742.141.11

DISPOSITIONS D'EXECUTION

DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER

(DE–OCF)

Etat au 1er novembre 2020

LE DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS, DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

vu

l'art. 81 de l'ordonnance sur les chemins de fer du 23 novembre 1983 [1)]

a r r ê t e:

[1)] RS 742.141.1

Editées par : Office fédéral des transports (OFT), 3003 Berne

Diffusion : Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL), 3003 Berne (n° d'art. 802.650f)

Dispositions d'exécution sur l’ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF)

	ARTICLE OCF	N° REGISTRE
DISPOSITIONS GENERALES	1 - 15	**1**
CONSTRUCTIONS ET INSTALLATIONS	16 - 36	**2**
	37 - 41	**3**
	42 - 46	**4**
VEHICULES	47 - 58	**5**
EXPLOITATION FERROVIAIRE	71 - 80	**6**
DISPOSITIONS FINALES	81 - 84	**7**
ANNEXES		**8**
SUIVI / LISTE DES MODIFICATIONS		**9**

DE 1.3

1 Application de l'ordonnance sur les chemins de fer.

1.1 L'ordonnance et ses dispositions d'exécution s'appliquent sans restriction à l'ensemble du réseau des chemins de fer soumis à la législation sur les chemins de fer suisses.

2 Dans la mesure où les différents écartements de la voie exigent des dispositions différentes, on applique la règle suivante:

- Ad art. Feuille N valable pour la voie normale 1435 mm
- Ad art. Feuille M valable pour la voie métrique 1000 mm
- Ad art. Feuille S valable pour la voie spéciale

2.1 Dans la mesure où il n'existe pas de dispositions pour les voies spéciales, on applique par analogie celles de la voie métrique en tenant compte de l'écartement de la voie.

3 Pour la mise en œuvre au niveau de l'exploitation, les Prescriptions suisses de circulation de trains (PCT)[1] sont applicables conjointement avec les présentes dispositions.

[1] RS 742.173.001

DE 2.2

1 Les normes techniques, règlements, notices explicatives, etc. mentionnés dans les présentes dispositions d'exécution sont précisés dans l'annexe n° 3.

1.1 Les références sont valables sous réserve de l'art. 2, al. 2 à 4, de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1], qui prescrit que les règles reconnues de la technique ou l'état de la technique sont applicables en complément ou à la place des normes indiquées au cas où ces dernières ne seraient pas adéquates pour concrétiser les prescriptions de la législation ferroviaire.

DE 2.3

1 Les normes techniques spécifiques doivent être utilisées pour déterminer les règles reconnues de la technique. Il s'agit notamment des normes et recommandations ci-après :

a. Spécifications techniques pour l'interopérabilité (STI) conformément à l'annexe 7 OCF ;

b. Normes du CEN relatives aux applications ferroviaires ;

c. Normes du CENELEC relatives aux applications ferroviaires ;

d. Normes de l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ;

e. Ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE) ;

f. Commission fédérale de coordination pour la sécurité du travail (CFST) ;

g. Fiches UIC ;

h. Règlement pour l'emploi réciproque des voitures et fourgons en trafic international du 1er janvier 1922 (RIC) ;

i. Règlement pour l'emploi réciproque des wagons en trafic international du 1er janvier 1922 (RIV) ;

j. Recommandations de l'ITU (International Telecommunication Union) concernant la technique de transmission (ITU-T, analogique et numérique) ;

k. SN 521 500 / SIA 500 'constructions sans obstacles'[2].

2 Les entreprises ferroviaires élaborent les règlementations nécessaires à la mise en œuvre des prescriptions de l'OCF déterminantes pour la sécurité, compte tenu de leur structure d'entreprise et des caractéristiques principales du réseau. Elles s'assurent que l'Office fédéral des transports (OFT) dispose de ces documents comme base pour son activité de surveillance.

Les entreprises ferroviaires doivent s'assurer que ces règlements soient conformes avec les prescriptions d'ordre supérieur. Toute dérogation aux prescriptions d'ordre supérieur doit faire l'objet d'une demande d'approbation motivée à l'OFT.

---

[1] RS **742.141.1**
[2] Edition 2009

DE 2.4

1 Lorsque, dans les cas d'application concrète, notamment lors de nouveaux développements, les normes, prescriptions ou autres règles de la technique font défaut ou ne suffisent pas à garantir des résultats satisfaisants en matière de sécurité des chemins de fer, il faut s'appuyer sur le savoir qui découle des lois de la physique, associées aux résultats d'essais ou de mesures ainsi qu'à ceux de l'expérience pratique de l'exploitation et/ou des interventions.

Les conséquences de l'application de ce savoir doivent être prévisibles à un degré de fiabilité correspondant au domaine.

2 Dans le champ d'application de l'ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)[3], l'Office fédéral des transports (OFT) peut déterminer l'état de la technique de sécurité selon l'art. 3 OPAM au moyen de listes de mesures ainsi que des mesures supplémentaires selon l'art. 8.

[3] RS **814.012**

DE 3.2

1 Les besoins des personnes handicapées sont concrétisés à l'aide de la loi du 13 décembre 2002 sur l'égalité pour les handicapés (LHand)[1], de l'ordonnance du 12 décembre 2003 sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OTHand)[2] ainsi que de l'ordonnance du DETEC du 22 mai 2006 concernant les exigences techniques sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OETHand)[3].

1.1 Les dispositions d'exécution spécifiques au trafic ferroviaire et de tramways sont intégrées aux présentes DE-OCF (art. 2, 4, 21, 34, 51, 53).

[1] RS 151.3
[2] RS 151.34
[3] RS 151.342

DE 4

1 Les actes normatifs ci-après sont applicables si l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne prévoient pas autre chose:

a. ordonnance du 30 mars 1994 sur le courant faible[2];
b. ordonnance du 30 mars 1994 sur le courant fort[3];
c. ordonnance du 25 novembre 2015 sur les matériels électriques à basse tension (OMBT)[4];
d. ordonnance du 7 novembre 2001 sur les installations électriques à basse tension (OIBT)[5];
e. ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (OLEI)[6];
f. ordonnance du 25 novembre 2015 sur la compatibilité électromagnétique (OCEM)[7];
g. ordonnance du 7 août 1974 concernant le contrôle des chaudières de locomotives à vapeur des entreprises de chemins de fer concessionnaires[8], ainsi que la directive ad hoc de l'inspection des chaudières[9].

1.1 L'application de ces ordonnances doit tenir compte des conditions spécifiques des chemins de fer.

2 Sont notamment applicables en complément à l'OCF et aux présentes dispositions d'exécution:

a. prescriptions suisses de circulation des trains (PCT)[10] ;
b. ordonnance du 31 décembre 2012 sur le transport de marchandises dangereuses par chemin de fer et par installation à câbles (RSD)[11].

---

1 RS **742.141.1**
2 RS **734.1**
3 RS **734.2**
4 RS **734.26**
5 RS **734.27**
6 RS **734.31**
7 RS **734.5**
8 RS **742.143.6**
9 ASIT 762
10 RS **742.173.001**
11 RS **742.401.6**

(DE 4)

3 La loi du 30 avril 1997 sur les télécommunications (LTC)[12] et ses dispositions d'exécution sont applicables à la mise à disposition sur le marché, à la mise en exploitation et à l'exploitation des installations de transmission.

4 L'OCF et les présentes dispositions d'exécution régissent la transmission des informations par télécommunication, y compris la diffusion des programmes de radio et télévision, dans la mesure où la loi du 24 mars 2006 sur la radio et la télévision (LRTV)[13] et ses dispositions d'exécution ne contiennent pas de dispositions différentes.

5 Valeur limite d'émission de bruit des véhicules ferroviaires

Les valeurs d'assainissement de l'ordonnance du 14 novembre 2001 sur la réduction du bruit émis par les chemins de fer (OBCF)[14] sont applicables aux véhicules ferroviaires qui ne sont pas homologués à l'état neuf en Suisse.

Les véhicules à voie normale du trafic transfrontalier qui sont homologués à l'état neuf en Suisse sont soumis aux exigences des STI concernant le sous-système « Matériel roulant – bruit » du système ferroviaire transeuropéen conventionnel. Ceci est également valable pour les véhicules à voie normale qui font l'objet d'une modernisation ou qui sont modifiés de telle façon qu'une nouvelle homologation est nécessaire.

5.1 Les valeurs limites suivantes sont valables pour les véhicules à voie métrique ou à écartements spéciaux ainsi que pour les véhicules non interopérables à voie normale ($L_{pAeq,\,T}$, mesuré selon ISO 3095:2005):

a. Locomotives	83 dB(A)
b. Automotrices, rames automotrices	82 dB(A)
c. Tramways	74 dB(A)
d. Voitures voyageurs	80 dB(A)
e. Wagons marchandises	83 dB(A)

5.1.1 Dans des cas justifiés, des dérogations à ces valeurs peuvent être fixées dans le cahier des charges.

5.1.2 Les valeurs limites d'émission s'appliquent pour une vitesse constante v_0 de 80 km/h; pour les tramways à une vitesse de 40 km/h.

[12] RS **784.10**
[13] RS **784.40**
[14] RS **742.144.1**

(DE 4)

5.2 Les mesures doivent être effectuées à une vitesse constante (± 5 %) de 80 km/h et à la vitesse de marche maximale prévue du véhicule, pour les tramways à 40 km/h.

Les valeurs mesurées à des vitesses v différentes doivent être converties en vitesse normale v_0 par addition de la valeur Z = 30 x log (v [km/h] / v_0 [km/h]). Dans certaines circonstances, il est approprié de choisir une valeur plus faible : le coefficient 30 résulte d'études pour la plage de vitesses de 60 à 250 km/h des véhicules à voie normale qui circulent en trafic interopérable.

5.3 Pour les chemins de fer à exploitation mixte crémaillère - adhérence, la preuve doit être fournie pour l'exploitation en adhérence.

5.4 Les véhicules de service et les chemins de fer uniquement à crémaillère font exception. Les émissions doivent cependant être limitées, sur les plans technique et opérationnel, à un niveau aussi bas que possible, tout en restant économiquement supportable.

5.5 Aucune preuve n'est nécessaire pour les véhicules ou les séries de véhicules dont la construction est identique, du point de vue acoustique, à celle des véhicules déjà vérifiés au sens des présentes dispositions. Un examen complémentaire peut toutefois être ordonné.

6 Les émissions de gaz des nouveaux véhicules à moteurs thermiques sont, quant à leur composition et leur quantité, limitées aux valeurs mentionnées dans le règlement (UE) 2016/1628 pour toute la durée de vie prévisible du véhicule.

Cela est également valable pour les véhicules existants dont les moteurs sont remplacés dans le cadre d'une modernisation ou d'une transformation.

6.1 Les moteurs à allumage par compression qui fonctionnent moins de 50 heures par an sont exclus de cette disposition.

DE 5c.1

1 Sécurité TIC (*ICT-security*)

1.1 Les installations, systèmes et véhicules qui contiennent ou utilisent des systèmes de technologies de l'information et de la communication (TIC) doivent être protégés contre les accès abusifs, compte tenu du principe de proportionnalité. Sur la base d'une analyse des risques, un concept de protection doit être élaboré et mis en œuvre, ainsi que continuellement réexaminé et mis à jour.

1.2 L'application de mesures suffisantes pour maîtriser les risques d'accès abusifs aux systèmes TIC pendant tout leur cycle de vie doit se faire dans le cadre d'un système de gestion de la sécurité de l'information (SGSI) faisant partie du système de gestion de sécurité (SGS). Il est souhaitable d'assurer la conformité avec la norme SN ISO/IEC 27001 et, lorsque cela s'avère pertinent, avec sa caractéristique spécifique IEC 62443.

DE 6.1

1 La procédure d'approbation des plans pour les constructions et les installations est régie par l'ordonnance du 2 février 2000 sur la procédure d'approbation des plans pour les installations ferroviaires (OPAPIF)[1].

1.1 Les conditions que doivent remplir les projets de construction sont régies par la directive ad hoc de l'Office fédéral des transports (OFT) du 1er juillet 2013.

2 Pour les projets d'installations électriques à courant fort destinés à l'exploitation des chemins de fer, on applique, à titre subsidiaire, l'ordonnance du 2 février 2000 sur la procédure d'approbation des plans d'installations électriques (OPIE)[2].

[1] RS 742.142.1
[2] RS 734.25

DE 8.3

1 Les exigences relatives au dossier de sécurité des véhicules sont fixées à l'annexe 5 des DE-OCF.

DE 8a.4

1 Un projet est considéré comme présentant une grande importance pour la sécurité lorsqu'il faut s'attendre à ce qu'un dysfonctionnement ou la défaillance de constructions, de systèmes techniques, d'installations, de véhicules, de processus ou d'éléments de ceux-ci entraîne selon toute vraisemblance un événement causant la mort de plus d'une personne.

2 On peut renoncer à un examen d'expert notamment dans les cas suivants:

a. Pour des éléments dont la sécurité a déjà été attestée dans le cadre d'une homologation de série, à condition qu'ils soient utilisés dans le cas concret conformément aux dispositions de ladite homologation. Ce cas de figure n'est pas exempté de rapports d'examens d'experts qui pourraient s'avérer nécessaires en rapport avec des interfaces et des conditions d'utilisation.

b. Lorsqu'on peut démontrer qu'un examen d'expert ne peut pas contribuer à diminuer les erreurs qui ont des effets sur la sécurité.

3 Le ch. 2 ne concerne pas l'examen du projet par le requérant selon les prescriptions spécialisées (par ex. validation, etc.).

DE 10.1

1 Il y a lieu de garantir le maintien durable d'un état d'exploitation sûr à l'aide d'un type d'installation approprié et grâce à la surveillance de cet état à tous les niveaux, par des spécialistes, en fonction des conditions existantes.

2 Modification déterminante pour la sécurité

2.1 Une entreprise ferroviaire ou un exploitant (selon l'art. 42 OCF) doit supposer qu'une modification est déterminante pour la sécurité lorsqu'une mesure peut entraîner:

a. soit des modifications de fonctions ou de fonctionnement dues à l'approbation des plans, à l'autorisation d'exploiter ou aux prescriptions sur lesquelles lesdits documents sont fondés;

b. soit, notamment, une inégalité entre les caractéristiques déterminantes pour la sécurité des éléments de construction, de systèmes ou d'installations à modifier ou modifiés.

2.1.1 Modification déterminante pour la sécurité dans ce contexte:

Combinaison de toutes les mesures techniques, d'exploitation et administratives ainsi que des mesures du management prises afin de modifier la fonction ou le fonctionnement d'une unité (corr. à SIA : modification = adaptation + transformation + extension). Sont réservées les réglementations spécifiques pour les logiciels.

DE 11

1 Lors de la détermination de l'organisation de l'exploitation et de l'effectif en personnel, il faut évaluer en particulier, pour les tâches essentielles en matière de sécurité, la charge de travail de manière globale des personnes individuelles et l'ampleur des changements à traiter. Outre l'organisation et la quantité de travail, il faut prendre en compte également les facteurs humains, notamment les forces et faiblesses, respectivement les limites de l'activité humaine et les influences de l'environnement de travail en terme de performance. Ce sont des aspects comme la complexité, pression des délais, praticabilité.
Avant d'introduire de nouveaux dispositifs techniques, il faut prendre en considération les mêmes aspects que lors de la détermination de l'organisation de l'exploitation.

DE 11a.1

1 Les prescriptions suisses de circulation des trains (PCT) sont valables dans toute la Suisse et elles sont contraignantes pour toutes les entreprises ferroviaires régies par la législation suisse sur les chemins de fer. Les PCT règlent les processus d'exploitation opérationnels d'ordre supérieur.
L'OFT peut étendre le champ d'application des PCT à d'autres entreprises ou prévoir des exceptions.

1.1 Lors du développement des PCT, il y a lieu de tenir compte des exigences de la STI « Exploitation et gestion du trafic » (conformément à l'annexe 7 OCF) en vue de l'application des processus d'exploitation au réseau principal interopérable (conformément à l'annexe 6 OCF).

2 L'OFT règle la marche à suivre pour la promulgation des PCT dans une directive.

DE 12.1

1 Les prescriptions d'exploitation sont des règlements écrits qui sont promulguées par les entreprises ferroviaires afin de réglementer l'exploitation et la maintenance dans leur domaine de responsabilité, d'une part, et les instructions de travail du personnel dans des processus d'exploitation, d'autre part. Ces réglementations visent à garantir un déroulement fiable de l'exploitation aussi bien en situation normale qu'en cas de perturbation; à ce titre, elles servent de base pour la commande, la maintenance et la surveillance des installations, véhicules et processus importants pour l'exploitation. Ces documents contiennent toutes les prescriptions liées à la circulation des trains, organisationnelles et techniques éditées sous forme de règlements, manuels, circulaires, instructions de service (par ex. schémas de caténaire, plans des signaux, instructions d'entretien), instructions (par ex. Business-Continuity-Management (BCM), gestion des interventions, gestion des dérangements) etc.

2 Les prescriptions d'exploitation doivent:

a. présenter de manière compréhensible comment la sécurité de l'installation, du véhicule et de leurs composants est assurée durant la période d'exploitation prévue;
b. définir les mesures nécessaires et leur périodicité pour les différents composants de l'installation ou du véhicule;
c. décrire la fonction de l'installation, du véhicule et de leurs composants;
d. comprendre des instructions quant à la commande et à l'entretien appropriés de l'installation ou du véhicule, y compris les déroulements des opérations et les instructions de travail;
e. régler clairement les processus opérationnels d'exploitation;
f. tenir compte des interdépendances entre les processus opérationnels d'exploitation et les installations ou les véhicules (y c. leurs fonctionnalités);
g. être formulées de manière à répondre aux besoins des destinataires et être mises à disposition de manière pratique et dans les langues requises;
h. définir le délai de conservation des différents enregistrements (certificats).

DE 12.2

1 Les prescriptions d'exploitation qui concernent un objet soumis à une procédure (par ex. approbation des plans, homologation de série) doivent être présentées à l'OFT dans le cadre de la procédure en question. Les exigences en la matière sont réglées dans les prescriptions spécifiques aux différentes procédures (par ex. dans l'ordonnance du 2 février 2000 sur la procédure d'approbation des plans pour les installations ferroviaires [OPAPIF]; RS 742.142.1).

2 Les prescriptions d'exploitation liées aux PCT qui règlent une situation soumise à aucune procédure doivent être mises à disposition de l'OFT dans les délais prescrits ou lui être présentées pour approbation.

2. 1 Les prescriptions d'exploitation qui dérogent aux PCT doivent être présentées pour approbation à l'OFT au moins trois mois avant la date d'entrée en vigueur prévue. Sont exceptées de cette règle les mesures d'urgence immédiates et temporaires requises pour garantir la sécurité de l'exploitation. Il y a toutefois lieu d'informer sans délai l'OFT afin de s'accorder sur la marche à suivre. Les exigences relatives à la demande de dérogation sont régies par l'art. 5, al. 2, OCF.

2.1.1 Les prescriptions d'exploitation à caractère d'exploitation opérationnelle, par ex. concernant les interdictions de voie, les marches des trains spéciaux, les communications sur les chantiers et les horaires, peuvent contenir des dérogations à court terme aux PCT, par ex. en vue d'une phase de construction ou de l'utilisation de trains d'essai. Les entreprises ferroviaires règlent les processus d'approbation internes. Au total, les dérogations aux PCT ne doivent pas durer plus de deux mois. Les dérogations permanentes et les dispositions de durée indéterminée doivent être traitées conformément au ch. 2.1.

2. 2 Les prescriptions d'exploitation qui contiennent uniquement des réglementations conformes aux prescriptions d'ordre supérieur doivent être mises à disposition de l'OFT spontanément, en règle générale trois mois mais au plus tard deux semaines avant l'entrée en vigueur. Il s'agit par ex. de dispositions d'exécution / précisions par rapport aux PCT, de dispositions locales résumées, de prescriptions de conduite de l'exploitation, de tableaux de parcours (RADN). L'OFT peut désigner d'autres prescriptions d'exploitation par le biais d'une directive.

2.2.1 Les prescriptions d'exploitation qui ne sont appliquées que dans des cas isolés spécifiques (par ex. check-list circulation) ou dans des situations isolées doivent être mises à disposition de l'OFT uniquement à la demande de celui-ci.

2. 3 En trafic international sur des réseaux interopérables, les prescriptions d'exploitation qui s'adressent au mécanicien de locomotive doivent remplir en plus les exigences de la STI OPE, conformément à l'annexe 7 OCF.

DE 13.1

GÉNÉRALITÉS

1 L'entreprise ferroviaire établit et met en œuvre un concept de sécurité actuel pour son organisation. Elle doit le présenter à l'Office fédéral des transports (OFT) à la demande de celui-ci.

2 L'entreprise ferroviaire et l'exploitant (art. 42 OCF) consignent (à titre de preuves) :

a. les résultats de la surveillance effectuée sur l'état de la sécurité ainsi que sur les travaux simples de maintenance réalisés (documentation de la maintenance)

b. Toute lacune ou perturbation constatée, tout incident particulier ainsi que les mesures prises pour y remédier.

DE 13.3

VÉHICULES

1 On peut se baser sur les directives suivantes pour la planification des travaux de maintenance des véhicules. Elles présument que les défauts qui se produisent soient toujours supprimés dès qu'ils ont été constatés et que les véhicules soient également entretenus pendant qu'ils sont maintenus en service (p. ex. par les mécaniciens, visiteurs et agents de train). Pour les véhicules à crémaillère, les contrôles et les intervalles de temps selon chiffre 5, 5.1, 5.1.1 - 5.1.4 doivent être impérativement respectés. D'autres contrôles et intervalles de temps peuvent être approuvés par l'office fédéral sur demande.

2 Genres de contrôles et de révisions:

Contrôle = Examen (visuel, du fonctionnement, etc.) des parties entrant en considération.

Révision = Remise en état à laquelle s'ajoute, le cas échéant, le démontage des parties entrant en ligne de compte.

2.1 C1 à C4 Contrôles en vue d'assurer la sécurité;

2.2 R0, R1 Révisions en vue d'assurer la sécurité;

2.3 R2 Révisions en vue de maintenir la fiabilité en exploitation;

2.4 R3 Révisions en vue de renouveler partiellement le véhicule;

2.5 R4 ... Rn Transformations et modernisations.

Chaque contrôle ou révision désigné par un indice déterminé englobe également les contrôles ou révisions ayant un indice inférieur.

3 Etendue des contrôles

3.1 C1:

Contrôle du fonctionnement de la commande du dispositif de sécurité et de la commande par le dispositif de protection contre la survitesse.

Contrôle du fonctionnement des freins.

(DE 13.3)

VÉHICULES

3.2 C2:

Contrôle, par des courses d'essai, du fonctionnement du dispositif de protection contre la survitesse, et pour les chemins de fer à crémaillère du frein anti-recul.

Contrôle du maintien de l'effort de freinage pour les véhicules des trains non accompagnés des chemins de fer à adhérence.

3.3 C3:

Contrôle de l'efficacité des freins (essai de frein) des véhicules moteurs à crémaillère, ainsi que du fonctionnement, sur tous les groupes de véhicules, des portes et de leurs dispositifs de protection.

3.4 C4:

Visite approfondie des dispositifs de sécurité, des indicateurs de vitesse et des dispositifs électriques servant à protéger les voyageurs (p. ex. mises à la terre), ainsi que des freins. Dans le cas des chemins de fer à crémaillère, l'essai de frein effectué ensuite avec un véhicule chargé sur une pente déterminée fera l'objet d'un procès-verbal qui pourra être consulté à tout moment par l'Office fédéral. Si l'on dispose de mesures portant sur le véhicule chargé et le véhicule vide, les essais de frein peuvent être exécutés avec des véhicules vides. Si les résultats d'essais comparatifs sont connus, il est permis, pour les voitures, de remplacer l'essai de frein par des mesures de la pression des sabots. Contrôle de la couche de protection des axes et des roues.

4 Etendue des révisions

4.1 R0:

Reprofilage des roues.

4.2 R1:

Révision des organes de roulement et du mécanisme moteur, de la suspension et de l'appui de la caisse, des freins (y compris frein moteur et instruments). Examen visuel et contrôle d'étanchéité des réservoirs à air, des systèmes hydrauliques et de frein. Examen visuel des chaudières et installations de chauffage à vapeur. Contrôle des valves de sécurité et manomètres des installations hydrauliques et à air comprimé. Contrôles non destructifs des axes et des roues.

4.3 R2:

Révision d'autres éléments basée sur l'expérience des véhicules. Visite intérieure des réservoirs selon les DE-OCF ad art. 51, DE 51.1, ch. 10.2. Visite intérieure des chaudières.

4.4 R3:

Renouvellement partiel.

4.5 R4 ... Rn:

Transformations et modernisations.

(DE 13.3)

VÉHICULES

5 Intervalles de temps

5.1 Contrôles

Genres de chemins de fer
A = à adhérence, Z = à crémaillère

Groupes de véhicules:

I = véhicules moteurs, équipement de conduite des voitures de commande	II = voitures à voyageurs, fourgons et wagons postaux	III = wagons et véhicules de service

		Intervalle de temps:
5.1.1	C1: Contrôle	chaque semaine
	– du fonctionnement de la commande du dispositif de sécurité	Z I
	– du fonctionnement de la commande par le dispositif de protection contre la survitesse	Z I
	– du fonctionnement des freins	Z I
5.1.2	C2: Contrôle	chaque trimestre
	– du fonctionnement du dispositif de protection contre la survitesse (course d'essai)	Z I
	– du fonctionnement du frein de recul (course d'essai)	Z I
	– du maintien de l'effort de freinage pour les véhicules de trains non accompagnés	A I A II
5.1.3	C3: Contrôle	chaque semestre
	– de l'efficacité des freins (essais)	Z I
	– du fonctionnement des portes et de leurs dispositifs de protection	Z I Z II
5.1.4	C4: Visite approfondie	chaque année
	– des dispositifs de sécurité	Z I Z II
	– des indicateurs de vitesse	Z I
	– des dispositifs électriques servant à protéger les voyageurs (mises à la terre)	Z I Z II Z III
	– des freins suivie d'essais	Z I Z II Z III

(DE 13.3)

VÉHICULES

5.2 Révisions

Les délais commencent à courir le jour de la livraison par le fournisseur ou le jour où se termine la révision d'un véhicule. Ils prennent fin à la date à laquelle le véhicule est retiré du service pour sa prochaine révision. En cas de conditions particulières, par exemple lorsqu'un véhicule est retiré du service pour une longue période, le délai entre deux révisions consécutives peut être prolongé, notamment pour les RI. Il faudra toutefois tenir compte des dommages pouvant résulter de la mise hors service. D'autre part, le délai sera réduit lorsque l'état du véhicule l'exige.

			Intervalle de temps:
5.2.1	R0:		selon expérience
5.2.2	R1:	Selon le genre de construction du véhicule et en tenant compte des conditions d'exploitation et du kilométrage effectué	4 à 6 ans pour A, Z I 6 à 8 ans pour A, Z II 8 à 10 ans pour A, Z III (désignations, voir chiffre 5.1)
5.2.3	R2:	Visite intérieure des réservoirs Visite intérieure des chaudières	selon expérience selon prescriptions ad hoc
5.2.4	R3:	Renouvellement partiel	ne doit pas être repoussé jusqu'au moment où le véhicule est sujet à de nombreuses pannes où lorsque le renouvellement n'en vaut plus la peine.
5.2.5	R4 ... Rn:	Transformations et modernisations	selon les besoins de l'exploitation

5.2.6 Les révisions R1 à R3 seront inscrites sur les véhicules avec mention de l'indice et de la date.

(DE 13.3)

VÉHICULES

6 Installations sous pression

6.1 L'état des installations sous pression des véhicules doit être contrôlé régulièrement par des épreuves de pression.

6.2 Des épreuves périodiques de pression seront effectuées sur:

6.2.1	les réservoirs à air dont la pression dépasse 2 bar et dont le produit du volume en m^3 par la pression en bar est supérieur à 15:	lors de chaque R3
6.2.2	les chaudières et les installations de chauffage à vapeur:	selon les prescriptions ad hoc
6.2.3	les systèmes hydrauliques dont la pression dépasse 100 bar:	lors de chaque R2 (pour la R2, voir chiffre 4.3)

6.3 La pression d'épreuve sera:

6.3.1	1,3 fois la pression de service	pour le chiffre 6.2.1
6.3.2	conforme aux prescriptions ad hoc	pour le chiffre 6.2.2
6.3.3	1,2 fois la pression de service	pour le chiffre 6.2.3

6.3.4 La pression sera maintenue le temps nécessaire pour examiner toutes les parties; elle sera mesurée au moyen d'un manomètre de contrôle.

6.4 Le comportement correct des soupapes de sécurité et du manomètre des chaudières à vapeur sera vérifié au moins une fois par année, au moyen d'un manomètre de contrôle. Après cette opération, les soupapes devront être plombées.

7 Equipement électrique:

Le contrôle de l'équipement se fera conformément aux dispositions de la législation sur les installations électriques.

(DE 13.3)

INSTALLATIONS DE VOIES ET DE BRANCHEMENTS

8 Surveillance

La surveillance des installations sert à enregistrer l'état de l'installation ainsi que les variations par rapport à l'état théorique, et à reconnaître les composantes et parties endommagées. Les résultats de la surveillance doivent servir de base à la planification préventive, systématique ou à long terme de la maintenance et du renouvellement des installations de voies et des branchements.

9 Domaines

Sur les voies de circulation (voir DE-OCF ad art. 17, DE 17, ch. 2.2), la surveillance de l'état nécessaire à la sécurité de l'exploitation a lieu notamment dans les domaines suivants:

- qualité de l'assiette de la voie (à l'aide d'une voiture d'auscultation de la voie sur voie normale, repérage de la voie)
- stabilité de l'assiette de la voie, ballastage conforme aux règles, degré de compactage du lit de ballast (voiture d'auscultation de la voie, mesure locale, contrôles visuels)
- Apparition d'éventuels défauts de rail ou dommages aux composantes d'appareils de voie sur la voie (examen par des méthodes non destructives comme p. ex. ultrasons et de visu)
- état de l'attache de rail, des traverses et autres composants de la voie (visuellement par sondages sur la voie, modifications de l'écartement de la voie)
- contrôle de l'écartement de la voie, des ornières de guidage, de la cote de libre passage et des largeurs de passage aux branchements, du contre-rail, de l'état du matériel et des arêtes (mesures locales, contrôles visuels)
- Etat des moteurs et des verrouillages des branchements (contrôles locaux, à la rigueur avec le soutien de systèmes automatiques de surveillance)

La surveillance des voies de manœuvre et de raccordement (voir DE-OCF ad art. 17, DE 17, ch. 2.2) doit être adaptée aux conditions locales.

10 Fréquence

10.1 Les intervalles entre les examens doivent être fixés en fonction des conditions spécifiques des sections / catégories de voie concernées et des sollicitations qu'elles subissent.

10.2 Les DE ad art. 17, DE 17, voie normale, chiffre 8 (notamment les DE 17, voie normale, chiffre 8.6) contiennent toutes les informations relatives à la surveillance des plans de voies et des installations de branchement sur lesquels circulent les trains de la catégorie N (trains pendulaires).

11 Documentation

Les résultats doivent être analysés et répertoriés une fois par an en fonction des modifications de l'état moyen du réseau. Les statistiques sur l'assiette de la voie, la statistique des défauts de rail, celle des déformations de rail et de leur évolution dans le temps doivent être présentés à l'OFT sur demande.

DE 14.1

1 Le personnel doit être engagé par des cadres aux qualifications correspondantes. Les exigences que doivent satisfaire les cadres sont notamment:

a. avoir de l'expérience en tant que spécialiste ou supérieur hiérarchique dans un domaine similaire;

b. avoir fait preuve, dans des activités précédentes, de grandes compétences personnelles et sociales;

1.1 L'introduction ou l'instruction des cadres doit être adaptée au futur travail à accomplir, à l'échelon hiérarchique ultérieur et à leur expérience.

2 Les entreprises ferroviaires font en sorte que leur personnel spécialisé dispose des connaissances spécialisées nécessaires pour maintenir la sécurité de l'exploitation ferroviaire.

3 Afin d'éviter des erreurs systématiques, il faut examiner l'implication de personnel indépendant pour la planification, la construction, l'exploitation et la maintenance. Il convient d'en tenir compte notamment pour la surveillance de l'état d'entretien.

DE 15.1

1 L'Office fédéral doit en particulier être informé des irrégularités d'ordre technique et d'exploitation intéressantes du point de vue de la sécurité et des expériences à en tirer pour l'avenir.

1.1 Il y a lieu notamment de signaler toute rupture de rail, distorsion latérale de la voie et écrasement (gauchissements selon les CSI [Common Safety Indicators]), rupture d'essieu.

1.2 Les entreprises annoncent ces incidents conformément aux prescriptions de l'Office fédéral des transports (OFT).

2 À la fin de chaque année, l'entreprise de chemin de fer communiquera à l'Office fédéral:

2.1 les mutations du parc des véhicules;

2.2 la date de la dernière révision de chaque véhicule et, le cas échéant lorsqu'une révision est exécutée dans l'année en cours, également la date de la révision précédente;

2.3 les parcours réalisés par chaque véhicule moteur depuis la dernière révision et durant l'année de référence.

2.4 Les chiffres 2.2 et 2.3 ne concernent pas les tramways ni les véhicules spéciaux.

VOIE NORMALE

DE 16

1 Définitions et dimension nominale

1.1 L'écartement est la distance entre les flancs intérieurs des rails, mesurée à 14 mm en dessous de la ligne reliant les points les plus hauts des deux rails.

1.1.1 La valeur nominale de l'écartement est de 1 435 mm.

1.1.2 Sur le réseau principal interopérable (conformément à l'annexe 6 OCF), le dimensionnement des traverses (béton et bois) doit se baser sur un écartement des rails de 1437 mm.

1.2 L'inclinaison du rail décrit l'angle entre l'axe de symétrie du profil du rail et la perpendiculaire au plan de roulement.

1.2.1 La valeur nominale de l'inclinaison du rail vaut en règle générale 1:40.

1.2.2 Il est possible de renoncer à une inclinaison du rail dans les cas suivants :

- sur les branchements où $V_R \leq 200$ km/h
- sur les branchements où $V_R > 200$ km/h dans les zones des lames d'aiguilles et des cœurs de branchement
- dans les voies de manœuvre et de raccordement.

2 Valeurs-limites

2.1 En régime d'exploitation des voies et branchements, les valeurs-limites suivantes doivent être respectées :

- écartement minimal de la voie en cas de sous-écartement (erreur isolée) : 1430 mm
- écartement maximal de la voie en cas de surécartement maximal et d'usure latérale des rails (erreur isolée) : V ≤ 160 km/h : 1470 mm
  V > 160 km/h : 1463 mm

Il faut s'assurer en outre des points suivants :

- la fonction de l'attache de rail, déterminante pour la sécurité, doit être garantie en tout temps. Des restrictions additionnelles peuvent en découler.
- au sujet de l'écartement moyen de la voie sur 100 m, il y faut respecter les valeurs-limites minimales conformément au chiffre 4.4.2.
- d'autres restrictions peuvent résulter du comportement à la marche des véhicules.
- il faut toujours évaluer les écartements des rails (le cas échéant y c. les surécartements) dans la zone de cœurs de branchement fixes en relation avec les largeurs d'ornières des contre-rails et des pattes de lièvre, resp. avec les cotes de libre passage. Il faut agrandir les largeurs d'ornière en fonction d'éventuels surécartements (voir aussi DE-OCF ad art. 32, voie normale, DE 32.1).

2.2 La tolérance de l'inclinaison du rail à l'état neuf de la voie (tolérance lors de la réception sur site) est en règle générale de ± 1:100.

VOIE NORMALE

(DE 16)

3 Surécartement dans les courbes circulaires

3.1 Afin de garantir un guidage non forcé des véhicules, il faut accroître l'écartement en procédant à un surécartement dans les courbes de petit rayon.

3.2 Sur le réseau des chemins de fer à voie normale, on observe les valeurs indicatives suivantes pour le surécartement à partir de la valeur nominale :

Courbes circulaires dans les voies [m]	Surécartement [mm]
R ≥ 275	0
275 > R ≥ 185	6
185 > R ≥ 150	10
150 > R ≥ 130	16
R < 130	20

Courbes circulaires dans les branchements [m]	Surécartement [mm]
R ≥ 230	0
230 > R ≥ 185	5
185 > R ≥ 150	10
150 > R ≥ 130	15
R < 130	20

3.3 En règle générale, le surécartement est réalisé par un déplacement de la file intérieure :

- dans une courbe circulaire avec courbe de raccordement uniformément réparti – pour des raisons constructives en pas d'au max. 2.0 mm – sur toute la longueur de la courbe de raccordement,
- dans une courbe circulaire sans courbe raccordement par pas de 2.5 mm par traverse dès le début de la courbe.

3.4 Les valeurs nominales des écartements dans les formes fondamentales des appareils de voie seront représentées dans les plans-type correspondants.

VOIE NORMALE

(DE 16)

4 Influence de l'écartement sur la stabilité de roulement des véhicules.

4.1 Dans les sections plus longues avec un écartement de la voie proche de la valeur minimale, il peut se produire des instabilités de roulement pour certains véhicules en combinaison avec des conditions défavorables dans le couplage profil de la roue - profil du champignon du rail, lorsque les vitesses sont élevées.

4.2 Lorsque de telles instabilités de roulement sont constatées sur certains véhicules ou sur certaines sections de voie, il faut procéder entre autres à des enquêtes sur la conicité équivalente avec les enregistrements ad hoc du profil de la roue et les mesures locales de l'écartement de la voie ou du profil de la table de roulement du rail. Avant de prendre des mesures correctives sur la voie ou la roue/les véhicules, il faut les optimiser (aussi pour remédier à la cause) des points de vue de l'efficacité et de la rentabilité (voir aussi DE-OCF ad art. 2, DE 2.3, chiffre 1, al. a).

4.3 Les voies à faible écartement qui tendent vers la valeur minimale doivent être évitées autant que possible aussi bien dans les nouvelles installations, compte tenu de toutes les tolérances de fabrication, que lors de la maintenance. Les replis de laminage de la table de roulement du rail qui produisent des sous-écartements des voies de circulation doivent être éliminés par la méthode appropriée aussi tôt que possible.

4.4 Valeurs-limites

4.4.1 Lors de la conception du profil de rail, de l'inclinaison des rails et de l'écartement de la voie, la valeur-limite de la conicité équivalente de 0,25 (calcul selon STI[1]-INF, ch. 4.2.4.5) doit être respectée comme suit :

- Sur les nouveaux tronçons ou les tronçons mis à niveau du réseau principal interopérable (selon l'annexe 6 de l'OCF) à des vitesses de 60 km/h < V ≤ 200 km/h.
- Sur tous les autres tronçons, à des vitesses de 160 km/h < V ≤ 200 km/h.

Lors de l'application des dimensions nominales selon les chiffres 1.1.1 et 1.2.1 et de l'écartement de voie constructif selon le chiffre 1.1.2, la valeur-limite liée au profil de rail 60E1, 60E2, 54E2, 54E6 et 46E1 (voir DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 6) doit être respectée.

Pour des vitesses supérieures à 200 km/h, les conditions doivent être déterminées en fonction du projet.

4.4.2 L'écartement moyen de la voie constitue un facteur d'influence important quant à la conicité équivalente en régime d'exploitation. Pour les tronçons droits et les courbes avec un rayon > 10 000 m, les valeurs-limites suivantes sont recommandées :

V_{max} [km/h]	Ecartement minimal moyen des rails sur 100 m en exploitation [mm]
200 < V ≤ 230	1 432
230 < V ≤ 250	1 433

[1] Voir OCF, annexe 7, ch. 1

VOIE MÉTRIQUE

DE 16

1 Définitions et dimension nominale

1.1 L'écartement de la voie est la distance entre les flancs intérieurs des rails, mesurée en dessous de la droite reliant les deux points sommitaux des rails avec les distances suivantes:

- pour les rails Vignole : 14 mm
- pour les rails à gorge: 10 mm
  (lorsque le rayon de l'arête du rail R > 10 mm: 14 mm)

1.1.1 La dimension nominale de l'écartement est de 1000 mm.

2 Valeurs-limites

2.1 En régime d'exploitation des voies et branchements, les valeurs-limites suivantes doivent être respectées:

2.1.1 Lorsque la largeur des roues est ≥ 110 mm:

- écartement minimal de la voie en cas de sous-écartement (erreur isolée): 997 mm
- écartement maximal de la voie en cas de surécartement et d'usure latérale des rails (erreur isolée): 1030 mm

2.1.2 Lorsque la largeur des roues est < 110 mm:

- écartement minimal avec ornières porteuses (erreur isolée): 996 mm
- écartement maximal de la voie en cas de surécartement et d'usure latérale des rails (erreur isolée): 1020 mm

2.1.3 Il faut s'assurer en outre des points suivants:

- la fonction de l'attache de rail, déterminante pour la sécurité, doit être garantie en tout temps. Des restrictions additionnelles peuvent en découler.
- d'autres restrictions peuvent résulter du comportement à la marche des véhicules.
- il faut toujours évaluer les écartements des rails (le cas échéant y c. les surécartements) dans la zone de cœurs de branchement fixes en relation avec les largeurs d'ornières des contre-rails et des pattes de lièvre, c.-à-d. avec les cotes de libre passage. Il faut agrandir les largeurs d'ornières en fonction d'éventuels surécartements (cf. aussi DE-OCF ad art. 32, voie métrique, DE 32.1).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 16)

3 Surécartements dans les courbes circulaires

3.1 Afin de garantir un guidage non forcé des véhicules, on peut, dans les courbes à petit rayon, accroître l'écartement en procédant à un surécartement.

3.2 Le surécartement éventuel sera fixé en fonction du rayon de la courbe et des véhicules. Il n'excédera pas 20 mm sur les voies nouvellement posées. Lorsque les roues ont une largeur inférieure à 110 mm, le surécartement prévu dans les courbes ne dépassera pas 6 mm.

3.3 Les voies composées de rails à gorge ne sont en général pas dotées de surécartement; si ce dernier est nécessaire malgré tout, il devra être réalisé compte tenu de la largeur de la gorge, de manière que le guidage des véhicules se fasse par le rail extérieur et non par la lèvre de la gorge du rail intérieur. Des diminutions de l'écartement peuvent aussi être prévues pour les cœurs et les croisements à ornières porteuses. Le jeu théorique de l'écartement doit être d'au moins 3 mm, à savoir la dimension nominale de l'écartement moins la dimension nominale de l'écartement des roues (cf. aussi DE-OCF ad art. 51, DE 51.1).

4 Influence de l'écartement sur la stabilité des véhicules

4.1 Dans les sections plus longues avec un écartement de la voie proche de la valeur minimale, il peut se produire des instabilités pour certains véhicules en combinaison avec des conditions défavorables dans le couplage profil de la roue - profil du champignon du rail, lorsque les vitesses sont élevées.

4.2 Lorsque de telles instabilités sont constatées sur certains véhicules ou sur certaines sections de voie, il faut procéder entre autres à des enquêtes sur la conicité équivalente avec les enregistrements ad hoc du profil de la roue et les mesures locales de l'écartement de la voie ou du profil de la table de roulement du rail. Avant de prendre des mesures correctives sur la voie ou la roue/les véhicules, il faut les optimiser des points de vue de l'efficacité et de la rentabilité.

4.3 Les voies à faible écartement qui tendent vers la valeur minimale doivent être évitées autant que possible aussi bien dans les nouvelles installations, compte tenu de toutes les tolérances de fabrication, que lors de la maintenance. Les replis de laminage de la table de roulement du rail qui produisent des sous-écartements des voies continues doivent être éliminés par la méthode appropriée aussi tôt que possible.

VOIE NORMALE

DE 17

1 Généralités

1.1 Les dispositions des ch. 1 à 7 ci-après s'appliquent au tracé géométrique des voies pour des vitesses de la catégorie de train R jusqu'à V_R = 250 km/h ainsi qu'à leur planification. Les prescriptions doivent également être prises en compte lors de la fixation de la vitesse maximale conformément aux DE-OCF art. 76, DE 76.1a.
Les vitesses de la catégorie de train A découlent en principe de la relation suivante (voir aussi le chiffre 3.6.2.1):
$V_A = V_R - 5$ V_A [km/h], V_R [km/h]
Des dispositions complémentaires pour la technique des caisses inclinables, les installations de débranchement et les voies de raccordement sont définies aux chiffres 8, 9 et 10.

1.2 Les règlements et instructions internes des entreprises ferroviaires régissent le tracé géométrique de la voie dans le respect des prescriptions des présentes DE compte tenu des conditions topographiques en présence et des conditions d'exploitation de chaque entreprise ferroviaire.

1.3 Les valeurs admissibles qui exigent la maintenance et le rétablissement de l'état réglementaire lorsqu'elles sont atteintes, doivent être fixées également – dans le respect des règles du chiffre 4.2.4 – dans les règlements internes et instructions des entreprises ferroviaires.

2 Principes et définitions

2.1 Tracé de la voie

2.1.1 Le tracé des voies de circulation devrait permettre une vitesse de marche stable. Il faut éviter les fréquents changements de vitesse.

2.1.2 Il faut tendre à un tracé continu, tendu, afin d'éviter les éléments de tracé courts et changeant fréquemment (alignement, courbe de raccordement, courbe circulaire) car ils entraînent des dépenses d'entretien plus élevées et se répercutent négativement sur la marche du véhicule et sur le confort.

2.1.3 Lorsque l'on fixe les vitesses maximales admissibles du point de vue de la voie, il faut tenir compte non seulement de la géométrie théorique de la voie, mais aussi des facteurs déterminants suivants:

- résistance et stabilité du corps de la voie.
- état de la voie, garantie de la qualité de l'assiette de la voie exigée.
- points fixes: on entend par points fixes, du point de vue de l'étude de tracé, toutes les singularités de la voie constructivement nécessaires qui peuvent entraîner des effets dynamiques amplifiés suite à des discontinuités forcées au niveau de la voie (par ex. appareils de voie, appareils de dilatation) et du support du corps de la voie (transitions aux ponts avec fixation directe, à la voie sans ballast ou aménagements similaires, comme par ex. les passages à niveau).
- sollicitations que le véhicule transmet à la voie (compte tenu de la charge à l'essieu réduite autorisée pour la plage de vitesses V_R > 200 km/h).
- types de transport, marchandises ou transport des voyageurs et la proportion de leur répartition.

VOIE NORMALE

(DE 17)

2.1.4 Lors de la fixation de la vitesse admissible en exploitation, d'autres facteurs déterminants sont les aspects de la circulation des trains, la pente longitudinale, la signalisation et la sécurité sur les quais.

2.2 Types de voies

La présente DE décrit la conception géométrique de la voie jusqu'à une vitesse maximale V_R= 250 km/h. Les aspects de la technique du tracé et de la dynamique de roulement sont valables d'une manière générale, à l'exception du chiffre 5.4.1.4. Il en résulte la typologie des voies suivante (voir aussi l'annexe n° 4):

- voies de circulation
  voies qui peuvent être utilisées pour la circulation de trains.
- voies de manœuvre
  voies avec V ≤ 40 km/h (sauf voies de raccordement) utilisées exclusivement pour les mouvements de manœuvre.
- voies de raccordement (voir aussi chiffre 10)
  les voies définies dans l'art. 2, let. c, de l'Ordonnance sur le transport de marchandises par des entreprises de chemin de fer et de navigation (Ordonnance sur le transport de marchandises, OTM).

2.3 Valeurs-limites

2.3.1 Les valeurs-limites mentionnées ci-après se subdivisent en deux niveaux ayant la signification suivante:

- valeur-limite en cas normal
  Ces valeurs-limites doivent être prises en compte lors de la planification de nouvelles installations et autant que possible lors de transformations d'installations ou de renouvellements de la voie. S'il est inévitable d'atteindre les valeurs-limites, il n'y a pas lieu de prendre des mesures supplémentaires spéciales à condition qu'il soit possible de supporter les frais d'entretien plus élevés.
- valeur-limite maximale ou minimale
  Ces valeurs-limites ne sont applicables que dans des cas particuliers inévitables et rares, en cas de conditions spéciales ou pour certains types de véhicules, pour autant qu'une réduction du confort et des frais d'entretien plus élevés puissent être acceptés. L'application de valeurs hors des seuils des « valeurs-limites en cas normal » est soumise à l'approbation de l'Office fédéral des transports (OFT) au cas par cas. La garantie de stabilité de roulement des véhicules et le respect des valeurs-limites de sollicitation de la voie doivent être prouvés (voir art. 47 OCF et DE-OCF ad art. 31, DE 31, voie normale).

2.3.2 Lors de transformations d'installations existantes ou de renouvellements de la voie avec des modifications conceptionnelles ou essentielles, il faut respecter en principe les valeurs-limites en cas normal.

2.3.3 Les valeurs-limites maximales ou minimales ne sont indiquées que pour les voies de circulation (à l'exception des chiffres 5.3.2 et 5.4.2). Toute divergence par rapport aux valeurs-limites en cas normal pour les voies de manœuvre et de raccordement peut être autorisée moyennant des mesures complémentaires, le cas échéant dans le cadre de l'approbation des plans.

VOIE NORMALE

(DE 17)

3 Courbes circulaires avec courbe de raccordement (voies de circulation)

3.1 Principes

Pour déterminer les rayons minimaux, les paramètres suivants sont en principe déterminants :

- les vitesses d'exploitation maximale et minimale.
- le dévers nécessaire.
- les valeurs-limites pour l'insuffisance de dévers et l'excès de dévers.
- la flexibilité nécessaire à long terme pour l'exploitation du tronçon.

Le projet d'un tracé doit prévoir les plus grandes courbes circulaires possibles compte tenu du dévers réalisable et de la longueur de la courbe de raccordement (voir chiffres 3.5 et 4.3) dans les conditions données.

Le dévers s'obtient en cas normal par rotation de la voie autour de son axe.

3.2 Longueur des éléments (éléments droits et courbes circulaires)

Afin de garantir un parcours sans heurts du véhicule sur les voies de circulation, la longueur des éléments droits et courbes circulaires ne doit pas être inférieure aux valeurs suivantes formulées en temps de parcours :

valeur-limite en cas normal : 1 s (1)
valeur-limite minimale : 0,7 s (1)

Il faut viser une longueur minimale de 20 m.

(1) Un alignement intermédiaire plus court dans les contre-courbes doit être remplacé par une clothoïde en S continue et dans les courbes circulaires à courbure unidirectionnelle par une courbe intermédiaire suffisamment longue.

3.3 Rayon minimal R

3.3.1 Dans l'optique d'une utilisation libre du matériel roulant, il faut respecter la valeur-limite suivante pour les voies de circulation :

valeur-limite en cas normal (voir en outre chiffre 3.1) : 150 m

3.3.2 Dans les zones de bordure de quai, il faut viser R ≥ 500 m.
Pour la mise en œuvre de la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand)[1] en matière d'accès autonome des personnes à mobilité réduite, d'autres exigences de rayon minimal peuvent le cas échéant être imposées dans la zone de la bordure du quai.

[1] RS 151.3

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.4 Dévers d

3.4.1 Valeurs-limites du dévers d

Dévers maximal autorisé :

valeur-limite en cas normal : 160 mm
valeur-limite maximale : 180 mm [1]

[1] Un dépassement des valeurs-limites en cas normal n'est possible que sur les tronçons où la part du trafic marchandises est nulle ou très faible et compte tenu des spécificités locales (par ex. emplacements des signaux).

3.4.2 Conditions supplémentaires

3.4.2.1 Lorsque le dévers est important et le rayon faible, le risque de déraillement des trains de marchandises lents augmente. La roue directrice extérieure, notamment en cas de forts gauches, est nettement moins chargée. Pour les wagons inaptes à la torsion, il faut respecter les valeurs-limites suivantes pour les nouvelles installations :

$$d_{max} = \frac{R - 50}{1{,}5}$$

d_{max} [mm]
R [m]

(voir référence ORE B 55/Rp 5 et 8).

3.4.2.2 A proximité des quais, il faut viser un dévers d ≤ 100 mm.
Pour la mise en œuvre de la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand) en matière d'accès autonome des personnes à mobilité réduite, il faut respecter les exigences de dévers des DE-OCF ad art. 21, DE 21.3 dans les zones correspondantes de la bordure du quai.

3.4.2.3 Des restrictions supplémentaires du dévers peuvent être nécessaires en raison des spécificités locales, par exemple dans la zone des points fixes (voir chiffre 6.3.1), des travaux de maintenance et de construction, etc.

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.5 Valeur réglementaire du dévers d_{reg}

3.5.1 Principes

Le choix du dévers d pour un rayon de courbure déterminé permet de fixer la « vitesse idéale V_{id} » à laquelle il ne se produit pas, en théorie, d'accélération centrifuge au niveau de la voie :

$$V_{id} = \sqrt{\frac{R \cdot d}{11{,}8}}$$

V_{id} [km/h]
d [mm]
R [m]

Le dévers réglementaire résulte en principe du rapport :

$$d_{reg} = \frac{a \cdot V_{\max}{}^2}{R} \quad \text{[mm]}$$

Le coefficient a détermine dans quelle proportion l'accélération centrifuge est compensée par le dévers. Ceci permet d'obtenir une sollicitation aussi symétrique que possible du corps de la voie sur les tronçons à trafic mixte dans les plages de vitesses jusqu'à 160 km/h. Pour les vitesses au-dessus de 160 km/h, le dévers réglementaire doit être déterminé compte tenu des grandes différences de vitesse entre les trafics voyageurs et marchandises.

3.5.2 Dévers réglementaire d_{reg} pour $V_R \leq 160$ km/h

3.5.2.1 Tronçons à trafic mixte pour $V_R \leq 125$ km/h :

$$d_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot V_R{}^2}{R}$$

V_R [km/h]
d_{reg} [mm]
R [m]

3.5.2.2 Tronçons à trafic mixte ($130 \leq V_R \leq 160$ km/h) :

$$d_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot 125^2}{R}$$

d_{reg} [mm]
R [m]

Sur les sections où la majorité des trains atteint la vitesse maximale autorisée sur la ligne, le dévers peut être majoré selon la formule suivante pour la plage de vitesses $140 < V_R \leq 160$ km/h :

$$d_{reg} = \frac{5{,}0 \cdot V_R{}^2}{R}$$

V_R [km/h]
d_{reg} [mm]
R [m]

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.5.3 Dévers réglementaire d_{reg} pour $160 < V_R \leq 250$ km/h

3.5.3.1 Vitesse $160 < V_R \leq 200$ km/h pour le trafic mixte en analogie avec le nouveau tronçon Mattstetten – Rothrist

$$d_{reg} = \frac{6{,}2 \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
d_{reg} [mm]
R [m]

3.5.3.2 Vitesse $175 \leq V_R \leq 250$ km/h pour le trafic mixte avec une très grande part de trafic marchandises en analogie avec la ligne de base du Saint-Gothard (calcul avec V_{id} = 130 km/h)

$$d_{reg} = \frac{11{,}8 \cdot 130^2}{R}$$

d_{reg} [mm]
R [m]

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.6 Insuffisance de dévers id

3.6.1 Principes

3.6.1.1 L'insuffisance de dévers est calculée selon la formule suivante :

$$id = \frac{11{,}8 \cdot V_R^{\,2}}{R} - d$$

V_R [km/h]
id, d [mm]
R [m]

Le rapport entre l'accélération centrifuge non compensée a_q et l'insuffisance de dévers id est calculé comme suit :

$$id = 153 \cdot a_q$$

a_q [m/s²]
id [mm]

3.6.1.2 Lors de la fixation de l'insuffisance de dévers, il y a lieu de tenir compte des interdépendances techniques suivantes :

a. Sollicitation de la voie et sécurité

Les sollicitations dépendent de manière déterminante de la grandeur de l'insuffisance de dévers. Les autres facteurs à prendre en compte sont :

- type de construction de la voie (profil du rail, type et écartement des traverses, attache de rail, profil du lit de ballast et degré de compactage du ballast).
- état d'entretien de la voie.
- qualité de l'assiette de la voie.
- qualités de roulement et de suspension des véhicules.
- charge à l'essieu et masse non suspendue à la jante.
- aspects économiques.

Une insuffisance de dévers élevée est admissible lorsque la majoration des frais d'entretien et de surveillance et la diminution proportionnelle de la durée de vie en voie des composants peut être acceptée.

En particulier, le niveau de sollicitation du matériel à l'arête du rail, influencé par le choix des paramètres du tracé, doit correspondre à la résistance de la qualité de l'acier du rail et à l'intensité de la surveillance locale.

b. Confort et coefficient d'inclinaison

L'accélération centrifuge p_w quasi-statique, non compensée, qui s'exerce sur les voyageurs est plus forte que celle du niveau du rail p_g. La relation est la suivante :

$$p_w = (1 + s) \cdot p_g$$

p_w p_g [m/s²]

La valeur maximale de p_w, considérée comme acceptable, se situe entre 1,0 et 1,5 m/s².

Le coefficient d'inclinaison de la plupart des véhicules actuellement en service est d'environ 0,4 au maximum et de 0,2 pour des véhicules de construction spéciale.

Le nombre de courbes et les longueurs des éléments du tracé peuvent également influencer le choix de l'insuffisance de dévers envisageable.

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.6.2 Valeurs-limites des insuffisances de dévers id

3.6.2.1 Les valeurs maximales des insuffisances de dévers id dans les voies de circulation sans points fixes (voir chiffre 2.1.3) sont les suivantes :

En cas d'application des valeurs-limites, il doit être garanti que les véhicules qui circulent sur ces voies sont homologués pour de telles conditions d'emploi.

	rayon [m]	id [mm]
valeur-limite en cas normal	R < 350 350 ≤ R < 650 R ≥ 650	122 130 (1) 150 (1,2)
valeur-limite maximale	R < 350 350 ≤ R < 650 R ≥ 650	130 (3) 150 (3) 150 (2, 3)

(1) La vitesse de la catégorie de train A reste limitée à :

$V_A \leq V_{(id = 122\ mm)} - 5$ V_A, $V_{(id = 122\ mm)}$ [km/h]

ou

$V_A \leq 0{,}291\sqrt{d + 122} \cdot \sqrt{R} - 5$ V_A [km/h]
d [mm]
R [m]

(2) Pour la plage de vitesses $200 < V_R \leq 250$ km/h (pour les véhicules correspondants conformément au chiffre 2.1.3), on applique la règle suivante :
valeur-limite en cas normal : 130 mm
valeur-limite maximale : 150 mm

(3) La vitesse de la catégorie de train A reste limitée à:

$V_A \leq V_{(id = 130\ mm)} - 5$ V_A, $V_{(id = 130\ mm)}$ [km/h]

Concernant la conversion de l'insuffisance de dévers en accélération centrifuge non compensée, voir chiffre 3.6.1.1.

3.6.2.2 Dans les sections avec points fixes (voir chiffre 2.1.3), les valeurs-limites sont les suivantes :

valeur-limite en cas normal: 100 mm
valeur-limite maximale: 130 mm

valeurs-limites dans la zone des appareils de voie en courbe et des appareils de dilatation voir chiffre 6.3.3.1.

VOIE NORMALE

(DE 17)

3.7 Excès de dévers ed

3.7.1 Pour l'excès de dévers ($d > d_{id}$) les valeurs-limites sont les suivantes pour la vitesse V_R :

valeur-limite en cas normal : 110 mm
valeur-limite maximale : 130 mm

3.7.2 Le dévers idéal auquel il ne se produit pas, en théorie, d'accélération centrifuge au niveau de la voie, se calcule comme suit :

$$d_{id} = \frac{11{,}8 \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
d_{id} [mm]
R [m]

VOIE NORMALE

(DE 17)

4 Courbe de raccordement et rampe de dévers (sur les voies de circulation)

4.1 Principes

Sur les voies de circulation, les éléments de courbure différente qui se suivent doivent être reliés par une courbe de raccordement présentant une variation linéaire de courbure (clothoïde).

La rampe de dévers doit, dans des conditions normales, être aménagée sur toute la longueur de la courbe de raccordement. La variation de la rampe de dévers doit suivre la variation de courbure de la courbe de raccordement en forme et en longueur.

Il faut éviter les « rampes arquées » avec leurs types de courbe de raccordement ou les autres éléments spéciaux de tracé ou les régler au cas par cas en tant qu'exceptions avec l'OFT.

Les clothoïdes au sommet (deux courbes de raccordement sans élément de courbe circulaire intermédiaire) ne sont pas admissibles, surtout si elles intègrent des rampes de dévers.

4.2 Gauche N (dd/dl)

4.2.1 Pour les voies de circulation, les valeurs-limites sont les suivantes :

valeur-limite en cas normal : 2 ‰
valeur-limite maximale : 2,5 ‰

4.2.2 Pour les voies de manœuvre, la valeur-limite est la suivante :

valeur-limite en cas normal : 3 ‰

4.2.3 Les gauches résultant du tracé géométrique de la voie et de la déformation effective des ponts doivent être pris en compte conjointement.

4.2.4 En régime d'exploitation, les valeurs-limites à respecter sont les suivantes :

voies de circulation :	3 ‰ (1,2)	(longueur de base > 8 m)
voie de manœuvre et voies de raccordement	4 ‰ (2)	(longueur de base 4 m)

(1) A des vitesses V_R > 160 km/h, des restrictions sont nécessaires le cas échéant en raison des effets dynamiques sur le véhicule.

(2) Dans les installations existantes, dans les courbes qui dépassent le dévers maximal mentionné au chiffre 3.4.2.1, la valeur-limite est 3 ‰ (indépendamment de la longueur de base).

VOIE NORMALE

(DE 17)

4.3 Longueur de la courbe de raccordement et de la rampe de dévers

Pour la définition de la longueur de la courbe de raccordement et de la rampe de dévers, les valeurs-limites pour le gauche (voir chiffre 4.2) et les valeurs-limites ci-après pour la variation de l'insuffisance de dévers et la modification du dévers en fonction du temps
(voir chiffres 4.3.1 et 4.3.2) doivent être respectées cumulativement.

4.3.1 Variation de l'insuffisance de dévers en fonction du temps did/dt

valeur-limite en cas normal :		55 mm/s
valeur-limite maximale :	- pour $V_R \leq$ 200 km/h :	90 mm/s
	- pour $V_R >$ 200 km/h :	75 mm/s

4.3.2 Variation du dévers en fonction du temps dd/dt

valeur-limite en cas normal :	50 mm/s
valeur-limite maximale :	60 mm/s

5 Courbes circulaires sans courbe de raccordement

5.1 Principes

En règle générale, on peut renoncer à aménager des courbes de raccordement dans les cas suivants :

a. dans les voies de circulation dans des cas particuliers motivés (par ex. courbes circulaires avec d = 0 mm lors de petites modifications des entraxes de voies).
b. dans les zones d'appareils de voie et les voies de circulation attenantes dans les gares à $V_R \leq$ 65 km/h.
c. passage sur la déviation signalisée (branche secondaire) d'un appareil de voie disposé dans la voie de circulation et cas similaires (par ex. appareil de voie suivi de contre-courbe) ou dans les appareils de voie de bifurcation (bifurcation de parcours ou division de tronçon à voie unique en tronçon à double voie).
d. au sein de bretelles avec des changements brusques de courbure.
e. dans les voies de manœuvre.
f. dans une cassure directionnelle (à la fin d'un alignement) d'une installation existante (correction de gisement de max 1 ‰).

5.2 Rayon minimal R

En vue d'une utilisation libre du matériel roulant, les valeurs-limites suivantes s'appliquent aux courbes circulaires sans courbe de raccordement :

5.2.1 Pour les voies de circulation :

valeur-limite en cas normal :	185 m
sur la déviation d'appareils de voie en dévers :	150 m

5.2.2 Pour les voies de manœuvre :

valeur-limite en cas normal :	150 m

Dans les rayons < 160 m, la vitesse doit être réduite en proportion (voir chiffre 5.3.2).

VOIE NORMALE

(DE 17)

5.3 Variation brusque de l'insuffisance de dévers

5.3.1 Dans les voies de circulation, dans des cas particuliers motivés (voir chiffre 5.1.a.), les valeurs-limites suivantes sont applicables :

valeur-limite en cas normal :
- à $V_R \leq 80$ km/h: 50 mm
- à $V_R = 160$ km/h: 25 mm
- à $V_R > 160$ km/h: 0 mm

Entre 80 et 160 km/h, on procède à une interpolation linéaire des deux valeurs de référence.

Pour déterminer la longueur minimale des éléments intermédiaires (voir chiffre 5.4), la somme des deux insuffisances de dévers est déterminante.

5.3.2 Dans les zones d'appareils de voie et aux bretelles des voies de circulation (voir chiffre 5.1. b. à d.) ainsi que dans les voies de manœuvre et de raccordement (voir chiffre 5.1.e.), les valeurs-limites suivantes doivent être respectées :

valeur-limite en cas normal :	pour voies de circulation [1] :	102 mm
	pour voies de manœuvre et de raccordement :	120 mm [2]
valeur-limite maximale :	pour voies de circulation [1], de manœuvre et de raccordement :	120 mm [2]

Pour déterminer la longueur minimale des éléments intermédiaires (voir chiffre 5.4), la somme des deux insuffisances de dévers est déterminante.

[1] Pour le cas spécial de bretelles reliant des voies de circulation non parallèles, voir aussi chiffre 5.4.1.3.

[2] Dans des cas particuliers (en règle générale seulement dans des installations existantes), des valeurs jusqu'à 126 mm sont possibles à condition qu'une augmentation des rayons ou une réduction de vitesse à V < 40 km/h ne soient pas possibles.

VOIE NORMALE

(DE 17)

5.4 Longueur des éléments intermédiaires

5.4.1 Comportement dynamique

5.4.1.1 Dans les voies de circulation et les appareils de voie, entre deux changements de courbure de voie (courbe circulaire sans courbe de raccordement) qui occasionnent des à-coups dans la marche du véhicule, on disposera un tronçon de stabilisation (alignement ou courbe circulaire) comme suit :

Cas a)
Somme des deux insuffisances de dévers > valeur-limite en cas normal selon le chiffre 5.3.1 ou le chiffre 5.3.2 (à V_R > 100 km/h selon chiffre 6.2.1) :

Longueur correspondant au temps de parcours suivant :

valeur-limite en cas normal :	- à $V_R \leq 65$ km/h :	0,7 s (1,2)
	- à $V_R > 65$ km/h :	1 s (3)
valeur-limite minimale :	- à $V_R \leq 65$ km/h :	0,7 s (1,4)
	- à $V_R > 65$ km/h :	0,7 s (4)

L'application de valeurs inférieures à 1 s est liée à des pertes de confort.

(1) Mais longueur au moins selon le chiffre 5.4.2 (déterminant uniquement sur les tracés où $R_{id} \leq 110$ m).

(2) Dans les installations existantes avec V ≤ 40 km/h, un temps de parcours inférieur est possible si les centres des courbes sont situés du même côté du tracé.

(3) Dans des cas particuliers (en règle générale uniquement sur des installations existantes et avec une trame de voies imposée) :
valeur-limite en cas normal : 0,7 s.

(4) Dans des cas particuliers (en règle générale uniquement sur des installations existantes et avec une trame de voies imposée) un temps de parcours réduit est à la rigueur possible.

Cas b)
Somme des deux insuffisances de dévers ≤ valeur-limite en cas normal selon le chiffre 5.3.1 ou le chiffre 5.3.2 (à V_R > 100 km/h selon chiffre 6.2.1) :

valeur-limite en cas normal et valeur-limite minimale : longueur selon le chiffre 5.4.2

5.4.1.2 Dans les voies de circulation et en cas d'un brusque changement de courbure et d'une courbe de raccordement, la longueur minimale de l'élément intermédiaire (droite ou courbe circulaire) – pour autant que son temps de parcours soit inférieur à 0,7 s – doit être fixée au cas par cas, ceci en tenant compte de l'influence du brusque changement de courbure sur la marche du véhicule.

VOIE NORMALE

(DE 17)

5.4.1.3 Dans les bretelles des voies de circulation, les règles selon chiffre 5.4.1.1 sont en principe valables.

Dans le cas spécial de bretelles reliant des voies de circulation non parallèles, la longueur déterminante de l'élément intermédiaire peut être déterminée comme suit : Longueur de l'élément intermédiaire (alignement ou courbe circulaire) additionnée de la longueur de la pièce de cœur droite du branchement [(1)].

Dans ce cas il faut respecter les valeurs-limites (valeurs-limites en cas normal) suivantes :

a) Longueur déterminante de l'élément intermédiaire :

Longueur correspondant à un temps de parcours de 0,7 s.

b) Somme des insuffisances de dévers dans la déviation du branchement et dans l'élément intermédiaire déterminant mais en tenant compte des insuffisances de dévers maximales suivantes :

$V_R \leq 60$ km/h : 130 mm

$60 < V_R < 100$ km/h : 125 mm

[(1)] pas admis pour les branchements avec clothoïde

5.4.1.4 Dans les voies de manœuvre et de raccordement, entre deux brusques changements de courbure (courbes circulaires sans courbe de raccordement) il faut disposer comme suit – en tenant compte de l'influence réduite de la dynamique de roulement (voir chiffre 2.2) – un alignement ou une courbe circulaire dans les voies et dans les appareils de voie :

Cas a)
Somme des deux insuffisances de dévers > valeur-limite selon le chiffre 5.3.2 :
Longueur correspondant au temps de parcours suivant :

valeur-limite en cas normal : 0,7 s [(1)] (mais longueur au moins selon le chiffre 5.4.2)

[(1)] Dans les installations existantes un temps de parcours inférieur est possible si les centres des courbes sont situés du même côté du tracé.

Cas b)
Somme des deux insuffisances de dévers ≤ valeur-limite selon le chiffre 5.3.2 :
valeur-limite en cas normal et valeur-limite minimale : longueur selon le chiffre 5.4.2

VOIE NORMALE

(DE 17)

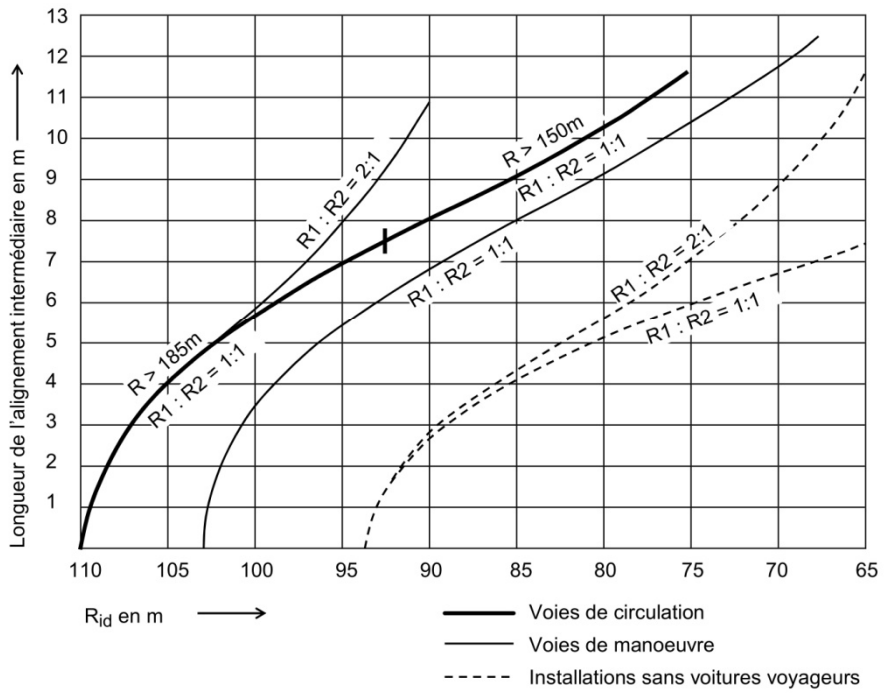
5.4.2 Recouvrement des tampons

5.4.2.1 Pour éviter les déraillements, un recouvrement des tampons suffisamment grand est nécessaire dans les contre-courbes de faible rayon. A cet effet, il faut aménager un alignement intermédiaire entre les deux courbes lorsque:

$$R_{id} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \leq 110 \qquad R_{id}, R1, R2 \quad [m]$$

La longueur minimale de l'alignement intermédiaire (valeur-limite minimale) pour les voies de circulation, de manœuvre et de raccordement peut, dans la mesure où la longueur de la courbe est d'au moins 18 m (pour les installations sans voitures voyageurs au moins 12 m), être tirée du tableau ci-après. Lorsque la place le permet, il faut prévoir de plus grandes longueurs.

Pour les installations sans voitures voyageurs, la longueur de l'alignement intermédiaire peut être réduite proportionnellement (si l'écartement maximal des rails en situation d'exploitation est de 1455 mm).



Lorsque, en raison de l'exploitation, des forces de pression longitudinales élevées apparaissent dans les rames, il faut, dans les petits rayons, procéder à des études particulières.

5.4.2.2 Lorsqu'un tracé est composé de plusieurs éléments courts, il faut au moins garantir le même recouvrement des tampons que ci-dessus.

VOIE NORMALE

(DE 17)

6 Appareils de voie

6.1 Principes

6.1.1 Avec un choix habile des types d'appareils de voie et une disposition optimale de ces derniers dans un tracé géométrique de voie de comportement dynamique favorable, on peut nettement influencer la longévité, la disponibilité et les investissements en maintenance. Il faut viser l'utilisation d'appareils de voie dans leur forme fondamentale pour chaque projet de voie.

6.1.2 La disposition d'appareils de voie dans la zone d'influence de ponts, en particulier dans la zone des appuis mobiles, doit être évitée en raison de la sollicitation supplémentaire dans les éléments constructifs de la voie. Lorsque de telles dispositions sont inévitables, elles nécessitent une approbation au cas par cas de l'OFT (voir DE-OCF art. 26, DE 26.1, ch. 2.3.6).

6.1.3 Les traversées-jonctions présentes dans les voies de circulation du réseau existant avec R_{min} = 160 m doivent, partout où ceci est justifiable, être remplacées par des traversées-jonctions avec R_{min} = 185 m

6.1.4 Des pointes de cœur mobiles doivent être prévues en règle générale au moins dans les cas suivants :

- branchements avec $V_R \geq 200$ km/h dans la branche principale.
- branchements en courbe avec $V_R > 160$ km/h dans la branche principale.
- branchements avec $V_R > 140$ km/h dans la branche secondaire (déviation signalisée).

6.2 Appareils de voie dans leur forme fondamentale

6.2.1 Insuffisance de dévers id

Lors de la définition de la vitesse maximale autorisée sur la déviation d'appareils de voie en forme de courbe circulaire, les valeurs-limites suivantes doivent être respectées pour l'insuffisance de dévers id :

valeur-limite en cas normal :	- à $V_R \leq 100$ km/h:	100 mm
	- à $100 < V_R \leq 200$ km/h:	100 mm à 70mm
valeur-limite maximale :	- à $V_R \leq 100$ km/h:	120 mm
	- à $100 < V_R \leq 200$ km/h:	120 mm à 85 mm

Pour les vitesses $100 < V_R \leq 200$ km/h, il faut déterminer les valeurs-limites correspondantes pour id par interpolation linéaire entre les valeurs de référence en fonction de la vitesse.

Les valeurs-limites précitées sont également obligatoires pour les appareils de voie dans leur forme fondamentale dont la déviation se compose de plusieurs et/ou différents éléments (courbes circulaires, clothoïdes). Lors de la conception de tels branchements, la vitesse maximale prévue doit être autorisée à l'aide de courses d'essai avec le véhicule caractéristique du point de vue du confort de roulement et des forces roue-rail.

VOIE NORMALE

(DE 17)

6.3 Appareils de voie en courbe

Un branchement en courbe résulte en cas normal du déplacement d'une des deux branches d'un appareil de voie dans sa forme fondamentale (branche directe ou déviée) sur une voie continue en courbe (branche principale).

Compte tenu des effets défavorables dans le comportement dynamique et à cause des coûts d'entretien plus élevés, on ne disposera des appareils de voie en courbe que dans des cas inévitables.

L'ensemble d'une diagonale avec branchements en courbe ne peut présenter au maximum qu'une contre-courbe (déduction faite de l'influence du cœur d'aiguillage droit).

6.3.1 Dévers d

6.3.1.1 Dans la zone des appareils de voie en courbe et dans les points fixes (voir chiffre 2.1.3), il faut respecter les valeurs-limites suivantes:

valeur-limite en cas normal : 120 mm
valeur-limite maximale : 150 mm

6.3.1.2 Les dévers maxima dans la branche principale doivent être limités comme suit compte tenu du rayon minimal R_{min} dans la branche secondaire (déviation) des appareils de voie en courbe (voir ORE B 55/Rp5 et 8) :

$$d_{max} = \frac{R_{min,\,branche\ secondaire} - 50}{1{,}5}$$

d_{max} [mm]
$R_{min,\ branche\ secondaire}$ [m]

En sont exceptées – dans les nouvelles installations seulement en cas particulier – les courbes circulaires dans la branche secondaire (déviation signalisée) d'un branchement en courbe convergent, pour autant qu'au moins 10 m avant et après cette courbe le dévers soit constant et respecte d_{max}.

Dans les installations existantes qui ne remplissent pas cette condition, il faut prendre des mesures particulières en accord avec l'OFT.

6.3.2 Excès de dévers ed

Il faut si possible éviter les situations avec ed > 100 mm.

VOIE NORMALE

(DE 17)

6.3.3 Insuffisance de dévers id

6.3.3.1 Dans la branche principale des appareils de voie (sans modification brusque de courbure) et dans les appareils de dilatation, on applique les valeurs-limites suivantes :

	vitesse V_R [km/h]	id [mm]
valeur-limite en cas normal	$V_R \leq 140$ $140 < V_R \leq 160$ $160 < V_R \leq 250$	110 (1) 100 (1) 80 (1)
valeur-limite maximale	$V_R \leq 250$	conformément au chiffre 3.6.2.1 (en général id_{max} = 130 mm)

(1) Pour les appareils de voie avec pointe de cœur mobile, la valeur id_{max} = 130 mm est valable pour toutes les plages de vitesse

6.3.3.2 Pour la branche secondaire de l'appareil de voie (déviation signalisée avec modification brusque de courbure) les mêmes valeurs-limites de l'insuffisance de dévers id que celles de la déviation dans la forme fondamentale sont valables (voir également chiffre 6.2).

VOIE NORMALE

(DE 17)

7 Profil en long

7.1 Principes

7.1.1 La pente longitudinale maximale admise doit être déterminée en tenant aussi compte des conditions d'exploitation (en ce qui concerne les gares, voir aussi art. 34, al. 2, OCF).

7.1.2 Les changements de déclivité sont raccordés avec des courbes circulaires sans courbes de raccordement.

7.1.3 Les rayons des raccordements doivent être les plus grands possibles et il faut respecter les valeurs-limites selon les chiffres 7.2 à 7.4, sauf si le changement de déclivité est ≤ 2 ‰.

7.1.4 Les valeurs-limites pour les raccordements verticaux R_v doivent aussi être respectées dans la zone des ponts. Il faut prendre en compte la déformation réelle des ponts en plus de la valeur géométrique du rayon de raccordement.

7.2 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les voies de circulation

Les valeurs-limites sont les suivantes :

valeur-limite en cas normal :		$R_v = 0{,}35\ V_R^2$	R_v [m]
en plus s'applique	raccordement convexe :	$R_v \geq 3000$ m	
	raccordement concave :	$R_v \geq 2000$ m	
valeur-limite minimale :	raccordement convexe :	$R_v = 0{,}25\ V_R^2$	V_R [km/h]
	raccordement concave :	$R_v = 0{,}175\ V_R^2$	
en plus s'applique :	en raccordement convexe:	$R_v \geq 500$ m	
	en raccordement concave :	$R_v \geq 900$ m	

7.3 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les appareils de voie (voies de circulation)

Les appareils de voie et les traversées de voie ne peuvent être posés dans des rayons de raccordement verticaux R_v que lorsque les conditions suivantes sont respectées :

valeur-limite en cas normal :		$R_v = 0{,}35\ V_R^2$	R_v [m]
en plus s'applique	raccordement convexe :	5 000 m	
	raccordement concave :	3 000 m	
valeur-limite minimale :	à fixer spécifiquement selon le type d'appareil de voie, mais au moins la limite minimum selon le chiffre 7.2.		

La position verticale de chaque file de rail doit être adaptée aux conditions constructives au sein des installations avec des appareils de voie en courbe et en dévers.

7.4 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les voies de manœuvre (voies et appareils de voie)

Pour les raccordements convexes et concaves :

valeur-limite en cas normal :	Voies :		1 000 m
	Appareils de voie et traversées de voie :		2 000 m
valeur-limite minimale :	raccordement convexe :	$R_v \geq 500$ m	
	raccordement concave :	$R_v \geq 900$ m (1)	

(1) Des valeurs Rv ≥ 500 m sont éventuellement possibles dans les installations existantes.

VOIE NORMALE

(DE 17)

8 Aspects techniques de la pendulation (catégorie de train N)

8.1 Principes

8.1.1 Lors de la définition de la vitesse maximale (V_N) pour les trains pendulaires (trains construits avec un système pendulaire actif pour atteindre des insuffisances de dévers plus élevées) il faut tenir compte des aspects techniques de la pendulation en plus des exigences de la catégorie de train R.

8.1.2 En règle générale, les trains pendulaires circulent sur des tronçons existants choisis. Ces tronçons sont donc conçus et entretenus, du point de vue du tracé, de la résistance (voir DE-OCF ad art. 31, DE 31) et de l'état de la voie, pour les trains conventionnels (catégorie de train R). Lors de la fixation du tracé de nouvelles lignes où il est prévu de faire circuler des trains pendulaires (catégorie de train N), le choix des paramètres du tracé correspond toujours à la vitesse maximale prescrite pour les trains conventionnels (catégorie de train R).

8.1.3 Les insuffisances de dévers supérieures à la catégorie de train R sur le plan de roulement de la voie sont réduites à l'aide d'un système pendulaire actif pour la caisse dans la mesure où l'exige le confort des voyageurs. Le système pendulaire doit réagir suffisamment rapidement à l'intérieur des courbes de raccordement compte tenu de leurs longueurs et de l'aménagement de la rampe de dévers.

8.1.4 Le fonctionnement de la technique des caisses inclinables n'est optimal que dans les courbes avec des courbes de raccordement suffisamment longues et en dehors des points fixes.

8.1.5 En général, les trains N ne dépassent les vitesses des trains R que jusqu'à la vitesse de 160 km/h.

8.2 Exigences relatives aux trains pendulaires

8.2.1 Une catégorie de train N adaptée aux caractéristiques des trains pendulaires ne peut être attribuée qu'à un véhicule donné pour autant que celui-ci remplisse les conditions mentionnées ci-après et que leur respect soit attesté par des mesures (voir aussi chiffre 8.5).

8.2.2 Respect des valeurs-limites de la charge de la voie au niveau des forces roue-rail (voir DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, chiffre 2). Il faut veiller en particulier (y c. sollicitation des composants de la voie) aux pointes dynamiques des forces roue-rail (voir aussi chiffre 8.4.1).

8.2.3 Afin de maintenir la sollicitation de la voie dans un cadre économiquement admissible, les véhicules doivent être conçus de manière à présenter une charge à l'essieu aussi faible et un centre de gravité aussi bas que possible.
La charge à l'essieu moyenne en charge exceptionnelle (voir DE-OCF ad art. 47, DE 47.1, chiffre 2.5) est limitée à 16,0 t pour de tels trains. Les essieux seuls ne doivent pas dépasser cette charge à l'essieu moyenne de plus de 5 %.

8.2.4 Tout le véhicule doit pouvoir supporter la vitesse de rotation résultant de la modification du dévers en fonction du temps dans la courbe de raccordement. La preuve doit en être fournie dans le cadre de l'homologation de véhicule liée au tronçon (voir chiffre 8.3.2 et 8.5).

VOIE NORMALE

(DE 17)

8.2.5 La commande des caisses doit garantir une circulation sûre et confortable dans les courbes en S aux brusques changements de courbure (à V_R), ceci même sur des appareils de voie à courbures divergentes avec insuffisance de dévers négative dans une des deux branches. Le respect des insuffisances de dévers admissibles de la catégorie de train R est exigé dans de telles situations.

8.2.6 Les réserves de sécurité de la catégorie de train N en fonction de la vitesse face à la limite de renversement sont réduites d'env. 50 % par rapport aux trains conventionnels dans les insuffisances de dévers élevées.
La surveillance de la vitesse doit donc être renforcée par des mesures appropriées (par ex. contrôle de la marche des trains), compte tenu des spécificités locales et en particulier lors de passages d'une vitesse élevée à une vitesse faible.
De plus, il faut contrôler l'influence éventuelle du vent latéral.

8.3 Valeurs-limites du comportement dynamique pour le cas général

8.3.1 Les valeurs-limites indiquées ci-après ont été définies sur la base du tracé prescrit (catégorie de train R) et du comportement dynamique accru résultant de la V_N supérieure (par rapport à V_R). Ces valeurs-limites ne doivent donc pas être dépassées sans autre étude.

8.3.2 Courbes circulaires avec courbe de raccordement et rampe de dévers

8.3.2.1 L'insuffisance de dévers maximale autorisée pour les trains pendulaires $id_{N\ max}$ dépend du type de véhicule, du type de tronçon et des propriétés de la voie.

$id_{N\ max}$ = 275 mm (rayons ≥ 250 m)

Pour les rayons inférieurs à 250 m, des études spéciales au cas par cas sont nécessaires.

8.3.2.2 La variation de dévers en fonction du temps dd/dt maximale autorisée ($dd/dt_{N\ max}$) vaut 75 mm/s.

8.3.2.3 La variation d'insuffisance du dévers en fonction du temps did/dt maximale autorisée ($did/dt_{N\ max}$) vaut 150 mm/s.

8.3.2.4 Les possibilités d'application des valeurs-limites en exploitation conformément aux chiffres 8.3.2.1 à 8.3.2.3 doivent être prouvées lors de l'homologation de véhicule liée au tronçon (conformément au chiffre 8.5). Il faut également prouver que les longueurs des courbes de raccord ou des rampes de dévers sont suffisantes eu égard au temps de réaction et à la vitesse de rotation atteinte par le dispositif d'inclinaison des caisses (voir chiffres 8.2.4 et 8.5).

VOIE NORMALE

(DE 17)

8.4 Restrictions relatives aux valeurs-limites du comportement dynamique

8.4.1 Aspects de la voie

8.4.1.1 Dans les cas suivants, l'insuffisance de dévers maximale autorisée de la catégorie de train R est également valable pour la catégorie de train N ($id_{N\ max} = id_{R\ max}$) :

- pour les sections de voie éclissées.
- pour les sections avec profil de rail 46E1.

8.4.1.2 Aux points fixes (conformément au chiffre 2.1.3) il faut restreindre $id_{N\ max}$ ($V_{N\ max}$) (voir chiffres 8.4.1.3 et 8.4.2 – 8.4.4).

8.4.1.3 Les irrégularités locales comme par ex. des configurations spéciales du tracé (courbes en anse de panier, clothoïdes au sommet existantes etc.), mauvais sous-sol, mauvaise assiette de la voie, zone des culées de ponts avec lit de ballast déconsolidé, zones de glissement, dalots, passages à niveau, voies de gares, transitions ballast / voie sans ballast, exigent le cas échéant des restrictions de $id_{N\ max}$ ($V_{N\ max}$).
L'ampleur de ces restrictions doit également être déterminée lors de l'homologation de véhicule liée au tronçon (voir chiffre 8.5). Il faut définir à l'avance les mesures nécessaires (le cas échéant à demeure) avec le domaine spécialisé de l'infrastructure compétent pour la voie.

8.4.2 Restrictions relatives aux courbes circulaires sans courbe de raccordement

8.4.2.1 Dans les courbes circulaires sans courbe de raccordement avec changements brusques de courbure comme par ex. lors du passage sur la déviation signalisée d'appareils de voie (branche secondaire), la vitesse maximale autorisée des trains conventionnels (catégorie de train R) est également contraignante pour les trains pendulaires (catégorie de train N).

8.4.2.2 Y font exception – sous réserve de la preuve lors de l'homologation de véhicule liée au tronçon – les petits changements de direction (par ex. légères modifications de l'entraxe) et les cassures directionnelles pour une correction de gisement.

8.4.3 Restrictions relatives aux appareils de voie

8.4.3.1 Aux branchements en courbe, l'insuffisance de dévers maximale admissible id ($id_{N\ max}$) vaut 150 mm lors du passage sur la branche principale du branchement (sans changement brusque de courbure).

Le passage sur des branchements dans la position non déviée (branche principale) peut se faire à la vitesse V_N, à condition qu'il soit possible de signaliser, pour le passage sur la déviation (branche secondaire), une vitesse réduite.
Si tel n'est pas le cas, la vitesse V_N doit être réduite à la vitesse V_R des trains conventionnels.

8.4.3.2 Pour le passage sur la déviation signalisée (branche secondaire) des appareils de voie en forme fondamentale et en courbe : $V_N = V_{R\ max}$ ($id_N = id_{R\ max}$).

8.4.3.3 La vitesse maximale sur la branche droite des traversées-jonctions (TJD/TJS) ainsi que des traversées de voie d'une inclinaison de 1:9 et plus – c'est-à-dire avec des cœurs rigides – est limitée à V_R = 125 km/h (voir aussi DE-OCF ad art. 32, voie normale, DE 32.1, chiffre 3).

VOIE NORMALE

(DE 17)

8.4.4 Restrictions relatives aux ponts

8.4.4.1 Les restrictions suivantes s'appliquent aux:

- ponts avec appareils de dilatation,
- ponts avec fixation directe des rails et ponts métalliques sans ballast.

Pour la voie rectiligne – sous réserve de la preuve lors de l'homologation de véhicule liée au tronçon – il n'y a pas de restriction.

Dans les voies en courbe, l'insuffisance de dévers id maximale autorisée ($id_{N\ max}$) est de 150 mm.

Pour les ponts avec fixation directe du rail ou les ponts métalliques sans ballast, des restrictions supplémentaires sont le cas échéant nécessaires lorsque le rayon < 600 m. (voir chiffre 8.4.1.3).

8.5 Homologation de véhicule liée au tronçon

8.5.1 Dans le cas normal, « l'homologation de véhicule liée au tronçon » ne peut se faire qu'avec des véhicules déjà autorisés ou homologués pour la catégorie de vitesses V_R. « L'homologation de véhicule liée au tronçon » consiste en un essai de marche spécifique (preuve statistique pour $id_{N\ max}$ + 10 %, voir chiffre 8.3.2.1) et en un essai de marche lié au tronçon pour V_{hom} (voir chiffre 8.5.4).

8.5.2 La vitesse d'exploitation autorisée de la catégorie de train N (V_N) est fixée pour chaque type de train pendulaire sur les tronçons auxquels il est destiné sur la base de la preuve du respect des forces roue-rail (conformément aux DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, chiffre 2.1), par mesure de la réaction dynamique du véhicule (le cas échéant y c. mesure sur place de la sollicitation de la superstructure, voir chiffre 8.4.1.3) dans le cadre de « l'homologation de véhicule liée au tronçon ».
Les résultats de mesure sont évalués « en ligne », au fur et à mesure de l'augmentation graduelle de la vitesse, par du personnel formé en technique de roulement et pour ce qui est des effets sur la voie, par les représentants de l'infrastructure.

8.5.3 Lors de modifications de sections qui pourraient entraîner des restrictions supplémentaires, il faut renouveler l'homologation de véhicule liée au tronçon.

8.5.4 Les vitesses d'homologation (V_{hom}) correspondent en général à la vitesse maximale possible de la catégorie de train N plus 10 %. Elles atteignent toutefois au plus la vitesse correspondant à l'insuffisance de dévers $id_{N\ max}$ (voir chiffres 8.3 et 8.4) plus 10 %.

8.5.4.1 Dans les courbes où la vitesse d'homologation est limitée par l'insuffisance de dévers, la même limite est valable également pour les sections immédiatement adjacentes si le véhicule ne peut pas atteindre la vitesse d'homologation de la section adjacente en question.

8.5.4.2 Pour les courbes dans lesquelles $id_{N\ max}$ ne dépasse pas les valeurs autorisées (valeur-limite en cas normal) pour la catégorie de train R conformément au chiffre 3.6.2.1 (122 mm ≤ id ≤ 150 mm), il n'y a pas de preuves particulières à fournir.

VOIE NORMALE

(DE 17)

8.6 Surveillance

8.6.1 La surveillance de l'état de la voie est conforme aux règles pour les trains conventionnels (catégorie de train R). Au besoin, elle est intensifiée. Lorsqu'on ordonne des réparations de détériorations, il faut veiller le cas échéant à la vitesse V_N augmentée par rapport à la catégorie de train R.

8.6.2 Il faut notamment intensifier la surveillance en matière de défaut de rail de tout type ainsi que le contrôle par ultrasons et par courants de Foucault du rail en fonction de la fréquence, du type et de l'ampleur des détériorations survenues, sur les tronçons avec trains pendulaires dans les sections où la vitesse des trains pendulaires est plus élevée que celle des trains conventionnels. Les contrôles par ultrasons et courants de Foucault doivent avoir lieu au moins une fois par semestre.

8.6.3 Courses de répétition (courses d'inspection)

8.6.3.1 Les modifications déterminantes pour la sécurité des interactions véhicule/voie (effets des éventuelles modifications de l'assiette de la voie sur le comportement dynamique du véhicule) doivent être recensées, contrôlées et documentées tous les 18 mois pour chaque type de train pendulaire circulant sur un tronçon, au moyen de courses de répétition pour trains pendulaires (mesure des forces roue-rail à la vitesse de la catégorie de train N). Ce délai peut être prolongé de 2 mois au plus.

8.6.3.2 Les courses de répétition peuvent être effectuées par un véhicule de comparaison se suppléant à tous les types de train pendulaire circulant sur un tronçon, à condition que la corrélation entre les types de train pendulaire et le véhicule de comparaison soit établie.

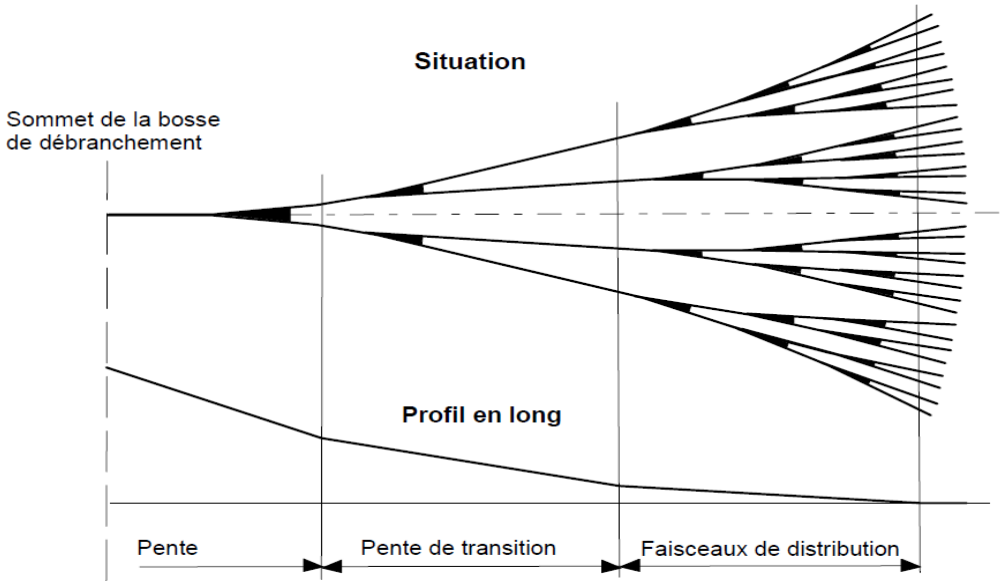
8.6.3.3 Les courses de répétition doivent être évaluées en analysant notamment la vulnérabilité de trains pendulaires aux défauts de géométrie de la voie (même dans les limites de tolérance de l'assiette de la voie autorisées). Il y a lieu le cas échéant de réaliser les mesures nécessaires découlant de l'évaluation.

VOIE NORMALE

(DE 17)

9 Installations de débranchement

Il faut veiller aux particularités suivantes dans les installations de débranchement :



En règle générale, le sommet de la bosse de débranchement doit comporter un R_v = 300 m. Sur les installations existantes et dans des cas dûment justifiés, un raccordement convexe avec un $R_v \geq 250$ m est admis.

Lorsque des trains circulent ou des courses de manœuvre[2] ont lieu régulièrement sur la bosse de débranchement, un rayon de raccordement vertical $R_v > 800$ m est nécessaire. Dans l'optique de circulation de trains ou des courses de manœuvre pour les raccordements verticaux de sommets de bosses de débranchement (pour les installations existantes) de 300 m < Rv < 800 m, il faut obtenir l'approbation au cas par cas de l'OFT.

Le plus petit rayon admissible R_v d'un changement de déclivité concave entre la pente initiale et la pente de transition est de 400 m. Cependant, selon les possibilités, il faut choisir un rayon de raccordement vertical $R_v \geq 600$ m.

Si les éléments d'appareils de voie sont posés dans des raccordements verticaux, l'usage de rayons de raccordement de déclivités concaves $R_v \geq 600$ m est requis. Les rayons de raccordement verticaux $R_v \geq 600$ m sont admis dans les changements de déclivité entre la pente de transition et les faisceaux de distribution des installations de débranchement. Un rayon de raccordement vertical R_v = 2 000 m est toutefois recommandé.

L'usage de rayons de raccordement verticaux R_v = 2 000 m est recommandé pour les changements de déclivité dans les faisceaux de distribution.

Les contre-courbes sans alignement intermédiaire jusqu'à un rayon minimal de R = 200 m sont autorisées dans les installations de débranchement.

[2] Courses de manœuvre directs ou indirects selon les PCT

VOIE NORMALE

(DE 17)

10 Voies de raccordement

10.1 Principes

10.1.1 Ces dispositions supplémentaires s'appliquent conformément à l'ordonnance du 26 février 1992 sur les voies de raccordement[3] sur la base des conditions spéciales des voies de raccordement (voir chiffre 2.2).

10.1.2 Le point de raccordement au réseau ferroviaire du gestionnaire de l'infrastructure n'est pas régi par les dispositions du présent chiffre. Il doit être conçu selon les règles des chiffres 1 – 8 de la présente disposition.

10.1.3 La vitesse maximale autorisée s'élève à 40 km/h et doit être adaptée en fonction des conditions effectives en présence.

10.1.4 Pour les voies de raccordement, seules les valeurs-limites en cas normal (voir chiffre 2.3.1) sont indiquées (à l'exception des chiffres 5.3.2 et 5.4.2) (voir en complément 2.3.3).

10.1.5 L'OFT peut fixer dans une directive les conditions dans lesquelles des valeurs hors des seuils des valeurs-limites en cas normal peuvent être en principe autorisées.

10.2 Tracé de la voie

10.2.1 Les règles des voies de manœuvre s'appliquent au tracé des voies de raccordement, à l'exception des divergences ci-dessous.

10.2.2 Pour le surécartement en courbe, on applique les règles des DE-OCF ad art. 16, voie normale, DE 16, chiffre 3.2.
Dans la mesure où l'on renonce à la praticabilité pour certains véhicules (en particulier les véhicules moteurs de ligne), il est possible de déroger aux dispositions (voir chiffres 2.3.3 et 10.1.5).

10.2.3 Tracé horizontal

10.2.3.1 Courbes circulaires (sans courbe de raccordement)

Il est possible que le rayon minimal R soit inférieur à la valeur-limite en cas normal si la vitesse est réduite (voir chiffres 5.2.2 et 5.3.2), si des mesures complémentaires sont appliquées aux convois et si la praticabilité est limitée à certains véhicules (voir aussi chiffres 10.1.4 et 10.1.5).

10.2.3.2 Pour la longueur de l'alignement intermédiaire, les dispositions du chiffre 5.4.1.3 et 5.4.2 sont applicables. Sur les installations sans voitures voyageurs, on peut appliquer les valeurs correspondantes.

[3] RS 742.141.51

VOIE NORMALE

(DE 17)

10.2.4 Appareils de voie

10.2.4.1 Afin d'obtenir un tracé économique du plan des voies, dans l'optique d'un remplacement ultérieur et pour garantir autant que possible la libre praticabilité, il faut tendre à l'emploi de branchements standards en forme fondamentale.

10.2.5 Tracé vertical

10.2.5.1 Rayons de raccordement R_v pour les voies, les appareils de voie et les traversées de voie (raccordements convexe et concave), voir chiffre 7.4.

10.2.5.2 Déclivité maximale

Les voies le long des rampes et voies de chargement doivent être exécutées en règle générale horizontalement.
Les voies à fonction spéciale (par ex. voies au point de remise, voies de répartition…) ne doivent pas excéder en règle générale une déclivité de 1,5 ‰. Selon la déclivité effective, il faut le cas échéant prendre des mesures supplémentaires contre la dérive des véhicules.

10.3 Surveillance et maintenance

10.3.1 La surveillance de l'état de la voie, compte tenu des conditions concrètes, doit se faire par analogie à la surveillance des voies de manœuvre.
La viabilité sûre doit toujours être garantie.

10.3.2 Entre le point de raccordement et le point de remise, on applique par analogie les instructions de maintenance du gestionnaire de l'infrastructure.

10.3.3 En vue de l'étude de tracé, la surveillance doit en particulier prêter attention à l'écartement (voir DE-OCF ad art. 16, voie normale, DE 16, chiffre 2.1), au gauche (voir chiffre 4.2.4) et à l'assiette de la voie dans les courbes en S.

VOIE MÉTRIQUE

DE 17

1 Généralités

1.1 Les dispositions des ch. 1 à 7 ci-après s'appliquent au tracé géométrique des voies pour des vitesses de la catégorie de train R jusqu'à V_R = 120 km/h ainsi qu'à leur planification. Les prescriptions doivent également être prises en compte lors de la fixation de la vitesse maximale conformément aux DE-OCF ad art. 76, DE 76.1a. Des dispositions complémentaires pour les voies de raccordement sont définies au ch. 8.

1.2 La position des voies et des branchements doit être indiquée, au moins dans les voies principales, par un système de repères permanents (le plus possible en coordonnées en position absolue).

1.3 Les règlements et instructions internes des entreprises ferroviaires régissent le tracé géométrique de la voie dans le respect des prescriptions des présentes DE compte tenu des conditions topographiques en présence et des conditions d'exploitation de chaque entreprise ferroviaire.

1.4 Les valeurs admissibles qui exigent la maintenance et le rétablissement de l'état réglementaire lorsqu'elles sont atteintes, doivent être fixées également – dans le respect des règles du chiffre 4.2.4 – dans les règlements internes et instructions des entreprises ferroviaires.

2 Principes et définitions

2.1 Tracé de la voie

2.1.1 Le tracé des voies de circulation devrait permettre une vitesse de marche stable. Il faut éviter les fréquents changements de vitesse.

2.1.2 Il faut tendre à un tracé continu, tendu, afin d'éviter les éléments de tracé courts et changeant fréquemment (alignement, courbe de raccordement, courbe circulaire) car ils entraînent des dépenses d'entretien plus élevées et se répercutent négativement sur la marche du véhicule (y c. crissement dans les courbes) et sur le confort.

2.1.3 Pour les voies implantées sur des routes, on doit faire coïncider la géométrie de la voie et celle de la route.

2.1.4 Lorsque l'on fixe les vitesses maximales admissibles du point de vue de la voie, il faut tenir compte non seulement de la géométrie théorique de la voie, mais aussi des facteurs déterminants suivants:

- résistance et stabilité du corps de la voie.
- état de la voie, garantie de la qualité de l'assiette de la voie exigée.
- comportement des véhicules sur la voie (p.ex. coefficient d'inclinaison, dimensions des véhicules, qualités de roulement, genre d'exploitation) et sollicitations que le véhicule transmet à la voie.
- points fixes: on entend par points fixes, du point de vue de l'étude de tracé, toutes les singularités de la voie constructivement nécessaires qui peuvent entraîner des effets dynamiques amplifiés suite à des discontinuités forcées au niveau de la voie (par ex. appareils de voie, appareils de dilatation) et du support du corps de la voie (transitions aux ponts avec fixation directe, à la voie sans ballast ou aménagements similaires, comme par ex. les passages à niveau).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

- types de transport, marchandises ou transport des voyageurs et la proportion de leur répartition.

2.1.5 Lors de la fixation de la vitesse de service admissible, il faut aussi tenir compte des aspects de l'exploitation, de l'inclinaison longitudinale, de la signalisation et de la sécurité sur les quais.

2.2 Types de voies

La présente DE décrit la conception géométrique de la voie jusqu'à une vitesse maximale V_R = 120 km/h ou V = 40 km/h pour les voies à crémaillère. Les aspects de la technique du tracé et de la dynamique de roulement sont valables de manière générale, à l'exception du chiffre 5.4.1.3. Il en résulte la typologie des voies suivante (voir aussi l'annexe n° 4) :

- voies de circulation
  voies qui peuvent être utilisées pour la circulation des trains (tramways : par analogie).
- voies de manœuvre
  voies avec V ≤ 40 km/h (sauf voies de raccordement) utilisées exclusivement pour les mouvements de manœuvre.
- voies à trois/quatre rails
  plans de voies à deux écartements, pour lesquels il faut tenir compte des prescriptions applicables aux voies respectives.
- voies de raccordement (voir aussi chiffre 8)
  les voies définies dans l'art. 2, let. c de l'Ordonnance sur le transport de marchandises par des entreprises de chemin de fer et de navigation (Ordonnance sur le transport de marchandises, OTM)[1].

2.3 Valeurs-limites

2.3.1 Les valeurs-limites mentionnées ci-après sont subdivisées en deux degrés avec la signification suivante :

- valeur-limite en cas normal
  Ces valeurs-limites doivent être prises en compte lors de la planification de nouvelles installations et autant que possible lors de transformations d'installations ou de renouvellements de la voie. S'il est inévitable d'atteindre les valeurs-limites, il n'y a pas lieu de prendre des mesures supplémentaires spéciales à condition qu'il soit possible de supporter les frais d'entretien plus élevés.
- valeur-limite maximale ou minimale
  Ces valeurs-limites ne sont applicables que dans des cas particuliers inévitables et rares, en cas de conditions particulières ou pour certains types de véhicules, pour autant qu'une réduction du confort et des frais d'entretien plus élevés puissent être acceptés. L'application de valeurs hors des seuils des « valeurs-limites en cas normal » est soumise à l'approbation de l'Office fédéral des transports (OFT) au cas par cas. La garantie de stabilité de roulement des véhicules et le respect des valeurs-limites de sollicitation de la voie doivent être prouvés (voir art. 47 OCF et DE-OCF ad art. 31, voie métrique, DE 31).

[1] RS 742.411

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

2.3.2 Lors de transformations d'installations existantes ou de renouvellements de la voie avec des modifications conceptionnelles ou essentielles, il faut par principe respecter les valeurs-limites en cas normal.

2.3.3 Les valeurs-limites maximales ou minimales ne sont indiquées que pour les voies de circulation (à l'exception des chiffres 5.3.2 et 5.4.2). Toute divergence par rapport aux valeurs-limites en cas normal pour les voies de manœuvre et de raccordement peut être autorisée le cas échéant dans le cadre de l'approbation des plans. Des mesures complémentaires peuvent alors s'avérer nécessaires.

3 Courbes circulaires avec courbe de raccordement (voie de circulation)

3.1 Principes

Pour déterminer les rayons minimaux, les paramètres suivants sont en principe déterminants :

- les vitesses d'exploitation maximale et minimale.
- le dévers nécessaire.
- les valeurs-limites pour l'insuffisance de dévers et l'excès de dévers.
- la flexibilité nécessaire à long terme pour l'exploitation du tronçon.

Le projet d'un tracé doit prévoir les plus grandes courbes circulaires possibles compte tenu du dévers réalisable et de la longueur de la courbe de raccordement (voir chiffres 3.5 et 4.3) dans les conditions données.

Le dévers s'obtient en cas normal par rotation de la voie autour de son axe.

3.2 Longueur des éléments (éléments droits et courbes circulaires)

Afin de garantir un parcours sans heurts du véhicule sur les voies de circulation, la longueur des éléments droits et courbes circulaires ne doit pas être inférieure aux valeurs suivantes formulées en temps de parcours :

valeur-limite en cas normal : 1 s
− pour les tramways dans l'espace routier : 0,7 s

valeur-limite minimale : 0,7 s
− pour les tramways dans l'espace routier : 0,5 s (1)
(1) Un temps de parcours inférieur est à la rigueur possible dans des cas particuliers.

Il faut viser une longueur minimale de 15 m, pour les tramways de 8 m.

Dans les contre-courbes, un alignement intermédiaire plus court doit être remplacé par une clothoïde en S continue et dans les courbes circulaires à courbure unidirectionnelle par une courbe intermédiaire suffisamment longue.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

3.3 Rayon minimal R

3.3.1 Dans l'optique d'un tracé continu et tendu, il faut choisir des rayons aussi grands que possible (voir aussi ch. 2.1 et 3.1).

En règle générale, il faut éviter les rayons R < 200 m, pour les tramways R < 50 m.

Dans le but d'une libre utilisation du matériel roulant, le rayon minimal est défini au ch. 5.2.

3.3.2 Dans les zones de bordure de quai, il faut viser R ≥ 250 m.

3.3.3 Pour la mise en œuvre de la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand)[2] en matière d'accès autonome des personnes à mobilité réduite, d'autres exigences de rayon minimal peuvent le cas échéant être imposées dans la zone de la bordure du quai.

3.4 Dévers d

3.4.1 Valeurs-limites du dévers d

valeur-limite en cas normal:	105 mm
– exploitation par truc ou par bogies transporteurs:	90 mm
– dans les voies à crémaillère	35 mm

Des dévers plus importants ne sont admissibles que dans des circonstances particulières et à des conditions fixées par l'OFT.
Dans des cas spéciaux, une preuve de sécurité est requise quant au risque de renversement des véhicules.

3.4.2 Conditions supplémentaires

3.4.2.1 Lorsque le dévers est important et le rayon faible, le risque de déraillement des trains lents augmente. La roue directrice extérieure, notamment pour les véhicules inaptes à la torsion en cas de forts gauches, est nettement moins chargée. Lorsque les rayons sont petits, la voie doit faire l'objet de mesures supplémentaires. Le cas échéant, il faut prendre des mesures techniques et d'exploitation sur la composition de la rame (par ex. limitation de l'effort de traction à la jante au démarrage ou de la force de freinage, genre de véhicule, régime d'exploitation). Il faut par ailleurs s'attendre à des frais d'entretien plus élevés et à une diminution du confort de roulement.
Ces aspects doivent notamment être pris en compte lorsque le rayon R < env. 100 m.

3.4.2.2 A proximité des quais, il faut viser un dévers d ≤ 70 mm.
Pour la mise en œuvre de la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand)[2] en matière d'accès autonome des personnes à mobilité réduite, d'autres exigences de dévers maximal peuvent le cas échéant être imposées dans la zone de la bordure du quai.

3.4.2.3 Des restrictions supplémentaires du dévers peuvent être nécessaires en raison des spécificités locales, par exemple dans la zone des points fixes (voir chiffre 6.3.1), des travaux de maintenance et de construction, etc.

[2] RS 151.3

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

3.5 Dévers réglementaire d_{reg}

Le choix du dévers d pour un rayon de courbure déterminé permet de fixer la « vitesse idéale Vid » à laquelle il ne se produit pas, en théorie, d'accélération centrifuge au niveau de la voie:

$$V_{id} = \sqrt{\frac{R \cdot d}{8{,}26}}$$

V_{id} [km/h]
d [mm]
R [m]

En règle générale, le coefficient a compense 51 à 63 % du dévers idéal. Ceci permet d'obtenir une sollicitation aussi symétrique que possible du corps de la voie sur les tronçons à trafic mixte dans les plages de vitesses jusqu'à 120 km/h.

$$d_{reg} = \frac{a \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
d_{reg} [mm]
R [m]

et 4,2 ≤ a ≤ 5,2

Pour les voies à crémaillère:

$$d_{reg} = \frac{1{,}98 \cdot V^2}{R} + 6{,}13$$

V [km/h]
d_{reg} [mm]
R [m]

Pour les voies implantées sur des routes, le ch. 2.1.3 est déterminant.

3.6 Insuffisance de dévers id

3.6.1 Principes

3.6.1.1 L'insuffisance de dévers est calculée selon la formule suivante pour la voie métrique:

$$id = \frac{8{,}26 \cdot V_R^{\,2}}{R} - d$$

V_R [km/h]
id, d [mm]
R [m]

Le rapport entre l'accélération centrifuge non compensée a_q et l'insuffisance de dévers id est calculé comme suit:

$$id = 107 \cdot \mathrm{a_q}$$

a_q [m/s²]
id [mm]

Le rapport général indépendant de la voie est:

$$\mathrm{a_q} = \frac{v_R^{\,2}}{R} - g\frac{d}{s}$$

a_q, g [m/s²]
v_R [m/s]
d [mm]
R [m]
s [mm] (écartement des âmes, milieu de rail à milieu de rail)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

3.6.1.2 Lors de la fixation de l'insuffisance de dévers admissible, il y a lieu de tenir compte des interdépendances techniques concernant la sollicitation de la voie et la sécurité.

Les sollicitations dépendent de manière déterminante de la grandeur de l'insuffisance de dévers.

Les autres facteurs à prendre en compte sont:

- type de construction de la voie (profil du rail, type et espacement des traverses, attache de rail, profil du lit de ballast et degré de compactage du ballast).
- état d'entretien de la voie.
- qualité de l'assiette de la voie.
- qualités de roulement et de suspension des véhicules.
- charge à l'essieu et masse non suspendue à la jante.
- aspects économiques.

Une insuffisance de dévers élevée est admissible lorsque la majoration des frais d'entretien et de surveillance et la diminution proportionnelle de la durée de vie en voie des composants peut être acceptée.

En particulier, le niveau de sollicitation du matériel à l'arête du rail, influencé par le choix des paramètres du tracé, doit correspondre à la résistance de la qualité de l'acier du rail et à l'intensité de la surveillance locale.

3.6.2 Valeurs-limites de l'insuffisance de dévers id

3.6.2.1 Les valeurs maximales de l'insuffisance de dévers id dans les voies de circulation sans points fixes (voir chiffre 2.1.4) sont les suivantes:

valeur-limite en cas normal: 86 mm (a_q = 0,8 m/s^2)
valeur-limite maximale: 107 mm (a_q = 1,0 m/s^2)

En cas d'application des valeurs-limites, il doit être garanti que les véhicules qui circulent sur ces voies sont homologués pour de telles conditions d'emploi.

3.6.2.2 Dans les sections avec points fixes (voir chiffre 2.1.4), les valeurs-limites sont les suivantes:

valeur-limite en cas normal: 70 mm (a_q = 0,65 m/s^2)
valeur-limite maximale: 86 mm (a_q = 0,8 m/s^2)

Pour les valeurs-limites dans la zone des appareils de voie en courbe et des appareils de dilatation, voir chiffre 6.3.3.1.

3.7 Excès de dévers ed

Pour l'excès de dévers ($d > d_{id}$) les valeurs-limites sont les suivantes pour la vitesse V_R:

valeur-limite en cas normal: 70 mm (a_q = 0,65 m/s^2)
valeur-limite maximale: 86 mm (a_q = 0,8 m/s^2)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

4 Courbe de raccordement et rampe de dévers (sur les voies de circulation)

4.1 Principes

Sur les voies de circulation, les éléments de courbure différente qui se suivent doivent être reliés par une courbe de raccordement présentant une variation linéaire de courbure (clothoïde).

La rampe de dévers doit, dans des conditions normales, être aménagée sur toute la longueur de la courbe de raccordement. La variation de la rampe de dévers doit suivre la variation de courbure de la courbe de raccordement en forme et en longueur.

Il faut éviter les « rampes arquées » avec leurs types de courbe de raccordement ou les autres éléments spéciaux de tracé ou les régler au cas par cas en tant qu'exceptions avec l'OFT.

Les clothoïdes au sommet (deux courbes de raccordement sans élément de courbe circulaire intermédiaire) ne sont pas admissibles, surtout si elles intègrent des rampes de dévers (pour les tramways dans l'espace routier : voir aussi chiffre 3.2).

4.2 Gauche N (dd/dl)

4.2.1 Pour les voies de circulation, les valeurs-limites sont les suivantes:

valeur-limite en cas normal :	2,5 ‰
– pour l'exploitation par bogies transporteurs :	2,0 ‰
– pour l'exploitation par trucs :	2,5 ‰
– pour les tramways :	2,5 ‰
valeur-limite maximale :	3,0 ‰
– pour l'exploitation par bogies transporteurs :	2,5 ‰
– pour l'exploitation par trucs :	3,0 ‰
– pour les tramways :	3,3 ‰

4.2.2 Pour les voies de manœuvre, la valeur-limite est la suivante :

valeur-limite en cas normal :	3,0 ‰
– pour les tramways :	3,3 ‰

4.2.3 Les gauches résultant du tracé géométrique de la voie et de la déformation effective des ponts doivent être pris en compte conjointement.

4.2.4 En régime d'exploitation, les valeurs-limites à respecter sont les suivantes :

voies de circulation :	$V_R \leq 80$ km/h	3,5 ‰ [1]	(longueur de base 6 m)
	80 km/h < $V_R \leq 120$ km/h	3,0 ‰	(longueur de base 6 m)
voie de manœuvre et voies de raccordement		4,0 ‰	(longueur de base 6 m)

[1] Pour l'exploitation par bogies transporteurs, la valeur-limite est de 3,0 ‰.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

4.3 Longueur de la courbe de raccordement et de la rampe de dévers

Pour la définition de la longueur de la courbe de raccordement et de la rampe de dévers, les valeurs-limites pour le gauche (voir chiffre 4.2) et les valeurs-limites ci-après pour la variation de l'insuffisance de dévers et la modification du dévers en fonction du temps (voir chiffres 4.3.1 et 4.3.2) doivent être respectées cumulativement.

4.3.1 Variation de l'insuffisance de dévers en fonction du temps did/dt

valeur-limite en cas normal :	55 mm/s	(da_q/dt = 0,51 m/s^3)
valeur-limite maximale :	72 mm/s	(da_q/dt = 0,67 m/s^3)

4.3.2 Variation du dévers en fonction du temps dd/dt

valeur-limite en cas normal :	40 mm/s
valeur-limite maximale :	50 mm/s

5 Courbes circulaires sans courbe de raccordement

5.1 Principes

En règle générale, on peut renoncer à aménager des courbes de raccordement dans les cas suivants :

- dans les voies de circulation dans les gares et lorsque $V_R \leq 65$ km/h.
- dans les voies de circulation qui présentent deux courbes circulaires consécutives si R2/R1 ≤ 1,1 (R2 > R1).
- dans les voies de circulation dans des cas particuliers motivés, par ex. petites modifications des entraxes de voies avec courbes circulaires sans dévers, etc.
- passage sur la déviation signalisée (branche secondaire) d'un appareil de voie disposé dans la voie de circulation ou cas similaires (par ex. appareil de voie suivi de contre-courbe).
- au sein de liaisons de voies avec des changements brusques de courbure.
- dans les voies de manœuvre.
- dans une cassure directionnelle (à la fin d'un alignement) d'une installation existante (correction de gisement de max 1 ‰)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

5.2 Rayon minimal R

En vue d'une utilisation libre du matériel roulant, les valeurs-limites suivantes s'appliquent aux courbes circulaires sans courbe de raccordement dans les voies de circulation et dans les voies de manœuvre :

valeur-limite en cas normal :	80 m (1)
– pour les chemins de fer à crémaillère :	60 m (1)
– pour l'utilisation de trucs et de bogies transporteurs :(2)	
– pour les tramways :	20 m (1)
– dans les boucles de rebroussement de tramways :	15 m (1)

(1) Il est possible de définir le rayon minimal (valeur-limite en cas normal) en fonction du réseau avec l'approbation de l'OFT.

(2) Lors de l'utilisation de trucs et de bogies transporteurs, il y a lieu de tenir compte des dispositions spécifiques à la voie normale. Dans des cas particuliers, il faut effectuer des vérifications spéciales et prendre des mesures (par ex. recouvrement des tampons, déport de bogie).

5.3 Variation brusque de l'insuffisance de dévers

5.3.1 Dans les voies de circulation, dans des cas particuliers motivés, les valeurs-limites suivantes sont applicables :

valeur-limite en cas normal :	- à $V_R \leq 90$ km/h :	54 mm	($a_q = 0{,}5$ m/s^2)
	- à $V_R = 120$ km/h :	27 mm	($a_q = 0{,}25$ m/s^2)

Pour les vitesses $90 < V_R < 120$ km/h, on procède à une interpolation linéaire des valeurs de référence.

Pour déterminer la longueur minimale des éléments intermédiaires (voir chiffre 5.4), la somme des deux insuffisances de dévers est déterminante.

5.3.2 Dans les voies de circulation dans les gares (pour les tramways : dans la zone des haltes) lorsque $V_R \leq 65$ km/h, dans les zones d'appareils de voie et aux liaisons des voies de circulation (voir chiffre 5.1) ainsi que dans les voies de manœuvre et de raccordement, les valeurs-limites suivantes doivent être respectées :

valeur-limite en cas normal :

– pour voies de circulation :	72 mm	($a_q = 0{,}67$ m/s^2)
– pour voies de manœuvre et de raccordement :	82 mm	($a_q = 0{,}77$ m/s^2)

valeur-limite maximale :

– pour voies de circulation, de manœuvre et de raccordement :	82 mm	($a_q = 0{,}77$ m/s^2)

Pour déterminer la longueur minimale des éléments intermédiaires (voir chiffre 5.4), la somme des deux insuffisances de dévers est déterminante.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

5.4 Longueur des éléments intermédiaires

5.4.1 Comportement dynamique

5.4.1.1 Dans les voies de circulation et les appareils de voie, entre deux changements de courbure de voie (courbe circulaire sans courbe de raccordement) qui occasionnent des à-coups dans la marche du véhicule, on disposera un tronçon de stabilisation (alignement ou courbe circulaire) comme suit :

Cas a)
Somme des deux insuffisances de dévers > valeur-limite en cas normal selon chiffre 5.3.1 ou 5.3.2 (à V_R > 75 km/h selon chiffre 6.2) :

Longueur correspondant au temps de parcours suivant :

valeur-limite en cas normal :	- à $V_R \leq 65$ km/h :	0,7 s (1)
	- à $V_R > 65$ km/h :	1 s (2)
valeur-limite minimale :	- à $V_R \leq 65$ km/h :	0,7 s (1,3)
	- à $V_R > 65$ km/h :	0,7 s (3)

L'application de valeurs inférieures à 1 s est liée à des pertes de confort.

(1) Mais au moins la longueur requise selon le chiffre 5.4.2.

(2) Dans des cas particuliers (en règle générale uniquement sur des installations existantes et avec une trame de voies imposée) :
valeur-limite en cas normal : 0,7 s.

(3) Dans des cas particuliers (en règle générale uniquement sur des installations existantes et avec une trame de voies imposée) un temps de parcours réduit est à la rigueur possible.

Cas b)
Somme des deux insuffisances de dévers ≤ valeur-limite en cas normal selon chiffre 5.3.1 ou 5.3.2 (à V_R > 75 km/h selon chiffre 6.2) :

valeur-limite en cas normal et valeur-limite minimale : longueur requise selon chiffre 5.4.2

5.4.1.2 Dans les voies de circulation et en cas d'un brusque changement de courbure et d'une courbe de raccordement, la longueur minimale de l'élément intermédiaire (droite ou courbe circulaire) – pour autant que son temps de parcours soit inférieur à 0,7 s – doit être fixée au cas par cas, ceci en tenant compte de l'influence du brusque changement de courbure sur la marche du véhicule.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

5.4.1.3 Dans les voies de manœuvre et de raccordement, entre deux brusques changements de courbure (courbes circulaires sans courbe de raccordement) il faut disposer comme suit – en tenant compte de l'influence réduite de la dynamique de roulement (voir chiffre 2.2) – un alignement ou une courbe circulaire dans les voies et dans les appareils de voie:

Cas a)
Somme des deux insuffisances de dévers > valeur-limite selon le chiffre 5.3.2 :
Longueur correspondant au temps de parcours suivant :

valeur-limite en cas normal : 0,7 s (mais au moins la longueur requise selon le chiffre 5.4.2)

Cas b)
Somme des deux insuffisances de dévers ≤ valeur-limite selon le chiffre 5.3.2 :
valeur-limite en cas normal et valeur-limite minimale : longueur requise selon chiffre 5.4.2

5.4.2 Systèmes d'attelage et passerelles d'intercirculation

5.4.2.1 Pour éviter les déraillements dus à un chevauchement du déport de la géométrie spécifique des attelages ainsi que des dégâts aux passerelles d'intercirculation, un alignement intermédiaire suffisamment long est nécessaire dans les contre-courbes de faible rayon. La longueur minimale dudit alignement est fixée notamment selon les facteurs d'influence suivants :

- systèmes d'attelage des véhicules.
- système d'intercirculation entre les véhicules.
- forces longitudinales au sein de la rame.
- longueur des éléments de courbes circulaires.

Les exigences spécifiques à la voie normale sont en principe applicables en cas d'utilisation de bogies transporteurs.

6 Appareils de voie

6.1 Principes

6.1.1 Avec un choix habile des types d'appareils de voie et une disposition optimale de ces derniers dans un tracé géométrique de voie de comportement dynamique favorable, on peut nettement influencer la longévité, la disponibilité et les investissements en maintenance. Il faut viser l'utilisation d'appareils de voie dans leur forme fondamentale pour chaque projet de voie.

6.1.2 La disposition d'appareils de voie dans la zone d'influence de ponts, en particulier dans la zone des appuis mobiles, doit être évitée en raison de la sollicitation supplémentaire dans les éléments constructifs de la voie. Lorsque de telles dispositions sont inévitables, elles nécessitent l'approbation de l'OFT au cas par cas (voir DE-OCF ad art. 26, DE 26.1, ch. 2.3.6).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

6.2 Appareils de voie dans leur forme fondamentale

Lors de la définition de la vitesse maximale autorisée sur la déviation d'appareils de voie en forme de courbe circulaire, les valeurs-limites suivantes doivent être respectées pour l'insuffisance de dévers id :

valeur-limite en cas normal : – à $V_R \leq 75$ km/h: 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2)
– à $V_R = 120$ km/h: 45 mm ($a_q = 0{,}42$ m/s^2)

Pour les vitesses $75 < V_R < 120$ km/h, on procède à une interpolation linéaire des valeurs de référence.

valeur-limite maximale : 72 mm ($a_q = 0{,}67$ m/s^2)
– pour les tramways : 82 mm ($a_q = 0{,}77$ m/s^2)

6.3 Appareils de voie en courbe

Un branchement en courbe résulte en cas normal du déplacement d'une des deux branches d'un appareil de voie dans sa forme fondamentale (branche directe ou déviée) sur une voie continue en courbe (désignée alors comme branche principale).

Compte tenu des effets défavorables dans le comportement dynamique et des coûts d'entretien plus élevés, on ne disposera des appareils de voie en courbe que dans des cas inévitables.

L'ensemble d'une diagonale avec branchements en courbe ne peut présenter au maximum qu'une contre-courbe (déduction faite de l'influence du cœur d'aiguillage droit).

6.3.1 Dévers d

6.3.1.1 Dans la zone des appareils de voie en courbe et dans les points fixes (voir chiffre 2.1.4), il faut respecter les valeurs-limites suivantes :

valeur-limite en cas normal : 90 mm
– dans les voies à crémaillère : 35 mm
valeur-limite maximale : 105 mm
– utilisation de trucs ou de bogies transporteurs : 90 mm
– dans les voies à crémaillère : 35 mm

6.3.2 Excès de dévers ed

Il faut si possible éviter les situations avec ed > 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2).

6.3.3 Insuffisance de dévers id

6.3.3.1 Dans la branche principale des appareils de voie (sans modification brusque de courbure) et dans les appareils de dilatation, on applique les valeurs-limites suivantes :

valeur-limite en cas normal : 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2)
valeur-limite maximale : conformément au ch. 3.6.2.1
(en règle générale: 86 mm) ($a_q = 0{,}8$ m/s^2)

6.3.3.2 Pour la branche secondaire de l'appareil de voie (déviation signalisée avec modification brusque de courbure) les mêmes valeurs-limites de l'insuffisance de dévers id que celles de la déviation dans la forme fondamentale sont valables (voir également chiffre 6.2).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

7 Profil en long

7.1 Principes

7.1.1 Lors de la détermination de la pente longitudinale maximale admise, il faut aussi tenir compte des conditions d'exploitation (en ce qui concerne les gares, voir aussi art. 34, al. 2, OCF).

7.1.2 Les changements de déclivité verticaux sont raccordés par des courbes circulaires sans courbes de raccordement.

7.1.3 Pour la définition de la position des entrées et sorties de crémaillère du point de vue de la technique et de la construction, il faut, outre les aspects d'exploitation, tenir compte également du tracé de la voie dans ses plans horizontal et vertical.

7.1.4 Les rayons des raccordements doivent être les plus grands possibles et il faut respecter les valeurs-limites selon les chiffres 7.3 à 7.5, sauf si le changement de déclivité est ≤ 2 ‰.

7.1.5 Il faut éviter les changements de déclivité dans les courbes de transition avec rampes de dévers. Si l'on ne peut satisfaire à cette exigence, les rayons des raccordements verticaux seront aussi grands que possible.

7.1.6 Les valeurs-limites pour les raccordements verticaux R_v doivent aussi être respectées dans la zone des ponts. Il faut prendre en compte la déformation réelle des ponts en plus de la valeur géométrique du rayon de raccordement.

7.2 Déclivité longitudinale des voies de circulation

Les valeurs-limites suivantes sont applicables :

valeur-limite en cas normal : 40 ‰ (1)

– pour les chemins de fer à crémaillère : 250 ‰ (1)

(1) Des déclivités plus grandes ne sont admises que dans des circonstances particulières déterminées par l'OFT.

valeur-limite maximale :

– pour les tramways : 70 ‰ (2)

(2) Pour les nouveaux tronçons, la déclivité longitudinale ne doit en aucun cas être dépassée. Lors de renouvellement de voie, la pente initiale peut être conservée.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

7.3 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les voies de circulation

Les valeurs-limites suivantes sont applicables :

valeur-limite en cas normal :

raccordements verticaux convexes : $R_v = 0{,}25\ V_R^2$ R_v [m]

raccordements verticaux concaves : $R_v = 0{,}17\ V_R^2$ V_R [km/h]

mais au moins :

– pour les chemins de fer à adhérence et mixtes crémaillère/adhérence :
  raccordements convexes : 1500 m
  raccordements concaves : 1000 m
– pour les chemins de fer à crémaillère :
  raccordements convexes : 400 m
  raccordements concaves : 300 m
– pour les tramways :
  raccordements convexes et concaves : 500 m

valeur-limite minimale :

– pour les chemins de fer à adhérence et mixtes crémaillère/adhérence (p.ex. dans le cas des chantiers) :
  raccordements convexes et concaves : 500 m
– pour les tramways :
  raccordements convexes et concaves : 300 m

7.4 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les appareils de voie (voies de circulation)

Les appareils de voie et les traversées de voie ne peuvent être posés dans des rayons de raccordement verticaux R_v que lorsque les conditions suivantes sont respectées:

valeur-limite en cas normal :	raccordement convexe :	$V_R < 60$ km/h :	3000 m
		$V_R \geq 60$ km/h :	5000 m
	raccordement concave :		2000 m
– pour les tramways :	raccordement convexe :		3000 m
	raccordement concave :		1000 m

valeur-limite minimale : à fixer spécifiquement selon le type d'appareil de voie.

La position verticale de chaque file de rail doit être adaptée aux conditions constructives au sein des installations avec des appareils de voie en courbe et en dévers.

7.5 Rayons de raccordement verticaux R_v dans les voies de manœuvre (voies et appareils de voie)

Pour les raccordements convexes et concaves :

valeur-limite en cas normal :	Voies :	1000 m
	Appareils de voie et traversées de voie :	1500 m
– pour les tramways :	Voies :	300 m
	Appareils de voie et traversées de voie :	1000 m

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

8 Voies de raccordement

8.1 Principes

8.1.1 Ces dispositions supplémentaires s'appliquent conformément à l'ordonnance du 26 février 1992 sur les voies de raccordement[3] sur la base des conditions spéciales des voies de raccordement (voir chiffre 2.2).

8.1.2 Le point de raccordement au réseau ferroviaire du gestionnaire de l'infrastructure n'est pas régi par les dispositions du présent chiffre. Il doit être conçu selon les règles des chiffres 1 à 7 de la présente disposition.

8.1.3 La vitesse maximale autorisée s'élève à 40 km/h et doit si nécessaire être adaptée en fonction des conditions effectives en présence.

8.1.4 Pour les voies de raccordement, seules les valeurs-limites en cas normal (voir chiffre 2.3.1) sont indiquées (à l'exception des chiffres 5.3.2 et 5.4.2) (voir en complément chiffre 2.3.3).

8.1.5 L'OFT peut fixer dans une directive les conditions dans lesquelles des valeurs hors des seuils des valeurs-limites en cas normal peuvent être en principe autorisées.

8.2 Tracé de la voie

8.2.1 Les règles des voies de manœuvre s'appliquent au tracé des voies de raccordement, à l'exception des divergences ci-dessous.

8.2.2 Pour le surécartement en courbe circulaire, on applique les règles des DE-OCF ad art. 16, voie métrique, DE 16, ch. 3.

8.2.3 Tracé horizontal

8.2.3.1 Courbes circulaires (sans courbe de raccordement)

Il est possible que le rayon minimal R soit inférieur à la valeur-limite en cas normal si la vitesse est réduite (voir chiffres 5.2 et 5.3.2), si des mesures complémentaires sont appliquées aux convois et si la praticabilité est limitée à certains véhicules (voir aussi chiffres 8.1.4 et 8.1.5).

8.2.4 Pour la longueur de l'alignement intermédiaire, les dispositions des chiffres 5.4.1.3 et 5.4.2 sont applicables.

8.2.5 Appareils de voie

8.2.5.1 Afin d'obtenir un tracé économique du plan des voies, dans l'optique d'un remplacement ultérieur et pour garantir autant que possible la libre praticabilité, il faut tendre à l'emploi de branchements standards en forme fondamentale.

[3] RS 742.141.51

VOIE MÉTRIQUE

(DE 17)

8.2.6 Tracé vertical

8.2.6.1 Rayons verticaux de raccordement R_v

Les valeurs-limite suivantes sont applicables :

voies dans des raccordements convexes et concaves :
valeur-limite en cas normale et valeur-limite minimale : 500 m

appareils de voie et traversées de voie dans les raccordements convexe et concave : voir chiffre 7.5

8.2.6.2 Déclivité maximale

Les voies le long des rampes et voies de chargement doivent être exécutées en règle générale horizontalement.

Les voies à fonction spéciale (par ex. voies au point de remise, voies de répartition) ne doivent pas excéder en règle générale une déclivité de 1,5 ‰. Selon la déclivité effective, il faut le cas échéant prendre des mesures supplémentaires contre la dérive des véhicules.

8.3 Surveillance et maintenance

8.3.1 La surveillance de l'état de la voie, compte tenu des conditions concrètes, doit se faire par analogie à la surveillance des voies de manœuvre. La viabilité sûre doit toujours être garantie.

8.3.2 Entre le point de raccordement et le point de remise, on applique par analogie les instructions de maintenance du gestionnaire de l'infrastructure.

8.3.3 En vue de l'étude de tracé, la surveillance doit en particulier prêter attention à l'écartement (voir DE-OCF ad art. 16, voie métrique, DE 16, chiffre 2.1), au gauche (voir chiffre 4.2.4) et à l'assiette de la voie dans les courbes en S.

VOIE NORMALE

DE 18.1

1 Profil d'espace libre

1.1 Le profil d'espace libre (conception selon DE 18, figures, figure 1) englobe les espaces au-dessus et à côté de la voie. Il se compose de l'espace circonscrit par le gabarit limite des obstacles et des espaces de sécurité du profil d'espace libre conformément aux DE 18.3. En principe, il y a lieu d'appliquer les profils d'espace libre conformément aux DE 18, figures, figure 7 - 10.

1.1.1 Les autres espaces de sécurité destinés au personnel et à des tiers ainsi que les espaces requis à des fins techniques et d'exploitation spéciales sont régis par les DE 18.4.

1.1.2 La **zone I** (voir DE 18, figures, figures 7 – 10) comprend :
- l'espace circonscrit par le gabarit limite des obstacles
- le dégagement pour portes ouvertes (y c. dégagement réduit à la hauteur des fenêtres)

La **zone II** (voir DE 18, figures, figures 7 - 10) comprend :
- la zone I
- le dégagement à la hauteur des fenêtres
- le dégagement d'évacuation
- le dégagement de service à la largeur requise
- l'espace entre le dégagement d'évacuation ou de service et la zone I dans les parties basses
- l'espace pour la ligne de contact aérienne

1.2 Sauf mention contraire, toutes les cotes se rapportent à la position de la voie selon le tracé défini géométriquement (niveau théorique, position repérée de la voie) et au système d'axe du profil d'espace libre. Celui-ci est défini par la droite reliant le niveau supérieur des rails (plan de roulement) et l'axe de la voie qui lui est perpendiculaire (voir DE 18, figures, figure 1).

1.3 Abréviations utilisées dans le domaine de la construction de la voie et du comportement dynamique:

f_d	écart de dévers
R	rayon de courbe circulaire
R_v	rayon de raccordement vertical (de changement d'inclinaison)
PDR	Plan de roulement
e	écartement des rails
t_1	tolérance de déplacement latéral de la voie par rapport au tracé défini géo métriquement
d	dévers
id	insuffisance de dévers
ed	excès de dévers
Δh	tolérance de hauteur de la voie par rapport au tracé défini géométriquement

VOIE NORMALE

DE 18.2

1 Gabarit limite des obstacles

1.1 Le gabarit limite des obstacles (valeur nominale voir DE 18, figures, figures 2 – 6) est le contour minimum nécessaire pour le passage des véhicules, compte tenu d'un comportement des véhicules défini (conformément aux DE-OCF ad art. 18/47, voie normale, DE 18.2/47.2).

1.1.1 Il est déterminé à partir du contour de référence ; celui-ci est traité dans une disposition d'exécution particulière et commune ad art. 18.2/47.2, voie normale.

1.1.2 La valeur nominale tient compte des saillies dans les courbes de rayon R ≥ 250 m, des rayons de raccordement vertical R_v ≥ 5000 m, des dévers et des insuffisances de dévers ≤ 150 mm, des tolérances définies des défauts de géométrie de la voie (conformément au ch. 2) ainsi que de la distance de sécurité électrique dans la zone du pantographe.

1.1.3 Pour les rayons R < 250 m et les rayons de raccordement vertical R_v < 5000 m, il faut tenir compte des variations de la surlargeur du profil d'espace libre selon DE 18, figures, figure 13 et des extensions (surlargeur en courbe ou adaptation de la hauteur) conformément aux ch. 3 et 4.

1.1.4 Dans des cas isolés motivés, notamment concernant des constructions et des installations existantes et lorsque le respect de la valeur nominale entraînerait une dépense disproportionnelle, l'OFT peut approuver le calcul du gabarit limite des obstacles effectué sur la base des caractéristiques effectives de la voie (valeur spéciale, valeur exceptionnelle ; voir commentaire n° 2 de l'OCF, KOM EBV 2).

1.1.5 Pour les voies de raccordement et les installations d'entretien appartenant au chemin de fer, le gabarit limite des obstacles peut être calculé sur la base de la géométrie effective de la voie (valeur spéciale).

1.2 Pour les constructions et les installations fixes, le gabarit limite constitue un espace minimum. Il doit aussi être respecté pour les constructions temporaires destinées aux équipements de technique ferroviaire.

1.3 Les parties nécessaires au fonctionnement de la ligne contact aérienne peuvent empiéter dans l'espace pour le pantographe à condition qu'elles aient le même potentiel électrique que la ligne de contact aérienne et qu'à aucun moment un contact mécanique ne puisse être établi avec le pantographe.

VOIE NORMALE

(DE 18.2)

2 Tolérances des défauts de géométrie de la voie

2.1 Les valeurs nominales et spéciales du gabarit limite des obstacles sont calculées compte tenu des tolérances de construction et d'entretien de la voie suivantes :

Nivellement	tolérance de hauteur Δh de la voie par rapport au tracé défini géométriquement (position théorique de la voie [repérage]) : $\Delta h = \pm 30$ mm (valeur tolérée pendant de courtes phases de travaux (ou transformation) $\Delta h = -40$ mm)
Position latérale	tolérance de déplacement latéral de la voie par rapport au tracé défini géométriquement (position théorique de la voie [repérage]): $t_1 = \pm 25$ mm
Inclinaison latérale / dévers	écart de dévers maximal admissible : $f_d = \pm 15$ mm
Écartement	écartement maximal admissible s (y c. surécartement) : $s_{max} \leq 1470$ mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2)

3 Surlargeur en courbe

3.1 Dans les courbes avec un rayon R ≥ 250 m, la surlargeur en courbe (e) est comprise dans les demi-largeurs du gabarit limite des obstacles respectivement du profil d'espace libre ; pour les rayons R < 250 m, les demi-largeurs doivent être majorées des valeurs e_i resp. e_a suivantes :

Rayon R [m]	Surlargeur en courbe côté intérieur e_i [mm]	Surlargeur en courbe côté extérieur e_a [mm]	Surlargeur en courbe zone du pantographe $e_i = e_a$ [mm]	Remarques
≥ 250	0	0	0	Circulation des véhicules sans restriction
220	27	33	1	
185	70	84	4	
160	113	135	6	
150	133	160	7	
135	170	204	9	Circulation des véhicules soumise à restriction $an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \leq 100$ $an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \leq 120$
120	217	260	11	
110	255	305	13	
100	300	360	15	
90	356	427	18	
80	425	510	21	

a = distance entre les essieux extrêmes ou entre les pivots des bogies, en m
n = distance entre la section considérée et le prochain essieu extrême ou le prochain pivot de bogie, en m (n_i = côté intérieur ; n_a = côté extérieur)
p = écartement des essieux du bogie, en m

4 Adaptation des hauteurs pour les raccordements verticaux

4.1 Les mesures des hauteurs pour la partie supérieure du gabarit limite des obstacles respectivement du profil d'espace libre tiennent compte de l'adaptation de la hauteur f pour les raccordements verticaux de rayon $R_v \geq 5000$ m. Elles doivent être adaptées comme suit pour les raccordements verticaux de rayon $R_v < 5000$ m :

Rayon de raccordement vertical R_v [m]	Adaptation de la hauteur f pour la partie supérieure [mm]
≥ 5000	0
2500	10
1650	20
1250	30
1000	40

Pour la partie inférieure, voir tableau de DE 18, figures, figure 6.

Pour les bosses de débranchement, la valeur f doit être calculée spécialement.

VOIE NORMALE

DE 18.3

1 Dégagement à la hauteur des fenêtres

1.1 Le dégagement à la hauteur des fenêtres doit être tenu libre comme suit par rapport aux constructions et aux installations fixes :

1.1.1 En lien avec le dégagement de service respectivement d'évacuation et le dégagement pour portes ouvertes : en tant qu'espace minimal destiné au personnel de manœuvre se tenant sur le marchepied de manœuvre latéral.

1.1.2 Sur toutes les voies sur lesquelles peuvent circuler des voitures occupées dont les fenêtres peuvent s'ouvrir de plus de 0,20 m.

1.2 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.2.

2 Dégagement de service

2.1 Le dégagement de service permet au personnel de cheminer ou de stationner à l'abri des trains en marche.

2.2 Au moins un dégagement de service à la largeur requise doit être accessible directement sans qu'il soit nécessaire de franchir une autre voie ou un obstacle.

2.2.1 Si le dégagement de service n'est aménagé que d'un côté de la voie, ce côté doit être identifiable. Il faut éviter de le faire passer d'un côté à l'autre.

2.3 Aménagement du dégagement de service

2.3.1 Le dégagement de service est conçu verticalement.

2.3.2 La largeur minimale requise pour le dégagement de service compte tenu de la vitesse est fixée aux DE-OCF ad art. 19, DE 19.3, ch. 2.

2.3.3 Au droit des obstacles d'une longueur inférieure à 1,50 m, le dégagement de service peut être ramené aux dimensions du dégagement d'évacuation. La zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2) et le dégagement à la hauteur des fenêtres doivent être maintenus.

2.3.4 Les autres dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.3.

2.4 Dans les tunnels et galeries existants sans dégagement de service, il faut au moins que la zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2) et le dégagement d'évacuation soient disponibles ainsi que l'espace entre le dégagement d'évacuation et la zone I des parties basses. De plus il faut prévoir des mesures particulières pour assurer la sécurité du personnel occupé dans le tunnel (voir aussi DE-OCF ad art. 28, DE 28.2, ch. 1).

2.5 Sur les tronçons utilisés exclusivement par des tramways, on peut renoncer au dégagement de service si les voies

2.5.1 ne sont pas séparées du reste du trafic routier ou

2.5.2 sont séparées de l'espace routier tout en étant facilement accessibles depuis celui-ci.

VOIE NORMALE

(DE 18.3)

3 Dégagement d'évacuation

3.1 Le dégagement d'évacuation doit permettre le passage le long des trains à l'arrêt. Il faut tenir compte de la possibilité d'utiliser des véhicules dont les portes ou les marchepieds ouverts dépassent les parois (voir ch. 4) et empiètent en partie sur le dégagement d'évacuation.
Ce dégagement est conçu verticalement et doit être tenu libre au droit de toutes constructions et installations fixes.

3.2 Les obstacles qui peuvent être enjambés, tels que des signaux nains et des lanternes d'aiguille, sont admis s'ils n'empêchent pas l'évacuation.

3.3 Les quais de chargement sont soumis à des dispositions particulières.

3.4 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.4.

4 Dégagement pour portes ouvertes

4.1 Au droit des constructions et d'installations fixes, le dégagement nécessaire à l'ouverture des portes et au déplacement de véhicules dont les portes sont ouvertes et les marchepieds déployés (dépassement du contour de référence conformément aux DE-OCF ad art. 47, voie normale, DE 47.2, ch. 7) doit être tenu libre.

4.1.1 Le dégagement pour portes ouvertes inclut le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres.

4.2 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.5.

5 Espace pour la ligne de contact aérienne

5.1 L'espace pour la ligne de contact aérienne sert à l'installation de la ligne de contact aérienne. La disposition et les dimensions sont décrites aux DE 18, figures, figure 12.

6 Disposition et dimensions des espaces de sécurité

6.1 La disposition des espaces de sécurité est présentée aux DE 18, figures, figure 1. Toutes les hauteurs se rapportent au niveau piqueté de la voie (= hauteur nominale de la voie, position repérée de la voie).

6.2 Dégagement à la hauteur des fenêtres

6.2.1 Dimensions pour les voies sur lesquelles peuvent circuler des véhicules occupés (locomotives, wagons, etc.) :

Limite supérieure	h_F = 3,04 m au-dessus du PDR
Limite inférieure	h_F = 1,66 m au-dessus du PDR
Largeur minimale	b_{Fmin} = 0,30 m

VOIE NORMALE

(DE 18.3)

6.2.2 Dégagement réduit à la hauteur des fenêtres (voir DE 18.5, ch. 1.5, 2.3 et 3.3 [1]) :

Largeur minimale $b_{Fred,min}$ = 0,20 m

[1] Un dégagement réduit à la hauteur des fenêtres est possible dans des cas tels que les tunnels, les longs murs de soutènement et d'autres ouvrages similaires mais, en règle générale, pas au droit d'objets isolés tels que les mâts des signaux, les mâts de la ligne de contact etc.
En règle générale, les objets isolés existants qui ne permettent que le dégagement réduit à hauteur des fenêtres doivent être signalés conformément aux PCT (signaux).

6.3 Espace pour le dégagement de service

6.3.1 Toutes les dimensions indiquées sont dans le système de coordonnées horizontal–vertical, voir aussi DE 18, figures, figure 1.

6.3.2 Dimensions

Largeur minimale :

dégagement de service simple	b_{Dmin} = 0,50 m [1]
dégagement de service élargi	b_{Dmin} = 0,70 m [1]
dégagement de service simple dédoublé	b_{Dmin} = 1,00 m [1]
dégagement de service simple plus dégagement de service élargi	b_{Dmin} = 1,20 m
dégagement de service élargi dédoublé	b_{Dmin} = 1,40 m

Restriction admissible du côté opposé à la voie (par ex. garde-corps) pour
$h \leq 1{,}00$ m : $b_D \geq b_{Dmin} - 0{,}10$ m

[1] Si la largeur requise pour le dégagement de service ne peut pas être respectée entre une voie et un obstacle fixe, il faut prévoir des mesures supplémentaires, telles que :

- possibilités particulières d'évitement pour le personnel (niches, baies de stationnement etc.),
- implantation à l'écart de la voie du dégagement de service, (le cas échéant avec des mesures d'exploitation)
- mains-courantes.

Hauteur $h_D \geq 2{,}00$ m au-dessus de la piste horizontale
(hauteur minimale : 2,00 m au-dessus du PDR)

6.3.3 Hauteur de la piste horizontale

≤ 0,42 m [2] au-dessus du PDR

Lorsque la hauteur dépasse 0,30 m, des marches sont requises.

[2] Si le dégagement de service se trouve sur un quai (ou un objet similaire), la hauteur maximale de la piste horizontale peut correspondre à la hauteur de l'objet en question.

VOIE NORMALE

(DE 18.3)

6.4 Espace pour le dégagement d'évacuation

6.4.1 Toutes les dimensions indiquées dans le système de coordonnées horizontal–vertical, voir aussi DE 18, figures, figure 1.

6.4.2 Dimensions

Largeur minimale b_{Smin} = 0,20 m

Hauteur $h_S \geq$ 2,00 m au-dessus de la piste horizontale
(hauteur minimale 2,00 m au-dessus du PDR)

6.4.3 Hauteur de la piste horizontale ≤ 0,42 m [1] au-dessus du PDR

Lorsque la hauteur dépasse 0,30 m, des marches sont requises.

[1] Si le dégagement d'évacuation se trouve sur un quai (ou un objet similaire), la hauteur maximale de la piste horizontale peut correspondre à la hauteur du quai en question.

6.5 Dégagement pour portes ouvertes

Limite supérieure h = 3,04 m au-dessus du PDR

Limite inférieure h = 0,56 m au-dessus du PDR

Largeur 20 cm en dehors du gabarit limite des obstacles, c'est-à-dire distance par rapport à l'axe de la voie :

OCF 1 – OCF 3 : 1,89 m - 2,10 m
(voir DE 18, figures, figures 7 - 9)

OCF 4 : 1,89 m - 2,115 m
(voir DE 18, figures, figure 10)

<u>DE 18.4</u>

1 Les autres espaces de sécurité destinés au personnel ou à des tiers sont fixés au cas par cas et notamment compte tenu des DE-OCF ad art. 19, DE 19.3 et DE 19.4.

2 Les espaces requis à des fins particulières techniques ou d'exploitation doivent être fixés au cas par cas. Il s'agit en particulier des
- espaces de sécurité électrique supplémentaires,
- espaces requis pour la construction de la ligne de contact et de sa suspension,
- réserves de relèvement de la superstructure,
- l'extension du dégagement à la hauteur des fenêtres jusqu'à la hauteur des fenêtres latérales de la cabine du mécanicien des locomotives dans les zones de manœuvres,
- espaces pour la visibilité des signaux,
- espaces pour le déblaiement de la neige,
- espaces pour transports extraordinaires avec engagement du gabarit,
- espaces destinés à l'entretien, y c. l'entreposage de matériaux de construction, ainsi que des
- espaces de travail en dehors du profil d'espace libre
  (par ex. nettoyage et travaux sur des bâtiments à proximité de la voie).

VOIE NORMALE

DE 18.5

1 Profil d'espace libre minimal et gabarit limite des obstacles sur les tronçons sans exigences particulières concernant le profil d'espace libre (tronçons qui ne sont pas soumis aux exigences des ch. 2, 3 ou 4, pas même à long terme)

1.1 En règle générale, il s'agit uniquement de tronçons existants.

1.2 Pour les ouvrages et installations existantes le profil d'espace libre OCF 1 conformément aux DE 18, figures, figure 7 et le gabarit limite des obstacles OCF 1 conformément aux DE 18, figures, figure 2 sont applicables.

1.2.1 Le trafic combiné C25/344 est admis si le gabarit limite des obstacles OCF 1 et le profil d'espace libre OCF 1 sont appliqués.

1.3 Le ch. 5 doit être pris en compte lors de constructions et d'installations nouvelles.

1.4 Lors de transformations de constructions et d'installations et lors de la pose de nouveaux éléments d'installation, il y a lieu d'appliquer, en règle générale, le profil d'espace libre et le gabarit limite des obstacles conformément au ch. 2.1, et conformément aux ch. 3.1 ou 4.1 si la durée d'utilisation prévue est longue.

1.5 Les ouvrages et installations existants qui ne satisfont pas au ch. 1.1 doivent respecter au moins un profil d'espace libre réduit enveloppant la zone I (y c. le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres, voir DE 18.3, ch. 6.2.2) et le dégagement d'évacuation.

1.5.1 Les empiètements d'ouvrages et installations existants sur ce profil réduit doivent être enregistrés dans une «liste des empiètements sur le profil d'espace libre». Ils doivent faire l'objet d'une surveillance particulière et être éliminés à la première occasion, en particulier lors d'un changement d'utilisation.

2 Profil d'espace libre et gabarit limite des obstacles pour les tronçons en vue
- de la circulation de voitures à deux étages et
- du trafic combiné portant les codes P60/384, C60/384, W50/375 et NT50/375

2.1 Le profil d'espace libre OCF 2 conformément à la DE 18, figures, figure 8 et le gabarit limite des obstacles OCF 2 conformément à la DE 18, figures, figure 3 sont applicables aux ouvrages et installations existants.

2.2 Le ch. 5 doit être pris en compte lors de constructions et d'installations nouvelles (y c. pose de nouveaux éléments d'installation sur des ouvrages et installations existants).

2.3 Sur les tronçons à aménager (changement d'utilisation), les ouvrages et installations existants qui ne satisfont pas au ch. 2.1 doivent respecter au moins un profil d'espace libre réduit enveloppant la zone I (y c. le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres, voir DE 18.3, ch. 6.2.2) et le dégagement d'évacuation.

3 Profil d'espace libre et gabarit limite des obstacles applicable aux tronçons destinés au trafic combiné portant les codes P80/408, C80/409 et NT 70/398

3.1 Le profil d'espace libre OCF 3 conformément à la DE 18, figures, figure 9 et le gabarit limite OCF 3 conformément à la DE 18, figures, figure 4 sont applicables aux ouvrages et installations existants.

VOIE NORMALE

(DE 18.5)

3.2 Le ch. 5 doit être pris en compte lors de constructions et installations nouvelles (y c. pose de nouveaux éléments d'installation sur des ouvrages et installations existants).

3.3 Sur les tronçons à aménager (changement d'utilisation), les ouvrages et installations existants qui ne satisfont pas au ch. 3.1 doivent respecter au moins un profil d'espace libre réduit enveloppant la zone I (y c. le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres, voir DE 18.3, ch. 6.2.2) et le dégagement d'évacuation.

4 Profil d'espace libre et gabarit limite des obstacles sur
- les nouveaux tronçons des transversales nord-sud Bâle-Chiasso et Bâle-Iselle et
- les nouveaux tronçons et les tronçons aménagés en vue d'une vitesse V > 160 km/h

4.1 Le profil d'espace libre OCF 4 conformément à la DE 18, figures, figure 10 et le gabarit limite OCF 4 conformément à la DE 18, figures, figure 5 sont applicables aux ouvrages et installations.

4.1.1 Le trafic combiné jusqu'aux codes P99/429, C99/429 et NT99/420 est admis si le gabarit limite des obstacles OCF 4 et le profil d'espace libre OCF 4 sont appliqués.

5 Profil d'espace libre et gabarit limite des obstacles pour les constructions et installations nouvelles

5.1 Dans la perspective du développement à long terme du système ferroviaire, il y a lieu d'appliquer en principe le profil d'espace libre et le gabarit l'imite des obstacles conformément au ch. 4.1, à moins qu'il n'en résulte des coûts disproportionnés.

5.1.1 Si le tronçon n'est pas utilisé conformément aux ch. 3 ou 4, pas même à long terme, il est possible d'appliquer, le cas échéant, le profil d'espace libre et le gabarit limite des obstacles conformément au ch. 2.1.

6 Cas particuliers

6.1 Dans des cas particuliers, par exemple sur les lignes à crémaillère, ou pour tenir compte des besoins spécifiquement ferroviaires, il est possible de fixer des profils d'espace libre spéciaux avec des gabarits limites des obstacles correspondants.

VOIE NORMALE

DE 18, figures

Légende

1	Espace pour véhicules et chargements		10	Dégagement à la hauteur des fenêtres (largeur b_F)
2	Espace du pantographe		11	Dégagement de service à la largeur requise (largeur b_D)
3	Espace pour la ligne de contact aérienne		12	Dégagement pour portes ouvertes
4	Gabarit des véhicules, resp. des chargements et du pantographe		13	Espace entre le dégagement d'évacuation et la zone I dans les parties basses
5	Encombrement dû aux caractéristiques du véhicule et au jeu des essieux, à respecter par le constructeur		14	Profil d'espace libre (gabarit limite des obstacles et espaces de sécurité du profil d'espace libre)
6	Contour de référence		15	PDR
7	Élargissement dû à la géométrie et à l'assiette de la voie, à respecter par le gestionnaire d'infrastructure (service des travaux)		16	Système d'axes du profil d'espace libre
			17	Système d'axes horizontal–vertical
8	Gabarit limite des obstacles		18	Origine du système d'axe
9	Dégagement d'évacuation (largeur b_S)		b_e	Distance de sécurité électrique
h	Hauteur de la piste			

Ce dessin ne tient pas compte des espaces supplémentaires (voir DE 18.4) pour
- la visibilité des signaux,
- la réserve de relèvement de la superstructure,
- le déblaiement de la neige,
- les transports hors gabarit, etc.

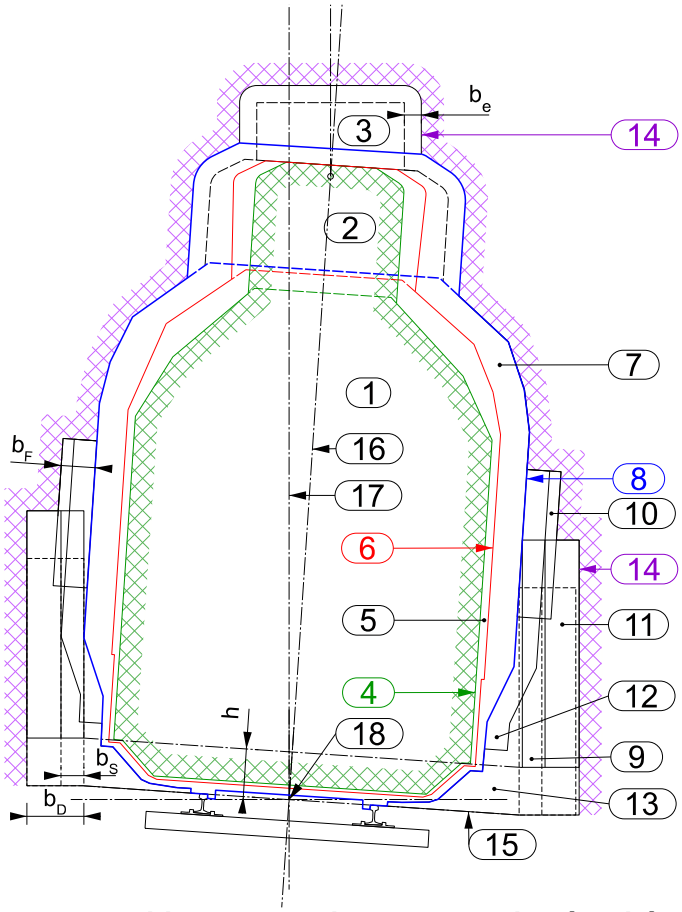


Figure 1 : Constitution du profil d'espace libre y c. positionnement des espaces de sécurité

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Espace pour le pantographe (voir figure 12) : En règle générale OCF S2 (OCF S1 admissible)

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm

Les dimensions des parties basses sont illustrées sur la figure 6.

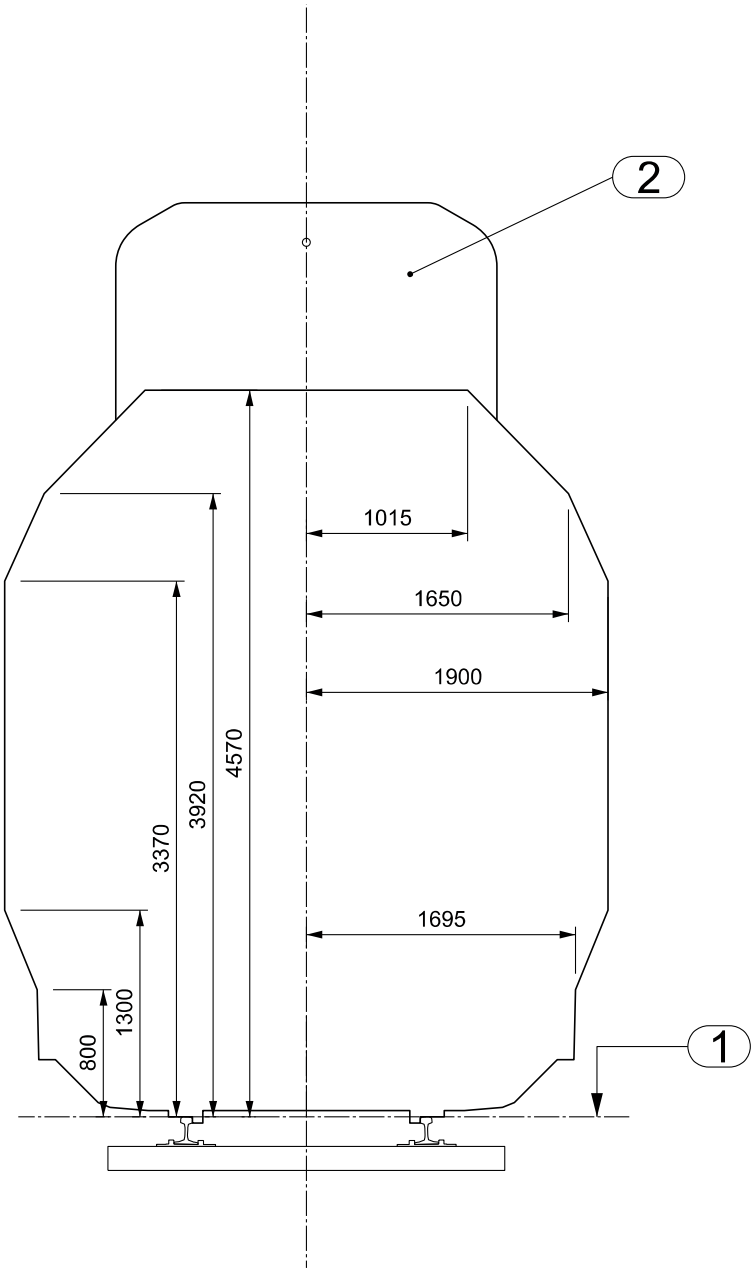


Figure 2 : Gabarit limite des obstacles OCF 1 (champ d'application : voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Espace pour le panto-graphe (voir figure 12) : En règle générale OCF S2

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm

Les dimensions des parties basses sont illustrées sur la figure 6.

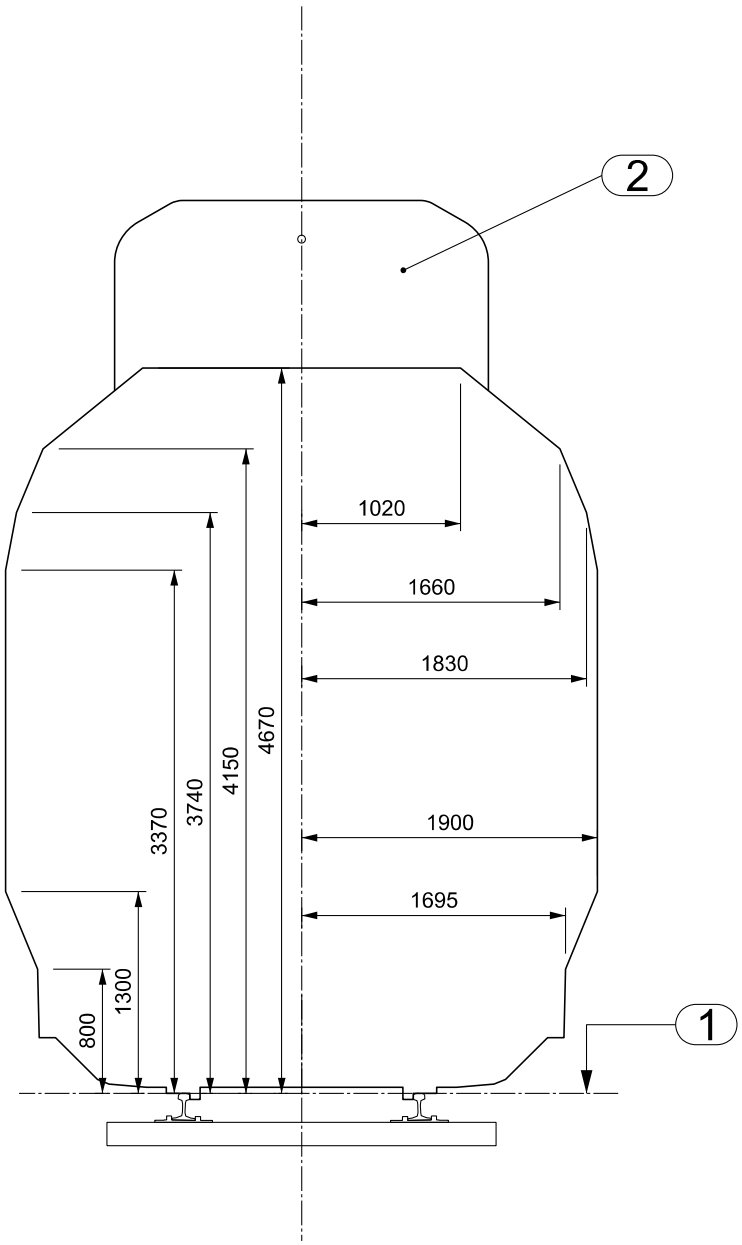


Figure 3 : Gabarit limite des obstacles OCF 2 (champ d'application : voir DE 18.5, ch. 2)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Espace pour le panto-graphe (voir figure 12) : En règle générale OCF S2

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm

Les dimensions des parties basses sont illustrées sur la figure 6.

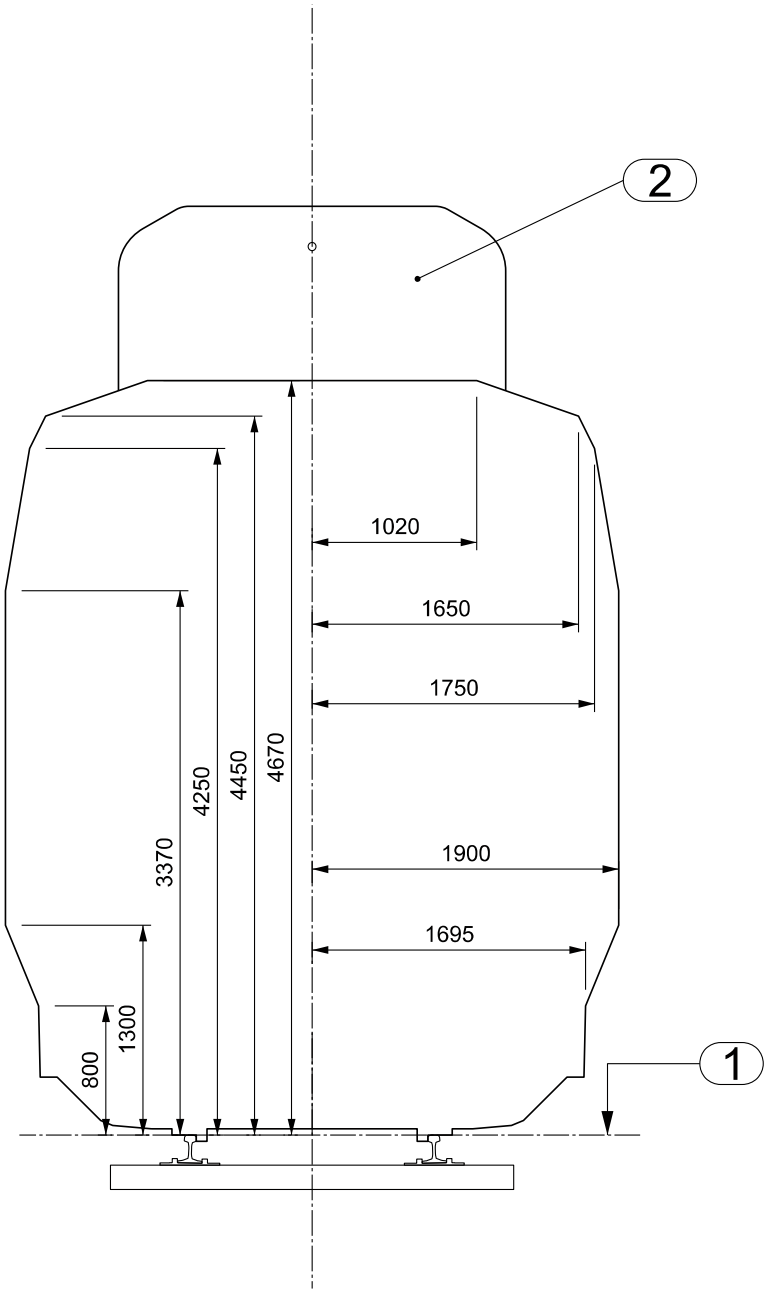


Figure 4 : Gabarit limite des obstacles OCF 3 (champ d'application: voir DE 18.5, ch. 3)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Espace pour le panto-graphe (voir figure 12) : En règle générale OCF S3

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm

Les dimensions des parties basses sont illustrées sur la figure 6.

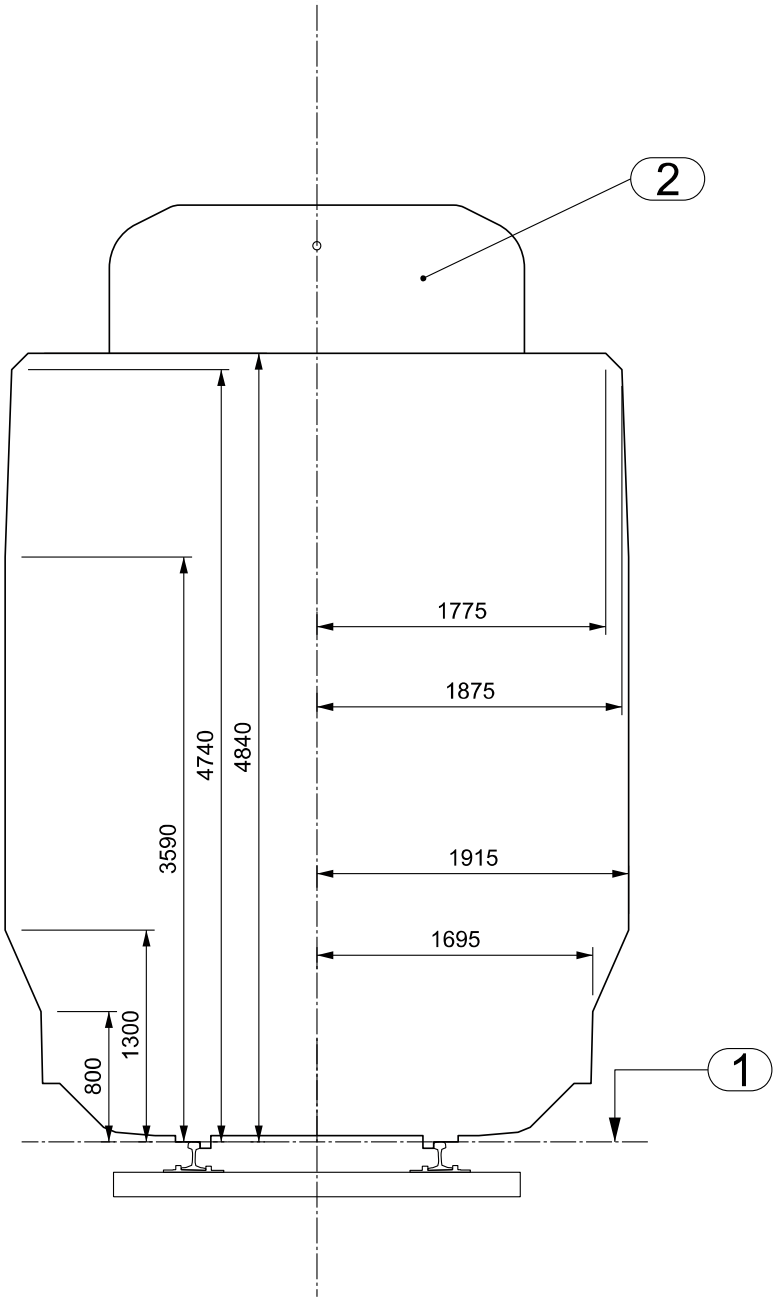


Figure 5 : Gabarit limite des obstacles OCF 4 (Champ d'application : voir DE 18.5, ch. 4)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Gabarit limite des obstacles
3	Zone I
4	Zone II

Réduction de la hauteur f pour un raccordement vertical:
(pour les installations de débranchement, f doit être calculé spécialement):

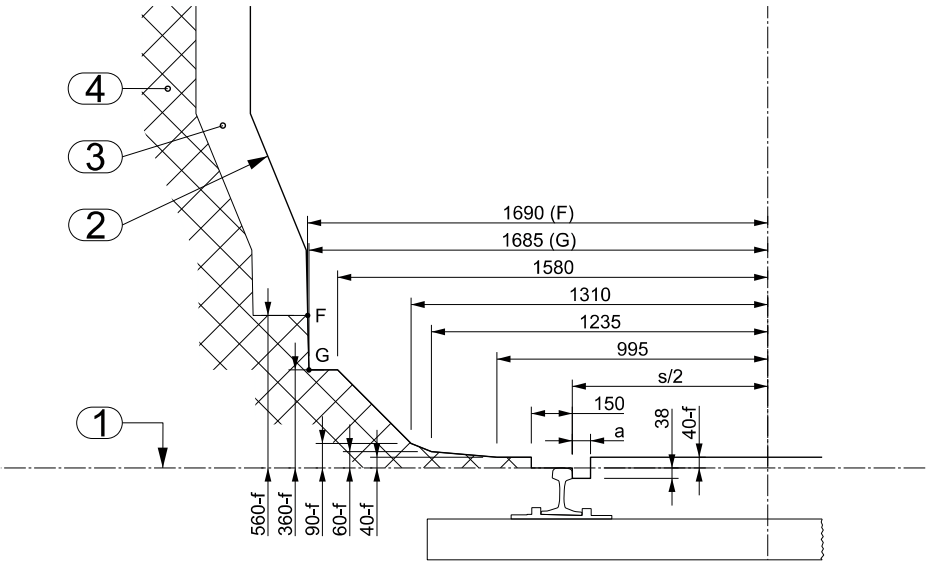
R_v	f
≥ 5000 m	0 mm
2500 m	5 mm
1650 m	10 mm
1250 m	15 mm
1000 m	20 mm

Valable pour

R	≥ 250 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm

Remarque :
Dans les parties basses, la zone I du profil d'espace libre est identique au gabarit limite des obstacles.



La valeur minimale a_{min} s'élève à :

41 mm [1] pour les contre-rails des branchements et des croisements
50 mm pour les rails à gorge
67 mm [1] pour tous les autres objets fixes

[1] Dans les courbes, a doit être augmenté de la valeur du surécartement.

Pour les éléments de construction fixés à la voie, les cotes de hauteur peuvent être majorées de 30 mm (suppression de la tolérance de hauteur Δh).
Exemple : contre-rail

Figure 6 : Gabarit limite / profil d'espace libre pour les parties basses

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

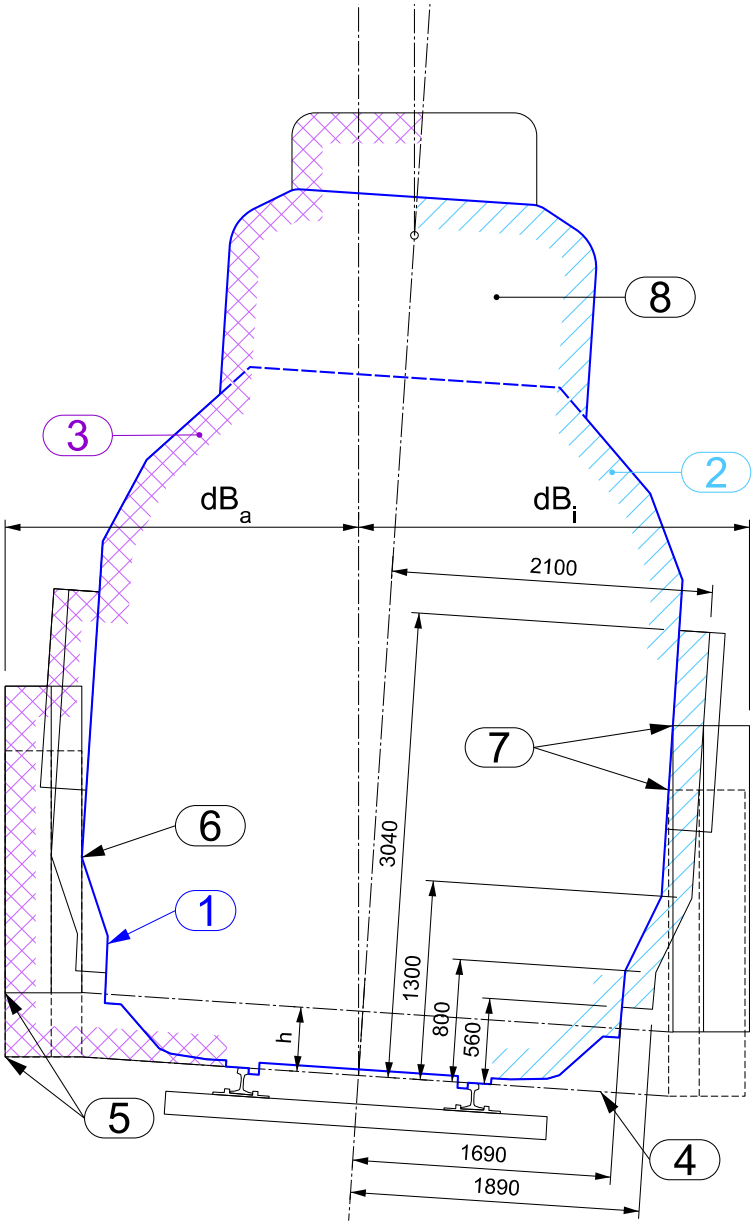
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF 1 (voir figure 2)
2	Zone I [1] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II [2] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe En règle générale OCF S2 (S1 admissible)
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et ch. 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 11
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 11

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



[1] Les empiétements des installations existantes sur la zone I doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion, en particulier lors d'un changement d'utilisation. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

[2] Les empiétements sur la zone II ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

Figure 7 : Profil d'espace libre OCF 1 (champ d'application : voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

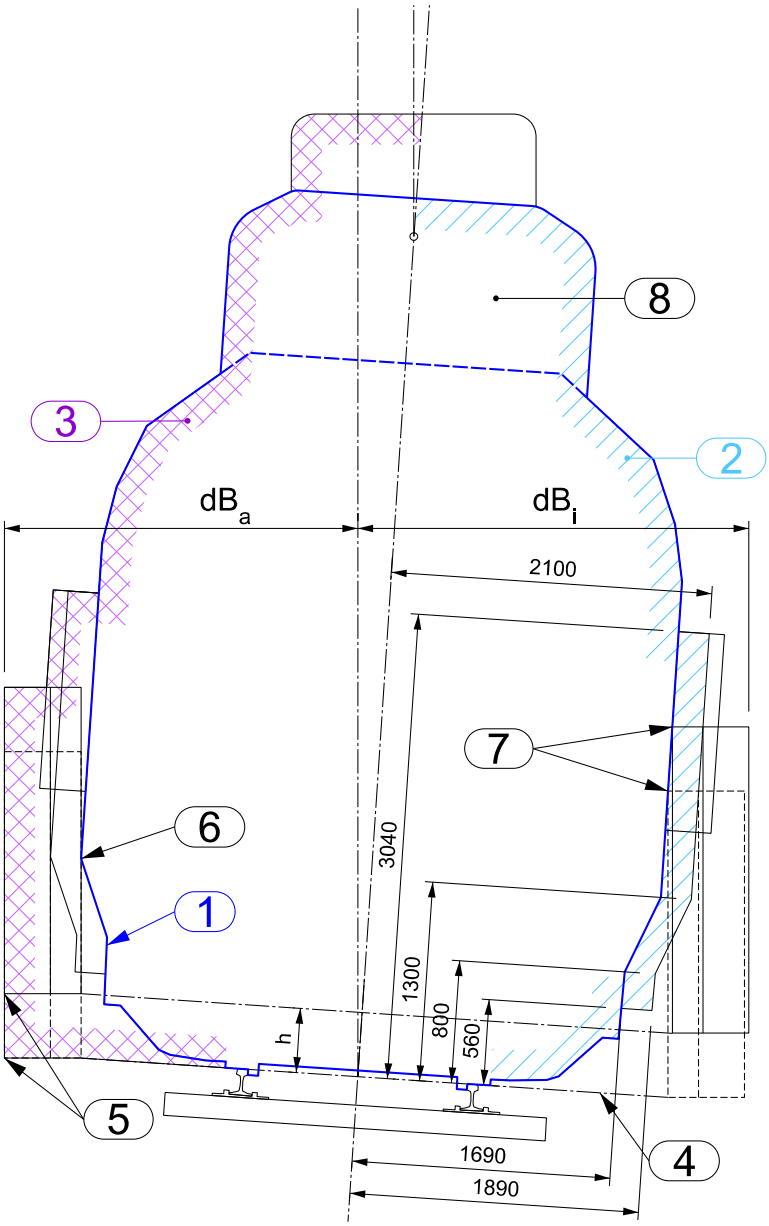
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF 2 (voir figure 3)
2	Zone I [1] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II [2] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe En règle générale OCF S2
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et ch. 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 11
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 11

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



[1] Les empiétements des installations existantes sur la zone I doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion, en particulier lors d'un changement d'utilisation. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

[2] Les empiétements sur la zone II ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

Figure 8 : Profil d'espace libre OCF 2 (champ d'application: voir DE 18.5, ch. 2)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

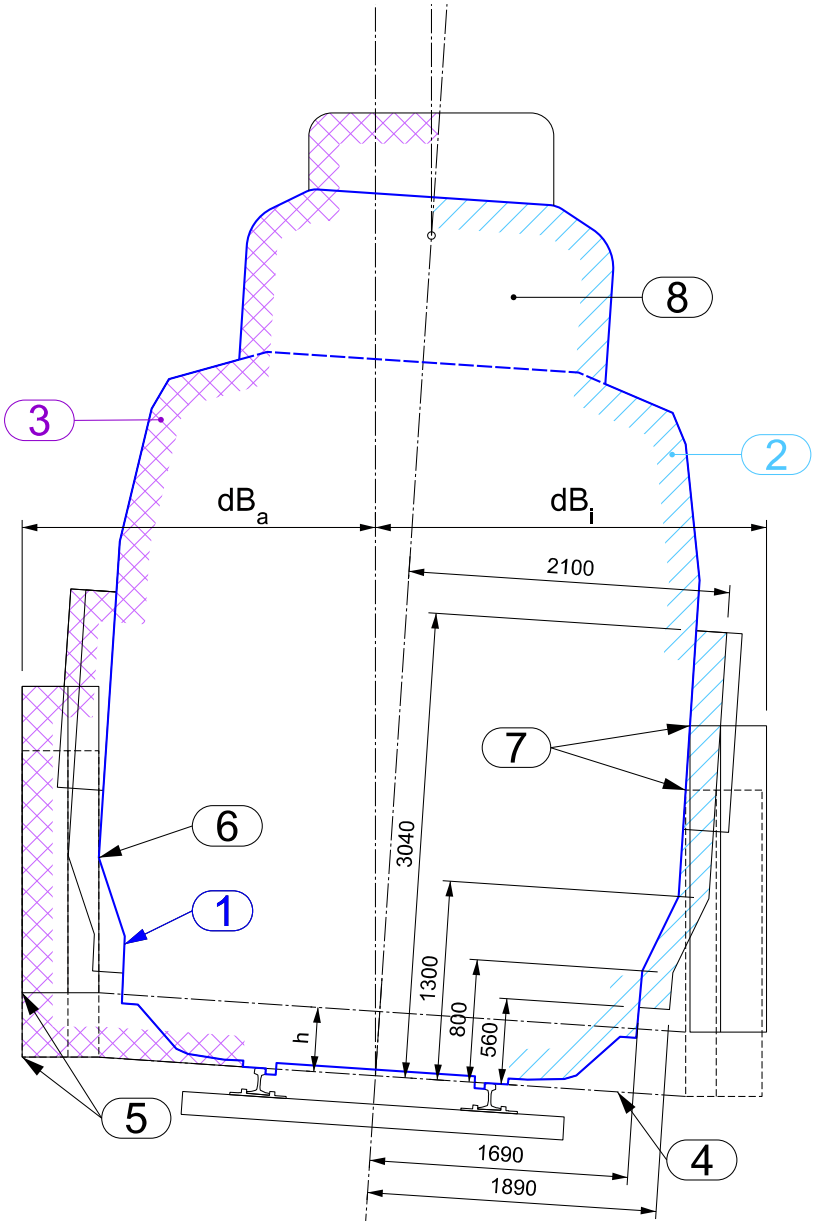
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF 3 (voir figure 4)
2	Zone I [1] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II [2] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe En règle générale OCF S2
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et ch. 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 11
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 11

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



[1] Les empiétements des installations existantes sur la zone I doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion, en particulier lors d'un changement d'utilisation. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

[2] Les empiétements sur la zone II ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

Figure 9 : Profil d'espace libre OCF 3 (champ d'application: voir DE 18.5, ch. 3)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

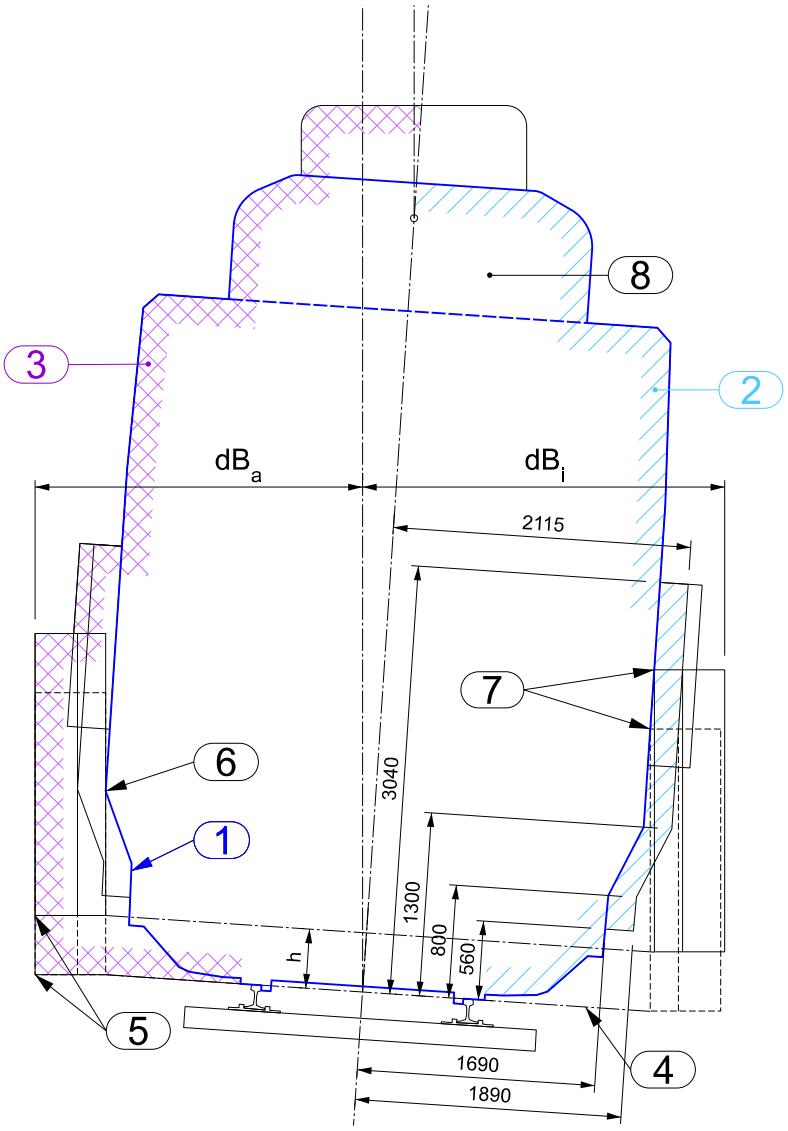
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF 4 (voir figure 5)
2	Zone I [1] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II [2] (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe En règle générale OCF S3
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et ch. 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 11
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 11

Valable pour

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



[1] Les empiétements provisoires jusqu'au gabarit limite des obstacles au maximum sont admis à certaines conditions.

[2] Les empiétements sur la zone II ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3 et 3.2.

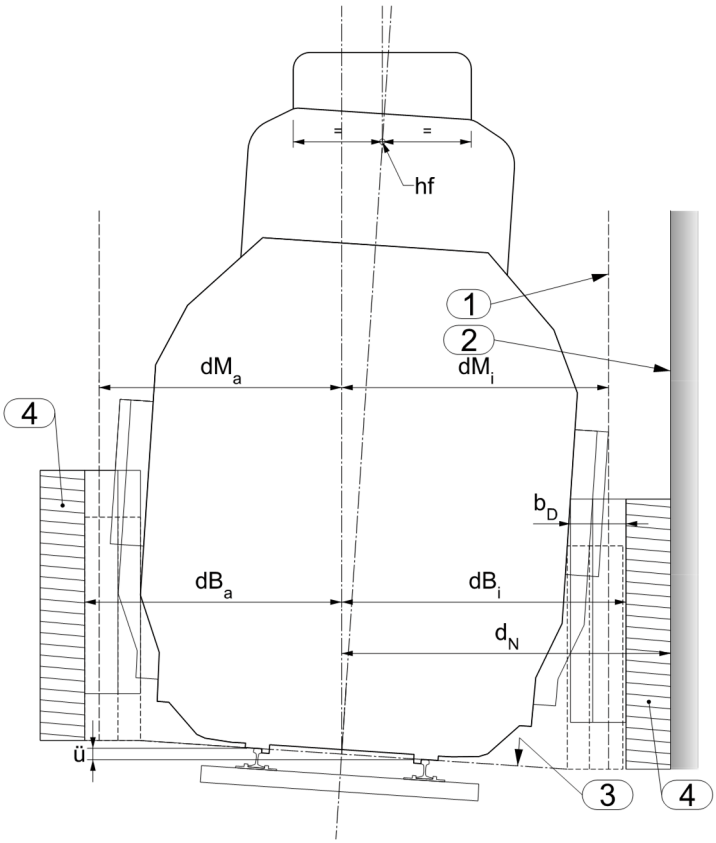
Figure 10 : Profil d'espace libre OCF 4 (champ d'application: voir DE 18.5, ch. 4)

VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	Mâts sur les champs de voies
2	Bâtiments et ouvrages d'art (constructions nouvelles)
3	PDR
4	Espaces en dehors du profil d'espace libre selon DE 18.4 (1)
ü	Dévers d
hf	Hauteur nominale du fil de contact
dM_i	Distance minimale pour mâts sur les champs de voies ou installations similaires (côté intérieur de la courbe)
dM_a	Distance minimale pour mâts sur les champs de voies ou installations similaires (côté extérieur de la courbe)
b_D	Largeur requise pour le dégagement de service selon DE 18.3, ch. 2.3.2
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe)
d_N	Distance minimale par rapport aux constructions nouvelles (bâtiments et ouvrages d'art) (1), (2)



Toutes les dimensions indiquées dans le système d'axes horizontal–vertical

(1) Les DE 27 et 28 peuvent donner lieu à des exigences supplémentaires.

(2) Les distances minimales par rapport à des constructions nouvelles (bâtiments et ouvrages d'art), notamment de tiers, doivent être fixées au cas par cas. Les distances minimales dB_i et dB_a ne doivent en aucun cas être réduites. Il faut éviter les distances inférieures à 3000 mm.

		Dévers d [mm]			
		0	50	100	150
dB_i [mm]	OCF 1 – 3	1900 + b_D	1980 + b_D	2058 + b_D	2133 + b_D
	OCF 4	1915 + b_D	1993 + b_D	2070 + b_D	2146 + b_D
dB_a [mm]	OCF 1 – 3	1900 + b_D	1856 + b_D	1810 + b_D	1761 + b_D
	OCF 4	1915 + b_D	1869 + b_D	1822 + b_D	1774 + b_D
dM_i [mm]	OCF 1 – 3	2200 (3)	2301	2399	2494
	OCF 4	2215 (3)	2313	2411	2506
dM_a [mm]	OCF 1 – 3	2200 (3)			
	OCF 4	2215 (3)			

Tableau valable pour :
- R ≥ 250 m
- id ≤ 150 mm
- Pistes horizontales ≤ 420 mm au-dessus du PDR (Valeurs calculées pour piste horizontale 420 mm au-dessus du PDR)
- Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2

(3) Des valeurs ≥ 2180 mm sont possibles dans des installations existantes.

Figure 11 : Profil d'espace libre - distances pour mâts et ouvrages

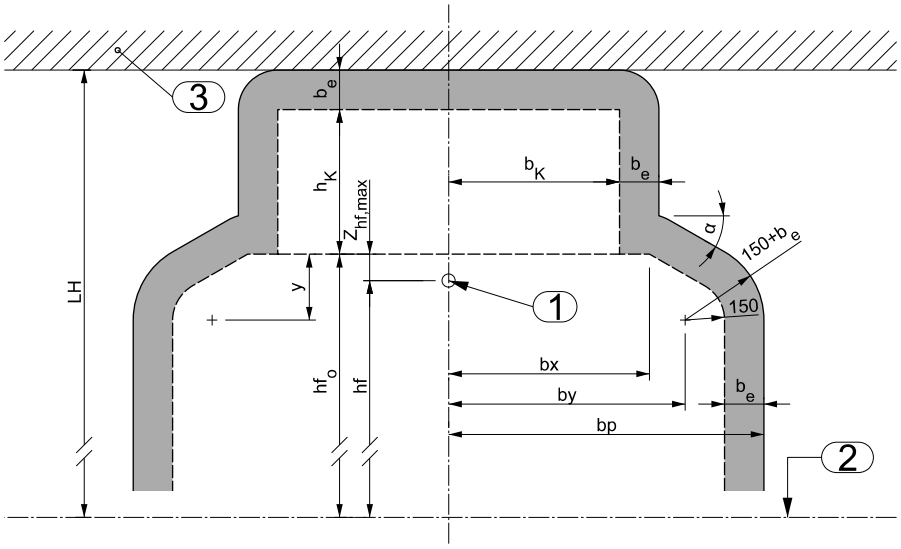
VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Légende

1	Fil de contact à la hauteur nominale
2	PDR
3	Superstructures
LH	Hauteur libre des superstructures

Dimensions en mm



Valable pour

R	≥ 250 m (1)
R_v	≥ 5000 m
id	≤ 150 mm
ed (ou d)	≤ 150 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

(1) Surlargeur en courbe pour rayons < 250 m conformément à la DE 18.2, ch. 3

Zone du pantographe	OCF S1 (A)	OCF S2 (B)	OCF S3 (C)	OCF S4 (D)
largeurs maximales d'archet à cornes isolantes	1320 mm 1450 mm	1450 mm 1600 mm	1600 mm	1950 mm
bx valeur nominale (2)	767 mm	767 mm	826 mm	1085 mm
by valeur nominale (2)	840 mm	900 mm	975 mm	1150 mm
bp valeur nominale (2)	990 mm + b_e	1050 mm + b_e	1125 mm + b_e	1300 mm + b_e
hf hauteur nominale du fil de contact **hf_o** position supérieur du fil de contact	Conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.3.3, lit. f $hf_o = hf + Z_{hf,\,max}$			
y	220 mm	250 mm	235 mm	250 mm
α	31 °	30 °	25 °	40 °

(2) Valeurs spéciales selon le calcul spécial conformément aux DE-OCF ad art. 18/47, voie normale, DE 18.2/47.2, ch. 6

Champs d'application (A) – (D):
A) OCF S1: admissible pour OCF 1
B) OCF S2: application réglementaire pour OCF 1, OCF 2, OCF 3
C) OCF S3: application réglementaire pour OCF 4
D) OCF S4: tronçons sur lesquels circulent des véhicules moteurs étrangers avec une largeur d'archet de 1950 mm. Les autres applications sont fixées au cas par cas.

Valeurs selon les DE-OCF:
b_e distance de sécurité électrique conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9

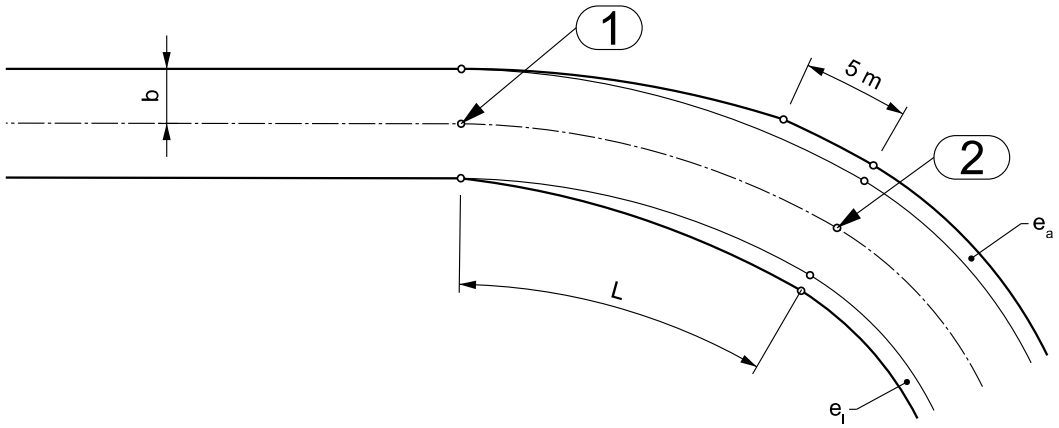
Valeurs à déterminer par le gestionnaire d'infrastructure (GI) en fonction du type de la ligne de contact et des données locales :
$Z_{hf,\,max}$ Somme des majorations conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.2.2.2
h_k (3) Hauteur de la construction de la ligne de contact
b_k (3) Demi-largeur de la construction de la ligne de contact
LH Hauteur libre des superstructures (LH = $hf_o + h_k + b_e$)
(3) dans le système d'axes horizontal–vertical (voir aussi figure 11)

Figure 12 : Espace pour le pantographe (OCF S1 à S4) et espace pour la ligne de contact aérienne

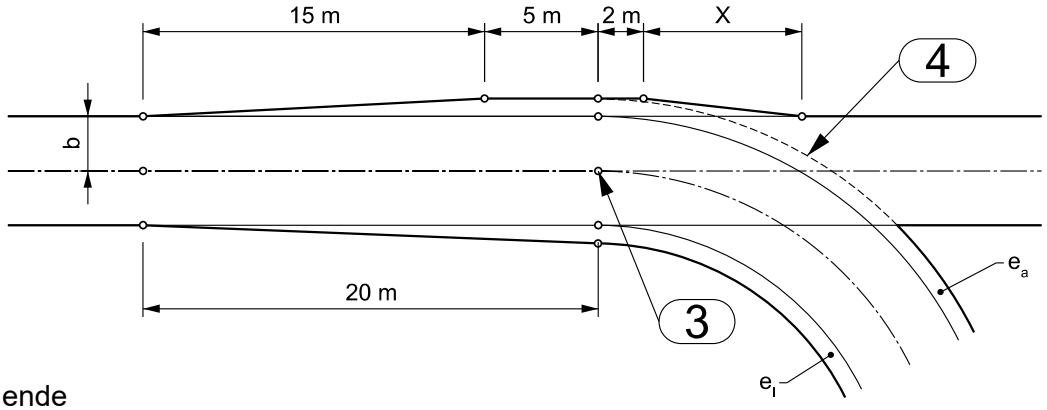
VOIE NORMALE

(DE 18, figures)

Transition de l'alignement à la courbe circulaire avec courbe de raccordement:



Transition de l'alignement à un branchement ou transition de l'alignement à la courbe circulaire sans courbe de raccordement :



Légende

1	Début de la courbe de raccordement (OR)		
2	Fin de la courbe de raccordement (FR) / Début de la courbe		
3	Début de la courbe		
4	Tracé de la surlargeur en courbe en cas de changement abrupt de courbure		
b	Demi-largeur du gabarit limite des obstacles pour des courbes R ≥ 250 m (voir figures 2 à 5)		
L	Longueur de transition du profil d'espace libre (= longueur de la courbe de raccordement, mais au minimum 20 m à partir de FR)		
e_i	Surlargeur en courbe (côté intérieur de la courbe) selon DE 18.2, ch. 3		
e_a	Surlargeur en courbe (côté extérieur de la courbe) selon DE 18.2, ch. 3		
x	Transition du profil d'espace libre	x = 7 m	Lorsque 150 m ≤ R < 185 m
		x = 6 m	Lorsque 185 m ≤ R < 250 m

Figure 13 : Variation de la surlargeur du profil d'espace libre

VOIE MÉTRIQUE

DE 18.1

1 Profil d'espace libre

1.1 Le profil d'espace libre (conception selon DE 18, figures, figure 1) englobe les espaces au-dessus et à côté de la voie. Il se compose de l'espace circonscrit par le gabarit limite des obstacles et des espaces de sécurité du profil d'espace libre conformément aux DE 18.3. En principe, il y a lieu d'appliquer les profils d'espace libre conformément aux DE 18, figures, figures 5 - 7.

1.1.1 Les autres espaces de sécurité destinés au personnel et à des tiers ainsi que les espaces requis à des fins techniques et d'exploitation spéciales sont régis par les DE 18.4.

1.1.2 La **zone I** (voir DE 18, figures, figures 5 - 7) comprend:
- l'espace circonscrit par le gabarit limite des obstacles
- le dégagement pour portes ouvertes (y c. dégagement réduit à la hauteur des fenêtres)

La **zone II** (voir DE 18, figures, figures 5 - 7) comprend:
- la zone I
- le dégagement à la hauteur des fenêtres
- le dégagement d'évacuation
- le dégagement de service à la largeur requise
- l'espace entre le dégagement d'évacuation ou de service et la zone I dans les parties basses
- l'espace pour la ligne de contact aérienne

1.2 Sauf mention contraire, toutes les cotes se rapportent à la position de la voie selon le tracé défini géométriquement (niveau théorique, position repérée de la voie) et au système d'axe du profil d'espace libre. Celui-ci est défini par la droite reliant le niveau supérieur des rails (plan de roulement) et l'axe de la voie qui lui est perpendiculaire (voir DE 18, figures, figure 1).

1.3 Abréviations utilisées dans le domaine de la construction de la voie et du comportement dynamique :

f_d	écart de dévers
R	rayon de courbe circulaire
R_V	rayon de raccordement vertical (de changement d'inclinaison)
PDR	Plan de roulement
e	écartement des rails
t_1	tolérance de déplacement latéral de la voie par rapport au tracé défini géométriquement
d	dévers
id	insuffisance de dévers
ed	excès de dévers
Δh	tolérance de hauteur de la voie par apport au tracé défini géométriquement

VOIE MÉTRIQUE

DE 18.2

1 Gabarit limite des obstacles

1.1 Le gabarit limite des obstacles (valeur nominale voir DE 18, figures, figures 2 - 4) est le contour minimum nécessaire pour le passage des véhicules, compte tenu d'un comportement des véhicules défini (conformément aux DE-OCF ad art. 18/47, voie métrique, DE 18.2/47.2).

1.1.1 Il est déterminé à partir du contour de référence ; celui-ci est traité dans une disposition d'exécution particulière et commune ad art. 18.2/47.2, voie métrique.

1.1.2 La valeur nominale tient compte des rayons de raccordement vertical, des dévers et des insuffisances de dévers conformément aux DE 18, figures, figures 2 - 4, des tolérances des défauts de géométrie de la voie (conformément au ch. 2) ainsi que de la distance de sécurité électrique dans la zone du pantographe.

1.1.3 Dans les courbes, il faut tenir compte des variations de la surlargeur du profil d'espace libre conformément aux DE 18, figures, figure 10 et des extensions (surlargeur en courbe) conformément au ch. 3.

1.1.4 Dans des cas isolés motivés, notamment concernant des constructions et des installations existantes et lorsque le respect de la valeur nominale entraînerait une dépense disproportionnelle, l'OFT peut approuver le calcul du gabarit limite des obstacles effectué sur la base des caractéristiques effectives de la voie (valeur spéciale, valeur exceptionnelle ; voir commentaire n° 3 de l'OCF, KOM EBV 3).

1.1.5 Pour les voies de raccordement et les installations d'entretien appartenant au chemin de fer, le gabarit limite des obstacles peut être calculé sur la base de la géométrie effective de la voie (valeur spéciale).

1.2 Pour les constructions et les installations fixes, le gabarit limite constitue un espace minimum. Il doit aussi être respecté pour les constructions temporaires destinées aux équipements de technique ferroviaire.

1.3 Les parties nécessaires au fonctionnement de la ligne contact aérienne peuvent empiéter dans l'espace pour le pantographe à condition qu'elles aient le même potentiel électrique que la ligne de contact aérienne et qu'a aucun moment un contact mécanique puisse être établi avec le pantographe.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2)

2 Tolérances des défauts de géométrie de la voie

2.1 Les valeurs nominales et spéciales du gabarit limite des obstacles sont calculées compte tenu des tolérances de construction et d'entretien de la voie suivantes :

Nivellement	tolérance de hauteur Δh de la voie par apport au tracé défini géométriquement (position théorique de la voie [repérage]) : Δh = + 50 mm / - 20 mm
Position latérale	tolérance de déplacement latéral de la voie par rapport au tracé défini géométriquement (position théorique de la voie [repérage]) : $t_1 = \pm 25$ mm
Inclinaison latérale / dévers	écart de dévers maximal admissible : $f_d = \pm 15$ mm
Écartement	écartement maximal admissible s (y c. surécartement) : $s_{max} \leq 1030$ mm

3 Surlargeur en courbe

3.1 Dans les courbes, les demi-largeurs du gabarit limite des obstacles respectivement du profil d'espace libre seront majorées des valeurs suivantes en ce qui concerne e_i et e_a:

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2)

Gabarit limite des obstacles et profil d'espace libre	Hauteur au-dessus du PDR en mm	Surlargeur en courbe e en m côté intérieur (e_i) côté extérieur (e_a)
A Véhicules moteurs et wagons DE 18, figures, figures 2 et 5	0 jusqu'à + 180	$\frac{12{,}5}{R}$
	Au-dessus de + 180	$\frac{25}{R}$
B Bogies transporteurs DE 18, figures, figures 3 et 6	0 jusqu'à + 180	$\frac{12{,}5}{R}$
	+ 180 jusqu'à H+100	$\frac{25}{R}$
	H+100 jusqu'à H+4'580	Par analogie à la voie normale (DE 18.2, voie normale, ch. 3)
Trucks transporteurs avec véhicules à voie normale à 4 essieux DE 18, figures, figures 3 et 6	0 jusqu'à + 180	$\frac{12{,}5}{R}$
	+ 180 jusqu'à H+100	$\frac{25}{R}$
	H+100 jusqu'à H+4'580	$\frac{40}{R}$ $\frac{25}{R}$
Trucks transporteurs avec véhicules à voie normale à 2 essieux DE 18, figures, figures 3 et 6	0 jusqu'à + 180	$\frac{12{,}5}{R}$
	+ 180 jusqu'à H+100	$\frac{25}{R}$
	H+100 jusqu'à H+4'580	$\frac{25}{R}$
C Tramways DE 18, figures, figures 4 et 7	Toute la hauteur	$\frac{5{,}7}{(R - 1{,}3)}$ $\frac{11{,}25}{(R + 2{,}7)}$

Légende

R	Rayon de la courbe en m
H	Différence de hauteur entre les PDR de la voie normale et de la voie métrique en mm
e	Surlargeur en courbe en m e_i côté intérieur de la courbe e_a côté extérieur de la courbe

VOIE MÉTRIQUE

DE 18.3

1 Dégagement à la hauteur des fenêtres

1.1 Le dégagement à la hauteur des fenêtres doit être tenu libre comme suit par rapport aux constructions et aux installations fixes:

1.1.1 En lien avec le dégagement de service respectivement d'évacuation et le dégagement pour portes ouvertes : en tant qu'espace minimal destiné au personnel de manœuvre se tenant sur le marchepied de manœuvre latéral.

1.1.2 Sur toutes les voies sur lesquelles peuvent circuler des véhicules occupés (locomotives, wagons…) dont les fenêtres peuvent s'ouvrir de plus de 0,20 m.

1.2 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.2.

2 Dégagement de service

2.1 Le dégagement de service permet au personnel de cheminer ou de stationner à l'abri des trains en marche.

2.2 Au moins un dégagement de service à la largeur requise doit être accessible directement sans qu'il soit nécessaire de franchir une autre voie ou un obstacle.

2.2.1 Si le dégagement de service n'est aménagé que d'un côté de la voie, ce côté doit être identifiable. Il faut éviter de le faire passer d'un côté à l'autre.

2.3 Aménagement du dégagement de service

2.3.1 Le dégagement de service est conçu verticalement.

2.3.2 La largeur minimale requise pour le dégagement de service compte tenu de la vitesse est fixée aux DE-OCF ad art. 19, DE 19.3, ch. 2.

2.3.3 Au droit des obstacles d'une longueur inférieure à 1,50 m, le dégagement de service peut être ramené aux dimensions du dégagement d'évacuation. La zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2) et le dégagement à la hauteur des fenêtres doivent être maintenus.

2.3.4 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.3.

2.4 Dans les tunnels et galeries existants sans dégagement de service, il faut au moins que la zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2) et le dégagement d'évacuation soient disponibles ainsi que l'espace entre le dégagement d'évacuation et la zone I des parties basses. De plus il faut prévoir des mesures particulières pour assurer la sécurité du personnel occupé dans le tunnel (voir aussi DE-OCF ad art. 28, DE 28.2, ch. 1).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.3)

2.5 Sur les tronçons utilisés exclusivement par des tramways, on peut renoncer au dégagement de service si les voies

2.5.1 ne sont pas séparées du reste du trafic routier ou

2.5.2 sont séparées de l'espace routier tout en étant facilement accessibles depuis celui-ci.

3 Dégagement d'évacuation

3.1 Le dégagement d'évacuation doit permettre le passage le long des trains à l'arrêt. Il faut tenir compte de la possibilité d'utiliser des véhicules dont les portes ou les marchepieds ouverts dépassent les parois (voir ch. 4) et empiètent en partie sur le dégagement d'évacuation.
Ce dégagement est conçu verticalement et doit être tenu libre au droit de toutes constructions et installations fixes.

3.2 Les obstacles qui peuvent être enjambés, tels que des signaux nains et des lanternes d'aiguille, sont admis s'ils n'empêchent pas l'évacuation.

3.3 Les quais de chargement sont soumis à des dispositions particulières.

3.4 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.4.

4 Dégagement pour portes ouvertes

4.1 Au droit de constructions et d'installations fixes, le dégagement nécessaire à l'ouverture des portes et au déplacement de véhicules dont les portes sont ouvertes et les marchepieds déployés (dépassement du contour de référence conformément aux DE-OCF ad art. 47, voie métrique, DE 47.2, ch. 4) doit être tenu libre.

4.1.1 Le dégagement pour portes ouvertes inclut le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres.

4.2 La disposition et les dimensions sont fixées au ch. 6.1 et au ch. 6.5.

5 Espace pour la ligne de contact aérienne

5.1 L'espace pour la ligne de contact aérienne sert à l'installation de la ligne de contact aérienne. La disposition et les dimensions sont décrites aux DE 18, figures, figure 9.

6 Disposition et dimensions des espaces de sécurité

6.1 La disposition des espaces de sécurité est présentée aux DE 18, figures, figure 1.
Toutes les hauteurs se rapportent au niveau piqueté de la voie (= hauteur nominale de la voie, position repérée de la voie).

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.3)

6.2 Dégagement à la hauteur des fenêtres

6.2.1 Dimensions pour les voies sur lesquelles peuvent circuler des véhicules occupés (locomotives, wagons, etc.) :

Limite supérieure h_F = 3,04 m au-dessus du PDR

Limite inférieure h_F = 1,66 m au-dessus du PDR

Largeur minimale b_{Fmin} = 0,30 m

6.2.2 Dégagement réduit à la hauteur des fenêtres (voir DE 18.5, ch. 2.3 (1)):

Largeur minimale $b_{Fred,min}$ = 0,20 m

(1) Un dégagement réduit à la hauteur des fenêtres est possible dans des cas tels que les tunnels, les longs murs de soutènement et d'autres ouvrages similaires mais, en règle générale, pas au droit d'objets isolés tels que les mâts des signaux, les mâts de la ligne de contact etc. En règle générale, les objets isolés existants qui ne permettent que le dégagement réduit à hauteur des fenêtres doivent être signalés conformément aux PCT (signaux).

6.3 Espace pour le dégagement de service

6.3.1 Toutes les dimensions indiquées sont dans le système de coordonnées horizontal–vertical, voir aussi DE 18, figures, figure 1.

6.3.2 Dimensions

Largeur minimale :	dégagement de service simple	b_{Dmin} = 0,50 m (1)
	dégagement de service élargi	b_{Dmin} = 0,70 m (1)
	dégagement de service simple dédoublé	b_{Dmin} = 1,00 m (1)
	dégagement de service simple plus dégagement de service élargi	b_{Dmin} = 1,20 m

Restriction admissible du côté opposé à la voie (par ex. garde-corps) pour
$h \leq 1{,}00$ m : $b_D \geq b_{Dmin} - 0{,}10$ m

(1) Si la largeur requise pour le dégagement de service ne peut pas être respectée entre une voie et un obstacle fixe, il faut prévoir des mesures supplémentaires, telles que :

- possibilités particulières d'évitement pour le personnel (niches, baies de stationnement etc.),
- implantation à l'écart de la voie du dégagement de service (le cas échéant avec des mesures d'exploitation),
- mains-courantes.

Hauteur $h_D \geq 2{,}00$ m au-dessus de la piste horizontale (hauteur minimale : 2,00 m au-dessus du PDR)

6.3.3 Hauteur de la piste horizontale: ≤ 0,42 m au-dessus du PDR
Lorsque la hauteur dépasse 0,30 m, des marches sont requises.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.3)

6.4 Espace pour le dégagement d'évacuation

6.4.1 Toutes les dimensions indiquées sont dans le système de coordonnées horizontal–vertical, voir aussi DE 18, figures, figure 1.

6.4.2 Dimensions

Largeur minimale	b_{Smin} = 0,20 m
Hauteur	$h_S \geq$ 2,00 m au-dessus de la piste horizontale (hauteur minimale 2,00 m au-dessus du PDR)

6.4.3 Hauteur de la piste horizontale: ≤ 0,42 m au-dessus du PDR
Lorsque la hauteur dépasse 0,30 m, des marches sont requises.

6.5 Dégagement pour portes ouvertes

Limite supérieure	h = 3,04 m au-dessus du PDR
Limite inférieure	h = 0,42 m au-dessus du PDR (1) (1) En accord avec l'OFT, une autre limite inférieure peut être fixée en fonction de la bordure de quai
Largeur	20 cm en dehors du gabarit limite des obstacles, c'est-à-dire distance par rapport à l'axe de la voie : OCF A : De 1,67 m à 1,85 m plus e (voir DE 18, figures, figure 5) OCF C : De 1,42 m à 1,60 m plus e (voir DE 18, figures, figure 7)

<u>DE 18.4</u>

1 Les autres espaces de sécurité destinés au personnel ou à des tiers sont fixés au cas par cas et notamment compte tenu des DE-OCF ad art. 19, DE 19.3 et DE 19.4.

2 Les espaces requis à des fins particulières techniques ou d'exploitation doivent être fixés au cas par cas. Il s'agit en particulier des
- espaces de sécurité électrique supplémentaires,
- espaces requis pour la construction de la ligne de contact et de sa suspension,
- réserves de relèvement de la superstructure,
- espaces pour la visibilité des signaux,
- espaces pour le déblaiement de la neige,
- espaces pour transports extraordinaires avec engagement du gabarit,
- espaces destinés à l'entretien, y c. l'entreposage de matériaux de construction, ainsi que des
- espaces de travail en dehors du profil d'espace libre (par ex. nettoyage de bâtiments à proximité de la voie et travaux sur ces bâtiments).

VOIE MÉTRIQUE

DE 18.5

1 Profil d'espace libre minimal et gabarit limite des obstacles pour nouvelles installations

1.1 Les profils d'espace libre et les gabarits limites des obstacles suivants sont applicables aux nouvelles installations et aux transformations importantes :

1.1.1 OCF A : DE 18, figures, figures 2 et 5 valable pour les chemins de fer à voie métrique à adhérence, à crémaillère et mixtes;

1.1.2 OCF B : DE 18, figures, figures 3 et 6 valable pour les chemins de fer à adhérence, à crémaillère et mixtes utilisant des trucks ou des bogies transporteurs;

1.1.3 OCF C : DE 18, figures, figures 4 et 7 valable pour les tramways.

2 Profil d'espace libre et gabarit limite des obstacles pour les installations existantes

2.1 Par souci d'uniformisation, les profils d'espace libre et les gabarits limites des obstacles correspondants aux DE 18, figures, figures 2 - 7 devraient également être appliqués aux installations existantes.

2.1.1 En accord avec l'Office fédéral des transports, les chemins de fer peuvent cependant fixer des profils d'espace libre et des gabarits limites des obstacles dérogeant aux DE 18, figures, figures 2 – 7.

2.2 Lors de transformations de constructions et d'installations et lors de la pose de nouveaux éléments d'installation, il y a lieu d'appliquer, en règle générale, le profil d'espace libre et le gabarit limite des obstacles conformément au ch. 1.1.

2.3 Toutes les installations qui ne satisfont pas au ch. 1.1 doivent respecter un profil d'espace libre réduit enveloppant la zone I (y c. le dégagement réduit à la hauteur des fenêtres, voir DE 18.3, ch. 6.2.2) et le dégagement d'évacuation.

2.3.1 Les empiètements d'ouvrages et installations existants sur ce profil réduit doivent être enregistrés dans une « liste des empiètements sur le profil d'espace libre ». Ils doivent faire l'objet d'une surveillance particulière et être éliminés à la première occasion.

3 Cas particuliers

3.1 Dans des cas particuliers et pour tenir compte des besoins spécifiquement ferroviaires, il est possible de fixer des profils d'espace libre spéciaux avec des gabarits limites des obstacles correspondants.

VOIE MÉTRIQUE

DE 18, figures

Légende

1	Espace pour véhicules et chargements
2	Espace du pantographe
3	Espace pour la ligne de contact aérienne
4	Gabarit des véhicules, resp. des chargements et du pantographe
5	Encombrement dû aux caractéristiques du véhicule et au jeu des essieux, à respecter par le constructeur
6	Contour de référence
7	Élargissement dû à la géométrie et à la position de la voie, à respecter par le gestionnaire d'infrastructure (service des travaux)
8	Gabarit limite des obstacles
9	Dégagement d'évacuation (largeur b_S)
h	Hauteur de la piste

10	Dégagement à la hauteur des fenêtres (largeur b_F)
11	Dégagement de service à la largeur requise (largeur b_D)
12	Dégagement pour portes ouvertes
13	Espace entre le dégagement d'évacuation et la zone I dans les parties basses
14	Profil d'espace libre (gabarit limite des obstacles et espaces de sécurité du profil d'espace libre)
15	PDR
16	Système d'axes du profil d'espace libre
17	Système d'axes horizontal–vertical
18	Origine du système d'axe
b_e	Distance de sécurité électrique

Ce dessin ne tient pas compte des espaces supplémentaires (voir DE 18.4) pour
- la visibilité des signaux,
- la réserve de relèvement de la superstructure,
- le déblaiement de la neige,
- les transports hors gabarit, etc.

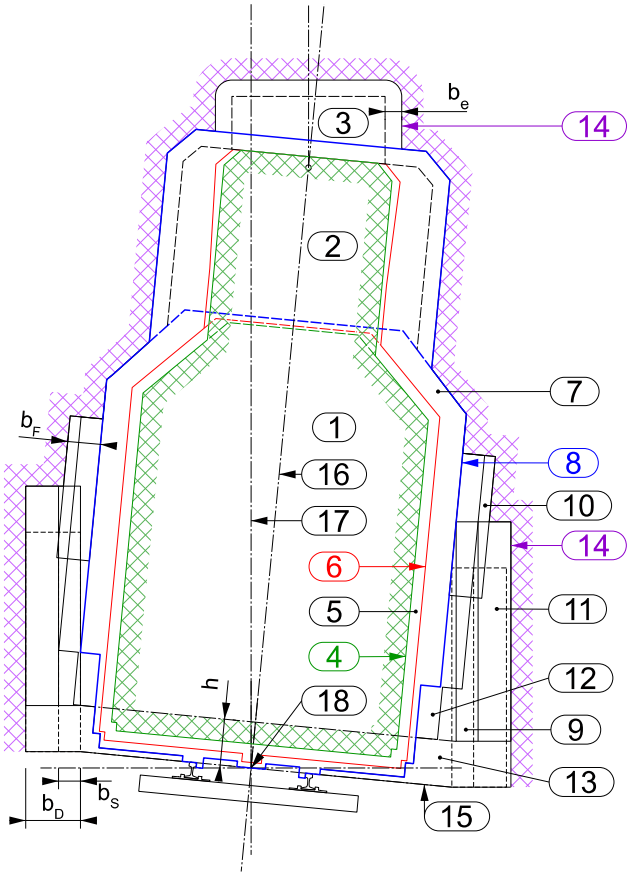


Figure 1 : Constitution du profil d'espace libre y c. positionnement des espaces de sécurité

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

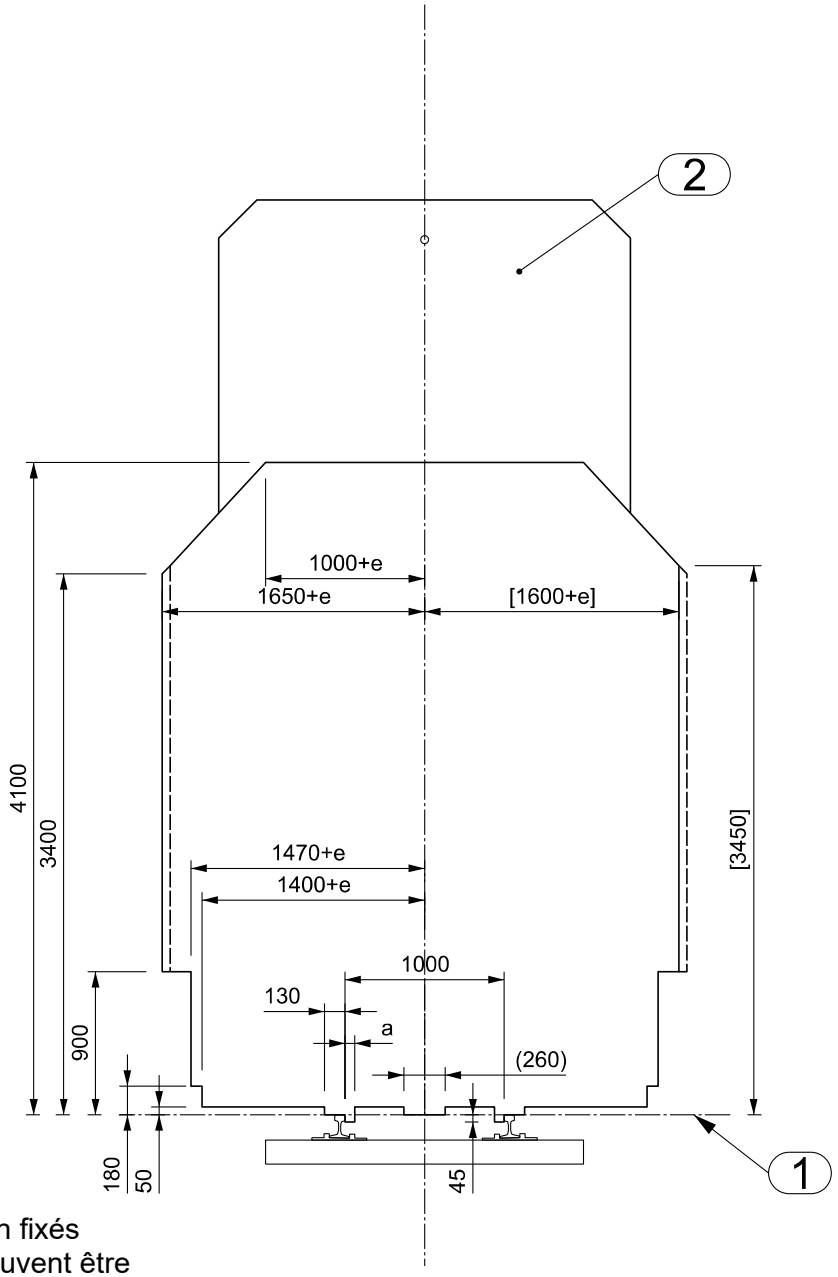
Légende

1	PDR
2	Espace pour le pantographe: voir figure 9
a	60 mm à l'exception des éléments de la superstructure
e	Surlargeur en courbe selon DE 18.2 ch. 1.1.3
[ ]	Gabarit limite des obstacles contigu à celui d'une voie voisine
( )	Pour les lignes sur lesquelles des véhicules à crémaillère sont autorisés à circuler

Valable pour

R_v	≥ 500 m
id	≤ 99 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



Pour les éléments de construction fixés à la voie, les cotes de hauteur peuvent être majorées de 30 mm au plus (suppression de la tolérance de hauteur Δh).
Exemple : contre-rail

Figure 2 : Gabarit limite des obstacles OCF A (Champ d'application : voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

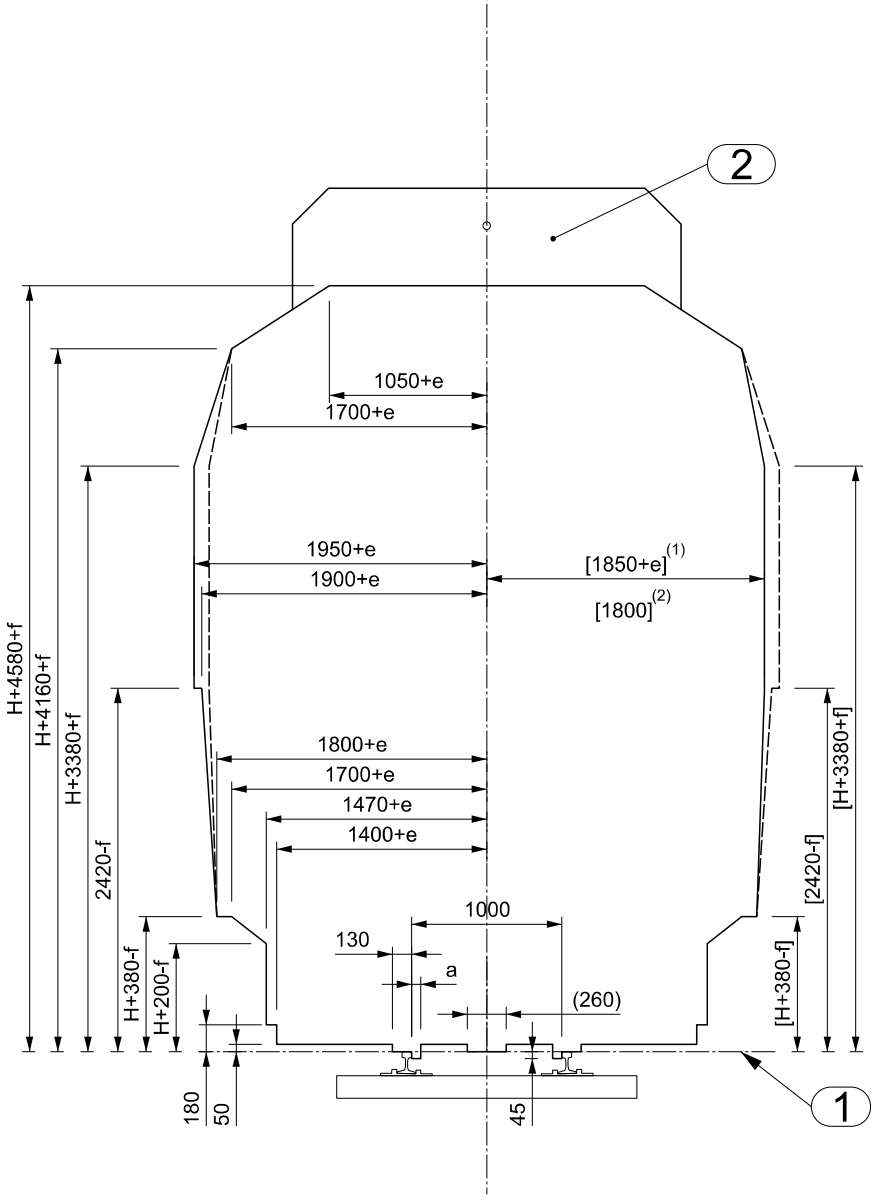
(DE 18, figures)

Légende

1	PDR
2	Espace pour le pantographe: voir figure 9
H	Différence de hauteur entre les PDR de la voie normale et de la voie métrique
a	60 mm à l'exception des éléments de la superstructure
e	Surlargeur en courbe selon DE 18.2, ch. 1.1.3
f	Adaptation de la hauteur pour les raccordements verticaux convexes et concaves
[ ]	Gabarit limite des obstacles contigu à celui d'une voie voisine
( )	Pour les lignes sur lesquelles des véhicules à crémaillère sont autorisés à circuler

Valable pour

id	≤ 107 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	



Dimensions en mm

(1) dans les courbes
(2) en alignement

Adaptation de la hauteur pour les raccordements verticaux convexes et concaves

$$f = \frac{50000}{R_V}$$

f [mm]

R_V [m]

Pour les éléments de construction fixés à la voie, les cotes de hauteur peuvent être majorées de 30 mm au plus (suppression de la tolérance de hauteur Δh)
Exemple : contre-rail

Figure 3 : Gabarit limite des obstacles OCF B (Champ d'application : voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

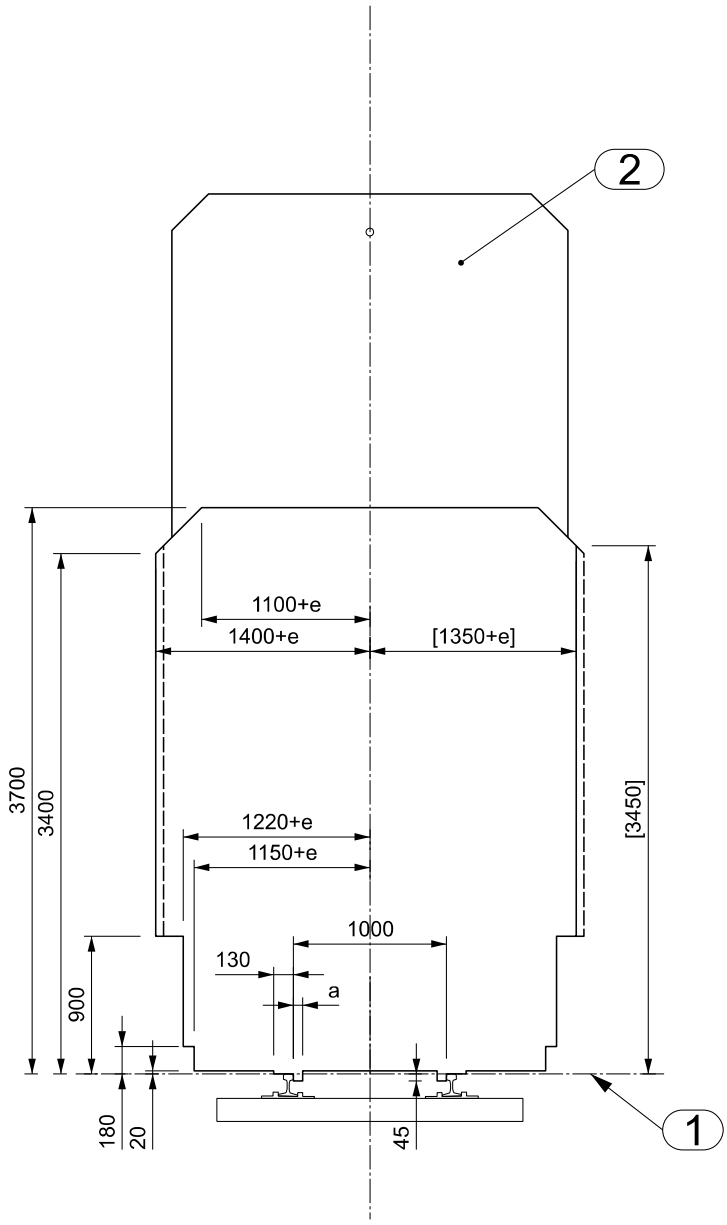
Légende

1	PDR
2	Espace pour le pantographe: voir figure 9
a	60 mm à l'exception des éléments de la superstructure
e	Surlargeur en courbe selon DE 18.2, ch. 1.1.3
[ ]	Gabarit limite des obstacles contigu à celui d'une voie voisine

Valable pour

R_v	≥ 300 m
Id	≤ 99 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



Remarque:
Ce gabarit limite des obstacles est basé sur un contour de référence résultant d'un véhicule dont la caisse a une largeur de 2,2 m.

Pour les éléments de construction fixés à la voie, les cotes de hauteur peuvent être majorées de 30 mm au plus (suppression de la tolérance de hauteur Δh)
Exemple : contre-rail

Figure 4 : Gabarit limite des obstacles OCF C (Champ d'application: voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

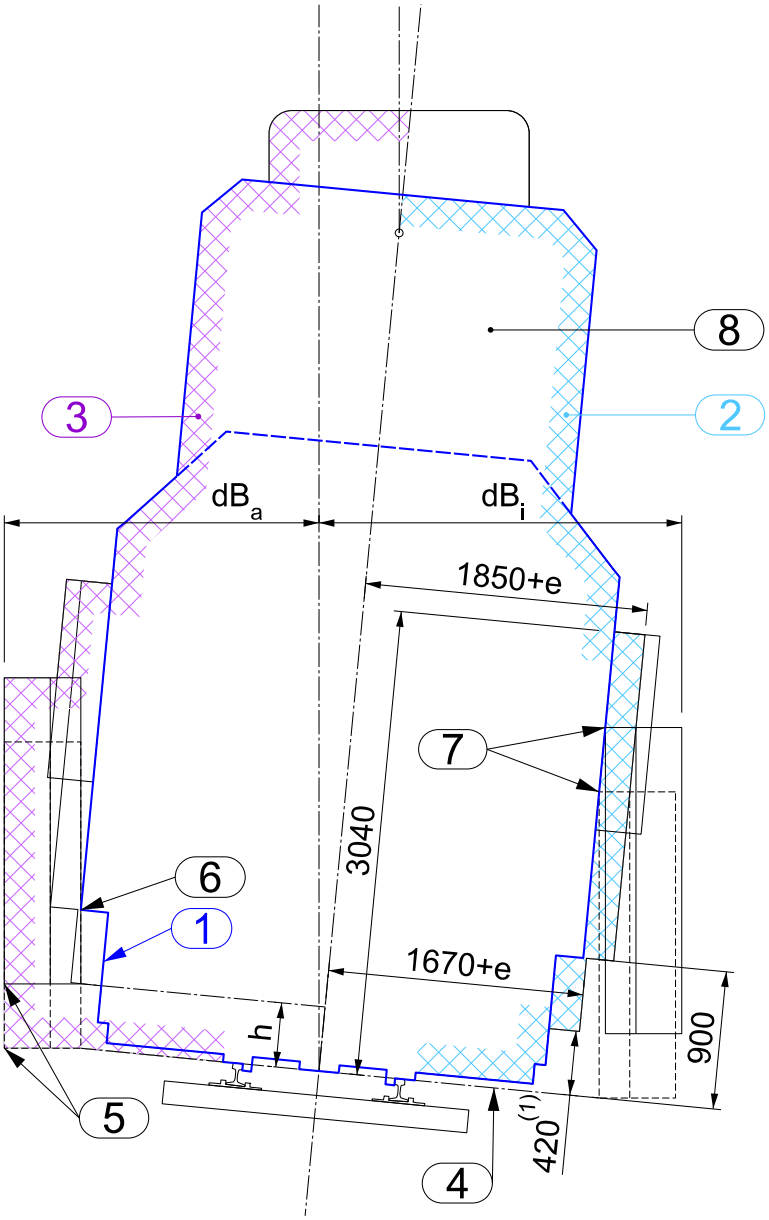
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF A (voir figure 2)
2	Zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizonale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe: voir figure 9
e	Surlargeur en courbe selon DE 18.2, ch. 1.1.3
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 8
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 8

Valable pour

R_v	≥ 500 m
id	≤ 99 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



(1) voir également DE 18.3, ch.6.5

Zone I : Les empiétements des installations existantes doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

Zone II : Les empiétements ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

Figure 5 : Profil d'espace libre OCF A (Champ d'application: voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

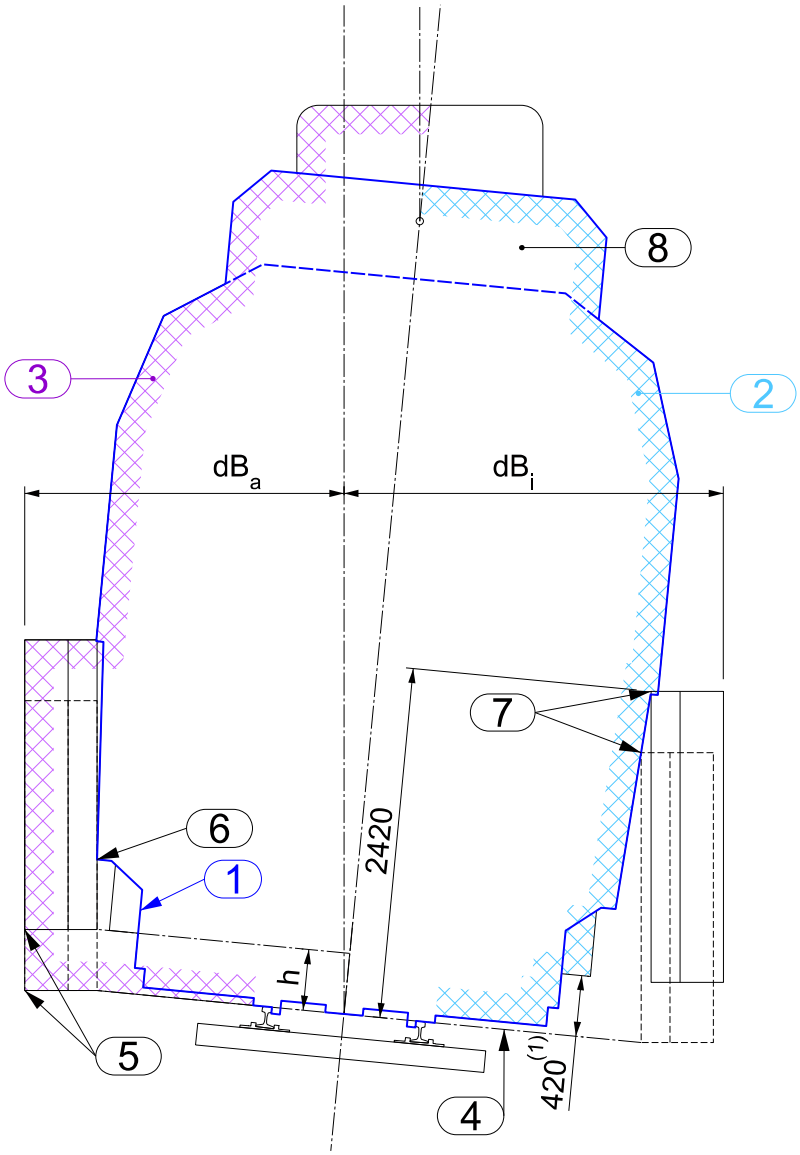
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF B (voir figure 3)
2	Zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe: voir figure 9
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 8
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 8

Valable pour

R_v	∞ (2)
id	≤ 107 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

(2) Correction de hauteur voir figure 3



(1) voir également DE 18.3, ch. 6.5

Dimensions en mm

Zone I : Les empiétements des installations existantes doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

Zone II : Les empiétements ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

Figure 6 : Profil d'espace libre OCF B (Champ d'application: voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

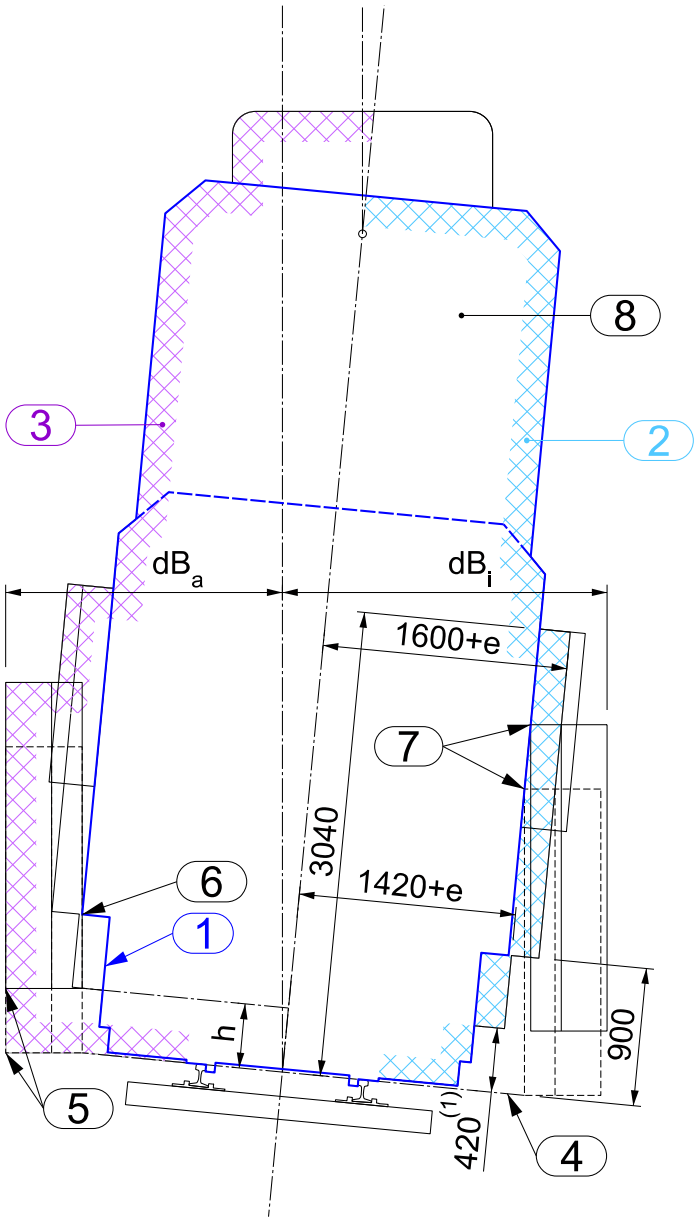
Légende

1	Gabarit limite des obstacles OCF 3 (voir figure 4)
2	Zone I (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
3	Zone II (voir DE 18.1, ch. 1.1.2)
4	PDR
5	Piste horizontale
6	Point déterminant pour le calcul dB_a
7	Point déterminant pour le calcul dB_i (dépend de h)
8	Espace pour le pantographe: voir figure 9
e	Surlargeur en courbe selon DE 18.2, ch. 1.1.3
h	Hauteur de la piste horizontale (voir DE 18.3, ch. 6.3.3 et 6.4.3)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe), voir figure 8
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe), voir figure 8

Valable pour

R_v	≥ 300 m
id	≤ 99 mm
ed (ou d)	≤ 105 mm
Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2	

Dimensions en mm



(1) voir également DE 18.3, ch. 6.5

Zone I : Les empiétements des installations existantes doivent être enregistrés et éliminés à la prochaine occasion. Les empiétements provisoires au maximum jusqu'au gabarit limite des obstacles sont admis sous certaines conditions.

Zone II : Les empiétements ne sont en principe admissibles que s'ils font l'objet d'une homologation de série ou d'une approbation en cas particulier dans le cadre de l'approbation des plans et au maximum jusqu'à la zone I. Font exception les cas spéciaux décrits aux DE 18.3, ch. 2.3.3, 2.4 et 3.2.

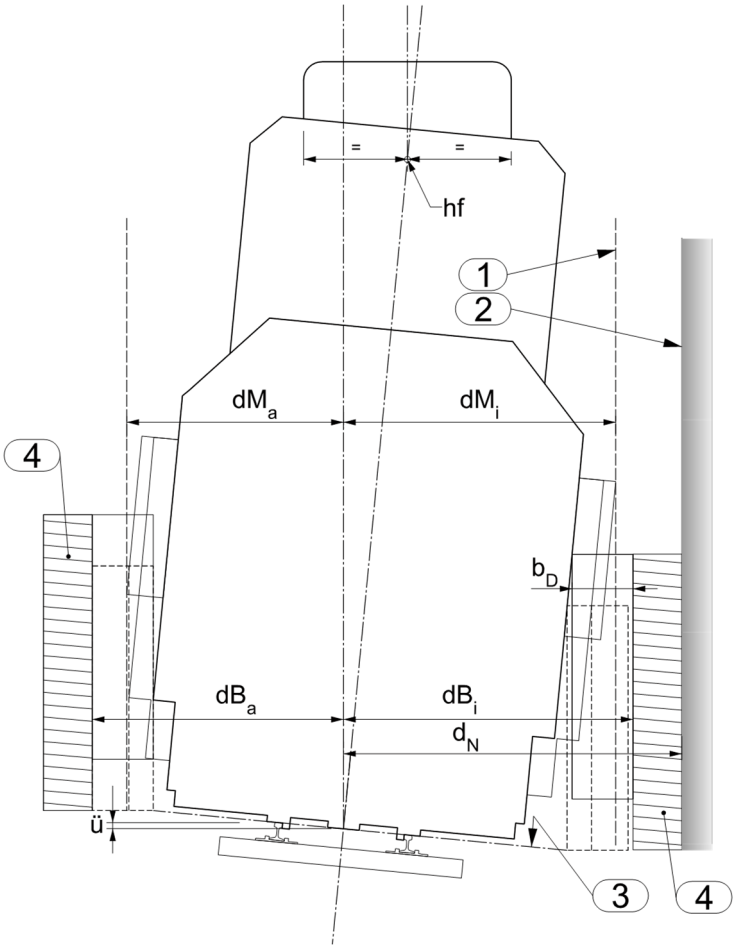
Figure 7 : Profil d'espace libre OCF C (Champ d'application: voir DE 18.5, ch. 1)

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

Légende

1	Mâts sur les champs de voies
2	Bâtiments et ouvrages d'art (constructions nouvelles)
3	PDR
4	Espaces en dehors du profil d'espace libre selon DE 18.4 (1)
ü	Dévers d
hf	Hauteur nominale du fil de contact
dM_i	Distance minimale pour mâts sur les champs de voies ou installations similaires (côté intérieur de la courbe)
dM_a	Distance minimale pour mâts sur les champs de voies ou installations similaires (côté extérieur de la courbe)
b_D	Largeur requise pour le dégagement de service selon DE 18.3, ch. 2.3.2
dB_i	Largeur Zone II (côté intérieur de la courbe)
dB_a	Largeur Zone II (côté extérieur de la courbe)
d_N	Distance minimale par rapport aux constructions nouvelles (bâtiments et ouvrages d'art) (1), (2)



Toutes les dimensions indiquées dans le système d'axes horizontal–vertical

(1) Les DE 27 et 28 peuvent donner lieu à des exigences supplémentaires.

(2) Les distances minimales par rapport à des constructions nouvelles (bâtiments et ouvrages d'art), notamment de tiers, doivent être fixées au cas par cas. Les distances minimales dB_i et dB_a ne doivent en aucun cas être réduites. Il faut éviter les distances inférieures à 3000 mm.

		Dévers d [mm]		
		0	50	100
dB_i [mm]	OCF A	$1650 + b_D + e_i$	$1763 + b_D + e_i$	$1872 + b_D + e_i$
	OCF B	$1900 + b_D + e_i$ (1)	$2013 + b_D + e_i$ (1)	$2120 + b_D + e_i$ (1)
	OCF C	$1400 + b_D + e_i$	$1514 + b_D + e_i$	$1623 + b_D + e_i$
dB_a [mm]	OCF A	$1650 + b_D + e_a$	$1605 + b_D + e_a$	$1557 + b_D + e_a$
	OCF B	$1900 + b_D + e_a$ (1)	$1783 + b_D + e_a$ (1)	$1756 + b_D + e_a$ (1)
	OCF C	$1400 + b_D + e_a$	$1356 + b_D + e_a$	$1308 + b_D + e_a$
dM_i [mm]	OCF A	$1950 + e_i$	$2093 + e_i$	$2231 + e_i$
	OCF B	$2100 + e_i$ (1)	$2213 + e_i$ (1)	$2320 + e_i$ (1)
	OCF C	$1700 + e_i$	$1843 + e_i$	$1982 + e_i$
dM_a [mm]	OCF A	$1950 + e_a$	$1869 + e_a$	$1783 + e_a$
	OCF B	$2100 + e_a$ (1)	$1983 + e_a$ (1)	$1956 + e_a$ (1)
	OCF C	$1700 + e_a$	$1619 + e_a$	$1534 + e_a$

Tableau valable pour:
- Rv, et id voir figures 1, 2 et 3
- Piste horizontale ≤ 420 mm au-dessus du PDR (valeurs calculées pour piste horizontale 420 mm au-dessus du PDR)
- Tolérances de l'assiette de la voie selon DE 18.2, ch. 2

(1) valable pour H (voir figure 3) ≤ 535 mm.

Figure 8 : Profil d'espace libre - distances pour mâts et ouvrages

VOIE MÉTRIQUE

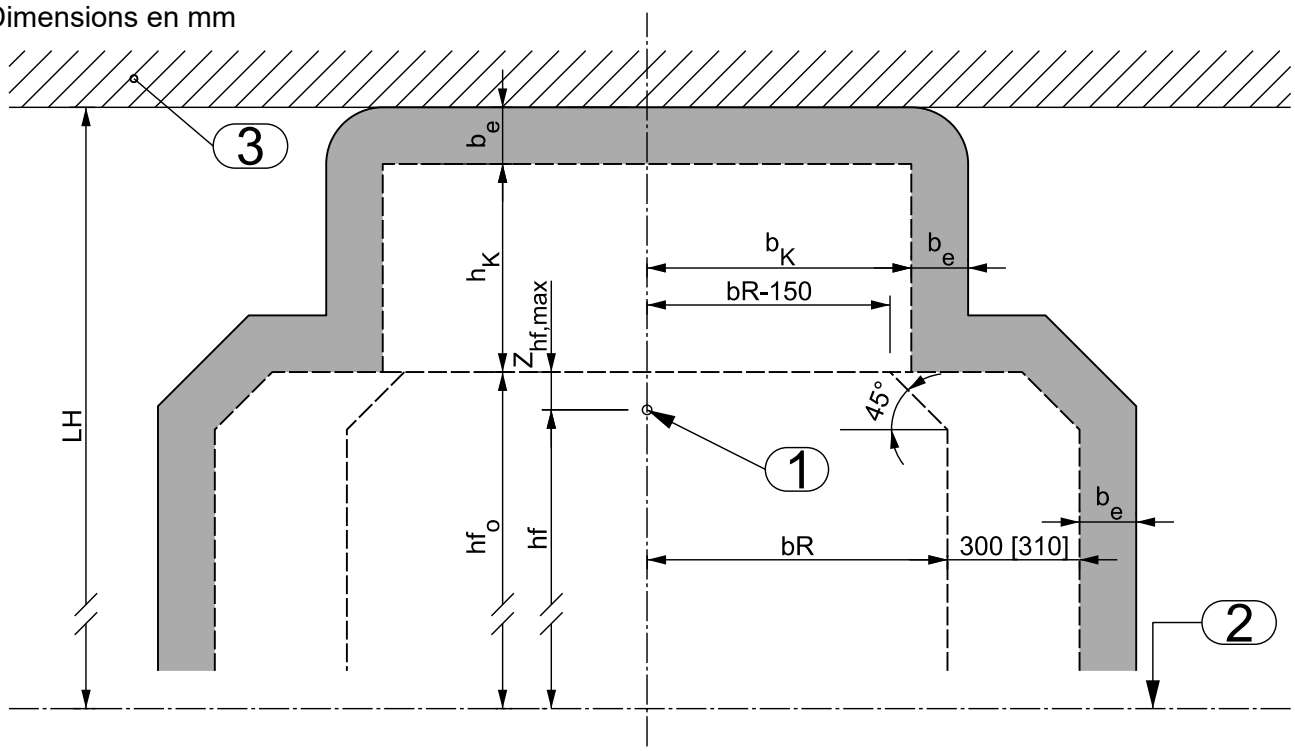
(DE 18, figures)

Légende

1	Fil de contact à la hauteur nominale
2	PDR
3	Superstructures
LH	Hauteur libre des superstructures ($LH = hf_o + h_k + b_e$)
hf	Hauteur nominale du fil de contact, conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.3.3, lit. f
hf_o	Position supérieur du fil de contact, $hf_o = hf + Z_{hf,\,max}$
$Z_{hf,max}$	Somme des majorations conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.2.2.2
h_k (1)	Hauteur de la construction de la ligne de contact
b_e	Distance de sécurité électrique conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9
b_k (1)	Demi-largeur de la construction de la ligne de contact
bR	Demi-largeur du contour du pantographe (b_w + 65 [70] (y c. déplacement latéral sous l'effet d'une force horizontale ainsi que les tolérances de fixation latérales en fonction de la hauteur), b_w - demi-largeur de l'archet du pantographe

(1) Dans le système d'axes horizontal–vertical (voir aussi figure 8)

Dimensions en mm



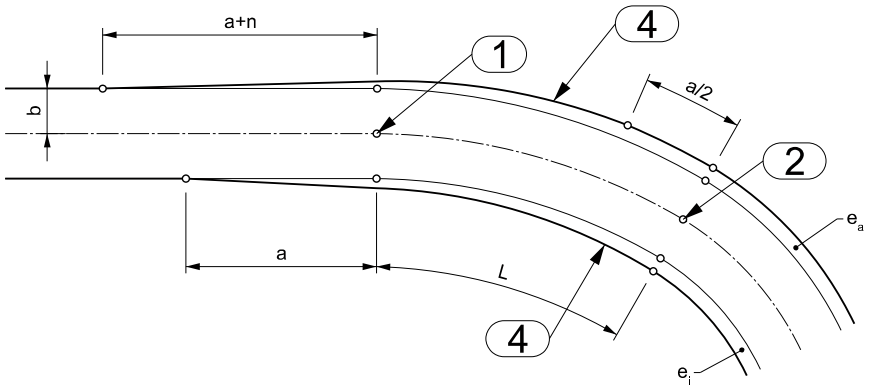
Les valeurs indiquées sont valables pour des positions supérieures du fil de contact jusqu' à 5500 mm [valeurs entre crochets valables jusqu'à 5700 mm]. Ces valeurs doivent être redéfinies lorsque les positions sont plus élevées.

Figure 9 : Espace pour le pantographe et espace pour la ligne de contact aérienne

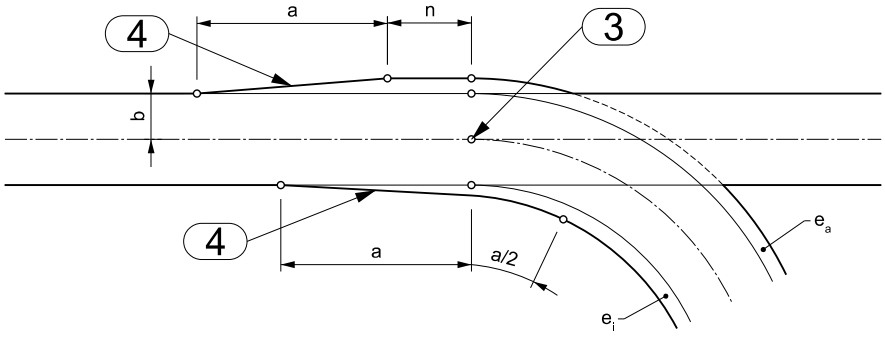
VOIE MÉTRIQUE

(DE 18, figures)

Transition de l'alignement à la courbe circulaire avec courbe de raccordement :



Transition de l'alignement à un branchement ou transition de l'alignement à la courbe circulaire sans courbe de raccordement :



Légende

1	Début de la courbe de raccordement (OR)
2	Fin de la courbe de raccordement (FR) / Début de la courbe
3	Début de la courbe
4	Transition linéaire
b	Demi-largeur du gabarit limite des obstacles (voir figures 2 – 4)
L	Longueur de la courbe de raccordement
e_i	Surlargeur en courbe (côté intérieur de la courbe) conformément aux DE 18.2, ch. 3
e_a	Surlargeur en courbe (côté extérieur de la courbe) conformément aux DE 18.2, ch. 3
a	Distance des pivots de bogie du véhicule déterminant a = 14 m (a = 7 m pour les tramways)
n	Porte-à-faux du véhicule déterminant (n = 3 m)

À la transition d'un alignement à une courbe, selon l'entraxe de voie effectif, les voies parallèles en pleine voie peuvent présenter un recoupement local des deux gabarits limites (y c. surlargeur en courbe), parce que la surlargeur en courbe requise peut déjà se situer sur l'alignement. Un tel recoupement est tolérable sans certificat supplémentaire jusqu'à 50 mm au plus ($e_i + e_a \leq 50$ mm, mesuré au début de la courbe de raccordement).

Figure 10 : Variation de la surlargeur du profil d'espace libre

VOIE SPÉCIALE

DE 18.5

Pour les chemins de fer à écartement spécial, le profil d'espace libre et le gabarit-limite des obstacles seront calculés et fixés compte tenu des dispositions valables pour la voie métrique.

VOIE NORMALE

DE 18.2/47.2 contour de référence

1 Le contour de référence permet de déterminer, d'une part, le gabarit des véhicules et des chargements, d'autre part, le gabarit limite des obstacles.

1.1 Les dimensions du contour de référence seront adaptées conformément au ch. 6 en cas de courbes, de surécartement de la voie ou de dévers. En cas de raccordements verticaux, il sera tenu compte du ch. 5 ci-dessous.

1.2 L'axe du contour de référence coïncide, pour les installations fixes, avec l'axe de la voie et, pour les véhicules et les chargements, avec l'axe des véhicules. Il est perpendiculaire au plan de roulement.

1.3 Les largeurs du contour de référence se mesurent parallèlement au plan de roulement, les cotes de hauteur perpendiculairement.

2 Pour le gabarit des véhicules et des chargements (DE-OCF ad art. 47), il sera tenu compte:

2.1 des déports et des déplacements géométriques résultant de l'inscription des véhicules en courbe et en alignement;

2.2 des déplacements résultant de l'usure des éléments des véhicules;

2.3 des flexions élastiques verticales;

2.4 des déports géométriques verticaux résultant de l'inscription des véhicules dans les raccordements verticaux;

2.5 des déplacements, latéraux quasi-statiques selon ch. 6, résultant de l'inclinaison des parties suspendues sous l'influence, soit du poids (véhicule à l'arrêt ou à faible vitesse sur une voie en dévers), soit d'une accélération centrifuge (véhicule circulant sur une voie en courbe);

2.6 de l'influence au-delà de 1° des dissymétries qui résultent des tolérances de construction et de réglage des véhicules ainsi que de la répartition éventuellement inégale de la charge normale;

2.7 des déplacements latéraux de l'archet du pantographe sous l'effet d'une force latérale de 300 N.

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

3 Pour le gabarit limite des obstacles et par là également pour le profil d'espace libre (DE-OCF ad art. 18), il sera tenu compte:

3.1 des oscillations latérales engendrées de manière aléatoire aussi bien par le véhicule lui-même que par la voie;

3.2 de l'influence, jusqu'à concurrence de 1°, des dissymétries qui résultent des tolérances de construction et de réglage des véhicules ainsi que de la répartition éventuellement inégale de la charge normale.

3.3 des déplacements latéraux quasi-statiques selon ch. 6 qui n'ont pas été pris en compte pour le gabarit des véhicules et des chargements.

4 Les contours de référence sont représentés aux ch. 7 à 14.

5 Dans les raccordements verticaux (R_v), les cotes de hauteur du contour de référence seront modifiées de la valeur f, comme suit:

5.1 Dans les parties basses: diminution de

$$f\ (mm) = \frac{25'000}{R_v\ (m)}$$ pour les cas prévus aux ch. 7 et 9

$$f\ (mm) = \frac{50'000}{R_v\ (m)}$$ pour les cas prévus au ch. 8

5.2 Dans les parties hautes:

augmentation pour les cotes h > 1170 mm
diminution pour les cotes h ≤ 1170 mm

$$f\ (mm) = \frac{50'000}{R_v\ (m)}$$

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

6 ÉLARGISSEMENT DU CONTOUR DE RÉFÉRENCE

ÉLARGISSEMENT DU CONTOUR DE RÉFÉRENCE

(Augmentation des cotes de demi-largeur) Unités: $e_{i/a}$, e_s, e_q (mm) ; R (m)

Indice i: côté intérieur de la courbe ; indice a: côté extérieur de la courbe ; sans indice: côtés int. et ext. de la courbe

Caractéristiques du véhicule: - Coefficient de souplesse (en général) $k_s \leq 0{,}4$ - Dans l'espace du pantographe $k_s \leq 0{,}225$ - Hauteur du centre de roulis au-dessus du plan de roulement $h_W = 0{,}50$ m	Parties situées dans l'espace pour véhicules (Vhc) à une hauteur h_R au-dessus du PDR		Parties situées dans l'espace du pantographe (P_a)
	$h_R > 400$ mm	$h_R > 400$ mm	
Surlargeur e dans les courbes 1) pour véhicules inscrits dans des courbes de rayon $R \geq 250$ m	$e = \frac{2'500}{R}$	$e = \frac{3'750}{R}$	
2) pour véhicules inscrits dans des courbes où 150 m > R ≥ 250 m: a) pour les parties du véhicule situées à l'intérieur de la courbe	$e_i = \frac{50'000}{R} - 190$	$e_i = \frac{50'000}{R} - 185$	$e = \frac{2'500}{R}$
b) pour les parties du véhicule situées à l'extérieur de la courbe	$e_a = \frac{60'000}{R} - 230$	$e_a = \frac{60'000}{R} - 225$	
Surlargeur e_s et en cas de surécartement de la voie (s = valeur effective de l'écartement)	$e_s = \frac{s - 1435}{2}$		

Remarque: Pour les véhicules usuels dont l'écartement des pivots de bogies ne dépasse pas 20 m, les formules pour R < 250 m sont également valables pour des rayons R < 150 m. Les règles applicables aux longs véhicules seront traitées dans le commentaire concernant les dispositions sur le profil d'espace libre.

Surlargeur eg du contour de référence en cas de dévers: Valable pour: - hr > 500 mm - Δd > 50 resp. 66 mm (effet de l'inclinaison quasi-statique)	$e_q = \frac{0{,}4}{1'500}(\Delta d - 50)(h_R - 500)$	$e_q = \frac{0{,}225}{1'500}(\Delta d - 66)(h_R - 500)$
Excédent ou insuffisance de dévers Δd dont il a été tenu compte pour l'établissement du contour de référence.	$\Delta d = 50$ mm	$\Delta d = 66$ mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

7 CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF U1, PARTIES BASSES

Il en résulte:

- les gabarits des parties basses (DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figure 6).

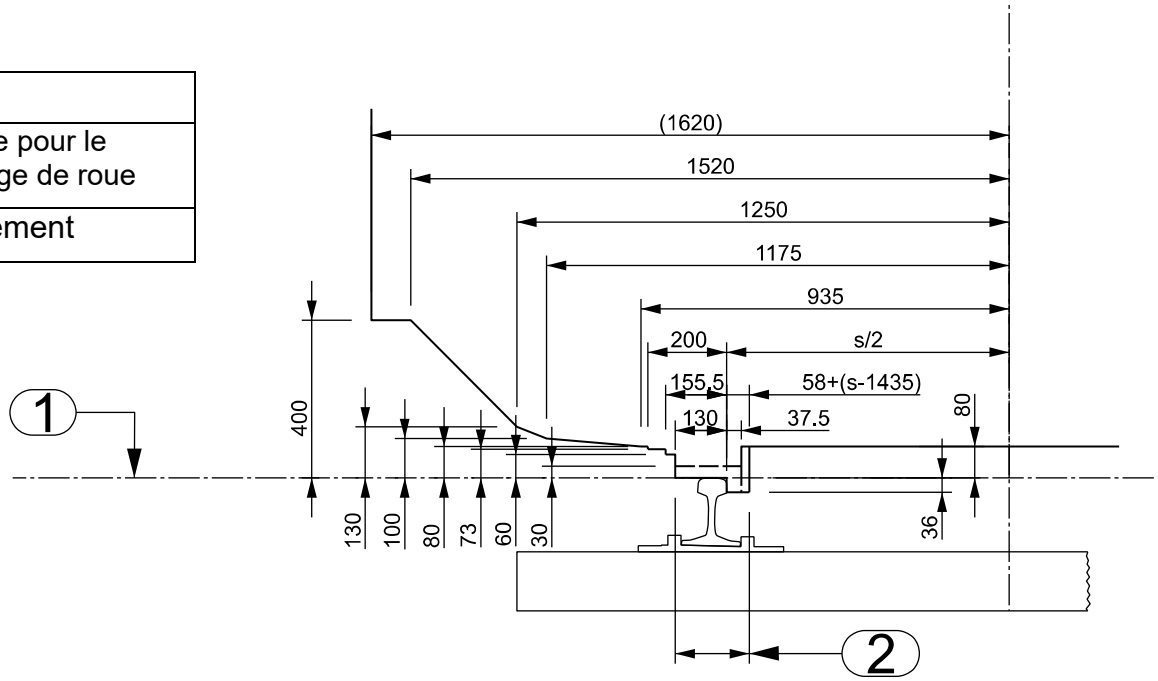
Valable pour:

- les installations fixes, à l'exception des dispositifs spéciaux des installations de triage.
- les véhicules autorisés à circuler sur des installations de triage sans dispositifs spéciaux (de freinage, de triage ou d'arrêt) non escamotables et autorisés à circuler sur les dispositifs escamotables uniquement en position abaissée.

Les véhicules doivent pouvoir franchir des changements de déclivité comportant un rayon de raccordement vertical $R_v \geq 500$ m sans qu'aucun organe, excepté les roues, ne descende au-dessous du plan de roulement (PDR).

Légende

1	PDR
2	espace pour le bandage de roue
s	écartement



Dimensions en mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

8 CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF U2, PARTIES BASSES

Valable pour :

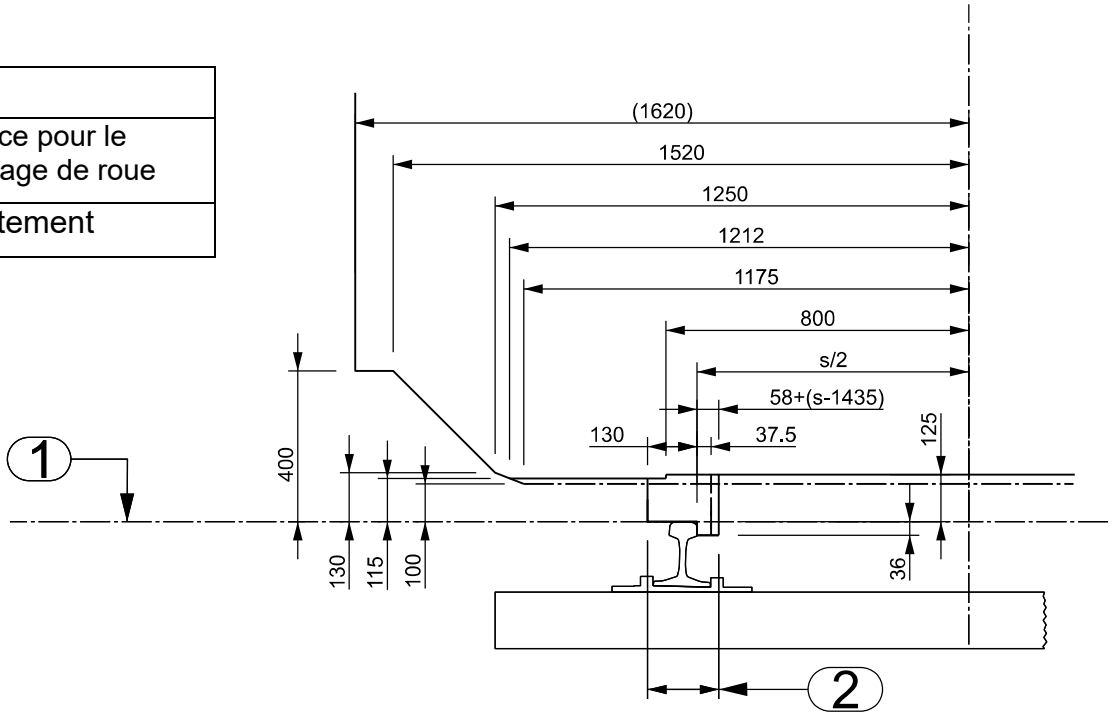
- les dispositifs spéciaux homologués des installations de triage en position de travail.
- les véhicules qui peuvent circuler sans restriction.

Les voitures chargées peuvent exploiter le contour de référence représenté en traits mixtes, à vide, elles doivent respecter la ligne continue.

Les véhicules doivent pouvoir franchir des changements de déclivité comportant un rayon de raccordement vertical de voie de $R_v \geq 250$ m (raccordement convexe) et 300 m (raccordement concave). Les conditions pour le franchissement des changements de déclivité (y c. bosses de débranchement) et des dispositifs de freinage, de triage et d'arrêt doivent être respectées selon la norme SN EN 15273-2[1] et aucun organe, excepté les roues, ne doit descendre au-dessous du plan de roulement (PDR).

Légende

1	PDR
2	espace pour le bandage de roue
s	écartement



Dimensions en mm

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

9 CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF U3, PARTIES BASSES

Valable pour:

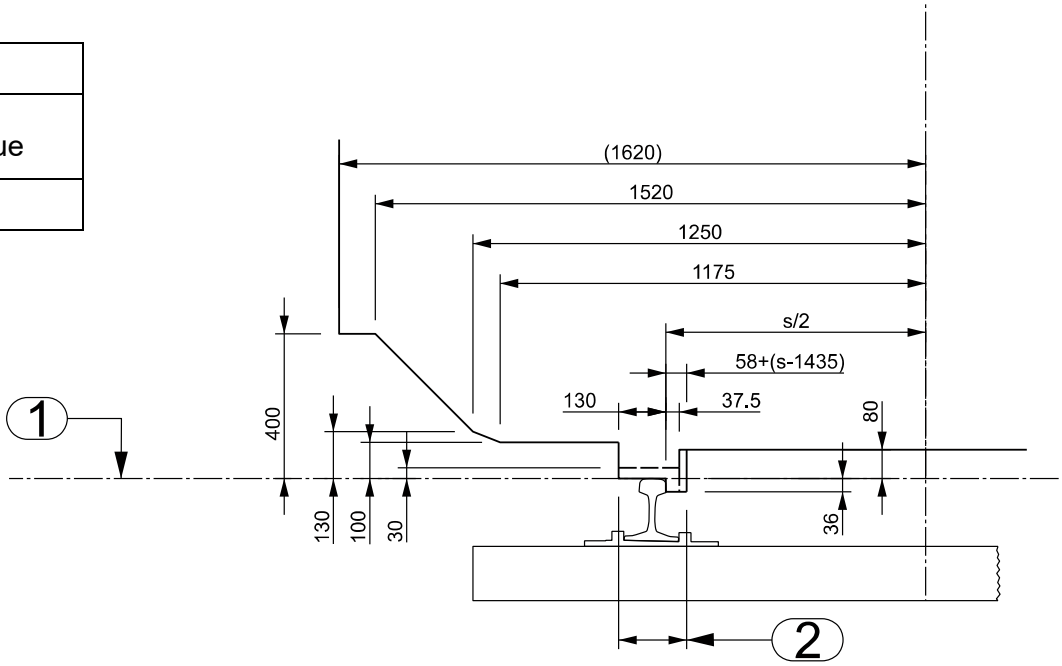
- les dispositifs spéciaux non escamotables homologués des installations de triage en position de repos.
- les véhicules moteurs[(1)] qui peuvent circuler sur toutes les lignes suisses à voie normale, à l'exception des dispositifs des installations de triage en position de travail

[(1)] Dans la pratique, cela ne concerne généralement que les unités de traction (locomotives)

Les véhicules doivent pouvoir franchir des changements de déclivité comportant un rayon de raccordement vertical $R_v \geq 500$ m et pour des bosses de débranchement Rv ≥ 250 m (raccordement convexe) resp. 300 m (raccordement concave) sans qu'aucun organe, excepté les roues, ne descende au-dessous du plan de roulement (PDR). Les conditions applicables pour le franchissement de changement de déclivité (y. c. les bosses de débranchement) selon la SN EN 15273-2[2] doivent être respectées. Étant donné que les dispositifs spéciaux des installations de triage peuvent être situés près de raccordements verticaux convexes et concaves, les règles de calcul des restrictions de hauteur doivent être prises en compte conformément à la norme SN EN 15273-2[2] "Franchissement des installations de freinage, de triage et d'arrêt ".

Légende

1	PDR
2	espace pour le bandage de roue
s	écartement



Dimensions en mm

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

10 **CONTOUR DE REFERENCE OCF 01, PARTIES HAUTES**

Il en résulte:

- gabarit limite des obstacles et profil d'espace libre OCF 1 (DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figures 2 et 7)

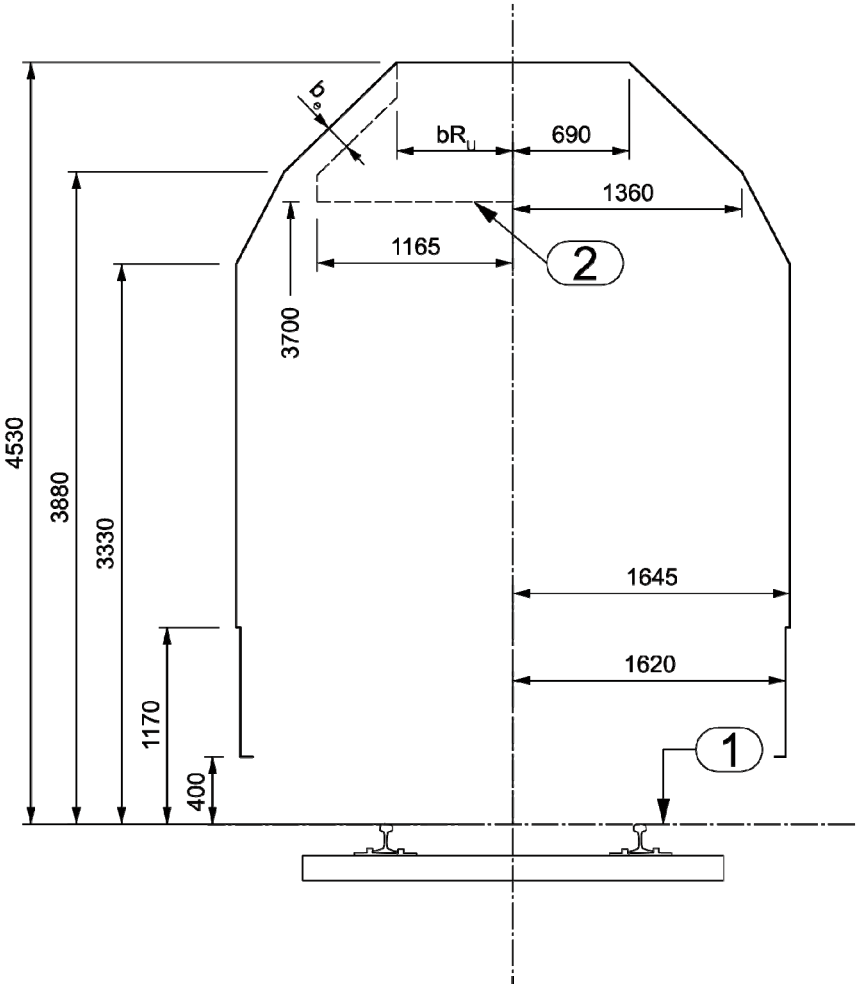
Valable pour :

- l'infrastructure: voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.5, ch. 1
- les véhicules et les chargements qui peuvent circuler sans restriction sur le réseau suisse des chemins de fer à voie normale

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit de véhicule
b_e	Distance de sécurité électrique b_e: selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9
bR_u	voir ch. 14

parties basses: voir ch. 7 à 9



Dimensions en mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

11 CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF 02, PARTIES HAUTES

Il en résulte :

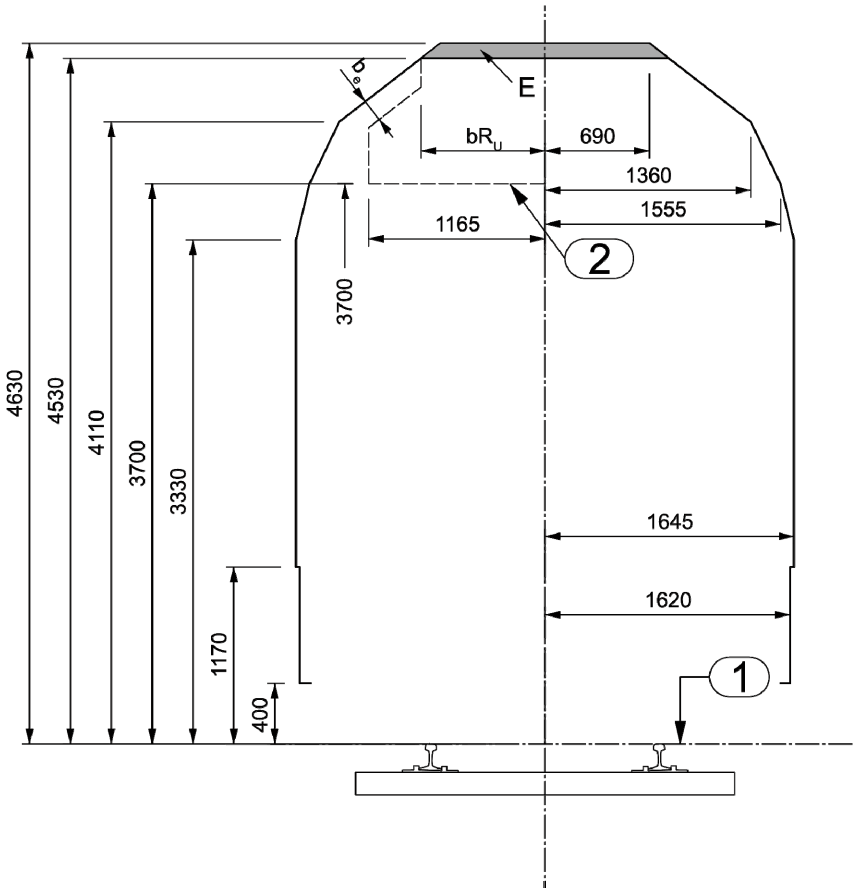
- gabarit limite des obstacles et profil d'espace libre OCF 2 (DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figures 3 et 8)

Valable pour :

- l'infrastructure: voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.5, ch. 2
- les véhicules et les chargements qui ne peuvent circuler que sur les lignes désignées à cet effet

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit de véhicule
b_e	Distance de sécurité électrique b_e: selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9
bR_u	voir ch. 14
E	à l'intérieur de l'espace E, les éléments des véhicules et des chargements doivent être arrimés et, le cas échéant, mis à la terre



parties basses: voir ch. 7 à 9

Dimensions en mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

12 **CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF 03, PARTIES HAUTES**

Il en résulte :

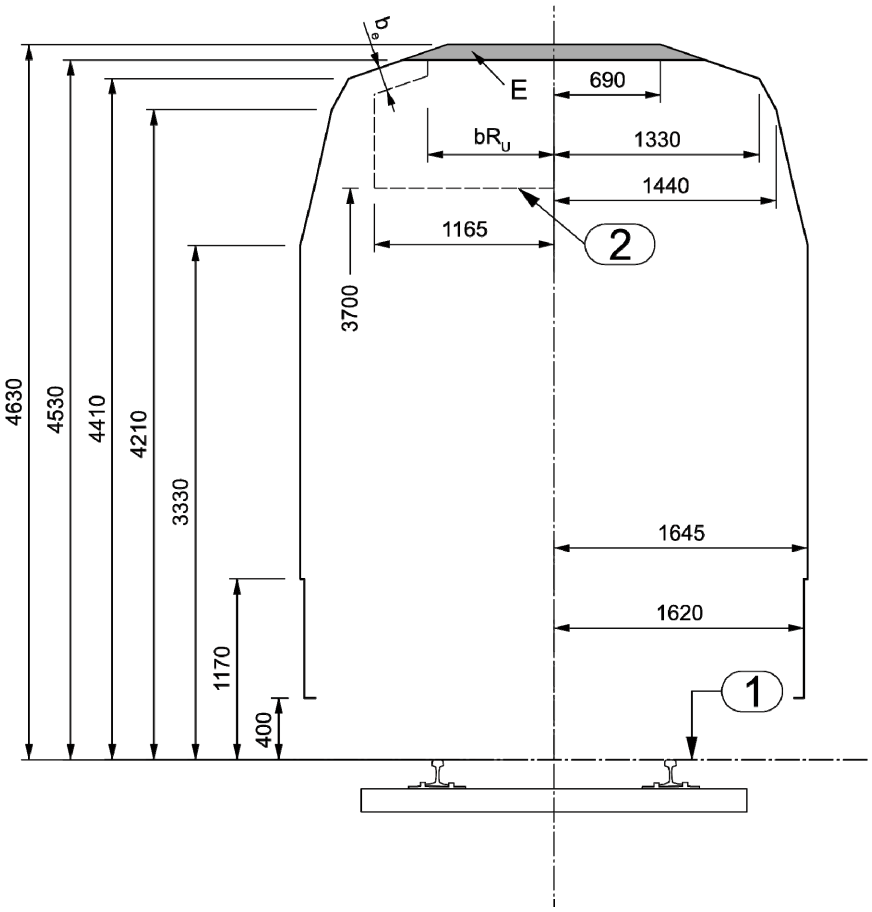
- gabarit limite des obstacles et profil d'espace libre OCF 3 (DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figures 4 et 9)

Valable pour :

- l'infrastructure: voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.5, ch. 3
- les véhicules et chargements qui ne peuvent circuler que sur les lignes désignées à cet effet

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit de véhicule
b_e	Distance de sécurité électrique b_e: selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9
bR_u	voir ch. 14
E	à l'intérieur de l'espace E, les éléments des véhicules et des chargements doivent être arrimés et, le cas échéant, mis à la terre



parties basses: voir ch. 7 à 9

Dimensions en mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

13 **CONTOUR DE REFERENCE OCF 04, PARTIES HAUTES**

Il en résulte :

- gabarit limite des obstacles et profil d'espace libre OCF 4 (DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figures 5 et 10)

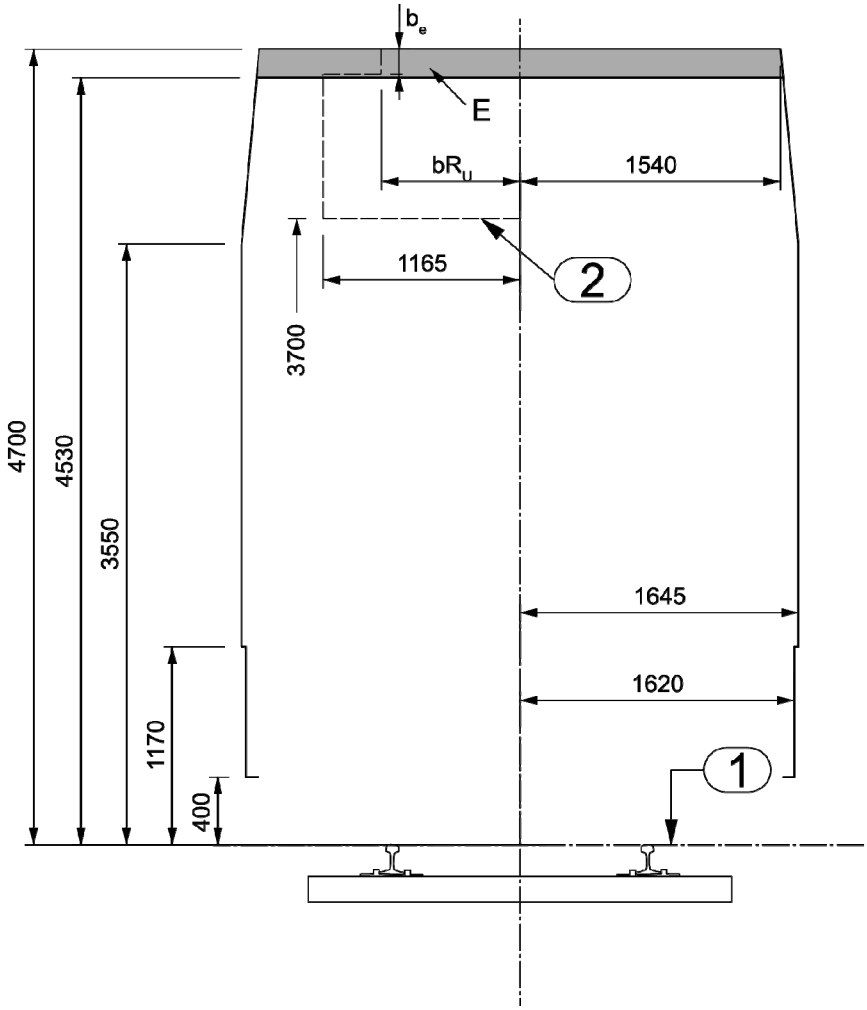
Valable pour :

- l'infrastructure: voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.5, ch. 4 (actuellement uniquement applicable pour les ouvrages et installations)

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit de véhicule
b_e	Distance de sécurité électrique b_e: selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9
bR_u	voir ch. 14
E	à l'intérieur de l'espace E, les éléments des véhicules et des chargements doivent être arrimés et, le cas échéant, mis à la terre

parties basses: voir ch. 7 à 9



Dimensions en mm

VOIE NORMALE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

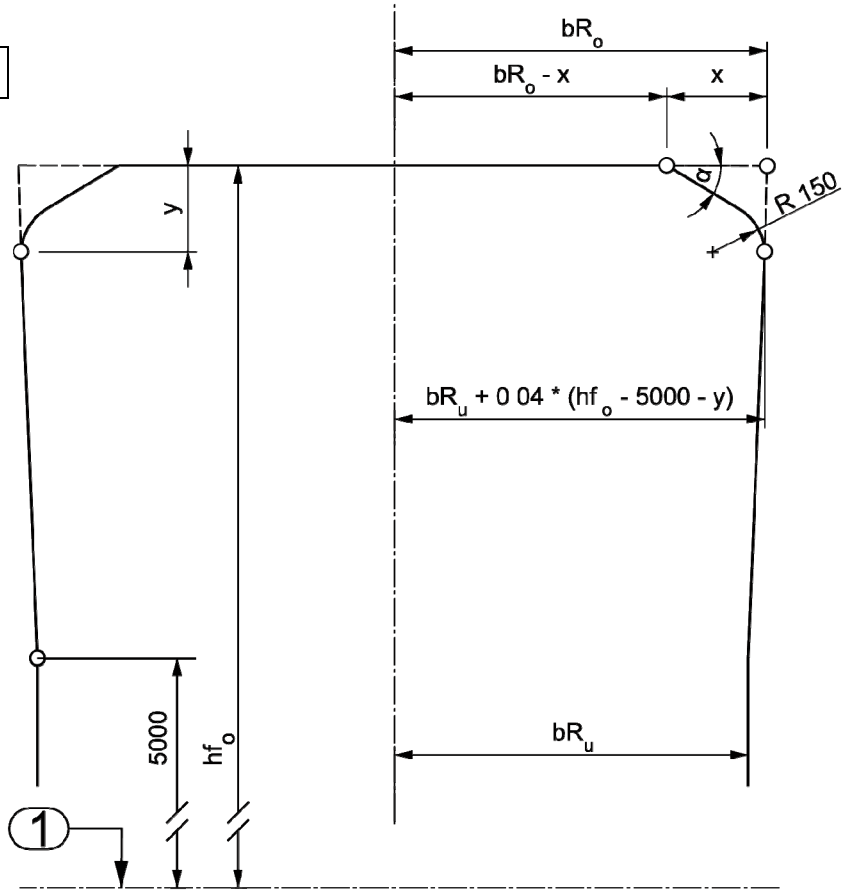
14 **CONTOUR DE RÉFÉRENCE OCF S1 À S4, ESPACE POUR LE PANTOGRAPHE**

Il en résulte:

– espaces pour le pantographe OCF S1 à S4
(DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, figures, figure 12)

Légende

1	PDR



Panto-graphe	Largeur de l'archet [mm]	bR_u [mm]	bR_o [mm]	α [%]	x [mm]	y [mm]
S1	1320	770	770 + 0,04 • (hf_o – 5000)	31	242	220
S2 1)	1450	835	835 + 0,04 • (hf_o – 5000)	30	304	250
S3 1)	1600	910	910 + 0,04 • (hf_o – 5000)	25	319	235
S4 1)	1950	1085	1085 + 0,04 • (hf_o – 5000)	40	236	250

1) Toutes les largeurs de l'archet inférieures, spécifiées dans ce tableau, sont également possibles

VOIE MÉTRIQUE

DE 18.2/47.2 contour de référence

1 Le contour de référence permet de déterminer, d'une part, le gabarit des véhicules et des chargements, d'autre part le gabarit limite des obstacles.

1.1 Dans les courbes, le contour de référence sera élargi conformément au ch. 6.

1.2 L'axe du contour de référence coïncide, pour les installations fixes, avec l'axe de la voie et, pour les véhicules et les chargements, avec l'axe des véhicules. Il est perpendiculaire au plan de roulement.

1.3 Les largeurs du contour de référence se mesurent parallèlement au plan de roulement, les cotes de hauteur perpendiculairement.

1.4 Si des trucs ou des bogies transporteurs sont utilisés, il faut tenir compte de l'effet combiné des suspensions du truc ou du bogie transporteur et du véhicule à voie normale.

2 Pour le gabarit des véhicules et des chargements (DE-OCF ad art. 47), il sera tenu compte:

2.1 des déports géométriques (saillies) effectifs en courbe;

2.2 des déplacements latéraux résultant des jeux du véhicule;

2.3 des déplacements géométriques résultant du jeu des boudins dans la voie et de l'inscription des véhicules en courbe et en alignement;

2.4 de l'influence au-delà de 1° des dissymétries qui résultent des tolérances de construction et de réglage des véhicules ainsi que de la répartition éventuellement inégale de la charge normale;

2.5 des déplacements latéraux du véhicule concerné résultant de l'inclinaison transversale quasi-statique, plus importants que les valeurs calculées avec une hauteur du centre de roulis de 0,50 m au-dessus du PDR et avec un coefficient de souplesse de 0,40 (0,225 pour le pantographe).

2.6 des déplacements résultant de l'usure des éléments des véhicules;

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

2.7 des flexions élastiques verticales et de l'inclinaison latérale quasi-statique;

2.8 des déports géométriques verticaux résultant de l'inscription des véhicules dans le plus petit raccordement vertical (500 m de rayon et 300 m pour les tramways);

2.9 des déplacements latéraux de l'archet du pantographe sous l'effet d'une force latérale de 300 N;

2.10 des déplacements latéraux du pantographe résultant des tolérances de montage.

3 Pour le gabarit limite des obstacles et par là également pour le profil d'espace libre (DE-OCF ad art. 18), il sera tenu compte:

3.1 des déplacements latéraux par suite de l'inclinaison transversale quasi-statique correspondant à une hauteur du centre de roulis de 0,50 m au-dessus du PDR et à un coefficient de souplesse de 0,40 (0,225 pour la zone du pantographe);

3.2 des déplacements résultant des tolérances de construction et d'entretien de la voie;

3.3 des déplacements résultant d'oscillations latérales de 1° (côté extérieur des courbes et en alignement), respectivement de 0,2° (côté intérieur des courbes), engendrées de manière aléatoire aussi bien par le véhicule lui-même que par la voie;

3.4 de l'influence d'une dissymétrie de 1° résultant des tolérances de construction et de réglage des véhicules ainsi que de la répartition éventuellement inégale de la charge normale;

3.5 des déplacements résultant d'un surécartement des rails dû à l'usure;

3.6 des imprécisions de mesure de 0,01 m pour les hauteurs inférieures à 0,90 m au-dessus du PDR et de 0,05 m pour les hauteurs supérieures à cette cote.

3.7 des suppléments particuliers tels que, par exemple, la distance de sécurité électrique dans l'espace du pantographe et de la ligne de contact.

4 Les nouvelles installations doivent correspondre aux contours de référence représentés aux ch. 7 à 9. Il importe que les véhicules et les installations soient construits à partir du même contour de référence.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

5 Par souci d'uniformisation, lors de transformations d'installations existantes, on partira également des contours de référence représentés aux ch. 7 à 9.

5.1 Dans des cas justifiés, les chemins de fer peuvent cependant, en accord avec l'Office fédéral, fixer des contours de référence différents.

5.2 Eu égard aux installations existantes, le contour de référence appliqué lors de la construction des véhicules peut être plus petit que le contour déterminant pour les nouvelles installations et les transformations.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

6 SURLARGEUR EN COURBE e

Contour de référence	Hauteur au-dessus du PDR en mm	Surlargeur en courbe e en m côté intérieur	côté extérieur
A Véhicules moteurs, voitures et wagons ch. 7	de 0 à + 200	$\frac{12,5}{R}$	
	au-dessus de + 200	$\frac{25}{R}$	
B Bogies transporteurs ch. 8	de 0 à + 200	$\frac{12,5}{R}$	
	+ 200 à H+50	$\frac{25}{R}$	
	H+50 à H+4530	mêmes valeurs que pour la voie normale	
Trucs transporteurs avec véhicules à voie normale à quatre essieux ch. 8	de 0 à + 200	$\frac{12,5}{R}$	
	+ 200 à H+50	$\frac{25}{R}$	
	H+50 à H+4530	$\frac{40}{R}$	$\frac{25}{R}$
Trucs transporteurs avec véhicules à voie normale à deux essieux ch. 8	de 0 à + 200	$\frac{12,5}{R}$	
	+ 200 à H+50	$\frac{25}{R}$	
	H+50 à H+4530	$\frac{25}{R}$	
C Tramways ch. 9	toute la hauteur	$\frac{5,7}{(R - 1,3)}$	$\frac{11,25}{(R + 2,7)}$

R rayon de la courbe en m
H différence de hauteur entre les PDR de la voie normale et de la voie métrique en mm
e surlargeur en courbe en m

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

7 CONTOUR DE REFERENCE OCF A

Il en résulte:

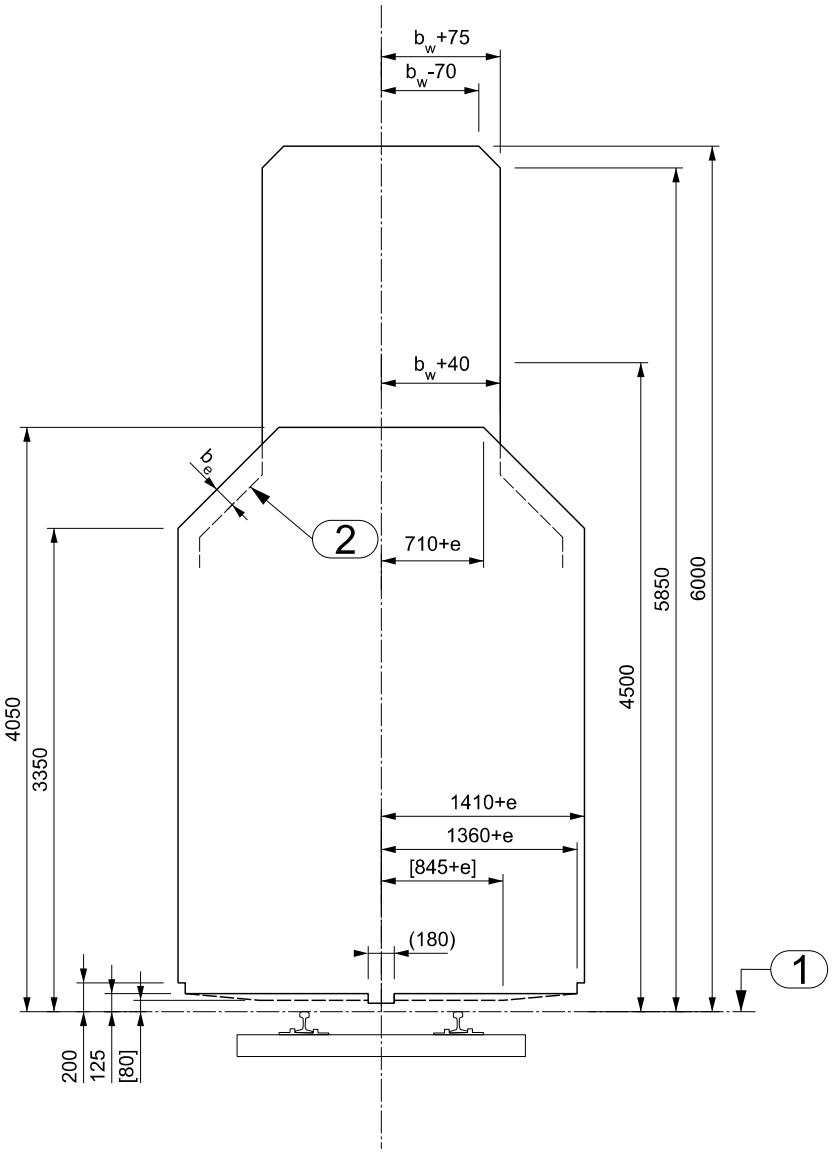
- le gabarit limite des obstacles et le profil d'espace libre OCF A (DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, figures, figures 2 et 5)

Valable pour :

- chemins de fer à adhérence et à crémaillère et à voie métrique mixte n'utilisant ni trucks ni bogies transporteurs

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit du véhicule
e	Surlargeur en courbe selon ch. 6
[ ]	Véhicules moteurs, voitures de commande et trucks transporteurs des chemins de fer à adhérence
( )	Pour les lignes sur lesquelles des véhicules à crémaillère sont autorisés à circuler
b_w	Demi-largeur de l'archet du pantographe; Pour les véhicules avec une suspension souple peut être pris en compte: ▪ b_w +90 au lieu de b_w +75 ▪ b_w -55 au lieu de b_w -70 ▪ b_w +56 au lieu de b_w+40
b_e	Distance de protection électrique selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9



Dimensions en mm

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

8 CONTOUR DE REFERENCE OCF B

Il en résulte :

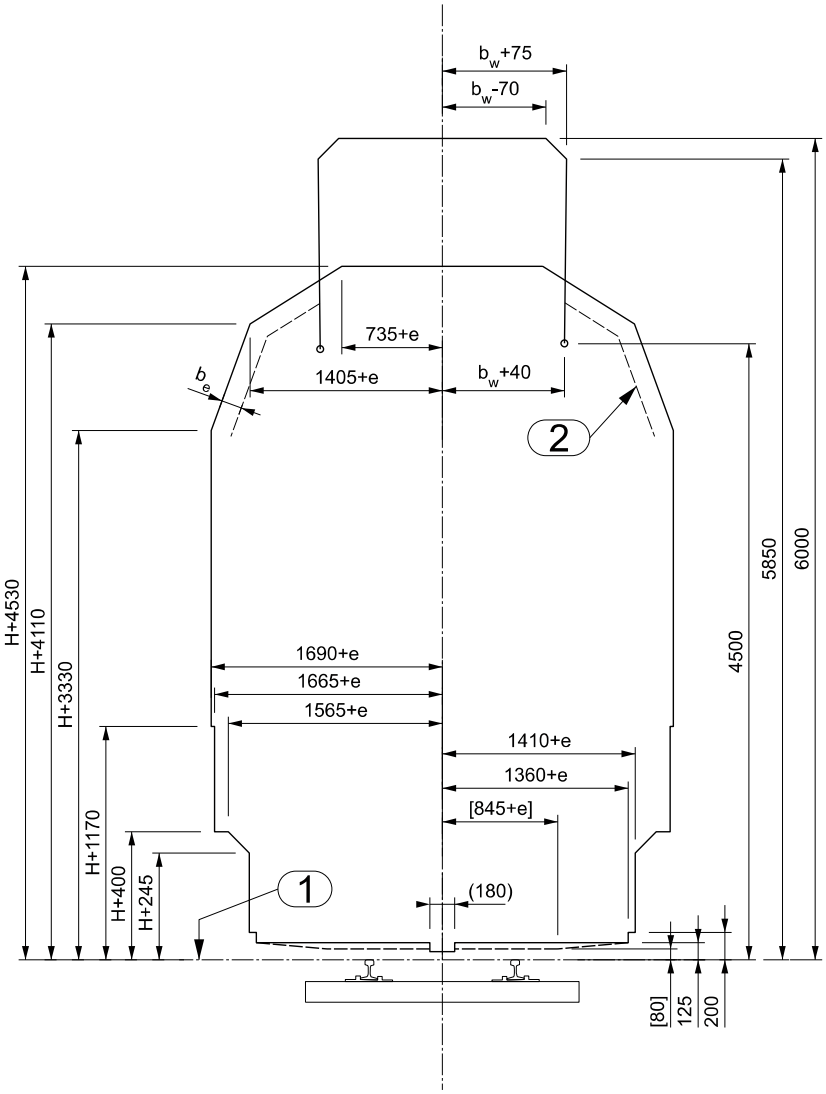
- le gabarit limite des obstacles et le profil d'espace libre OCF B (DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, figures, figures 3 et 6)

Valable pour :

- chemins de fer à adhérence et à crémaillère et à voie métrique mixte utilisant des trucks ou des bogies transporteurs

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit du véhicule
e	Surlargeur en courbe selon ch. 6
H	Différence de hauteur entre les PDR de la voie normale et de la voie métrique
[ ]	Véhicules moteurs, voitures de commande et trucks transporteurs des chemins de fer à adhérence
( )	Pour les lignes sur lesquelles des véhicules à crémaillère sont autorisés à circuler
b_w	Demi-largeur de l'archet du pantographe; Pour les véhicules avec une suspension souple peut être pris en compte: ▪ b_w +90 au lieu de b_w +75 ▪ b_w -55 au lieu de b_w -70 ▪ b_w +56 au lieu de b_w+40
b_e	Distance de protection électrique selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9



Dimensions en mm

VOIE MÉTRIQUE

(DE 18.2/47.2 contour de référence)

9 **CONTOUR DE REFERENCE OCF C**

Il en résulte :

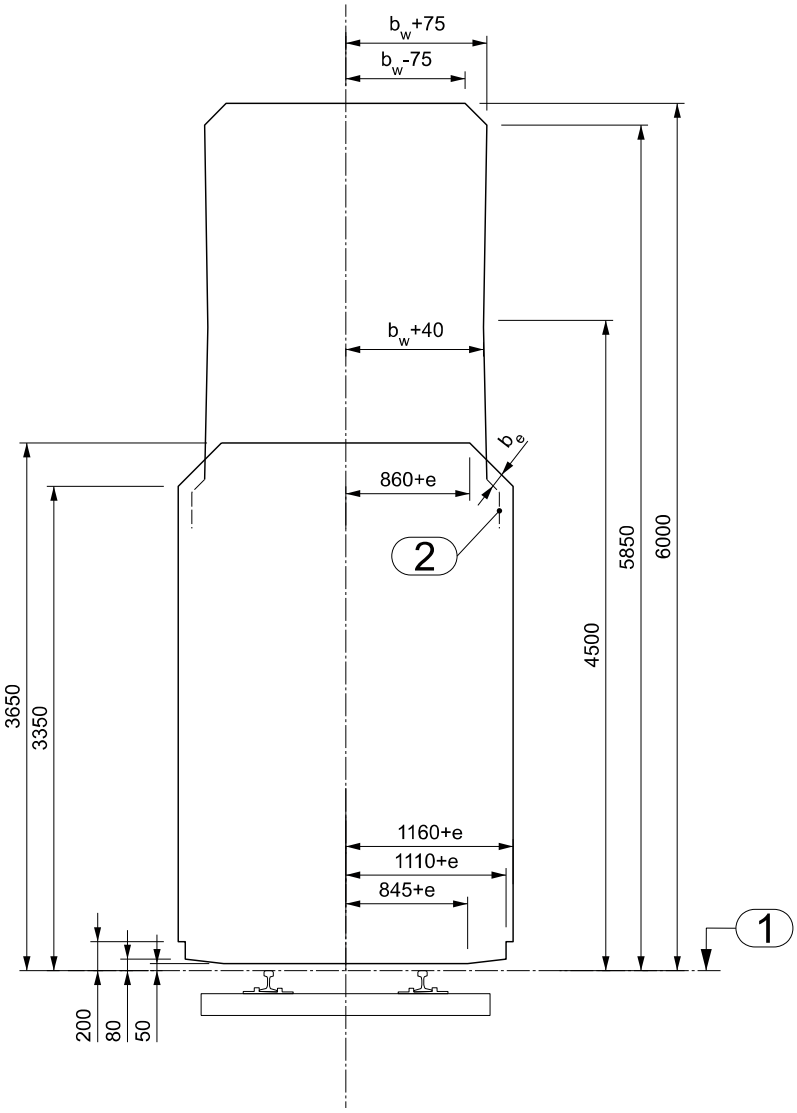
- le gabarit limite des obstacles et le profil d'espace libre OCF C (DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, figures, figures 4 et 7)

Valable pour :

- tramways

Légende

1	PDR
2	Contour de référence pour les éléments conducteurs de courant situés sur le toit du véhicule
e	Surlargeur en courbe selon ch. 6
b_w	Demi-largeur de l'archet du pantographe
b_e	Distance de protection électrique selon DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, ch. 5.9



Dimensions en mm

VOIE NORMALE

DE 19.1

1 La distance minimale entre les axes de voies parallèles ainsi qu'entre l'axe d'une voie et un ouvrage ou une installation résulte en principe du gabarit limite des obstacles et des espaces de sécurité nécessaires. Il en va de même pour l'espace à laisser libre à côté d'une voie.

1.1 Les distances entre les voies et à côté de celles-ci sont déterminées en principe par la vitesse maximale de passage des différentes catégories de train[1].

1.1.1 La vitesse des trains bien profilés aérodynamiquement (catégorie de train N) ne doit pas être prise en compte de manière particulière dans la gamme de vitesses V ≤ 160 km/h.

1.1.2. Pour les trains de marchandises circulant à une vitesse V > 120 km/h, il faut éventuellement augmenter la distance, notamment la largeur minimale du dégagement de service, compte tenu des effets aérodynamiques.

1.1.3 Pour les vitesses V > 160 km/h, la distance doit être augmentée compte tenu des effets aérodynamiques.

2 Les exigences du profil d'espace libre (notamment en ce qui concerne ses espaces de sécurité) ainsi que les exigences relatives aux espaces de sécurité destinés au personnel, aux tiers et aux espaces dévolus à d'autres activités techniques et d'exploitation doivent être respectées conjointement.

3 Les espaces de sécurité de voies parallèles peuvent être utilisés par les deux voies si les exigences sont respectées pour les deux voies concernées.

DE 19.2

1 L'entraxe minimal de deux voies parallèles sans espaces de sécurité, ouvrages ou installations entre les voies, est fixé comme suit :

1.1 Entraxe réglementaire (valable pour les nouvelles constructions et, si possible, lors de modifications d'installations) : 3,80 m.
Cet entraxe est valable pour les rayons ≥ 250 m et pour les excès ou insuffisances de dévers ≤ 150 mm ; il est suffisant pour les vitesses V ≤ 160 km/h.

1.1.1 Un entraxe plus grand que l'entraxe réglementaire peut être nécessaire pour certaines raisons (p. ex. besoin d'un drainage entre les voies).

1.2 Sur les tronçons existants : 3,60 m.
Cet entraxe peut être maintenu sans mesures particulières ; il est suffisant pour les vitesses V ≤ 140 km/h (en cas de modification de l'installation, cf. ch. 1.1).

1.2.1 Il faut contrôler, répertorier et particulièrement surveiller les tronçons à double voie existants où l'entraxe est inférieur à 3,60 m.
La vitesse ne doit pas dépasser 125 km/h.

[1] Catégorie de train (RADN)

VOIE NORMALE

(DE 19.2)

1.3 Pour les vitesses 160 km/h < V ≤ 250 km/h, l'entraxe minimal nécessaire doit être fixé de manière spécifique compte tenu des influences aérodynamiques en particulier lors de rencontres de trains ou d'ouvrages situés à proximité des voies (notamment murs de soutènement, tunnels, passages supérieurs routiers), du régime d'exploitation (notamment en cas de trafic mixte) ainsi que du régime d'entretien et de surveillance.

1.3.1 L'entraxe minimal vaut en principe 4,50 m.

1.3.2 Sur les tronçons existants avec les vitesses 160 km/h < V ≤ 200 km/h, l'entraxe peut être maintenu à 4,20 m sans mesures particulières.

1.3.3 Dans la zone des appareils de voie, il faut également tenir compte du danger accru que représentent les véhicules déraillés pour la voie adjacente.

1.4 La vitesse déterminante est la vitesse de passage la plus élevée (cf. DE 19.1, ch. 1.1).

<u>DE 19.3</u>

1 Entre les voies et à côté de celles-ci, il faut prévoir à titre d'espace de sécurité un espace pour le dégagement de service selon les DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.3, avec la largeur requise selon le ch. 2. Il faut qu'au moins un dégagement de service soit accessible directement depuis chaque voie.

2 Compte tenu de la vitesse, la largeur minimale du dégagement de service est fixée comme suit :

2.1 Pour se tenir à côté d'une voie

2.1.1 Au droit d'un obstacle fixe (c.-à-d. entre un train en marche et un obstacle fixe) :

- V ≤ 80 km/h : dégagement de service simple
- 80 km/h < V ≤ 100 km/h : dégagement de service élargi
- 100 km/h < V ≤ 160 km/h : dégagement de service simple dédoublé
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h : à fixer de manière spécifique compte tenu du régime d'exploitation (notamment en cas de trafic mixte) ainsi que du dispositif de sécurité défini pour les travaux et la surveillance. (Voir aussi ch. 5)

2.1.2 Sans obstacle fixe (c.-à-d. à côté d'un train en marche) :

- V ≤ 160 km/h : au moins un dégagement de service simple
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h : à fixer de manière spécifique compte tenu du régime d'exploitation (notamment en cas de trafic mixte) ainsi que du dispositif de sécurité défini pour les travaux et la surveillance. (Voir aussi ch. 5)

VOIE NORMALE

(DE 19.3)

2.1.3 Sont considérés comme obstacles fixes dans ce contexte les ouvrages et les installations pour lesquels il faut s'attendre à ce que le personnel soit soumis à des influences aérodynamiques lors du passage d'un train. Il s'agit en particulier de murs de tunnels et de galeries ainsi que de murs le long des voies.
En règle générale, pour les vitesses V ≤ 160 km/h, les ouvrages ou les installations dont la hauteur à partir du PDR ≤ 1,2 m ou dont la longueur ≤ 5 m ne doivent pas être considérés comme des obstacles fixes.

2.2 Pour se tenir entre deux voies sur lesquelles des trains circulent ou pour des activités d'exploitation sur un train à l'arrêt avec train en marche sur la voie adjacente :

- V ≤ 40 km/h : dégagement de service simple
- 40 km/h < V ≤ 60 km/h : dégagement de service élargi (1)
- 60 km/h < V ≤ 100 km/h : dégagement de service simple dédoublé (2)
- 100 km/h < V ≤ 125 km/h : dégagement de service simple plus dégagement de service élargi (3)
- 125 km/h < V ≤ 160 km/h : dégagement de service élargi dédoublé
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h : à fixer de manière spécifique compte tenu du régime d'exploitation (notamment en cas de trafic mixte) ainsi que du dispositif de sécurité défini pour les travaux et la surveillance.(Voir aussi ch. 5)

La vitesse la plus élevée est déterminante.

(1) Un dégagement de service élargi est suffisant lorsque V ≤ 40 km/h sur une voie et V ≤ 80 km/h sur l'autre.

(2) Un dégagement de service simple dédoublé est suffisant lorsque V ≤ 65 km/h sur une voie et V ≤ 125 km/h sur l'autre.

(3) Un dégagement de service simple plus dégagement de service élargi est suffisant lorsque V ≤ 90 km/h sur une voie et V ≤ 140 km/h sur l'autre.

2.2.1 L'entraxe réglementaire qui résulte des exigences du ch. 2.2 (valable pour les constructions nouvelles et, si possible, lors de modifications d'installations) sans ouvrage ni installation entre les voies vaut :

- avec dégagement de service simple : 4,30 m (1)
- avec dégagement de service élargi : 4,50 m
- avec dégagement de service simple dédoublé : 4,80 m
- avec dégagement de service simple plus dégagement de service élargi : 5,00 m
- avec dégagement de service élargi dédoublé : 5,20 m

(1) Sur les installations existantes, lorsque le dévers ≤ 100 mm et le rayon > 500 m, un entraxe minimal de 4,20 m peut être maintenu sans mesures particulières.

Ces entraxes sont valables si les conditions suivantes sont remplies :

VOIE NORMALE

(DE 19.3)

- rayon ≥ 250 m,
- excès ou insuffisance de dévers ≤ 150 mm,
- les deux voies sont au même niveau et ont un dévers semblable,
- la piste horizontale du dégagement de service est au niveau des voies.

Lors de la mise en place d'ouvrages ou d'installations entre les voies, l'entraxe des voies doit être augmenté conformément au ch. 4.

2.2.2 Si, entre deux voies, il y a un dégagement d'évacuation et un dégagement de service et que ces espaces sont séparés de manière appropriée, les vitesses admissibles sur les voies et la mise en place d'une séparation protectrice doivent être fixées au cas par cas.

Les deux espaces sont considérés comme séparés de manière appropriée lorsque la séparation protectrice

- empêche sur toute la longueur la pénétration accidentelle dans le dégagement d'évacuation depuis le dégagement de service (des passages isolés à titre d'accès sont permis),
- n'a pas d'influence aérodynamique supplémentaire sur le personnel se trouvant sur le dégagement de service et
- est équipée sur toute la longueur de mains-courantes stables pour le personnel.

2.3 La vitesse déterminante est la vitesse de passage la plus élevée (cf. DE 19.1, ch. 1.1).

2.4 L'aménagement détaillé du dégagement de service à la largeur requise est régi par les DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18.3.

3 Si la nécessité d'activités d'exploitation conformément aux DE-OCF ad art. 71 est avérée, les espaces de sécurité supplémentaires requis doivent être prévue si nécessaire. La largeur et l'aménagement de ces espaces de sécurité sont régis par les ch. 1 et 2.

3.1 Pour les travaux sur l'infrastructure, le dispositif de sécurité correspondant est déterminant.

4 Lors de la mise en place d'installations telles que des mâts, des barrières, des panneaux d'indication, etc. ainsi que d'ouvrages entre les voies ou à côté de celles-ci, il faut notamment que toutes les exigences applicables au profil d'espace libre (y compris les espaces de sécurité) selon les DE-OCF ad art. 18, voie normale, soient remplies.

5 Dans la zone des appareils de voie et à des vitesses 160 km/h < V ≤ 250 km/h, il faut également tenir compte du danger accru que représentent les véhicules déraillés pour la voie adjacente.

VOIE NORMALE

DE 19.4

1 Espaces de sécurité pour voyageurs

1.1 L'entraxe des voies entre lesquelles les voyageurs montent dans les trains ou en descendent régulièrement vaut au moins 5,20 m.

1.2 Aux endroits où les voyageurs utilisent les quais comme zone d'attente, l'entraxe doit être augmenté conformément aux DE-OCF ad art. 21, voie normale, DE 21.2.

2 Espaces de sécurité le long des voies de débord, des voies longeant un quai de chargement et des voies de raccordement

2.1 Entre une voie de débord ou une voie longeant un quai de chargement et la voie adjacente, il faut, à titre d'espace de sécurité, au moins un dégagement de service de la largeur suivante :

- en règle générale : dégagement de service simple plus dégagement de service élargi (1)
- pour les voies à faible trafic : dégagement de service élargi (1)

(1) Largeur minimale conformément aux DE 19.3, ch. 2.2.

2.2 Lorsque les quais de chargement ont une longueur supérieure à 10 m, qu'ils se trouvent à plus de 0,80 m au-dessus du plan de roulement, que des tiers peuvent stationner au niveau de la voie et que les exigences du profil d'espace libre (y compris les espaces de sécurité) ne sont pas respectées sans restriction, alors ils doivent être conçus en porte-à-faux avec un espace de protection.

2.3 Des espaces de sécurité supplémentaires requis du point de vue de la protection des employés (prévention des accidents) doivent être maintenus libres si nécessaire.

VOIE MÉTRIQUE

DE 19.1

1 La distance minimale entre les axes de voies parallèles ainsi qu'entre l'axe d'une voie et un ouvrage ou une installation résulte en principe du gabarit limite des obstacles et des espaces de sécurité nécessaires. Il en va de même pour l'espace à laisser libre à côté d'une voie.

1.1 Les distances entre les voies et à côté de celles-ci sont déterminées en principe par le profil d'espace libre déterminant (cf. DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.5) et par la vitesse maximale de passage des différentes catégories de train [1].

1.1.1 Pour les trains circulant à une vitesse V > 120 km/h, il faut éventuellement augmenter la distance, notamment la largeur minimale du dégagement de service, compte tenu des effets aérodynamiques.

2 Les exigences du profil d'espace libre (notamment en ce qui concerne ses espaces de sécurité) ainsi que les exigences relatives aux espaces de sécurité destinés au personnel, aux tiers et aux espaces dévolus à d'autres activités techniques et d'exploitation doivent être respectées conjointement.

3 Les espaces de sécurité de voies parallèles peuvent être utilisés par les deux voies si les exigences sont respectées pour les deux voies concernées.

DE 19.2

1 L'entraxe minimal de deux voies parallèles sans espaces de sécurité, ouvrages ou installations entre les voies est fixé comme suit :

1.1 Entraxe réglementaire (valable pour les nouvelles constructions et, si possible, lors de modifications d'installation) :

Profil d'espace libre / gabarit limite des obstacles	En alignement	En courbe
- OCF A (1)	3,20 m	3,20 m + 2e (2)
- OCF B (1) (truck/bogie transporteur)	3,60 m	3,70 m +e_i + e_a (2)
- OCF C (1) (tramways)	2,70 m	2,70 m +e_i + e_a (2)

(1) conformément aux DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.5, ch. 1
(2) e, e_i et e_a conformément aux DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.2, ch. 1.1.3

1.1.1 Un entraxe plus grand que l'entraxe réglementaire peut être nécessaire pour certaines raisons (p. ex. besoin d'un drainage entre les voies).

1.2 Il faut contrôler, répertorier et particulièrement surveiller les tronçons à double voie existants où l'entraxe est inférieur aux valeurs indiquées ci-dessus.

1.3 La vitesse déterminante est la vitesse de passage la plus élevée (cf. DE 19.1, ch. 1.1).

[1] Catégorie de train (RADN)

VOIE MÉTRIQUE

DE 19.3

1 Entre les voies et à côté de celles-ci, il faut prévoir à titre d'espace de sécurité un espace pour le dégagement de service selon les DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.3 avec la largeur requise selon le ch. 2. Il faut qu'au moins un dégagement de service soit accessible directement depuis chaque voie.

2 Compte tenu de la vitesse, la largeur minimale du dégagement de service est fixée comme suit :

2.1 Pour se tenir à côté d'une voie

2.1.1 Au droit d'un obstacle fixe (c.-à-d. entre un train en marche et un obstacle fixe) :

- V ≤ 80 km/h: dégagement de service simple
- 80 km/h < V ≤ 100 km/h: dégagement de service élargi
- 100 km/h < V ≤ 120 km/h: dégagement de service simple dédoublé

2.1.2 Sans obstacle fixe (c.-à-d. à côté d'un train en marche) :

- V ≤ 120 km/h: au moins un dégagement de service simple

2.1.3 Sont considérés comme obstacles fixes dans ce contexte les ouvrages et les installations pour lesquels il faut s'attendre à ce que le personnel soit soumis à des influences aérodynamiques lors du passage d'un train. Il s'agit en particulier de murs de tunnels et de galeries ainsi que de murs le long des voies.
En règle générale, pour les vitesses V ≤ 120 km/h, les ouvrages ou les installations dont la hauteur à partir du PDR ≤ 1,2 m ou dont la longueur ≤ 5 m ne doivent pas être considérés comme des obstacles fixes.

2.2 Pour se tenir entre deux voies sur lesquelles des trains circulent ou pour des activités d'exploitation sur un train à l'arrêt avec train en marche sur la voie voisine :

- V ≤ 40 km/h : dégagement de service simple
- 40 km/h < V ≤ 60 km/h : dégagement de service élargi (1)
- 60 km/h < V ≤ 100 km/h : dégagement de service simple dédoublé (2)
- 100 km/h < V ≤ 120 km/h : dégagement de service simple plus dégagement de service élargi

La vitesse la plus élevée est déterminante.

(1) Un dégagement de service élargi est suffisant lorsque V ≤ 40 km/h sur une voie et V ≤ 80 km/h sur l'autre.

(2) Un dégagement de service simple dédoublé est suffisant lorsque V ≤ 65 km/h sur une voie et V ≤ 120 km/h sur l'autre.

2.2.1 L'entraxe réglementaire qui résulte des exigences du ch. 2.2 sans ouvrage ni installation entre les voies se compose du gabarit limite des obstacles et du dégagement de service à la largeur requise (la surlargeur en courbe et la conception verticale du dégagement de service lorsque la voie est en dévers doivent être considérées).

Lors de la mise en place d'ouvrages ou d'installations, l'entraxe des voies doit être augmenté conformément au ch. 4.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 19.3)

2.2.2 Si, entre deux voies, il y a un dégagement d'évacuation et un dégagement de service et que ces espaces sont séparés de manière appropriée, les vitesses admissibles sur les voies et la mise en place d'une séparation protectrice doivent être fixées au cas par cas.

Les deux espaces sont considérés comme séparés de manière appropriée lorsque la séparation protectrice

- empêche sur toute la longueur la pénétration accidentelle dans le dégagement d'évacuation depuis le dégagement de service (des passages isolés à titre d'accès sont permis),
- n'a pas d'influence aérodynamique supplémentaire sur le personnel se trouvant sur le dégagement de service et
- est équipée sur toute la longueur de mains-courantes stables pour le personnel.

2.3 Sont déterminants le profil d'espace libre (cf. DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.5) et la vitesse de passage la plus élevée (cf. DE 19.1, ch. 1.1).

2.4 L'aménagement détaillé du dégagement de service à la largeur requise est régi par les DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.3.

3 Si la nécessité d'activités d'exploitation conformément aux DE-OCF ad art. 71 est avérée, les espaces de sécurité supplémentaires requis doivent être prévus si nécessaire. La largeur et l'aménagement de ces espaces de sécurité sont régis par les ch. 1 et 2.

3.1 Pour les travaux sur l'infrastructure, le dispositif de sécurité correspondant est déterminant.

4 Lors de la mise en place d'installations telles que des mâts, des barrières, des panneaux d'indication etc. ainsi que d'ouvrages entre les voies ou à côté de celles-ci, il faut notamment que toutes les exigences applicables au profil d'espace libre (y compris les espaces de sécurité) conformément aux DE-OCF ad art. 18, voie métrique soient remplies.

VOIE MÉTRIQUE

DE 19.4

1 Espaces de sécurité pour voyageurs

1.1 L'entraxe des voies entre lesquelles les voyageurs montent dans les trains ou en descendent régulièrement est d'au moins :

Voie métrique A [1]	4,70 m + 2e [2]
Voie métrique B [1] (truck/bogie transporteur)	4,70 m +e_i + e_a [2]
Voie métrique C [1] (tramways)	4,20 m +e_i + e_a [2]

[1] conformément aux DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.5, ch. 1
[2] e, e_i et e_a conformément aux DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.2, ch. 1.1.3

1.2 Aux endroits où les voyageurs utilisent les quais comme zone d'attente, l'entraxe des voies doit être augmenté conformément aux DE-OCF ad art. 21, voie métrique, DE 21.2.

2 Espaces de sécurité le long des voies de débord, des voies longeant un quai de chargement et des voies de raccordement

2.1 Entre une voie de débord ou une voie longeant un quai de chargement et la voie adjacente, il faut, à titre d'espace de sécurité, au moins un dégagement de service de la largeur suivante :

- en règle générale : dégagement de service simple plus dégagement de service élargi [1]
- pour les voies à faible trafic : dégagement de service élargi [1]

[1] Largeur minimale conformément aux DE 19.3, ch. 2.2.

2.2 Lorsque les quais de chargement ont une longueur supérieure à 10 m, qu'ils se trouvent à plus de 0,80 m au-dessus du plan de roulement, que des tiers peuvent stationner au niveau de la voie et que les exigences du profil d'espace libre (y compris les espaces de sécurité) ne sont pas respectées sans restriction, alors ils doivent être conçus en porte-à-faux avec un espace de protection.

2.3 Des espaces de sécurité supplémentaires requis du point de vue de la protection des employés (prévention des accidents) doivent être maintenus libres si nécessaire.

VOIE NORMALE

DE 20

Abrogée

VOIE MÉTRIQUE

DE 20

Abrogée

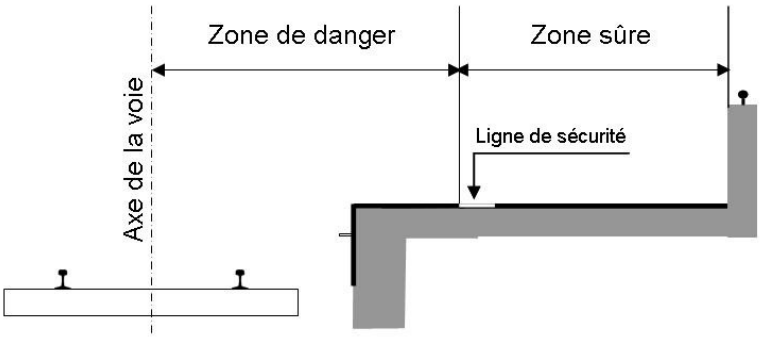
VOIE NORMALE

DE 21.2

1 Définition

Sur les quais, pour protéger les personnes du danger représenté par le passage des trains, on distingue :

- la zone de danger,
- la zone sûre.



2 Zone de danger

2.1 La zone de danger est déterminée depuis l'axe de la voie en fonction de la vitesse de passage des trains et des conditions locales.

2.2 En règle générale, la zone de danger est déterminée comme suit :

Vitesse de passage (v) [km/h]			Distance minimum à l'axe de la voie [m]
v_{max} trains marchandises (en général V_A[1])	v_{max} trains voyageurs (en général V_R[1])	v_{max} trains bien profilés aérodynamiquement (V_N[1])	
0 - 90	0 - 100	(0 -160 : pas déterminant)	2,20
91 - 100	101 - 120		2,30
101 - 110	121 - 140		2,50
111 - 120	141 - 160	161 - 180	2,70
(voir chiffre 2.3)	161 - 200	181 - 200	3,00

Il n'est pas permis de transiter à v > 200 km/h le long de quais librement ouverts aux voyageurs.

[1] Catégorie de train (RADN)

VOIE NORMALE

(DE 21.2)

2.3 Particularités

Là où les effets du souffle d'air peuvent être amplifiés et provoquer une aspiration dangereuse, on prévoira des mesures de protection supplémentaires ainsi que des largeurs plus grandes pour la zone de danger.

Lorsque des trains de marchandises circulent à plus de 120 km/h, il faut examiner sur la base de leurs caractéristiques aérodynamiques si la zone de danger selon chiffre 2.2 suffit ou s'il faut l'augmenter.

3 Zone sûre

La zone sûre est déterminée sur la base de l'affluence prévisible à long terme sur le quai.

Si des largeurs réduites suffisent selon cette détermination, on respectera toutefois les dimensions minimales suivantes:

3.1 En règle générale 1,50 m.

3.2 Le long d'obstacles courts dotés de mains-courantes (p.ex. escaliers d'accès, abris pour voyageurs, longueur maximale indicative de 10 m) ainsi qu'à l'extrémité des quais, une largeur réduite est admise, mais au minimum 0,90 m. Dans tous les cas, les voyageurs doivent pouvoir se tenir entièrement hors de la zone de danger.

3.3 Pour la plage de vitesses de 161 à 200 km/h, des mesures de protection spéciales contre l'effet de surprise doivent être prises conformément à la directive de l'Office fédéral des transports (OFT) du 2.7.2006 « Protection des voyageurs sur les quais pour des vitesses de passage supérieures à 160 km/h ».

3.4 Le respect de la présente disposition relative à la zone sûre n'assure que partiellement la sécurité des voyageurs sur un quai. Pour pouvoir atteindre une sécurité suffisante, il faut, avec le respect de la zone sûre, effectuer une planification globale du quai selon DE-OCF ad art. 34, DE 34.4.

4 Limite des zones (ligne de sécurité)

La limite entre la zone de danger et la zone sûre doit être indiquée de manière clairement visible sur le quai par une ligne de sécurité. Celle-ci sera optique et tactile (détectable avec les pieds et la canne d'aveugle). Pour l'exécution de ces lignes tactilo-visuelles, le guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »[2] est déterminant. La ligne appartient à la zone sûre.

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 21.2)

5 Dispositions transitoires

L'office édicte sous la forme d'une directive des dispositions transitoires pour l'aménagement de la zone sûre (selon chiffre 3) des constructions existantes. Cette directive fixe les modalités matérielles et les délais dans le délai-cadre de l'art. 22, al. 1, LHand. Si des raisons de sécurité l'exigent impérativement, les installations doivent être adaptées.

<u>DE 21.3</u>

1 Conditions de l'infrastructure pour l'accès autonome aux véhicules

1.1 Pour pouvoir assurer l'accès autonome le long de la portion de quai à partir de laquelle l'accès de plain-pied est prévu selon DE-OCF ad art. 34, DE 34, ch. 3.1.1, les conditions suivantes doivent être respectées pour l'infrastructure :

a. Dévers maximal de la voie : 75 mm ;

   En cas de dévers supérieur à 40 mm, sa limitation pour assurer un accès autonome aux véhicules doit être étudiée par un examen de la proportionnalité dans le sens de l'art. 11, al. 1, LHand.
   Les exigences relatives à l'examen de la proportionnalité et à ses résultats sont contenues dans l'« instruction de planification LHand »[3]. Ces examens de la proportionnalité sont effectués au préalable indépendamment des projets individuels.

b. Tolérances de la position de la voie selon DE-OCF ad art. 18, DE 18, voie normale, DE 18.2, ch. 2;

c. Tolérance de la position de l'arête de quai P55, mesurée à partir de la position théorique de la voie (arête de quai P55 selon l'homologation-type de l'OFT) :

   horizontale : + 20 mm mesurés à partir de l'axe de la voie
   - 0 mm mesurés vers l'axe de la voie

   verticale : + 0 mm
   - 20 mm

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

DE 21.2

1 Les DE-OCF ad art. 21, DE 21.2, voie normale, est applicable pour la voie métrique sous réserve des ch. 2 et 3 ci-après.

2 Zone de danger

Les distances doivent être adaptées comme suit :

2.1 La distance doit être augmentée de la surlargeur en courbe selon DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18.2 ch. 3.

2.2 Selon le gabarit, les distances seront réduites comme suit :

- voie métrique A — réduction de 0,20 m
- voie métrique B (trucs ou bogies transporteurs chargés)
  - de 0 à 40 km/h — réduction de 0,20 m
  - V > 40 km/h — pas de réduction
- voie métrique C — réduction de 0,40 m

3 Zone sûre

Pour la zone sûre aux arrêts de tramways, la largeur réduite d'au moins 0,90 m selon les DE-OCF ad art. 21, voie normale, DE 21.2, ch. 3.2 est admise de manière générale.

VOIE MÉTRIQUE

DE 21.3

1 Conditions de l'infrastructure pour l'accès autonome aux véhicules

1.1 Pour pouvoir assurer l'accès autonome le long de la portion de quai à partir de laquelle l'accès de plain-pied est prévu selon DE-OCF ad art. 34, DE 34, ch. 3.1.1, les conditions suivantes doivent être respectées pour l'infrastructure :

1.1.1 Sur les lignes avec un gabarit limite des obstacles OCF A (basé sur le véhicule normalisé A[1]) et avec une bordure de quai normale typique (hauteur de quai : 300 à 400 mm, en règle générale 350 mm sur le PDR; distance à l'axe de la voie : 1'470 mm + surlargeur en courbe) :

a. Dévers maximal de la voie 60 mm ;

En cas de dévers supérieur à 40 mm, sa limitation pour assurer un accès autonome aux véhicules doit être étudiée par un examen de la proportionnalité dans le sens de l'art. 11, al. 1, LHand.
Les exigences relatives à l'examen de la proportionnalité et à ses résultats sont contenues dans l'« Instruction de planification LHand »[2]. Ces examens de la proportionnalité sont effectués au préalable indépendamment des projets individuels.

b. Rayon minimal de la voie 130 m ;

c. Tolérances de la position de la voie selon DE-OCF ad art. 18, DE 18, voie métrique, DE 18.2, ch. 2 ;

d. Tolérance de la position de l'arête de quai, mesurée à partir de la position théorique de la voie :

horizontale : + 20 mm mesurés à partir de l'axe de la voie
- 0 mm mesurés vers l'axe de la voie

verticale : + 0 mm
- 20 mm

[1] Véhicule normalisé A selon commentaire n° 3 à l'OCF (COM OCF 3) et relativement à la marche coulissante intelligente avec son déploiement maximal de 1'795 mm à partir de l'axe du véhicule
[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

(DE 21.3)

1.1.2 Sur les lignes avec une distance de la bordure du quai à l'axe de la voie divergeant de celle du ch. 1.1.1, le rayon minimal (ch. 1.1.1 let. b.) doit être fixé pour le véhicule normalisé A[3] selon les directives des DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, ch. 4.

1.1.3 Sur les lignes avec des conditions différentes de celles du ch. 1.1.1 (p. ex. tramways, chemins de fer avec profils d'espace libre spéciaux selon l'art. 18 al. 5 OCF), il est possible de déroger au rayon minimal (ch. 1.1.1 let. b.).
La preuve de l'accès autonome pour le rayon choisi doit être apportée pour le véhicule normalisé adapté en conséquence et pour les propriétés définies de la bordure de quai selon les directives des DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, ch. 4.

2 Les chemins de fer fixent pour chaque ligne ou groupe de lignes de leur réseau ferroviaire les propriétés de leur bordure de quai (hauteur de quai et distance à l'axe de la voie) définies selon ch. 1.1 ainsi que si nécessaire le rayon minimal défini et portent ces données à la connaissance de l'OFT.

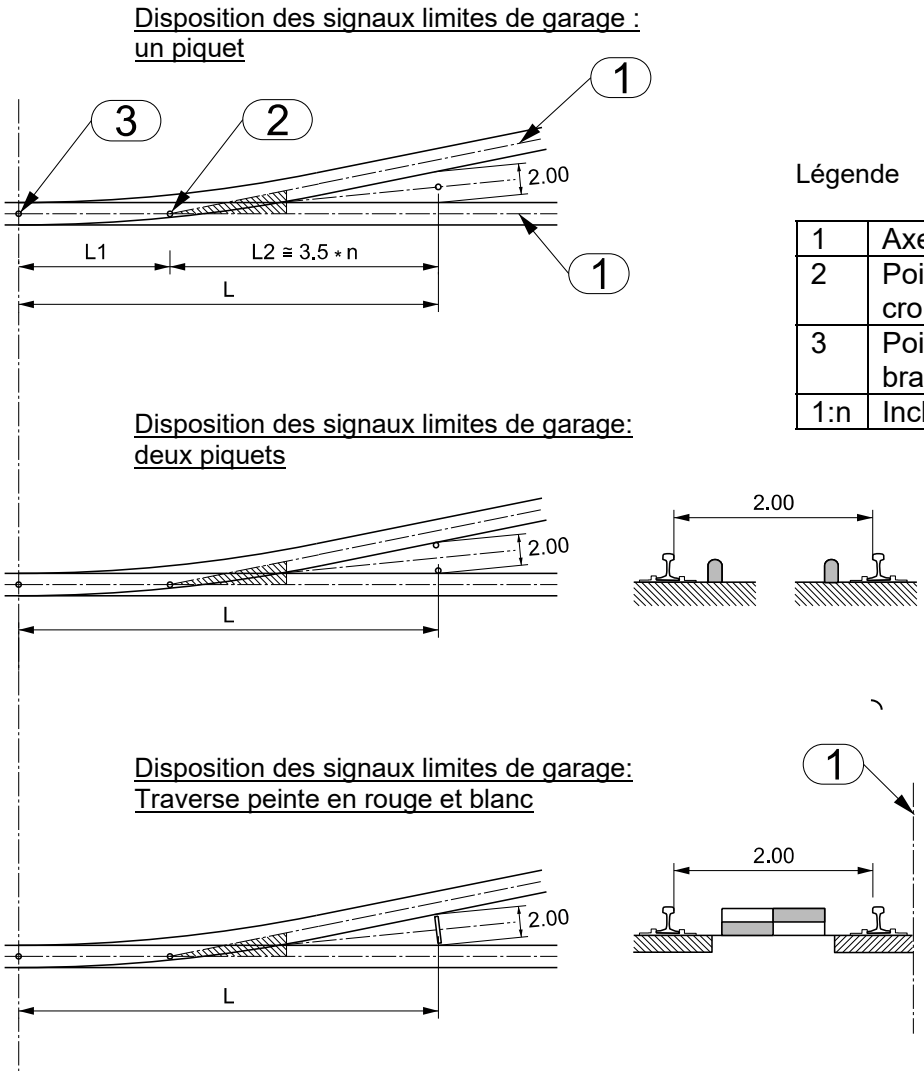
[3] Indépendamment du type de marche du véhicule

VOIE NORMALE

DE 22

1 En règle générale, les signaux limites de garage seront posés aux endroits où l'entraxe de deux voies convergentes est de 3,50 m. Ils délimitent la longueur utile des voies de gare.

Implantation simplifiée :



Légende

1	Axe de la voie
2	Point théorique de croisement
3	Pointe du branchement
1:n	Inclinaison

2 Lorsque la place disponible est très restreinte, la position des signaux limites de garage sera fixée au point de contact des gabarits limites des obstacles, sur la base de l'implantation effective des voies, compte tenu des défauts de géométrie tolérés.

VOIE MÉTRIQUE

DE 22

1 Les signaux limites de garage seront posés au point de contact des gabarits limites des obstacles. Ils délimitent la longueur utile des voies de gare.

2 Aux bifurcations de voies dont l'une est en alignement et dont l'autre a un dévers ne dépassant pas 20 mm, les signaux limites de garage seront posés à l'endroit où l'entraxe des voies atteint au moins la valeur suivante :

Voie métrique A :

3,40 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	60 - 79 m
3,30 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	80 - 129 m
3,20 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	130 - 249 m
3,10 m	lorsque le rayon de la voie déviée est	≥ 250 m

Voie métrique B :

3,90 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	60 - 70 m
3,80 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	80 - 184 m
3,70 m	lorsque le rayon de la voie déviée est de	185 - 249 m
3,60 m	lorsque le rayon de la voie déviée est	≥ 250 m

DE 23.1

1 Nouvelles installations

1.1 Lorsque les tracés d'une route et d'une voie ferrée sont parallèles ou rapprochés, il y a lieu de réserver une distance suffisante pour les signaux ferroviaires et routiers, l'évacuation des eaux, l'entretien, les dispositifs de protection contre l'éblouissement, les plantations, les amas de neige, etc.

1.2 Aux endroits où des véhicules routiers ou des pertes de chargement risquent d'empiéter sur le tracé ferroviaire et de mettre en danger la sécurité du chemin de fer, il y a lieu de prescrire des distances de sécurité supplémentaires et/ou des mesures de protection entre la voie ferrée et la route.

1.3 Les distances de sécurité et les mesures de protection sont définies conformément à la norme VSS 71 253[1].

2 Installations existantes

2.1 Pour les tracés existants parallèles ou rapprochés, il y a lieu de définir des distances de sécurité et/ou des mesures de protection en cas de modifications importantes de la construction ou de l'exploitation de la route ou de la voie ferrée, ou en cas d'accidents fréquents.

2.1.1 On entend par modification importante de la construction des modifications du tracé horizontal et du profil en long qui augmentent de façon déterminante la probabilité de collision, la probabilité d'une sortie de route ou la distance de sortie de route des véhicules routiers.

2.1.2 On entend par modification importante de l'exploitation en particulier le changement de mode d'exploitation ferroviaire (par ex. circulation de trains au lieu de tramways), l'augmentation de la vitesse de plus de 10 km/h, l'emploi de nouveau matériel roulant susceptible d'augmenter la probabilité de collisions (par ex. caisses plus larges, moindre performance des freins) ou une augmentation de la vitesse maximale sur la route.

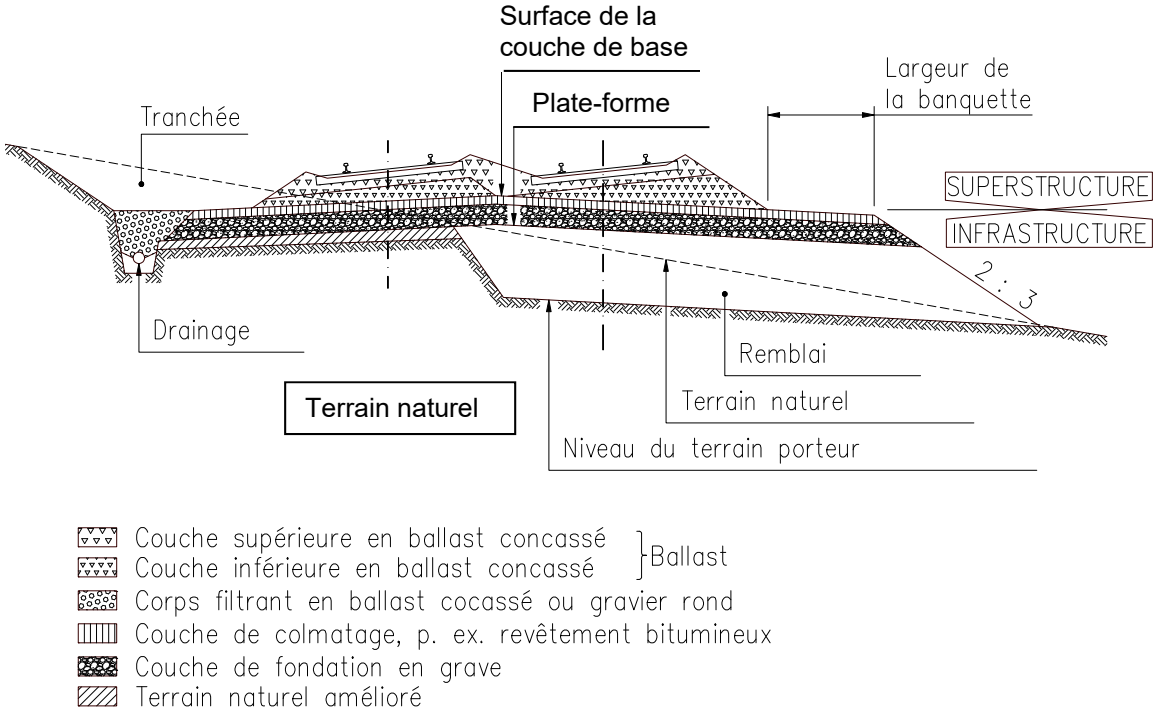
2.2 La vérification conformément au chiffre 2.1 peut se faire au moyen d'une analyse de risques basée sur des situations comparables ou par application de la norme VSS 71 253[1]. La méthode de vérification doit être fixée au cas par cas en accord avec l'OFT.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 25

1 Généralités

1.1 L'infrastructure est l'ouvrage situé entre la superstructure et le terrain. Elle peut être formée de plusieurs couches (par ex. couche d'imperméabilisation, couche de fondation, remblai).



1.2 Les présentes dispositions s'appliquent tant aux nouvelles constructions qu'à la maintenance d'installations dont on planifie le renouvellement, l'adaptation, la transformation ou l'extension[1].

1.3 Lorsque, pour des raisons d'exploitation principalement, il n'est pas possible de réaliser de tels projets de maintenance d'après le procédé pour les nouvelles constructions (par ex. mise en place d'une seule couche de fondation au lieu de plusieurs), de sorte que le niveau de qualité des nouvelles constructions ne peut être imposé, un niveau d'exigences réduit est autorisé de cas en cas. Cet état de fait est pris en compte ci-après par une différenciation entre les exigences relatives aux nouvelles constructions (NC) et celles relatives aux projets de maintenance (PM) des installations existantes.

1.4 Malgré ces exigences réduites, les projets de maintenance doivent viser le niveau de qualité des nouvelles constructions dans toute la mesure du possible.

1.5 L'épaisseur du lit de ballast est traitée ici en raison de son lien étroit avec l'infrastructure. Pour les autres aspects qui concernent l'aménagement du lit de ballast, il est renvoyé aux dispositions de la DE 31.

[1] Définition des termes conformément à SN 588 469, cf. DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

1.6 L'infrastructure doit être résistante et peu déformable. Elle doit être dimensionnée de manière à supporter sans dégât les sollicitations transmises par le lit de ballast pendant une durée d'utilisation économique (en règle générale 100 ans pour les nouvelles constructions ; pour les projets de maintenance [cf. chiffre 1.2] év. en fonction des tronçons limitrophes) et à les répartir sur le terrain naturel dans des valeurs acceptables.

1.7 Pour obtenir une durée d'utilisation économique de l'infrastructure, il faut viser pour chaque partie la meilleure qualité possible au départ, tant pour les nouvelles constructions que pour les projets de maintenance d'installations existantes (cf. chiffre 1.2). A cet effet, il faut déterminer adéquatement les conditions géologiques, géotechniques et hydrologiques sur la base des informations vérifiées et veiller à ce que la planification soit rigoureuse et la construction contrôlée.

1.8 Le dimensionnement et la conception de l'infrastructure doivent répondre en principe aux normes suisses (SN) ad hoc.

1.9 La classification des multiples charges des voies en groupes de charges des voies valables pour les chemins de fer à voie normale, à voie métrique et à voie spéciale permet de tenir compte des différentes exigences en en simplifiant le traitement.

1.10 L'infrastructure doit être réalisée de manière homogène et uniforme, dans le sens longitudinal et surtout transversal de la voie, afin d'obtenir un appui continu et d'éviter ainsi tous tassements différentiels ou différences de rigidité sous les traverses.

1.11 L'infrastructure et le lit de ballast doivent être drainés partout. Sur les tronçons à double voie et à plusieurs voies, la pente transversale de la surface de la couche de base et de la plate-forme doit être en règle générale symétrique et en forme de toit, avec rupture de pente entre deux voies même dans les zones de courbes, d'appareils de voie et de passages à niveau.

1.12 Si des géosynthétiques sont utilisés, leurs propriétés doivent répondre aux exigences de la SN EN 13250[2].

2 Groupes de charges des voies

2.1 Les voies, distinction faite entre les nouvelles constructions (NC) et les projets de maintenance (PM) selon le chiffre 1.2, sont classées en fonction de leur sollicitation en tonnes-brutes par jour (TB/j) ou de la vitesse de projet (V) en groupes de charges des voies conformément au tableau ci-après. Le critère déterminant est celui qui débouche sur le groupe de charges des voies le plus élevé.

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

2.2 Groupes de charges des voies : nouvelle construction (NC) et projets de maintenance (PM) :

Désignation	Future sollicitation	ou future vitesse de projet (catégorie de train R)
NC1, PM1	> 30 000 TB/j	ou V ≥ 160 km/h
NC2, PM2	15 000 – 30 000 TB/j	ou V ≥ 80 km/h
NC3, PM3	5000 – 15 000 TB/j	–
NC4, PM4	< 5000 TB/j	–

2.3 Comme la durée d'utilisation de l'infrastructure doit être nettement supérieure à celle de la superstructure, l'attribution aux groupes en vue du dimensionnement de l'infrastructure doit toujours se faire selon le critère de la future sollicitation calculée d'après des prévisions ou selon la vitesse future de projet.

2.4 Les voies de raccordement[3] doivent être traitées comme NC4 ou PM4.

3 Lit de ballast

3.1 L'épaisseur du lit de ballast doit être dimensionnée en fonction de la charge de la voie de sorte que l'infrastructure soit sollicitée de manière aussi uniforme que possible.

3.2 Il y a lieu de respecter les épaisseurs minimales suivantes pour le lit de ballast en fonction de la vitesse de projet et en dehors des infrastructures rigides (voir ch. 3.5), l'épaisseur du lit de ballast étant déterminée par la distance verticale entre l'arête inférieure de la traverse et la surface de la couche de base sous le rail le plus bas :

Groupe de charges des voies	V [km/h]	Epaisseur minimale du lit de ballast [m]
NC1, PM1	> 160	0,35
	≤ 160	0,30
NC2, PM2	–	0,30
NC3, PM3	–	0,30
NC4	–	0,25
PM4	–	0,20

3.3 L'OFT peut, dans des cas particuliers motivés de projets de maintenance (cf. chiffre 1.2), approuver des divergences à ces valeurs minimales de l'épaisseur du lit de ballast, lorsque par exemple les adaptations de parties d'installations qui seraient nécessaires pour respecter la valeur minimale entraîneraient des dépenses disproportionnées.

3.4 L'épaisseur maximale du lit de ballast sous le rail le plus haut ne doit pas être supérieure à 70 cm, en particulier pour des raisons d'homogénéité de la superstructure, de stabilité de la voie et de facilité d'entretien.

3.5 L'épaisseur réglementaire du lit de ballast sur les infrastructures rigides (par ex. ponts ou radiers bétonnés et dalles de tunnels, roche non altérée) doit être conforme aux dispositions des DE 26.1, chiffre 2.3.2.

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 4

(DE 25)

3.6 La qualité des voies ferrées doit correspondre aux normes SN 670 110 / EN 13450[4].

4 Surface de la couche de base, couche d'imperméabilisation, couche de fondation et plate-forme

4.1 Déformabilité

4.1.1 Les valeurs indicatives de déformabilité sont le module de déformation M_{E1} déterminé au premier chargement par l'essai de charge statique avec plaque sur les roches meubles conformément à la norme VSS 70 317[4] ou la déflexion élastique retour d mesurée sur la couche d'imperméabilisation bitumineuse avec la poutre de Benkelman conformément à la norme VSS 70 362[4].

4.1.2 Le déflectomètre à masse tombante légère (LFWD - Light Falling Weight Deflectometer; diamètre de la plaque 30 cm; détermination du module dynamique de déformation E_{vd}) peut être utilisé pour déterminer la déformabilité. Concernant le LFWD, les modalités d'exécution de l'essai avec le LFWD et l'exploitation des mesures, il y a lieu de tenir compte de la norme VSS 70 313[4]. Lors de mesures, il faut décrire le sol (classification) et, en particulier, dans le cas de sols fins il faut en plus donner des indications relatives à la consistance.

4.1.3 Si la déformabilité est déterminée à l'aide d'un LFWD, l'évaluation doit être effectuée par un spécialiste en géotechnique au moyen des valeurs exigées selon le sol pour le module E_{vd} qui reposent sur des valeurs d'expérience fiables. Ces valeurs requises doivent être déterminées de façon à ce que les déformabilités correspondantes soient comparables avec les valeurs-limites relatives à la valeur M_{E1}, mentionnées au chiffre 4.2.4.

4.1.4 Les normes VSS 40 585[4] et VSS 70 311[4] s'appliquent par analogie aux exigences d'uniformité et aux méthodes de contrôle possibles.

4.2 Valeurs-limites de déformabilité

4.2.1 La déformabilité sur l'infrastructure doit être adaptée aux sollicitations de la superstructure. Un surdimensionnement ou un sous-dimensionnement de l'infrastructure entraîne des sollicitations trop élevées et un vieillissement anticipé de la superstructure.

4.2.2 La rigidité de l'infrastructure doit être déterminée de manière que les sollicitations de la superstructure ne dépassent pas les valeurs admissibles.

4.2.3 Indépendamment du groupe de charges des voies, la valeur M_{E1} sur la surface de la couche de base ne doit pas dépasser 150 MN/m^2 et la déflexion élastique retour d sur la couche d'imperméabilisation bitumineuse ne doit pas être inférieure à 0,4 mm.

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

4.2.4 Le tableau suivant contient les valeurs-limite de déformabilité à respecter sur la surface de la couche de base et sur la plate-forme pour chaque groupe de charges des voies.

Groupes de charges des voies	Sur la surface de la couche de base				Sur la plate-forme
	déformabilité maximale		déformabilité minimale		déformabilité maximale
	M_{E1} [MN/m²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m²]
NC1, NC2	60	140	150	40	15
NC3	40	170[1)]	150	40	15
NC4	15	-	150	-	15
PM1, PM2	40	-	150	-	6[2)]
PM3	30	-	150	-	6[2)]
PM4	15	-	150	-	6[2)]

[1)] déterminant seulement si une couche d'imperméabilisation bitumineuse est posée (cf. tableau ch. 4.3.2)

[2)] correspond à une valeur corrélée du California Bearing Ratio CBR d'env. 3 %

4.2.5 Les valeurs qui figurent dans le tableau doivent être prises en compte dans le dimensionnement de l'infrastructure et sont valables immédiatement avant la pose du ballast, c'est-à-dire après un éventuel passage de véhicules à pneus sur la surface de la couche de base pendant la construction.

4.2.6 Si pour des projets de maintenance la surface de la couche de base est parcourue par des véhicules à pneus ou par un finisseur, il y a lieu de respecter les valeurs des exigences de déformabilité applicables aux nouvelles constructions.

4.2.7 Si la pose de traverses en béton est prévue sur les voies des groupes de charges des voies NC4, PM3 et PM4, il faut respecter, sur la surface de la couche de base, les valeurs minimales de déformabilité du groupe de charges des voies supérieur.

4.3 Couche d'imperméabilisation et couche de fondation

4.3.1 Les épaisseurs de la couche d'imperméabilisation et de la couche de fondation doivent être dimensionnées ou fixées en fonction de la procédure de construction (nouvelle construction ou projet de maintenance [cf. chiffre 1.2]), de la charge de la voie, du type de superstructure (voie avec ou sans ballast, type de traverse etc.), de la déformabilité du sol naturel, de l'effet du gel présumé et compte tenu des exigences relatives à la construction et à l'exploitation.

4.3.2 Le tableau suivant indique, pour les voies ballastées, les épaisseurs de couches minimales à respecter pour la couche d'imperméabilisation (S), la couche de fondation (F) ou des combinaisons de ces dernières (S/F), des nouvelles constructions et des projets de maintenance en fonction du groupe de charges des voies, de la déformabilité sur la plate-forme, du matériau et des divers types de construction :

(DE 25)

Groupe de charges des voies	Déformabilité sur la plate-forme	Construction	
	M_{E1} [MN/m²]	Matériau	Épaisseur minimale [cm]
NC1	15 à 30	S: couche d'imperméabilisation bitumineuse F: grave	7[1)] 40
	supérieure à 30	S: couche d'imperméabilisation bitumineuse F: grave	7[1)] 25
NC2 NC3	supérieure à 15	S: couche d'imperméabilisation bitumineuse F: grave	7[1)] 25
		S: couche d'imperméabilisation minérale F: grave	5 25
NC4	supérieure à 15	S: couche d'imperméabilisation minérale F: grave	5 20
		F: grave	25
PM1 PM2	6 à 8	S/F: grave PSS	40
	8 à 10	S/F: grave PSS	35
	supérieure à 10	S/F: grave PSS	30
PM3	6 à 8	S/F: grave PSS	30
		S: couche d'imperméabilisation minérale F: grave	5 25
		F: grave	30
	supérieure à 8	S/F: grave PSS	30
		S: couche d'imperméabilisation minérale F: grave	5 20
		F: grave	25
PM4	au moins 6	S/F: grave PSS	25
		S: couche d'imperméabilisation minérale F: grave	5 20
		F: grave	20

[1)] dans le cas d'une couche d'imperméabilisation bitumineuse, l'expérience montre qu'il est indiqué de poser entre la grave et la couche d'imperméabilisation une couche de compensation de 3 cm d'épaisseur en granulés d'asphalte bitumineux 0/16 conforme à la SN EN 13108-8[5]. Cela augmente l'épaisseur participante de la couche d'imperméabilisation bitumineuse ainsi que l'élasticité de l'infrastructure.

4.3.3 Si le module de déformation M_{E1} sur la plate-forme est inférieur à 15 MN/m² pour une nouvelle construction ou à 6 MN/m² pour un projet de maintenance, il faut prendre des mesures d'amélioration de la plate-forme.

4.3.4 La couche d'imperméabilisation bitumineuse doit être composée d'enrobé bitumineux de type AC RAIL 16 ou AC RAIL 22 conformément à la norme VSS 40 430[5].

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

4.3.5 Afin d'éviter une trop grande rigidité de la surface de la couche de base, l'épaisseur de la couche d'imperméabilisation bitumineuse doit être limitée à 10 cm au maximum.

4.3.6 Les couches d'imperméabilisation minérales doivent être formées d'une grave 0-16 mm bien graduée, qui contient un liant naturel argileux ou calcaire.

4.3.7 Pour les couches de fondation, il faut utiliser des graves 0/22 ou 0/45 conformément aux SN 670 119-NA / SN EN 13242 / SN EN 13285[6]. De telles graves doivent être posées si les contraintes d'exploitation permettent de construire l'infrastructure en plusieurs couches, ce qui est notamment la règle pour les nouvelles constructions.

4.3.8 Dans les projets de maintenance de voies existantes, lorsque, pour des raisons d'exploitation, une seule couche peut être mise en place au lieu de deux, une grave PSS doit être utilisée pour cette couche combinée de couche d'imperméabilisation et de couche de fondation.

4.3.9 Le matériau appelé grave PSS pour des raisons historiques est une grave sans liant résistante au gel, relativement imperméable, constituée d'agrégats minéraux solides, durables et de granulométrie continue 0/32, qui doit répondre aux exigences des SN 670 119-NA / SN EN 13242 / SN EN 13285[6], des SN 670 330-2 / SN EN 13286-2/AC[6], des SN EN 13286-47[6] ainsi que de la norme VSS 70 321[6].

4.3.10 Sur une roche non altérée assurant la fonction filtrante (notamment résistante au gel), on peut renoncer à la pose d'une couche d'imperméabilisation et d'une couche de fondation.

4.3.11 En cas de données géotechniques spéciales, il faut prendre des mesures adéquates qui peuvent entraîner une adaptation de la construction de l'infrastructure décrite au chiffre 4.3.2. Cela peut être nécessaire par ex. pour un terrain à haute teneur en éléments fins, en cas de risque de pression hydrostatique sous la couche d'imperméabilisation, de haut niveau de la nappe phréatique, de niveau du lac variable atteignant la couche de fondation ou de terrain très sensible aux tassements.

4.3.12 Les infrastructures qui, à cause de données géotechniques spéciales (cf. chiffre 4.3.11), diffèrent des constructions mentionnées au chiffre 4.3.2 doivent être concertées suffisamment tôt avec l'OFT et dûment motivées.

4.3.13 La mise en place de couches en graves 0/22, 0/45 et grave PSS doit être contrôlée. Les contrôles d'exécution des couches de graves et de grave PSS sont régis par la norme VSS 40 585[6].

4.4 Tolérances de construction

Les écarts admissibles par rapport aux cotes de projet sont de ± 3 cm pour la plate-forme, de ± 2 cm pour la surface de la couche de base et de ± 1 cm pour une couche d'imperméabilisation bitumineuse. Sous la latte de 3 m[7], on peut tolérer des cuvettes de 3 cm au maximum. Pour les surfaces de la couche de base bitumineuses, la norme VSS 40 525[6] est applicable.

[6] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[7] Les lattes de 4 m ne doivent pas être utilisées pour les voies sous la ligne de contact.

(DE 25)

5 Gel

5.1 Généralités

Il y a lieu d'examiner des mesures de protection contre le gel au moins pour les groupes de charges des voies NC1, NC2, NC3, PM1, PM2 et PM3 lorsque le terrain se compose de sols de la catégorie G3 ou G4 conformément à la norme VSS 70 140[8] et qu'en même temps, au moins l'une des conditions hydrologiques défavorables ci-après est vérifiée :

- profondeur de tranchée de plus de 3 m (de l'arête supérieure du talus jusqu'au niveau supérieur de la traverse),
- niveau déterminant de la nappe phréatique à moins de 2 m des traverses,
- eau sous pression dans le sol.

5.2 Dimensionnement de l'infrastructure en fonction du gel

La profondeur de gel dépend des conditions climatiques locales et des caractéristiques thermiques des sols. Le paramètre de dimensionnement le plus important est l'indice de gel de l'air selon la norme VSS 70 140[8]. La couche de protection contre le gel doit être dimensionnée d'après des méthodes éprouvées scientifiquement. Pour les lignes ferroviaires situées dans des régions où le climat n'est pas extrême, on peut utiliser la méthode de dimensionnement ci-après, simplifiée par rapport à celle utilisée dans la construction routière :

Épaisseur de comparaison : $\boxed{z = f_s d_s + f_b d_b + f_k d_k}$

Facteurs de correction :

- Ballast : $f_s = 0{,}5$ (0,8 en cas de conditions climatiques locales favorables)
- couche d'imperméabilisation bitumineuse : $f_b = 0{,}7$
- grave : $f_k = 1{,}0$

Épaisseur des couches [m] : d_i (s: ballast, b: couche d'imperméabilisation bitumineuse, k: grave)

Profondeur de gel [m] : $\boxed{X = 0{,}00077\,FI + 0{,}53}$

Indice de gel de l'air [°C·jours] : FI indice de gel de l'air selon la norme VSS 70 140[8], la valeur ne devant pas être inférieure à un indice minimal de 200 °C • jours.

Condition pour la mesure du gel : $\boxed{z \geq X}$

[8] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

6 Drainage

6.1 En ce qui concerne les exigences et l'admissibilité d'un drainage conforme à la loi et à l'ordonnance sur la protection des eaux, il est fait référence à la directive « Evacuation des eaux des installations ferroviaires »[9].

6.2 Un bon drainage qui fonctionne durablement est décisif pour une longue durée d'utilisation de la voie. L'eau infiltrée dans l'infrastructure diminue les propriétés des diverses couches qui sont importantes pour la diffusion des charges; elle peut, conjointement à la sollicitation dynamique du trafic, conduire à un mélange des couches de sol. Les matériaux de l'infrastructure peuvent, de ce fait, se trouver mélangés et conduire à des remontées de fines dans le lit de ballast. Il faut donc éviter le plus possible l'infiltration d'eau dans l'infrastructure, notamment en nivelant autant que possible la surface de la couche de base avec une pente latérale suffisante, en posant éventuellement une couche d'imperméabilisation bitumineuse (cf. chiffre 4.3) et en captant le cas échéant l'eau de ruissellement latéral.

6.3 La SN 640 340[9]et les normes VSS 40 350[9], 40 353[9], 40 357[9] et 40 360[9] sont applicables par analogie à la planification et à la construction des systèmes de drainage.

6.4 Les talus, fossés, fossés de drainage, conduites ou combinaisons de ces types sont des systèmes de drainage admis.

6.5 Les conduites de drainage doivent être prévues en règle générale si la voie ne passe pas sur un remblai et si les eaux météoriques ne peuvent pas s'infiltrer sans dégâts ou si les fossés ou les tranchées drainantes ne sont pas suffisamment efficaces.

6.6 Les systèmes de drainage doivent pouvoir être entretenus avec un minimum de perturbation pour l'exploitation.

6.7 Les conduites qui passent sous la voie doivent être disposées à angle droit par rapport à l'axe de la voie et en dehors des zones des appareils de voie.

6.8 Le sommet des conduites ferroviaires passant sous la voie doit se trouver à plus de 1,30 m en dessous de l'arête supérieure de la traverse. Pour les conduites appartenant à des tiers, il y a lieu de respecter la norme VSS 71 260[9].

6.9 L'infiltration des eaux évacuées des voies doit se faire en dehors de l'infrastructure de sorte que cette dernière reste drainée durablement. Si ce n'est pas possible pour un projet de maintenance (cf. chiffre 1.2) par manque de place, le maintien de la fonction filtrante doit être garanti conformément au chiffre 7 entre le terrain en place et le matériau drainant.

6.10 Pour un drainage par infiltration, une perméabilité suffisante du sol naturel doit être prouvée (valeur k selon Darcy).

6.11 La pente latérale de la plate-forme et de la surface de la couche de base par rapport à l'installation de drainage doit atteindre au moins:

5 % en cas d'utilisation de terre,
3 % en cas d'utilisation de matériaux appropriés et stabilisés ou d'une couche d'imperméabilisation bitumineuse

Pour l'infrastructure rigide (par exemple en béton), le chiffre 2.5.2 de la DE 26.1 est applicable.

[9] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

6.12 Les tuyaux de drainage doivent être posés en règle générale avec une pente d'au moins 5 ‰ et leur diamètre doit atteindre au moins 20 cm.

6.13 Les tuyaux de drainage (notamment les collecteurs) doivent être posés de manière que leur sommet se trouve autant que possible en dessous de la profondeur de gel et en tout cas en dessous de la couche de fondation.

7 Maintien de la fonction filtrante

Afin de réduire autant que possible le lessivage, l'érosion interne due à l'écoulement des eaux et surtout les mélanges de couches de granulométrie différente dus aux sollicitations dynamiques, les critères de filtre doivent être respectés dans les surfaces-limites des couches conformément à la norme VSS 70 125[10].

8 Remblais

8.1 Aménagement

8.1.1 La largeur de la surface de la couche de base doit être déterminée selon les critères du génie civil (machines d'entretien) et les conditions locales (dévers de la voie, pente latérale de la surface de la couche de base, etc.). Elle doit notamment être définie de manière que la stabilité des flancs du ballast (inclinaison du talus hauteur par largeur [H:B] = 2:3) reste garantie à tout moment.

8.1.2 Les nouveaux remblais doivent être pourvus d'un couronnement assez large pour que la largeur requise de la surface de la couche de base soit garantie sans dispositif de maintien de la banquette (voir chiffre 11).

8.1.3 La largeur de la banquette (cf. chiffre 1.1) devrait atteindre au moins 50 cm à partir du pied du talus du profil théorique du lit de ballast.

8.1.4 Des élargissements supplémentaires peuvent résulter d'autres exigences (praticabilité, espaces de sécurité conformément à la DE 18, etc.).

8.1.5 Les sommets des talus des remblais doivent être conçus de manière que le personnel d'entretien puisse s'y mouvoir en sécurité.

8.2 Stabilité et aspects constructifs

8.2.1 Les remblais ferroviaires doivent être dimensionnés selon la SN 505 267[10]. La vérification des remblais existants peut se faire sur la base de la série de normes SN 505 269[10]. En ce qui concerne la sécurité sismique, il y a lieu de respecter en sus la directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »[10].

8.2.2 Les exigences à respecter relatives au compactage et à la déformabilité des remblayages figurent dans la norme VSS 40 585[10].

[10] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

8.2.3 La pente des talus de remblai doit tenir compte des propriétés géotechniques du matériau (terre ou roche). L'inclinaison du talus de terre ne doit pas dépasser le rapport de 2:3. La stabilité doit être vérifiée.

8.2.4 Les remblayages sur les versants doivent être protégés de l'eau de pénétration par des nattes de drainage étagées.

8.2.5 Si le niveau de la nappe phréatique est élevé, il faut aménager un drainage superficiel arrêtant l'effet de capillarité et assurant la fonction filtrante entre le terrain et le remblai.

8.2.6 Pour élargir un remblai, on formera des redans entre les anciennes et les nouvelles parties. Si le matériau utilisé pour l'élargissement est moins perméable que le remblai existant, il y a risque d'accumulation d'eau entre les deux parties. Pour l'éviter, l'eau sera évacuée au moyen de couches drainantes appropriées.

8.2.7 Si les sollicitations d'un remblai augmentent (par ex. superstructure plus lourde, plus grande densité du trafic, vitesse supérieure, etc.), il faut en vérifier la stabilité.

8.3 Surveillance et maintenance

8.3.1 En cas d'élargissement d'un remblai alors que la voie est en service pendant les travaux de construction, la stabilité de ce dernier doit être surveillée par des moyens appropriés.

8.3.2 Si la hauteur d'un talus dépasse 6 m, il faut examiner si sa maintenance requiert un palier intermédiaire carrossable.

8.3.3 Les plantes sont interdites sur les talus lorsqu'elles portent atteinte à la sécurité de l'exploitation ferroviaire ou du personnel chargé de l'entretien. La VSS 71 560[11] doit être respectée.

9 Tranchées

9.1 La pente du talus des tranchées doit tenir compte des propriétés géotechniques du matériau (terre ou roche). L'inclinaison du talus de terre ne doit pas dépasser le rapport de 2:3. Si ce rapport ne peut pas être respecté, la stabilité du talus doit être vérifiée.

9.2 Il faut drainer par des mesures adéquates les coupes aquifères en pied de talus pour éviter des lessivages, des marigots ainsi qu'un effet de barrage en cas de gel.

9.3 Le chiffre 8.2.3 est applicable par analogie.

[11] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

10 Ouvrages de soutènement

10.1 Généralités

10.1.1 Il faut faire la distinction entre les ouvrages de soutènement rigides et flexibles. Les ouvrages de soutènement rigides sont des constructions rigides en poussée et déformation avec ou sans ancrage tels que murs-poids, murs de soutènement en L, parois de palplanches et assimilés. Les ouvrages de soutènement flexibles sont des éléments de construction de sol déformables tels que murs en caissons, corbeilles en treillis empilées (gabions), clouages de sol et assimilés qui forment un massif mixte autoportant par liaison des forces et déformations entre l'armature, les géotextiles, les clous, les corbeilles en treillis ou les éléments en béton préfabriqué et le sol.

10.1.2 Les ouvrages de soutènement durables servant à la sécurisation du tracé ferroviaire doivent être conçus de manière que les déformations et les déplacements du soutènement qui peuvent entraîner des modifications défavorables de l'assiette de la voie soient exclus.

10.1.3 Les ouvrages flexibles sont en règle générale inappropriés du fait de leur élasticité, notamment pour les constructions durables sous la voie, et ne doivent pas être employées.

10.1.4 Dans la zone de transmission des charges ferroviaires, dont la propagation à partir de l'arête inférieure de l'extrémité de traverse peut être estimée par simplification à 45° par rapport à l'horizontale, seuls les ouvrages de soutènement rigides sont autorisés.

10.1.5 Le dimensionnement des ouvrages de soutènement doit respecter les SN 505 260 à 505 267[12]. La vérification des ouvrages de soutènement existants doit respecter la série de normes SN 505 269[12]. En ce qui concerne la sécurité sismique, il y a lieu de respecter en sus la directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »[12].

10.1.6 L'utilisation des tirants d'ancrage est régie par la directive de l'OFROU « Tirants d'ancrage »[12].

10.1.7 Pour empêcher une pression hydrostatique sur les ouvrages de soutènement, il faut prévoir des mesures de drainage appropriées qui puissent être contrôlées et entretenues durablement.

10.2 Ouvrages de soutènement rigides

10.2.1 Le calcul de la poussée des terres présumée pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement rigides se base entre autres sur leur rigidité, leur déplaçabilité, le degré de compactage du remblayage et la proximité des voies en exploitation.

10.2.2 S'il faut admettre que la rupture active d'un ouvrage de soutènement rigide, en raison de sa grande rigidité et/ou de son absence de déplaçabilité, ne pourra s'interrompre que partiellement ou pas du tout, il faut le dimensionner en calculant une poussée des terres majorée (au moins une valeur moyenne entre la poussée des terres active et la poussée des terres au repos).

[12] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 25)

10.2.3 Lorsque l'on prévoit un compactage du remblayage derrière un ouvrage de soutènement indéplaçable ou presque, son dimensionnement doit tenir compte de la pression de compactage en fonction du degré de compactage.

10.2.4 Le dimensionnement d'ouvrages de soutènement rigides qui portent des charges ferroviaires ou qui se trouvent près des voies ferrées doit se baser au minimum sur une poussée des terres majorée (au moins une valeur moyenne entre la poussée des terres active et la poussée des terres au repos).

10.2.5 Les surfaces visibles des murs de soutènement doivent en règle générale présenter un fruit.

10.2.6 Là où les conditions locales l'exigent, les murs de soutènement doivent être pourvus de garde-corps.

11 Dispositifs de maintien de la banquette

11.1 Généralités

11.1.1 Les dispositifs de maintien de la banquette sont des constructions de maintien propres à sécuriser durablement une faible différence de niveau du terrain le long de l'arête de la couche de base. Les dispositifs de maintien de la banquette permettent par exemple d'obtenir la largeur requise de la couche de base sans modifier la géométrie d'un remblai lorsqu'un épaississement du lit de ballast est nécessaire.

11.1.2 Les dispositifs de maintien de la banquette sont des constructions telles que des micropieux injectés sous pression ou des poutrelles foncées avec écran intermédiaire, ainsi que des éléments en treillis métallique ouverts sur le terrain et remplis de ballast ou d'éboulis et assimilés.

11.1.3 Les ouvrages de soutènement rigides mentionnés au chiffre 10.1 peuvent, en plus de leur fonction principale de soutènement, faire également office de dispositif de maintien de la banquette, mais n'ont pas le statut de dispositifs de maintien de la banquette.

11.1.4 Les dispositifs de maintien de la banquette ne peuvent être utilisés que dans le cadre de projets de maintenance sur des remblais existants (cf. chiffre 1.2).

11.1.5 Les dispositifs de maintien de la banquette ne peuvent être installés qu'au-dessus et en aucun cas en dessous de la zone de transmission des charges ferroviaires calculée par simplification conformément au chiffre 10.1.4.

11.2 Stabilité et aspects constructifs

11.2.1 La hauteur des dispositifs de maintien de la banquette est limitée à 1 m au maximum.

11.2.2 La stabilité du talus dans lequel un dispositif de maintien de la banquette est installé doit être garantie.

11.2.3 Il y a lieu de vérifier la stabilité de talus dont la pente est supérieure au rapport 2:3 et dans lequel un dispositif de maintien de la banquette doit être installé.

11.2.4 Il faut concevoir les dispositifs de maintien de la banquette de sorte que l'eau ne s'y accumule pas et que l'érosion interne soit évitée.

11.2.5 Les éléments en acier de dispositifs de maintien de la banquette doivent être protégés de la corrosion pour la durée d'utilisation prévue.

(DE 25)

12 Ouvrages de protection

12.1 Généralités

12.1.1 Il faut éviter autant que possible les dangers naturels par une optimisation du tracé.

12.1.2 La plate-forme de la voie doit être protégée autant que possible des dangers tels que les chutes (chute de pierres et de blocs, éboulement, écroulement, chute de glace), crues et laves torrentielles (remous, inondation, débordement de laves torrentielles, épandage d'alluvions), formation d'affouillements (affouillements, érosion latérale), avalanches (avalanches denses, avalanches poudreuses, reptation de la neige), congères, glissements de terrain et pentes de fluage (glissements de terrain permanents ou spontanés, coulées de terre), etc.

12.1.3 Des ouvrages de protection adéquats sont notamment les filets de protection contre les chutes de pierres, paravalanches, digues de protection (digues de canalisation, digues de retenue), recouvrements de falaise au moyen de grillages, enrochement de protection contre l'érosion et assimilés.

12.1.4 La planification et la réalisation de structures porteuses en rapport avec des ouvrages de protection contre les dangers naturels doivent se baser sur les normes suisses relatives aux projets de structures porteuses SN 505 260 à 505 267[13]. La vérification des ouvrages de protection existants doit respecter la série de normes SN 505 269[13]. En ce qui concerne les actions, il y a lieu notamment de respecter la SN 505 261/1[13] et en ce qui concerne la sécurité sismique, il y a lieu de respecter en sus la directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »[13].

12.1.5 La planification des ouvrages de protection doit prendre pour base les risques liés aux dangers naturels au sens d'une estimation des dangers aussi exacte que possible, les recenser intégralement et les évaluer.

12.1.6 L'emplacement, la hauteur et la capacité d'absorption nécessaire des forces des ouvrages de protection destinés à absorber les actions dues à des chutes doivent être dimensionnés d'après des expertises ad hoc fondées sur les scénarios de chute possibles, avec des calculs de trajectoire, compte tenu des propriétés du sol et des aspects météorologiques.

12.2 Filets de protection contre les chutes de pierres

12.2.1 Les filets de protection contre les chutes de pierres doivent être planifiés et réalisés dans le respect des « Bases de l'évaluation de la qualité des filets pare-pierres et leurs fondations »[13].

12.2.2 Seuls les filets de protection contre les chutes de pierres figurant sur la liste « Répertoire des ouvrages de protection contre les chutes de pierres » de l'OFEV[14] peuvent être utilisés.

[13] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[14] Adaptée en permanence, cf. site Internet OFEV (www.bafu.admin.ch/homologation)

(DE 25)

12.2.3 Les mortiers d'ancrage doivent être contrôlés et homologués et figurer sur la « Liste des mortiers d'ancrage homologués » de l'OFEV[15].

12.2.4 Les emplacements des filets de protection contre les chutes de pierres doivent être choisis de manière que les parties se déformant en cas d'événement (par ex. poteaux, filets) ne puissent en aucun cas empiéter sur le profil d'espace libre de la voie ni toucher des parties des installations ferroviaires fixes (par ex. mâts de la ligne de contact).

12.3 Digues de protection

12.3.1 La construction des digues de protection doit être conçue et dimensionnée en fonction des exigences individuelles imposées par la situation.

12.3.2 Le talus amont des digues de retenue contre les chutes de pierres et de blocs doit être sécurisé par des blocs et aussi pentu que possible afin d'éviter que des matériaux passent par-dessus la digue.

12.4 Protection contre les affouillements

12.4.1 Lorsque se produisent des écoulements d'eau à vitesse élevée (env. v > 2 m/s), la stabilité du radier dans le domaine de la fondation d'un ouvrage d'art (par ex. pont ferroviaire) doit être vérifiée sous l'angle du risque d'érosion et, le cas échéant, assurée au moyen d'une protection contre les affouillements.

12.4.2 Une protection contre les affouillements (un enrochement sur une couche-filtre empêchant le lessivage d'éléments fins du terrain) doit être prévue contre la force d'érosion de l'eau.

12.5 Avalanches

12.5.1 Les constructions anti-avalanches sont par exemple des ouvrages de stabilisation de la neige et ouvrages à vent, des digues d'arrêt, de canalisation et de déviation, des galeries, etc.

12.5.2 Pour les ouvrages de stabilisation de la neige dans les zones de décrochement d'avalanches, il y a lieu de respecter la directive technique et l'aide à l'exécution « Constructions d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »[16].

12.5.3 Seuls les ouvrages de stabilisation de la neige figurant sur la « Liste des ouvrages paravalanches homologués » de l'OFEV[15] peuvent être utilisés.

12.5.4 Les mortiers d'ancrage doivent être contrôlés et homologués et figurer sur la « Liste des mortiers d'ancrage homologués » de l'OFEV[15].

[15] Adaptée en permanence, cf. site Internet OFEV (www.bafu.admin.ch/homologation)
[16] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 26.1

1 Bases du projet

1.1 Principes

1.1.1 Il faut appliquer les normes suisses (SN) déterminantes ou les normes européennes (SN EN) reprises dans les normes suisses pour planifier, calculer et réaliser des ponts ferroviaires. Les SN EN ne peuvent être utilisées que conjointement avec les annexes nationales. Les principes des codes UIC 717[1], 774-3[1], 776-2[1] et 776-3[1] doivent également être respectés.

1.1.2 Les aménagements actuel et futur de la ligne déterminent les exigences relatives à l'assise de la voie et à la résistance. Pour les ponts existants de la voie normale, la classe de ligne détermine l'exigence minimale concernant la sécurité structurale.

1.1.3 Les dispositions de la SN 588 469[1] et de la série de normes SN 505 269[1] seront observées pour la mise en service, la surveillance et l'entretien des ponts ferroviaires. En ce qui concerne la sécurité sismique, il y a lieu de respecter en sus la directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »[1].

1.1.4 Des mesures particulières (terre de l'ouvrage, conducteur de retour du courant de traction, isolation, etc.) seront prises pour protéger les ouvrages contre la corrosion due aux courants vagabonds.

1.1.5 Les ponts doivent être conçus de manière à ce que les répercussions sur les modifications de l'assiette de la voie ou la transmission de sollicitations supplémentaires sur la voie soient réduites au minimum absolu. Le concept de la structure du pont sera choisi de telle sorte que des appareils de dilatation des rails ne soient nécessaires que pour les cas inévitables.

1.1.6 Pour les longs ponts à plusieurs travées, on disposera judicieusement les appuis fixes et mobiles pour éviter autant que possible les appareils de dilatation ou pour en minimiser le nombre.

1.1.7 Les culées et les joints de dilatation seront disposés autant que possible en alignement. Aucune voie ne doit être posée sur les joints longitudinaux.

1.1.8 Les extrémités des tabliers doivent être aussi compactes que possible et les appuis disposés de telle sorte que les mouvements de l'arête supérieure de l'extrémité des tabliers dus aux sollicitations tels que trafic, température, fluage et retrait, déformation de l'infrastructure, etc., restent aussi faibles que possible et ne soient possibles pour l'essentiel que dans la direction de l'axe de la voie.

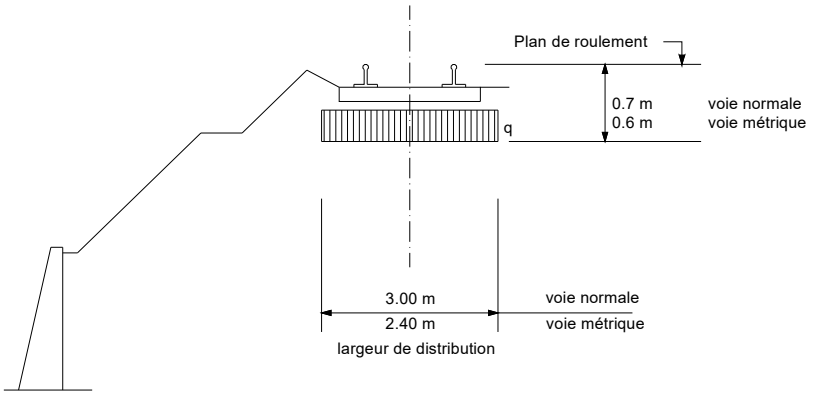
1.1.9 En règle générale, les ponts doivent être conçus de manière à pouvoir poser le même système de voie que dans les zones adjacentes.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 26.1)

1.2 Pression des terres

1.2.1 Pour déterminer la pression des terres résultant des charges ferroviaires, on utilisera le modèle des charges suivant :



Pour les sollicitations q, il faut introduire les charges permanentes de la superstructure, ainsi que les charges variables de trafic d'après le modèle de charges de la norme SN 505 261[2], appliquées en fonction des largeurs de distribution correspondantes indiquées ci-dessus.

1.3 Calcul et dimensionnement

1.3.1 Les efforts intérieurs des ponts ferroviaires seront calculés d'après la théorie de l'élasticité. Pour les dalles, le calcul plastique des efforts intérieurs est possible si les conditions spécifiques à cette méthode de calcul sont respectées.

1.3.2 Les nouveaux ponts ne doivent pas, en charge, se déformer verticalement dans une plus large mesure que ce qui est admis par les valeurs-limites pour les éléments du tracé (voir art. 17).

Pour les flèches (w) déterminées théoriquement, les valeurs suivantes doivent être respectées :

- pour $V < 80$ km/h $\quad w \leq \ell / 800$
- pour $80 \leq V \leq 200$ km/h $\quad w \leq \ell / (15\,V - 400)$

ℓ = portée [m]

w = flèche [m]

V = vitesse maximale en km/h
(introduite comme valeur sans unité)

1.3.2.1 Trafic à voie normale :

Le calcul doit être effectué avec les valeurs caractéristiques des cas de charges 1 et 2 selon la norme SN 505 261[2], répartis sur deux voies au maximum, valeurs multipliées par le coefficient dynamique Φ et le coefficient de classification $\alpha = 1$ en tenant compte des éventuelles forces centrifuges.

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 26.1)

1.3.2.2 Trafic à voie métrique et voie spéciale :

Le calcul doit être effectué avec les valeurs caractéristiques des cas de charges pour le trafic ferroviaire à voie étroite selon norme SN 505 261[3], répartis sur deux voies au maximum, valeurs multipliées par le coefficient dynamique Φ et le coefficient de classification α = 1 en tenant compte des éventuelles forces centrifuges.

1.3.2.3 En ce qui concerne les ponts à vitesse de circulation maximale supérieure à 200 km/h, des calculs dynamiques doivent être effectués avec l'accord de l'OFT. Pour les ponts à voie ferrée sans ballast, des examens spéciaux doivent être effectués en tenant compte du type de construction de la voie.

1.3.3 Les ponts existants ne doivent pas se déformer plus fortement à l'état chargé que ne le permettent les valeurs-limites des éléments du tracé (voir DE-OCF ad art. 17). La déformation verticale déterminée théoriquement ne doit pas dépasser les valeurs-limites de confort acceptable recommandées dans le code UIC 776-3 (tableau 3)[3]. En cas de dépassement des valeurs-limites, la sécurité de la circulation doit être vérifiée par des mesures (accélération verticale) en accord avec l'OFT.

1.4 Interaction voie – structure porteuse

1.4.1 Sur les ponts, les voies doivent autant que possible être soudées d'un bout à l'autre. Les sollicitations supplémentaires de la voie engendrées par les mouvements des superstructures de pont ne doivent provoquer ni risque de rupture de rail ni instabilité de voie. Pour ce faire, il faudra de cas en cas établir la preuve de stabilité en tenant compte du type de construction de la voie et des sollicitations qui proviennent des mouvements du pont (voir DE-OCF ad art. 31, ch. 2.2 ainsi que ch. 5 pour la voie normale).

1.4.2 Si, sous l'effet des variations de température ou des forces de freinage et de démarrage, les contraintes supplémentaires dans les rails ou la différence des variations de longueur entre le pont et la voie atteignent des valeurs que la voie ne peut plus absorber, selon la preuve de stabilité, dans la zone des extrémités mobiles du pont, il faut en premier lieu modifier le concept de la structure avant d'envisager des appareils de dilatation.

1.4.3 En règle générale, on parvient à la preuve de stabilité demandée si la longueur libre de dilatation DL ne dépasse pas les valeurs suivantes :

- Ponts en béton ou ponts mixtes DL = 90 m
- Ponts métalliques DL = 60 m

1.4.4 Ces valeurs-limites s'appliquent dans les conditions suivantes :

- Rails avec une masse de 60 kg/m et une résistance minimale à la traction de 900 N/mm^2,
- Rayon supérieur à 1500 m dans la zone des culées,
- Voie ballastée avec des traverses en béton et au moins 30 cm de ballast compacté sous les traverses.

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 26.1)

1.4.5 D'autres indications pour déterminer la longueur de dilatation admissible figurent dans la norme SN EN 1991-2:2003[4] (ch. 6.5.4 et annexe G) ou dans le rapport technique CEN TR 17231:2018/Annexe D[4].

2 Construction

2.1 Infrastructure

2.1.1 Les caractéristiques du sol seront déterminées pour les fondations des infrastructures des ponts (culées, parois et piliers).

2.1.2 Les remblayages situés derrière les culées et les murs de soutènement seront compactés afin de limiter au minimum les tassements de la voie.

2.2 Appareils d'appui

2.2.1 La conception des appuis des ponts doit permettre leur remplacement. Les points d'appui nécessaires pour les vérins doivent être définis et dimensionnés. La sécurité structurale de l'infrastructure et de la superstructure du pont doit être vérifiée lors de son levage.

2.2.2 Les appuis seront conçus pour les plus grands déplacements possibles. Une réserve sera prévue afin de pouvoir reprendre les déformations envisageables du sol.

2.2.3 Les appuis mobiles de pont doivent être disposés de telle sorte que le pont ne puisse se déplacer que dans la direction de l'axe de la voie au niveau des culées et des joints. Le gauche de la voie entraîné par un axe d'appuis disposé à un angle oblique par rapport à l'axe de la voie doit être vérifié conformément aux DE-OCF ad art. 26, DE 26.1, ch.1.3.2.

2.2.4 Pour les ponts ferroviaires, il faut faire un plan des appuis qui contient toutes les données et dimensions à observer ainsi que les déplacements relatifs des extrémités du tablier. Dans des cas simples, comme les ponts intégraux, on peut renoncer à ce plan.

2.3 Voie

2.3.1 La voie doit en règle générale être posée sur un lit de ballast continu. Le ballast doit être posé dans une auge dont le niveau supérieur doit atteindre au moins le niveau supérieur de la traverse (mesuré dans l'axe de la voie). La réserve de relèvement de la voie doit également être prise en compte. La largeur de l'auge dépend des conditions d'exploitation et d'entretien.

2.3.2 Pour les chemins de fer à voie normale, métrique et spéciale, l'épaisseur minimale du ballast sur les ponts, mesurée sous le rail le plus bas, est de 30 cm à compter de l'arête inférieure de la traverse.

2.3.3 Dans des cas isolés justifiés, l'OFT peut autoriser des valeurs inférieures à celle visée au ch. 2.3.2 en rapport avec des mesures de maintenance d'installations existantes (renouvellement, adaptation, transformation ou extension) si, par exemple, les adaptations nécessaires qui résulteraient de l'application de ladite valeur minimale aux éléments de l'installation entraîneraient des dépenses disproportionnées.

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 26.1)

2.3.4 Dans des cas isolés justifiés, en particulier dans le cas d'installations existantes faisant l'objet de mesures d'entretien (renouvellement, adaptation, transformation ou extension), l'OFT peut autoriser la pose de voies sans ballast si les adaptations des voies ballastées rendues nécessaires sur les parties d'ouvrage existantes entraîneraient des dépenses excessives.

2.3.5 Les exigences pour ces ponts sont généralement plus strictes et doivent être définies à un stade précoce (dès la phase de conception) en concertation avec l'OFT, en tenant compte du type de voie utilisé.

2.3.6 Pour des pentes longitudinales de plus de 70 ‰, des dispositions constructives empêchant le glissement du ballast doivent être prévues.

2.3.7 En règle générale une séparation du lit de ballast doit être prévue au droit des appareils de dilation. La continuité de la portance et de la stabilité de la voie ne doit pas en être altérée. Il faut éviter les appareils de dilatation dans les courbes. Ces appareils sont traités comme point fixe selon les DE-OCF ad. Art 17, DE 17, ch. 2.1.3, pour la détermination de la vitesse admissible.

2.3.8 Dans la zone d'influence de ponts, la pose d'appareils de voie doit être évitée à cause des efforts supplémentaires agissant sur la superstructure de la voie à ces endroits. La zone d'influence mesure 40 % de la longueur de la superstructure du pont mesurée entre son centre de mouvement et l'extrémité de l'avant-pont (longueur de dilatation). Dans des cas isolés justifiés, l'OFT peut approuver la pose de branchements dans la zone d'influence de ponts.

2.3.9 Vu la faiblesse de l'influence des ponts en béton dont la longueur de dilatation ne dépasse pas 30 m, des ponts métalliques dont la longueur de dilatation ne dépasse pas 20 m et des ponts intégraux (structures à portiques et ponts en maçonnerie sans dalle continue), des appareils de voie peuvent être posés dans la zone d'influence de ce type de ponts.

2.3.10 Les soudures aluminothermiques, les joints isolants collés et les joints éclissés des voies avec des rails Vignol doivent être si possible placés à plus de 10 m, mais à au moins 4 m, des extrémités de pont.

2.4 Transitions

2.4.1 Les transitions doivent être conçues de manière à obtenir un passage le plus continu possible entre la surface de la couche de base et la superstructure du pont.

2.4.2 Les tabliers de pont doivent en règle générale être conçus perpendiculairement à l'axe de la voie.

2.4.3 Dans le cas de ponts biais, on créera des extrémités perpendiculaires à l'axe de la voie au moyen d'un bloc de matériau insensible aux tassements (p. ex. béton de remplissage, béton maigre ou béton caverneux) réalisé entre la culée et le remblai. Le matériau de remplissage doit être mis en place depuis le terrain en place ou l'horizon de fondation jusqu'à la face supérieure de la superstructure du pont. Là où la mise en place d'un bloc de matériau insensible aux tassements n'est pas possible, des dalles de transition peuvent exceptionnellement être mises en place.

2.4.4 On accordera une attention particulière à la stabilisation latérale du ballast aux transitions entre le pont et la pleine voie.

(DE 26.1)

2.5 Etanchéité et évacuation des eaux

2.5.1 Les structures porteuses doivent être protégées contre les agressions dues aux infiltrations d'eau. En règle générale, une étanchéité doit être posée sur les tabliers de ponts. Celle-ci devra, dans certains cas isolés, également résister aux agressions d'eau chargée de sels de déverglaçage.

2.5.2 L'eau de surface doit être évacuée de manière contrôlée en dehors de l'emprise de la voie. Pour ce faire, une pente transversale d'au moins 2 % doit être prévue sur les tabliers de ponts.

2.5.3 L'eau sera évacuée en dehors de l'auge du pont le plus directement possible ou par un nombre suffisant de points d'évacuation (en fonction de la pente, un point d'évacuation pour 100 à 200 m^2).

2.5.4 Tous les éléments du réseau d'évacuation d'eau doivent être conçus et réalisés de manière à pouvoir être contrôlés, curés et bien entretenus avec le moins d'entraves possible pour l'exploitation ferroviaire.

2.6 Barrières/garde-corps, divers

2.6.1 En principe, les ponts seront équipés de chaque côté avec des barrières/garde-corps. Pour les ponts enjambant une voie de circulation, ces barrières/garde-corps seront équipées d'un grillage de protection empêchant efficacement la chute de ballast, d'outils ou d'autres objets.

DE 26.2

1 Protection contre le déraillement

1.1 Les ponts doivent être dimensionnés pour les sollicitations dues aux véhicules déraillés. La grandeur et la disposition des charges dues au déraillement doivent répondre à la norme SN 505 261[5]. Si cela paraît difficile ou disproportionné, des mesures adéquates devront être prises pour empêcher le déplacement latéral d'un véhicule déraillé.

1.2 Pour les vitesses faibles et moyennes, la pose de contre-rails peut être considérée comme une mesure appropriée pour limiter les répercussions d'un éventuel déraillement.

Des mesures particulières sont nécessaires pour des vitesses plus élevées, Si des contre-rails doivent être envisagés, il faut que leur distance par rapport au rail de roulement soit telle que les véhicules éventuellement déraillés ne soient pas poussés latéralement dans la zone de la gorge des contre-rails, car autrement il pourrait en résulter, avec de telles vitesses, des dégâts supplémentaires (p.ex. rupture de la roue ou de l'essieu) ou une position en biais du véhicule déraillé. Dans de tels cas, des études particulières doivent être entreprises sur les mesures propres à limiter les dégâts consécutifs à un déraillement.

1.3 La pose de contre-rails est particulièrement indiquée pour tous les ponts dont les structures porteuses pourraient être endommagées par les conséquences d'un déraillement (par exemple pont en treillis avec tablier inférieur, pont arc avec sous-tirant, etc.).

1.4 Les ponts métalliques avec voie sans ballast et d'une longueur supérieure à 10 m seront pourvus d'un platelage serré en traverses (traverses porteuses et traverses de remplissage intercalées) et de contre-rails.

1.4.1 Les traverses de remplissage doivent être reliées par au moins quatre solides fixations aux rails de roulement et contre-rails.

1.4.2 On peut renoncer à la fixation aux rails de roulement ou aux contre-rails des traverses de remplissage en bois si elles sont posées sur les mêmes éléments porteurs que les traverses porteuses et si leur niveau supérieur n'est pas inférieur de plus de 2 cm à celui des traverses porteuses.

1.4.3 En règle générale, les contre-rails sont fixés sur chaque traverse porteuse.

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 26.2)

1.5 Pour les nouveaux ponts avec des parties de la structure porteuse principale situées au-dessus de la voie (p. ex. : ponts en treillis, ponts bow-string, ponts en auge), il faut protéger la structure porteuse d'un choc direct par des bordures massives. Les exigences relatives à ces bordures découlent en principe des dispositions relatives aux bordures guide selon l'Annexe n° 1 aux DE-OCF. Les éléments porteurs dont la distance à l'axe de la voie est inférieure à la distance minimale selon l'Annexe n° 1 aux DE-OCF, ch. 6, doivent être conçus de manière robuste et dimensionnés pour les actions à fixer en accord avec l'autorité de surveillance.

2 Pose des contre-rails

2.1 Les contre-rails peuvent être disposés à l'intérieur de la voie ou à l'extérieur; sur les ponts à voies multiples, les contre-rails seront disposés de la manière suivante :

- pour les voies non ballastées sur ponts en acier, à côté de chaque rail de roulement;
- pour les voies avec ballast, en règle générale uniquement aux voies extérieures et, s'il n'y a qu'un seul contre-rail, le long du rail intérieur en cas de contre-rail intérieur et le long du rail extérieur en cas de contre-rail extérieur.

2.2 Les contre-rails ne doivent pas transmettre de forces longitudinales supplémentaires dans les rails de roulement.

2.3 La distance entre le champignon du rail de roulement et celui du contre-rail devra être de 0,18 à 0,22 m et pourra atteindre 0,43 m près des dispositifs de dilatation. Le niveau supérieur du contre-rail sera au maximum 30 mm plus bas que celui du rail de roulement.

2.4 Les contre-rails doivent être prolongés d'au moins 5 m au-delà des extrémités du pont.

Si les contre-rails sont placés à l'intérieur de la voie, ils seront recourbés avec un rapport de 1:5 jusqu'à ce qu'ils se réunissent à l'axe de la voie; leurs extrémités seront conçues afin d'empêcher un accrochage éventuel des pièces de l'attelage (p.ex. dispositif de déviation devant l'extrémité des contre-rails au moyen d'un coin en bois).

Si les contre-rails sont placés à l'extérieur de la voie, ils seront recourbés, en s'éloignant des rails, avec un rapport de 1:5 jusqu'au bout des traverses.

2.5 Dans les cas où les rails de roulement sont directement fixés au tablier en béton ou en acier, les contre-rails éventuellement nécessaires seront remplacés par des éléments de guidage robustes (p.ex. cornières).

2.6 Les dispositions des ch. 2.1 à 2.4 sont applicables par analogie.

DE 27.1

1 Nouvelles constructions

1.1 Lors de nouvelles constructions, il faut prévoir des distances de sécurité suffisantes entre la voie et les éléments d'ouvrage porteurs. Les distances de sécurité sont déterminées en fonction des éléments de tracé, de la vitesse de circulation des trains, de l'emplacement des appareils et des traversées de voie, du type et de l'utilisation de l'ouvrage ainsi que des mesures de protection prévues entre la voie et l'ouvrage.

1.2 Les éléments d'ouvrage porteurs à courte distance du chemin de fer doivent avoir une résistance appropriée par rapport aux actions accidentelles provenant de chocs de véhicules ferroviaires.

1.3 L'annexe n° 1 des DE-OCF contient des indications concernant les distances de sécurité, les mesures de protection et les forces dues aux chocs.

DE 27.2 et DE 27.3

1 Constructions existantes

1.1 Dans le cas de réparation, d'extension, de transformation ou de changement d'affectation de constructions existantes, d'augmentation de la vitesse du chemin de fer de plus de 20 km/h ou encore de réduction de la distance de la voie ou de branchements par rapport à un ouvrage, des mesures de protection proportionnées contre les chocs provenant de véhicules ferroviaires doivent être définies, à moins que les exigences pour les nouvelles constructions soient remplies.

1.2 En principe, les mesures de protection proportionnées doivent être définies sur la base d'une analyse de risque selon le Code UIC 777-2 « Constructions situées au-dessus de voies ferrées - Dispositions constructives dans la zone des voies »[1]. Pour l'analyse de risque, il convient d'observer les indications mentionnées dans l'annexe n° 1 aux DE-OCF.

1.3 Pour des ponts routiers au-dessus de lignes ferroviaires à voie unique ou à voies multiples, la proportionnalité des mesures de protection peut être définie à l'aide du guide OFT/CFF Evaluation des risques de chocs dans le cas d'ouvrages nouveaux et existants.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 27.4

1 Les barrières de sécurité pouvant retenir les véhicules routiers sortant de la chaussée et les pertes de chargement doivent être ordonnées selon les dispositions de la SN 640 560[2] et la norme VSS 40 561[2] resp. selon la norme VSS 71 253[2].

2 Sur les ponts routiers enjambant des voies ferrées, il faut fixer les mesures de protection nécessaires en fonction des risques. La nécessité de dispositif de retenue de véhicules ainsi que le niveau minimum de retenue requis doivent être déterminés selon le guide de l'OFT « Mesures de protection passive sur les ponts routiers enjambant des voies ferrées »[2].

3 Pour les places de parcs et les surfaces de circulation semblables qui bordent des voies avec circulation de trains, il faut placer des barrières de sécurité ou d'autres obstacles efficaces.

DE 27.5

1 Des mesures de sécurité particulières ainsi que des distances verticales de sécurité seront prises en compte pour la construction et l'exploitation d'installations de transport par conduites sises à proximité d'un chemin de fer (≤ 20 m).

1.1 Pour les installations de transport par conduites d'approvisionnement en télécommunication, électricité, combustibles ou carburants (sous forme liquide ou gazeuse), eau, chauffage à distance et eaux usées, on appliquera les mesures et distances de sécurité selon la norme VSS 71 260[2].

1.2 Pour les installations de transport par conduites d'approvisionnement en combustibles ou carburants (sous forme liquide ou gazeuse), il faut de plus respecter l'ordonnance du 4 avril 2007 concernant les prescriptions de sécurité pour les installations de transport par conduites (OSITC)[3].

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[3] RS 746.12

DE 28.1

1 Conditions

1.1 Généralités

Les articles 12 et 13 impliquent les conditions suivantes :

1.1.1 La géométrie de la section du tunnel doit, en tout temps, répondre aux exigences de l'exploitation.

1.1.2 En règle générale, les tunnels et les galeries doivent être équipés de panneaux hectométriques. La position des voies et des branchements sera indiquée par des repères durables.

1.1.3 Un chemin avec une surface plane et dépourvue d'obstacles doit être réalisé le long du parement du tunnel, compte tenu des exigences du DE-OCF ad art. 28, DE 28.1, ch. 2.

1.2 Forme de la section

Les points suivants seront observés lors de la détermination de la section à excaver

- le profil d'espace libre et les espaces de sécurité,
- les éventuels espaces supplémentaires,
- l'espace pour les signaux,
- l'espace pour la ligne de contact, la ligne d'alimentation, le câble de terre et leurs suspensions, dans la mesure où ils ne sont pas compris dans le profil d'espace libre,
- l'espace pour les installations de télécommunications,
- l'espace pour les drainages, les caniveaux à câbles et les chambres y relatives,
- les éventuels espaces pour les mesures anti-bruit et anti-vibrations,
- les espaces nécessaires pour les éventuelles interventions pendant la durée d'utilisation,
- les tolérances de construction attendues pour le mode de construction choisi,
- l'espace pour l'infrastructure de la voie,
- l'épaisseur du revêtement du tunnel,
- le comportement géologique après l'excavation et durant l'exploitation du tunnel (par ex. gonflement),
- les exigences en matière de sauvetage (cf. DE-OCF ad art. 28, DE 28.1, ch. 2).

(DE 28.1)

1.3 Etanchéité et drainage

1.3.1 Etanchéité

Les tunnels et les galeries seront étanches afin d'éviter des dégâts dus au gel ou à de l'eau chargée de produits chimiques (par ex. du sel) et d'éviter que l'exploitation ne soit perturbée et que les installations ferroviaires ne soient endommagées par l'eau de ruissellement, l'eau projetée ou la formation de glace.

1.3.2 Drainage

Les rigoles seront aménagées afin que toute l'eau s'écoulant de la calotte, des piédroits et du radier soit captée et conduite de manière sûre vers un écoulement. Elles seront étanches et bien accessibles, et devront pouvoir être facilement entretenues, sans que cela perturbe l'exploitation ferroviaire. L'eau doit être captée et conduite directement dans les rigoles. Les conduites secondaires, qui ne peuvent pas être entretenues, doivent pouvoir être remplacées facilement.

1.4 Ventilation

Pendant l'exploitation ferroviaire et la durée des travaux d'entretien, les tunnels ainsi que les gares et stations souterraines doivent être alimentés avec une quantité suffisante d'air frais.

1.5 Surveillance et contrôles

Lors des contrôles périodiques, il faut également contrôler l'état du terrain situé au-dessus du tunnel dans la mesure où des modifications de celui-ci peuvent produire des effets négatifs sur l'ouvrage.

2 Sauvetage de personnes

2.1 Principes

Sont considérés comme des personnes les voyageurs ainsi que le personnel d'exploitation, d'entretien et des chantiers.

En cas d'événement, toutes les personnes doivent avoir une chance équitable de quitter le tunnel, la galerie ou la gare souterraine ou d'en être évacuées sans subir de dommages considérables.

A cet effet, il y a lieu de créer toutes les conditions requises, en vue de l'autosauvetage et du sauvetage, conformément à la STI SRT, aux RTNN afférentes et à la directive de l'OFT sur les exigences de sécurité pour les tunnels existants.

L'interaction des mesures requises en vue de l'autosauvetage et du sauvetage doit être vérifiée dans le cadre d'un concept d'alarme et de sauvetage. C'est sur cette base que l'équité des chances doit être attestée.

Les résultats issus de la vérification du concept d'alarme et de sauvetage doivent être pris en compte dans l'analyse globale des risques ferroviaires.

DE 28.2

1 Niches de protection pour le personnel

1.1 Les niches ou autres ouvrages de protection pour le personnel seront aménagés à intervalles réguliers de 50 m au maximum. La distance entre le portail du tunnel et la première niche ne doit pas excéder 25 m.

1.2 Pour les tunnels et galeries à double voies ou à voies multiples, les niches doivent être aménagées de chaque côté du tunnel. Pour les tunnels et galeries à simple voie, les niches doivent être prévues au minimum du côté du dégagement de service. Les niches aménagées de chaque côté du tunnel doivent être en face l'une de l'autre.

1.3 Les niches doivent être signalées de manière à être visible facilement (p.ex. avec des plaques réfléchissantes). En règle générale, les niches doivent être reconnaissables depuis le chemin (cf. DE-OCF ad art. 28, DE 28, chiffre 1.1.3) à partir d'une distance correspondant à la moitié de leur espacement.

1.4 Les dimensions des niches sont :

Cas normaux :	Hauteur 2,2 m
	Surface utile minimale 3,0 m^2
	Profondeur minimale 1,5 m
Cas exceptionnels :	Hauteur 2,2 m
	Surface utile minimale 2,2 m^2
	Profondeur minimale 0,8 m

L'application du cas exceptionnel est strictement réservée aux situations particulières, par ex. des conditions géologiques défavorables ou un soutènement avec voussoirs et des niches à l'intérieur du profil du tunnel.

Pour les niches avec des parois obliques ou courbes, la surface utile doit être mesurée à une hauteur de 1,5 m au-dessus du radier de la niche. L'espace prévu pour la protection des personnes doit rester libre de tout équipement et installation.

1.4.1 Dans les cas où la profondeur utile de la niche est inférieure à 1,5 m, la niche doit être fermée du côté de la voie avec une paroi de protection dont l'ouverture d'entrée présente une largeur maximale de 0,8 m. Pour des vitesses $V \leq 80$ km/h, on peut renoncer à la paroi de protection.

1.5 Pour les niches placées à l'intérieur du profil du tunnel (niches-caissons), il faudra apporter la preuve qu'elles offrent une résistance suffisante (protection contre les chocs d'éléments pouvant se détacher des trains).

1.6 En règle générale le radier de la niche doit se situer au même niveau que le chemin. Il peut se situer au maximum une marche au-dessus du chemin.

(DE 28.2)

1.7 Pour les tunnels existants qui ne respectent pas ces exigences, il faut prévoir des mesures spécifiques si la protection du personnel d'intervention dans le tunnel l'exige (mesures techniques, d'exploitation et d'organisation, prises seules ou combinées).

1.8 On ne peut renoncer à des niches que s'il est possible de prouver :

- qu'un espace de sécurité suffisant est disponible entre les voies et le parement du tunnel,
- que la sécurité du personnel peut être garantie avec des mesures techniques, d'exploitation et d'organisation et
- que les restrictions d'exploitation nécessaires pour les contrôles et le petit entretien de tunnels non équipés de niches ne réduisent pas de manière significative la disponibilité de la ligne en comparaison avec un tunnel équipé de niches.

1.9 Pour les tunnels non équipés de niches et les tunnels où l'espacement des niches ne correspond pas aux exigences, il faut garantir que le personnel qui intervient dans le tunnel en soit informé. En règle générale, un panneau avec l'information correspondante doit être placé à chaque accès au tunnel.

DE 29

1 Les mesures de protection contre les effets du courant électrique (tension dangereuse et corrosion) sont :

1.1 La mise à la terre d'installations et d'équipements situés sur le domaine ferroviaire, notamment à proximité des parties sous tension de la ligne de contact, conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44. d.

1.2 L'isolation (protection contre les courants vagabonds) de parties métalliques liées au courant de retour dans les installations de chemins de fer à courant continu, conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.d, chiffre 3.

1.3 Les dispositifs aux abords d'ouvrages, selon l'ordonnance citée au chiffre 1.1, destinés à empêcher que des personnes puissent entrer en contact avec des parties sous tension des conducteurs de courant ferroviaire.

2 Les armatures des ouvrages situés sur le domaine d'exploitation ferroviaire seront conçues de manière que les liaisons métalliques avec le rail puissent être contrôlées à tout moment et que, notamment pour les bâtiments, une liaison électrique puisse être faite à tout moment avec le rail.

3 Pour les ouvrages sollicités à la fatigue (ponts, rails, etc.) la liaison des armatures principales par soudure ponctuelle est, par principe, interdite.

VOIE NORMALE

DE 31

1 Généralités (s'appliquent aussi aux DE-OCF ad art. 32 par analogie)

1.1 S'agissant du choix et de la pose du matériau de la superstructure de la voie, il y a lieu de tenir compte des dispositions ad hoc des DE-OCF ad art. 16, 17, 26 et 32.

1.2 Les règlements ferroviaires ou les normes et cahiers des charges correspondants ayant un caractère conceptuel doivent être soumis à l'Office fédéral des transports (OFT) lorsqu'ils sont promulgués ou modifiés. Dans la mesure où ces règlements ou leurs modifications concernent des domaines ayant un impact sur la sécurité, qui sont réglés dans les présentes DE-OCF, ils doivent être approuvés par l'OFT.

1.3 Lors de l'introduction de nouveaux paramètres, éléments, composants ou procédures relevant de la technique des superstructures, la démarche technique s'appuiera sur les étapes suivantes :

1.3.1 Etape du développement
Justifications découlant de calculs, d'essais en laboratoire et/ou de mesures sur la voie.

1.3.2 Etape des tests d'exploitation
Si l'appréciation de la sécurité et de l'aptitude de la voie à l'usage requiert d'autres points de repère concernant son comportement (par ex. fatigue ou usure), il y a lieu d'effectuer les tests d'exploitation nécessaires pendant une durée propre à fournir les informations recherchées.

L'OFT décide de la nécessité de tester en exploitation les paramètres, éléments, composants ou procédures relevant de la sécurité.

Les tests d'exploitation ne peuvent être effectués qu'en accord avec l'entreprise ferroviaire concernée ou l'exploitant de l'infrastructure.

1.3.3 Etape de l'autorisation d'utiliser
Lorsque les justificatifs relevant de la sécurité et l'aptitude à l'usage rassemblés au fil des étapes précédentes sont suffisants, les paramètres, éléments, composants ou procédures sont consignés dans des règlements, des normes et des cahiers des charges et entérinés par l'OFT conformément au ch. 1.2 (pour les éléments de construction/composants, voir homologation de série selon l'art. 7 OCF et l'art. 18*x* LCdF).

1.4 La voie et ses composants doivent convenir à une exploitation sûre, être construits en fonction de l'entretien et des contrôles et être durablement identifiables.

2 Hypothèse de charge pour le dimensionnement de la superstructure

La superstructure des voies de circulation fréquentées par du trafic mixte est soumise aux actions suivantes :

VOIE NORMALE

(DE 31)

2.1 Actions maximales liées aux véhicules (voir aussi art. 47, al. 1, OCF et DE 47.1)

Verticalement:

- Charge d'essieu statique — Code UIC 700[1]: 20.0 t pour classe de tronçon C
22.5 t pour classe de tronçon D
- Charge de roue quasi-statique $Q_{qst\ max}$ = 145 kN (Code UIC 518[1])
- Charge de roue dynamique $Q_{qst\ dyn}$ = 200 kN (Code UIC 518[1])
- Valeurs de pointe en cas d'irrégularités sur la roue ou sur le rail, (chocs) Q_{max} bis 350 kN (ERRI D 170[1])

Horizontalement:

Force de ripage des trains de roues $(\Sigma Y)_{max\,2m} = \alpha \left(10 + \frac{P}{3}\right)$ [kN]

P = charge d'essieu statique

α = 0,85 valeur normale pour l'application générale

α = 1,0 valeur dérogatoire, des études spéciales sont nécessaires suivant la construction de la voie

Dans la zone des cœurs d'aiguillage (env. longueur des contre-rails), une force maximale de ripage de $\Sigma Y_{max\,2m}$ = 25 + P/3 (valeur de pointe) peut être admise du fait de la plus grande rigidité du cadre des aiguillages.

Force de guidage horizontale sur la roue

quasi-statique $(Y_{qst})_{max}$	valeur limite en cas normal	60 kN (1)
	valeur limite maximale	70 kN
maximale (pointes) Y_{max}		120 – 140 kN (p.ex. contre-rail)

Des études de cas spécifiques sont nécessaires lorsque les rayons de courbure ont une valeur R < 250 m.

(1) Pour les rayons 250 m ≤ R < 400 m, la valeur-limite en cas normal varie de 60 kN à 67,5 kN en fonction du rayon (voir art. 51 OCF).

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

Forces longitudinales induites par le freinage/démarrage :

Sous réserve de nouvelles connaissances, dans le cas des systèmes de freinage classiques, il faut admettre des forces additionnelles maximales de l'ordre de 100 kN/rail (env. 6 °C). L'influence mutuelle des essieux doit être prise en compte jusqu'à une distance de 20 m environ.

Lors de l'emploi de systèmes de freinage particuliers – p.ex. frein à courant de Foucault – on calculera les forces maximales à prendre en considération en fonction de l'hypothèse selon laquelle le ralentissement maximal des trains est de 2,5 m/s^2 à pleine charge d'essieu. L'échauffement des rails qui en découle doit être pris en compte dans le calcul de stabilité de la voie (voir ch. 5).

2.2 Forces longitudinales appliquées sur les rails dues à l'interaction pont – voie

Les contraintes supplémentaires s'exerçant longitudinalement sur les rails dues à l'interaction entre le pont et la voie résultent en particulier des actions suivantes :

- dilatation longitudinale du pont ;
- torsion de la culée de la structure porteuse du fait de la charge ;
- ripage longitudinal de la structure porteuse du fait d'actions de freinage.

Les contraintes supplémentaires dues aux effets cumulés des actions de l'interaction pont – voie dans les voies continues sans dispositif de dilatation peuvent atteindre au maximum les valeurs suivantes :

- contrainte de compression supplémentaire max. 72 N/mm^2 (env. 30 °C)
- contrainte de traction supplémentaire max. 92 N/mm^2 (env. 38 °C)

Le calcul des contraintes dans le rail doit être basé sur une résistance au déplacement longitudinal du panneau de la voie de 20 kN/m (plastique) à partir d'un déplacement de 2 mm.

Ces valeurs limites sont valables si les conditions suivantes sont remplies :

- rails avec une masse de 60 kg/m et une résistance minimale à la traction de 900 N/mm^2
- rayon supérieur à 1500 m dans la zone des culées
- voie ballastée avec traverses en béton et au moins 30 cm de ballast compacté sous les traverses

Pour les systèmes de voies sans ballast il est admis d'augmenter ces valeurs limites, après consultation de l'OFT, à un maximum de 140 N/mm^2 en tenant cependant compte d'une résistance de déplacement axial de 40 kN/m (plastique) à partir d'un déplacement de 0,5 mm pour le calcul des contraintes.

VOIE NORMALE

(DE 31)

2.3 Forces longitudinales dues à la température

En général, des forces longitudinales induites par une variation de température de ± 40 °C autour de la température moyenne de neutralisation (généralement 25 °C) suivant le profil du rail et le mode de pose doivent être considérées lors de la conception de la voie.

Si les conditions locales d'un réseau ou de parties d'un réseau s'écartent de ces valeurs, il y a lieu de déterminer à l'aide de mesures pertinentes le régime température/forces à considérer, et de présenter à l'OFT pour approbation la proposition de température de neutralisation à appliquer ainsi que les variations de température à considérer.

À l'intérieur de tunnels, il est admis à une distance de 100 m des portails, de renoncer à la neutralisation si la température de la voie au moment de la reprise d'ancrage de l'attache de rail dépasse +10 °C.

3 Comportement aux déformations

La structure porteuse de la voie doit présenter un comportement aux déformations répondant aux exigences suivantes:

- répartition efficace des charges entre la table de roulement du rail et l'infrastructure;
- atténuation suffisante des forces dynamiques;
- les mouvements dynamiques ne doivent engendrer ni déformations excessives permanentes, ni fatigue inadmissible des matériaux;
- la table de roulement et l'arête du rail doivent porter et guider les trains de roues des véhicules en toute sécurité;
- dans le cas de voies traditionnelles avec ballast, les mouvements dynamiques relatifs du panneau de voie dans le ballast ne doivent générer aucune déstabilisation (diminution/perte de la résistance au ripage et de la stabilité de l'assiette de la voie) du lit et des flancs du ballast;
- les éléments élastiques de la superstructure en matière synthétique doivent être dimensionnés de telle sorte que l'effet souhaité soit atteint dans tous les domaines de température régnant sur la voie;
- sur les tronçons dont on sait, par expérience ou suite à des mesures, que le sol et le sous-sol sont meubles, des études et des mesures spécifiques sont nécessaires en vue de garantir la fonctionnalité et la stabilité de l'assiette de la voie.
- En règle générale, il faut viser une déflexion d'env. 1 mm sous une charge à l'essieu de 20 t.
- Sur les branchements, dans le domaine des lames d'aiguilles en particulier, il faut veiller autant que possible à ce qu'il y ait un comportement uniforme aux déformations.

VOIE NORMALE

(DE 31)

4 Vérification structurale, dimensionnement

4.1 La superstructure de la voie doit avoir une résistance et une stabilité suffisante pour absorber en toute sécurité les forces/contraintes produites par toutes les configurations d'exploitation (voir ch. 2) entre le véhicule et la voie ainsi que les forces longitudinales induites dans les rails.

4.2 Une vérification structurale (voir aussi l'art. 47 de l'ordonnance du 23 novembre 1983; OCF) est nécessaire dans les cas suivants :

- lors de l'introduction de nouveaux véhicules présentant une charge d'essieu ne correspondant pas à la classe de tronçon selon le Code UIC 700[2];
- lors de l'application de modes de construction de voies nouveaux ou modifiés;
- lors de dépassements des limites de charge selon ch. 2.

4.3 En règle générale, dans des conditions ne présentant pas de discontinuités, les justifications seront apportées d'après la méthode de calcul « Zimmermann », c'est-à-dire selon le modèle de transformation de la voie à longrines transversales en une poutre idéalisée, de longueur infinie, posée sur une infrastructure élastique («longrine longitudinale»). La flexibilité de la voie (infrastructure et superstructure avec tous les éléments élastiques) est définie à l'aide du « module de réaction du lit de ballast » C [N/mm^3].

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

Le calcul repose sur les formules et paramètres suivants :

- Valeur de base de la superstructure de la longrine longitudinale : $L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{bC}}$
- Déflexion du rail : $y = \frac{Q}{2bCL}$
- Moment de flexion : $M = \frac{QL}{4}$
- Force d'appui : $S = bCay$
- Largeur de la longrine longitudinale : $b = \frac{(l-s)b_s}{a}$

E	=	module élastique du rail	[N/mm²]
I	=	moment d'inertie du rail	[mm⁴]
C	=	module de réaction du lit de ballast	[N/mm³]
Q	=	charge de roue	[N]
bs	=	Largeur de la traverse[3]	
a	=	travelage	[mm]
s	=	portée, espacement des milieux des champignons du rail	[mm]
l	=	longueur des traverses ($l \leq 2s$)	[mm]

En guise d'hypothèses de charge pour Q, on considère dans le calcul, soit :

- les évaluations statistiques des forces mesurées sur la voie à l'aide de la distribution normale

soit

- les hypothèses des valeurs dynamiques admissibles des forces de roue selon le ch. 2.

4.4 En général, les contraintes de flexion en traction disponibles agissant au milieu des patins de rails, admissibles comme contraintes d'exploitation du fait de la résistance des rails à la fatigue et compte tenu de la sous-contrainte résultant du soudage sans joints s'élèvent à

$\sigma_{Dadm\ max}$ = 200 N/mm².

lorsque ces rails sont en acier de qualité R 260 et que leur profil est du type 54E2, 54E6, 60E1 et 60E2.

4.5 Le coefficient de sécurité à atteindre est de :

- sur les voies de circulation s ≥ 1,5
- sur les voies de manœuvre et de raccordement s ≥ 1,2

[3] Pour des traverses non rectangulaires, il faut consulter l'OFT pour déterminer *b.*

VOIE NORMALE

(DE 31)

5 Stabilité des voies sans joints et des appareils de voies

5.1 Principes

La construction du panneau de voie doit être suffisamment résistante, en ce qui concerne la géométrie de la voie, la charge (charge d'essieu) et compte tenu de l'état de l'assiette de la voie, pour pouvoir absorber les forces et les charges indiquées au ch. 2 sans qu'il s'ensuive des déformations de la voie (écrasement, déjettement, soulèvement) susceptibles de provoquer des déraillements.

La voie sans joints est un système exigeant ayant une grande incidence sur la sécurité; elle doit donc être posée, entretenue et surveillée par du personnel spécialement formé à cet effet.

En règle générale, ce type de voie ne peut être utilisé qu'en tronçons posés sur des infrastructures stables et résistantes. Lorsque ces conditions ne sont pas satisfaites, il est nécessaire de procéder à des investigations et de mettre en œuvre des mesures spéciales afin de garantir la stabilité de l'assiette de la voie.

5.2 Etablissement de la preuve de stabilité

5.2.1 L'établissement de la preuve de stabilité d'une voie sans joints doit se faire conformément au code UIC 720[4] en intégrant les paramètres suivants :

- rail (section, moment d'inertie, coefficient de dilatation thermique) ;
- résistance du panneau de la voie au ripage transversal ;
- résistance des rails et du panneau de la voie au ripage longitudinal ;
- résistance de l'attache des rails à la torsion ;
- dimensions des flancs du lit de ballast et degré de compactage ;
- rigidité verticale de l'infrastructure ;
- rayon de courbure de la voie ;
- défaut local maximal de la géométrie de la voie et sa longueur ;
- apparition de points singuliers tels qu'aiguillages, ponts, points fixes ;
- forces agissant sur la voie en régime de charge, selon ch. 2 ;
- variations annuelles de la température des rails, en général ± 40 °C par rapport à la température de neutralisation ;
- température de neutralisation et ses variations, en général 25 °C (voir aussi ch. 2.3).

5.2.2 Pour les voies de circulation, il y a lieu de garantir, pour tous les états de charge, un ancrage suffisamment résistant du panneau de la voie dans le ballast, pour que cela ne provoque généralement pas une respiration de la voie en courbe à l'état non chargé. Si l'on ne peut y parvenir, la voie doit être posée avec des rails éclissés.

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

5.2.3 La voie sans joints est considérée comme stable quand la condition suivante est remplie :

$T_{max} = T_N + \Delta T_t + \Delta T_v < \Delta T_{adm} + T_N$

T_{max}	=	température locale maximale déterminante
T_N	=	température neutre
ΔT_t	=	variation de la température des rails à prendre en compte (en général 40 °C, voir ch. 2.3)
ΔT_v	=	autres facteurs à prendre en compte (forces de freinage, secteur d'influence de ponts), convertis en °C
ΔT_{adm}	=	élévation admise de la température selon modèle de simulation, voir ch. 5.3 et 5.4
$T_{b\,max}$	=	température maximale instable de déjettement au-dessus de T_N (*), à laquelle la voie se voile/se déforme sans action extérieure
$T_{b\,min}$	=	température stable de déjettement au-dessus de T_N (*) (*) ou l'état des forces correspondant à l'élévation de la température

5.3 Modèles de simulation

Les calculs et les justificatifs se font par des méthodes de calcul avec lesquelles on peut déterminer la température de déjettement aussi bien instable ($T_{b\,max}$) que stable ($T_{b\,min}$), c'est-à-dire compte tenu de la phase décroissante du déjettement.

Actuellement, les standards sont les programmes de simulation CWR-SAFE et CWR-BUCKLE développés par l'U.S. Department of Transportation (Volpe National Transportation Systems Center) (voir question ERRI D 202, en particulier les rapports 4, 10, et 12)[5].

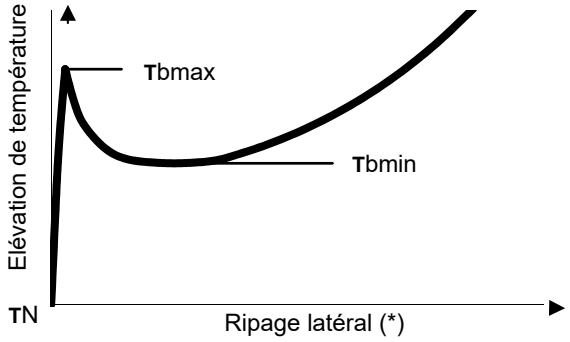
[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

5.4 Conception de la sécurité

Le comportement de la voie lors d'un dépassement de la limite de stabilité peut être évalué à l'aide des courbes d'équilibre. La grandeur d'évaluation déterminante est $\delta T = T_{b,max} - T_{b,min}$.

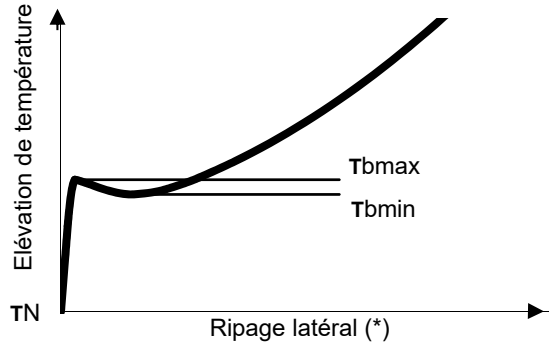


Cas 1

Si $\delta T \geq 20$ °C

alors $\Delta T_{adm} = T_{b,min} + 0{,}25\ \delta T$

Constructions résistantes sur un lit de ballast bien stabilisé



Cas 2

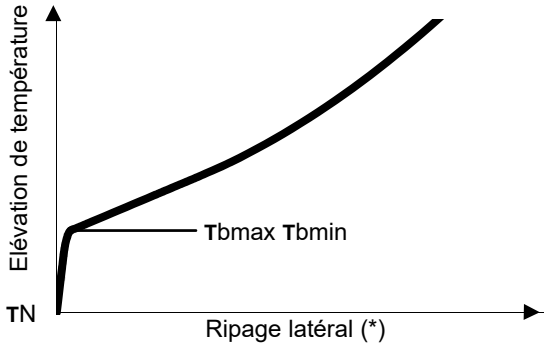
Si 5 °C $\leq \delta T <$ 20 °C

alors $\Delta T_{adm} = T_{b,min}$

Si 0 °C $\leq \delta T <$ 5 °C

alors $\Delta T_{adm} = T_{b,min} - 5$ °C

Voie stable sans réserves



Cas 3

« Déjettement progressif resp. respiration latérale » :

- généralement admis seulement sur les voies de manœuvre
- surveillance accrue requise pour les ripages latéraux notamment (mais pas seulement).

(*) Profil du ripage latéral en cas de dépassement de la limite de stabilité

VOIE NORMALE

(DE 31)

6 Rails, procédés de soudage

Les profils de rail et les qualités d'acier utilisés doivent être adaptés à la charge et aux conditions locales de la ligne. S'agissant des voies à écartement normal, on utilisera les profils de rail internationaux correspondant aux standards 60E1, 60E2, 54E2, 54E6 ou, lorsque les charges sont faibles dans des cas isolés de même que pour des rayons inférieurs à 250 m (voir la remarque ci-après pour les tronçons où circulent des trains de catégorie D) 46E1.

Dans le domaine de deux profils de rail différents, les tensions thermiques normales ne sont pas équilibrées. C'est pourquoi, il faut éviter de changer de profil de rail dans des courbes à faible rayon et les aligner plutôt dans des sections droites.

Pour les voies de circulation, il faut par ailleurs respecter les éléments suivants lors du choix du profil de rail :

- Sur les lignes où les convois peuvent circuler à plus de 160 km/h, on utilisera exclusivement le profil 60E1 ou 60E2 sans joints isolants.
- Sur les tronçons où circulent des trains de catégorie N (trains pendulaires), il faut au moins utiliser le profil de rail 54E2 ou 54E6 (voir également DE-OCF ad art. 17, DE 17, voie normale, ch. 8.4.1.1) dans la mesure où la vitesse admise pour la catégorie de train N est plus élevée que celle admise pour la catégorie de train R (et ainsi $id_N > id_{R\,max}$).
- Sur les tronçons où circulent des trains de catégorie D (classe de tronçon D, voir ch. 2.1) il faut au moins utiliser le profil de rail 54E2 ou 54E6. Les installations existantes doivent être transformées en conséquence lors du prochain renouvellement ou lorsque l'utilisation change.

  Si le profil de rail 46E1 doit continuer à être utilisé dans des courbes circulaires avec un rayon de R < 250 m, il faut prouver que la sollicitation effective de la voie est admissible pour ce profil de rail (par ex. en raison de la vitesse de circulation ou le nombre de cycles de fatigue).
- Dans les courbes circulaires avec des rayons 250 m ≤ R < 400 m et V_R > 40 km/h, on utilisera au moins le profil de rail 54E2 ou 54E6 (voir ch. 2.1, note (1)). Les installations existantes doivent être adaptées lors du prochain renouvellement ou en cas de changements d'utilisation importants.

Les exigences générales posées aux rails sont fixées dans la norme SN EN 13674[6].

[6] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

Seuls des procédés de soudage approuvés peuvent être appliqués. L'approbation des procédés de soudage s'effectue selon le modèle des normes SN EN spécifiques.

Les soudures des rails doivent être aussi peu poreuses que possible. La flèche minimale en essai de flexion statique (base 1000 mm, contrainte de traction dans le patin de rail) est de 10 mm à la rupture, indépendamment de la taille du profil et de la qualité de l'acier.

A priori, aucune soudure par point ne peut être effectuée afin de fixer contre le rail d'autres objets, par exemple des câbles, des tubes, etc., s'il y a risque qu'elle modifie la structure de l'acier.

La résistance des rails doit aussi être garantie sur tous les profils usés. Les usures admissibles sont fixées en fonction du profil des rails et de la catégorie de voie.

7 Attache des rails

Les attaches de rail doivent présenter des caractéristiques de résistance au cheminement, de coefficient de ressort et de résistance à la torsion correspondant au champ d'application et aux conditions régnant localement. Sur les voies de circulation, on utilisera exclusivement des attaches de rail à fixation élastique.
Les exigences sont fixées dans les normes SN EN 13146[7] et SN EN 13481[7].

8 Traverses, lit de ballast

Le type de traverse doit être déterminé en fonction des conditions locales. Les exigences posées aux traverses sont fixées dans les normes SN EN 13230[7].
Sur les lignes où les convois peuvent circuler à plus de 160 km/h, on utilisera exclusivement des traverses en béton.
Le travelage est généralement de 60 cm.

Associé au type de traverse choisi, le lit de ballast et son état, sa stabilité et son taux de compactage doivent garantir une résistance suffisante au ripage latéral de la voie que celle-ci soit chargée ou non. La coupe transversale du lit de ballast doit être dessinée selon les bases de mécanique des sols de manière à disposer de suffisamment de réserves par rapport à des flancs de ballast qui s'aplatissent.

Les modes de pose adaptés offrant suffisamment de stabilité sont fixés dans les règlements R RTE 22041[7] et R RTE 22541[7].

[7] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

9 Systèmes de voie sans ballast

9.1 Suivant le mode de construction choisi, les systèmes de voie sans ballast peuvent être utilisés dans des tunnels de plus de 1000 m de long environ présentant des conditions géologiques stables, pour autant qu'une forme ou un support de ce type, suffisamment résistant et exempt de tassement ou de déformation à long terme, soit garanti.

L'application de systèmes de voie sans ballast à l'extérieur de tunnels ou sur des ponts requiert des études spéciales et doivent être concertées suffisamment tôt avec l'OFT et dûment justifiées.

Les conditions dynamiques défavorables des constructions transitoires et leur longueur doivent être considérées lors de l'évaluation de systèmes de voie sans ballast en ce qui concerne les frais d'entretien. Ces constructions sont traitées comme point fixe selon les DE-OCF ad art. 17, DE 17, ch. 2.1.3, pour la détermination de la vitesse admissible.

9.2 Le dimensionnement et la conception de systèmes de voie sans ballast ainsi que les transitions vers une superstructure avec ballast de même que les transitions entre différents systèmes de voie sans ballast doit en principe respecter les normes suisses (SN) correspondantes. Les exigences à respecter sont fixés dans la norme SN EN 16432[8].

9.3 Afin d'éviter des effets négatifs, sous forme de forces longitudinales causées par des fortes variations locales de températures des rails, les transitions doivent généralement être situées dans le tunnel à au moins 60 à 100 m de distance du portail du tunnel.

9.4 Lors de la pose de systèmes de voie sans ballast sur des systèmes d'absorption des forces par des appuis élastiques, les déformations de la voie chargée ne doivent pas excéder les amplitudes découlant des valeurs-limites des éléments du tracé (voir DE-OCF ad art. 17).

Les torsions finales des dalles porteuses posées sur des appuis élastiques ne doivent pas excéder 0,3 ‰ dans le cas chargé.

[8] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

(DE 31)

10 Exigences relevant de l'électrotechnique et de la technique de signalisation posées à la superstructure de la voie

- résistance spécifique minimale du lit de ballast selon DE-OCF ad art. 39, DE 39.3.e.

11 Superstructure de la voie pour passages à niveau

11.1 Dans la zone des passages à niveau, la superstructure de la voie doit présenter des caractéristiques de déformation horizontale et verticale comparables à celles de la voie à laquelle elle est raccordée.

11.2 Dans la zone des voies, le revêtement routier doit présenter, outre une résistance suffisante, une rugosité répondant aux exigences locales de la route et être résistant à l'usure.

11.3 La hauteur du revêtement routier doit être reliée constructivement au panneau de la voie et se situer durablement au même niveau que l'arête supérieure de la table de roulement du rail.

11.4 L'eau provenant du revêtement routier ou des ornières de guidage ne doit pas être dirigée dans le lit du ballast.

11.5 Les ornières de guidage ménagées dans le revêtement routier doivent permettre le passage libre des profils et des boudins des roues des véhicules ferroviaires.

Valeur-limite minimale :

- largeur de l'ornière 45 mm (pour un écartement de 1435 mm, surécartement supplémentaire éventuel dans l'alignement intérieur)
- profondeur de l'ornière 40 mm

11.6 La configuration technique des ornières de guidage doit garantir que leurs dimensions fixées soient durablement préservées.

11.7 En règle générale, le remplissage des ornières de guidage par des matières élastiques en vue d'éviter les risques d'accident de véhicules à deux roues ne peut être utilisé que sur des voies de manœuvre et de raccordement. Sur les voies de circulation, ces remplissages ne peuvent généralement être utilisés qu'à faible vitesse et à faible charge.

Lors de procédures d'homologation de série ou d'approbation des plans, il faut prouver que le remplissage par des matières élastiques permet le passage sécurisé des boudins des véhicules ferroviaires et qu'il n'empiète donc pas sur le gabarit limite des obstacles selon les DE-OCF ad art. 18.

VOIE NORMALE

(DE 31)

12 Éléments élastiques (tapis sous ballast et semelles sous traverses et autres)

12.1 Lors de l'utilisation des éléments élastiques les codes UIC IRS 70713-1[9] et UIC 719-1[9] ainsi que la norme SN EN 16730[9] doivent être respectés.

12.2 Pour les semelles sous traverses avec un module de réaction statique ≤ 0,25 N/mm^3 (définition selon la norme SN EN 16730[9], ch. 5.3.2) l'aptitude à l'emploi doit être vérifiée à l'aide d'un test de laboratoire conformément au ch. 5.5.3 et à l'annexe L de la norme SN EN 16730[9].

12.3 Les éléments élastiques comme les tapis sous ballast, les semelles sous traverses, les semelles de rail ou autres éléments similaires doivent être choisis et harmonisés entre eux de manière à exclure une déstabilisation du lit de ballast.

12.4 La déflexion avec un poids par essieu de 20 t ne doit généralement pas dépasser plus de 2 mm environ.

12.5 Les transitions entre différentes rigidités de la voie doivent, dans la mesure du possible, être aménagées de manière continue. Le changement brusque de déflexion ne doit pas dépasser 0,5 mm et les longueurs des différents niveaux doivent être adaptées à la vitesse admise.

12.6 Les tapis sous ballast doivent toujours se terminer en angle droit par rapport à l'axe de la voie.

12.7 Si des tapis sous ballast sont utilisés comme protection contre des vibrations, il faut veiller à ce que l'infrastructure dispose d'une impédance contraire suffisamment importante.

[9] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

DE 31

1 Généralités

Les prescriptions des DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31 s'appliquent par analogie à la voie métrique, sauf indication contraire ci-dessous.

2 Hypothèses de charge sur la voie

Les types de charges mentionnées dans la partie voie normale sont également applicables à la voie métrique.

Jusqu'à nouvel ordre, la valeur-limite de la force de ripage est

$\Sigma Y_{lim\,2m} = 0{,}85\ (10 + P/3)$ où P = charge par essieu en kN

Pour les autres forces, aucune valeur-limite généralement valable n'a été fixée jusqu'à présent. Dans la pratique ou lors de l'introduction de nouveaux composants ou de sous-systèmes, il y aura lieu d'effectuer des études particulières.

L'article 47 de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] régit l'ajustement contraintes exercées par les véhicules sur la superstructure de la voie.

3 Comportement aux déformations

Les prescriptions des DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 3 valent par analogie pour la voie métrique avec un poids par essieu admissible de 16 t généralement.

4 Vérification structurale, dimensionnement

Les prescriptions des DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 4 sont applicables par analogie à la voie métrique.

5 Stabilité des voies soudées sans joints et des appareils de voie

5.1 Principes

5.1.1 Les effets des voies soudées sans joints et des aiguillages de la voie métrique, lorsque le rayon R ≥ 200 m et dans des conditions comparables, sont à peu près les mêmes que pour la voie normale (voir DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 5).

Les conditions topographiques des chemins de fer à voie métrique exigent toutefois que des voies sans joints soient utilisées de manière sûre et économique même pour des rayons nettement plus faibles. Le principe applicable aux grands rayons, selon lequel le panneau de la voie est solidement ancré dans le lit de ballast et pratiquement que des mouvements élastiques se produisent, ne peut plus être considéré comme valable dans de telles conditions.

[1] RS 742.141.1

VOIE MÉTRIQUE

(DE 31)

Lorsque le chemin de fer à voie métrique comporte des voies sans joints de faible rayon de l'ordre de R < 200 m, on admet intentionnellement un mouvement latéral du panneau de la voie, limité et thermosensible, appelé respiration de la voie en courbe, à condition de prendre des mesures spéciales.

Les principes mentionnés dans les DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 5 s'appliquent donc à la voie métrique avec les exceptions suivantes :

- Les charges de la voie mentionnées dans les DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 2, ne sont pas valables pour la voie métrique.
- Suivant le type de superstructure de la voie, le concept de sécurité des DE-OCF ad art. 31, voie normale, DE 31, ch. 5.4 n'est pas généralement impératif pour la voie métrique dans le domaine des rayons faibles R < 200 m.

5.1.2 La respiration de la voie en courbe n'est admissible que dans les conditions suivantes :

5.1.2.1 La respiration de la voie en courbe ne doit pas entraver la viabilité des voies à la vitesse prescrite.

5.1.2.2 La respiration de la voie en courbe ne doit pas se produire brusquement lorsque le rail atteint une température déterminée. Les zones du passage de la température critique au déjettement brusque (voir figures du concept de sécurité sous ch. 5.4.1 et 5.4.2) doivent être évitées en fonction de la construction de la voie.

5.1.2.3 Les ripages latéraux dus aux variations de température doivent pouvoir se développer en continu sur toute la longueur de l'arc ou de la section avec des valeurs à peu près stables. Les défauts locaux de la géométrie de la voie doivent être évitées durablement par le façonnage réglementaire de flancs de ballast et de lit de ballast et en plus, si nécessaire, par une rigidité plus élevée du panneau de la voie.

5.1.2.4 Les points fixes tels que les ponts, passages à niveau, branchements en courbe etc. demandent autant que possible des mesures spéciales propres à empêcher la formation de défauts locaux de la géométrie de la voie. S'il n'est pas possible de les exclure, il faut ordonner la pose d'une voie éclissée.

5.1.2.5 Les forces de ripage de la voie exercées par les véhicules ne doivent entraîner aucune déformation supplémentaire irréversible du lit de ballast partiellement déstabilisé par la respiration de la voie en courbe.

5.1.2.6 Pour évaluer la stabilité de l'assiette de la voie, il est nécessaire d'avoir des connaissances à long terme des spécificités locales. Il faut notamment connaître les valeurs maximales locales de la température de la voie et la température de neutralisation de la voie en place.

5.1.2.7 Une surveillance suffisante de l'assiette de la voie doit être garantie, afin de pouvoir constater à temps toute irrégularité éventuelle ou formation d'erreurs de position localisées et de les éliminer au moyen de mesures adéquates.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 31)

5.1.2.8 Les indications de la figure représentée sous ch. 5.3 ont valeur de recommandations (valeurs indicatives) pour déterminer l'augmentation de la température de la voie maximale admissible $\Delta T_{max\ adm}$ par rapport à la température de neutralisation T_N.

Suivant le type de superstructure, la résistance au ripage latéral et le rayon, on peut en déduire, par combinaison avec la température de neutralisation locale effective, jusqu'à quelle température de la voie T_S la respiration de la voie en courbe ne dépassera probablement pas la valeur d'environ 20 mm.

On applique la formule suivante

$T_{Sadm} \leq \Delta T_{max} + T_N$ où :

T_{Sadm} [°C]	-	valeur maximale de la température de la voie admissible
ΔT_{max} [°C]	-	montée de température du rail au dessus de T_N, voir figure de la ch. 5.3
T_N [°C]	-	température de neutralisation effective de la section en présence

5.1.3 En cas de construction ou de renouvellement complet de la voie et dans l'optique d'une augmentation maximale de la température ΔT_{max}, il faut placer de tels types de superstructure (lit de ballast compris) qui assurent la plus haute résistance au ripage latéral possible, notamment dans les endroits exposés.

5.1.4 Si, lors de mesures ou à l'expérience, on constate qu'il y a lieu de s'attendre à certains endroits, en été, pour des installations en service, à des dépassements de la température de la voie $T_{S\ adm}$ admissible, la surveillance doit être renforcée en conséquence ou d'autres mesures doivent être ordonnées telles que la limitation de la vitesse.

5.2 Voies à crémaillère

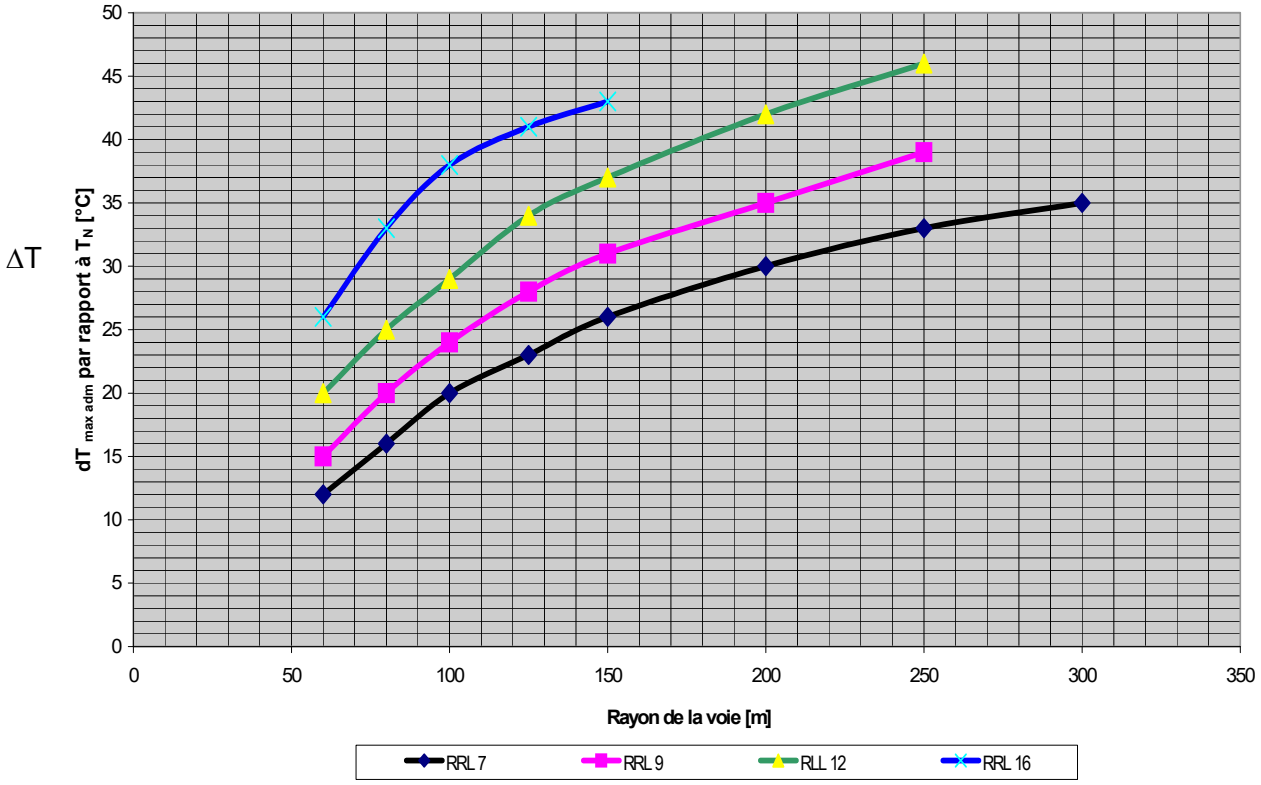
Sur les tronçons à crémaillère à lamelles, il y a lieu de procéder à des enquêtes spéciales sur la stabilité de l'assiette, car l'augmentation des forces longitudinales dans le panneau de la voie qui se produit dans la crémaillère, due à une variation de température, n'est généralement pas compensée par une augmentation correspondante du moment d'inertie des lamelles. Pour ce type de construction, l'augmentation admissible de la température ΔT_{max} se situe environ 5 à 7 °C en dessous de la valeur indiquée sous ch. 5.4.3 (figure 3).

En raison d'une rigidité élevée du panneau de voie, les voies à crémaillère du système « Riggenbach » permettent une augmentation de la température ΔT_{max} selon la figure représentée sous ch. 5.4.3 (figure 3) sans déduction supplémentaire.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 31)

5.3 Figure: Augmentation autorisée de la température de la voie ΔT_{max} au dessus de T_N après déduction de 5 °C pour les freins et tolérance, profil du rail 46E1.



RRL = résistance au ripage latéral de la voie en kN/m' (force par mètre linéaire de voie)

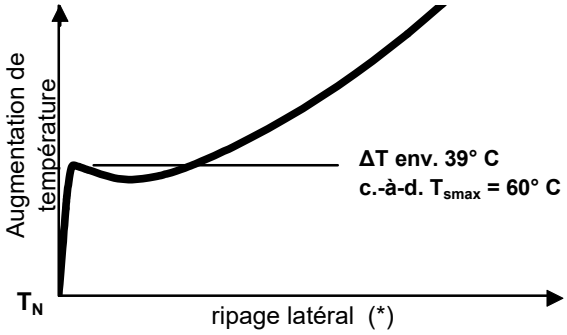
La résistance au ripage latéral correspond à la force, calculée en fonction du travelage sur une longueur de voie de 1 m, qui est nécessaire pour déplacer une traverse détachée du panneau de la voie de 2 mm lorsque le lit de ballast n'a pas été consolidé.

VOIE MÉTRIQUE

(DE 31)

5.4 Figures : Conception de la sécurité, exemples d'augmentations de température critique au-dessus de la température de neutralisation T_N = 25 °C

5.4.1 Figure 1 (par ex. R = 300 m)

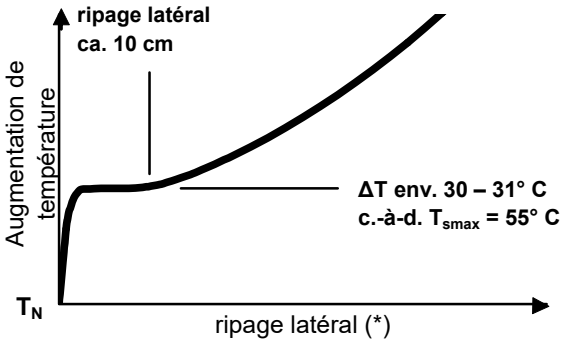


Déjettement à env. $T_S = T_N$ + 39° C, ne doit pas se produire c.-à-d.

ΔT_{adm} ≤ env. 35°C
T_{Smax} = 60°C.

état sans respiration de la voie en courbe

5.4.2 Figure 2 (par ex. R = 200 m)

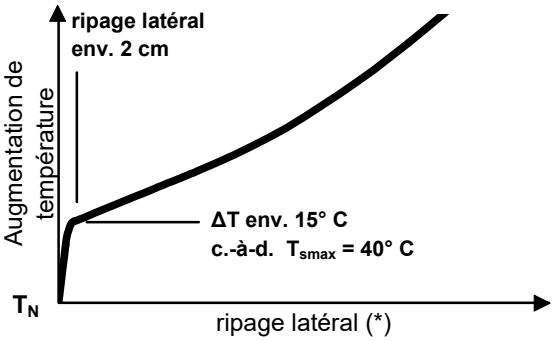


Par ΔT d'environ 30 – 31°C au-dessus de T_N, le panneau de voie se déplace brusquement d'environ 10 cm.

Cet état est comparable avec le déjettement, il ne doit donc pas se produire c.-à-d.
ΔT_{adm} ≤ env. 30°C
T_{Smax} = 55°C.

état sans respiration de la voie en courbe

5.4.3 Figure 3 (par ex. R = 60 m)



Respiration de la voie en courbe pure sans « rupture » latérale, avec ripage latéral **d'env. 2 cm, ΔT env. 15°C.**

Admissible avec surveillance jusqu'à une température de la voie de **T_{Smax}** = 25 + 15 = **40°C**.

(*) Déroulement du ripage latéral en cas de dépassement de la limite de stabilité

VOIE NORMALE

DE 32.1

1 Les appareils de voie seront aménagés de manière que les voies de circulation aient un tracé favorable à la dynamique du roulement et ne nécessitent guère d'entretien. Leur comportement à la déformation doit correspondre le plus possible à celui de la voie.

2 Afin que l'aménagement des installations de voie soit rationnel, on utilisera principalement des branchements simples et rectilignes.

3 Les traversées-jonctions et les traversées de voie seront évitées sur les voies de circulation. Pour les vitesses supérieures à 125 km/h et pour les croisements avec une inclinaison plus plate que 1:9, il faut utiliser dans les voies de circulation des cœurs doubles à pointes mobiles. Les inclinaisons plus fortes que 1:8 doivent être évitées dans les voies de circulation.

4 La géométrie des appareils de voies est régie en fonction des vitesses nécessaires pour l'exploitation selon les DE-OCF ad art. 17, DE 17, chiffre 6.

5 Les pointes des cœurs et des lames des appareils de voies doivent être équipées de dispositifs mécaniques de renversement et de verrouillage.

6 Dispositif de guidage

Les dimensions des appareils de voies doivent correspondre aux valeurs suivantes :

Valeur-limite [mm]	Valeur théorique	Tolérances durant l'exploitation
Ecartement	1435	(3)
Ornière du contre-rail	40 (4)	(5)
Cote de guidage	1395 (4)	≥ 1393
largeur de passage	60	– 5
Cote de guidage pour cœurs doubles	1355	≤ 1356
Dévers du contre-rail	0 ≤ H ≤ 60 (1) 40 ≤ H ≤ 60 (2)	+ 10

(1) pour branchements simples
(2) pour cœurs doubles
(3) Est fixé spécialement pour le changement et le cœur de l'aiguillage
(4) Suivant la construction de la superstructure aussi 41 respectivement 1394 mm
(5) A déduire sur la base des tolérances d'écartement et des cotes de guidage

Les surécartements des rails dans les branchements en courbe sont traités dans les DE-OCF ad art. 16, DE 16.

VOIE MÉTRIQUE

DE 32.1

1 Les appareils de voie seront aménagés de manière que les voies de circulation aient un tracé favorable pour la marche des véhicules et ne nécessitent guère d'entretien. Leur comportement à la déformation doit correspondre le plus possible à celui de la voie. Les différents éléments de la voie doivent être pris en considération lors du choix du profil du rail, de la fixation et du type des traverses.

2 Afin que l'aménagement des installations de voie soit rationnel, on utilisera principalement des branchements simples et droits. Les traversées-jonctions et les traversées de voie seront évitées sur les voies de circulation. En règle générale, on évitera les traversées présentant un grand angle.

3 Compte tenu des normes spécifiques de construction des voies, la géométrie des appareils de voies dépend :

- des vitesses nécessaires sur le plan de l'exploitation, et
- des valeurs-limites données par la dynamique du mouvement des véhicules

conformément aux DE-OCF ad art. 17, DE 17.

4 Eu égard à une gestion rationnelle du matériel, on limitera le plus possible le nombre des formes fondamentales. L'application du principe de modularité permettra aussi de restreindre le nombre des diverses pièces de construction.

Les caractéristiques de construction et de géométrie des appareils de voie utilisés doivent être standardisées dans toute la mesure du possible conformément à la réglementation D RTE 22564 « Exécution standard d'aiguilles, Voie métrique »[1] de l'UTP. Les appareils de voie doivent être référencés dans des plans ad hoc.

Les caractéristiques de construction et de géométrie des appareils de voie utilisés pour les voies de tramways et de chemins de fer ayant des conditions semblables aux tramways doivent être définies en se basant sur les prescriptions des chemins de fer à voie métrique et en garantissant la circulation en toute sécurité.

5 La structure et la construction des appareils de voie devront garantir une utilisation ne nécessitant pas beaucoup d'entretien ainsi qu'une durée d'utilisation aussi longue que possible. Les pièces soumises à une forte usure devront être échangeables.

6 Les appareils de voie en courbe devront pouvoir être construits en utilisant les pièces des formes fondamentales.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

(DE 32.1)

7 Dispositifs de guidage

7.1 Un guidage impeccable des essieux est obtenu par l'agencement approprié des changements, des cœurs d'aiguillage et des contre-rails des aiguillages.

7.2 A long terme, un passage progressif à des essieux et des caractéristiques d'appareils de voie unifiés au sens de la réglementation R RTE 29500 « Standardisation Essieux et branchements, Voie métrique »[2] de l'UTP est nécessaire. Ceci revient à tendre vers une généralisation du type d' appareils de voie « a » (à condition que les véhicules soient équipées d'essieu « A »). (Pour les voies des tramways ou des chemins de fer ayant des conditions semblables aux tramways : voir chiffre 4.)

Si cela ne devait pas être possible en raison des dimensions des essieux, il faut employer des appareils de voie de type « b » (essieu « B », cf. DE-OCF ad art. 51, DE 51) jusqu'à l'achèvement de l'équipement en essieux de type « A » (cf. DE-OCF ad art. 51, DE 51).

<u>Conditions :</u>

L'emploi d'appareils de voie de type « b » n'est possible qu'après / à l'occasion de l'introduction des essieux « B »;

L'emploi d'appareils de voie de type « a » n'est possible qu'après / à l'occasion de l'introduction des essieux « A »;

Ordre chronologique d'introduction (si nécessaire) des équipements suivants :

essieu « B » → branchement « b » → essieu « A » → branchement « a »

Les modifications d'appareils de voie peuvent se faire par le remplacement complet de l'appareil de voie ou en remplaçant le cœur d'aiguillage et/ou les contre-rails. Le cas échéant, une modification constructive d'éléments d'appareils de voie existants est possible.

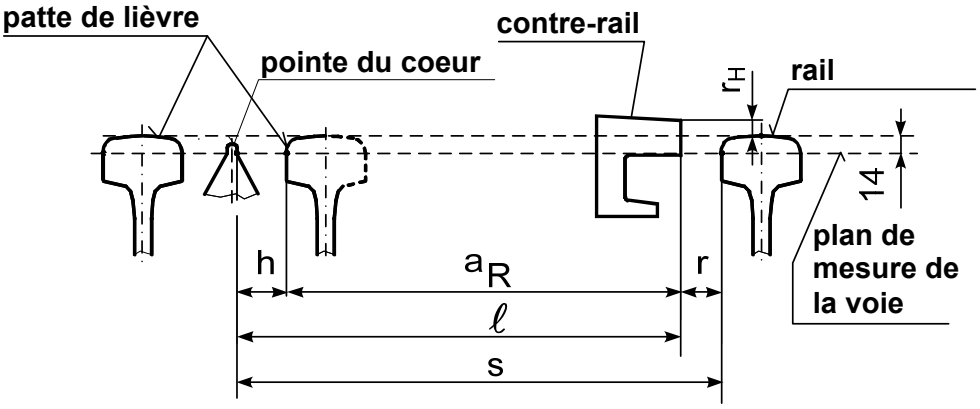
Les véhicules de service équipés d'un essieu « C » peuvent circuler en principe sur tous les types d'appareils de voie. Chaque entreprise ferroviaire est toutefois obligée, avant d'utiliser de tels véhicules, de vérifier les conditions en présence.

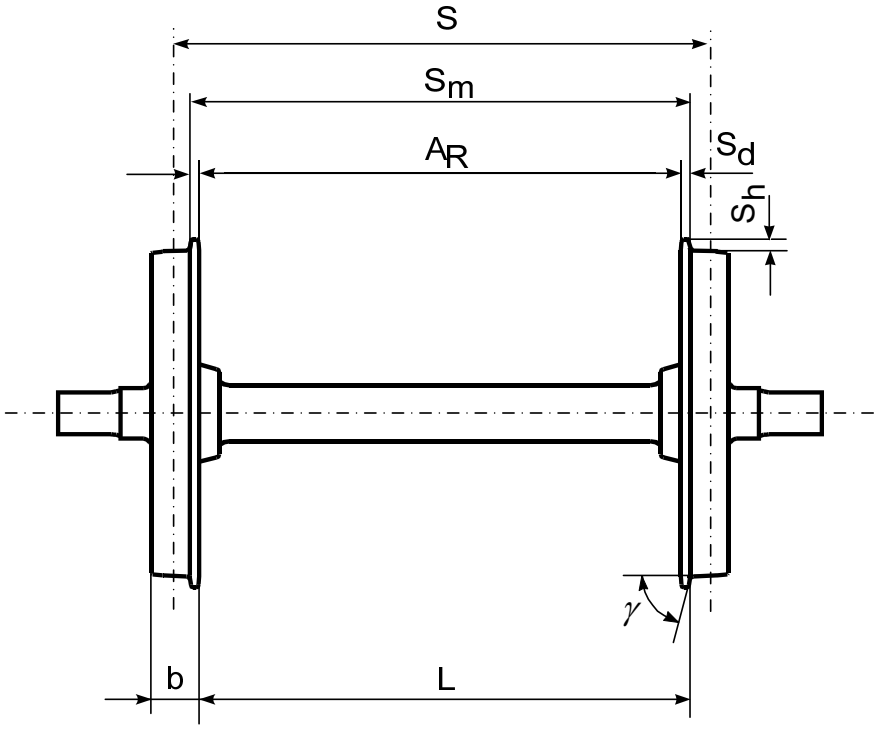
[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

(DE 32.1)

7.2.1 Les valeurs ci-dessous sont déterminantes :





Légende cf. chiffre 7.2.2

VOIE MÉTRIQUE

(DE 32.1)

7.2.2 Voir aussi la figure sous chiffre 7.2.1

- Ecartement de la voie **s**
  condition : s > écartement de l'essieu S_m

- cote de guidage **ℓ** : écartement rebord du contre-rail et cœur d'aiguillage 14 mm sous le plan de roulement (ℓ = s - r)
  condition : ℓ > cote de guidage L de l'essieu monté (écartement boudin – face interne de l'autre roue)

- ornière de guidage du contre-rail **r** (r = s - ℓ)
  condition : r > épaisseur du boudin S_d

- ornières de guidage du cœur d'aiguillage **h** (h = s - a_R - r)
  condition : h > épaisseur du boudin S_d

- dévers du contre-rail par rapport au plan de roulement $\mathbf{r_H}$ (r_{Hmax} = 20 mm)

- profondeur de rainure $\mathbf{r_T}$ (canal du boudin)
  condition : r_{Tmin} > hauteur du boudin S_{hmax}

- écartement patte de lièvre – contre-rail pour double-cœurs $\mathbf{a_R}$: écartement des rebords contre-rail – patte de lièvre ou contre-rail – contre-rail pour les traversées-jonctions resp. traversées de voies (a_R = ℓ - h)
  condition : a_R < écartement des faces internes des roues A_R

- $\mathbf{q_\varepsilon}$, (**Q**): mesure du décollement (distance entre l'arête supérieure de la lame d'aiguille et la contre-aiguille; cf. fiche UIC 716 resp. R RTE 29500[3])
  condition : $q_{\varepsilon max}$ = 3 mm

- **z**: arête supérieure de la pointe d'aiguille sous la bande de la contre-aiguille : profondeur de la lame
  condition : z_{min} = 20 mm
  z_{max} = 25 mm

- largeur de passage **w** : distance minimale entre la lame en position ouverte et la contre-aiguille, (w_{min} = 53 mm)

Le tableau ci-après contient les valeurs déterminantes pour les appareils de voie de type « a » et « b ».

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE MÉTRIQUE

(DE 32.1)

7.2.3 Dimensions et tolérance

Dimensions de contrôle des appareils de voie		cote théorique [mm]	tolérance de construction [mm]	limite d'usure [mm]
s	écartement de la voie mesuré 14 mm en dessous du PDR (en dehors du cœur d'aiguillage)	1003 [1)]	+2/-2	+10/-3
ℓ	cote de guidage ℓ = s – r mesurée environ 100 mm après la pointe du cœur d'aiguillage	« a » : 965 « b » : 971	+2/0 [2)]	+4/-2
r	ornières de guidage du contre-rail r = s - ℓ r > S_d	« a » : 38 « b » : 32	+1/-2	+2/-2
h	ornières de guidage du cœur d'aiguillage h = s - a_R – r h > S_d	« a » : 41 « b » : 37	+1/-1	+4/-2
$\mathbf{r_H}$	dévers du contre-rail	≤ 20		
$\mathbf{r_T}$	profondeur de rainure	≥ 50		
$\mathbf{a_R}$	écartement patte de lièvre – contre-rail a_R = ℓ - h (écartement pour cœur double)	« a » : 924 « b » : 934		
$\mathbf{q_{\varepsilon max}}$	mesure du décollement (à la lame d'aiguille max. 25 mm en dessous de la bande)	3		
z	arête supérieure de la lame d'aiguille en dessous de la bande (profondeur de la lame)	25		0/-5
$\mathbf{w_{min}}$	largeur de passage	53		

Remarque: dans la colonne « cote théorique », on indique chaque fois les valeurs des deux types d'appareils de voie « a » resp. « b ».

1) Dérogations possibles pour des cas exceptionnels (en fonction du profil de rail), lorsque la tolérance de construction de +2/-2 [mm] est respectée

2) Exceptionnellement (en fonction du profil de rail) une tolérance de +2/-1 [mm] est admissible.

DE 33.1

1 Dimensionnement

Les éléments de construction du système crémaillère/superstructure doivent être dimensionnés de manière à assurer l'exploitation en toute sécurité de tous les véhicules circulant sur la ligne, pendant toute la durée de service et pour tous les états d'exploitation prévisibles.

1.1 La crémaillère doit présenter pour chacun de ses éléments (entrées, ligne, aiguillages, etc.) la sécurité à la rupture suivante:

Un facteur de sécurité triple pour la charge maximale des dents, charge qui est déterminée par calcul ou par des essais lors de l'examen de la sécurité au déraillement (DE-OCF ad art. 54, DE 54.1). Les effets dynamiques et les facteurs de forme ne doivent pas être pris en considération.

1.2 Pour les systèmes de crémaillères avec liaisons bout à bout sans jeu ou liaisons avec un autre type de transmission de force, il faut employer des méthodes de vérification et de calcul plus fines, le facteur de sécurité peut alors être inférieur à celui qui est mentionné au chiffre 1.1.

1.2.1 Les systèmes de crémaillères avec liaisons bout à bout sans jeu ou liaisons avec un autre type de transmission de force doivent présenter les sécurités suivantes:

Action / combinaison d'actions	*critère*	*facteur de sécurité*
Charge sur une dent sous l'effort de traction[1]	*limite de fatigue*[4]	*2,0*
Charge sur une dent sous l'effort de traction[1] *+ contrainte due à* ΔT_t [2]	*limite de fatigue*[4]	*1,5*
Charge maximale sur une dent[3]	*Limite d'élasticité*	*2,0*
Charge maximale sur une dent[3] *+ 80% de la contrainte due à* ΔT_t [2]	*Limite d'élasticité*	*1,5*
Charge maximale sur une dent[3] *+100% de la contrainte due à* ΔT_t [2]	*Limite de rupture*	*1,5*

[1] *pour marche en régime établi*

[2] *cf. chiffre 1.2.1.5*

[3] *selon DE-OCF ad Art. 54, DE 54.1, chiffre 4*

[4] *pour sollicitation cyclique de traction, compression, flexion, cisaillement ou torsion*

1.2.1.1 La valeur de l'effet dynamique doit être déterminée en fonction du type de véhicules et en accord avec l'office fédéral. Pour l'action de traction, il n'y a pas lieu de prendre en compte d'effet dynamique.

(DE 33.1)

1.2.1.2 Les facteurs de sécurité doivent être vérifiés pour la section transversale des dents et du corps de la crémaillère ainsi que pour les éléments de liaisons et d'assemblages.

1.2.1.3 Pour des états de contraintes multidirectionnelles, les facteurs de sécurité doivent être déterminés à l'aide des caractéristiques des matériaux correspondants et des contraintes de comparaison (selon le critère de von Mises).

1.2.1.4 Il faut considérer les influences de l'effet d'entaille et de la rugosité de la surface pour la vérification à la fatigue uniquement.

1.2.1.5 La variation de température de la crémaillère ΔT_t est de :

- Pour des tronçons à l'air libre avec ensoleillement direct

  $\Delta T_t = \pm 40$ °C

- Pour des tronçons en tunnel

  $\Delta T_t = \pm 10$ °C

- Dans les zones de portails

  $\Delta T_t = \pm 25$ °C

Des divergences dues à des conditions et observations locales doivent être prises en compte.

1.2.1.6 En outre, la DE-OCF ad art. 31, voie métrique, DE 31, chiffre 5.2, doit être prise en compte.

2 Usure

En ce qui concerne la résistance, l'usure des dents ne peut être admise que dans la mesure où le facteur de sécurité mentionné au chiffre 1.1 atteint encore :

2.1 70 % au moins de la valeur précitée pour les vitesses de la catégorie 2,

2.2 85 % au moins de la valeur précitée pour les vitesses de la catégorie 3.

2.3 Pour ce calcul, il est admis que toutes les autres parties de la crémaillère se trouvent en parfait état.

(DE 33.1)

3 Bases de calcul

Dans tous les cas, les hypothèses suivantes doivent être prises en considération :

3.1 La part de la charge totale sur une des couronnes de la roue dentée n'est supportée que par une seule dent de ladite couronne (conditions d'engrènement voir DE-OCF ad art. 54, DE 54.2.b.1).

3.2 Les pressions de contact entre le flanc de la dent et la roue dentée peuvent être réunies de manière simplifiée en une résultante.

3.3 Compte tenu des conditions d'engrènement, la résultante est placée au point d'application le plus défavorable de la section à vérifier sur le flanc de la dent, avec une excentricité par rapport à l'axe de la crémaillère. L'excentricité doit valoir au moins un quart de l'épaisseur de la dent. On tiendra compte de conditions particulières qui nécessiteraient ou permettraient des excentricités plus conséquentes.

3.4 La force de frottement entre la roue dentée et la crémaillère doit être déterminée selon DE-OCF ad art. 54, DE 54.1, ch. 3.4.3 (coefficient de frottement μs = 0,15).

3.5 Les dimensions des parties non sujettes à usure (corps de la crémaillère) peuvent être telles que leur facteur de sécurité corresponde encore à celui des dents comportant une usure admissible. La diminution du flanc efficace de la dent prête à s'engrener, par suite du fléchissement de la crémaillère, ne doit pas excéder 10 % dans les cas extrêmes à prendre en considération pour le calcul de la sécurité au déraillement (moment résistant du corps de la crémaillère, distance des points d'appui ou d'encastrement). Pour ce calcul, la partie de la crémaillère entre deux points de fixation doit être considérée comme encastrée à une extrémité et posée librement à l'autre.

4 Fabrication

Les tolérances de fabrication doivent rester dans les limites suivantes pour chaque élément de crémaillère pris en particulier :

4.1 Pas de dent à dent ou distance entre l'extrémité et les trous de fixation de l'élément de crémaillère, dans le cas :

4.1.1 des crémaillères à lamelles (Abt) et des rails à clavette (Strub), ± 0,2 mm

4.1.2 des crémaillères à échelons (Riggenbach) pour lesquelles il n'est pas prévu d'utiliser l'autre flanc de la dent lorsque le premier a été usé ± 0,3 mm

4.2 Distance de la première à la dernière dent d'un élément de crémaillère à « n » dents et de pas « t » pour une température de + 15 °C (n x t) ± 1,0 mm

(DE 33.1)

5 Pose

Lorsque la voie et/ou la crémaillère sont renouvelées, il faut respecter les tolérances suivantes:

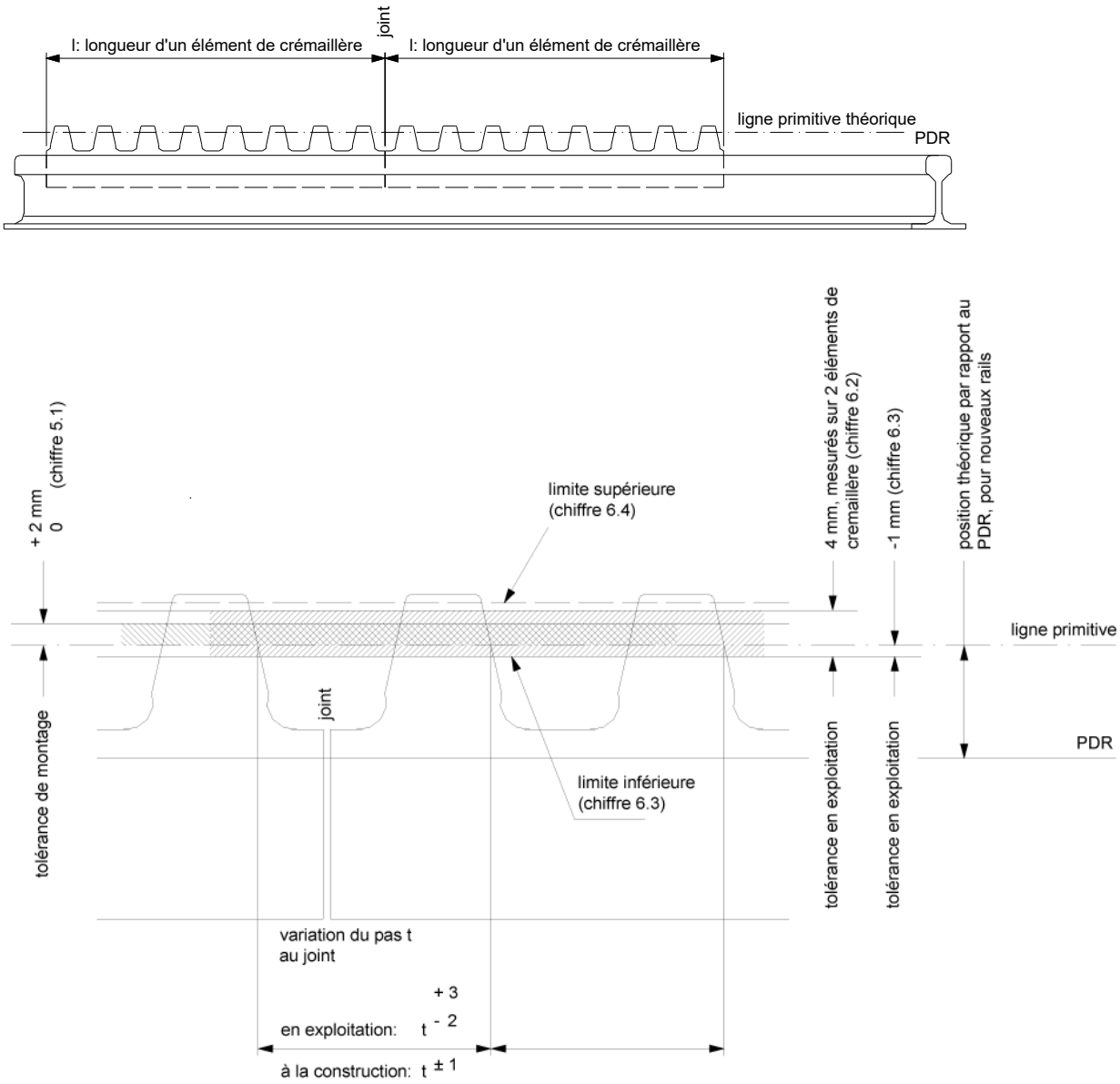
5.1	Tolérance de montage pour la hauteur de la crémaillère, par rapport au niveau supérieur des nouveaux rails	+ 2/-0 mm
5.2	Position réciproque des lamelles dans le sens de la longueur pour la crémaillère à plusieurs lamelles	± 0,5 mm
5.3	Tolérance de montage des joints de la crémaillère	± 1,0 mm

6 Surveillance

En exploitation et à l'état non chargé, les limites suivantes doivent être respectées:

6.1	Pas entre deux dents voisines d'un joint	+ 3/-2 mm
6.2	Ecart de la hauteur de la crémaillère par rapport à une parallèle au niveau supérieur du rail, mesuré pour 2 éléments de crémaillère	4 mm
6.3	Valeur-limite inférieure pour la hauteur de la crémaillère (par rapport à la hauteur théorique), compte tenu du niveau supérieur du rail	- 1 mm
6.4	La valeur-limite supérieure pour la hauteur de la crémaillère dépend de l'usure du rail et de la roue ainsi que de l'écart minimal entre la tête et le pied de la denture. Les chemins de fer fixent cette valeur pour leurs conditions spécifiques.	
6.5	Position réciproque des lamelles dans le sens de la longueur avec une crémaillère à plusieurs lamelles.	± 1 mm

(DE 33.1)

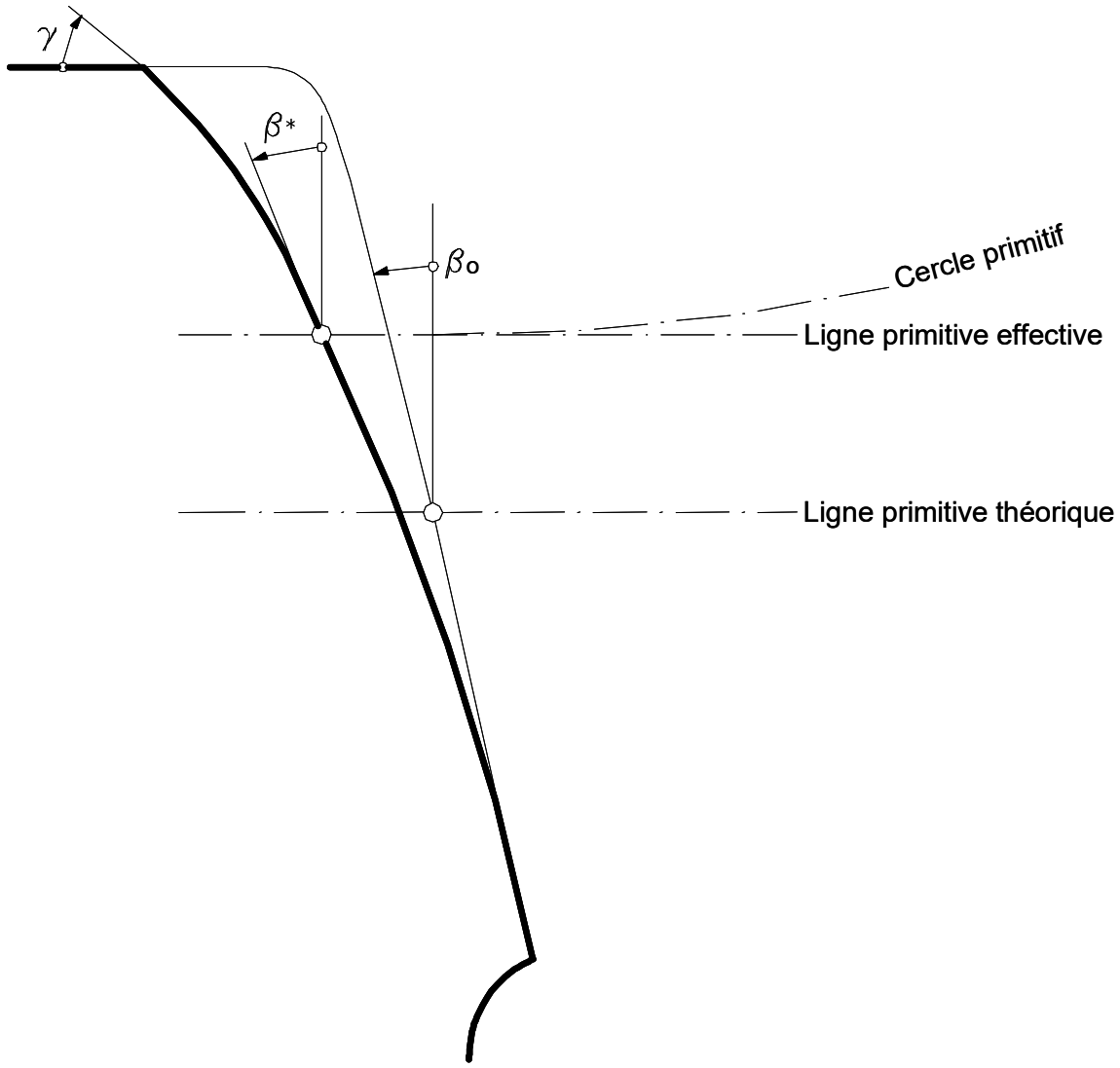


7 Pour les crémaillères à engrènement vertical, les conditions suivantes doivent être remplies en ce qui concerne le danger d'escalade :

7.1 Pour que la roue dentée retombe en cas de début d'escalade, l'angle à la tête de la dent ne doit pas être inférieur à 45°.

7.2 Pour que le facteur de sécurité S ne soit pas inférieur à la valeur S*, l'angle du flanc β ne doit pas, dans la moyenne de dents voisines, être supérieur à l'angle β* déterminé ci-après (voir dessin).

(DE 33.1)



7.3 L'angle β* est donné par l'équation

$$tg\,\beta^* = tg\,\beta_o + \frac{R_o}{\lambda_r \cdot z_g}(S_R - S_R^*)$$

Signification des symboles:

7.3.1 z_g Effort total de traction ou de freinage de chaque châssis de véhicule sur la crémaillère et qui est déterminant pour le calcul de la sécurité au déraillement (voir DE-OCF ad art. 54, DE 54.1);

(DE 33.1)

7.3.2 λ_r Facteur d'influence, pour la roue porteuse considérée, de la somme de toutes les poussées de soulèvement du châssis (= bogie dans le cas de véhicules à bogies, châssis de caisse dans le cas de véhicules à châssis unique). Facteur d'influence λ_r = 0,25 pour les 4 roues porteuses d'un châssis à deux essieux avec 2 ou 4 transmissions moteur-essieux entièrement suspendues ou suspendues par le nez, disposées symétriquement par rapport à l'axe de châssis. Pour d'autres dispositions de châssis, λ_r doit être déterminé pour chaque roue individuellement.

7.3.3 R_o Charge statique d'une roue, exercée sur une voie en palier sans effort de traction ni de freinage, compte tenu cependant de l'action d'éventuels dispositifs de transfert de charge d'essieu, même si ceux-ci n'agissent qu'en régime de traction ou de freinage;

7.3.4 S_R Facteur de sécurité résultant d'une crémaillère en parfait état (β_0) et de z_g (= valeur résultant du calcul de la sécurité au déraillement et devant atteindre au moins 1,2 pour la catégorie de vitesses 2, et 1,25 pour la catégorie de vitesses 3);

7.3.5 S_R* Facteur de sécurité minimum admissible pour une crémaillère usée (= 1,05 pour catégorie de vitesses 2, et 1,1 pour catégorie de vitesses 3);

7.3.6 β_o Angle du flanc de la crémaillère non usée (tg β_o en général = 0,25);

7.3.7 $\frac{R_o}{\lambda_r \cdot z_g}$ Facteur qui en principe a une valeur propre pour chaque roue du véhicule circulant sur la crémaillère considérée. La roue déterminante est celle pour laquelle la valeur de ce facteur est la plus faible, en considérant tous les véhicules circulant sur le tronçon en question.

7.3.8 L'angle β* doit être mesuré à la hauteur de la ligne primitive effective qui résulte de la suspension élastique des roues dentées, du fléchissement de la crémaillère et du diamètre à l'état neuf des roues porteuses.

8 La hauteur d'engrènement des dents ne doit pas présenter d'aspérités afin de garantir un engrènement correct.

9 Des certificats de qualité seront présentés avant l'utilisation des matériaux.

DE 34

1 Limite de manœuvre

1.1 Pour marquer la limite de manœuvre, des indicateurs de début ou de fin de gare sont apposés aux signaux d'entrée comme suit :

1.1.1 Les indicateurs de début de gare doivent être placés :

- dans les installations avec système de signalisation N dans tous les cas
- dans les gares avec système de signalisation L dont les limites se touchent ainsi que dans des installations compliquées, dans lesquelles la limite de manœuvre n'est pas simple à reconnaître.

1.1.2 Les indicateurs de fin de gare doivent être placés :

- dans les gares dont les limites se touchent
- dans les installations compliquées, dans lesquelles la limite de manœuvre n'est pas simple à reconnaître.

2 Installations ouvertes au public des gares
Il faut différencier les installations ouvertes au public suivantes :

a) Quai :
- zone de danger
- zone sûre :
  - surfaces de circulation et d'attente à laisser libre de mobilier
  - zones qui peuvent être meublées

b) Autres zones ouvertes au public

(DE 34)

3 Besoins des personnes handicapées et avec des déficiences corporelles en raison de l'âge [chemin de fer et tramway]

3.1 Quai et accès : généralités

3.1.1 Les hauteurs des quais doivent être uniformes à l'intérieur de réseaux ferroviaires interconnectés et doivent être harmonisées en vue d'un accès de plain-pied au matériel roulant utilisé. Des exceptions sont possibles si l'entreprise de transport fournit l'aide nécessaire par l'intermédiaire de son personnel selon art. 3, al. 2, OTHand :

pour les chemins de fer à voie normale, la hauteur des quais est de 550 mm au-dessus du niveau supérieur du rail,

pour les chemins de fer à voie étroite, la hauteur de référence du quai est de 350 mm au-dessus du niveau supérieur du rail; d'autres hauteurs de quais sont admissibles à l'intérieur de réseaux ferroviaires interconnectés ;

pour les tramways, l'accès de plain-pied au matériel roulant utilisé doit être garanti. Les rampes pour chaises roulantes du quai au véhicule sont admissibles dans des cas d'exception. Les rampes peuvent avoir une pente allant jusqu'à 12 %. À condition que le personnel de l'entreprise offre son aide lors de l'embarquement ou du débarquement, cette pente peut aller jusqu'à 18 %.

3.1.1.1 Divergences :

a) Si les valeurs de hauteur de quai prescrites ne sont pas réalisables sans frais disproportionnés, des relèvements partiels de quais (en dérogation à la DE-OCF ad art. 34, DE 34.4, ch. 1.3) sont admissibles sur toute la largeur de ceux-ci ;

b) Si les exigences attendues de l'infrastructure selon DE-OCF ad art. 21, DE 21.3, ne sont pas réalisables sans frais disproportionnés, des conformités partielles de quai[1] sont admissibles.

Ces relèvements partiels et ces conformités partielles sont admissibles à condition que toutes les rames utilisées puissent les desservir. Ils doivent se trouver sur la même extrémité du quai pour tous les points d'arrêt d'un même tronçon.

La différence de niveau entre le relèvement partiel du quai et le reste du quai ne doit pas avoir de marches ni dépasser une déclivité de 6 %.

3.1.1.2 Dans les situations où l'embarquement ne s'effectue pas de plain-pied, une différence de niveau maximale de 230 mm vers le haut et de 160 mm vers le bas entre le quai et la marche la plus proche est autorisée. La DE-OCF ad art. 83, DE 83, chiffre 2.1, est réservée.

3.1.1.3 Les quais des nouveaux points d'arrêt doivent être en principe conçus pour remplir les exigences attendues de l'infrastructure (voir DE-OCF ad art. 21, DE 21.3) pour le respect de la DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, chiffre 4.1.

[1] Conformité partielle de quai = les valeurs de hauteur de quai prescrites sont satisfaites sur toute la longueur du quai mais les exigences attendues de l'infrastructure pour l'accès de plain-pied ne sont satisfaites que sur une partie du quai.

(DE 34)

3.1.2 Pour les personnes en chaise roulante ou se servant d'un déambulateur, l'accès aux quais doit être garanti de la manière suivante :

- de préférence à l'aide de rampes. La déclivité des rampes ne doit pas dépasser :
  - 6 % pour les rampes d'une hauteur ≤ 1,50 m ;
  - pour les rampes d'une hauteur supérieure à 1,50 m, 12 % si elles sont couvertes ou chauffées, sinon 10 %.
- accessoirement, à l'aide d'ascenseurs, (longueur de l'ascenseur au minimum 1,80 m), avec éléments de commande tactiles, conformes aux besoins des malvoyants et des personnes en chaise roulante et avec annonce acoustique de l'étage lorsqu'il y a plus de deux étages accessibles au public.

Lorsque l'accès à niveau se fait par les voies, il faut qu'au moins à un endroit l'accès au quai pour les chaises roulantes et les déambulateurs soit possible au moyen d'une rampe. La déclivité de la rampe ne doit pas dépasser 6 %. L'accès des chaises roulantes et des déambulateurs ne doit pas présenter d'aspérités, la gorge du rail doit être aussi étroite que possible.

Les gares avec accès au quai par la voie présentent un danger supplémentaire et une complication particulière pour les voyageurs aveugles et malvoyants. Pour cette raison, les instructeurs à la mobilité et à l'orientation des voyageurs aveugles et très malvoyants devraient particulièrement prendre en compte ce type de gare lors de leurs cours.

3.1.3 Mobilier

3.1.3.1 Les rampes et escaliers doivent être entièrement libres de mobilier fixe ou déplaçable (p. ex. panneaux publicitaires), les passages inférieurs autant que possible.

3.1.3.2 Sur le quai, la zone sûre doit comporter une bande de circulation de 1,20 m de large libre de tout obstacle.

Exceptionnellement, une largeur minimale de 0,90 m peut être autorisée sur une longueur limitée.

Pour les tramways, la largeur du passage pour les chaises roulantes et les déambulateurs (largeur entière du quai jusqu'à la bordure) doit être d'au moins 0,90 m. S'il y a risque de chute sur la voie pour les chaises roulantes ou les déambulateurs, la largeur du passage doit être d'au moins 1,20 m.

3.1.4 La déclivité transversale des quais ne doit pas dépasser 2 %.

Exceptionnellement (p. ex. seuils existants), la déclivité transversale maximale autorisée est de 3 %.

3.1.5 Plate-forme d'arrêt des tramways

3.1.5.1 Largeur de la plate-forme d'arrêt au niveau de l'accès des chaises roulantes :

- au moins 1,40 m pour l'accès de plain-pied ;
- dans les cas d'exception où l'accès au véhicule se fait par une rampe pour chaise roulante, au moins 1,40 m plus l'encombrement de la rampe.

Ces dimensions sont augmentées d'un supplément de sécurité de 0,25 m aux îlots d'arrêt sans barrière.

(DE 34)

Si les chaises roulantes avec appareils électriques de propulsion couplés, les scooters électriques pour handicapés ou véhicules assimilés sont admis, la largeur de l'arrêt sur la surface d'accès des chaises roulantes doit être d'au moins 2,00 m. Dans les cas d'exception où l'accès au véhicule se fait par une rampe pour chaise roulante, la largeur doit être d'au moins 2,00 m plus l'encombrement de la rampe.

La longueur minimale de la surface d'accès des chaises roulantes doit être de 4,00 m.

3.1.5.2 Afin de garantir l'utilisation autonome pour les chaises roulantes et les déambulateurs (les voyageurs en chaise roulante ou se servant d'un déambulateur peuvent monter et descendre sans aide extérieure), la DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, ch. 4.1, doit être respectée.

3.2 Les différents types de zones des installations ouvertes au public dans les gares et leurs fonctions (ch. 2) doivent être aussi reconnaissables par les personnes malvoyantes et aveugles. Le guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »[2] est déterminant.

3.3 Itinéraire de guidage continu sur les quais de gare

Un guidage continu pour les personnes malvoyantes et aveugles doit être garanti ; il repose sur le concept de guidage déterminant les liaisons importantes. Il est réalisé avec des marquages tactilo-visuels et des éléments d'aménagement constructif conformément au guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »[2].

3.4 Marquage tactile et optique des quais de tramways

3.4.1 Aux haltes, il faut installer une zone d'attention tactilo-visuelle selon la norme SN 640 852[2] à la hauteur de la première porte des véhicules. Aux haltes situées sur la chaussée, il faut, dans la mesure du possible, installer cette zone sur toute la largeur du trottoir.

3.4.2 S'il n'est pas autorisé de traverser la voie, il faut installer une signalisation tactilo-visuelle le long de la bordure d'arrêt. Ce marquage doit être réalisé de manière analogue à la ligne de sécurité.

3.5 Aux points d'arrêt avec arrêt sur demande :

- le signal optique d'obligation de demander l'arrêt doit être parfaitement visible;
- le dispositif de demande d'arrêt doit être installé à un endroit central, (par ex. à proximité du distributeur automatique ou des dispositifs de communication);
- lorsque les dispositifs de demande d'arrêt sont attribués à des directions différentes, les directions doivent être bien visibles.

Les voyageurs aveugles doivent pouvoir trouver le dispositif de demande d'arrêt, l'utiliser et en vérifier la position. (cf. ch. 3.3 du guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »[2]).

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 34.3

1 But et limites

1.1 Le but de la présente disposition d'exécution est d'éviter la mise en danger des voyageurs et de maîtriser les risques inhérents à l'accès au quai.

1.2 La solution la meilleure et si possible à privilégier est celle de l'accès séparé spatialement de la voie.

1.3 Les conditions qui permettent un accès non séparé spatialement de la voie ou un accès par la voie séparé temporellement sont données sous chiffres 3 à 5.

1.4 On ne peut considérer comme accès non séparé spatialement de la voie ou comme accès par la voie séparé temporellement que les cas pour lesquels le quai (y c. un quai extérieur) ne peut être atteint en traversant la ou les voies qu'à partir d'un seul côté du champ de voies.

1.5 Toutes les traversées de voie aux points d'arrêt avec une seule voie doivent être conçues comme passages à niveau (art. 37ss OCF).

1.6 Les accès par les voies qui ne servent pas exclusivement à l'accès au train doivent être conçus comme passages à niveau (art. 37ss OCF).

1.7 Des installations qui sont exploitées avec une réglementation d'exploitation (processus des prescriptions d'exploitation) peuvent représenter des exceptions au chiffre 1.6.

2 Accès séparé spatialement de la voie

Pour l'accès aux quais, il faut éviter spatialement les conflits entre les personnes et le trafic ferroviaire au moyen de passages inférieurs ou supérieurs.

3 Dispositions générales aux accès non séparés spatialement de la voie (ch. 4) et aux accès par la voie séparés temporellement (ch. 5)

3.1 La gare doit être planifiée du point de vue de son exploitation. Pour assurer la sécurité, la forte interdépendance de la construction, de l'exploitation ferroviaire, des installations de sécurité (cf. DE-OCF ad art. 39, DE 39.2 et DE 39.3a, ch. 11), de l'horaire et des voyageurs (y c. flux de piétons) doit être prise en compte lors de la planification.

3.2 Concept d'utilisation

Comme la conception, les dimensions et l'aménagement des zones d'attente et de déplacement des voyageurs influencent leur comportement de manière déterminante, il faut pour commencer établir un concept d'utilisation de la gare. Ce concept tiendra compte des flux de personnes avec leurs grandeurs déterminantes et du ou des déroulements de l'exploitation avec leurs paramètres (installations de sécurité, etc.).

3.3 L'horaire est influencé par la planification de l'exploitation et la conception de l'installation.

(DE 34.3)

4 Accès non séparé spatialement de la voie

Dans les installations qui remplissent une des conditions supplémentaires suivantes, l'accès au quai ne doit pas nécessairement être séparé spatialement de la voie.

4.1 Accès aux quais uniquement avec règlementation d'exploitation (processus des prescriptions d'exploitation et de circulation des trains)

4.1.1 L'accès aux quais ne se fait que par des voies sur lesquelles il n'est pas possible d'entrer en dépendance avec les signaux. Ces voies sont en règle générale intégrées dans le quai.

4.1.2 Dans les zones pour les tramways il faut examiner si les conditions locales permettent ce mode d'accès.

4.2 Accès avec priorité alternée

4.2.1 Généralités

En cas de protection avec priorité alternée, en particulier les types de gares suivants ne sont pas considérés comme gares avec des conditions d'exploitation simples :

a. Gares sur des lignes à double-voie ou à voies multiples.
b. Gares où la ligne passe de la voie unique à la double-voie ou à des voies multiples.
c. Gares sur des lignes à voie unique ou à la rencontre de plusieurs lignes à voie unique, dont les conditions d'exploitation sont semblables à des double-voies (par ex. longue voie de dépassement ou jonction de deux voies uniques permettant des entrées simultanées sans mesures techniques et/ou d'exploitation particulières).
d. Gares sur des lignes à voie unique avec une grande affluence de voyageurs.

4.2.2 Quai intermédiaire étroit (largeur max. 2,00 m)

Dans les gares sur des tronçons à simple voie, avec des conditions d'exploitation simples (ch. 4.2.1) et des accès au quai intermédiaire étroit par une voie sur laquelle il est possible d'entrer en dépendance avec les signaux, il faut remplir les conditions suivantes :

a. Le déroulement des événements doit être décrit au moyen d'une séquentialisation (suite d'état et d'événements corrélés) de toutes les phases de l'exploitation, des installations de sécurité et du comportement des voyageurs.
b. La zone sûre pour les voyageurs doit être reconnaissable sans équivoque, suffisamment dimensionnée et clairement aménagée. La différence entre la zone sûre et la zone de danger doit être évidente.
c. Pour guider les voyageurs, il faut limiter le nombre et la largeur des accès au quai intermédiaire.
d. Pour pouvoir éviter des mises en danger, les accès et leurs abords doivent être visibles et reconnaissables à temps par le conducteur de locomotive.
e. Aucun équipement, tels les cabines d'attente, les bancs, les automates, les indicateurs horaires et panneaux d'information, les éléments publicitaires, etc., ne doit inviter les voyageurs à attendre sur le quai intermédiaire.

(DE 34.3)

4.2.3 Quai intermédiaire large (avec une zone sûre dimensionnée en suffisance selon DE-OCF ad art. 21, DE 21.2 et DE-OCF ad art. 34, DE 34.4) :

Dans les gares sur des tronçons à simple voie, avec des conditions d'exploitation simples (ch. 4.2.1) et des accès au quai intermédiaire large par une voie sur laquelle il est possible d'entrer en dépendance avec les signaux, il faut remplir les conditions suivantes :

a. Le déroulement des événements doit être décrit au moyen d'une séquentialisation (suite d'état et d'événements corrélés) de toutes les phases de l'exploitation, des installations de sécurité et du comportement des voyageurs.
b. Le quai intermédiaire ne peut desservir qu'une voie qui n'est pas celle à traverser.
c. La zone sûre pour les voyageurs doit être reconnaissable sans équivoque et clairement aménagée. La différence entre la zone sûre et la zone de danger doit être évidente.
d. A l'exception de l'accès, le quai intermédiaire doit être fermé, en général constructivement, du côté de la voie à traverser pour empêcher une traversée de celle-là.
e. En cas normal, un seul accès conduit au quai intermédiaire.
f. L'accès au quai intermédiaire doit être limité géographiquement de façon claire.
g. Pour pouvoir éviter des mises en danger, l'accès et ses abords doivent être visibles et reconnaissables à temps par le conducteur de locomotive.
h. Une analyse de risque doit montrer que les mesures de sécurité nécessaires pour l'accès sont suffisantes.

4.2.4 Dans les cas suivants, la priorité alternée pour atteindre les quais est interdite :

a. Les exigences mentionnées ne sont pas remplies.
b. Le quai intermédiaire large dessert plus d'une voie.
c. Lorsqu'il faut traverser plus d'une voie principale[3].

[3] « Voie principale » selon définition des PCT.

(DE 34.3)

5 Accès par la voie séparé temporellement

5.1 Un accès par la voie séparé temporellement doit fixer les priorités, soit aux véhicules ferroviaires utilisant la voie, soit aux personnes utilisant l'accès par la voie.

5.2 Un dispositif avec retenue physique est indispensable pour réaliser un accès par la voie séparé temporellement.

5.3 Dans les gares où un accès non séparé spatialement de la voie selon chiffre 4 n'est pas permis, l'accès au quai doit être séparé temporellement aux conditions ci-après. Si ces conditions ne sont pas remplies, il faut concevoir un accès séparé spatialement de la voie.

5.4 Un accès par la voie séparé temporellement et la mise en œuvre de la planification de l'exploitation de la gare ne doivent pas déclencher, en raison de la conception de l'installation, un comportement interdit des utilisateurs.

5.5 Si l'accès par la voie séparé temporellement est assuré par une installation de barrières, il faut alors concevoir la gare et cet accès de manière à ce :

a. qu'un temps suffisant soit prévu pour l'échange des voyageurs de et vers les trains (séquentialisation) ;
b. que des zones d'attente suffisamment dimensionnées soient disponibles de part et d'autre de la traversée ;
c. que, lors de l'utilisation conjointe d'un passage à niveau existant, la sécurité des piétons face au trafic routier soit assurée, si nécessaire avec des mesures constructives qui seront conformes aux normes. En règle générale, le passage ne se trouve pas à plus de 150 m du point d'arrêt du train (milieu du train).

Les barrières doivent être munies de rideaux.

6 Passages de service

L'utilisation des passages de service qui ne sont pas conçus comme accès au quai pour les voyageurs doit leur être empêchée. Des mesures constructives possibles sont par ex. un emplacement éloigné des cheminements usuels des voyageurs, des barrières, etc.

DE 34.4

1 La sécurité du public sur les quais doit être assurée par l'aménagement des constructions et par le dimensionnement basé sur l'affluence prévisible à long terme. Les zones réservées au public (secteurs d'attente et cheminements) doivent être évidentes.

1.1 Il faut concevoir les quais de manière à ce que les voyageurs puissent s'y répartir de manière optimale.

1.1.1 Lors de la modélisation des flux de piétons sur les quais, il faut prendre en compte l'effet de retenue créé par les voyageurs en attente.

1.1.2 Il faut éviter les obstacles dans les flux de piétons ; on renoncera en particulier au mobilier, aux installations ou autres obstacles dans la zone du débouché des accès sur les quais. Exceptions : équipements essentiels, composteurs de billets, piliers de marquise en nombre limité.

Pour la longueur de la zone sans obstacles au débouché des accès sur les quais, on retiendra la valeur indicative de 20 m ; cette valeur :

a. doit le cas échéant être augmentée en fonction de la modélisation (affluence attendue, largeur) ;

b. peut être réduite dans les cas suivants :

- dans les petites gares avec moins de 500 voyageurs par jour et par bordure de quai, lorsque l'affluence est inférieure à 60 voyageurs par bordure de quai dans l'intervalle de pointe de 10 minutes,

ou

- sur un quai d'une longueur inférieure à 100 m.

1.2 Le mobilier, tels les cabines d'attente, les bancs, les automates, les indicateurs horaires et panneaux d'information, les éléments publicitaires, etc., doivent être disposés, et si nécessaire leur nombre réduit, pour qu'ils ne forment pas de zones étroites dans les cheminements préférentiels (lignes de désir).

1.3 La surface des quais ne doit présenter aucun décrochement vertical (longitudinal ou transversal).

1.4 Les accès aux quais sont les escaliers, les rampes, les passages inférieurs et supérieurs, les cheminements piétonniers, les escaliers roulants, les ascenseurs et les installations analogues qui permettent le parcours vers les quais et depuis ceux-ci. Les accès aux quais doivent être disposés pour former un système cohérent avec les quais et dimensionnés en conséquence.

1.4.1 La disposition et les dimensions des accès aux quais doivent être fixées de manière à ne pas compromettre la sécurité sur les quais.

1.4.2 La disposition et les dimensions des accès aux quais doivent être fixées sur la base de l'utilisation prévisible à long terme. Pour ce faire il faut prendre en compte l'affluence des personnes, leur répartition et les cas de figure déterminants (croisements) selon la norme VSS 40 238[4] avec leur fréquence.

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 34.4)

Pour autant que l'affluence des personnes et les cas de figure déterminants ne nécessitent pas de valeur supérieure, il faut respecter les valeurs minimales suivantes de la largeur libre (ouvrages avec limitation latérale) :

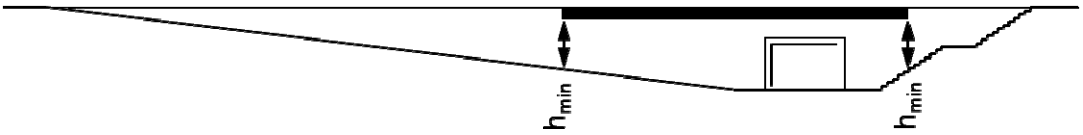
a. Passages inférieurs : en fonction de la longueur et de la forme d'exploitation selon la norme VSS 40 246[5], tableau 2.

b. Escaliers et rampes de/vers un passage inférieur ou supérieur :
   - 2,50 m
   - 2,75 m avec fonction de desserte locale

   Des largeurs inférieures jusqu'à 2,00 m sont exceptionnellement possibles dans des cas justifiés pour de tels escaliers et rampes.

1.4.3 Il faut respecter les valeurs minimales suivantes de la hauteur libre des accès aux quais :

- Rampes et escaliers partiellement couverts par le quai : valeur minimale h_{min} en fonction de la longueur de la couverture selon la norme VSS 40 246[5], tableau 6. Cette valeur peut être réduite jusqu'à 2,50 m à l'extrémité supérieure de la partie couverte de la rampe ou des escaliers.



- Passages inférieurs : valeur minimale en fonction de la longueur selon la norme VSS 40 246[5], tableau 6. La longueur de tunnel à prendre en compte selon la norme peut être réduite à celle des tronçons déterminants du tunnel si l'effet de tube est nettement cassé. L'interruption de l'effet de tube peut être par exemple atteinte au droit des accès par l'agrandissement de la section (hauteur libre supérieure) couplée avec une amenée de lumière. Les mesures pour l'amenée de lumière ne doivent pas compromettre la sécurité des personnes sur les quais.

2 Les quais doivent pouvoir être éclairés.

2.1 L'orientation de l'éclairage doit permettre d'atteindre un bon contraste, en particulier dans la zone de la ligne de sécurité, de la bordure de quai et des escaliers et tendre à conduire le public dans la zone sûre.

L'éclairage ne doit éblouir ni les voyageurs ni les conducteurs de véhicules moteurs ; il doit être planifié et réalisé conformément à la norme SN EN 12464[5].

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 34.4)

3 Signalétique, marquages

3.1 Il faut tendre à une signalétique uniforme pour tous les chemins de fer.

3.2 La signalétique doit être concise, cohérente et limitée à l'essentiel.

3.3 Sur les quais, les marquages au sol doivent être limités aux seules informations nécessaires à la sécurité et à l'exploitation.

4 Séparation des zones de quai des autres zones ouvertes au public et des zones de trafic (non valable pour les zones de tramway)

4.1 Les quais seront constructivement séparés des autres zones ouvertes au public. Dans les zones d'accès aux quais, la distinction des fonctions doit être claire.

4.2 Les quais doivent être séparés des installations du trafic routier et du trafic lent.

5 Quais souterrains

5.1 Les quais souterrains et leurs accès ou les installations avec des caractéristiques semblables doivent être équipés de chemins de fuite signalés qui seront planifiés sur la base d'un concept de sécurité de toute l'installation.

6 Situations de risque spéciales

6.1 Si des situations de risques spéciales surgissent lors de l'utilisation des installations existantes, des systèmes actifs d'avertissement des personnes peuvent être utilisés afin de renforcer la sécurité du public, lorsque :

a. des mesures constructives provisoires ne suffisent pas et

b. une transformation appropriée est planifiée et

c. les possibilités organisationnelles et d'exploitation sont épuisées et

d. le chemin de fer peut démontrer que des mesures supplémentaires sont nécessaires en raison de l'affluence ou du comportement du public.

L'Office fédéral des transports (OFT) définit dans une directive comment la démonstration que ces conditions sont remplies doit être apportée et comment les systèmes d'avertissement des personnes dans la zone des quais doivent être conçus et mis en œuvre.

DE 35

1 Heurtoirs

1.1 Les heurtoirs doivent être conçus et placés de telle sorte qu'ils:

- représentent une protection appropriée contre le franchissement de l'extrémité de la voie,
- puissent absorber et transformer l'énergie d'impact présumée des véhicules qui n'ont pas pu freiner complètement,
- ne génèrent aucune accélération mettant sérieusement en danger des personnes ou causant des dommages aux marchandises transportées,
- ne génèrent aucune force causant des dommages considérables aux véhicules et aux installations.

1.2 Il y a lieu de vérifier la performance des heurtoirs en tenant compte des masses de train probables sur la voie et de la vitesse à considérer lors de l'impact.

1.2.1 La vitesse à considérer lors de l'impact est une valeur de dimensionnement.
Il y a lieu de tenir compte en règle générale des vitesses lors de l'impact suivantes:

Type de mouvement des véhicules	Voie normale	Voie métrique
– Circulation de train	15 km/h	10 km/h
– Mouvement de manœuvre	10 km/h	7 km/h

1.2.1.1 La vitesse à considérer lors de l'impact peut être réduite de manière appropriée sur la base d'une évaluation de la sécurité:

- pour les véhicules dont le frein de sécurité est indépendant de l'adhérence entre le rail et la roue;
- lorsque l'arrêt de toutes les circulations de trains avant le heurtoir est soutenu par un contrôle de la marche des trains.

1.2.2 La performance nécessaire des heurtoirs ainsi que le chemin de déplacement à garder libre des heurtoirs de freinage et des heurtoirs déplaçables peuvent être calculés par simplification à partir de la valeur de dimensionnement de l'énergie cinétique E_d. Il est permis de négliger l'énergie de rotation.

$$E_d = \gamma_S \frac{m \cdot v^2}{2} \text{ [J]}$$

E_d valeur de mesure de l'énergie cinétique en [J]
m masse déterminante du train en [kg]
v vitesse déterminante lors de l'impact en [m/s]
γ_S coefficient de prise en compte de la fonction protectrice du heurtoir

(DE 35)

1.2.3 Le coefficient de prise en compte de la fonction protectrice du heurtoir doit être défini en fonction des risques et des valeurs indicatives suivantes:

- γ_S = 2,0 pour les heurtoirs situés avant des éléments de structure porteuse dont la défaillance peut causer de sérieux dommages matériels et corporels et où l'arrêt de toutes les circulations de trains avant le heurtoir n'est pas soutenu par un contrôle de la marche des trains.
- γ_S = 1,5 pour les heurtoirs dont la défaillance peut entraîner un empiètement sur le profil d'espace libre des itinéraires de trains ou amener des véhicules dans des zones où des personnes se tiennent fréquemment et relativement longtemps.
- γ_S = 1,0 pour les heurtoirs dont la défaillance n'entraîne pas, selon toute vraisemblance, de mise en danger de personnes ni de dommages à des infrastructures ferroviaires importantes.

1.3 Afin d'éviter des dommages aux véhicules et aux installations, il y a lieu d'installer en principe des heurtoirs de freinage déplaçables.

1.4 Des heurtoirs fixes sont autorisés si une mise en danger de personnes en cas de défaillance ainsi que d'importants dommages aux véhicules et aux marchandises transportées sont improbables. Cela concerne en principe:

- les extrémités de voie sur lesquelles la vitesse maximale admise est de 5 km/h;
- les extrémités de voie de raccordement sur lesquelles la vitesse maximale admise est de 10 km/h, à condition que les heurtoirs soient équipés de tampons absorbant l'énergie et que les rames aient 20 essieux au plus;
- les extrémités de voies à crémaillère sur lesquelles la vitesse maximale est de 20 km/h et les heurtoirs fixes équipés de tampons absorbant l'énergie;
- les bouts des voies métriques et spéciales, à condition que l'arrêt de toutes les circulations de trains avant le heurtoir soit soutenu par un contrôle de la marche des trains, que le heurtoir ne revête pas de fonction protectrice particulière et que la rame déterminante soit équipée de freins de sécurité.

DE 37b

1 Evaluation du trafic aux passages à niveau

1.1 Evaluation du trafic routier

Trafic routier faible:	max. 8 équivalents-personnes par heure
Trafic routier très faible:	max. 8 équivalents-personnes par heure, dont max. 2 équivalents-personnes par heure peuvent être des automobiles, des motocycles, des cyclomoteurs ou des bicyclettes.

1 équivalent-personne correspond à 1 piéton, 1 bicyclette, 1 cyclomoteur, 1 motocycle ou 0,75 voiture automobile.

Pour l'évaluation des équivalents-personnes par heure, c'est la moyenne durant la période d'exploitation commune des installations ferroviaires et routières un jour ordinaire de l'année qui est déterminante.

Si un passage à niveau avec trafic routier très faible est plus fréquenté certains jours isolés, il faut prendre en compte l'évaluation du trafic de ces jours-là ou prendre des mesures particulières ces jours-là.

1.2 Evaluation du trafic ferroviaire

Trafic ferroviaire lent:	trafic ferroviaire dont la vitesse maximale n'est pas supérieure à 50 km/h dans la zone du passage à niveau.

DE 37c Généralités

1 Signaux aux passages à niveau

1.1 Barrières

1.1.1 Les barrières sont striées de bandes rouges et blanches.

1.2 Signaux à feux clignotants

1.2.1 Les signaux à feux clignotants sont constitués par des panneaux triangulaires noirs sur lesquels sont placés, à la même hauteur, deux feux rouges qui ne clignotent en général pas en même temps (feux alternés), ou un seul feu rouge clignotant (feu simple).

1.2.2 Les sources lumineuses utilisées (lanterne de signal avec ampoule à incandescence, gyrophare, etc.) doivent être bien visibles dans toute la zone d'accès au passage à niveau.

1.2.3 Pour les sources lumineuses utilisées, on applique aussi par analogie les normes SN EN 12352[1] et SN EN 12368[1].

1.3 Croix de Saint-André

1.3.1 Les croix de Saint-André sont peintes en blanc avec un bord rouge. Elles peuvent aussi être placées dans le sens vertical, et, lorsque les conditions de visibilité sont défavorables, elles peuvent être peintes sur des panneaux blancs.

1.4 Les signaux placés au passage à niveau doivent avoir un aspect conforme aux figures 1 à 4 des DE-OCF ad art. 37c.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 37c Généralités)

1.5 Emplacement

1.5.1 L'emplacement des signaux est régi par les dispositions de l'art. 103 de l'ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière (OSR)[2].

1.5.2 Les signaux sont placés avant le passage à niveau.

1.5.2.1 Aux installations avec signaux à feux clignotants sur les tronçons ferroviaires à voie unique, les signaux peuvent être placés après le passage à niveau pour un sens de circulation, si

a. le montage avant le passage à niveau est impossible, et

b. une très bonne visibilité des signaux (par ex. gyrophares) pendant au moins 5 secondes est garantie dans toute la zone d'approche.

Les signaux placés après le passage à niveau doivent être posés des deux côtés de la route.

1.5.2.2 Les signaux à feux clignotants peuvent être placés après le passage à niveau pour les deux sens de circulation lorsqu'il s'agit:

a. d'un passage à niveau ouvert uniquement aux piétons, ou

b. d'un passage à niveau équipé de barrières à ouverture sur demande.

1.6 Aux passages à niveau qui peuvent être franchis par des véhicules routiers à une vitesse supérieure à 50 km/h, l'utilisation des signaux clignotants simples pour les installations de barrières, demi-barrières ou de signaux à feux clignotants est interdite.

2 Sur les lignes et dans les gares où la vitesse maximale autorisée est supérieure à 140 km/h ou lorsque le dégagement du passage à niveau est difficile, il y a lieu de prévoir des mesures au passage à niveau pour détecter la présence de véhicules routiers. Lorsque de telles mesures entravent souvent l'exploitation ferroviaire, on prévoira des signalisations ou des installations de signalisation lumineuse efficaces conformément à l'OSR pour favoriser le dégagement du passage à niveau, et on en fera la demande à l'autorité compétente.

[2] RS 741.21

(DE 37c Généralités)

3 Processus

3.1 Définitions

Position de repos:	Etat prêt à fonctionner de l'installation.
Temps d'avertissement:	Durée pendant laquelle s'allument les feux clignotants, le signal lumineux jaune ou le jaune clignotant (installations de signaux lumineux sans feu vert), et durée pendant laquelle retentit le signal acoustique jusqu'au début de l'abaissement des barrières dans les installations de barrières, de demi-barrières et de barrières à ouverture sur demande ou jusqu'au passage de la circulation de train ou du mouvement de manœuvre le plus rapide dans le cas d'installations de feux clignotants et de signalisation lumineuse.
Temps de dégagement:	Le temps nécessaire aux usagers de la route pour dégager le passage à niveau. Il dépend du genre d'installation, des chemins de dégagement et de la vitesse des usagers de la route.
Temps de fermeture:	Durée du mouvement de fermeture des barrières.
Temps de sécurité:	Durée minimale pendant laquelle les barrières doivent se trouver en position fermée avant le passage d'un véhicule ferroviaire.
Temps de blocage:	Durée pendant laquelle le passage à niveau est fermé au trafic routier. Le temps maximal de blocage se calcule en fonction de la circulation de train ou du mouvement de manœuvre le plus lent selon l'horaire conformément au concept de l'exploitation.
Temps d'ouverture:	Durée pendant laquelle les barrières s'ouvrent.
Temps de l'état ouvert:	Durée pendant laquelle les barrières des installations à ouverture sur demande se trouvent en position ouverte et qu'aucun avertissement aux usagers de la route ne s'effectue.
Temps de mise en position de repos:	Durée jusqu'à ce que l'installation se soit remise en position de repos après écoulement du temps de blocage.

(DE 37c Généralités)

3.2 Installation de barrières

Processus	Barrières	Signaux à feux clignotants		Signaux lumineux 3 couleurs		Signaux lumineux sans vert		Signal acou-stique
		Mode de fermeture des barrières						
		simultané	échelonné	simultané	échelonné	simultané	échelonné	
Position de repos	ouvertes	éteints	éteints	verts	verts	éteints	éteints	non
Temps d'avertis-sement[1] cl. jaune	ouvertes [2]	-	-	-	-	3 s	3 s	oui
Temps d'avertis-sement[1] jaune	ouvertes [2]	-	-	3 s	3 s	3 s	3 s	oui
Temps d'avertis-sement[1] cl. rouge	ouvertes [2]	12 s[3]	1re phase 8 s 2e phase 12 s[3]	-	-	-	-	oui
Temps d'avertis-sement[1] rouge	ouvertes [2]	-	-	9 s[3]	1re phase 5 s 2e phase 9 s[3]	9 s[3]	1re phase 5 s 2e phase 9 s[3]	oui
Temps de fermeture	6 - 11 s[1]	clignotent	clignotent	rouge	rouge	rouge	rouge	oui
Temps de sécurité	5 s fermées	clignotent	clignotent	rouge	rouge	rouge	rouge	non
Barrières fermées	fermées	clignotent	clignotent	rouge	rouge	rouge	rouge	non
Temps d'ouverture[4]	6 - 11 s[1]	éteints	éteints	3 s rouge + jaune, puis vert	3 s rouge + jaune, puis vert	3 s cl. jaune, puis éteints	3 s cl. jaune, puis éteints.	non

Tableau 1: Processus de fonctionnement d'installation avec barrières

[1] Valeurs pour les nouvelles installations. Les anciennes doivent être adaptées lors d'un renouvellement.

[2] Lors d'une fermeture échelonnée, la première phase ferme après le 1er temps, la 2e après le deuxième temps.

[3] Lorsque les distances entre signal à feux clignotants ou signal lumineux et barrière opposée, pour le trafic piétonnier entre les barrières, mesurées dans l'axe du trafic correspondant, sont supérieures à 12 m, cette partie du temps d'avertissement doit être vérifiée en fonction de la vitesse de dégagement déterminante selon chiffre 4.1

[4] Comportement des signaux de nouvelles installations uniquement. Les anciennes doivent être adaptées lors d'un renouvellement.

(DE 37c Généralités)

3.3 Installation de demi-barrières

Processus		Barrières	Signaux à feux clignotants	Signaux lumineux 3 couleurs	Signaux lumineux sans vert	Signal acoustique
Position de repos		ouvertes	éteints	vert	éteints	non
Temps d'avertis-sement [1]	cl. jaune	ouvertes	-	-	3 s	oui
	jaune		-	3 s	3 s	oui
	cl. rouge		8 s	-	-	oui
	rouge		-	5 s	5 s	oui
Temps de fermeturre		6 - 11 s[1]	clignotent	rouge	rouge	oui
Temps de sécurité [2]		5 s fermées	clignotent	rouge	rouge	oui
Demi-barrières fermées		fermées	clignotent	rouge	rouge	oui
Temps d'ouverture[3]		6 - 11 s[1]	éteints	3 s rouge + jaune, puis vert	3 s clignotant jaune, puis éteints	non

Tableau 2: Processus de fonctionnement d'installation de demi-barrières

[1] Valeurs pour de nouvelles installations. Les anciennes doivent être adaptées lors d'un renouvellement.

[2] Lorsque la distance entre le signal à feux clignotants ou le signal lumineux, pour le trafic piétonnier depuis la barrière, et l'axe de la voie la plus éloignée, mesurée dans l'axe du trafic correspondant, est supérieure à 6 m, le temps de sécurité minimal doit être vérifié en fonction de la vitesse de dégagement déterminante selon chiffre 4.1.

[3] Comportement des signaux de nouvelles installations uniquement. Les anciennes doivent être adaptées lors d'un renouvellement.

3.4 Installation avec signaux à feux clignotants ou à signaux lumineux

Processus		Signaux à feux clignotants	Signaux lumineux 3 couleurs	Signaux lumineux sans vert	Signal acoustique
Position de repos		éteints	vert	éteints	non
Temps d'aver-tissement [1]	cl. jaune	-	-	3 s	oui
	jaune	-	3 s	3 s	oui
	cl. rouge [2]	15 s	-	-	oui
	rouge[2]	-	12 s	12 s	oui
Temps de mise en position de repos		-	3 s rouge + jaune, puis vert	3 s clignotant jaune	non

Tableau 3: Processus de fonctionnement d'installation avec signaux à feux clignotants ou à signaux lumineux

[1] Valeurs pour de nouvelles installations. Les anciennes doivent être adaptées lors d'un renouvellement.

[2] Lorsque la distance entre le signal à feux clignotants ou le signal lumineux et l'axe de la voie la plus éloignée, mesurée dans l'axe du trafic correspondant, est supérieure à 6 m, le temps de sécurité minimal doit être vérifié en fonction de la vitesse de dégagement déterminante selon chiffre 4.1.

(DE 37c Généralités)

3.5 Installation avec barrière à ouverture sur demande

Processus	Barrières	Signaux à feux clignotants	Signaux lumineux	Signal acoustique
Position de repos	fermées	éteints	éteints	non
Exigence	fermées	éteints	éteints	non
Temps d'ouverture	6 - 11 s	éteints	éteints	non
Temps d'ouverture min.	15 s	éteints	éteints	non
Temps d'avertissement[1)]	ouvertes	12 s clignotent	3 s cl. jaune puis 3 s jaune puis 9 s rouge	oui
Temps de fermeture	6 - 11 s	clignotent	rouge	oui
Temps de sécurité	5 s fermées	éteints	éteints	non

Tableau 4: Processus de fonctionnement de l'installation avec barrières à ouverture sur demande à fermeture automatique lorsque l'usager de la route demande l'ouverture

[1)] Lorsque la distance entre signal à feux clignotants et barrière opposée, pour le trafic piétonnier entre les barrières, mesurée dans l'axe du trafic correspondant est supérieure à 10 m, le temps d'avertissement doit être vérifié en fonction de la vitesse de dégagement déterminante selon chiffre 4.1.

3.6 Installation de signaux lumineux avec arrêt de la circulation routière de niveau sécuritaire en cas de panne

Processus		Signaux lumineux	Signal acoustique
Position de repos		éteints	non
Temps d'avertissement	clignotant jaune	3 s	oui
	jaune	3 s	oui
	rouge[1)]	12 s	oui
Temps de mise en position de repos		3 s clignotant jaune	non
Dérangement		clignotant jaune	non

Tableau 5: Processus de fonctionnement de l'installation de signaux lumineux avec arrêt de la circulation routière de niveau sécuritaire en cas de panne

[1)] Lorsque la distance entre le signal lumineux et l'axe de la voie, mesurée dans l'axe du trafic correspondant, est supérieure à 6 m, le temps d'avertissement doit être vérifié en fonction de la vitesse de dégagement déterminante selon le chiffre 4.1.

(DE 37c Généralités)

3.7 Libération du passage à niveau pour le trafic routier

3.7.1 Abrogé.

3.7.2 Les passages à niveau doivent rester fermés au trafic routier, au cas où l'installation ne peut pas rester en position de repos pendant 10 secondes entre les processus. Autrement, il faut respecter un intervalle minimal correspondant entre les circulations de train ou mouvements de manœuvre.

4 Calcul du temps de dégagement et distance de visibilité

4.1 Aux passages à niveau équipés d'une installation, la vérification du temps d'avertissement ou de sécurité indiquée dans les tableaux 1 à 5, si elle est nécessaire, doit être calculée séparément pour chaque type de trafic. Le temps d'avertissement ou de sécurité à appliquer se calcule à partir du plus long temps de dégagement calculé à moins que les tableaux 1 à 5 prescrivent des temps plus longs.

Le calcul du temps de dégagement des installations s'effectue à l'aide des vitesses suivantes:

- trafic de véhicules: 5,0 m/s; cette vitesse doit être réduite lorsque les conditions de trafic sont particulières.
- trafic piétonnier: 1,0 m/s.

4.2 Aux passages à niveau signalisés / protégés uniquement par une croix de Saint-André ou une installation de signaux lumineux avec arrêt de la circulation routière de niveau sécuritaire en cas de panne, le calcul des distances de visibilité doit tenir compte des paramètres suivants:

a. pour l'observation si aucun véhicule ferroviaire ne s'approche et pour la décision si le passage à niveau va être traversé, il faut compter 2 secondes (temps de réaction);
b. vitesse du trafic piétonnier: 0,7 m/s;
c. accélération du trafic de véhicules au démarrage: 0,4 m/s^2.
   Si le passage à niveau ne peut pas être emprunté par des camions ou d'autres véhicules de ce genre, l'accélération des voitures de tourisme peut être calculée avec 1,2 m/s^2.
d. vitesse maximale du trafic de véhicules: 5 m/s; cette vitesse doit être réduite lorsque les conditions de trafic sont particulières.

DE 37c.1

1 Installations de barrières

1.1 Les installations de barrières sont constituées de barrières et de signaux à feux clignotants placés de part et d'autre du passage à niveau, ainsi que d'un signal acoustique (exceptionnellement plusieurs).

1.2 Les barrières barrent toute la largeur de la route.

1.3 Si plusieurs barrières barrent la même route, elles peuvent se fermer de manière échelonnée, c'est-à-dire que la première phase barre la partie droite de la route et, la seconde, la partie gauche. En cas de fermeture échelonnée, il faut accorder une attention particulière au trafic des piétons.

1.4 Abrogé.

1.5 Au voisinage des écoles et des places de jeu ainsi qu'aux accès aux quais, les barrières doivent être munies de rideaux.

1.6 Le temps de blocage des barrières doit être aussi court que possible. Il ne faut pas excéder 150 secondes pour une circulation de train ou un mouvement de manœuvre.

2 Installations de demi-barrières

2.1 Les installations de demi-barrières sont constituées de barrières et de signaux à feux clignotants placés de chaque côté du passage à niveau, ainsi que d'un signal acoustique (exceptionnellement plusieurs).

2.2 Les barrières barrent l'accès routier au passage à niveau. Leur longueur doit être dimensionnée de telle sorte que, en position fermée, elles laissent suffisamment de place sur la partie de la chaussée non barrée, pour qu'il soit possible de quitter sans empêchement le passage à niveau. En position fermée, les barrières doivent cependant faire saillie d'au moins un mètre sur la chaussée.

2.3 Les barrières doivent être disposées de manière à former, en position fermée, un angle droit avec l'axe de la route.

2.4 Les signaux à feux clignotants sont placés sur les bords droit et gauche de la route.

2.5 Le temps de blocage des demi-barrières doit être aussi court que possible. Il ne faut pas excéder 120 secondes pour une circulation de train ou un mouvement de manœuvre.

DE 37c.3

1 Installations de signaux à feux clignotants

1.1 Les installations de signaux à feux clignotants sont constituées de signaux à feux clignotants et de croix de Saint-André généralement disposées au-dessus des signaux à feux clignotants, ainsi que d'un signal acoustique (exceptionnellement plusieurs).

1.2 Abrogé.

1.3 Les installations de signaux à feux clignotants devant continuer à clignoter pour annoncer le passage de la circulation de train ou du mouvement de manœuvre suivant ne sont utilisables qu'exceptionnellement et que dans les gares ou sur les sections à trafic ferroviaire lent.

1.4 Aux installations décrites au chiffre 1.3, l'usager de la route doit être averti au moyen d'un panneau supplémentaire de la raison pour laquelle le signal continue de clignoter.

1.5 Abrogé.

1.6 Le temps d'avertissement des installations de signaux à feux clignotants doit être aussi court que possible. Il ne faut pas excéder 30 secondes pour une circulation de train ou un mouvement de manœuvre.

2 Installations de barrières à ouverture sur demande

2.1 Sont considérées comme installations de barrières à ouverture sur demande, celles qui sont ouvertes et fermées par l'usager de la route en fonction de ces besoins. En règle générale, ces installations sont fermées.

2.2 Les installations de barrières à ouverture sur demande sont constituées de barrières et d'équipements de commande et de verrouillage appropriés. Au besoin, il faut aussi apposer un panneau portant les indications décrivant leur mode de fonctionnement (voir figure 4).

2.3 Les barrières barrent toute la largeur de la route.

2.4 Si les barrières se ferment automatiquement, ces installations doivent être équipées de signaux à feux clignotants et d'un signal acoustique. Les signaux à feux clignotants et le signal acoustique servent à avertir de la fermeture automatique des barrières.

(DE 37c.3)

2.5 Par équipements de commande et de verrouillage appropriés, on entend notamment:

a. interrupteurs à clé;
b. touches de commande;
c. télécommande;
d. cadenas;
e. annonce à l'usager de la route.

2.6 Installations de barrières à ouverture sur demande avec cercle restreint d'utilisateurs routiers

2.6.1 Ces installations nécessitent, pour leur emploi, la preuve de la sécurité d'exploitation établie par le gestionnaire d'infrastructure. Il doit également être prouvé que suffisamment de temps est à disposition pour la traversée du passage à niveau avant le prochain parcours possible.

2.6.2 Les droits et les conditions d'utilisation doivent être documentées, faire l'objet d'une instruction compréhensible et être remis aux utilisateurs.

2.6.3 Les barricades physiques peuvent être autres que des barrières, à condition d'avoir une fonction équivalente.

3 Passages à niveau signalés exclusivement avec des croix de Saint-André

3.1 Abrogé.

3.2 Conditions de visibilité

3.2.1 Les conditions de visibilité suffisantes pour permettre le franchissement sûr du passage à niveau doivent être garanties. Si la vitesse de la ligne et le temps de dégagement sont tels que la distance de visibilité nécessaire pour permettre le franchissement sûr du passage à niveau est supérieure à 300 mètres, une croix de Saint-André n'est pas suffisante à elle seule.

(DE 37c.3)

3.3 Pose de signaux «Siffler»

3.3.1 Les signaux ferroviaires «Siffler» conformes aux Prescriptions suisses de circulation des trains doivent être installés selon l'art. 37c, al. 3, let. c, OCF si les conditions de visibilité sont temporairement mauvaises (p. ex. à cause du brouillard). Ceux-ci doivent être placés à une distance telle qu'ils pourront être entendus par les usagers de la route entre 15 et, si nécessaire, 10 secondes avant le passage de la circulation de train ou du mouvement de manœuvre le plus rapide.

3.3.2 Sur les lignes à plusieurs voies, à l'exception des lignes à double voie sans banalisation, le signal «Siffler» doit être installé une fois par voie.

3.3.3 Si l'infrastructure routière n'est pas utilisée pendant toute la durée d'exploitation du chemin de fer, des limitations temporelles peuvent être mises en place.

3.4 Les passages à niveau croisant des pistes cyclables combinées avec un chemin pour piétons peuvent être équipés selon l'art. 37c, al. 3, let. c, OCF si des signaux et des obstacles permettent d'empêcher la circulation directe des cycles.

4 Installations de signaux lumineux pouvant stopper la circulation routière à un niveau sécuritaire en cas de panne

4.1 Les installations de signaux lumineux pouvant stopper la circulation routière à un niveau sécuritaire en cas de panne sont constituées de signaux lumineux avec croix de Saint-André placées au-dessus du signal lumineux et d'un signal acoustique.

4.2 Abrogé.

4.3 Conditions de visibilité requises

4.3.1 Des conditions de visibilité suffisantes doivent être garanties pour permettre le franchissement sûr du passage à niveau. Si la distance de visibilité nécessaire au franchissement sûr du passage à niveau est supérieure à 300 mètres en raison de la vitesse des trains et du temps de dégagement, il faut prendre des mesures particulières ou prévoir un autre système de protection.

(DE 37c.3)

5 Installations pour la réglementation de la circulation aux passages à niveau visés à l'art. 37c, al. 3, let. d, OCF

5.1 Si ces passages à niveau sont complétés par une installation de signaux lumineux, cette dernière est régie par les dispositions de la législation sur la circulation routière.

5.2 Pour le chemin de fer, il y a lieu d'utiliser des feux blancs disposés d'une manière particulière (cf. ordonnance sur la signalisation routière; [OSR][3]). Ceux-ci se situent au maximum à 20 m du passage à niveau et sont commandés par l'installation de signaux lumineux.

6 Aux voies industrielles sur des routes principales, il y a lieu de poser, au lieu du signal «Tramway», le signal «Autres dangers» (OSR 1.30) assorti d'une plaque complémentaire «Voie industrielle».

DE 37c.4

1 Signaux lumineux au lieu de signaux clignotants

1.1 Les signaux lumineux doivent être conçus conformément aux dispositions de la législation sur la circulation routière. Les dispositions d'exécution relatives aux signaux à feux clignotants des barrières, demi-barrières et barrières à ouverture sur demande s'appliquent par analogie.

DE 37c.5 (remplacée par DE 37c.3, ch. 5 à 6)

[3] RS 741.21

DE 37c.6

1 Signaux avancés et marquages routiers selon l'OSR

1.1 Les signaux avancés et marquages routiers nécessaires pour garantir la sécurité au passage à niveau seront coordonnés avec l'autorité compétente, conformément aux dispositions de l'article 104 OSR.

1.2 On ne peut renoncer aux signaux avancés qu'à l'intérieur des localités, sur les chemins ruraux et les chemins réservés aux piétons ainsi que sur les voies d'accès appartenant à des particuliers, lorsque les signaux au passage à niveau peuvent être reconnus assez tôt.

1.3 Abrogé.

1.4 Pour des raisons de sécurité, on prévoira autant que possible de marquer sur la chaussée devant le passage à niveau, de chaque côté de la voie ferrée, des lignes d'arrêt conformément aux dispositions de l'OSR.

DE 37c, dimensions

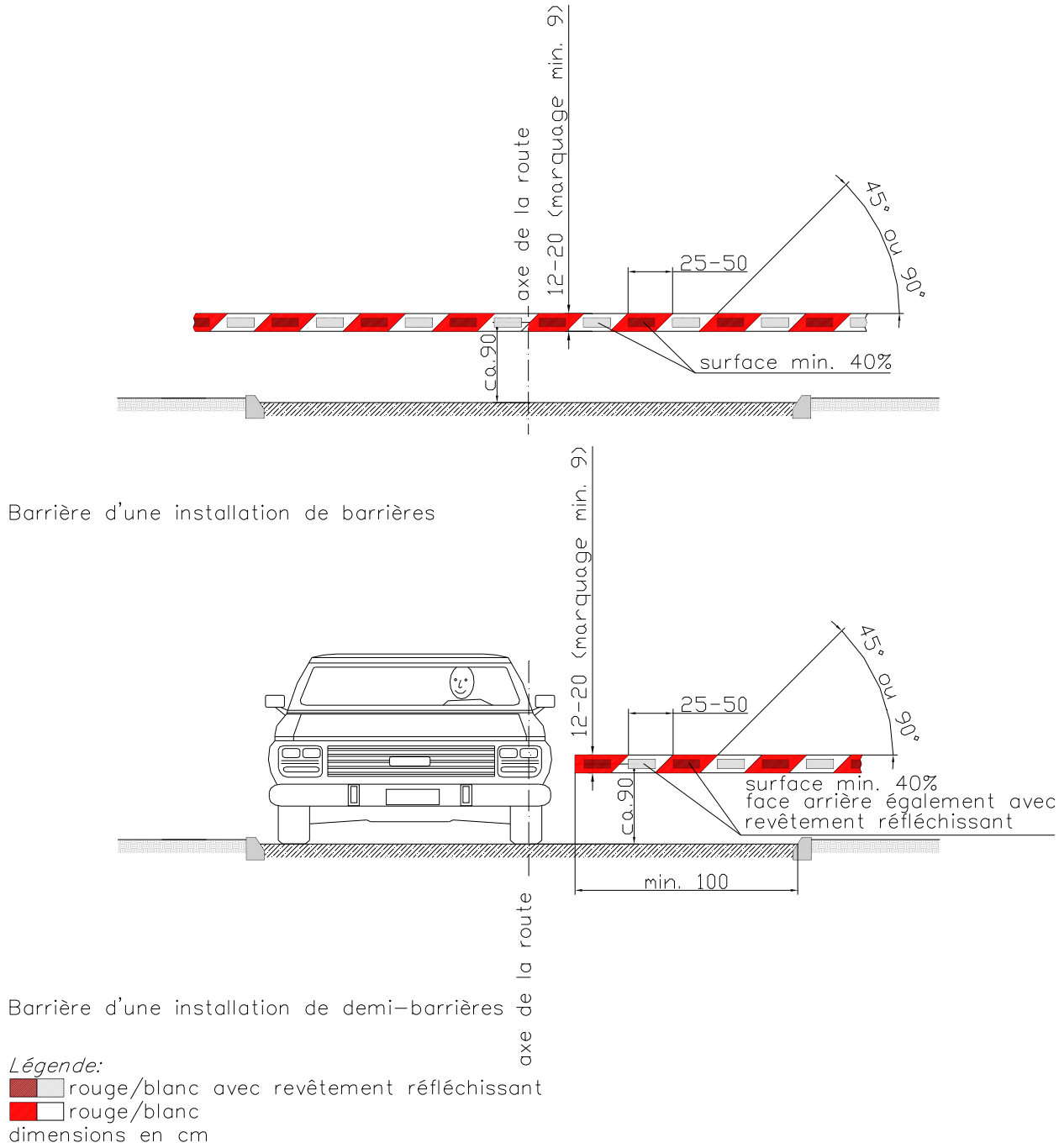
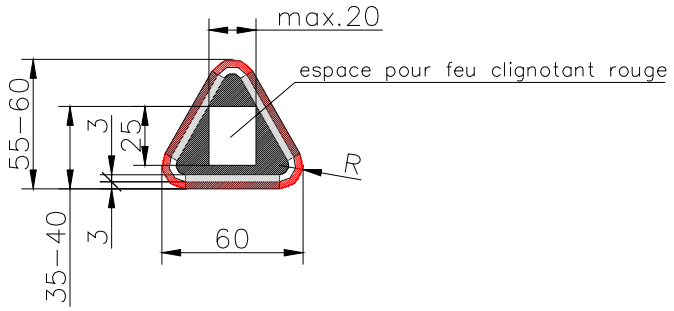
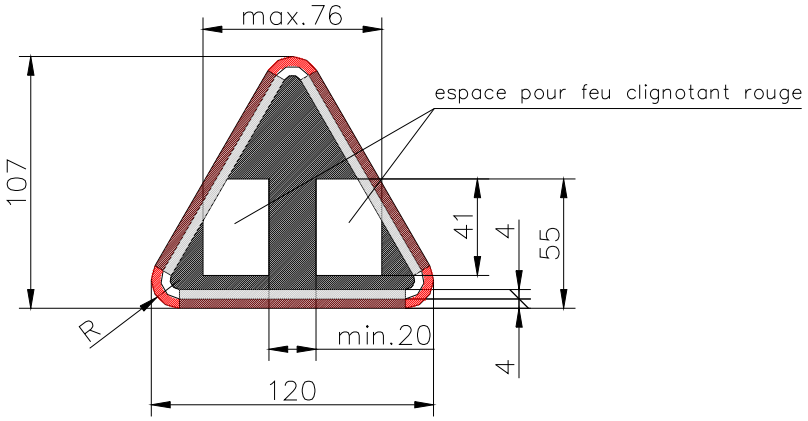


Figure 1: Barrières d'installations de barrières et de demi-barrières

(DE 37c, dimensions)



feu clignotant simple

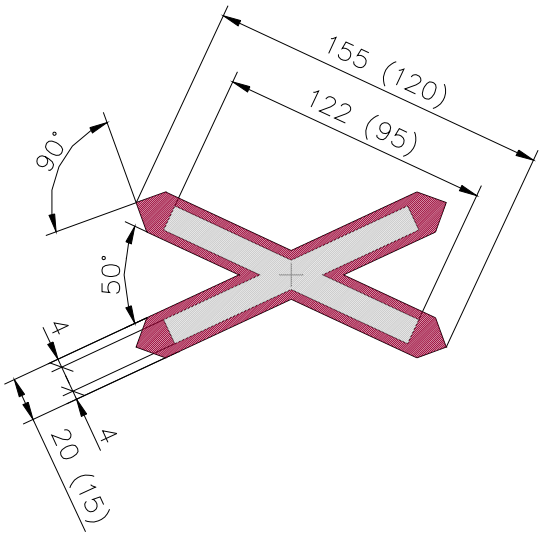


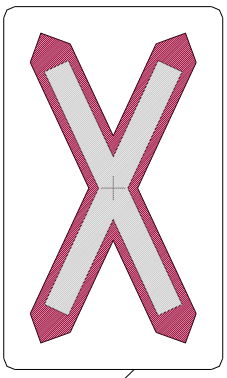
feu clignotant alterné

Légende:
rouge/blanc avec revêtement réfléchissant
rouge/blanc
dimensions en cm

Figure 2: Signaux à feux clignotants

(DE 37c, dimensions)



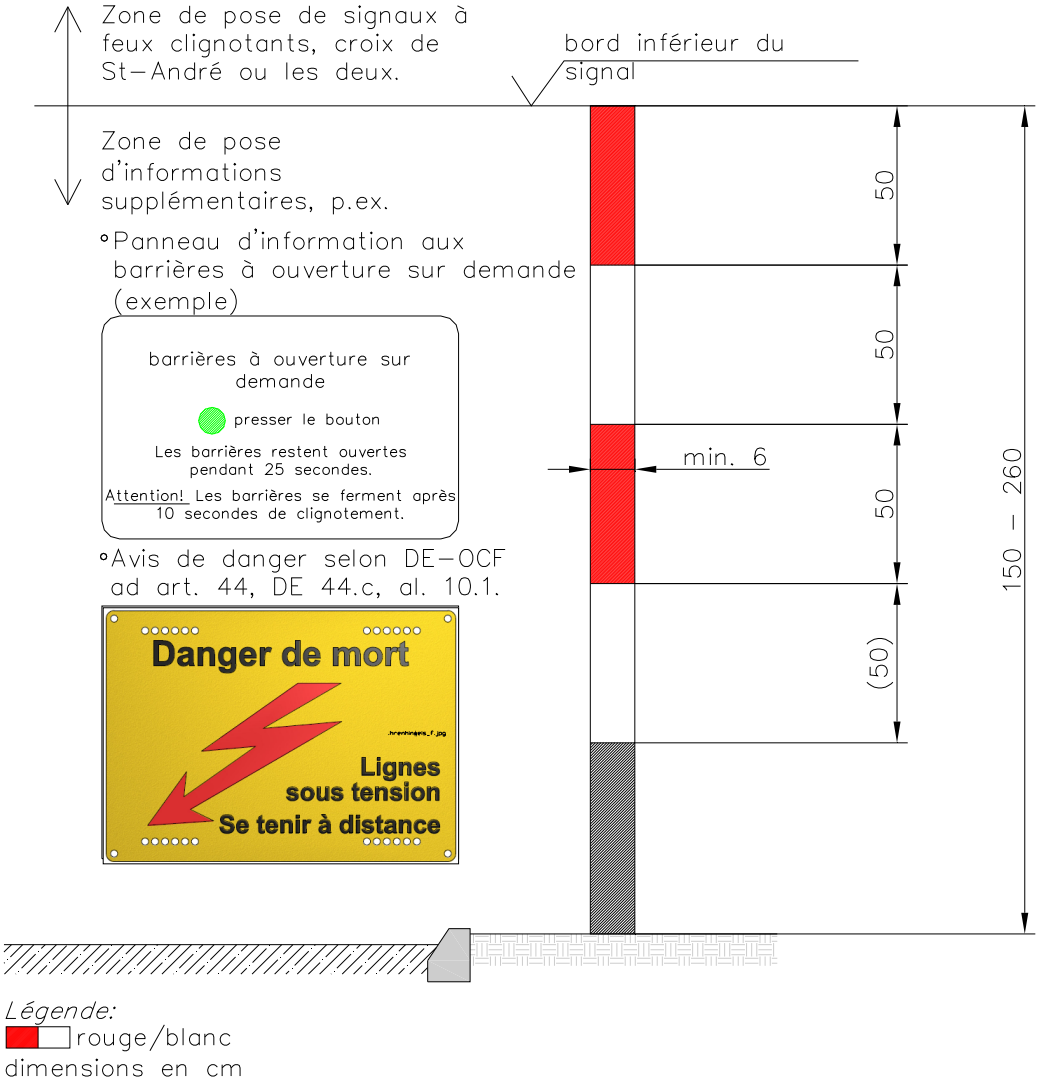


Lorsque les conditions de visibilité sont défavorables, les croix de St–André peuvent être peintes sur des panneaux blancs

Légende:
rouge/blanc avec revêtement réfléchissar
petit modèle: dimensions entres parenthèses
dimensions en cm

Figure 3: Croix de Saint-André

(DE 37c, dimensions)



Légende:
rouge/blanc
dimensions en cm

Figure 4: Supports pour signaux et indications pour la pose de signaux et de plaques

DE 37f

1 Lorsque des passages à niveau par lesquels passe un chemin pédestre sont supprimés, il faut tenir compte de la loi fédérale du 4 octobre 1985 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR)[1], notamment l'article 7.

2 Si des passages à niveau par lesquels passe un chemin pour piétons ou un chemin de randonnée pédestre sont supprimés, il faut, selon la LCPR, pourvoir aux remplacements de ces chemins dans les cas suivants :

a. pour les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre, s'il en résulte un détour de plus de 500 m ;

b. pour les chemins de randonnée pédestre, si ceux-ci doivent être aménagés sur de longues distances comportant des revêtement inappropriées au sens de l'article 6 de l'ordonnance du 26 novembre 1986 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR)[2].

[1] RS 704
[2] RS 704.1

DE 38.1 Généralités

1 Pour la spécification et la démonstration de la réalisation des exigences en matière de fiabilité, disponibilité, maintenabilité et de la sécurité (exigences FDMS), il y a lieu d'appliquer les normes SN EN 50126-1 et -2[1].

1.1 Les exigences fonctionnelles de sécurité et les exigences en matière d'intégrité de la sécurité doivent être définies sur la base d'une analyse des risques.

1.2 Pour la communication de sécurité entre des équipements de sécurité, il faut en outre appliquer la norme SN EN 50159[1].

1.3 La démonstration de la sécurité et l'expertise des systèmes électroniques comprenant des fonctions présentant une grande importance pour la sécurité doivent être effectuées selon la norme SN EN 50129[1].

1.3.1 Lorsque la norme SN EN 50129 est respectée, il n'est pas nécessaire d'appliquer en plus la norme SN EN 50126-2.

1.4 Les facteurs qui influencent les caractéristiques de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité et de sécurité (propriétés FDMS) doivent être respectés et contrôlés pendant toute la durée de vie des systèmes.

2 Sur les lignes ferroviaires et dans les gares, une communication verbale doit être possible entre le chef-circulation et le conducteur de véhicule moteur.

2.1 Dans le cadre des processus d'exploitation essentiels sur le plan de la sécurité, la communication verbale sera enregistrée pour la traçabilité des événements et la garantie de la qualité tout en respectant le principe de proportionnalité.

3 Les installations de sécurité et les applications télématiques doivent être protégées des comportements erronés prévisibles et, par des moyens proportionnés, de toute intervention abusive.

3.1 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 5c, DE 5c.1 sont valables en matière de sécurité des TIC

4 Les caractéristiques des installations de sécurité et des applications télématiques doivent être coordonnées avec les processus d'exploitation et les prescriptions d'exploitation.

5 Les DE-OCF ad art. 44, DE 44.b sont applicables aux exigences pour les câbles des installations de sécurité et des applications télématiques.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 38.2 Champ d'application

1 A part les installations de sécurité, les applications télématiques régies par l'art. 38 comprennent notamment les systèmes de contrôle-commande, les systèmes de gestion des tunnels, les dispositifs de contrôle des trains et les systèmes de conduite automatique des trains.

2 Il n'y a pas de démarcation claire entre les installations de sécurité et les applications télématiques.
- L'article 38 contient des exigences générales pour les installations de sécurité et les applications télématiques.
- L'article 39 contient des exigences fonctionnelles et techniques détaillées pour les installations de sécurité.
- L'article 40 contient des exigences spécifiques pour les dispositifs de contrôle des trains

3 La conduite automatique des trains comprend, en plus des fonctions régies par l'art. 39 pour assurer la sécurité de la circulation des trains, les fonctions supplémentaires qui sont nécessaires afin de prendre en charge les tâches du mécanicien ou du personnel de bord. Selon le degré d'automatisation, l'exploitation automatique des trains nécessite les fonctions[2].
- Garantir la sécurité du mouvement des trains
- Conduire les trains
- Superviser la voie
- Superviser l'échange voyageurs
- Exploiter un train
- Garantir la détection et la gestion des situations d'urgence

[2] Description des fonctions selon SN EN 62267:2009

DE 38.3 Coordination entre infrastructure et véhicules

1 Pour que la sécurité soit intégralement garantie, les installations de sécurité et les applications télématiques installées sur les véhicules doivent aussi remplir les conditions fixées lors de la conception du système de signalisation et de contrôle de la marche des trains.

1.1 Sur les lignes équipées de l'ETCS, les « Conditions pour l'utilisation de véhicules sur les tronçons équipées de l'ETCS » (Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken)[3] font partie intégrante des conditions fixées.

2 Afin de découvrir et d'analyser à temps d'éventuelles défaillances, les gestionnaires de l'infrastructure et les entreprises de transport ferroviaires doivent définir et assurer l'échange nécessaire d'informations.

2.1 Les gestionnaires d'infrastructures équipées de l'ETCS coordonnent la planification, la construction et l'exploitation des systèmes nécessaires à la détection et à l'analyse des éventuelles défaillances de composants ETCS. Ils dressent un concept ad hoc et le présentent à l'OFT pour approbation.

3 Sur les lignes non interopérables, il y a lieu d'appliquer le «standard national Contrôle de la marche des trains»[4].

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3 (Ce document est seulement disponible en allemand.)
[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 39.2 Généralités

1 On entend par conditions d'exploitation, les caractéristiques de l'exploitation ferroviaire qui sont déterminantes pour les risques. Il s'agit notamment:

a. du genre et de la grandeur du réseau ferroviaire;
b. du genre et de la grandeur des entreprises concernée;
c. des vitesses admises;
d. du nombre de circulations de trains et de mouvements de manœuvre;
e. du nombre de circulations de trains et de mouvements de manœuvre simultanés;
f. du genre et de la nature des mouvements;
g. des scénarios de substitution de la conduite de l'exploitation en cas de dérangements techniques.

2 Par caractéristiques du système ferroviaire et des constructions, on entend notamment:

a. l'écartement, la géométrie du tracé, le profil d'espace libre;
b. le nombre de voies, la topologie des installations de voies, la protection contre les prises en écharpe, l'accès aux quais;
c. le mode de traction, le système de courant, le système de freinage;
d. adhérence, crémaillère.

3 Il faut saisir dans une analyse des risques toutes les mises en danger prévisibles qui peuvent amener à un événement, en fonction des caractéristiques de construction, d'exploitation, du personnel ou d'autres circonstances.

3.1 En règle générale, il s'agit de mises en danger qui peuvent amener notamment aux événements suivants:

a. collisions frontales, par l'arrière ou prises en écharpe avec des véhicules ferroviaires;
b. déraillements sur des aiguilles, croisements ou dispositifs de protection dont les parties mobiles ne se trouvent pas en position correcte ou qui sont manœuvrés par inadvertance sous des véhicules ferroviaires;
c. déraillements pour cause de vitesse excessive;
d. collisions avec des personnes ou des véhicules routiers engagés sur des passages à niveau;
e. collisions avec des personnes ou des véhicules routiers sur des accès non dénivelés aux quais.

(DE 39.2 Généralités)

4 Conception et construction des installations de sécurité

4.1 Les fonctions essentielles pour la sécurité doivent se baser sur des processus aussi simples et de structure aussi claire que possible. Les fonctions utilisées à plusieurs reprises devront être réalisées, autant que possible, au moyen de solutions uniformes.

4.2 Les fonctions essentielles pour la sécurité dont la défaillance peut entraîner immédiatement des accidents de gravité critique ou d'ampleur catastrophique, doivent être réalisées au moyen de systèmes ayant un haut niveau d'intégrité de sécurité.

4.2.1 Ces systèmes doivent être conçus selon le principe de la sécurité en cas de panne. En cas de défaillance d'une fonction, de coupure ou d'interruption temporaire de l'alimentation, ce type de système doit se mettre ou rester dans un état sûr.

4.2.2 Lors de la conception et de la construction, il faut tenir compte des influences suivantes:

a. sources d'erreurs et défaillances à l'intérieur du système;
b. perturbations externes auxquelles le système est exposé avant et pendant l'exploitation;
c. sources d'erreurs auxquelles le système est exposé pendant les travaux de maintenance.

4.2.2.1 Les ruptures de conducteurs, les court-circuits à la terre ou à la masse et, pour les installations extérieures, les court-circuits entre conducteurs, doivent se répercuter dans le sens de la sécurité.

4.2.2.2 Des mesures de protection appropriées doivent être prises contre les courants parasites et les tensions induites dans les conducteurs des installations extérieures.

4.2.2.3 Il faut tenir compte des situations d'exploitation prévisibles des installations électriques mentionnées dans les DE-OCF ad art. 44, DE 44.e, ch. 3.1.

4.2.2.4 Les normes SN EN 50121-1, -2 et -4[1] sont applicables en matière de compatibilité électromagnétique et les normes SN EN 50125-1 et -3[1] en matière de conditions environnementales.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 39.2 Généralités)

4.3 La sécurité de transmission doit être conforme à l'importance de l'information et à son influence sur les mises en danger prévisibles.

4.3.1 Tous les équipements implantés tout le long du cheminement de l'information seront pris en compte dans l'évaluation de la sécurité de transmission.

4.4 Abrogé

4.5 La fiabilité des alimentations en courant doit satisfaire aux exigences posées aux installations de sécurité.

4.6 Les DE-OCF ad art. 44, DE 44.d, ch. 2 et 3 sont applicables pour la rencontre de systèmes de mise à terre et pour les mesures de protection contre la corrosion provoquée par les courants vagabonds d'installations à courant continu.

4.7 Tenir compte des DE-OCF ad art. 44, DE 44.e, ch. 1.2.1 pour le dimensionnement de l'isolation dans les installations de sécurité.

(DE 39.2 Généralités)

5 Documentation

5.1 Les installations de sécurité doivent être documentées. La documentation doit être orientée vers les utilisateurs; elle doit être compréhensible et traiter aussi bien les exigences d'exploitation et d'entretien que l'exécution des travaux correspondants.

5.1.1 Les travaux de contrôle et d'entretien à effectuer doivent être documentés dans un plan d'entretien.

5.2 La documentation liée au système et celle de l'installation doivent être maintenues à jour pendant toute la durée de vie ou d'utilisation. Elle doit être à disposition des utilisateurs.

5.2.1 Pendant toute la durée de vie du système, le fournisseur ou un autre organisme mandaté doit être en mesure de mettre à disposition, à tout moment, les documents en rapport avec le système qui ne sont pas conservés par l'entreprise ferroviaire.

(DE 39.2 Généralités)

6 Exploitation et entretien

6.1 Le respect des conditions d'utilisation nécessaires à la sécurité de l'exploitation doit être garanti pendant toute la durée de vie de l'installation.

6.2 La saisie et l'analyse de tous les événements et observations importants ainsi que des pannes remarquées dans les installations en service doivent être garanties.

6.3 Lors de la mise en service d'installations de sécurité et lors de compléments, d'adaptations ou de modifications apportés aux installations de sécurité en service, il faut, pendant les travaux, jusqu'au contrôle final, s'attendre à ce que des informations soient influencées par erreur et que des dépendances soient modifiées.

Il faut prendre les mesures nécessaires pour garantir la sécurité. Les mesures suivantes sont notamment possibles:

a. mise hors service de parties de l'installation;

b. réduction de la vitesse de marche;

c. cancelage des aiguilles parcourues et des aiguilles de protection correspondantes.

6.4 Sur les installations conçues pour des vitesses de plus de 160 km/h, les travaux de maintenance dans la zone de danger ne sont autorisés que si les risques supplémentaires provoqués par ces travaux sont limités à une proportion raisonnable par l'installation de sécurité. Il faut appliquer à cet effet dans l'installation de sécurité un mode d'exploitation spécial pour les travaux de maintenance.

(DE 39.2 Généralités)

7 Equipements de commande et d'annonce, gestion de la marche des trains

7.1 Les équipements de commande et d'annonce, ainsi que la gestion de la marche des trains, doivent permettre au personnel de commander et de surveiller les circulations de trains et les mouvements de manœuvre conformément aux processus d'exploitation et aux prescriptions d'exploitation.

7.1.1 Les informations affichées au chef-circulation doivent correspondre, quant au contenu et dans le temps, à celles indiquées au personnel roulant.

7.1.2 Les répercussions des fonctions automatiques sur l'exploitation ferroviaire doivent être prévisibles pour le personnel.

7.1.3 Pour parer aux dangers, des processus d'exploitation automatisés doivent pouvoir être interrompus par le chef-circulation.

7.2 Les niveaux de sécurité des équipements de commande et d'annonce doivent être accordés avec les niveaux de sécurité des fonctions pour lesquelles les informations sont utilisées.

7.2.1 Une réduction du niveau de sécurité d'une information affichée est possible:

a. lorsqu'un système indépendant empêche qu'un accident puisse se produire suite à une erreur dans l'affichage; ou

b. lorsque, grâce à des informations redondantes ou des processus dynamiques, on peut admettre qu'une erreur dans l'affichage sera remarquée à temps par l'opérateur.

7.3 Les équipements de commande et d'annonce doivent être conçus ergonomiquement, dans le but d'éviter un comportement inadapté de la part du personnel chargé de commander et de surveiller l'exploitation ferroviaire.

8 Abrogé

DE 39.3.a Commande et protection des parcours

1 Les fonctions de commande et de protection des parcours doivent commander le parcours prévu pour une circulation de train ou un mouvement de manœuvre et le protéger contre les mises en danger qui peuvent amener notamment aux événements suivants:

a. collisions frontales et collisions par l'arrière;
b. prises en écharpe;
c. déraillements sur des aiguilles, croisements ou dispositifs de protection dont les parties mobiles ne se trouvent pas en position correcte ou qui sont manœuvrés par erreur sous des véhicules ferroviaires;
d. collisions avec des personnes ou des véhicules routiers sur des passages à niveau;

1.1 Pour les convois pour lesquels ces évènements représentent des risques négligeables, la protection intégrale des parcours par l'installation de sécurité n'est pas impérativement exigée.

2 Pour que l'installation de sécurité puisse transmettre une autorisation de circuler, le parcours doit être protégé.

2.1 Les autorisations de circuler transmises par les installations de sécurité pour des circulations de train et des mouvements de manœuvre doivent être mises en interdépendance, de façon à exclure que des convois se mettent en danger de manière réciproque.

2.2 Des convois qui se mettent réciproquement en danger doivent aussi être exclus, en tout temps, au-delà des limites de systèmes techniques.

2.3 Pendant qu'un signal fixe est à voie libre pour un premier train, l'installation de sécurité doit garantir qu'un deuxième train ne puisse pas arriver sur la même voie devant le même signal.

Dans les installations avec signalisation en cabine, il faut aussi garantir, au moyen de mesures appropriées, qu'un train ne puisse pas suivre un autre train sans disposer d'un propre parcours protégé.

2.4 L'exploitation ferroviaire sûre doit continuer d'être garantie aussi après une rupture d'attelage.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

2.5 Pour parer aux dangers, une autorisation de circulation transmise par l'installation de sécurité doit pouvoir être reprise par une intervention de la personne la desservant.

2.6 Dans les installations sans parcours de manœuvre, lorsque l'autorisation de circuler est transmise aux mouvements de manœuvre au moyen de signaux de manœuvre, les risques dus à la protection insuffisante du parcours par le personnel doivent, autant que possible, être réduits au niveau de l'installation de sécurité par des moyens proportionnés.

2.7 Pour les trains au départ, la sécurisation complète du parcours par les installations de sécurité entre la tête du train et le premier signal principal n'est pas indispensable lorsque les conditions suivantes sont remplies:

a. La vitesse maximale jusqu'au premier signal principal ne dépasse pas 40 km/h.
b. Les risques résultant de dangers qui ne sont pas exclus par les installations de sécurité doivent être réduits à un niveau acceptable par des processus d'exploitation appropriés.

3 Un parcours est protégé lorsque les conditions suivantes sont remplies:

a. toutes autres circulations sur ce parcours sont exclues, aussi bien avant que pendant la circulation du train ou du mouvement de manœuvre sur ledit parcours;
b. aucun véhicule ferroviaire ne se trouve sur le parcours ou dans son profil d'espace libre;
c. les aiguilles du parcours, les aiguilles de protection et les moyens de déraillement se trouvent dans la position correcte et sont assurées contre toute mise en mouvement;
d. les passages à niveau équipés d'installations et qui se trouvent sur le parcours signalent l'arrêt à la circulation routière;
e. le cas échéant, des conditions supplémentaires selon l'analyse des risques sont remplies.

3.1 Un parcours protégé par l'installation de sécurité est nommé un itinéraire.

3.2 Toutes les conditions présentant une grande importance pour la sécurité des circulations de trains doivent en principe être surveillées en permanence par l'installation de sécurité. Si l'une des conditions n'est plus remplie, l'installation de sécurité doit retirer l'autorisation de circuler.

3.2.1 En particulier pour les circulations de trains dont la vitesse est supérieure à 160 km/h, cette exigence doit être impérativement remplie.

3.2.2 Il est possible de déroger au principe mentionné au chiff 3.2 concernant l'exigence d'une surveillance continue de l'état libre de la voie dans le parcours s'il est prouvé que la réalisation technique de cette surveillance revêt un caractère disproportionné.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

3.3 Des itinéraires pour des circulations de trains sur des voies occupées sont admissibles, si l'installation de sécurité contrôle que le chemin de freinage nécessaire au train jusqu'à l'occupation est libre.

3.3.1 Pour une circulation avec signal de voie occupée, les règles suivantes sont applicables:

a. la distance minimale à partir du seuil de vitesse jusqu'à la zone dans laquelle une occupation est admissible doit être fixée en tenant compte des conditions locales et du matériel roulant utilisé;

b. pour les chemins de fer à voie normale, cette distance doit être d'au minimum 200 m à partir du seuil de vitesse.

3.4 Des itinéraires pour des mouvements de manœuvre sur des tronçons de voie occupés sont admissibles.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

4 Protection contre les prises en écharpe et distance de glissement

4.1 Les installations de sécurité doivent être conçues de manière à limiter, dans des proportions acceptables, les risques de collision entre des circulations de train ou des mouvements de manœuvre avec des convois freinant trop tard ou des véhicules ferroviaires en dérive.

4.2 Les prises en écharpe peuvent être évitées notamment au moyen d'aiguilles de protection, de moyens de déraillement ou de contrôles de la marche des trains.

4.2.1 Il faut viser à assurer la protection contre les prises en écharpe au moyen d'aiguilles de protection ou de moyens de déraillement.

4.2.2 Les prises en écharpe d'itinéraires de trains par des convois freinant trop tard ou des véhicules ferroviaires en dérive doivent impérativement être empêchées au moyen d'aiguilles de protection ou de moyens de déraillement:

a. sur les voies pour des vitesses supérieures à 120 km/h;
b. sur les voies pour des vitesses supérieures à 80 km/h, aux points conflictuels où, en exploitation normale, se déroulent aussi bien des circulations de trains que des mouvements de manœuvre;
c. en provenance de toutes les voies sur lesquelles il faut compter avec des véhicules ferroviaires en dérive.

4.2.3 Aucun véhicule ferroviaire ne doit se trouver sur les voies entre l'aiguille de protection ou le moyen de déraillement et le point conflictuel.

4.2.4 Les moyens appropriés (aiguilles de protection, moyens de déraillement) et leur emplacement doivent être choisis de manière à atteindre l'effet de protection désiré compte tenu des conditions spécifiques à la construction et à l'exploitation et de sorte que les dommages consécutifs en cas d'accident soient suffisamment limités.

4.2.5 Si les limites de vitesse spécifiées au point 4.2.2 sont légèrement dépassées en raison du manque de compatibilité de ces limites avec les niveaux de vitesse du système de signalisation existant, le gestionnaire d'infrastructure doit fournir la preuve du caractère disproportionné d'une réduction de la vitesse.

4.3 Les risques que représente un train dépassant la fin de son itinéraire doivent être réduits au moyen d'une distance de glissement. Cette distance doit être prévue à la suite de la fin de l'itinéraire.

Font notamment partie de ces risques les collisions du train en question avec des circulations de trains, des mouvements de manœuvre ou le trafic routier. Les collisions avec des heurtoirs et d'autres obstacles fixes ainsi que des déraillements provoqués par des moyens de déraillement ne doivent pas être pris en considération.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

4.3.1 Pour les chemins de fer à voie normale, lorsque des circulations de trains simultanées sont autorisées dans les gares, les valeurs suivantes de distances minimales de glissement sont applicables:

Vitesse d'entrée déterminante [km/h]	Distance minimale de glissement [m]
1 – 49	40
50 – 59	45
60 – 69	50
70 – 79	55
80 – 89	60
90 – 99	65
100 – 109	70
110 – 119	75
120 – 129	80
130 – 139	85
140 – 149	90
150 – 159	95
160	100
161 – 250	selon chiffre 4.3.4

Supplément en fonction de la pente: les distances de glissement doivent être majorées de 1 m par ‰ de pente moyenne de la voie, moins 5 ‰ qui peuvent toujours être déduits de la pente moyenne.

4.3.2 Si des entrées en gare simultanées sont autorisées, les valeurs suivantes de distances minimales de glissement sont applicables aux chemins de fer à adhérence à voie métrique et spéciale :

Vitesse d'entrée déterminante [km/h]	Distance minimale de glissement [m]	
	chemins de fer sans FM	chemins de fer avec FM
1 – 35	*)	*)
36 – 45	30	10
46 – 55	35	20
56 – 65	40	30
66 – 75	45	40
76 – 85	50	45
86 – 95	55	50
96 – 105	60	50
106 – 110	65	50

FM = compositions fixes avec frein magnétique sur rail

*) Les distances minimales de glissement doivent être fixées en fonction des propriétés du matériel roulant affecté à l'exploitation, des conditions d'exploitation ainsi que des données de la construction et du système de technique ferroviaire.

Supplément en fonction de la pente : les distances de glissement doivent être majorées de 1 m par ‰ de pente moyenne de la voie.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

4.3.3 Des distances minimales de glissement plus courtes que celles définies aux chiffres 4.3.1 et 4.3.2 pour des vitesses jusqu'à 160 km/h sont possibles aux endroits où l'arrêt de toutes les circulations de trains avant la fin de leur itinéraire est soutenu par un contrôle de la marche des trains. Ces distances doivent être fixées sur la base d'une évaluation des risques.

4.3.4 Pour les circulations de trains à des vitesses supérieures à 160 km/h et jusqu'à 250 km/h, une distance minimale de glissement d'au moins 200 m doit être respectée dans tous les cas, tant dans les gares que sur la pleine voie.

4.4 Sur des installations pour des vitesses supérieures à 160 km/h, les mouvements de manœuvre ne sont pas admissibles en exploitation normale.

5 Annulation de la protection d'un parcours

5.1 Les commandes de secours modifient les informations de processus ou les conditions de la protection des parcours. Elles permettent de maintenir l'exploitation ferroviaire en cas de dérangements techniques.

5.1.1 Les risques dus à une desserte erronée des commandes de secours doivent, autant que possible, être réduits dans l'installation de sécurité par des moyens proportionnés.

5.1.2 Sur des installations pour des vitesses supérieures à 160 km/h, les commandes de secours ne sont admissibles qu'avec des itinéraires spéciaux qui autorisent des vitesses de 80 km/h au maximum.

5.2 Les risques dus à la protection insuffisante d'un parcours par le personnel, lorsqu'une une autorisation de circuler est donnée au moyen d'un signal auxiliaire, doivent, autant que possible, être réduits au niveau de l'installation de sécurité par des moyens proportionnés.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

6 Détermination de la vitesse

6.1 Afin de pouvoir éviter des mises en danger dues à des vitesses trop élevées, les vitesses admissibles doivent être déterminées avant la transmission d'une autorisation de circuler pour des trains.
La détermination des vitesses s'effectue, soit de manière statique, pour chaque combinaison d'itinéraire au moment de la conception de l'installation de sécurité, soit dynamique, pour chaque autorisation de circuler par l'installation de sécurité.

6.1.1 Lors de la détermination des vitesses, il faut, non seulement, tenir compte de la vitesse maximale autorisée sur les tronçons du parcours, des longueurs et des déclivités de ceux-ci, mais, notamment aussi, des facteurs suivants:

a. distance entre la fin du parcours et le point dangereux;
b. genre de protection contre les prises en écharpes;
c. type d'autorisation de circuler;
d. dérangements.

6.1.2 Lors de la détermination de la vitesse effectuée sur les véhicules, les facteurs spécifiques des véhicules tels que la vitesse maximale des véhicules déterminants et les caractéristiques des freins doivent être pris en compte.

7 Mise à l'arrêt des signaux

7.1 Afin que le train soit en tout temps protégé par un signal indiquant l'image d'arrêt, le signal d'origine de l'itinéraire doit être mis à l'arrêt au plus tard, lorsque la queue du train a franchi ce signal.

7.2 Notamment dans les cas suivants, au moins deux équipements de contrôle de l'état libre de la voie ou critères équivalents sont nécessaire pour la mise à l'arrêt. Chacun doit provoquer la mise à l'arrêt indépendamment de l'autre:

a. aux signaux principaux dont la position d'arrêt n'est pas contrôlée par les signaux précédents;
b. aux signaux principaux devant lesquels, en cas normal, plusieurs trains peuvent se trouver.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

8 Destruction d'itinéraires

8.1 Un parcours doit rester protégé jusqu'à ce qu'aucun véhicule du convoi concerné ne puisse être mis en danger.

8.2 La destruction d'un itinéraire par l'installation de sécurité doit dépendre des circulations de trains ou des mouvements de manœuvre. Elle peut se faire par tronçon.

8.3 Des pannes et des défaillances de l'installation de sécurité ainsi que des facteurs externes ne doivent pas entraîner la destruction d'itinéraires.

8.3.1 Des coupures ou interruptions temporaires de l'alimentation électrique ne doivent pas entraîner la destruction d'itinéraires.

8.3.2 Dans le cas où un itinéraire de train doit être libéré pour des vitesses supérieures à 40 km/h, au moins deux équipements de contrôle de l'état libre de la voie ou critères équivalents doivent participer à la destruction d'itinéraires ou de tronçons d'itinéraire.

8.3.3 Dans les cas où des circuits de voie sont utilisés, le pontage temporaire d'un seul joint isolé ne doit pas provoquer la destruction.

8.4 Dans une gare, la destruction d'un itinéraire de train au moyen d'une commande manuelle, après que la circulation de train a eu lieu, peut avoir lieu uniquement, lorsque l'installation de sécurité a contrôlé que toutes les conditions suivantes sont remplies:

a. il n'existe pas d'autorisation de circuler représentant une continuation à partir du but de l'itinéraire de train concerné;
b. au moins un tronçon, équipé d'un contrôle de l'état libre de la voie et contrôlé dans un itinéraire de sens inverse, a été franchi;
c. la dernière aiguille de l'itinéraire prise en pointe avant le but de l'itinéraire a été franchie;
d. le dernier passage à niveau de l'itinéraire a été franchi.

8.4.1 Si, en raison de l'emplacement du point d'arrêt en exploitation normale, les conditions c ou d ne sont pas toujours remplies, l'itinéraire peut être détruit au moyen d'une commande manuelle, lorsque, au lieu de ces conditions, l'installation de sécurité contrôle que le train se trouve, très probablement, à l'arrêt.

8.4.2 Sur des voies pour des vitesses supérieures à 160 km/h, cette destruction n'est pas admissible en exploitation normale.

(DE 39.3.a Commande et protection des parcours)

8.5 Un itinéraire de train doit pouvoir être détruit au moyen d'une commande de secours, uniquement lorsque l'itinéraire n'est pas parcouru. La destruction doit s'effectuer, seulement lorsque l'installation de sécurité a contrôlé:

a. qu'aucun train n'est concerné; ou
b. qu'on peut admettre, avec une haute probabilité, qu'un train concerné s'est arrêté; ou
c. qu'un train concerné a quitté intégralement l'itinéraire.

8.5.1 Sur des voies pour des vitesses supérieures à 160 km/h, l'arrêt du train doit impérativement être contrôlé par l'installation de sécurité.

9 L'installation de sécurité doit pouvoir exclure l'établissement d'itinéraires sur des tronçons de voies non praticables.

10 Abrogé

11 Dans les gares ou l'accès aux quais se fait par les voies, les voyageurs sont exposés à des risques supplémentaires. Ces risques doivent être réduits à l'aide de l'installation de sécurité dans une mesure proportionnée (cf. DE-OCF ad art. 34, DE 34.3, ch. 3).

DE 39.3.b Signalisation

1 Généralités

1.1 Il faut utiliser les systèmes de signalisation décrits et les signaux et images de signaux reproduits dans les PCT[1].

1.2 L'autorisation de circuler, les informations sur la vitesse et les autres données importantes pour la circulation doivent être indiquées au conducteur de véhicule moteur sans équivoque.

1.2.1 Les exigences, quant à la sécurité de la signalisation, doivent être fixées en fonction des risques. Lors de la définition de ces exigences, l'existence et l'intégrité de sécurité d'un contrôle de la marche des trains peut être pris en compte.

1.2.2 La signalisation peut se faire au moyen de signaux fixes ou directement en cabine de conduite. Il faut garantir que la signalisation puisse être identifiée, à temps et sans équivoque, quant à sa signification et à son destinataire.

1.2.3 Les signaux fixes doivent être attribués sans équivoque à une voie.

1.2.3.1 Si, exceptionnellement, des signaux de groupe sont implantés, il faut garantir, au moyen d'une signalisation complémentaire, que le conducteur de véhicule moteur puisse identifier sans équivoque à quel convoi l'autorisation de circuler est destinée.

1.2.4 Dans les zones où les trains sont autorisés à circuler à des vitesses supérieures à 160 km/h, une signalisation en cabine avec l'ETCS level 2 est nécessaire. Il n'est pas admis d'équiper l'infrastructure d'un système de signalisation supplémentaire.

1.2.5 Aux installations équipées pour la signalisation en cabine, lorsque le convoi circule en mode d'exploitation «surveillance intégrale», toutes les informations nécessaires à une conduite sûre du train doivent être signalisées dans la cabine. Le système de signalisation doit être conçu de façon telle que le conducteur de véhicule moteur n'ait pas à tenir compte des signaux fixes.

1.2.6 Aux installations équipées pour la signalisation en cabine, l'installation de sécurité doit garantir que l'autorisation d'entrer dans la zone équipée de la signalisation en cabine soit donnée par le dernier signal fixe uniquement aux véhicules équipés de manière ad hoc et en état de fonctionner.

[1] RS 742.173.001

(DE 39.3.b Signalisation)

2 Planification des signaux fixes

2.1 Les signaux fixes doivent en principe être placés à gauche de la voie.

2.1.1 Sur des lignes à simple voie, ils peuvent aussi être placés à droite.

2.1.2 Sur des lignes à plusieurs voies, les signaux de la voie se trouvant tout à droite peuvent être placés à droite de cette voie.

2.1.3 Les désignations «droite» et «gauche» s'entendent dans le sens de marche.

2.1.4 Dans les tunnels à double voie, les signaux des deux voies peuvent être disposés côte à côte entre les voies.

2.1.5 Un changement du côté d'implantation d'un signal n'est autorisé que s'il n'entrave pas l'attribution du signal à la voie.

2.2 Chaque train doit pouvoir s'arrêter devant un signal présentant l'image d'arrêt ou avoir adapté sa vitesse en conséquence devant un signal présentant une image de franchissement. Si l'on ne peut pas garantir que le signal soit reconnu assez tôt, une signalisation avancée à la distance adéquate est nécessaire.

2.3 Le conducteur de véhicule moteur doit pouvoir voir, pendant au moins 6 secondes, les informations des signaux principaux et des signaux avancés ainsi que des feux de contrôle pour installation de passage à niveau.

2.3.1 Dans le cas de signaux avec annonce préalable de vitesse, le temps minimum de visibilité peut être réduit d'une seconde si seules les images d'arrêt ou d'exécution peuvent être présentées.

2.3.2 S'il existe un a risque de confusion dans l'attribution des signaux sur des lignes à plusieurs voies, les temps minimaux de visibilité doivent être augmentés du temps nécessaire à une identifcation sans ambiguïté.

2.4 Le but d'une autorisation de circuler transmise par l'installation de sécurité doit être signalisée au conducteur de véhicule moteur par un signal fixe.

2.4.1 Pour les mouvements de manœuvre, on peut renoncer à cette signalisation lorsque des circulations de trains ne peuvent pas être mises en danger dans la zone de but de ces mouvements.

2.5 Les feux de contrôle seront placés à distance de freinage du passage à niveau.

2.6 La position des aiguilles doit être indiquée au moyen de signaux d'aiguille.

2.6.1 On peut renoncer aux signaux d'aiguilles lorsque les conditions d'exploitation sont simples.

2.6.2 Les signaux d'aiguilles ne sont pas admis dans les zones à itinéraires de manœuvre signalés par des signaux nains.

2.7 Les emplacements des signaux présentant l'image d'arrêt sont à coordonner avec les zones de séparations électriques de la ligne de contact de sorte qu'aucun dommage ne puisse être causé à la ligne de contact et aux pantographes lors de l'arrêt de véhicules équipés de pantographes devant ces signaux.

(DE 39.3.b Signalisation)

3 Exigences fonctionnelles

3.1 Pour les autorisations de circuler transmises par l'installation de sécurité, la signalisation doit être attribuée sans équivoque à une circulation de train ou un mouvement de manœuvre.

3.1.1 Une autorisation de circuler déjà signalée ne doit pas subsister pour un deuxième convoi. Cette exigence s'applique, en principe, aussi en cas de dérangement.

3.2 Des dérangements techniques à la signalisation ne doivent pas causer de mises en danger dues à une vitesse excessive. La répercussion de tels dérangements sur la signalisation doit être restrictive.

4 Autorisation de départ

4.1 L'installation de sécurité ne doit transmettre une autorisation de départ qu'au moment où une autorisation de circuler est transmise pour l'itinéraire concerné.

5 Désignation des signaux

5.1 Les signaux fixes doivent porter des désignations en concordance avec les processus d'exploitation et les prescriptions d'exploitation. La désignation des signaux principaux et des signaux avancés doit pouvoir être reconnue par le personnel roulant à faible vitesse.

(DE 39.3.b Signalisation)

6 Caractéristiques physiques

6.1 Les signaux fixes doivent être conçus de manière que leur information soit reconnaissable, sans équivoque depuis la cabine de conduite, à une distance adaptée aux conditions locales et d'exploitation.

6.1.1 Les signaux lumineux doivent être conçus de manière à éviter la perception d'une signalisation falsifiée par un feu fantôme.

6.1.2 La norme CIE S 004/E-2001[2] doit être appliquée pour déterminer et contrôler les couleurs-lumière des signaux ferroviaires.

6.1.3 L'intensité lumineuse des signaux lumineux doit être choisie de telle sorte que les images des signaux soient parfaitement reconnaissables sans éblouissement. Dans l'obscurité, elle doit être réduite en conséquence.

6.2 Abrogé.

6.3 L'indication de l'image «arrêt» des signaux principaux doit s'effectuer avec une disponibilité accrue, au moyen d'une source lumineuse redondante ou d'une source lumineuse ayant une fiabilité correspondante.

6.4 Les signaux fixes doivent être construits de manière que leur fonction ne soit pas entravée par les effets extérieurs prévisibles.

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 39.3.c Contrôle de la marche des trains

1 Le contrôle de la marche des trains doit assister les conducteurs de véhicules moteurs dans le but d'éviter le dépassement des vitesses maximales admissibles.

1.1 Pour cela, le contrôle de la marche des trains surveille les circulations de trains et les mouvements de manœuvre, de manière à:

a. avertir les conducteurs de véhicules moteurs en cas de besoin; et

b. en cas de besoin, influencer les convois directement dans le sens de la sécurité; ceci, en règle générale, au moyen d'un freinage du convoi.

2 Le contrôle de la marche des trains doit être mis en œuvre de façon à ce qu'il réduise à un niveau acceptable des risques qui découlent d'erreurs de manipulation des conducteurs de véhicules moteurs.

2.1 Pour les circulations de trains il faut:

a. au moins un contrôle de la marche des trains qui assure une surveillance ponctuelle;

b. en cas de fort trafic un contrôle de la marche des trains qui assure une surveillance continue:

- sur les lignes à simple voie et sur celles équipées pour la banalisation,
- sur les lignes à plusieurs voies où la succession des signaux est dense et les vitesses supérieures à 80 km/h.

2.1.1 Les seuils de vitesse critiques quant à la sécurité au déraillement ainsi que les tronçons de ralentissement doivent être protégés au moyen d'un contrôle de la marche des trains.

2.1.2 Les passages à niveau équipés d'installations de passages à niveau doivent être protégés par un contrôle de la marche des trains. Sont exceptés les passages à niveau qui interdisent la circulation routière de façon sécuritaire aussi en cas de panne, selon les DE OCF ad art. 39, DE 39.3.f, ch. 2, let. b.

2.2 En cas de dérogation aux prescriptions selon chiffre 2.1, le gestionnaire de l'infrastructure doit disposer d'un concept pour l'engagement du contrôle de la marche des trains sur son réseau. Ce concept doit prendre en considération les mises en danger existantes et potentielles et démontrer que les risques sont limités à un niveau acceptable.

3 Pour des vitesses supérieures à 160 km/h, il faut recourir à l'ETCS level 2.

4 Lors de la définition des exigences quant à la sécurité du contrôle de la marche des trains, il faut tenir compte de l'intégrité de sécurité de la signalisation y compris, le cas échéant, de l'affichage en cabine.

DE 39.3.d Manœuvre et protection des aiguilles

1 Exigences générales

1.1 Les équipements de commande et de protection des aiguilles doivent garantir la manœuvre, le maintien en position et le contrôle de la position des lames d'aiguilles.

1.1.1 Les dispositions s'appliquent également, par analogie, aux cœurs mobiles des aiguilles à cœurs mobiles.

1.1.2 Pour les croisements équipés de parties mobiles ainsi que pour les aiguilles de voies à crémaillère, les dispositions s'appliquent également, par analogie, aux autres parties mobiles.

1.1.3 Les dispositions s'appliquent aux moyens de déraillement par analogie. Selon l'emplacement, les exigences concernant le maintien de la position et le contrôle peuvent être réduites.

1.2 En principe, les aiguilles doivent être conçues comme étant «talonnables». Ceci dans le but qu'un franchissement involontaire de l'aiguille en mauvaise position, abordée par le talon à une vitesse inférieure ou égale à 30 km/h, ne provoque pas de déraillement et que les dispositifs de lames, les appareils de calage et les moteurs ne soient pas endommagés.

1.2.1 Dans le cas d'aiguilles qui ne peuvent pas être conçues comme étant «talonnables», il faut prendre des mesures particulières contre tout franchissement de l'aiguille en mauvaise position.

1.2.2 L'installation de sécurité doit saisir les talonnages, respectivement les franchissements en mauvaise position, des aiguilles contrôlées par le système de commande et de protection des parcours et les annoncer au chef-circulation. Les équipements de commande et de protection des aiguilles doivent mettre à dispositions les informations nécessaires à cet effet.

(DE 39.3.d Manœuvre et protection des aiguilles)

2 Dispositif de manœuvre d'aiguille

2.1 Le dispositif de manœuvre d'aiguille doit être conçu de manière à ce que la force de maintien (passive) corresponde au moins aux exigences mentionnées au chiffre 2.1.1 et que la force de manœuvre (active) corresponde aux exigences de la construction de l'aiguille.

2.1.1 Exigences pour la force de maintien

a. dans la plage de vitesse v ≤ 40 km/h, la force de maintien doit être déterminée par le gestionnaire de l'infrastructure de manière à ce que les exigences du chiffre 1.1 soient remplies;

b. dans la plage de vitesse 40 < v ≤ 140 km/h: force de maintien ≥ 3,5 kN;

c. dans la plage de vitesse 140 < v ≤ 160 km/h: force de maintien ≥ 7 kN;

d. dans la plage de vitesse 160 < v ≤ 250 km/h: force de maintien ≥ 10 kN.

3 Appareil de calage d'aiguille

3.1 L'appareil de calage d'aiguille doit maintenir la position de la lame plaquée par rapport au sommier, de manière à garantir un guidage des roues sûr.

3.1.1 Le nombre et la position des appareils de calage doivent être déterminés en fonction de la construction de l'aiguille de façon à remplir cette exigence.

3.1.2 L'appareil de calage doit être conçu de manière à être aussi insensible que possible à un surécartement et à un cheminement du rail.

(DE 39.3.d Manœuvre et protection des aiguilles)

3.1.3 L'appareil de calage doit présenter une force de calage qui doit être nettement supérieure à la force de maintien. La fiabilité de l'appareil de calage doit être adaptée à la catégorie de risque (plage de vitesse).

3.1.3.1 Selon la plage de vitesse, le principe de construction suivant au moins doit être utilisé:

a. v ≤ 40 km/h abordée par le talon respectivement v ≤ 20 km/h abordée par la pointe: placage par pression;

b. 40 respectivement 20 < v ≤ 120 km/h: articulation autobloquante à point mort (appareil de calage «Jüdel»);

c. 120 < v ≤ 250 km/h: de préférence, agrafage directe de la lame et du sommier, mais au moins une mécanique autobloquante et d'une forme fixe comprenant un nombre d'éléments minimal.

3.1.4 En fonction des risques, le guidage sûr des roues doit être assuré, même en cas de défaillance du calage par un deuxième système indépendant («calage de secours», «solution de repli»), jusqu'à ce que la défaillance ait été remarquée. A cet effet, il faut recourir à un système indépendant de la tringle de manœuvre, fixé directement aux lames et qui maintient celles-ci dans leur position.

3.1.4.1 Cette exigence vaut, quelle que soit la vitesse, dans les cas où des déraillements pourraient créer un danger accru, même avec de faibles vitesses, en particulier:

a. aux aiguilles franchies depuis la pointe et qui mènent dans le profil de voies sur lesquelles des circulations peuvent avoir lieu simultanément;

b. aux aiguilles situées dans des tunnels, des tranchées et des galeries;

c. sur des tracés comportant un danger de chute;

d. en cas de risque de collision avec des structures porteuses ;

e. aux aiguilles situées devant des quais (mise en danger des personnes).

3.1.4.2 Cette exigence vaut, d'une façon générale, pour les aiguilles pouvant être parcourues à des vitesses supérieures à 80 km/h.

(DE 39.3.d Manœuvre et protection des aiguilles)

4 Contrôle de la position des lames

4.1 La position des lames plaquées et ouvertes doit être contrôlée.

Exigences minimales:

a. vitesse v ≤ 40 km/h: contrôle de la position des lames, si l'aiguille est commandée contrôlée par le système de commande et de protection des parcours de l'installation de sécurité;

b. plage de vitesse 40 < v ≤ 80 km/h: contrôle de la position des lames;

c. plage de vitesse 80 < v ≤ 250 km/h ou situations selon 3.1.4.1: deux systèmes indépendants pour le contrôle de la position des lames.

4.1.1 Un contrôle de la position des lames peut avoir lieu dans le moteur d'aiguille en fonction de la position de la tringle de manœuvre. Un deuxième contrôle de la position doit être relié directement aux lames.

4.2 Le contrôle de la position des lames ne peut indiquer la position de fin de course de l'aiguille, que lorsque toutes les conditions suivantes sont remplies:

a. la lame plaquée garantit un guidage des roues sûr;

b. la lame ouverte est maintenue à une distance suffisante du sommier;

c. il ne se trouve nulle part dans le dispositif des lames un resserrement inadmissible de l'écartement;

d. l'appareil de calage de l'aiguille est maintenu en position verrouillée.

Les valeurs-limites à respecter sont fixées dans les DE-OCF ad art. 32, DE 32.1.

4.2.1 Selon la construction de l'aiguille, le nombre et la position des appareils de calage, plusieurs dispositifs de contrôle de la position des lames doivent être installés pour garantir qu'il n'y a pas de resserrement de l'écartement.

4.2.2 Pour les aiguilles à cœur mobile, la concordance entre la positions des lames et celle du cœur devra aussi être contrôlée.

(DE 39.3.d Manœuvre et protection des aiguilles)

5 Alternatives

5.1 Les exigences des chiffres 3.1.4 et 4.1.c peuvent aussi être considérées comme remplies s'il est démontré et prouvé que, de par la conception, la fabrication et l'entretien du système principal, une sécurité suffisante pour l'application concernée est atteinte.

6 Entretien, exploitation

6.1 Il faut contrôler périodiquement les valeurs déterminantes pour la manœuvre, le maintien en position et le contrôle de la position des lames. Les bases nécessaires à ces contrôles, y compris les méthodes de mesure, doivent être documentées.

6.2 Pour le maintien en position des lames, qu'elles soient plaquées ou ouvertes, lorsque la fonction de calage ou le contrôle de position selon les chiffres 3.1, 3.1.4 et 4.1 font défaut, il faut prévoir des dispositifs qui garantissent la sécurité, et ce, conjointement avec des mesures d'exploitation.

6.3 Les risques dus à une non-conformité de la position effective de l'aiguille avec la logique des installations de sécurité à la suite de travaux de maintenance doivent être minimisés par des processus d'inspection efficaces.

6.3.1 Sur les installations où la vitesse est supérieure à 160 km/h, une maîtrise de ces risques par des mesures techniques doit être prise en considération.

DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois

1 Équipements de contrôle de l'état libre de la voie

1.1 Les équipements de contrôle de l'état libre de la voie doivent pouvoir distinguer, dans des conditions définies, l'état «libre» de l'état «non libre».

1.1.1 Un tronçon peut être annoncé comme étant «libre», lorsque aucun essieu d'un véhicule ferroviaire remplissant les conditions fixées au chiffre 1.3.2 ne se trouve sur le tronçon en question.

1.1.2 Si des joints de rail isolés sont nécessaires au fonctionnement de l'équipement de contrôle de l'état libre de la voie, chaque équipement concerné par le pontage d'un joint doit annoncer ses tronçons en question comme étant «non libres».

1.1.3 Les pannes de système, les défauts au matériel ou les interruptions de conducteurs électriques des équipements de contrôle de l'état libre de la voie doivent être détectés. Les tronçons correspondants ne doivent pas être annoncés comme étant «libres» par l'équipement de contrôle de l'état libre de la voie.

1.1.4 Toute panne d'alimentation doit être détectée. Les tronçons correspondants ne doivent pas être annoncés comme étant «libres» par l'équipement de contrôle de l'état libre de la voie.

1.1.5 Un système de compteur d'essieux ne doit pas annoncer automatiquement les tronçons qu'il contrôle comme étant «libres» après enclenchement ou retour de la tension d'alimentation, respectivement après une défaillance.

1.2 Les équipements de contrôle de l'état libre de la voie doivent présenter aussi bien une grande intégrité de sécurité qu'une grande fiabilité.

1.2.1 L'intégrité de sécurité doit être définie selon la fonction, l'utilisation de l'information et les conditions d'exploitation.

(DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois)

1.3 Les équipements de contrôle de l'état libre de la voie doivent être conçus de manière à reconnaître un véhicule ferroviaire dans des conditions définies. Pour cela, les gestionnaires de l'infrastructure doivent déterminer au moins les valeurs limites et les conditions suivantes concernant les installations fixes et les véhicules ferroviaires.

1.3.1 Valeurs limites et conditions concernant les installations fixes:

a. vitesse maximale;
b. conditions climatiques;
c. caractéristiques électromagnétiques aux abords des voies tels que:
   - courants d'exploitation et courants parasites dans le rail,
   - tensions d'exploitation et tensions parasites au rail,
   - champs électromagnétiques;
d. exigences concernant les caractéristiques en matière d'isolation des rails isolés et des joints;
e. équipements de contrôle de l'état libre de la voie voisins et superposés;
f. mise à terre;
g. conduction du retour du courant de traction;
h. caractéristiques physiques des rails;
i. sollicitations mécaniques des composants montés en voie;
j. espace exempt de métal en voie;
k. nombre de convois par unité de temps.

1.3.2 Valeurs limites et conditions concernant les véhicules:

a. caractéristiques électromagnétiques des véhicules;
b. caractéristiques physiques des freins magnétiques sur rails;
c. caractéristiques physiques des freins à courant de Foucault;
d. géométrie des roues;
e. entraxe minimal et maximal des essieux;
f. résistance maximale des essieux / impédance entre les surfaces de roulement des roues d'un essieu;
g. distance maximale entre l'extrémité du véhicule et l'essieu extrême;
h. charge minimale par essieu;
i. espace exempt de métal dans la zone des parties basses;
j. matériau des roues;
k. caractéristiques des sabots de frein;
l. caractéristiques du sable utilisé pour le sablage;
m. nombre maximal admissible d'essieux.

(DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois)

1.3.3 Les circuits de voie doivent être conçus de manière à ce que leur fonctionnement soit encore garanti avec les valeurs limites suivantes de résistance du ballast et de résistance de pontage d'un essieu:

1.3.3.1 Résistance spécifique du ballast:

a. pour les voies de gare:

- voie normale: 1,5 Ω km,
- voie métrique: 1,0 Ω km;

b. pour la pleine voie:

- voie normale: 2,5 Ω km,
- voie métrique: 1,7 Ω km.

1.3.3.2 Résistance de pontage d'un essieu:

a. pour les aiguilles et les tronçons isolés jusqu'à 300 m: 1,0 Ω;

b. pour les tronçons isolés de plus que 300 m: 0,5 Ω.

1.3.3.3 Lorsque l'on utilise des véhicules à essieux portiques, il faut attester la détection sûre de ces véhicules sur la base des caractéristiques des essieux portiques utilisés (cf. aussi DE-OCF ad art. 51, DE 51.1, ch. 1.25.2).

1.4 Les équipements de contrôle de l'état libre de la voie doivent être conçus de sorte que le retour du courant de traction ne soit pas entravé. Pour le retour du courant de traction il faut se conformer aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.d.

1.5 La fixation des composants en voie des équipements de contrôle de l'état libre de la voie ne doit pas entraver les fonctions de la voie.

1.6 Afin de garantir que les véhicules ferroviaires n'entravent pas les équipements de contrôle de l'état libre de la voie, il y a lieu d'appliquer la norme SN EN 50238[1].

1.7 Remise à l'état initial pour les systèmes de compteurs d'essieux

1.7.1 Une remise à l'état initial manuelle mettant le système à l'état «libre» ne doit pas agir, lorsque le dernier essieu détecté est entré sur le tronçon.

1.7.2 Une remise à l'état initial manuelle mettant le système à l'état «libre» ne peut être activée par le chef-circulation qu'au moyen d'une commande de secours.

1.7.3 Une remise à l'état initial inconditionnelle mettant le système à l'état «libre» activée par le personnel d'entretien est admissible en dérogation à la prescription selon le chiffre 1.7.1 si les processus correspondants nécessaires à assurer la sécurité de l'exploitation sont déterminés.

[1] Voir DE-OCF, annexe n°3

(DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois)

1.8 Conception

1.8.1 L'implantation des équipements de contrôle de l'état libre de la voie doit être conçue de façon qu'il ne se produise aucune lacune de contrôle entre les tronçons adjacents. Le fonctionnement doit être garanti pour les entraxes des essieux définis.

1.8.2 L'implantation des équipements de contrôle de l'état libre de la voie doit être conçue de façon que le profil d'espace libre soit garanti aux aiguilles et aux passages à niveau, même pour les véhicules ferroviaires ayant la plus grande distance entre l'extrémité du véhicule et l'essieu extrême.

1.8.3 Lorsqu'un tronçon, contrôlé par un équipement de contrôle de l'état libre de la voie, est composé de plusieurs tronçons partiels, il faut garantir que tous les tronçons partiels soient contrôlés. Le fonctionnement doit être garanti pour tous les tronçons partiels, même en cas d'interruptions des connexions de rail ou d'autres connexions électriques.

1.8.4 Il faut garantir que les valeurs limites et les conditions d'exploitation définies des équipements de contrôle de l'état libre de la voie soient respectées durant toute la durée de vie de l'installation.

1.9 Si des systèmes de compteurs d'essieux sont utilisés en redondance, les points de comptage doivent être placés de façon à ce qu'il ne puisse pas se produire de lacune de l'annonce de l'état occupé. En l'occurrence:

a. il faut tenir compte de la valeur minimale de l'empattement extérieur des véhicules utilisés;

b. au cas où une redondance a été considérée comme étant en dérangement, elle ne peut être considérée comme étant «libre» que si une remise à l'état initial manuelle a été effectuée.

(DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois)

1.10 Il faut tenir compte des aspects suivants dans l'installation de sécurité et dans les prescriptions d'exploitation:

1.10.1 L'information fortuite d'occupation de la voie causée par un dérangement ou une défaillance sur un équipement de contrôle de l'état libre de la voie ne doit pas entraîner d'événement de gravité critique ou d'ampleur catastrophique. Les mesures nécessaires doivent être prises au niveau de l'installation de sécurité.

1.10.2 Dans la mesure du possible, l'installation de sécurité doit détecter, au moyen de tests de plausibilité, l'absence d'information d'occupation de la voie par des véhicules.

1.10.3 Les compteurs d'essieux ne peuvent constater qu'un véhicule ferroviaire a intégralement quitté un tronçon déterminé que si son entrée a également été reconnue. Il faut donc empêcher, au moyen de processus et de prescriptions d'exploitation adéquats, l'entrée non reconnue de véhicules sur un tronçon.

1.10.4 Une remise à l'état initial manuelle du compteur d'essieux d'un tronçon de voie n'est autorisée que lorsque le tronçon en question est libre. Il faut garantir cela au moyen de processus et de prescriptions d'exploitation correspondants.

(DE 39.3.e Contrôle de l'état libre de la voie et localisation des convois)

2 Équipements de localisation des convois

2.1 Les équipements de localisation des convois déterminent si un véhicule ferroviaire a atteint un lieu. Ces équipements doivent présenter une grande fiabilité. Les exigences en matière de sécurité doivent être fixées selon la fonction, l'utilisation des informations et les conditions d'exploitation.

DE 39.3.f Commande et protection de passage à niveau

1 Les installations de passage à niveau doivent assurer la séparation temporelle des trafics ferroviaire et routier sur les passages à niveau.

1.1 A cet effet, elles doivent:

a. protéger les passages à niveau contre leur franchissement par des circulations de trains et des mouvements de manœuvre ou

b. interdire la circulation routière sur le passage à niveau.

1.2 La séparation temporelle doit aussi être garantie en cas de dérangement de l'installation de passage à niveau.

2 Les installations de passage à niveau peuvent être exploitées selon deux principes, qui se différencient, en particulier, par les caractéristiques suivantes:

a. l'installation de passage à niveau peut empêcher l'octroi de l'autorisation de circuler pour le trafic ferroviaire, lorsque le passage à niveau n'interdit pas la circulation routière;

b. l'installation de passage à niveau peut interdire le passage à niveau pour la circulation routière, de façon sécuritaire, même en cas de panne.

(DE 39.3.f Commande et protection de passage à niveau)

3 Installations de passage à niveau selon chiffre 2 lettre a

3.1 Aux installations de passage à niveau selon chiffre 2 lettre a, l'octroi intempestif d'une autorisation de circuler pour le trafic ferroviaire doit être empêché de façon sécuritaire, même en cas de panne.

3.1.1 Sur les lignes qui ne font pas partie du réseau principal interopérable, il est admissible d'empêcher les circulations de convois ferroviaires sur les passages à niveau par un déclenchement sécuritaire des feux de contrôle au lieu d'empêcher de façon sécuritaire l'octroi d'une autorisation de circuler.

3.2 Un passage à niveau est interdit à la circulation routière lorsqu'au moins deux sources lumineuses par piste routière croisant le chemin de fer signalent «arrêt» au trafic routier et que les barrières présentes se ferment ou sont fermées.

3.2.1 Une lampe à double filament peut être considérée comme deux sources lumineuses, lorsque les deux filaments de la lampe peuvent indépendamment signaler «arrêt» au trafic routier.

3.2.2 Aux installations de barrières, de demi-barrières ou de barrières à ouverture sur demande, on peut renoncer à la deuxième source lumineuse, si l'installation de passage à niveau est équipée d'un dispositif automatique d'annonce des dérangements.

3.2.3 La position des barrières doit être contrôlée. Les solutions suivantes sont admises pour le contrôle de la position des barrières:

a. contrôle de la position fermée de toutes les barrières;
b. contrôle de la position fermée des barrières qui interdisent l'accès routier au passage à niveau sur le côté droit de la route et du début du mouvement de fermeture des autres barrières;
c. contrôle du début du mouvement de fermeture de toutes les barrières, si la fermeture des barrières est garantie par une construction ad hoc.

3.3 Aux installations de passage à niveau, où des mesures pour détecter la présence de véhicules routiers selon les DE-OCF, ad art. 37, DE 37c généralités, ch. 2 sont prises, l'octroi de l'autorisation de circuler doit être empêché, lorsque des véhicules routiers se trouvent sur le passage à niveau.

(DE 39.3.f Commande et protection de passage à niveau)

4 Installations de passage à niveau selon le chiffre 2, lettre b

4.1 Lorsque des circulations de trains ou des mouvements de manœuvre s'approchent d'un passage à niveau, celui-ci doit interdire la circulation routière de façon sécuritaire.

4.1.1 Si une interdiction sécuritaire de la circulation routière ne peut pas être garantie par l'installation d'un passage à niveau lors de mouvements de manœuvre, il y a lieu de prendre des mesures d'exploitation afin de séparer temporellement les circulations routière et ferroviaire.

4.2 En cas de dérangement :

a. aux installations de barrières, toutes les barrières doivent être fermées de façon sécuritaire;
b. aux installations à signaux lumineux sans barrières, l'état de dérangement doit être signalé au trafic routier de façon sécuritaire.

4.3 Pour garantir la levée des dérangements, ces installations de passage à niveau doivent être équipées d'un dispositif automatique d'annonce des dérangements.

(DE 39.3.f Commande et protection de passage à niveau)

5 Les barrières ne peuvent se fermer que lorsque les signaux optiques sont allumés et après écoulement du temps d'avertissement.

5.1 Font exception les installations selon chiffre 4 en cas de dérangement.

6 La libération du passage à niveau pour le trafic routier a lieu, en règle générale, automatiquement suite à des circulations de trains ou des mouvements de manœuvre.

6.1 La libération intempestive du passage à niveau pour le trafic routier doit être empêchée par des moyens appropriés.

DE 41.1

1 Les installations d'annonce et d'alarme pour les travaux effectués sur et aux abords des voies doivent être utilisées conformément aux prescriptions suisses de circulation des trains PCT[1], R 300.12.

2 Les installations d'annonce et d'alarme pour les travaux effectués sur et aux abords des voies doivent être conçues de manière à ce qu'elles avertissent le personnel qui travaille sur la voie, lorsque des convois s'approchent de lui.

3 L'avertissement doit avoir lieu à temps et être perceptible, sans équivoque, par les personnes concernées.

4 Pour la spécification et la démonstration de la réalisation des exigences en matière de fiabilité, disponibilité, maintenabilité et de la sécurité (exigences FDMS), il y a lieu d'appliquer les normes SN EN 50126-1 et -2[2].

4.1 Les exigences fonctionnelles de sécurité et les exigences en matière d'intégrité de la sécurité doivent être définies sur la base d'une analyse des risques.

4.2 Pour la communication de sécurité entre des équipements de sécurité, il faut en outre appliquer la norme SN EN 50159[2].

4.3 La démonstration de la sécurité et l'expertise des systèmes électroniques comprenant des fonctions présentant une grande importance pour la sécurité doivent être effectuées selon la norme SN EN 50129[2].

4.3.1 Lorsque la norme SN EN 50129 est respectée, il n'est pas nécessaire d'appliquer en plus la norme SN EN 50126-2.

[1] RS 742.173.001
[2] Voir DE-OCF, annexe n°3

DE 42.2 Mesures de protection afin d'éviter des mises en danger

1 Mesures de protection pour les applications télématiques du courant de traction;

Les applications télématiques des installations électriques doivent être sécurisées contre les manipulations erronées volontaires ou non et, toutes proportions gardées, contre les interventions abusives.

1.1 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 5c, DE 5c.1 sont valables en matière de sécurité des TIC.

1.2 En vue de la communication importante pour la sécurité entre les dispositifs importants pour la sécurité, il y a lieu d'appliquer en outre les normes SN EN 50159[1] et UIC 930.

[1] Voir DE-OCF, annexe n°3

DE 43.1.a Prévention des perturbations vis-à-vis d'autres équipements électriques

1 Les installations d'alimentation en courant de traction doivent être coordonnées avec les caractéristiques des véhicules. Pour les tronçons interopérables, il y a lieu de respecter notamment les prescriptions des spécifications techniques d'interopérabilité (STI) et de la norme SN EN 50388[1].

1.1 Le gestionnaire d'infrastructure doit pouvoir fournir des renseignements au sein de son réseau sur l'admissibilité du freinage par récupération.

1.2 La régulation de tous les éléments actifs doit s'effectuer de manière à prévenir toute vibration indésirable. La preuve doit être apportée selon la SN EN 50388 chiffre 10.

2 Les installations à courant fort servant à produire, à transformer, à convertir, à distribuer et à utiliser l'énergie électrique doivent être réalisées de manière à ne pas produire d'effets électromagnétiques inadmissibles sur d'autres installations et dispositifs électrotechniques; sont notamment applicables l'art. 4 et l'art. 20 de l'ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (OCEM)[2].

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[2] RS 734.5

DE 44 PRODUCTION ET CONVERSION DU COURANT DE TRACTION

DE 44.a Production et conversion du courant de traction

1 Dispositions complémentaires

Dans la mesure où l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne contiennent aucune prescription en la matière, les dispositions de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort)[2] et de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (ordonnance sur les lignes électriques, OLEI)[3] sont applicables aux installations de production et de conversion du courant de traction.

2 Liaisons par câble

Les câbles destinés à la production ou à la conversion du courant de traction sont régis par les prescriptions figurant à la DE-OCF ad art. 44, DE 44.b.

3 Exploitation stable du réseau

Les installations d'alimentation en courant de traction garantissent une exploitation stable du réseau.

3.1 Les instructions du gestionnaire de l'infrastructure sont respectées.

3.2 La compatibilité entre les installations de production du courant de traction et les véhicules est attestée conformément à SN EN 50388[4].

4 Stockage stationnaire et mobile d'énergie

4.1 Le stockage d'énergie est intégré dans le concept de protection.

4.2 Le stockage d'énergie est équipé d'un dispositif de décharge. L'accès aux moyens de stockage n'est possible qu'en état déchargé ou protégé d'une autre manière.

4.3 Les moyens de stockage tels que condensateurs, volants mécaniques, accumulateurs correspondent aux normes de produit.

---

[1] RS 742.141.1
[2] RS 734.2
[3] RS 734.31
[4] Voir DE-OCF, annexe n°3

(DE 44.a Production et conversion du courant de traction)

5 Freinage par récupération

5.1 Le freinage par récupération est régi par les exigences de la norme SN EN 50388.

5.2 Sur les tronçons à courant continu, il y a lieu d'aménager l'infrastructure de sorte qu'elle permette le freinage par récupération, si cela est judicieux sur le plan économique.

5.3 L'alimentation en énergie ferroviaire n'a aucune fonction sécuritaire quant au freinage dans quelque condition que ce soit.

5.4 De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[5].

[5] Voir annexe 7 OCF

DE 44 DISTRIBUTION DU COURANT DE TRACTION

DE 44.b Distribution du courant de traction et câbles

1 Dispositions complémentaires

1.1 Dans la mesure où l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne contiennent aucune prescription en la matière, les dispositions de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort)[2] et de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (ordonnance sur les lignes électriques, OLEI)[3] sont applicables à la distribution du courant de traction.

1.2 Les lignes électriques aériennes et les câbles doivent être dimensionnés de manière suffisante en vue des tensions et des courants attendus aussi bien lors de l'exploitation qu'en cas de défauts.

1.3 Lors de la configuration des lignes aériennes et de leur tracé ainsi que lors de câblages, il y a lieu de tenir compte aussi bien des charges thermiques que des forces magnétiques lors de l'exploitation et en cas de défauts, de la protection contre la corrosion électrique à la rencontre de matériaux différents et des mesures d'amélioration de l'impédance et de la distribution de courant.

2 Liaisons par câble aux abords des voies

2.1 Les liaisons par câble aux abords des voies sont aménagées de manière à être protégées des avaries mécaniques.

2.2 Les caniveaux à câbles sont autorisés. Les liaisons par câble à haute tension ne peuvent passer par des caniveaux à câbles que lorsqu'elles servent à l'exploitation ferroviaire et qu'une sécurité suffisante est attestée, notamment en cas d'événement exceptionnel.

3 Liaisons par câble dans les ouvrages d'art

Les liaisons par câbles fixées à des voûtes de tunnel et à des murs de soutènement sont aménagées de manière à être suffisamment protégées des avaries mécaniques. Les liaisons par câble à haute tension ne peuvent être accrochées à la voûte que dans les tunnels existants, dans la mesure où elles servent à l'exploitation ferroviaire et où une sécurité suffisante est attestée, notamment en cas d'événement exceptionnel.

---

[1] RS **742.141.1**
[2] RS **734.2**
[3] RS **734.31**

(DE 44.b Distribution du courant de traction et câbles)

4 <u>Câbles posés dans les tunnels et à des endroits spéciaux</u>

Dans

- les tunnels,
- les espaces intérieurs accessibles au public,
- les dépôts et les installations de maintenance,
- tous les autres endroits où les suites d'un incendie des câbles peuvent avoir des conséquences négatives sur la sécurité,

les câbles qui sont exposés au feu en cas d'incendie ont des caractéristiques spécifiques en matière d'inflammabilité, de propagation du feu, de dégagement de fumée, de toxicité, de libération d'énergie et de gouttelettes.

4.1 Cette condition est considérée comme remplie lorsque les câbles concernés répondent aux exigences minimales du règlement délégué (UE) 2016/364[4] :

Tunnels	classification B2ca, s1a, a1
Espaces intérieurs accessibles au public	classification Cca, s1, d2, a1
Dépôts et installations de maintenance (>100 personnes)	classification Cca, s1, d2, a1
Dépôts et installations de maintenance (<100 personnes)	classification Dca, s2, d2, a2

Les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont en outre applicables sur le réseau interopérable.

4.2 Pour d'autres lieux spéciaux et les chemins de fuite, les exigences doivent être fixées à l'aide d'une approche en matière de sécurité et des risques.

4.3 La démonstration doit être faite à l'aide d'une déclaration des performances conformément à l'ordonnance du 27 août 2014 sur les produits de construction (OPCo)[5].

4.4 Les câbles servant à la détection d'incendie, à l'alarme incendie, à l'évacuation et à la lutte contre l'incendie doivent être choisis selon le critère du maintien du fonctionnement en cas d'incendie, en tenant compte également du matériel de montage. La résistance au feu du câble peut s'obtenir par le choix du type de câble. Celle de l'installation peut s'obtenir par le choix du mode de pose. La section de câble est également choisie, dans l'optique de la chute de tension, en tenant compte du nombre maximal de sections qui peuvent être incendiées en même temps.

5 <u>Rapprochements, parallélismes et croisements entre des liaisons câblées de l'entreprise ferroviaire et ses voies ferrées</u>

En cas de rapprochements, de parallélismes et de croisements entre des liaisons câblées de l'entreprise ferroviaire et ses voies ferrées, il y a lieu de respecter des distances suffisantes pour que les liaisons par câble ne soient pas mises en danger. Les distances mentionnées par l'OLEI n'ont pas besoin d'être respectées si une sécurité suffisante est attestée.

---

[4] Règlement délégué (UE) 2016/364 de la Commission du 1er juillet 2015 relatif à la classification des caractéristiques de réaction au feu des produits de construction en vertu du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil

[5] RS **933.01**

(DE 44.b Distribution du courant de traction et câbles)

6 Mise à la terre des manteaux, des blindages ou armatures des câbles

Il y a lieu de veiller aux conditions spécifiquement ferroviaires ainsi qu'à la protection des personnes et des choses pour la mise à la terre des manteaux, des blindages ou des armatures des câbles. On peut déroger aux réglementations correspondantes des ordonnances sur les lignes électriques, sur le courant fort et sur le courant faible à condition qu'une sécurité suffisante soit attestée.

7 Rapprochements, parallélismes et croisements entre des lignes de transport de l'entreprise ferroviaire et ses installations de la ligne de contact

En cas de rapprochements, de parallélismes et de croisements entre des lignes de transport de l'entreprise ferroviaire et ses installations de la ligne de contact d'autre part, les distances selon l'OLEI, art. 99, al. 1, let. a et al. 2 ainsi que l'art. 101, al. 2, peuvent ne pas être respectées à condition qu'une sécurité suffisante soit attestée.

7.1 En cas de rapprochements et de parallélismes entre des lignes de transport de l'entreprise ferroviaire et ses installations de la ligne de contact, la distance de base de 3 m peut être réduite à 1,5 m conformément à l'OLEI, art. 99, al. 1, let. a, et al. 2.

7.2 En cas de croisements entre des lignes de transport de l'entreprise ferroviaire et ses installations de la ligne de contact, les distances des croisements entre eux doivent être évaluées d'après l'art. 81 OLEI.

DE 44 LIGNE DE CONTACT

DE 44.c Installations de la ligne de contact

1 Principe de l'alimentation des lignes de contact

1.1 Les prescriptions relatives aux câbles des DE-OCF ad art. 44, DE 44.b s'appliquent aux câbles des installations des lignes de contact.

2 Installations de distribution dans le domaine des lignes de contact

2.1 Les installations de distribution dans le domaine des lignes de contact qui ne peuvent pas être télécommandées doivent être facilement accessibles au personnel instruit.

2.2 En cas de défaillance de la télécommande, les interrupteurs télécommandés doivent permettre de couper la ligne de contact, par une manipulation sur place. Leur position est enregistrée et transmise. Les irrégularités de commande ne doivent pas entraîner de manœuvres ou d'états de couplage dangereux.

2.3 Les installations de distribution dans le domaine des lignes de contact ne doivent pas pouvoir être manipulées par des personnes non autorisées. Les mesures propres à prévenir une manipulation non autorisée sont adaptées au potentiel local de mise en danger.

2.4 Les interrupteurs destinés au court-circuitage d'urgence, à la mise à la terre ou à la liaison d'urgence avec le conducteur de retour de courant d'installations de la ligne de contact sous tension doivent être construits et disposés de sorte que la sécurité requise pour les personnes à proximité soit garantie aussi lors d'opérations de couplage.

3 Exigences relatives à la ligne de contact

Le système de ligne de contact est choisi en fonction des exigences de l'exploitation ferroviaire.

3.1 Pour les interactions entre la ligne de contact aérienne et le pantographe, il faut respecter les exigences de la norme SN EN 50367[1] ; cela signifie notamment que la construction des lignes de contact doit permettre une prise de courant irréprochable, aux vitesses autorisées, avec le nombre de pantographes levés prévu par l'exploitation lors de la conception, quels que soient leurs écartements et les conditions météorologiques.

3.2 Les lignes de contact sont agencées conformément à la SN EN 50119[1], ch. 4 et 5.

3.3 De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[2].

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[2] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

4 Fonctionnalités de la ligne de contact

Les lignes de contact sont subdivisées électriquement.

4.1 Subdivision et possibilité de déclenchement

4.1.1 Les lignes de contact sont subdivisées par le montage de dispositifs de sectionnement, de manière à pouvoir mettre hors tension des sections clairement définies. Les dispositifs de sectionnement doivent pouvoir être desservis sous tension.
De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI)[3] sont applicables.

4.1.1.1 Lorsque cela est nécessaire, les zones de séparation de la ligne de contact sont couvertes de manière appropriée par des signaux, ou rendues reconnaissables par des avis de danger, conformément aux prescriptions de circulation des trains (PCT)[4] R 300.2 ch. 7.

4.1.1.2 Dans l'exploitation des trams et des trolleybus, les zones de séparation sont marquées de manière appropriée lorsque cela est nécessaire.

4.1.1.3 Le sectionnement se trouve entre le signal d'entrée et le point d'arrêt ultime d'un train de la direction opposée.

4.1.2 Les emplacements des zones de séparation électriques sur la ligne de contact et les points d'arrêt prévus[4] des véhicules équipés de pantographes sont harmonisés de manière à ce qu'un arrêt ne puisse pas endommager la ligne de contact et le pantographe ne puissent pas être endommagés.

4.1.3 Sur des sections de ligne de contact mises à la terre (mises en court-circuit et mises à la terre ou mises en court-circuit et connectées avec le conducteur de retour de courant), des mesures d'exploitation ou techniques doivent empêcher de circuler avec le pantographe levé.

[3] Voir annexe 7 OCF
[4] Voir PCT, R300.6

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

4.1.4 Lignes de contact dans les dépôts, dans les installations de maintenance, sur les voies de transbordement ou de raccordement :

Les lignes de contact dans les dépôts et les installations de maintenance, ainsi que sur les voies de transbordement et de raccordement, doivent pouvoir être déclenchées et mises à la terre (mises en court-circuit et mises à la terre ou mises en court-circuit et connectées avec le conducteur de retour de courant).

4.1.4.1 Dans les dépôts et les installations de maintenance, les lignes de contact de chaque voie doivent pouvoir être déclenchées comme suit :

a. séparément, pour que seule la ligne de contact requise puisse être remise sous tension lors de mouvements,
b. par groupes, lorsqu'il est possible d'empêcher qu'un être vivant s'approche de lignes de contact sous tension du groupe entier.

4.1.4.2 L'annulation d'un état, mis en court-circuit et mis à la terre ou relié au conducteur de retour de courant, ainsi que l'enclenchement des interrupteurs correspondants doivent pouvoir être empêchés au moyen d'un dispositif de verrouillage.

4.1.4.3 A titre de mesures de protection dans le sens d'une mise en court-circuit et d'une mise à la terre pour les lignes de contact de trolleybus, il y a lieu :

a. dans le réseau unipolaire mis à la terre ; après séparation du pôle non mis à la terre, de mettre en court-circuit les deux pôles de la ligne de contact et, s'il n'est pas attesté que la tension de contact maximale est respectée conformément à DE-OCF ad art. 44, DE 44.d, ch. 2.2, de les connecter à la mise à la terre de l'ouvrage,
b. dans les réseaux après séparation des deux pôles ; de mettre en court-circuit les deux pôles de la ligne de contact et de les connecter à la mise à la terre de l'ouvrage.

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

4.1.5 Mesures supplémentaires contre le toucher direct dans les dépôts et les installations de maintenance

Dans les dépôts et installations de maintenance, des mesures supplémentaires sont requises afin d'empêcher un toucher involontaire. Les accès aux installations de la ligne de contact et aux équipements sous tension sont équipés des dispositifs qui garantissent les distances de sécurité conformément à DE-OCF ad art. 44, DE-OCF 44c, ch. 9.2.

4.1.5.1 Les échelles, les nacelles fixes ou mobiles, les escaliers fixes, les plates-formes et équivalents sont notamment considérés comme des accès.
Suivant les caractéristiques de construction et le concept de sauvetage, il peut aussi s'agir d'installations dans des tunnels ferroviaires.

4.1.5.2 Les commandes de tels dispositifs doivent être conçues et réalisées de manière à éviter toute mise en danger. Elles doivent notamment être agencées de manière

a. que la fonction soit garantie pour les contraintes d'exploitation et influences extérieures prévisibles ;
b. qu'une défectuosité du dispositif n'entraîne pas de situation dangereuse ;
c. que les erreurs de manipulation prévisibles n'entraînent pas de situation dangereuse.

4.1.5.3 Par une déclaration de conformité établie sur la base d'un certificat de sécurité délivré par le constructeur du dispositif, l'entreprise doit confirmer que les exigences fondamentales en matière de sécurité et de protection de la santé sont respectées.
Le constructeur doit remettre à l'exploitant du dispositif des instructions d'utilisation et de maintenance. En outre, il fournit une instruction sur l'installation construite.

4.1.5.4 La maintenance de ces dispositifs dans les règles de l'art se fait conformément aux indications du constructeur. Elle doit faire l'objet de protocoles.

4.1.6 Des dispositifs redondants doivent être en place dans les dépôts et les installations de maintenance. Ils indiquent l'état de couplage de la ligne de contact, par voie optique ou acoustique, de sorte que l'état de couplage soit identifiable dans la zone de travail.

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

4.2 Isolation

4.2.1 L'isolation de la ligne de contact doit résister aux tensions électriques qui, dans l'exploitation ferroviaire, s'appliquent aux installations.

4.2.1.1 Les lignes de contact de tensions différentes, qui sont installées sur des supports (structures porteuses) communs, sont réalisées avec des isolateurs dimensionnés pour la plus élevée de ces tensions.

4.2.1.2 En fonction des caractéristiques locales et de la répartition spatiale des isolateurs, il y a lieu de prendre des mesures propres à empêcher que l'isolation soit compromise par des animaux, par de l'eau ou par des salissures spécifiques.

4.2.1.3 La distance d'isolation exigée dans l'air peut être réduite du fait de la mise en place de matériau d'isolation, à condition que celui-ci présente non seulement la rigidité diélectrique nécessaire, mais aussi une résistance au vieillissement suffisante, par rapport à la lumière du soleil et aux sollicitations mécaniques, notamment aux coups de pantographe.

4.2.2 Il faut monter deux corps isolants indépendants, l'un derrière l'autre, lorsque la ligne de contact :

a. est suspendue à des structures métalliques ou en béton armé qui ne sont pas connectées avec le conducteur de retour de courant
b. ne peut pas être mise hors tension pour des travaux de maintenance.

4.2.2.1 Lorsqu'il est prévu d'effectuer des travaux de maintenance sur ou aux abords de parties sous tension,

a. l'isolateur le plus proche de la terre doit se trouver à plus de 2 m du fil de contact ou du câble porteur (en cas d'isolation double),
b. les isolateurs doivent se trouver à au moins 1 m les uns des autres (en cas d'isolation triple).

4.2.2.2 Lorsque les supports (structures porteuses) ne sont pas reliés au conducteur de retour de courant, la distance entre le support (structure) et l'isolateur le plus proche doit être suffisante. Cette distance doit ainsi empêcher les effets de salissures qui compromettraient la fonction, à savoir un pontage intempestif de l'isolateur.

4.2.3 L'isolation doit comporter trois corps isolants indépendants, l'un derrière l'autre, lorsque la ligne de contact est suspendue à des bâtiments, par des supports (structures porteuses) qui ne sont pas reliés au conducteur de retour de courant et qui ne peuvent pas être mis hors tension pour des travaux de maintenance.

4.2.4 Tout corps isolant indépendant doit pouvoir résister à lui seul aux contraintes de la tension.

4.2.5 Un seul élément de construction isolant peut se substituer à plusieurs corps isolants indépendants, à condition qu'il satisfasse aux exigences de rigidité diélectrique et que les distances requises soient respectées.

4.2.6 Les zones entre la première et la deuxième isolation, ainsi qu'entre la première et la troisième isolation doivent être considérées comme sous tension, du point de vue des distances et des mesures de protection correspondantes.

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5 Conception et agencement de la ligne de contact

Les lignes de contact sont posées de manière à assurer une exploitation ferroviaire sûre.

5.1 Tronçons d'alimentation

5.1.1 La longueur des tronçons d'alimentation est coordonnée avec le concept de protection, notamment en ce qui concerne la détection des courts-circuits.

5.1.2 Le choix de la longueur des tronçons d'alimentation est conforme aux instructions des SN EN 50163[5] et SN EN 50388. En outre, les spécifications techniques pour l'interopérabilité (STI) s'appliquent aux tronçons interopérables[6].

5.1.3 Pour l'application de SN EN 50163 en général et pour toutes les tensions nominales qui n'y sont pas mentionnées en particulier, les tensions sont considérées avec une variation de +/-30 %.

5.1.4 Sur le réseau principal interopérable, la performance de l'alimentation en énergie ferroviaire est évaluée comme suit :

a. par l'attestation de la tension utile moyenne selon la STI ENE ; ou
b. par l'attestation de la tension utile moyenne selon la norme SN EN 50388 ; ou
c. par comparaison à un cas de référence dans lequel la solution d'approvisionnement en énergie est utilisée pour l'exploitation ferroviaire de trains dont la consommation est similaire ou plus élevée (dans le cas de référence, la longueur des tronçons d'alimentation et l'impédance des tronçons doivent être comparables ou plus grandes) ; ou
d. dans les cas simples, par une estimation approximative de la tension utile moyenne qui permette des capacités supplémentaires en vue d'un futur besoin de trafic.

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[6] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.2 Distance au sol

5.2.1 La hauteur des fils de contact (hf) et des parties conductrices connectées avec eux au dessus du niveau supérieur du rail ou de la voie et de la piste cyclable s'élève au moins à :

5.2.1.1 Hauteur du fil de contact minimale ($hf_{min,\ absolu}$) en tenant compte du gabarit limite des obstacles :

$hf_{min,\ absolu} = G_{lo} + f + H + b_e + k$

G_{lo} gabarit limite des obstacles d'après DE-OCF :

- voie normale OCF 1 : G_{lo} = 4,570 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, images, image 2)
- voie normale OCF 2 : G_{lo} = 4,670 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, images, image 3)
- voie normale OCF 3 : G_{fA} = 4,670 m
  (voir DE-OCF, ad art. 18, voie normale, DE 18, images image 4)
- voie normale OCF 4 : G_{lo} = 4,840 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie normale, DE 18, images, image 5)
- voies métrique et spéciale OCF A : G_{lo} = 4,100 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, images, image 2)
- voies métrique et spéciale OCF B : G_{lo} = 4,580 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, images, image 3)
- voies métrique et spéciale OCF C : G_{lo} = 3,700 m
  (voir DE-OCF ad art. 18, voie métrique, DE 18, images, image 4)

Pour les autres installations (par ex. trolleybus), on part des gabarits limites des obstacles pour calculer $hf_{min,\ absolu}$.

f Supplément de hauteur pour les dômes et cuvelages de la voie (cf. DE-OCF ad art. 18)

H Hauteur supplémentaire entre le plan de chargement des roues à voie normale et le plan de roulement (PDR) de la voie métrique (seulement pour OCF B), pour les chemins de fer avec exploitation par truck ou trucks porteurs

b_e Distance de protection électrique d'après le chiffre 5.9

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

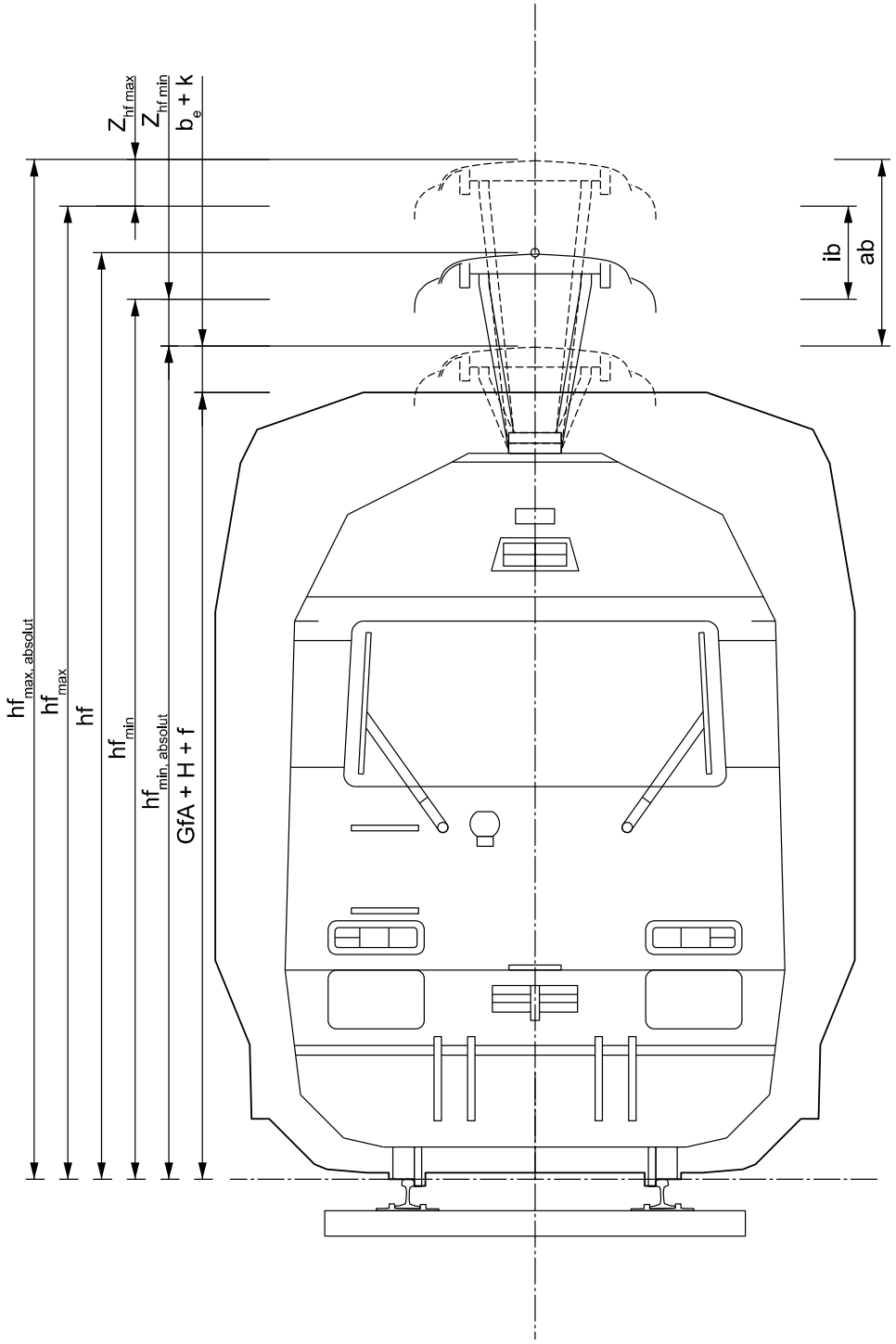
k Supplément de sécurité

G_{lo}	Supplément k [mm]
OCF 1	70
OCF 2	0
OCF 3	0
OCF 4	0
OCF A	0,5 · be, au maximum 70
OCF B	0,5 · be, au maximum 70
OCF C	0,5 · be, au maximum 70
d'autres	0,5 · be, au maximum 70

Le supplément de sécurité prend en compte une distance supplémentaire par rapport à la ligne de contact, si le point le plus élevé de véhicules ou de chargements n'est pas connecté avec le retour de courant.

Sur les tronçons où des engagements de gabarit sont autorisés en permanence, il s'agit de garantir la faisabilité et la réalisation des conditions de transport dans le sens des DE-OCF ad art. 47, DE 47.2, voie normale, ch. 5.

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)



ib Zone d'installation pour la ligne de contact

ab Zone de fonctionnement du pantographe

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

Hauteur minimale du fil de contact $hf_{min,}$ à respecter en tenant compte des caractéristiques locales :

Sur les tronçons en pleine voie avec une plate-forme indépendante sans délimitation reconnaissable (barrière, talus) par rapport aux abords	5,0 m
Sur les tronçons sans plate-forme indépendante, sur les routes publiques, surfaces de circulation, sur les passages à niveau et sur les aires de débord (c.-à-d. en cas d'accès sans restriction) Dans le cas où la hauteur minimale du fil de contact prescrite ne peut pas être respectée, la hauteur maximale des véhicules routiers autorisés à circuler sous la ligne aérienne de contact doit être limitée de façon à garantir les distances d'éloignement verticales minimales selon la norme SN EN 50122-1, ch. 5.2.4, let. a et b entre le point le plus haut du véhicule routier (chargement compris) et les parties sous tension. En raison de prescriptions nationales et selon la situation, il peut s'avérer nécessaire de signaliser les hauteurs maximales autorisées pour les véhicules (hauteur maximale) ou les installations fixes limitant la hauteur des véhicules en dessous de la distance minimale indiquée (dans la norme SN EN 50122-1, ch. 5.2.4).	5,5 m
Dans les gares sur les passages à chars H_1 = hauteur de la surface de chargement du char au-dessus du niveau supérieur du rail	3,5 m + H_1
Dans les dépôts et les aménagements pour la maintenance avec travaux de maintenance et de nettoyage des parties extérieures des véhicules : - installations à haute tension - installations à basse tension Ce classement se réfère à la tension nominale de la ligne de contact.	5,0 m 4,5 m
Dans les entrepôts où l'on exécute uniquement des travaux permettant d'exclure que la ligne de contact soit touchée, même par hasard, avec ou sans les objets en usage dans ces entrepôts.	Aucun Les accès à ces locaux doivent être pourvus d'avertissements indiquant la faible hauteur du fil de contact.

5.2.1.2 Hauteur minimale théorique du fil de contact (hf_{min}) calculée à partir de tous les mouvements du fil de contact jusqu'à la hauteur minimale du fil de contact :

$hf_{min} = hf_{min,\ absolu} + Z_{hf,\ min}$

$Z_{hf,\ min} = fg + fu + th_u$

$Z_{hf,\ min}$ = somme des suppléments, conformément à la directive du gestionnaire d'infrastructure pour :

- fg réserve de relèvement du rail
- fu écarts du fil de contact vers le bas par suite de variations de température et influences statiques et dynamiques
- th_u tolérances de montage de la ligne de contact vers le bas

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.2.2 Hauteur maximale du fil de contact

5.2.2.1 Dans l'optique d'une efficacité irréprochable du système de prise de courant, la hauteur maximale du fil de contact ($hf_{max, absolu}$) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

a. pour tous les chemins de fer, sauf ceux dont le gabarit limite est OCF C :6,05 m
b. pour les chemins de fer de gabarit limite OCF C : 6,20 m
c. pour les installations de trolleybus conformément aux indications du gestionnaire d'infrastructure

5.2.2.2 Hauteur maximale théorique du fil de contact (hf_{max}) sur la base de tous les mouvements possibles du fil de contact jusqu'à sa hauteur maximale :

$hf_{max} = hf_{max, absolu} - Z_{hf, max}$

$Z_{hf, max} = fo + th_o$

$Z_{hf, max}$ = Somme des suppléments, conformément aux indications du gestionnaire de l'infrastructure pour :

fo Rehaussement du fil de contact suite aux variations de température et influences statiques et dynamiques, y compris le soulèvement

th_o tolérances de montage verticales vers le bas de la ligne de contact

5.2.3 Le long d'un tracé ferroviaire ou de trolleybus, les lignes aériennes d'alimentation, les lignes aériennes auxiliaires, les lignes aériennes détournées et les parties conductrices connectées avec ces installations ont au moins la même hauteur que les fils de contact. En dehors du tracé, l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (ordonnance sur les lignes électriques, OLEI)[7] est applicable.

5.2.4 De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[8].

[7] RS **734.31**
[8] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.3 Portée et géométrie

5.3.1 La portée est définie de manière que la prise de courant ne soit pas compromise et que les critères y relatifs soient respectés conformément à SN EN 50367[9].

5.3.2 La portée et l'espace libre latéral du fil de contact sont définis compte tenu de la vitesse, de la pression du vent, de la géométrie de la voie, des mouvements des supports (structures porteuses) et des caractéristiques des véhicules. Cela se fait de manière que la largeur résiduelle d'archet, conforme aux règles reconnues de la technique, soit garantie pour une largeur d'archet du pantographe donnée.

5.3.3 La géométrie de la ligne de contact aérienne est conforme, dans la mesure où les présentes dispositions d'exécution ne précisent rien d'autre, à la SN EN 50119, ch. 5.10.

Font notamment partie de la géométrie :

a. le désaxement du fil de contact (zigzag),
b. le soulèvement,
c. la modification des hauteurs du fil de contact,
d. la hauteur minimale du fil de contact ($hf_{min,\ absolu}$),
e. la hauteur minimale théorique du fil de contact (hf_{min}),
f. la hauteur nominale du fil de contact hf avec $hf_{min} \leq hf \leq hf_{max}$,
g. la hauteur maximale théorique du fil de contact (hf_{max}).

5.3.4 Le désaxement du fil de contact (zigzag), sur le réseau à voie normale, est défini de manière que la circulation soit possible avec un archet de 1450 mm à cornes isolantes. Pour les trams, les chemins de fer à crémaillère et les chemins de fer spéciaux ainsi que pour tous les autres réseaux, le désaxement est défini de manière que la circulation soit possible avec toutes les largeurs d'archets admis par le gestionnaire d'infrastructure.

5.3.5 L'écartement vertical entre le fil de contact et le câble porteur en milieu de portée est défini de manière que, en cas de court-circuit, la caténaire ne puisse pas être endommagée.

5.3.6 De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[10].

[9] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[10] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.4 Rails de contact

5.4.1 Pour les rails de contact au-dessus des véhicules, les dispositions sur les lignes de contact s'appliquent par analogie.

5.4.2 Sur demande, l'Office fédéral des transports (OFT) décide d'une part de l'admissibilité de rails de contact aux abords et au niveau des voies, d'autre part des mesures de protection correspondantes à prendre. Il y a lieu de respecter en tout cas les instructions de SN EN 50122-1[11], chiffres 4.2 et 5.5.

5.5 Lignes de contact multipolaires

5.5.1 Les fils de contact de lignes de contact multipolaires sont suspendus de manière à ce que la distance d'isolement entre eux soit respectée.

5.5.2 La définition des mesures de sécurité part du principe que tous les fils de contact sont sous tension.
Sur les réseaux de trolleybus, le pôle mis à la terre ou relié à un conducteur de retour de courant est également considéré comme étant sous tension.

5.5.3 Si aucun des fils de contact d'une partie d'un réseau n'est mis à la terre, il y a lieu de surveiller l'isolation de tous les fils de contact par rapport à la terre. Si nécessaire, en cas d'isolation insuffisante, l'alimentation de ladite partie de réseau est déclenchée automatiquement.

5.5.4 Si l'on utilise des pantographes à perches, il faut prendre des mesures appropriées pour que, en cas de déperchage, les parties sensibles des supports (structures porteuses) ne soient pas endommagées et pour éviter tout report de potentiel électrique.
Les supports (structures porteuses) de ligne de contact sont réalisés, autant que possible, de sorte qu'en cas de choc de perche, les structures ou câbles porteurs ne puissent pas tomber.
Les parties des supports (structures porteuses) qui peuvent être mises sous une tension de contact dangereuse, par un pantographe déperché, doivent être isolées des parties des supports (structures porteuses) avec lesquelles on peut entrer en contact.
S'agissant des pantographes à perches sans limitation latérale particulière, il faut tenir compte du fait qu'ils peuvent se déployer latéralement à l'axe du véhicule sur au moins deux tiers de leur longueur.

[11] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.6 Sections de protection

5.6.1 Il y a lieu de placer des sections de protection entre deux sections de ligne de contact appartenant à deux zones d'alimentation dont les tensions, les fréquences ou les phasages sont différents ou peuvent l'être.

5.6.2 Lorsque des raisons de sécurité exigent une évacuation immédiate d'un véhicule, la partie neutre de la section de protection doit pouvoir être commutable.

5.6.3 Si une section de protection est facultative, son état doit être indiqué au personnel roulant de manière appropriée.
En cas d'un contexte de signalisation en cabine, l'état doit être indiqué dans la cabine de conduite.

5.6.4 Sur les tronçons interopérables, les sections de protection doivent correspondre aux spécifications techniques pour l'interopérabilité (STI)[12].

5.6.5 La longueur de la section de protection est coordonnée avec les différentes configurations de pantographes possibles.

5.7 Croisements de lignes de contact

Les croisements de lignes de contact à tension, phasage ou fréquence différents sont réalisés de manière à présenter une distance d'isolement suffisante, tant à l'état statique que lors du passage de véhicules.

5.8 Sectionnements

La réalisation de sectionnements (isolés ou non) correspond à la norme SN EN 50119[13] ch. 5.12.

[12] Voir annexe 7 OCF
[13] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.9 Distance de protection électrique

5.9.1 Une distance de protection électrique suffisante doit séparer les parties sous tension et les parties entièrement ou partiellement conductrices qui ne sont pas sous tension.

5.9.2 En fonction de la tension nominale du fil de contact U_n, la distance de protection électrique dans l'air b_e doit correspondre au moins :

a. aux valeurs visées par la SN EN 50119, ch. 5.1.3 et 5.1.4 sur les tronçons à voie normale qui ne sont pas énumérés à l'annexe 5 OCF ;

b. aux valeurs visées par la SN EN 50119, ch. 5.1.3 et 5.1.4 sur les autres tronçons ; si cela n'est pas possible, il y a lieu d'appliquer les valeurs du tableau ci-après :

U_n [kV]	b_e [mm]
≤ 1,5	35
> 1,5 … ≤ 3,0	50
> 3,0 … ≤ 10,0	100
> 10,0	$10 \cdot U_n$ [kV]

5.9.3 Pour les parties entièrement ou partiellement conductrices qui ne sont ni sous tension ni reliées au conducteur de retour de courant, la distance de protection dans l'air b_e doit être multipliée de manière appropriée, généralement par le facteur trois, mais elle doit être d'au moins 150 mm.

5.9.4 S'il n'est pas possible de respecter les distances de protection électrique entre les parties nues sous tension et les parties conductrices d'ouvrage ou d'installations, il faut poser une gaine isolante.

5.10 Les installations de la ligne de contact qui, du fait de leur méthode de construction, constituent un danger d'électrocution pour les oiseaux doivent faire l'objet de mesures préventives afin que les oiseaux ne puissent pas y déclencher de défauts à la terre ni de courts-circuits.

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

5.11 Lignes de contact dans les installations de lavage

Lorsque la ligne de contact d'une installation de lavage est sous tension pendant le lavage, il faut assurer que :

a. les défauts éventuels soient décelés automatiquement et que la ligne de contact soit alors déclenchée ;
b. l'isolation de la ligne de contact corresponde aux conditions d'emploi ;
c. les parties actives de la ligne de contact ou du système de prise de courant ne soient pas aspergées directement avec des liquides ;
d. les composantes électriques des véhicules soient placées et montées de manière appropriée pour le lavage sous tension.

5.12 Lignes de contact dans les zones avec risque d'explosion

Dans des domaines à risque d'explosion, les lignes de contact ne peuvent être construites que si elles sont ensuite déclenchées, mises en court-circuit et à la terre ou connectées avec le conducteur de retour de courant pendant les périodes de dangers d'explosion.

6 <u>Supports (structures porteuses) de ligne de contact</u>

Les supports (structures porteuses) de ligne de contact doivent être dimensionnés de façon sûre.

6.1 Les supports (structures porteuses) de ligne de contact sont dimensionnés en principe d'après les normes SN 505 260 à SN 505 267 ou SN EN 1990 à SN EN 1999[14].

6.2 Les charges mécaniques sur les supports (structures porteuses) des installations de la ligne de contact sont déterminées en principe conformément aux SN 505 261 ou SN EN 1991.

6.3 A titre complémentaire, le requérant peut reprendre les charges mécaniques ferroviaires spécifiques et le dimensionnement conceptuel de la norme SN EN 50119. Il y a lieu de respecter les règles suivantes :

a. Les dérogations par rapport aux valeurs conseillées sont motivées.
b. Les réglementations de la norme susmentionnée qui ne sont pas requises pour le trafic de banlieue sont applicables en Suisse également au trafic de banlieue.

6.4 Le dimensionnement des structures porteuses principales (jougs, portiques, mâts spéciaux, etc.) d'une part, la preuve de la portance interne des fondations des installations de la ligne de contact d'autre part, doivent être conformes à SN 505 262, 505 263 et 505 265 ou à SN EN 1992, 1993 et 1995.

[14] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

6.5 On applique les règles suivantes au dimensionnement géotechnique des fondations des installations de la ligne de contact, telles que fondations monolithiques, fondations superficielles et fondations sur pieux :

a. Le dimensionnement géotechnique (portance extérieure) doit être conforme aux indications de SN 505 267 ou de SN EN 1997-1.

b. Si le dimensionnement géotechnique est conforme à SN EN 1997-1, et jusqu'à ce que les paramètres soient déterminés au niveau national (NPD) pour la Suisse, il y a lieu de proposer des paramètres spécifiques au projet (par ex. facteurs partiels, formules de vérification etc.), de les justifier au moyen de calculs de comparaison et de les faire figurer dans la convention d'utilisation.

c. En matière d'exigences relatives à la protection contre la corrosion pour les pieux et les ancrages, ainsi qu'au dimensionnement et à l'examen des ancrages, on applique dans tous les cas les indications de la SN 505 267.

d. Les limites de service à respecter (surtout étirement, basculement, déplacement) sont fixées par l'exploitant et reportées dans la convention d'utilisation.

6.6 Les supports (structures porteuses) de ligne de contact doivent être protégés contre la corrosion.

6.7 Les limites de service à respecter pour les supports (structures porteuses) de ligne de contact et les structures porteuses combinées (par ex. ligne de contact et ligne de transport) sont fixées et font l'objet d'une documentation de la responsabilité du gestionnaire de l'infrastructure.

6.8 Les supports (structures porteuses) de ligne de contact permettent de circuler sur le tronçon avec des véhicules électriques et de respecter les exigences imposées à la ligne de contact et ce, dans toutes les conditions d'exploitation.

6.9 Dans la mesure où les ch. 6.1 à 6.8 ne contiennent aucune réglementation dérogatoire, le requérant peut appliquer la norme SN EN 50119[15], ch. 6.

6.10 Pour le respect des tensions de contact maximales autorisées, les installations dont la mise à la terre passe par les mâts et leurs fondations sont équipées de connexions à haute conductivité. Cela nécessite des connexions entre mât et banquette et à l'intérieur de la banquette, une bonne conductivité entre la fondation et le terrain et une faible résistivité du sol.

[15] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

7 Emploi de composants de la ligne de contact

Les composants de la ligne de contact remplissent les exigences sécuritaires mécaniques et électriques requises pour leur emploi.

7.1 Les composants de la ligne de contact correspondent à la norme SN EN 50119[16] en matière de matériaux employés et pour leur conception mécanique et électrique. De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[17].

7.2 Le dimensionnement électrique tient compte des surtensions prévues, des courants de service et des courants de court-circuit ainsi que de la température ambiante. Les températures des fils ne doivent pas dépasser les températures admises pour les différents conducteurs en régime normal et en court-circuit.

8 Equipements sur ou aux abords des installations de la ligne de contact

Des équipements tiers sur ou aux abords des installations de la ligne de contact ne doivent pas compromettre l'exploitation ferroviaire.

8.1 Câbles et lignes électriques aériennes à proximité des lignes de contact

Des lignes à usages ferroviaires et non-ferroviaires peuvent être montées sur des supports (structures porteuses) de ligne de contact lorsque la sécurité de l'exploitation ferroviaire est garantie, lorsque cela n'engendre pas d'augmentation du risque jusqu'au degré intolérable et lorsque la maintenance des installations électriques n'en est pas entravée.

8.2 Signaux

8.2.1 Les signaux pour l'exploitation ferroviaire destinés à être montés sur les supports (structures porteuses) doivent l'être de manière que leur maintenance ne compromette pas l'exploitation ferroviaire. Si la ligne de contact doit être déclenchée pour cette maintenance, il faut tenir compte des conséquences sur l'exploitation ferroviaire.

8.2.2 Des avis de mise en garde et les panneaux de signalisation peuvent aussi être fixés à des parties de la ligne de contact sous tension, à condition que les critères des chiffres 6.1, 6.2 et 9 soient respectés.

[16] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[17] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

8.3 Installations électriques à basse tension et de télécommunications

8.3.1 Les installations électriques à basse tension et de télécommunications ne peuvent être fixées à des supports (structures porteuses) de l'installation de ligne de contact que si les deux gestionnaires de l'infrastructure ont signé une convention écrite pour la sécurité de l'exploitation et la maintenance.

8.3.2 Les mesures de protection doivent être réalisées selon SN EN 50122-1[18], ch. 7.
Il est interdit de faire usage de la possibilité de raccorder un conducteur de protection selon SN EN 50122-1, ch. 7; figures 22 et 23, pour les parties d'installation isolées et reliées au conducteur de retour de courant.

8.3.3 Les corps d'éclairage, ainsi que leurs conduites, qui sont suspendus à leurs propres câbles porteurs sur des parties sous tension d'une installation de la ligne de contact, doivent être ;

8.3.3.1 si des parties sous tension de l'installation de ligne de contact peuvent être touchées lorsque ces systèmes d'éclairage s'abaissent ou tombent ;

a. dimensionnés d'après SN EN 50122-1, ch. 7.3, ou
b. alimentés par un transformateur monté en dehors de l'installation de la ligne de contact et séparé galvaniquement (le transformateur de séparation et ses raccordements doivent être conçus pour une surtension temporaire égale à la tension nominale de la ligne de contact).

8.3.3.2 si des parties sous tension de l'installation de ligne de contact ne peuvent pas être touchées lorsque ces systèmes d'éclairage s'abaissent ou tombent :

a. dimensionnés d'après SN EN 50122-1, ch. 7.4, ou
b. alimentés par un transformateur monté en dehors de l'installation de la ligne de contact et séparé galvaniquement.

[18] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

8.3.4 L'isolation de l'installation de ligne de contact ne doit pas être pontée par des raccordements électriques à basse tension.

8.3.5 Les câbles porteurs, situés au dessus de parties conductrices d'une installation de ligne de contact et qui ne font pas partie de celle-ci, doivent être :

a. dimensionnés d'après SN EN 50122-1[19], ch. 6.3.1, le ch. 6.3.1.2 n'étant toutefois pas applicable, ou

b. isolés de manière qu'en cas de contact involontaire avec des parties sous tension de l'installation de ligne de contact, aucun report de tension ne se produise sur des parties avec lesquelles on peut entrer en contact, si la ligne de contact est à basse tension.
Dans la mesure du possible, la protection par rapport aux câbles porteurs sous tension qui pendent doit être assurée par des distances suffisantes.

8.3.6 Des dispositifs, notamment des signaux à proximité des fils de contact, ne doivent pas entraver la maintenance de l'installation de ligne de contact.

8.4 Possibilité de déclencher et de déconnecter pour les transformateurs installés sur les installations de la ligne de contact

8.4.1 Un transformateur directement alimenté par l'installation de la ligne de contact sur laquelle il est monté, est considéré comme étant déconnecté du réseau quand ladite installation est déclenchée et connectée au conducteur de retour du courant.

8.4.2 L'exploitant de tels transformateurs montés sur des installations de la ligne de contact vérifie par une évaluation des risques la nécessité d'installer une signalisation, bien visible si nécessaire, afin de pouvoir contacter le poste de commande pour exiger un déclenchement.

8.4.3 Un transformateur monté sur l'installation de la ligne de contact doit au moins pouvoir en être déconnecté de la manière suivante :

- côté primaire : par un coupe-circuit de haute tension ou
par un coupe-circuit à cornes d'amorçage facile à couper

- côté secondaire : par une sécurité ou au moins un interrupteur-sectionneur à coupure en charge

Durant la procédure de séparation du transformateur, il faut respecter les distances de sécurité selon les DE-OCF ad art. 45, DE 45.3, déclencher toutes les parties importantes de l'installation de la ligne de contact et les connecter au conducteur de retour de courant.

8.4.4 Les lignes d'apport vers des transformateurs de tension et des parasurtenseurs n'ont pas besoin de pouvoir être déconnectées individuellement et sous tension.

[19] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

9 Protection au toucher direct

Toutes les parties sous tension d'une installation de ligne de contact, ainsi que les équipements de véhicules en contact avec celle-ci doivent exclure tout rapprochement ou toucher involontaire. Aux endroits où il est permis de pénétrer uniquement à des fins de service, il est possible de prendre des mesures qui correspondent aux conditions spéciales à considérer.

9.1 Entre des installations de ligne de contact et des bâtiments qui sont proches, les distances minimales sont prescrites dans l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (OLEI)[20]. Ces distances peuvent être réduites lorsque des mesures appropriées garantissent et attestent la protection contre un rapprochement et un toucher involontaires.

9.2 Les mesures de protection au toucher doivent respecter SN EN 50122-1[21], chiffres 5.1, 5.2, 5.3, 5.5 et 5.6.
Dans les lieux publics, où la présence d'installations électriques n'est pas immédiatement détectable, il faut prendre des mesures supplémentaires sur la base des caractéristiques locales et des risques à considérer.
De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[22].

9.3 Les éléments de construction d'une installation de ligne de contact ne sont pas considérés comme des surfaces de stationnement au sens de SN EN 50122-1, chiffre 5.2.1.

10 Avis de mise en garde

10.1 Là où les conditions locales accroissent le potentiel de mise en danger en matière de rapprochement avec des parties sous tension et de leur toucher, les installations ferroviaires à haute et basse tension doivent être signalées par des avis de danger bien visibles.

10.1.1 Pour l'information du public, les avis de danger requis doivent signaler le danger par des moyens facilement lisibles d'une part, et résistants aux intempéries d'autre part.

10.1.2 Aux emplacements destinés au chargement et au déchargement de marchandises, ainsi que sur les véhicules sur lesquels les opérations de chargement et de déchargement se font à proximité de la ligne de contact, il y a lieu de signaler que ces opérations imposent le déclenchement de la ligne de contact, puis sa mise à la terre (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et liaison au conducteur de retour de courant).

10.1.3 Les câbles à haute tension qui sont facilement accessibles doivent être munis d'avis de danger aux endroits appropriés.

10.1.4 Le texte des avis de mise en garde doit être rédigé dans la langue nationale principalement en usage dans la région concernée.

---

[20] RS 734.31
[21] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[22] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.c Installations de la ligne de contact)

10.1.5 Les modèles (exécution et couleurs) des avis de danger sont prescrits ci-après.

Figure 1

Figure 2

Figure 3

10.2 La forme et la pose des mises en garde doivent être conformes à SN EN 50122-1[23], chiffre 5.2.3.

10.3 Les équipes d'intervention compétentes sont instruites en ce qui concerne les installations électriques. Cette instruction comprend notamment les mesures nécessaires par rapport aux installations à haute et basse tension, ainsi qu'aux véhicules ferroviaires.

[23] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 44 RETOUR DU COURANT DE TRACTION ET MISE À LA TERRE

DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre

1 Principe du retour complet et fiable du courant de traction

Le courant de traction doit retourner à la sous-station de manière fiable et aussi complète que possible par les cheminements prévus à cet effet.

1.1 Le conducteur de retour de courant est dimensionné pour suffire au courant prévisible correspondant.

1.2 Pour les chemins de fer à courant continu, les valeurs-limites des conductances linéiques doivent être respectées, conformément à SN EN 50122-2[1], ch. 5.2.

1.3 Pour toutes les installations et tous les systèmes de mise à la terre situés dans le secteur d'influence du système de retour du courant de traction, il y a lieu d'établir, à temps durant la planification, un concept de retour de courant et de mise à la terre d'une part, d'en dresser la documentation d'autre part. Font exception les cas très simples.
Si plusieurs exploitants sont concernés, le concept susmentionné correspond à une solution concertée.

1.4 Rail de roulement comme conducteur de retour de courant

1.4.1 Si le rail de roulement est utilisé comme conducteur de retour de courant de traction, ce retour de courant doit être possible à tout moment par deux cheminements indépendants l'un de l'autre, chaque cheminement étant dimensionné pour suffire au courant prévisible.

1.4.1.1 Est considéré comme cheminement indépendant :

a. tout rail de roulement courant soudé ou équipé de liaisons présentant une bonne conduction électrique, y compris les dispositifs d'annonce de voie libre sans joint isolant,
b. une corde de retour de courant d'au moins 95 mm^2 de section (en équivalent cuivre), posé sur des mâts ou dans le sol de manière contrôlable,
c. une voie isolée à deux rails de roulement est considérée comme un seul cheminement,
d. une voie isolée à un rail de roulement est considéré comme un seul cheminement.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

1.5 Connexions électriques aux rails de roulement

1.5.1 Les circuits de retour et les connexions aux rails de roulement sont réalisées conformément à SN EN 50122-1[2], chiffre 10.3.

1.5.2 La rigidité et la conductivité des conducteurs et de leurs connexions ne doivent pas être compromises par des modifications de l'assiette de la voie dues à l'exploitation, ni par des ébranlements dus à des véhicules.

1.5.3 Autant que possible. les conducteurs et leurs connexions sont protégés des éventuels dégâts dus aux travaux de maintenance de la voie.

1.5.4 En cas de court-circuit, les conducteurs et leurs connexions doivent résister aux charges dynamiques et thermiques.

Les conducteurs et les points de raccordement doivent être contrôlables. Là où un contrôle visuel n'est pas envisageable, l'examen électrique de chacun des conducteurs doit être possible.

1.5.5 Les connexions électriques aux rails de roulement ne doivent pas compromettre de façon inadmissible la solidité des rails de roulement.

1.6 Retour du courant à la sous-station

1.6.1 La manière de réaliser les connexions aux barres collectrices pour le courant de retour, situées dans la sous-station, est prescrite par SN EN 50122-1, chiffre 10.3.

1.6.2 En pleine voie, les connexions à la sous-station, à partir du rail de roulement, doivent être réparties sur au moins 50 m, ou, dans le cas de rails encastrés jusqu'à l'arête supérieure, sur au moins 5 m.

1.6.3 Les cordes de retour de courant dans la zone de la sous-station (lorsqu'elles sont reliées à la sous-station) sont raccordées au rail de roulement, qui est conducteur du courant de retour, conformément aux exigences électriques et mécaniques.

1.6.3.1 Aux sous-stations, les connexions aux rails de roulement doivent être facilement accessibles et bien visibles ou marquées.

[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

1.7 Marquage du conducteur de retour du courant et du conducteur de terre

1.7.1 Lorsqu'il y a risque de confusion entre les conducteurs du système de retour de courant et ceux des systèmes de mise à la terre, il faut prendre des mesures pour éviter ce risque. On doit notamment chercher à empêcher que des conducteurs parcourus par des courants soient interrompus par erreur ou que des tensions dangereuses pouvant mettre en danger des personnes résultent de situations confuses.

1.7.2 Dans les installations nouvelles ou à modifier, les conducteurs de terre et de retour du courant doivent être marqués de la façon suivante :

1.7.2.1 Entre les divers points de son système, le conducteur de retour du courant et ses connexions se distinguent comme suit :

a. les conducteurs isolés en jaune, ou dans une couleur neutre (noir ou gris), avec un marquage durable en jaune des points de raccordement, ou
b. des conducteurs nus, pour les chemins de fer à courant alternatif, à condition que cela n'entraîne pas de report du potentiel du rail, ni de rapprochements non autorisés par rapport à des parties sous tension ou avec des systèmes de mise à la terre.

1.7.2.2 Les circuits de retour de dispositifs d'annonce de voie libre sont munis d'isolations dont les couleurs sont spécifiques à l'installation, ou sans isolation mais avec un marquage durable en jaune des points de raccordement.

1.7.2.3 Les circuits de retour aux sous-stations, aux redresseurs de courant, aux transformateurs et aux transformateurs de tension doivent se distinguer comme suit :

a. les conducteurs isolés en jaune, ou dans une couleur neutre (noir ou gris), avec un marquage durable en jaune des points de raccordement, ou
b. des conducteurs nus avec un marquage durable en jaune des points de raccordement, pour les chemins de fer à courant alternatif, à condition que cela n'entraîne pas de report du potentiel du rail, ni de rapprochements non autorisés par rapport à des parties sous tension ou avec des systèmes de mise à la terre.

1.7.2.4 Les conducteurs d'égalisation du potentiel et les conducteurs de protection, qui ne transportent pas de courant en exploitation, se distinguent comme suit :

a. par des conducteurs isolés en jaune-vert, ou dans une couleur neutre (noir ou gris) avec un marquage durable en jaune-vert des points de raccordement,
b. les conducteurs nus dont les points de raccordement sont marqués durablement en jaune-vert sont admis s'ils ne reportent pas le potentiel du rail et s'il n'en résulte pas de rapprochements inadmissibles avec des parties sous tension ou des systèmes de mise à la terre.

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

2 <u>Principe relatif aux tensions de contact dangereuses</u>

Aucune tension de contact dangereuse ne doit se produire dans le système de retour du courant de traction, ni en cas de rencontre de systèmes de mise à la terre.

2.1 Rencontre de systèmes de mise à la terre

2.1.1 En cas de rencontre du conducteur de retour du courant de traction avec des installations à basse tension, qui ne sont pas prévues pour l'alimentation en courant de traction, il faut procéder selon la norme SN EN 50122-1[3], ch. 7.

2.1.2 Les mesures prises dans ce domaine peuvent être consultées dans une documentation déposée durablement à un endroit approprié de l'installation.

2.1.3 L'efficacité d'une séparation du conducteur de retour du courant par rapport à des systèmes de mise à la terre tiers, tout comme la solution inverse d'une liaison galvanique entre eux, doivent pouvoir être vérifiées à tout moment.

2.2 Les tensions de contact autorisées figurent dans les normes SN EN 50122-1, ch. 9 et SN EN 50122-3, ch. 7.
De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[4].

2.3 La façon d'appliquer la notion de tension de contact est définie dans la norme SN EN 50122-1, ch. 3.1.3. Les équipements conducteurs inférieurs à une hauteur de 2,5 m au-dessus de la surface de stationnement, ou distants de moins de 1,75 m, sont considérés comme des équipements avec lesquels il est physiquement possible d'entrer en contact.

2.4 Parmi les fils de contact de lignes de contact multipolaires, ceux qui sont mis à la terre en régime d'exploitation ne doivent pas être utilisés pour la mise à la terre d'équipements.

2.5 Pour identifier un défaut d'isolation dans une installation de distribution de courant continu et empêcher que des tensions de contact dangereuses ne se produisent, il faut procéder conformément à SN EN 50123-7-1, ch. 6.5.7.

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[4] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

3 Mesures de protection contre les effets nuisibles du courant de retour

Le retour du courant de traction ne doit ni déranger ni mettre en danger les installations de chemins de fer ou de tiers.

3.1 Courants vagabonds

3.1.1 Il faut accorder une attention particulière aux courants vagabonds produits par les chemins de fer à courant continu, en raison de leur effet corrosif. Les installations correspondantes doivent être planifiées et construites conformément à la norme SN EN 50122-2[5]. Par ailleurs, la directive C3 de la Société suisse de protection contre la corrosion (SGK) est applicable lors de la mise en œuvre et de l'application des prescriptions.

3.1.2 Si une installation concerne plusieurs exploitants, cela entraîne des mesures de protection concertées entre eux. Au cas où ces exploitants ne parviennent pas à un accord, l'autorité de surveillance de l'installation la plus touchée tranche la question, en accord avec les autres autorités de surveillance.

3.2 Influence électrique

3.2.1 Selon les règles de la technique, les installations et conducteurs, dans le secteur d'influence électrique des chemins de fer, doivent faire l'objet de mesures de protection nécessaires contre l'influence de ces installations, en particulier vis-à-vis du risque de report de potentiel du rail. Il y a notamment lieu d'appliquer l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (ordonnance sur les lignes électriques, OLEI)[6] et la norme VSS 71 260.

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[6] RS **734.31**

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

4 Zone avec des mesures spéciales

Les équipements conducteurs situés d'une part dans la zone de la ligne de contact aérienne et dans la zone de captage du courant, et d'autre part qui ne sont normalement pas sous tension doivent faire l'objet de mesures appropriées conformes à la norme SN EN 50122-1[7], ch. 6, afin d'empêcher toute mise en danger des personnes et des choses, respectivement par les tensions de contact et par des courants de défaut.
De plus, sur le réseau interopérable, les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont applicables[8].

4.1 La zone de la ligne de contact aérienne et la zone de captage du courant sont fixés conformément à la norme SN EN 50122-1, ch. 4.

4.1.1 Au niveau national, les valeurs fixées conformément à la norme SN EN 50122-1, ch. 4.1, figure 1 sont les suivantes :

a. Valeur indicative X :
   3 m pour la haute tension, ou
   2 m pour la basse tension
   Cette valeur X doit être augmentée en fonction du risque à l'intérieur des courbes.
b. Valeur indicative Y :
   conformément à la valeur « bp » selon DE-OCF ad art.18, voie normale, DE 18, images, image 12, ou conformément à la somme des valeurs « bR » et « be » plus 300 *[310]* mm selon les DE-OCF ad art.18, voie métrique, DE 18, images, image 9.
c. Valeur indicative Z :
   0,4 m, si la preuve est fournie qu'un pantographe séparé de la ligne de contact aérienne, suite à une panne, n'est plus sous tension (mises sous tension par la liaison de l'équipement de train avec d'autres pantographes électriquement reliés entre eux ou par freinage du train par récupération, par exemple), ou 2 m dans tous les autres cas.

4.1.2 Les installations de trolleybus étant uniquement en basse tension en Suisse, les valeurs fixées conformément à la norme SN EN 50122-1, ch. 4.3 figure 2 sont les suivantes :

a. Valeur indicative X :
   2 m Cette valeur X doit être augmentée en fonction du risque à l'intérieur des courbes.
b. Valeur indicative Y :
   0,6 m
c. Valeur indicative Z :
   1 m

[7] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[8] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.d Retour du courant de traction et mise à la terre)

4.2 Les armatures en matériau conducteur sur des mâts non conducteurs doivent être reliées avec le conducteur de retour de courant dans les cas suivants :

a. supports (structures porteuses) situés dans les gares et aux arrêts
b. supports (structures porteuses) proches des passages à niveau
c. supports (structures porteuses) haubanés, lorsque la distance entre l'étrier du hauban et les armatures conductrices est inférieure à 0.5 m et que l'ancrage ne comporte pas d'isolateur.

Ces mesures sont superflues si la ligne de contact aérienne est dotée d'une isolation double ou renforcée conformément à la norme SN EN 50122-1[9], ch. 6.2.3.2.

5 <u>Mise à la terre ou raccordement au conducteur de retour de courant d'équipements déclenchés</u>

Lorsqu'aucun dispositif universel de mise à la terre n'est disponible, il faut prévoir des emplacements de raccordement spéciaux ou d'autres dispositifs de mise à la terre appropriés.

5.1 Les points de raccordement prévus aux installations fixes doivent être signalisés. Leur connexion au conducteur de retour de courant doit être contrôlable à tout moment.

6 <u>Liaisons par câble</u>

Les câbles de retour du courant de traction et de mise à la terre sont régis par les prescriptions de la DE-OCF ad art. 44, DE 44.b.

[9] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 44 AUTRES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES SPECIFIQUEMENT FERROVIAIRES

DE 44.e Autres installations électriques spécifiquement ferroviaires

1 Dispositions complémentaires et principes

1.1 Dispositions complémentaires

Dans la mesure où l' l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne contiennent aucune prescription en la matière, les dispositions de l'ordonnance du 7 novembre 2001 sur les installations électriques à basse tension (ordonnance sur les installations à basse tension, OIBT)[2] et les dispositions de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur le courant fort[3] sont applicables dans la mesure du possible aux autres installations électriques ferroviaires.

1.2 Principes

Il y a lieu de tenir compte des exigences spécifiques en matière de système de retour du courant de traction et de la coordination de l'isolation.

Les câbles des autres installations électriques spécifiquement ferroviaires sont régis par les prescriptions de la DE-OCF ad art. 44, DE 44.b.

1.2.1 De manière générale, SN EN 50124-1 et SN EN 50124-2[4] sont applicables au dimensionnement de l'isolation, dans les installations de sécurité. Là où elles ne sont pas applicables, on applique les règles suivantes :

1.2.1.1 Tous les circuits doivent résister de façon suffisante au claquage, les uns par rapport aux autres, par rapport à la masse, par rapport aux manteaux des câbles et contre terre. Les classes suivantes sont valables pour la rigidité diélectrique :

a. isolation renforcée 4000 V, 50 Hz, 1 min. à appliquer aux transformateurs de séparation et aux appareils reliés au câble de ligne,
b. isolation normale 2000 V, 50 Hz, 1 min. à appliquer à tout équipement des installations intérieures et en campagne, à l'exception des transformateurs de séparation, des appareils reliés au câble de ligne et des éléments à très basse tension ou à courant faible des installations intérieures,
c. isolation légère 500 V, 50 Hz, 1 min. à appliquer à des éléments à très basse tension ou à courant faible des installations intérieures.

1.2.1.2 Les circuits, les appareils ou les éléments de construction qui ne peuvent pas avoir une rigidité diélectrique suffisante, en raison de leur construction, doivent faire l'objet d'essais de tension limités à la zone de séparation correspondante. Dans de tels appareils et éléments de construction, les effets des courts-circuits et les contacts intempestifs par des brins ne doivent pas compromettre la sécurité. Si cette condition ne peut pas être remplie, il faut prévoir des mesures de protection qui empêchent les surtensions dangereuses.

---

[1] RS **742.141.1**
[2] RS **734.27**
[3] RS **734.2**
[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 44.e Autres installations électriques spécifiquement ferroviaires)

2 Coordination des mesures de protection

La construction et la modification d'installations électriques non ferroviaires qui se situent sur le domaine d'exploitation ferroviaire doivent être coordonnées à temps, en regard du système de retour du courant de traction, avec le service spécialisé compétent de l'exploitant ferroviaire.

2.1 Les mesures suivantes doivent être déterminées et mises en œuvre de façon concertée afin d'empêcher :

a. toute tension de contact dangereuse
b. toute mise en danger ou tout dérangement non admissible, s'agissant des installations électriques de chemins de fer ou de celles de tiers, par le retour du courant de traction ou par le potentiel ferroviaire.

2.2 La mise en œuvre du concept de mise à la terre doit être assurée.

3 Respect des conditions d'exploitation

Les conditions d'exploitation doivent être respectées.

3.1 L'intégrité de la sécurité des installations de sécurité doit être assurée dans toutes les situations d'exploitation prévisibles des installations électriques. Les situations d'exploitation considérées comme prévisibles sont :

a. le régime normal (par ex. séparation/lien réseau public/ferroviaire) ;
b. les cas de défaut envisageables (par ex. suppression de la séparation galvanique, contact intempestif des masses) ;
c. les contrôles à effectuer (par ex. examens d'installation, essais de fonctionnement).

3.2 Les circuits des installations de sécurité qui ne sont pas mis à la terre doivent être surveillés en matière de défaut à la terre.

3.3 Le conducteur de retour de courant doit être intégré à l'alimentation électrique des circuits à haute ou à basse tension des véhicules garés. Des alimentations électriques sans conducteur de retour de courant intégré au même raccordement sont uniquement autorisées si la preuve d'une sécurité suffisante a été apportée et que l'état de couplage est reconnaissable de manière univoque pour le personnel chargé de l'exploitation.

3.4 Pour l'alimentation des véhicules garés, le gestionnaire de l'infrastructure doit définir des réglementations d'entreprises nécessaires et établir la documentation correspondante.

DE 44 TECHNIQUE DE PROTECTION, DE CONTRÔLE ET DE COMMANDE

DE 44.f Technique de protection, de contrôle et de commande

1 Principes

1.1 Il y a lieu de prendre des mesures de protection organisationnelles nécessaires, qui sont réalisables techniquement et économiquement, contre les cas de défauts électriques dangereux. Ces mesures sont définies par l'état de la technique de protection.

1.2 Dans l'optique de la protection des personnes, il y a notamment lieu de respecter les consignes DE-OCF ad art. 44.d, DE 44.d, ch. 2.2, en matière de tensions de contact autorisées, des cas de défauts électriques. Ce faisant, il faut aussi coordonner les temps de déclenchement, les courants de défaut et les installations de mise à la terre.

1.3 La protection des installations doit notamment tenir compte de l'effet thermique et dynamique des courants de court-circuit qui peuvent se produire, en cas de défauts électriques.

1.4 La conception de dispositifs de protection électrique pour des systèmes d'alimentation ferroviaires en courant alternatif et continu doit se faire selon la norme SN EN 50633[1].

1.5 Mise en exploitation et examen périodique

1.5.1 L'examen pour la mise en exploitation, de même que la maintenance, doivent être fixés et exécutés selon les exigences en matière de disponibilité et de sécurité. Ils font l'objet de procès-verbaux.

1.5.2 L'utilisation de fonctions d'auto-surveillance et d'analyse des cas de défauts, ainsi que de systèmes de protection redondants, peuvent être pris en compte dans la définition de la périodicité d'examen.

1.5.3 Dans tous les cas, les éléments du système de protection, notamment les relais de protection, les disjoncteurs, les transformateurs de mesure, les capteurs, les alimentations, les connexions avec les postes de commande, doivent être examinés.

1.6 La coordination de la protection de la ligne de contact et des véhicules doit respecter :

a. les spécifications techniques pour l'interopérabilité (STI)[2] et la norme SN EN 50388[1], ch. 11, sur les tronçons ferroviaires où l'interopérabilité est exigée,
b. la norme SN EN 50388, ch. 11 sur les autres tronçons ferroviaires.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[2] Voir annexe 7 OCF

(DE 44.f Technique de protection, de contrôle et de commande)

2 Concept de protection

Pour chaque secteur d'alimentation en courant de traction, un concept de protection adapté aux exigences doit être établi et mis en œuvre.

2.1 Le concept de protection traite notamment les thèmes suivants :

a. Détection des défauts et fonctions de protection requises
b. Temps de déclenchement
c. Sélectivité
d. Fiabilité du système de protection (sécurité de déclenchement, redondance)
e. Examen et maintenance

2.2 Le secteur du réseau à considérer comprend, indépendamment de l'exploitant, tout le réseau électrique concomitant. Dans ce cadre, il faut d'une part tenir compte de l'état de couplage en régime normal, d'autre part de toutes les coupures d'urgence autorisées.
Le concept de protection ne peut être établi pour des parties du réseau que si les interfaces sont définies de manière univoque.

2.3 Au moyen de processus appropriés, l'exploitant s'assure que chaque réseau est exploité uniquement selon le concept de protection admis.

2.4 L'exploitant s'assure que le concept de protection est mis à jour et mis en œuvre en conséquence.
Il s'assure que les informations circulent de façon adéquate entre tous les services spécialisés concernés et judicieusement pour l'exploitation ferroviaire.
Les modifications à considérer dans un réseau couvert par un système de protection comprennent notamment sa topologie, les caractéristiques de l'installation (puissance de court-circuit, caractéristiques des lignes), la charge ainsi que les états de couplage et régimes d'exploitation autorisés.

3 Technique de contrôle et de commande

Les installations techniques de contrôle et de commande d'installations d'alimentation en courant de traction servent à l'exploitation ferroviaire et à sa disponibilité optimale. Par principe, elles ne peuvent pas être infaillibles. La protection des personnes et des biens doit être assurée par d'autres processus.

DE 45 Généralités

1 Dispositions complémentaires

Dans la mesure où l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne contiennent pas de prescriptions portant sur les travaux effectués sur des installations électriques ou à proximité, il y a lieu d'appliquer les dispositions de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort)[2] et de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (OLEI)[3].

[1] RS **742.141.1**
[2] RS **734.2**
[3] RS **734.31**

DE 45.1 Sécurisation des lieux de travail

1 La voie comme conducteur de retour de courant

Pour les chemins de fer dont le mode de propulsion est l'électricité, il faut considérer la voie comme conducteur de retour de courant.

2 Installations sous tension

Les installations de la ligne de contact sont considérées comme étant sous tension lorsqu'elles ne sont visiblement pas court-circuitées ni mises à la terre ou liées au conducteur de retour de courant.

3 Visibilité de l'état des installations (par ex. dispositifs de mise à la terre)

A partir du lieu de travail, on doit pouvoir savoir si une installation est mise à la terre (court-circuitée et mise à la terre ou court-circuitée et reliée au conducteur de retour de courant).

4 Sectionneur de mise à la terre et interrupteur de liaison au conducteur de retour de courant

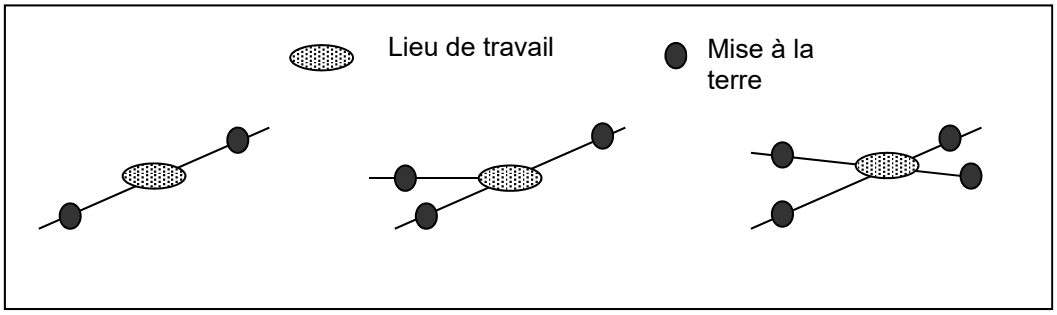
Les sectionneurs de mise à la terre et les interrupteurs de liaison au conducteur de retour de courant sont à assurer contre le déclenchement (= interruption de la liaison) lorsque des travaux sont effectués à proximité des installations ou des conducteurs mis en court-circuit et à la terre ou reliés au conducteur de retour de courant.

5 Mise à la terre (mise en court-circuit et à la terre ou mise en court-circuit et liaison au conducteur de retour de courant) avec les deux rails de roulement

Lors d'une mise à la terre (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et en liaison avec le conducteur de retour de courant) par des dispositifs mobiles (par ex. perche de mise à la terre), il y a lieu de relier préalablement les deux rails de roulement, notamment à proximité de rails de roulement isolés. Là où le raccordement à des rails de roulement n'est pas possible, un raccordement avec un dispositif adéquat particulier est autorisé.

6 Mise à la terre (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et liaison au conducteur de retour de courant) de différentes sections de ligne de contact

Une mise à la terre (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et liaison au conducteur de retour de courant) doit être établie sur toutes les sections de ligne de contact adjacentes (secteurs).
En outre, il faut s'assurer qu'il n'y a ni poste de sectionnement de ligne de contact, ni alimentation, ni parties conductrices de courant entre le lieu de travail et celui du court-circuit et de la mise à la terre ou entre le lieu de travail et l'endroit de la liaison avec le conducteur de retour de courant.



(DE 45.1 Sécurisation des lieux de travail)

7 Autorisation unilatérale des mises à la terre (mises en court-circuit et mises à la terre ou mises en court-circuit et liaisons au conducteur de retour de courant)

Une mise à la terre (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et liaison au conducteur de retour de courant) est uniquement admise d'un seul côté à condition que :

a. dans la section mise à la terre (court-circuitée et mise à la terre ou court-circuitée et liée au conducteur de retour de courant), une alimentation ne soit pas possible depuis l'autre côté, à savoir celui qui ne permet pas une mise à la terre (ni une mise en court-circuit, ni une mise à la terre ni une liaison au conducteur de courant de retour) ;
b. les sections de séparation, par rapport aux sections adjacentes, soient exécutées de façon que le pantographe ne puisse transmettre de tension à la section mise à la terre (court-circuitée et mise à la terre ou court-circuitée et liée au conducteur de retour de courant) ;
c. aucune induction ne puisse survenir du fait d'installations voisines ;
d. lors de travaux sur les toits des véhicules ou lors du montage de ceux-ci, l'alimentation des véhicules ne puisse avoir lieu qu'à partir d'un seul côté.

8 Parties sous tension

Sur les installations de ligne de contact, les isolateurs sont considérés comme étant sous tension jusqu'à la première partie métallique située au sol ou liée au conducteur de retour de courant. Les éléments de construction entièrement isolés (console, câbles, etc., utilisés en particulier pour les lignes de contact à courant faible) doivent être pourvus d'une marque à un endroit attesté comme résistant au courant de fuite. Ce marquage est valable par analogie, tant vis-à-vis d'une mise à la terre que pour une liaison au conducteur de retour de courant.

9 Pontage du conducteur de retour de courant

Avant de séparer des rails de roulement, il faut ponter le lieu de séparation prévu par un conducteur électrique de taille suffisante, de nature à éviter les tensions dangereuses sur la voie et sur les objets liés au conducteur de retour de courant. Les circuits de mise à la terre et de retour liés aux rails de roulement doivent être reliés à ce conducteur de pontage avant d'être séparés des rails de roulement.

(DE 45.1 Sécurisation du lieu de travail)

10 Sécurisation avec la technique de contrôle-commande

Il n'est pas admis que la sécurisation du poste de travail (mise en court-circuit et mise à la terre ou mise en court-circuit et en liaison avec le conducteur de retour de courant puis sécurisation contre les réenclenchements) soit effectuée exclusivement au moyen de la technique de contrôle-commande, sauf pour les dispositifs de commande sur place spécialement prévus pour cette activité et contrôlés.

La sécurisation contre le réenclenchement peut être effectuée sur place ou par la technique de contrôle-commande en combinaison avec des mesures organisationnelles, à condition que la sécurité soit comparable à celle fournie par la sécurisation sur place.

11 Installations de trolleybus et de chemins de fer multipolaires

Dans les installations des trolleybus et dans les lignes de contact multipolaires de chemins de fer, il y a lieu de court-circuiter tous les conducteurs, puis de les mettre à la terre ou de les connecter au conducteur de retour de courant.

DE 45.2 Personnel et équipement lors de travaux effectués sur des installations électriques ou à proximité

1 Supervision, instruction et surveillance de l'état

1.1 Seules des personnes instruites ou compétentes en la matière sont autorisées à superviser et à diriger des travaux menés sur des installations électriques ou à proximité.

1.2 Seules des personnes compétentes sont autorisées à instruire de tierces personnes.

1.3 La surveillance de l'état des installations électriques selon l'annexe 4 de l'OCF doit être effectuée par du personnel instruit (spécialiste comme organe de contrôle des installations ferroviaires).
L'indépendance de la surveillance de l'état desdites installations est régie par la DE-OCF ad art. 14, DE 14.1, ch. 3.

2 Formation équivalente en entreprise d'une personne compétente

2.1 L'exploitant répond de la formation pratique et théorique nécessaire à toute personne compétente en la matière. Cette formation comprend au moins :

a. l'électrotechnique spécifiquement ferroviaire,
b. la technique du domaine spécialisé (par ex. ligne de contact, maintenance de véhicules, éclairage, etc.),
c. le comportement de sécurité, portant notamment sur les thèmes suivants : mesures de protection, dangers du courant électrique, mesures en cas d'accident et de dommages matériels, prévention des accidents et mesures de premiers secours,
d. une expérience pratique dans la construction d'installations électriques sous la conduite d'une autre personne compétente ainsi qu'une expérience pratique de durée adéquate en matière d'installations de ligne de contact, y c. la compétence électrique.

2.2 A l'issue de la formation nécessaire interne à l'exploitation, les personnes compétentes doivent réussir un examen qui porte sur les parties pratique et théorique et qui doit être réalisé par une personne compétente émanant soit de l'exploitant, soit d'un tiers.

2.3 La formation de « personne compétente », équivalente et interne à l'entreprise, se déroulera sous les instructions de personnes compétentes pendant une durée minimale de 5 ans. L'exploitant est autorisé à réduire ce laps de temps à 3 ans, à condition d'en mentionner les motifs et de le documenter.

2.4 L'exploitant rédige une documentation dans laquelle il prescrit le contenu de la « formation de personne compétente », équivalente et interne à l'entreprise.

2.5 L'exploitant détermine dans ladite documentation le temps requis pour acquérir le contenu des formations théorique et pratique.

2.6 L'exploitant doit confirmer par écrit toute nomination en tant que personne compétente.

(DE 45.2 Personnel et équipement en cas de travaux sur des installations électriques ou à proximité)

3 Équipement

Celui qui travaille à des installations électriques ou à leur proximité doit porter un équipement qui réponde aux règles reconnues de la technique.

4 Instructions

Les aménagements techniques ne dégagent pas l'exploitant de l'obligation d'instruire le personnel concerné lors de sa première affectation, puis à des intervalles réguliers. Les instructions dispensées font l'objet d'une documentation.

DE 45.3 Distances de sécurité et mesures de sécurité particulières

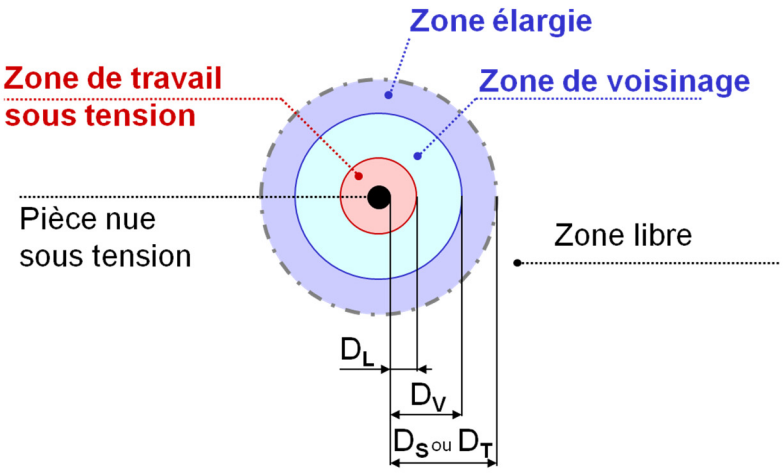
1 Prévenir des accidents dus au courant fort

Afin de prévenir des accidents dus au courant fort, il faut éviter que des parties du corps, ou des objets encore tenus, pénètrent dans la zone de travail sous tension, intentionnellement ou par mégarde.
Seules dérogations : travaux effectués selon la méthode des « Travaux sous tension » ou emploi d'outils conçus en vue d'interventions dans cette zone.

2 Distances de sécurité et mesures pour éviter le contact avec des parties sous tension ou lors de travaux à proximité

2.1 Les distances minimales « **D_L** » et « **D_V** » mentionnées ci-après sont valables pour les installations de ligne de contact.
Pour toutes les autres installations électriques, les distances citées dans l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort)[4] sont applicables.

2.2 Au sujet de la sécurisation du poste de travail, il faut toujours tenir compte de la plus grande distance de sécurité « **Ds** » vis-à-vis de personnes ou d'objets, et de la distance technique « **Dt** » vis-à-vis de machines ou d'appareils.



[4] RS **734.2**

(DE 45.3 Distances de sécurité et mesures de sécurité particulières)

Zones	**Distances / limites extérieures des zones**	**Personnes et objets, ainsi que machines et appareils**
Zone de travail sous tension (commence à la surface des pièces nues sous tension)	**≤D_L**	La distance « **D_L** » est mesurée à partir de la surface des pièces sous tension. La distance ainsi obtenue définit la zone de travail sous tension (Zone TST). Il faut par principe éviter toute pénétration dans la zone TST. Les dérogations sont : a. Déclenchement, vérification de l'absence de tension ainsi que court-circuitage et mise à la terre, ou liaison avec le conducteur de retour de courant afin d'écarter le danger ; b. Mise en place d'écrans de protection adéquats ou d'une isolation (activité comme en zone libre) ; c. Application d'une méthode de travail adéquate éprouvée (notamment qualification des personnes, utilisation à bon escient des outils et des procédures) et vêtements de protection appropriés répondant à l'état de la technique.

(DE 45.3 Distances de sécurité et mesures de sécurité particulières)

Zones	**Distances / limites extérieures des zones**	**Personnes et objets, ainsi que machines et appareils**	
Zone de voisinage (commence à la limite extérieure de la zone de travail sous tension (zone TST)	**D_V**	La distance « **D_V** » est comptée à partir de la surface des pièces sous tension. Travailler dans la zone de voisinage n'est autorisé que si : a. pour des raisons d'exploitation, aucune solution de rechange n'est possible ; il faut alors faire surveiller les personnes qui travaillent par une personne qui les met en garde contre les rapprochements dangereux (par ex. pantographe, câble transversal, bras de retenue, sectionnement, etc.) ; b. la pénétration dans la zone de travail sous tension est exclue par des mesures appropriées ou de surveillance, comme par ex. des personnes qualifiées, une méthode de travail adéquate, des limiteurs actifs sur les engins de chantier ; c. le personnel porte un équipement de protection adéquat répondant à l'état de la technique.	
		Personnes et objets	**Machines et appareils**
Zone élargie (commence à la limite extérieure de la zone de voisinage)	**D_S** >= **D_V** (>> **D_L**) **D_T** > **D_V** (>> **D_L**)	La distance de sécurité « **D_S** » est comptée à partir de la surface des pièces sous tension. Il s'agit de l'extension de la limite de voisinage « **D_V** ». Cette extension est définie au préalable par le responsable des travaux en fonction des objets, des outils et des gestes à exécuter, de la qualification des personnes, des conditions météorologiques, des caractéristiques locales etc.	La distance technique « **D_T** » est comptée à partir de la surface des pièces sous tension. Il s'agit de l'extension de la limite de voisinage « **D_V** ». Il faut tenir compte du fonctionnement normal des engins de construction et d'événements extraordinaires ou spéciaux, tels que p. ex. le délestage, le terrain mou, le balancement de charges, etc. L'extension correspondante est définie au préalable par le responsable des travaux et peut être différente suivant l'orientation.
Zone libre (commence à la limite extérieure de la zone élargie	Pas de limite extérieure	En cas de distance supérieure à « **D_S** », il n'y a plus de mesures particulières, hormis le fait que les personnes soient qualifiées et portent un équipement de protection individuel adéquat.	En cas de distance supérieure à **« D_T** », les machines et les engins fonctionnent sans mesure de protection particulière.

(DE 45.3 Distances de sécurité et mesures de sécurité particulières)

Distances minimales en fonction de la tension de la ligne de contact

U_n	D_L	D_V	D_S	D_T
[kV]	[mm]	[mm]		
=<3	**250**	**1250**	Avant le début du travail, le **responsable des travaux** doit définir la **distance de sécurité** « D_S », en fonction des tâches et de l'affectation des personnes.	Avant d'enclencher les machines et les engins, le **responsable des travaux** doit définir la **distance technique** « D_T ».
11	**500**	**1500**		
15	**500**	**1500**		
25	**500**	**1500**		
33	**750**	**1750**		

U_n : tension nominale de la ligne de contact (désignation)

D_L : issue de la CLC/TR 50488[5] (tableau 2)

D_V : issue de la CLC/TR 50488 (tableau 2)

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 46.1 Installations et équipement de travail

1 Prescriptions complémentaires et principes

Dans la mesure où l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1] et les présentes dispositions d'exécution ne contiennent pas de prescriptions, il y a lieu d'appliquer les dispositions de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les installations électriques à courant fort (ordonnance sur le courant fort)[2] et de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur les lignes électriques (OLEI)[3].

2 Exploitation et maintenance des installations (surveillance de l'état)

L'exploitation et la maintenance des installations électriques englobe notamment les activités et les prescriptions suivantes :

a. Utilisation des installations
b. Instruction
c. Documents d'exploitation actuels
d. Surveillance des processus (par ex. audits, contrôles d'exploitation, inspections)

2.1 Les installations de ligne de contact non utilisées doivent être soit démantelées, soit maintenues dans le même état que celles en exploitation.
Une demande doit parvenir à l'Office fédéral des transports (OFT) au sujet des installations de ligne de contact qui ne sont plus exploitées mais ne sont pas démantelées.

2.2 Au sujet des installations de ligne de contact hors tension, il y a lieu de mettre durablement en court-circuit les deux pôles ou de relier ces installations au conducteur de retour.
Au sujet des installations de ligne de contact multipôles ou de trolleybus hors tension, il y a lieu de mettre tous les conducteurs en court-circuit et à la terre.

[1] RS **742.141.1**
[2] RS **734.2**
[3] RS **734.31**

(DE 46.1 Installations et équipement de travail)

2.3 L'exploitant détermine une période de contrôle pour chaque partie d'installation et pour les équipements de travail. L'ordonnance sur le courant fort fixe le cadre général des périodes de contrôle.

Pour les installations électriques, les périodes de contrôle suivantes sont notamment applicables :

a. une fois par an pour les appareils de protection entre les systèmes de retour de courant et de mise à la terre, de même qu'entre des parties de ces systèmes (notamment court-circuiteur), ainsi que pour les dispositifs de verrouillage et les circuits de retour dans les dépôts et les aménagements consacrés à de la maintenance, les dispositifs de mise en court-circuit et de mise à la terre, les liaisons au conducteur de retour, les sectionneurs de mise à la terre, les isolations doubles avec une masse intermédiaire non mise à la terre ou non liée au conducteur de retour, les connexions des rails, les équipements flexibles et mobiles pour l'alimentation de véhicules dételés,

b. tous les dix ans pour les autres parties du système de retour de courant et de mise à la terre, de même que pour les installations à basse tension destinées exclusivement ou essentiellement à l'exploitation ferroviaire (installations à basse tension spécifiquement ferroviaires),

c. conformément à la DE-OCF ad art. 44, DE 44.f, ch. 1.4.2 pour les dispositifs de protection électrique.

(DE 46.1 Installations et équipement de travail)

2.4 Il y a lieu de vérifier périodiquement l'efficacité de la séparation des systèmes de retour de courant ou de mise à la terre. La périodicité de ces vérifications est déterminée d'après les conditions locales et les activités de construction dans la zone de rencontre des systèmes de retour de courant et de mise à la terre. Lorsque des installations concernées sont régies par l'ordonnance du 7 novembre 2001 sur les installations à basse tension (OIBT)[1], il faut vérifier l'efficacité de la séparation au moins lors du contrôle périodique de l'installation conformément à l'OIBT.

2.5 Lors de la mise en court-circuit et à la terre ou lors de la liaison avec le conducteur de retour de courant, notamment à l'aide de dispositifs mobiles (par ex. dispositifs de mise à la terre), il y a lieu de tenir compte des valeurs des courants de court-circuit dans les installations d'alimentation en courant de traction.

2.6 Les dispositifs de mise en court-circuit et de mise à la terre ou de liaison avec le conducteur de retour de courant (par ex. dispositifs de mise à la terre) doivent être :

a. mis à l'abri des intempéries, des salissures et des dégâts ;

b. facilement accessibles au personnel instruit, si ces perches sont embarquées sur des véhicules.

2.7 Lors des travaux de maintenance des voies, il y a lieu de tenir compte de manière appropriée des liaisons avec les rails de roulement.
Les liaisons électriques avec les rails de roulement doivent être contrôlés régulièrement et remplacés le cas échéant.

3 <u>Equipements de travail</u>

Les appareils et les outils sont considérés comme des équipements de travail.

[1] RS 734.27

DE 46.2 Documentation de l'utilisateur

1 Documentation d'exploitation des installations et de maintenance

La documentation d'exploitation des installations et de maintenance décrit l'installation technique ou les parties de l'installation (selon les let. a à e, de l'annexe 4 de l'OCF) et fournit des instructions pour les personnes qui planifient et exécutent des activités techniques sur ces dites installations. La documentation doit :

a. indiquer de manière vérifiable comment la sécurité de tout ou partie de l'installation est garantie pendant la durée d'exploitation prévue ;

b. fixer les mesures requises en considérant les diverses parties de l'installation et la périodicité desdites mesures ;

c. fixer le délai d'archivage des divers protocoles (attestations) ;

d. décrire la fonction de l'installation et de ses parties ;

e. contenir, pour le personnel technique d'exploitation, des instructions de service et de maintenance de l'installation, avec le déroulement des opérations, ainsi que les instructions détaillées, dans les règles de l'art.

Font nommément partie de ces documents :

- La documentation technique relative aux installations électriques :
  - Description générale des évènements et du produit
  - Concept du conducteur de retour de courant et de mise à la terre, schémas d'alimentation / schémas, plans de disposition
  - Concept des installations de protection et de technique de télésurveillance et d'acquisition de données
  - Manuel général de planification, manuel des composants, manuel de montage et d'installation
  - Manuel de service des fabricants concernant l'exploitation, la maintenance et la réparation des pannes
  - Paramètres d'exploitation (réglages, conditions à respecter)
  - Documentation sur les composants pertinents, types de construction ou certificat de pièces des combinaisons des appareils de coupure
  - Concept et dispositif de sécurité des installations électriques
  - Certificat de sécurité (rapport de contrôle, DS, protocole de mesure et de vérification [M+V])
  - Déclaration de conformité des fabricants
- Description des interfaces avec / sous les parties pertinentes des installations
- Directives pertinentes, aides à l'exécution ou similaires (RTE, ESTI, OFEV, etc.)
- Instructions internes aux chemins de fer : « vêtements de protection », « Enclenchement et mise à la terre (connexion au conducteur de retour de courant) », etc.

2 Langues employées

Les documents sont rédigés et mis à disposition dans les langues employées.

DE 46.3 Documents déterminants pour la sécurité

1 Les documents déterminants pour la sécurité, notamment le schéma d'alimentation et le concept de mise à la terre, doivent rendre compte à tout moment de l'état actuel des installations électriques.

2 L'attestation de la sécurité (rapport de contrôle périodique, DS ou M+V) des installations électriques selon l'annexe 4 de l'OCF doit contenir toutes les indications pertinentes nécessaires à l'évaluation de la sécurité de l'installation.

DE 46.4 Mesures de protection conjointes

1 L'exploitant et les tiers actifs sur ses installations électriques ou à proximité de celles-ci sont tenus de communiquer les mesures de protection à leur personnel dans une langue compréhensible pour eux.

DE 47.1 Exigences essentielles

Les véhicules doivent être construits compte tenu de la superstructure, des ouvrages d'art et des conditions d'exploitation.

1 Sécurité de marche

1.1 La valeur-limite de la somme des forces de guidage ∑Y des véhicules circulant sur les tronçons non interopérables des chemins de fer à voie métrique ou spéciale est (voir aussi DE 31, voie métrique) :

$\sum Y_{lim,\ 2m} = 0{,}85\ (10 + P/3)$ P = charge par essieu en kN.

1.2 L'attestation de la sécurité au déraillement des véhicules circulant sur les tronçons non interopérables des chemins de fer à voie métrique ou spéciale est régie par la directive de l'OFT « Attestations relatives au comportement dynamique des chemins de fer à voie métrique, spéciale et à crémaillère ».

1.3 L'attestation de la stabilité de roulement des véhicules sur les lignes non interopérables des chemins de fer à voie métrique et spéciale, avec une vitesse maximale de 80 km/h, s'appuie sur la norme SN EN 14363 et à 110 % de la vitesse maximale prévue. De plus, la directive « Attestations relatives au comportement dynamique des chemins de fer à voie métrique, spéciale et à crémaillère » de l'OFT doit être considérée.

2 Hypothèses de charge

2.1 La charge admissible par essieu et les distances entre les axes sont fixées en fonction des performances de la superstructure, de l'infrastructure et des ouvrages d'art.

2.2 La différence entre les charges statiques exercées sur les deux roues d'un essieu monté ne doit pas, à vide, dépasser 5 % de la charge par essieu considéré.

2.3 La différence entre les sommes de toutes les charges des roues d'un côté du véhicule et celles de l'autre côté, doit être, à vide, inférieure à:

2.3.1 Chemins de fer à voie normale < 4 % de la masse du véhicule

2.3.2 Chemins de fer à voie étroite < 3 % de la masse du véhicule

2.3.3 Tramways < 3 % de la masse du véhicule

2.4 Des dépassements des valeurs limites selon chiffre 2.3 sont admissibles pour autant qu'il ne soit porté préjudice à la sécurité au déraillement dans une mesure inadmissible. Les dépassements nécessitent l'accord de l'Office fédéral des transports (OFT).

2.5 Pour la construction des véhicules et la détermination de la charge utile, il faut adopter les valeurs suivantes:

2.6 La norme SN EN 15663 sera appliquée pour les véhicules construits pour assurer l'interopérabilité.

(DE 47.1 Exigences essentielles)

2.7 Pour tous les autres véhicules, les dispositions suivantes doivent être appliquées :

		Par m² de surface effectivement disponible pour les places debout	Poids par personne debout ou assise, bagages à main compris
2.7.1	Trafic urbain, tramways	8 places debout	70 kg
2.7.2	Trafic de banlieue et à courte distance	6 places debout	70 kg
2.7.3	Chemins de fer à crémaillère (sans chiffre 2.7.4)	6 places debout	75 kg
2.7.4	Trafic à grande distance sur tronçons à adhérence et/ou à crémaillère	4 places debout	75 kg
		Par m² de surface de plancher	
2.7.5	Compartiments postaux et à bagages	320 kg, toutefois à majorer de manière appropriée s'ils sont utilisés pour des places debout.	

2.7.6 Pour déterminer le nombre de places debout, on se basera sur la somme des surfaces de plancher:

2.7.7 des plates-formes d'accès, sans la surface des marches en contrebas,

2.7.8 des couloirs centraux ou latéraux des compartiments à voyageurs, sans la surface nécessaire pour les jambes, entre ou devant les sièges,

2.7.9 des compartiments à bagages accessibles aux voyageurs,

2.7.10 en admettant que les éventuels strapontins et porte-skis sont relevés.

2.7.11 Pour tenir compte du fait que l'utilisation de la surface de plancher varie selon la disposition des portes et l'aménagement intérieur que celle-ci implique, la surface effective des places debout ne comporte:

2.7.12 pour les véhicules selon chiffres 2.7.1 et 2.7.2, que 85 %

2.7.13 pour les véhicules selon chiffres 2.7.3 et 2.7.4, que 75 %

de la somme des surfaces de plancher susmentionnées.

2.8 Des valeurs plus faibles que celles mentionnées ci-dessus peuvent être admises si une limitation de la charge utile est assurée au moyen de dispositifs de pesée ou de comptage des voyageurs.

(DE 47.1 Exigences essentielles)

2.9 Des dérogations concernant la charge utile sont possibles en fonction du concept d'utilisation prévu, sous réserve du ch. 2.11.

2.10 Pour les bogies des véhicules des chemins de fer à caractère essentiellement touristique, l'attestation de la résistance à la fatigue se fonde sur l'hypothèse selon laquelle tous les sièges et sièges rabattables sont occupés et que les surfaces pour passagers debout sont occupées de manière à atteindre au total 50 % de la charge visée au ch. 2.7, sous réserve du ch. 2.11.

2.11 Les dérogations au ch. 2.7 requièrent l'approbation de l'OFT.

2.12 Les véhicules des chemins de fer à voie normale doivent être attribués aux classes de tronçon selon les règles de la norme SN EN 15528.

2.13 Les véhicules des chemins de fer à voie métrique doivent être attribués aux modèles de charge 4 à 7 indiqués dans la norme SN 505 261. Le classement peut être effectué par la comparaison des charges par essieu ou des charges linéaires effectifs avec les indicateurs correspondants des modèles de charge. Si les charges par essieu ou les charges linéaires effectives du véhicule dépassent les indicateurs du modèle de charge déterminant pour l'infrastructure, le classement doit être effectué par analogie à la méthode de l'annexe B de la norme SN EN 15528, en comparant les forces de coupe de l'infrastructure virtuelle.

3 Afin de garantir la sécurité globale, les véhicules doivent satisfaire aux exigences fixées lors de la conception des systèmes de signalisation et de contrôle de la marche des trains.

3.1 Lors de la construction des véhicules, il faut veiller à ce que les conditions de l'interaction entre les véhicules et les installations de sécurité (dispositifs d'annonce de voie libre, systèmes de détection des trains etc.) soient remplies.

3.2 Sur les tronçons équipés de l'ETCS, les « conditions pour l'utilisation de véhicules sur les tronçons équipés de l'ETCS »[1] font partie intégrante des conditions fixées.

4 Fréquence de résonance

4.1 Sur le réseau 16,7 Hz, les véhicules moteurs électriques munis de convertisseurs électroniques doivent, en-dessus de 87 Hz, avoir un comportement passif dès le 1er janvier 2021.

<u>DE 47.2 Limitation des véhicules et des charges</u>

1 Cf. DE-OCF ad art. 18/47, DE 18.2/47.2:
- voie normale, ch. 1 à 14.
- voie métrique, ch. 1 à 9.

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

VOIE NORMALE

DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements

1 Compte tenu des dispositions d'exécution communes aux DE-OCF ad art. 18/47, voie normale, DE 18.2/47.2 et de la chiffre 8 ci-après où est représentée l'inscription des véhicules dans une voie à écartement s = 1'465 mm, les véhicules des chemins de fer à voie normale ne doivent pas dépasser le contour de référence déterminant. Les véhicules et les chargements dont la limite supérieure du contour de référence O1 est dépassé ne doivent pas comporter de parties mobiles dans cette zone et doivent être mise à terre.

2 Les chargements sont soumis aux mêmes dispositions. Cependant, pour les parties situées du côté intérieur d'une courbe dont le rayon est compris entre 150 m et 250 m et qui se trouvent à plus de 400 mm au-dessus du plan de roulement (PDR) les demi-largeurs du contour de référence seront augmentées de

$$e_i = \frac{40'000}{R} - 145$$

au lieu de

$$e_i = \frac{50'000}{R} - 185 \text{ (valeur pour véhicules)}$$

e_i = surlargeur en mm
R = rayon de la courbe en m

3 Les déplacements verticaux à prendre en considération pour déterminer la hauteur minimale (au-dessus du plan de roulement) des organes situés dans les parties basses du véhicule sont, d'une part, ceux résultant des usures, d'autre part:

3.1 pour les locomotives: le déplacement vertical que subirait la locomotive sous l'effet d'une surcharge égale à 30% du poids maximum en service des masses suspendues ou, lorsqu'il est plus défavorable, l'effet d'un affaissement égal à celui calculé ci-dessus mais ne concernant qu'une partie des suspensions;

3.2 pour les automotrices : le déplacement vertical égal à la totalité du jeu de talonnement des suspensions ou, s'il est plus défavorable, d'une partie d'entre elles;

VOIE NORMALE

(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

3.3 pour les voitures vides : le déplacement vertical de 30 mm des masses suspendues, ou s'il est plus défavorable (∗), d'une partie d'entre elles;

3.4 pour les autres véhicules : le déplacement vertical maximum résultant de la charge et de ses effets dynamiques sur la flexibilité des ressorts, celle du châssis étant aussi prise en considération pour les wagons; sauf mention contraire, ce déplacement sera égal à la totalité du jeu de talonnement des suspensions ou, s'il est plus défavorable (*), d'une partie d'entre elles.

4 Pour des locomotives de ligne circulant sur des dispositifs de voie non escamotables des triages selon les chiffres 10.1 à 10.3 et selon les DE-OCF ad art. 18/47, DE 18.2/47.2, on tiendra compte, en lieu et place de surcharge, des effets de l'effort de traction effectif, mais au maximum de 170 kN.

5 Les véhicules et chargements qui dépassent le contour de référence déterminant sont traités comme des transports avec engagement du gabarit (transport EG). Le gestionnaire d'infrastructure établit la faisabilité et les conditions d'envoi du transport EG sur mandat de l'entreprise de transport ferroviaire. Sont déterminants pour cela les espaces libres, conformément à la chiffre 9, entre le transport EG et les installations fixes ainsi que les véhicules sur les voies voisines. On entend par véhicules au sens de ces prescriptions des véhicules moteurs, des voitures/wagons et des petits wagons ainsi que des machines automotrices ou non-automotrices. Les espaces libres sont à déterminer selon les bases de calcul des chiffres 10 à 12.

5.1 Les espaces libres peuvent s'écarter des bases de calcul des chiffres 9 à 12, pour autant qu'ils sont motivés et que l'Office fédéral des transports (OFT) les a autorisés.

5.2 Le gestionnaire d'infrastructure tient les répertoires nécessaires pour définir les espaces libres des transports EG entre les installations fixes et les véhicules sur les voies voisines, et cela dans une forme appropriée. Il les met à jour.

6 Les appareils fixés sur les véhicules servant au déblaiement de la neige, les machines utilisées pour la pose de la voie, etc. peuvent, lors de leur engagement, dépasser le contour de référence déterminant. L'entreprise ferroviaire édicte les prescriptions nécessaires permettant d'éviter les mises en danger ou les perturbations de l'exploitation.

7 Les rétroviseurs et les marchepieds rabattables ainsi que les portes en position ouverte peuvent dépasser d'au maximum 0,20 m le contour de référence dans la partie située à plus de 0,60 m du PDR. On pourra maintenir en position ouverte les rétroviseurs situés entre 1,7 et 3,0 m au-dessus du PDR, ainsi que les marchepieds et les portes, lors de manœuvres, pour autant qu'il n'en résulte pas de mises en danger pendant la marche, en particulier lors de croisements avec d'autres véhicules et au droit d'installations temporaires.

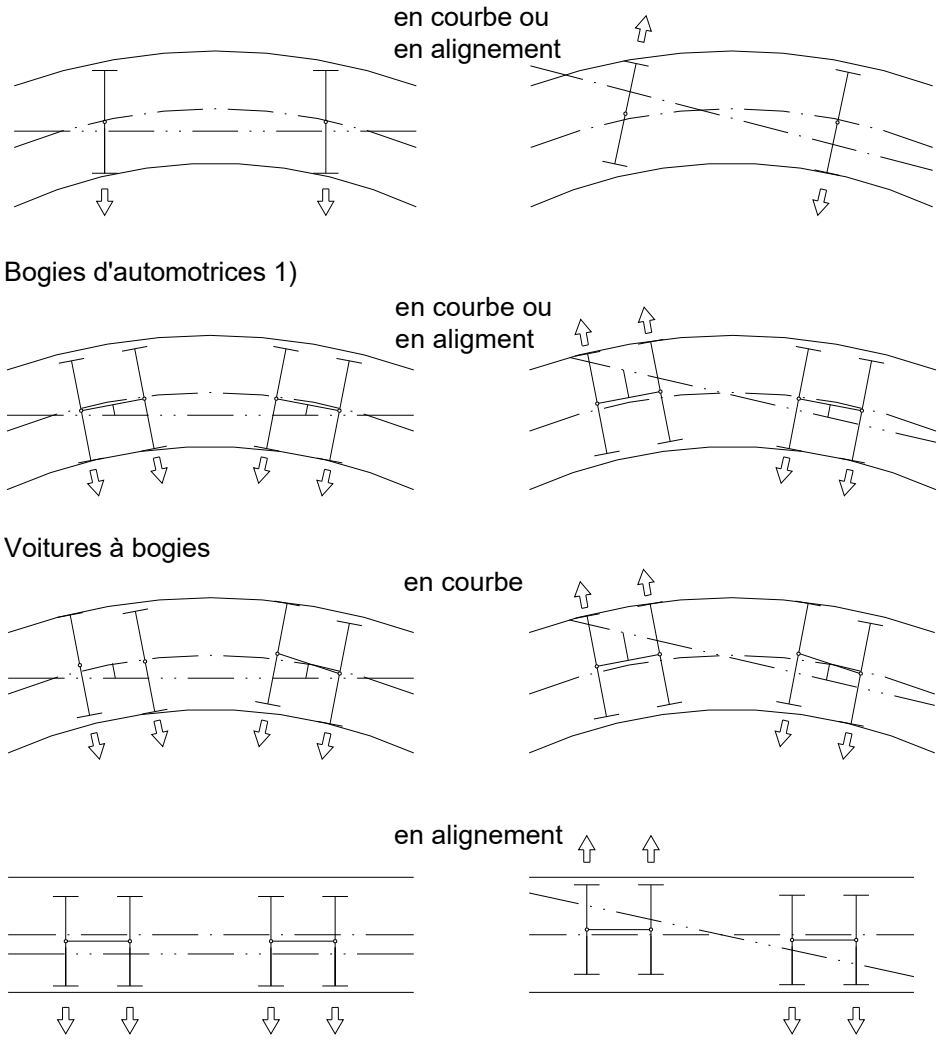
(∗) C'est-à-dire pour les organes dont la projection horizontale est située en dehors de celle du polygone de sustentation et qui sont susceptibles de s'incliner sous l'effet d'un décentrement de la charge.

VOIE NORMALE

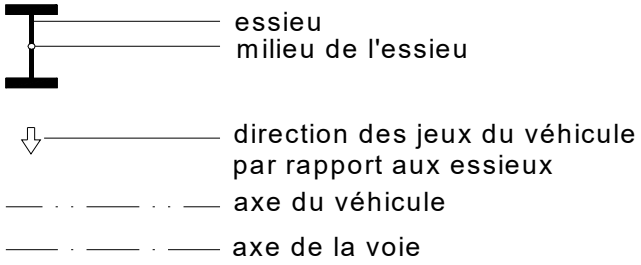
(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

8 POSITIONS D'INSCRIPTION DES VEHICULES SUR LA VOIE

Véhicules à 2 essieux – Bogies et organes qui leur sont liés



1) les automotrices dont le coefficient d'adhérence au démarrage est inférieur à 0,2 peuvent être traitées comme des voitures à bogies



VOIE NORMALE

(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

9 ESPACES LIBRES ET CONDITIONS POUR L'ENVOI DES TRANSPORTS EG

Par rapport aux installations fixes :

Espace libre [mm]		Vitesse autorisée v [km/h]
horizontal	vertical (vers le haut et le bas)	
≥ 100	≥ 80	v de la catégorie de train et de freinage selon le tableau des tronçons
90	70	max 60
80		max 40
70	60	max 30
60		max 20
50	50	max 10
< 50	< 50	Interdiction de circuler sur la voie en question

Lorsque les véhicules ont des suspensions molles, il y a lieu de doubler les distances horizontales du tableau (exemple: voiture à deux étages sur les tronçons non libérés à cet effet).

Par rapport au fil de contact en position de repos :

Espace libre [mm]	Condition
$\geq 1.5 \cdot be$ (correspond à 225 mm à 15 kV~)	aucune
$\geq 1.0 \cdot be$ (correspond à 150 mm à 15 kV~)	Transport EG rigide et avec mise à la terre ferr.
≥ 70 (mais plus petit que 1.0 · be)	Caténaire déclenchée
< 70	Mesures particulières de cas en cas

be: distance électrique de sécurité conformément aux DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, chiffre 5.9

Par rapport aux véhicules sur les voies voisines :

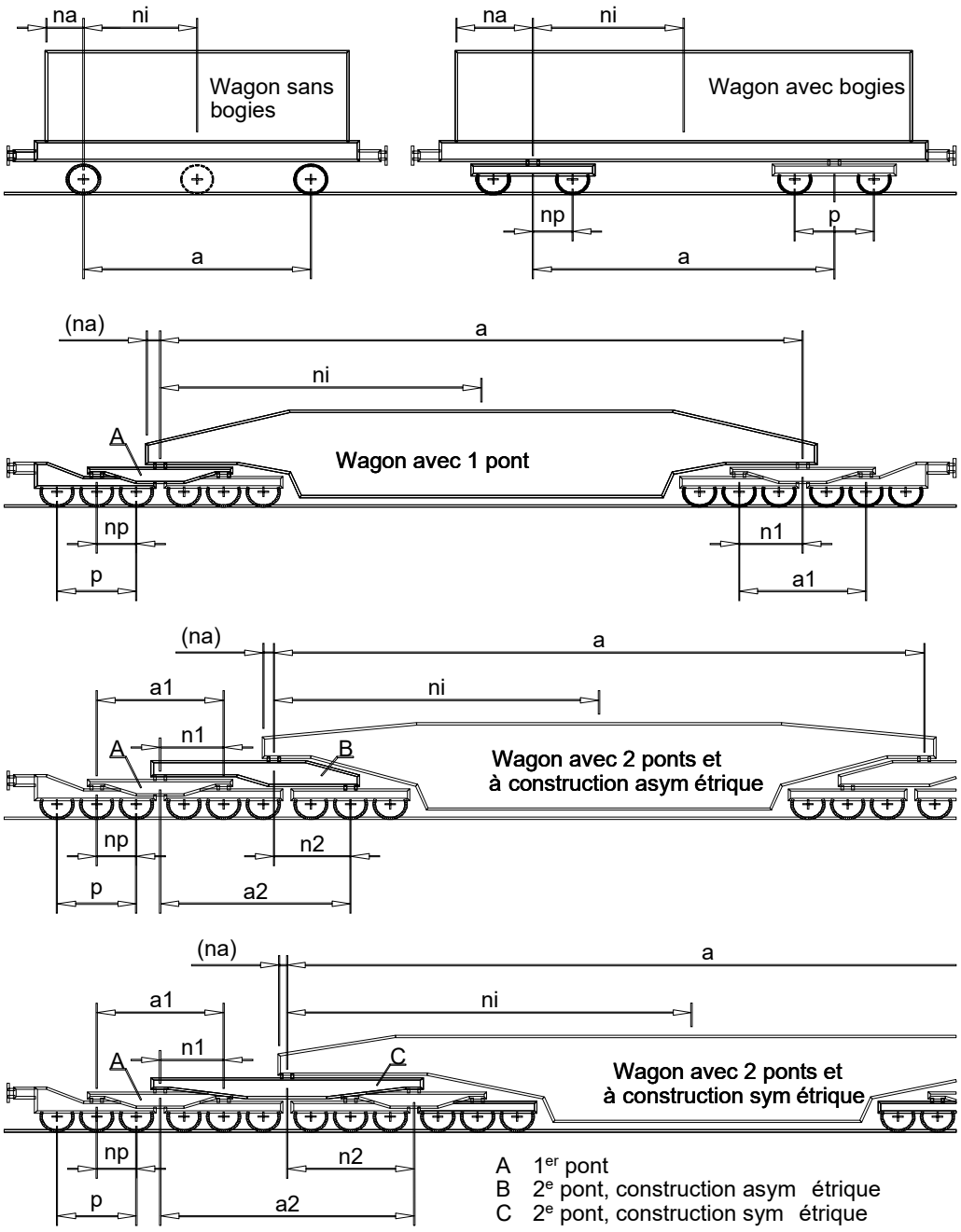
Espace libre [mm]	Rencontre et course parallèle
≥ 200	autorisé
< 200	interdit

VOIE NORMALE

(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

10 BASES ET FORMULES DE CALCUL DES ESPACES LIBRES

Les valeurs indiquées ci-dessous sont pertinentes pour le calcul du déport. Il convient de les utiliser en [m] dans les formules. Les valeurs n'apparaissant pas dans un transport EG concret sont égales à 0 (exemple: p pour un wagon à deux essieux).



VOIE NORMALE

(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

10.1 **Calcul du déport, élément de formule Dp pour les bogies et les ponts:**

$D0 = p \cdot np - np^2$ Bogie, formule générale

$D0 = \frac{p^2}{4}$ Bogie, cas normal (pivot au centre du bogie)

$D1 = a1 \cdot n1 - n1^2$ pour un pont ainsi que 2 ponts avec construction symétrique

$D1 = \frac{a1 \cdot n1 - n1^2}{2}$ pour 2 ponts, construction asymétrique

$D2 = a2 \cdot n2 - n2^2$ pour 2 ponts

$Dp = D0 + D1 + D2$ élément de formule pour les bogies et les ponts

10.2 **Calcul du déport total:**

R rayon de courbure [m]

c somme du jeu latéral [mm] du wagon

Di déport [mm] de la coupe transversale ni par rapport à l'intérieur de la courbe

Da déport [mm] de la coupe transversale na par rapport à l'extérieur de la courbe

Les éléments de formule entre crochets sont égaux à 0 lorsque la voie est droite.

$$Di_R = \left[\frac{a \cdot ni - ni^2 + Dp}{2 \cdot R} \cdot 1000 \right] + c$$

$$Da_R = \left[\frac{a \cdot na + na^2 - Dp}{2 \cdot R} \cdot 1000 \right] + c \cdot \frac{2 \cdot na + a}{a}$$

10.3 **Calcul de l'espace latéral nécessaire à partir de l'axe de la voie dans le rayon de courbure R:**

Bi demi-largeur du chargement [mm] en coupe transversale ni

Ba demi-largeur du chargement [mm] en coupe transversale na

Zi Besoin d'espace latéral [mm] en coupe transversale ni après la courbe intérieure

Za Besoin d'espace latéral [mm] en coupe transversale na après la courbe extérieure

Zg Besoin d'espace latéral [mm] en ligne droite

$Zi_R = Bi + Di_R$

$Za_R = Ba + Da_R$

$Zg = \max\left(Zi_{R\infty}, Za_{R\infty}\right)$

VOIE NORMALE

(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

10.4 **Calcul de la distance minimale entre les voies pour permettre le croisement et les courses parallèles avec des véhicules sur une voie voisine :**

R rayon de courbure [m]

G1 distance minimale de la voie [mm] pour croiser un véhicule sans EG

G2 distance minimale de la voie [mm] pour croiser un transport EG identique

Les éléments de formule entre crochets sont égaux à 0 lorsque la voie est droite.

$Z_R = \max\left(Zi_R, Za_R\right)$ Besoin d'espace latéral déterminant

$G1_R = Z_R + 1575 + \left[\frac{8000}{R}\right] + 42.5 + 200$ lorsque R >= 250 m

$G1_R = Z_R + 1575 + \left[\frac{60'000}{R} - 208\right] + 42.5 + 200$ lorsque R < 250 m

$G2_R = 2 \cdot Z_R + 200$ pour n'importe quel rayon de courbure R

VOIE MÉTRIQUE

DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements

1 Compte tenu des DE-OCF communes ad art. 18/47, voie métrique, DE 18.2/47.2 et du chiffre 5 ci-après où est représentée l'inscription des véhicules dans une voie à écartement s = 1'030 mm, les véhicules des chemins de fer à voie métrique et leurs chargements ne doivent pas dépasser le contour de référence déterminant.

Il faut arrimer et mettre à la terre les chargements qui dépassent la partie supérieure du contour de référence déterminant.

2 Pour déterminer la hauteur minimale au-dessus du PDR des organes situés dans les parties basses des véhicules, il faut vérifier aussi bien le cas d'un affaissement symétrique de la suspension que celui d'un affaissement asymétrique. On prendra en considération le cas le plus défavorable. Pour les automotrices, les voitures et les wagons, on retiendra pour le calcul la totalité du jeu de talonnement des suspensions; pour les locomotives, on retiendra 1,3 fois le poids en service des masses suspendues.

3 Les appareils fixés sur les véhicules servant au déblaiement de la neige, les machines utilisées pour la pose de la voie, etc. peuvent, lors de leur engagement, dépasser le contour de référence déterminant. L'entreprise ferroviaire édicte les prescriptions nécessaires permettant d'éviter les mises en danger ou les perturbations de l'exploitation.

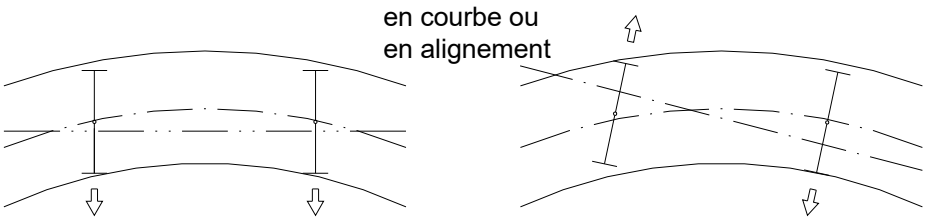
4 Pour un véhicule à l'arrêt, les rétroviseurs déployés et les marchepieds rabattus ainsi que les portes en position ouverte ne peuvent dépasser le contour de référence que s'ils n'entrent pas en conflit avec les espaces de sécurité définis dans les DE-OCF ad art. 18, DE 18.3 et qu'il n'en résulte pas de mises en danger, en particulier lors de croisements avec d'autres véhicules, ainsi qu'au droit d'installations fixes temporaires. Pendant la marche, il en est de même pour les rétroviseurs situés entre 1,7 et 3,0 m au-dessus du PDR ainsi que pour les marchepieds et les portes ouvertes lors de manœuvres.

VOIE MÉTRIQUE

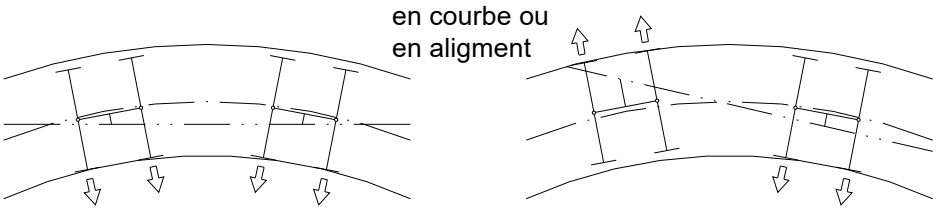
(DE 47.2 Gabarit des véhicules et des chargements)

5 POSITIONS D'INSCRIPTION DES VEHICULES SUR LA VOIE

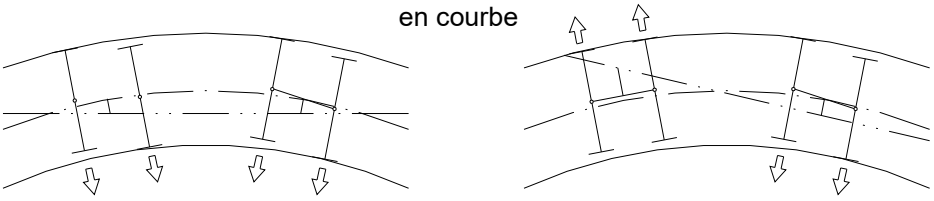
Véhicules à 2 essieux – Bogies et organes qui leur sont liés

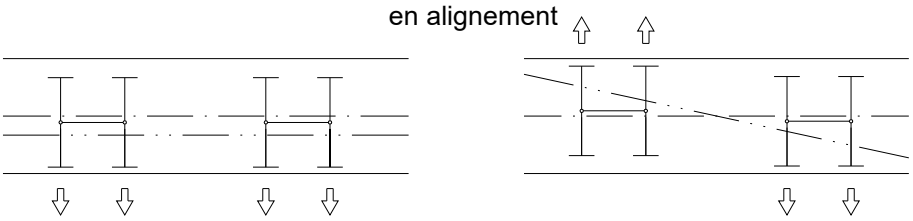


Bogies d'automotrices 1)

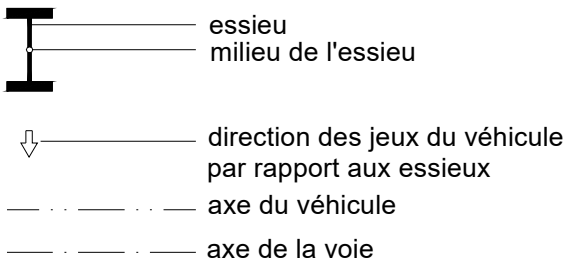


Voitures à bogies





1) les automotrices dont le coefficient d'adhérence au démarrage est inférieur à 0,2 peuvent être traitées comme des voitures à bogies



DE 48.2 Dispositions pertinentes

1. Aménagement en fonction des besoins des handicapés

1.1 L'aménagement de l'espace intérieur en fonction des besoins des handicapés est régi par la DE-OCF ad art. 51, DE 51.1, ch. 3 (aménagement en fonction des besoins des handicapés).

1.2 L'aménagement des zones des portes en fonction des besoins des handicapés est régi par la DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, ch. 4 (accès en chaise roulante et avec déambulateurs).

DE 49.1 Mesure de l'énergie des véhicules non interopérables[1]

1 Mesure de la consommation énergétique.

1.1 La consommation en courant électrique doit être mesurée en temps réel. Le bilan énergétique doit être justifié.

1.2 Si un exploitant de véhicule expose qu'il peut mesurer et suivre autrement la consommation effective d'énergie lors de la course d'un véhicule, il est possible de se passer de l'installation d'un système de mesure sur le véhicule.

1.3 Les données saisies doivent être évaluées par les exploitants de véhicules et les gestionnaires de l'infrastructure afin d'identifier des potentiels d'efficience, d'ordonner des mesures d'économie d'énergie et de vérifier l'efficacité de mesures déjà prises.

1.4 Le conducteur de locomotive doit pouvoir disposer de ces données en temps réel afin de le soutenir dans l'adoption d'un style de conduite efficace en énergie, sans que cela ne le distrait de ses tâches déterminantes pour la sécurité.

1.5 Les données peuvent être utilisées pour le décompte, basé sur la consommation, du captage d'énergie. Dans ce cas, le gestionnaire de l'infrastructure est tenu de fixer les conditions indispensables en matière de qualité et de transmission des données. Afin de garantir l'interface de communication vers les installations fixes, il est recommandé d'appliquer la norme SN EN 50159.

1.6 Les véhicules spéciaux selon l'art. 56, al.1, OCF ainsi que les véhicules qui seront mis-hors service dans les cinq ans suivant l'entrée en vigueur de cette réglementation n'ont pas besoin de mesurer leur consommation énergétique.

DE 49.2 Champ d'application

1 Cela s'applique notamment aux véhicules qui circulent sur les voies de raccordement et n'empruntent une voie ou un tronçon interopérable uniquement jusqu'aux points de réception dans une gare.

[1] Précision de l'art. 10 OCF

DE 50.1 Parties électriques de véhicules

1 Principe de la terre de protection

La terre de protection des véhicules sur rails doit être établie de manière qu'il ne puisse pas se produire de tensions de contact pouvant mettre en danger des personnes.

1.1 Il y a lieu de tenir compte de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur le courant fort[1], 4e chapitre (art. 54, al. 1, art. 55 et 57) ainsi que de la norme sur les installations à basse tension (NIBT), chapitre 4.1 (protection contre les chocs électriques)[2].

1.2 En matière de terre de protection, les normes SN EN 50153[2], SN EN 50343[2] et SN EN 60349-1[2] sont applicables par analogie.

1.3 Les assemblages vissés de manière sûre, sans couche intermédiaire à effet isolant et de section correspondante, sont considérés comme des tresses de mise à la masse, sauf pour les barrières de protection métalliques des équipements électriques.

2 Concept de mise à la terre

La mise à la terre de tous les éléments de construction et systèmes de véhicules doit être définie et mise en œuvre par un concept.

2.1 Le concept de mise à la terre se compose de:

a. schéma de mise à la terre,
b. définition des sections des câbles,
c. rapport AMDEC sur le concept de protection et la mise à la terre d'éléments de construction,
d. attestation de l'impédance entre la caisse du véhicule et le conducteur de protection.

2.2 L'examen des tresses de mise à la terre doit se dérouler conformément aux exigences selon SN EN 50153, chiffre 6.4.4.

3 Isolation

L'isolation des véhicules est exécutée de manière à maîtriser les tensions et à éviter tout amorçage.

3.1 En matière de propagation dans l'air et de courants de fuite, SN EN 50124-1[2] est applicable.

3.2 La rigidité diélectrique doit être testée conformément à SN EN 60077-1[2].

---

[1] RS 734.2
[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 50.1)

3.3 L'examen de chaque appareil (notamment transformateur, moteur de traction, redresseur) doit être conforme aux normes en vigueur.

3.4 L'isolation des trolleybus doit être conforme à SN EN 50502[3].

3.5 Les examens périodiques des trolleybus sont régis par les valeurs prescrites dans SN EN 50502.

3.6 Les valeurs de l'examen périodique de SN EN 50502 s'appliquent aussi aux trolleybus anciens remis à neuf.

3.7 Pour les trolleybus dont l'isolation ne correspond pas à l'état visé par SN EN 50502, il y a lieu de faire effectuer, à intervalles plus brefs, des vérifications à vue des zones d'embarquement par des spécialistes en électricité.

3.7.1 Les contrôles périodiques de ces trolleybus doivent être effectués au plus tard tous les 2 mois ou lorsque le véhicule a roulé 7'500 km, la première valeur-limite atteinte faisant foi, et après toute intervention de maintenance sur le dispositif électrique.

4 Tensions non autorisées

Afin d'éviter les dommages corporels et matériels, l'agencement du véhicule doit garantir la protection contre les tensions non autorisées externes et internes.

4.1 Les mesures de protection contre les dangers électriques doivent être en adéquation avec SN EN 50153.

4.2 L'agencement sur le toit d'appareils à basse et très basse tension ainsi que leur protection doivent être agencés de manière à éviter les surtensions.

4.3 Le véhicule doit pouvoir être déclenché de la ligne de contact en sécurité et à tous les pôles à partir de la cabine de conduite.

4.4 En matière d'exigences de sécurité et de systèmes de connexion, il y a lieu d'appliquer SN EN 50502.

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 50.1)

5 Circuits

Les circuits des véhicules seront protégés contre les surintensités.

5.1 Pour la conception et la protection de circuits, il y a lieu d'appliquer SN EN 50153 et pour les trolleybus SN EN 50502.

5.2 Les véhicules avec pantographe seront équipés d'un disjoncteur principal qui sectionne tous les circuits de la ligne de contact.

5.3 Les véhicules moteurs doivent être protégés des avaries par surintensité par au moins un dispositif de mise hors circuit automatique. Ce dispositif de mise hors circuit doit être en mesure d'interrompre automatiquement et de manière sûre les courts-circuits et les défauts à la terre à l'intérieur du véhicule.

5.4 Chaque circuit individuel doit être protégé contre les surintensités, indépendamment des autres circuits, par des dispositifs de mise hors circuit automatique.

5.5 Lors de l'utilisation du frein électrique, en cas de défaillance de celui-ci, la poursuite du freinage doit être garantie automatiquement et de manière fiable.

5.6 Pour empêcher toute surchauffe dangereuse, les chauffages électriques doivent être équipés d'un dispositif de protection d'énergie et interrompre le courant de manière sûre.
Le dispositif de protection doit agir indépendamment de la régulation et de la source.

6 Sections des câbles électriques

Les sections des câbles électriques doivent être dimensionnées de sorte qu'il ne se produise pas de surchauffe.

6.1 La conception et l'installation des conduites électriques doit être conforme à SN EN 50343.

6.2 Le dimensionnement coordonné de la section des câbles et de la protection de la conduite électrique doit être conforme à SN EN 60865-1[4].

7 Harmoniques

Les véhicules ne doivent produire aucune harmonique qui puisse entraîner des dérangements dans le système global des chemins de fer. La régulation doit exclure toute résonance de réseau indésirable.

7.1 Les instructions du gestionnaire de l'infrastructure doivent être respectées.

7.2 La compatibilité doit être prouvée conformément à SN EN 50388[4] et à SN EN 50238[4].

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 50.1)

8 Approchement de la zone de danger

La pénétration de personnes ou de choses dans la zone de danger de parties sous tension doit être évitée.

8.1 Les revêtements, verrouillages et marquages de parties et d'appareils sous tension doivent être conformes aux SN EN 50153, SN EN 60529[5] et SN EN 60349-1[5] et à l'art. 72 de l'ordonnance du 30 mars 1994 sur le courant fort.

8.2 Pour les trolleybus, SN EN 50502[5] est applicable.

8.3 Il n'est permis de pénétrer dans la zone de danger de la ligne de contact, notamment en montant sur les véhicules, que si la ligne de contact est déclenchée et mise en court-circuit, à la terre ou liée au conducteur de retour de courant conformément aux prescriptions.

8.4 Les couvercles d'appareils avec éléments de commande sont à mettre à la terre.

8.5 Les coffrets d'appareil de circuits à très basse tension peuvent être mis à la terre conformément à SN EN 50153, domaine 1.

8.6 Les éléments de construction métalliques sur le toit doivent être mis à la terre.

8.7 Dans les véhicules, les dispositifs de verrouillage des compartiments abritant des installations sous haute tension doivent être aménagés de manière à ne pouvoir être ouverts que si les circuits sont éteints, mis en court-circuit et mis à la terre.

8.8 Le pantographe ne peut être levé que si les locaux d'appareils sont fermés.

8.9 Les véhicules avec ligne de train dans le domaine de la haute tension doivent être équipés d'un dispositif de sectionnement et de mise à la terre avec lequel on peut déclencher sous charge tous les consommateurs raccordés à la ligne de train.

8.10 L'accouplement / désaccouplement de la ligne de train doit être réglé au moyen de prescriptions d'exploitation.

8.11 Les véhicules ouverts destinés au transport de personnes doivent être protégés en vue de l'exploitation sous la ligne de contact de telle sorte que les parties de la ligne de contact, qu'un dérangement déplacerait vers le bas, provoque le déclenchement de la ligne de contact avant que celle-ci ne soit touchée par les personnes qui se trouvent dans le véhicule.

[5] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 50.1)

9 Tensions résiduelles

Les personnes et les choses ne doivent pas être mises en danger par des tensions résiduelles.

9.1 Les mesures de protection des tensions résiduelles doivent être conformes à SN EN 50153.

10 Batteries et dispositifs de stockage d'énergie

Les batteries et les dispositifs de stockage d'énergie doivent être installés de manière sûre et exploités de manière qu'ils ne puissent pas mettre en danger des personnes ou des choses.

10.1 Les batteries seront montées et exploitées conformément à SN EN 50272-2[6] ou SN EN 50272-3[6].

11 Pantographes

Les pantographes doivent être réglés pour toutes les situations d'exploitation de manière que ni la ligne de contact ni le pantographe ne soient endommagés et que la prise de courant soit continue.

11.1 Il doit être assuré que la prise de courant n'entraîne ni dégâts ni usure inhabituelle de l'archet ou de la ligne de contact.

11.2 Les pantographes doivent être positionnés de telle façon qu'ils entraînent la plus petite surlargeur en courbe possible dans le profil d'espace libre.[7]

11.2.1 Le pantographe doit être placé dans l'axe longitudinal du véhicule; pour les véhicules à bogies, il doit être placé autant que possible dans l'axe du point de rotation, et pour les véhicules à essieux, à la verticale d'un essieu. De cette manière, on peut admettre pour la zone du pantographe, une surlargeur en courbe e = 0. Des dérogations sont possibles en accord avec le gestionnaire de l'infrastructure.

11.3 Les interactions entre pantographe et ligne de contact aérienne doivent être attestées pour les chemins de fer à voie normale conformément à SN EN 50367[6].
La norme peut être appliquée par analogie aux chemins de fer à voie étroite.

11.4 Pour les trolleybus, les perches de prise de courant doivent respecter SN EN 50502.

[6] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[7] Ajouté par chiffre I de l'O du 4 nov. 2009, en vigueur depuis le 1er juillet 2010 (RO **2009** 5991).

(DE 50.1)

12 <u>Appareillages de coupure et de commande</u>

Les appareillages de coupure et de commande dans les véhicules doivent être montés et protégés de manière à ne provoquer aucune mise en danger de personnes ni de choses.

12.1 Les parties de l'équipement électrique qui chauffent beaucoup pendant l'exploitation ou qui produisent des étincelles seront agencées de manière à ne provoquer aucune mise en danger.

12.2 Il faut empêcher par des mesures appropriées, que les accouplements des conduites électriques, puissent être ouverts sous tension dangereuse ou sous charge.

13 <u>Logique de commande</u>

Les dispositifs de commande et de contrôle doivent, si possible, être conçus de manière à signaler les dérangements susceptibles de diminuer la sécurité.

13.1 Sont notamment considérés comme dispositifs devant être conçus conformément à l'ordonnance: la commande des freins (électrique, pneumatique, hydraulique), la commande de la traction, les équipements de sécurité (dispositif de protection contre la survitesse, contrôle de la marche des trains, etc.), le système de verrouillage des portes.

13.2 La coupure de la traction doit être sécuritaire et, pour les véhicules moteurs télécommandés en unités multiples, cette commande doit s'effectuer au minimum par deux canaux indépendants.

13.3 Lorsqu'il n'est pas possible de réaliser certains appareillages ou couplages pour des raisons de coût ou de complexité, il doit alors être possible d'effectuer des contrôles périodiques aisés.

13.4 Les fonctions dont le comportement en cas de défaut ou de dérangements peut influer sur la sécurité sont des fonctions sécuritaires (relevant de la sécurité).

13.5 La preuve de la sécurité technique et fonctionnelle doit être démontrée pour les fonctions sécuritaires.

13.6 On retrouve par ex. des fonctions sécuritaires dans les domaines suivants: commande du véhicule, commande de la traction et du freinage, systèmes de contrôle de la marche des trains, équipements de sécurité, commande de l'inclinaison des trains, commande automatique des trains, commandes des portes.

13.7 Lors de défaillances simples dans la commande et la surveillance des équipements sécuritaires, la sécurité doit être assurée et il doit s'ensuivre une annonce de dérangement correspondante.

13.8 Dans chaque cabine de conduite, il doit être possible en tout temps de façon sûre et fiable de procéder à un freinage d'urgence avec déclenchement automatique de la traction.

(DE 50.1)

14 <u>Antienrayage et antipatinage</u>

Les véhicules moteurs de ligne doivent comporter des dispositifs qui diminuent le patinage et le glissement des roues.

14.1 Les dispositifs dans le sens de cette prescription sont, par exemple, les sablières, les antienrayeurs, le frein antipatinage, les couplages appropriés et les caractéristiques effort-vitesse.

15 <u>Indicateur de vitesse et enregistrement des données</u>

Les véhicules moteurs et les voitures de commande doivent être équipés d'un enregistreur de données à enregistrement durable et la cabine occupée doit en outre être équipée d'un indicateur de vitesse.

15.1 Les enregistrements doivent pouvoir être prélevés et conservés pour analyses.

15.2 Outre le diagramme de la vitesse (en fonction de la distance et du temps), les fonctions suivantes doivent pouvoir être enregistrées:

15.2.1 le déclenchement du serrage rapide par le mécanicien des véhicules qui franchissent de nombreux passages à niveau ou parcourent des tronçons établis en chaussée;

15.2.2 les signaux émis par le contrôle de la marche des trains ou d'autres informations en provenance de la voie;

15.2.3 Lors de la procédure d'homologation, l'Office décide de cas en cas de l'opportunité d'enregistrer d'autres actions ou fonctions (par ex. sifflet, commutation d'engrenage pour les chemins de fer à crémaillère).

15.3 Pour les tramways et les trains tractés par des véhicules du service des manœuvres, un enregistreur de données à enregistrement durable qui n'enregistre que le diagramme de la vitesse sur le dernier tronçon parcouru (enregistreur de fin de parcours) et un indicateur de vitesse dans la cabine de conduite occupée suffisent.

DE 50.2 Dispositif de sécurité et contrôle de la marche des trains

1 En règle générale, les convois doivent être munis de dispositifs de sécurité et de vigilance capables de provoquer l'arrêt du train sur n'importe quel tronçon en cas de malaise du conducteur.

1.1 Est considéré comme dispositif de sécurité un équipement qui oblige le mécanicien à actionner en permanence un organe de commande particulier (par ex. « pédale d'homme mort » ou touche). Si cette action est interrompue, un signal acoustique doit immédiatement ou au maximum après 3 secondes attirer l'attention du mécanicien.

1.1.1 Si le mécanicien n'intervient pas, il faut, après une durée d'avertissement de 3 à 5 secondes ou un parcours de 50 à 100 m, que l'effort de traction soit interrompu automatiquement et que le train soit immobilisé le plus rapidement possible. Le déclenchement du système peut être choisi en fonction de la durée ou de la distance parcourue.

1.1.2 Afin de laisser au mécanicien une plus grande liberté de mouvement et une meilleure vue d'ensemble lors des courses de manœuvre, le fonctionnement du dispositif peut être rendu inopérant pour des vitesses inférieures à 15 km/h, à condition que cela se fasse automatiquement et qu'un freinage déjà commencé ne soit pas entravé.

1.1.3 Les organes de commande (pédale, touche, etc.) seront installés et conçus (effort sur la pédale, pivotement) de manière qu'ils fonctionnent sûrement en cas de malaise du mécanicien, notamment s'ils sont aménagés pour être desservis en position assise.

1.2 Le contrôle de vigilance implique que le mécanicien doit, de plus, confirmer à différents intervalles (mesures en fonction du temps ou de la distance) sa présence active en effectuant certaines manipulations (par ex. lâcher et presser à nouveau la « pédale d'homme mort », actionner le combinateur ou les freins).

1.2.1 Si, durant la marche, cette activité fait défaut sur un parcours de 500 à 1'600 m ou pendant une durée de 30 à 60 sec., un signal acoustique (qui se différencie clairement du signal acoustique du dispositif de sécurité) doit attirer l'attention du mécanicien.

1.2.2 Si ce signal n'est suivi d'aucune intervention, il faut, après un parcours supplémentaire de 200 m environ, que le dispositif enclenche automatiquement un freinage d'urgence de tout le train et interrompe l'effort de traction.

1.3 Si le dispositif a fonctionné et que le train s'est arrêté, ce dernier ne doit pas pouvoir être remis en marche uniquement au moyen d'une nouvelle mise en action de l'organe de commande correspondant (par ex. nouvelle pression sur la pédale) sans actionnement complémentaire.

1.4 Le fonctionnement correct des dispositifs doit pouvoir être essayé par des moyens simples.

1.5 En complément des DE 50.2, les DE 54.2.c, ch. 1 à 4.4 doivent être observées.

(DE 50.2)

2 Sur les tronçons équipés en conséquence, le contrôle de la marche des trains doit être capable de provoquer l'arrêt du train. Le contrôle de la marche des trains doit soutenir le conducteur dans le but que les vitesses maximales ne soient pas dépassées.

2.1 Le système de contrôle de la marche des trains peut agir sur les mêmes appareils que le dispositif de sécurité (DE 50.2). Pour les courses de manœuvre, son action est fixée de cas en cas.

2.2 Le système de contrôle de la marche des trains doit remplir les conditions suivantes:

2.2.1 Système de contrôle de la marche des trains à une seule information « arrêt d'urgence »:

2.2.1.1 Si le train franchit un signal équipé en conséquence, le dispositif doit enclencher automatiquement un freinage d'urgence si le signal est en position d'arrêt.

2.2.1.2 Avant la reprise de la marche après un arrêt d'urgence, il doit rendre attentif le conducteur de locomotive à la cause de l'arrêt du train et attendre sa confirmation correspondante.

2.2.1.2.1 Cette confirmation ne doit normalement pas pouvoir être effectuée depuis la zone du poste de conduite du mécanicien (par ex. touche de réarmement dans l'armoire d'appareillage incorporée dans la paroi arrière de la cabine ou dans un autre local d'appareillage) ou ne doit être possible qu'à l'arrêt.

2.2.1.2.2 Si nécessaire, l'action du dispositif sur le frein et le moteur doit pouvoir être supprimée depuis la cabine de conduite au moyen d'une touche « manœuvre », ceci pour permettre le franchissement des signaux d'arrêt (courses de manœuvre ou dérangement de la signalisation). Il faut ainsi garantir automatiquement que la fonction « freinage d'urgence » ne soit inefficace que pendant un temps limité ou que le convoi ne puisse circuler dans cet état à une vitesse assez élevée. Cet état et l'état de déclenchement du dispositif doivent être indiqués dans la cabine de conduite.

2.2.2 Dans le cas d'un système de contrôle de la marche des trains avec plusieurs informations (« arrêt », « avertissement » et éventuellement « voie libre »), surveille ponctuellement:

2.2.2.1 en sus des conditions figurant au ch. 2.2.1, il doit fonctionner comme dispositif d'avertissement lorsque le convoi franchit un signal équipé en conséquence et indiquant un avertissement.

2.2.3 Pour les systèmes de contrôle de la marche des trains munis de la surveillance continue, la confirmation du mécanicien peut aussi être effectuée à partir de la cabine de conduite pour autant que les conditions suivantes sont remplies:

2.2.3.1 Le contrôle de la vitesse doit se faire de manière continue durant tout le parcours.

2.2.3.2 Chaque actionnement d'un freinage d'urgence doit être enregistré.

2.2.3.2.1 Il faut enregistrer la raison, le lieu et l'heure. La raison de l'actionnement doit ressortir clairement des données enregistrées.

2.2.3.2.2 La raison de l'entrée en action doit être indiquée au mécanicien.

(DE 50.2)

2.2.3.3 Le réarmement ne doit être possible qu'en actionnant plusieurs touches de manière inhabituelle.

2.2.3.4 Le réarmement ne doit être possible qu'à l'arrêt.

2.2.3.5 Il faut offrir des possibilités d'annulation, si nécessaire moyennant une réduction de vitesse, pour franchir les signaux dérangés, ainsi que les aiguilles et les passages à niveau etc. qui ne fonctionneraient pas.

2.2.3.6 Si le système de contrôle de la marche des trains offre aussi des fonctions de surveillance dans le service de la manœuvre, ce mode d'exploitation doit pouvoir être présélectionné dans la cabine de conduite.

2.3 Le fonctionnement correct du système de contrôle de la marche des trains doit pouvoir être examiné facilement (par ex. touche, parcours de vérification).

3 Dès que les dispositifs de sécurité ou le contrôle de la marche des trains entrent en action, l'efficacité de freinage du frein ainsi actionné devra rester constante pendant une durée suffisante.

3.1 La condition suivant laquelle l'effort de freinage du frein mis en action par les dispositifs de sécurité ou du système de contrôle de la marche des trains doit rester constant pendant une durée suffisante est considérée comme remplie,

3.1.1 si un agent de train peut assurer le convoi ou

3.1.2 si, dans les trains non accompagnés, les mesures suivantes sont prises:

	Déclivité maximale parcourue en ‰:	Genre de convoi: Automotrice à voyageurs circulant seule:	Genre de convoi: Véhicule moteur avec charge remorquée freinée:
3.1.2.1	0 ... 30	Contrôle du maintien de l'effort de freinage au moins tous les 3 mois.	Charge remorquée avec frein automatique.
3.1.2.2	31 ... 50	Contrôle du maintien de l'effort de freinage au moins tous les 3 mois; de plus, il faut au moins 2 cylindres de frein indépendants.	Contrôle du maintien de l'effort de freinage du véhicule moteur et d'une remorque au moins tous les 3 mois.
3.1.2.3	> 50	Frein du véhicule-moteur complètement indépendant des sources d'énergie extérieures (par ex. frein à ressort, encliquetage de la timonerie de frein lorsque le frein a été actionné.	

(DE 50.2)

4 La présence d'un système automatique de marche et de freinage ne doit pas entraver l'action des dispositifs de sécurité.

4.1 Sont considérés comme équipements de sécurité qui ne doivent pas être entravés par un dispositif automatique de marche et de freinage:

4.1.1 le dispositif de sécurité et le contrôle de vigilance;

4.1.2 le dispositif de protection contre la survitesse ainsi que sa commande, en particulier pour les chemins de fer à crémaillère.

5 Dans la mesure où la transmission d'informations entre les installations fixes et les véhicules remplit des fonctions de sécurité, une sûreté de fonctionnement et une fiabilité suffisante doivent être garanties.

5.1 La notion de «transmission des informations» recouvre aussi bien:

5.1.1 la transmission d'informations par radio,

5.1.2 que la transmission de l'autorisation de circuler et de descriptions d'itinéraires des installations de sécurité du sol au train (par ex. ETCS).

DE 51.1 Eléments et systèmes mécaniques

1. Organes de roulement

Les matériaux, la construction et les dimensions des organes de roulement doivent assurer la sécurité de marche des véhicules.

1.1 Les véhicules doivent être aptes à rouler parfaitement, même dans les courbes du rayon le plus petit.

1.2 En règle générale, les roues doivent être composées d'un corps de roue en acier laminé, forgé ou moulé et d'un bandage rapporté en acier (par ex. serti à chaud). Elles peuvent aussi être venues d'une seule pièce en acier laminé ou forgé (roues monoblocs). Si l'on emploie des corps de roue fabriqués avec d'autres matériaux, il faut veiller particulièrement à leurs caractéristiques technologiques.

1.3 La preuve de solidité des roues est régie par les normes SN EN 13260, SN EN 13262 et SN EN 13979-1. Si le coefficient d'utilisation de la capacité est suffisamment faible, une attestation calculée suffit. Pour le reste, la directive « Attestations du dimensionnement des structures de véhicules, des bogies et organes de roulement des chemins de fer à voie métrique et spéciale » de l'OFT est applicable.

1.4 Les attestations pour les roues munies de bandages sont établies par analogie aux normes précitées.

1.5 Les bandages doivent plaquer d'une manière continue sur tout le pourtour du corps des roues et être assurés contre des déplacements latéraux inadmissibles (par ex. cercle-agrafe ou autres mesures constructives).

1.6 Pour des roues élastiques à éléments de caoutchouc incorporés, il faut veiller à la sûreté du guidage sur les rails, ainsi qu'à l'évacuation de la chaleur produite par le freinage.

1.7 Les dimensions des roues et des bandages de roue des véhicules ferroviaires à voie normale non interopérables sont régies par les prescriptions techniques uniformes (PTU) basées sur la Convention relative aux transports internationaux ferroviaires (COTIF 1999)[1].

1.8 La largeur des bandages de roue ou des parties qui en tiennent lieu (roues monoblocs), sera, à l'état neuf, en règle générale la suivante :

	Au plus	Au moins	
1.8.1	126 mm *)	119 mm *) 110 mm	Chemins de fer à voie métrique Chemins de fer à écartement de 750 mm
1.8.2	–	80 à 90 mm de préférence	Tramways et chemins de fer sans plate-forme indépendante

*) Pour la voie métrique, on applique la réglementation R RTE 29500 de l'UTP sur la «standardisation des essieux et des branchements à voie métrique»[2].

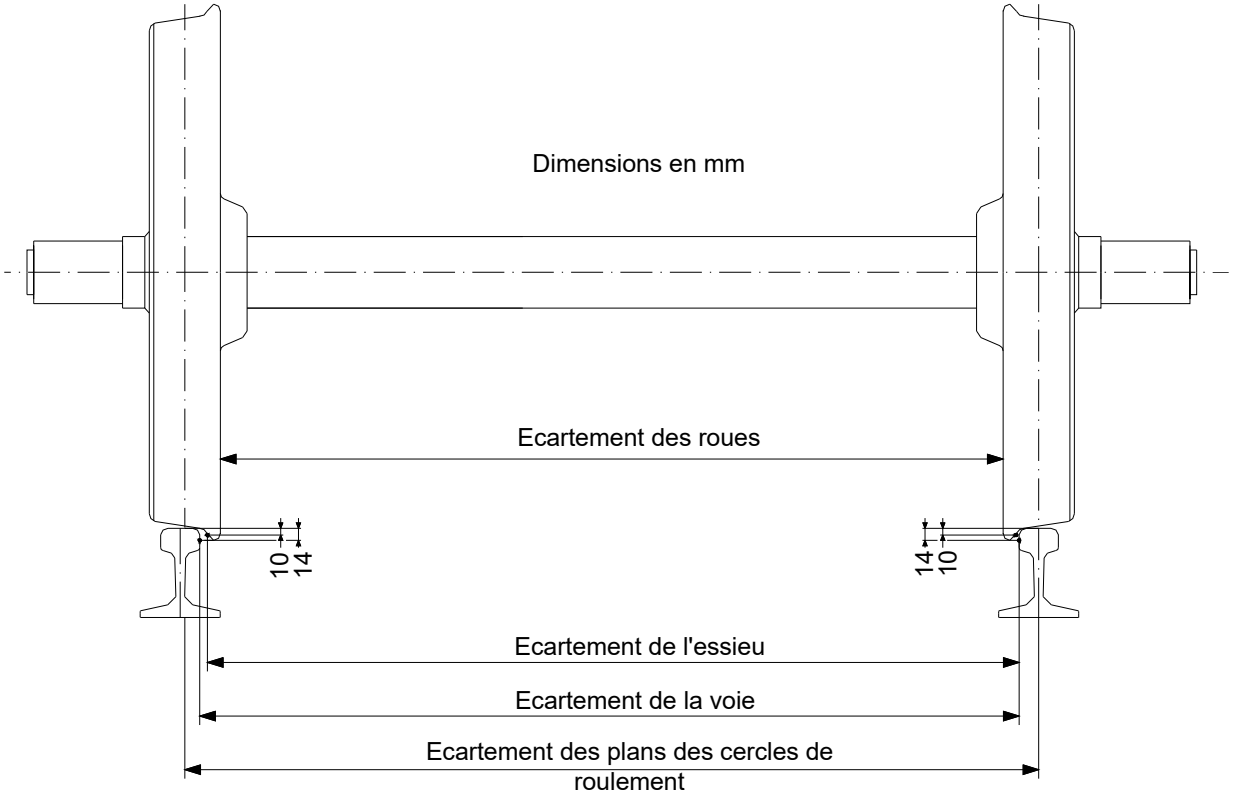
1.9 Pour déterminer l'épaisseur et l'usure admissible des bandages, il faut prendre en considération la sollicitation mécanique et thermique. La liaison sûre entre le corps de roue et le bandage doit être assurée dans tous les cas.

---

[1] COTIF 1999, « Convention relative aux transports internationaux ferroviaires », voir DE-OCF annexe n° 3
[2] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 51.1)

1.10 La plus forte usure admissible pour les bandages doit être indiquée par une rainure tournée sur la face frontale extérieure.



1.11 L'écartement des faces internes des deux roues d'un essieu entre les faces intérieures des jantes-bandages, mesuré au niveau des rails et avec le véhicule à vide ou chargé, est de:

au moins	935 +1/-2 mm *)	pour la voie métrique

1.12 Les deux plans des cercles de mesure d'un essieu seront supposés avoir un écartement de:

1050 mm	pour la voie métrique
écartement de la voie + 50 mm	pour les écartement de voie plus petits que ceux des voies normale et métrique

*) Pour la voie métrique, on applique la réglementation R RTE 29500 de l'UTP sur la « Standardisation Essieux et Branchements Voie métrique »[3].

[3] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 51.1)

1.13 L'écartement d'un essieu, mesuré à 10 mm à l'extérieur des cercles de roulement, sur les boudins de roue, peut être de:

au plus	au moins	
989 mm *)	975 mm *)	pour la voie métrique
Ecartement de la voie - 8 mm	Ecartement de la voie - 20 mm	pour les voies moins larges que la voie normale ou métrique

1.14 La hauteur des boudins, mesurée par rapport au cercle de roulement, peut être de:

au plus	au moins	
38 mm *)	28 mm *)	pour la voie étroite, max. 41 mm admis pour les véhicules moteurs à crémaillère
–	13 mm	pour les tramways

1.15 La dimension qR doit atteindre:

à l'état neuf	au moins	
1.15.1 7,23 mm *)	4,5 mm *)	pour la voie métrique

Remarques :
Si le mode de construction des branchements ne permet pas d'appliquer les dimensions prévues par les chiffres 1.10 à 1.14 pour la voie métrique, l'autorité de surveillance peut autoriser des dimensions divergentes (essieu B selon les directives R RTE 29500 de l'UTP «Standardisation Essieux et Branchements Voie métrique»[4]) jusqu'à ce que les branchements soient entièrement adaptés selon les DE-OCF ad art. 32, DE 32.1, chiffre 7.2.

Pour les véhicules passant dans une zone pour tramways, les dimensions des essieux-montés doivent être conformes avec les installations de rails à gorge des tramways.

*) Pour la voie métrique, on applique la réglementation R RTE 29500 de l'UTP sur la « Standardisation Essieux et Branchements Voie métrique »[4].

1.16 Lors du dimensionnement du corps des essieux, il faut prendre en considération les facteurs suivants:

Les forces extérieures, les efforts dynamiques horizontaux et verticaux, l'effet d'entaille dû aux modifications brusques des sections et à l'état de la surface, les assemblages pressés, ainsi que la limite d'endurance du matériau.

1.17 Les normes SN EN 13103 et SN EN 13104 s'appliquent au dimensionnement des corps d'essieu dans les domaines respectifs.

[4] Voir DE-OCF, annexe n° 3

(DE 51.1)

1.18 Pour les chemins de fer à caractère essentiellement touristique, les charges calculées selon les normes SN EN 13103 et SN EN 13104 peuvent être réduites en fonction des prestations kilométriques annuelles effectives. Les détails figurent dans la directive « Attestations du dimensionnement des structures de véhicules, des bogies et organes de roulement des chemins de fer à voie métrique et spéciale » de l'OFT.

1.19 Les roues, les corps d'essieu / essieu portique des véhicules doivent régulièrement faire l'objet d'un contrôle non destructif. Les intervalles de contrôle doivent être fixés sur la base d'évaluations des risques documentées et suivies. Un contrôle exclusivement visuel n'est pas autorisé. Pour cette procédure, il faut utiliser les règles de maintenance applicables de la branche.

1.20 Essieux / axes et suspension

Les véhicules doivent reposer sur les essieux par l'intermédiaire de ressorts. La répartition de la charge sur les roues ne doit pas affecter la sécurité contre le risque de déraillement, quelle que soit la charge admissible des véhicules.

1.21 Un fléchissement suffisant de la suspension ou d'autres mesures constructives (par ex. suspension à trois points) permettent d'obtenir une bonne répartition des charges sur les roues.

1.22 Les ressorts ne doivent pas se modifier d'une manière inadmissible durant le temps d'exploitation du véhicule.

1.23 Le fléchissement des ressorts des suspensions doit être tel que des modifications de l'inclinaison latérale de la voie, comme elles apparaissent sur les rampes de dévers, ainsi que les divergences tolérées de la géométrie de la voie ne puissent porter atteinte à la sécurité contre le déraillement.

1.23.1 Pour les véhicules à suspension pneumatique, il faut prendre des mesures qui empêchent toute répartition inégale et inadmissible des charges, même en cas de non-étanchéité.

1.23.2 Dans le cas de la marche de secours, si les qualités de roulement exigent une réduction de vitesse, la panne doit être signalée dans la cabine de conduite en service.

1.23.3 Il faut veiller à atténuer suffisamment les oscillations.

1.24 Pour les roues, notamment celles avec éléments élastiques incorporés, il faut vouer une attention particulière à la mise à la terre du véhicule (mises à la terre de protection et de service) et dans le cas des paliers à rouleaux, au retour aux rails du courant de traction et de chauffage.

1.24.1 Lorsque des circuits de voie sont utilisés dans les installations de sécurité, la résistance électrique d'une surface de roulement à l'autre ne doit pas dépasser 0,01 ohm pour les nouveaux essieux montés et après la pose de nouveaux bandages et 0,1 ohm après la révision du véhicule sans pose de nouveaux bandages. Ces valeurs sont mesurées avec des tensions et des courants du même ordre de grandeur que la tension d'exploitation et le courant de service des circuits de voie utilisés.

1.24.2 Pour les essieux portiques, il faut que la conductance minimale réponde aux exigences des circuits de voie utilisés. Il y a lieu d'attester que ces véhicules sont détectés de manière sûre (cf. DE-OCF ad art. 39, DE 39.3.e, ch. 1.3.3).

(DE 51.1)

2. Aménagement intérieur des voitures et protection des personnes

2.1 L'aménagement intérieur des caisses de voitures doit procurer aux voyageurs la plus grande protection possible, ainsi qu'un confort convenable.

2.2 Les véhicules ferroviaires doivent être construits de façon qu'un incendie puisse être évité.

2.2.1 Les matériaux utilisés pour l'aménagement intérieur et les vitres des fenêtres ne doivent pas émettre des produits de décomposition, même en quantité réduite, qui en cas d'inhalation, d'absorption ou contact avec la peau, puissent entraîner la mort ou causer des atteintes aigües ou chroniques pour la santé.

2.2.2 Le matériel et le genre de construction doivent être choisis de façon qu'un incendie se développe le plus lentement possible.

2.2.3 Des dispositions doivent être prises pour la détection préventive d'un incendie.

2.2.4 Lors d'un nouveau développement ou d'une transformation d'un véhicule, les risques dus au choix du matériel, du genre de construction ainsi que de l'exploitation doivent être analysés systématiquement par rapport au risque de développement d'un incendie.

2.2.5 Pour les véhicules ferroviaires destinés au transport de voyageurs, l'évacuation de ces derniers, dans les meilleurs délais possibles, doit être démontrée pour chaque cas d'exploitation.

2.2.6 L'aptitude de circuler avec un véhicule en feu doit pouvoir être maintenue aussi longtemps que les conditions d'exploitation et les mesures de secours l'exigent.

2.3 Les fragments de matériaux de l'aménagement intérieur et des vitres des fenêtres ne doivent normalement pas causer de blessures graves; en particulier le bris des vitres ne doit pas produire des débris à arêtes vives et tranchantes. Des dispositions doivent être prises pour la détection préventive d'un incendie.

2.4 Si les fenêtres ne peuvent pas s'ouvrir ou ne le peuvent pas suffisamment, il faut prévoir des sorties de secours. On peut renoncer à ces sorties, pour autant qu'il existe, par compartiment, deux portes qui puissent être ouvertes à la main ou à l'aide d'une ouverture de secours.

2.5 Les exigences quant aux mains courantes dans les véhicules ferroviaires sont régies par la norme SN EN 16585-2:2017. Une évaluation de la conformité par un organisme d'évaluation de la conformité est requise uniquement pour les véhicules ferroviaires qui circulent sur les tronçons interopérables (art. 15*a* OCF[5]).

2.6 En règle générale, l'aménagement intérieur doit être fixé solidement et ne doit pas présenter d'arêtes vives.

2.7 Les revêtements de sol seront choisis, en tenant compte du genre de chemin de fer, en vue d'obtenir des planchers peu glissants. Est déterminante la norme SN EN 16584-3:2017.

2.8 Les marches, les bords des marches et les zones de danger doivent être marqués avec un contraste et bien éclairés. Sont déterminantes les normes SN EN 16584-1:2017 et SN EN 16584-3:2017.

[5] RS **742.141.1**

(DE 51.1)

2.9 L'équipement des véhicules en éclairage, chauffage, aération et toilettes est axé sur les besoins de l'exploitation.

2.10 Les exigences en matière d'éclairage des compartiments voyageurs sont définies dans la norme SN EN 13272.

2.11 Les porte-bagages doivent être construits de telle manière que les bagages ne puissent pas tomber facilement lors freinages brusques; le cas échéant, les surfaces des porte-bagages doivent être telles que seuls de petits bagages puissent y être déposés.

3. Aménagement en fonction des besoins des handicapés

3.1 Les exigences générales relatives à l'aménagement des véhicules en fonction des besoins des handicapés sont régies par la STI PMR[6] ainsi que par la section 2 de l'OETHand[7]. Une évaluation de la conformité par un organisme d'évaluation de la conformité est requise uniquement pour les véhicules ferroviaires qui circulent sur les tronçons interopérables (art. 15*a* OCF).

3.2 Dans la mesure du possible, les handicapés doivent avoir accès au wagon restaurant.

3.2.1 De plus, la norme SN EN 16585-1:2017 est déterminante en ce qui concerne les exigences relatives à l'aménagement des toilettes en fonction des besoins des handicapés dans les véhicules circulant sur les tronçons interopérables (art. 15*a* OCF).

3.2.2 De plus, la norme SN EN 16585-2:2017 est déterminante en ce qui concerne les exigences relatives à l'aménagement, en fonction des besoins des handicapés, des éléments destinés à s'asseoir, à se tenir debout et à se déplacer dans les véhicules circulant sur les tronçons interopérables.

3.2.3 De plus, la norme SN EN 16585-3:2017 est déterminante en ce qui concerne les exigences relatives à l'aménagement, en fonction des besoins des handicapés, des portes automatiques d'intercommunication et des compartiments.

3.2.4 De plus, la norme SN EN 16585-3:2017 est déterminante en ce qui concerne les exigences relatives à l'aménagement, en fonction des besoins des handicapés, des passages dans les véhicules circulant sur les tronçons interopérables.

[6] Voir annexe 7 OCF
[7] RS **151.342**

(DE 51.1)

3.3 De plus, les dérogations suivantes à la STI PMR sont valables pour les véhicules qui ne circulent pas sur les tronçons interopérables et pour les tramways (chiffres de la STI PMR entre crochets):

3.3.1 Sièges prioritaires [4.2.2.1.2.1 (7), (8), (9) et (10), 4.2.2.1.2.3 (1)]: en raison de limitations liées à la construction (profil d'espace libre, place disponible), les dimensions des sièges prioritaires et l'espace disponible pour leurs utilisateurs peuvent être réduits si l'utilisabilité n'en est pas restreinte de manière déterminante. Les sièges disposés vis-à-vis peuvent être placés à la distance habituelle les uns des autres. Les sièges rabattables aux dimensions normales ne sont pas considérés comme du type strapontin au sens de la STI PMR et peuvent également être des sièges prioritaires.

3.3.2 Places pour chaises roulantes [4.2.2.2 (4)]: au plus 150 mm de la distance minimale horizontale entre l'arrière de la place pour chaises roulantes et la prochaine surface adjacente peuvent être rentrants afin d'y placer les repose pieds. Cet espace rentrant doit être accessible latéralement et sa hauteur libre minimale est de 300 mm.

3.3.3 Places pour chaises roulantes, dispositifs d'appel d'urgence [4.2.2.2 (11)]: si la rame est équipée d'un système d'appel d'urgence, il faut qu'un dispositif d'appel d'urgence soit situé à la place pour chaises roulantes afin de permettre à la personne en chaise roulante d'entrer en contact avec une personne qui puisse prendre des mesures adéquates en cas de danger.

3.3.4 Toilettes [4.2.2.5 (2) et (3)]: en raison de limitations liées à la construction (profil d'espace libre, place disponible), les dimensions des toilettes standard et des toilettes universelles peuvent être réduites si l'utilisabilité n'en est pas restreinte de manière déterminante. Cela signifie que le transfert latéral et diagonal de la chaise roulante sur le siège des toilettes doit être possible. En revanche, il est admissible qu'une manœuvre de la chaise roulante soit nécessaire devant l'entrée de la cabine des toilettes.

3.3.5 Couloirs [4.2.2.6 (1) et (2)]: en raison de limitations liées à la construction (profil d'espace libre, place disponible), les espaces libres peuvent être restreints.

3.3.6 Couloirs [4.2.2.6 (3)]: il faut prévoir, à côté de la place pour chaise roulante et dans les autres zones où les personnes en chaise roulante sont susceptibles de devoir manœuvrer, si possible une zone d'un diamètre minimal de 1500 mm. La place pour chaise roulante peut être intégrée à ce diamètre.

3.3.7 Différences de niveau [4.2.2.8 (1)]: à l'intérieur du train, les marches (à l'exception des marches d'embarquement) ne doivent pas être plus hautes que 200 mm et elles doivent avoir une profondeur minimale de 280 mm, mesurée sur l'axe médian de la marche. Elles peuvent être hautes de 230 mm au plus si cela permet d'économiser une marche sur un maximum de quatre marches.

3.3.8 Différences de niveau [4.2.2.8 (3)]: il faut prévoir des mains courantes, si possible des deux côtés, afin d'assurer la sécurité d'utilisation des escaliers.

3.3.9 Différences de niveau (4.2.2.8 (4)]: les escaliers à une, deux ou trois marches doivent être équipés, si possible des deux côtés, d'au moins une main courante ou d'un autre dispositif fournissant un maintien sûr.

3.3.10 Marches d'accès et de sortie [4.2.2.11.2 (8)]: cette disposition n'est pas applicable au domaine non interopérable.

(DE 51.1)

3.4 Exigences supplémentaires relatives à l'aménagement des tramways en fonction des besoins des handicapés:

3.4.1 La part minimale de plancher surbaissé est de 50 %. Dans les véhicules dont l'habitacle mesure jusqu'à 35 m de longueur, il faut prévoir de l'espace pour au moins une, si possible deux chaises roulantes. Lorsque l'habitacle mesure 35 m ou plus, il faut prévoir de l'espace pour au moins deux chaises roulantes.

3.4.2 Il faut prendre des mesures de sécurité passives appropriées pour les personnes en chaise roulante ou se servant d'un déambulateur. Les personnes en chaise roulante sont transportées avec le dos dans le sens de marche ou perpendiculairement au sens de marche. Les parois doivent être équipées de poignées ou de barres placées à une hauteur entre 70 et 90 cm.

3.4.3 Dans les véhicules, il faut placer des mains courantes des portes aux places pour les passagers (assises ou debout) à une hauteur située entre 80 et 120 cm. Il faut placer des mains courantes le long des rangées de sièges, si possible des deux côtés. Lorsqu'il n'est pas possible de les placer des deux côtés, elles doivent toujours être placées du même côté. De plus, il faut prévoir, dans la mesure du possible, une barre horizontale aussi continue que possible au-dessus des têtes; par ailleurs il faut qu'une main courante, si possible également au-dessus des têtes, soit atteignable à partir de chaque place debout.

3.4.4 Les personnes se servant d'un déambulateur ne doivent pas être transportées assises sur le déambulateur s'il existe des dispositifs spécifiques de sécurité adaptés aux déambulateurs dans le véhicule. Le cas échéant, il faut apposer des notices à ce sujet.

4. <u>Appareils de choc et de traction</u>

4.1 Les véhicules doivent être munis d'appareils de choc et de traction, ainsi que de points d'application pour les appareils de levage.

4.2 Lorsque le choix du système d'attelage est possible, il est préférable de recourir à l'attelage automatique ou semi-automatique.

4.3 Les organes de l'attelage doivent être munis si possible d'éléments élastiques absorbant l'énergie et d'éléments autodestructeurs.

4.4 Les véhicules circulant seuls peuvent être munis d'organes d'attelage simplifiés, utilisables seulement en cas d'irrégularités. Ces organes doivent présenter une élasticité suffisante.

4.5 Afin de parvenir à la plus grande uniformisation possible des chemins de fer à voie métrique, il faut chercher à obtenir une hauteur de l'attelage comprise entre 620 et 650 mm au-dessus du plan de roulement.

4.6 L'attelage et les éléments de déformation doivent être dimensionnés pour les efforts suivants:

(DE 51.1)

4.7 Chemins de fer à voie normale:

4.7.1 Le système de ressort de l'appareil de traction doit avoir une capacité d'absorption d'énergie en statique d'au moins 8 kJ.

4.7.2 Le crochet de traction et la barre d'attelage doivent résister sans rupture à un effort de 1'000 kN.

4.7.3 L'attelage à vis doit résister sans rupture à un effort de 850 kN. La résistance à la rupture de l'attelage à vis doit être inférieure à la résistance à la rupture des autres constituants de l'organe de traction.

4.8 Chemins de fer à voie étroite et tramways: détermination de cas en cas.

4.9 Les points d'application des appareils de levage seront désignés de façon bien visible.

4.10 La rigidité de la structure des véhicules ainsi que la fixation de l'équipement doivent être déterminées en référence à la SN EN 12663 et à la SN EN 15227 en tenant compte de toutes les forces de traction et de poussée prévisibles, des efforts en cas de collision et des forces transmises par les appareils de levage.

5. <u>Echauffement et projection d'étincelles</u>

5.1 Les matériaux de construction et les matières de consommation sensibles à la chaleur (par ex. huile des dispositifs hydrauliques) qui se trouvent à proximité des freins doivent être protégés à l'aide de tôles pare-étincelles ou de plaques de protection contre le rayonnement thermique.

6. <u>Equipement et signes distinctifs</u>

Les véhicules doivent être munis des objets d'équipement nécessaires à l'exploitation et à la sécurité.

6.1 Au sens de la présente disposition, on entend par objets d'équipement:

6.1.1 les extincteurs à proximité des cabines de conduite;

6.1.2 les objets d'équipement prescrits selon les Prescriptions suisses de circulation des trains PCT, (par ex. les moyens de signalisation, les moyens de freinage pour assurer la sécurité du train contre la dérive);

6.1.3 le matériel sanitaire;

6.1.4 les lampes portatives;

6.1.5 le matériel nécessaire, basé sur les analyses de risques, comme par ex. le masque de fuite;

6.1.6 Au cas où chaque véhicule ne serait pas équipé de tous ces objets, le train doit en être doté d'un nombre suffisant.

6.2 Les rames doivent être équipées de chasse-pierres. Sur les véhicules de tramways circulant essentiellement dans les zones pour tramways, les chasse-pierres sont remplacés par des dispositifs de protection conformément aux DE 55.b.

(DE 51.1)

6.3 La tête et la queue de chaque train doivent être signalisées conformément aux prescriptions. Il faut pouvoir donner des signaux d'avertissement acoustiques en avant du train.

6.3.1 La signalisation en tête, en queue et entre les véhicules doit être réalisée conformément aux PCT.

6.3.1.1 Si un véhicule circule exclusivement sur des tronçons pour lesquels le gestionnaire d'infrastructure
- dispose d'un système disponible en permanence de télécommunication mobile pour les trains et
- l'exige pour tous les trains
et s'il existe une fonction d'appel d'urgence utilisable depuis le véhicule, on peut renoncer à la signalisation du signal d'alerte conformément aux PCT.

6.3.2 Les tramways doivent être munis de clignotants indicateurs de changements de direction, d'indicateurs de danger et de feux stop.

6.3.2.1 Les feux stop doivent s'allumer lors de décélérations provoquées soit automatiquement par la commande du véhicule ou les équipements de sécurité, soit par l'actionnement d'un dispositif.
Ils doivent être reconnaissables sans éblouir, sur au minimum 100 m de jour et 300 m de nuit. Si les feux stop sont intégrés dans le signal de queue, ils doivent, de par leur luminosité, être clairement distinguables de ce dernier.

6.3.3 Les entreprises de transport ferroviaires qui circulent sur des tronçons à plate-forme non indépendante sont autorisées à équiper de feux tournants jaunes les véhicules qui constituent pour les autres usagers de la route un danger difficilement reconnaissable.

6.3.4 Les entreprises de transport ferroviaires qui circulent sur des tronçons à plate-forme non indépendante doivent équiper leurs véhicules de sifflets à un ou deux tons, respectivement d'un avertisseur sonore selon SN EN 15153-2. Pour les tramways, les cloches d'appel sont autorisées en tant qu'équipement minimal.

6.3.5 Les appareils destinés à donner des signaux d'avertissement sonores ne doivent pas être raccordés aux conduites du frein à vide.

6.4 Les véhicules doivent porter les inscriptions nécessaires au personnel de l'exploitation et aux usagers.

6.4.1 Les indications suivantes doivent figurer dans les cabines de conduite:

6.4.1.1 Chemins de fer à adhérence et chemins de fer à crémaillère:

6.4.1.1.1 Vitesse maximale pour laquelle le véhicule est homologué;

6.4.1.1.2 Numéro du véhicule;

6.4.1.1.3 Numéro de la cabine de conduite;

6.4.1.1.4 Plaquettes indicatrices ou pictogrammes pour les appareils de conduite, de contrôle et de mesure;

6.4.1.1.5 Indication éventuelle que le frein d'immobilisation n'agit pas sur toutes les roues du véhicule;

(DE 51.1)

6.4.1.1.6 Interdiction de converser avec le conducteur de locomotive pendant la marche, ainsi qu'interdiction de toucher aux appareils et aux instruments de conduite, si les cabines sont accessibles au public.

6.4.1.2 Chemins de fer à crémaillère:

6.4.1.2.1 Les vitesses maximales admissibles, sur les tronçons de lignes à adhérence, sur les tronçons de ligne à crémaillère à la descente et à la montée;

6.4.1.2.2 Si le tronçon à parcourir comprend des pentes différentes et s'il n'y a pas d'indicateurs de déclivité, les vitesses à la descente seront mentionnées séparément pour chaque tronçon s'il n'y a pas d'indications au sol;

6.4.2 Les inscriptions suivantes doivent figurer sur les parois latérales extérieures des véhicules:

6.4.2.1 Chemins de fer à adhérence et chemins de fer à crémaillère:

6.4.2.1.1 Désignation du détenteur ou de l'entreprise de transport ferroviaire;

6.4.2.1.2 Indication de la série et du numéro du véhicule;

6.4.2.1.3 Les valeurs pour l'exploitation, notamment: vitesse maximale, poids propre (tare), poids du véhicule y compris la charge utile (masse totale en charge), le poids-frein et la force de freinage du frein d'immobilisation (force de retenue). Pour les véhicules du trafic voyageurs qui circulent en composition fermée ou dans des trains formés toujours de la même manière, il suffit d'indiquer les données importantes pour le calcul des freins à un endroit bien accessible à l'intérieur du véhicule (par ex. plate-forme avec frein à main ou cabine de conduite).

6.4.2.1.4 Indication appropriée lorsqu'il n'est pas possible d'actionner le frein d'immobilisation sur chaque plate-forme et que cela ne peut se constater directement (par ex. plates-formes fermées), ainsi qu'indication appropriée lorsque la force de freinage du frein d'immobilisation (force de retenue) n'est pas indiquée et que le poids total ne peut être pris en compte que moyennant un coefficient (par ex. 1/2) pour le calculer;

6.4.2.2 Capacité de charge et surface du plancher pour les compartiments à bagages ou à marchandises;

6.4.2.2.1 Désignation des compartiments et des classes selon le règlement de transport, pour autant qu'il existe différentes classes et compartiments.

6.4.2.3 Chemins de fer à crémaillère: Nombre des places assises et nombre maximum des places debout des compartiments-voyageurs, des plates-formes, et le cas échéant du compartiment à bagages.

6.4.2.4 Pour les tramways qui circulent essentiellement dans les zones pour tramways, il suffit d'indiquer le nom de l'entreprise propriétaire (armoiries de la ville) et le numéro du véhicule.

(DE 51.1)

6.4.3 Les inscriptions suivantes doivent figurer à l'intérieur des véhicules:

6.4.3.1 Désignation des compartiments et des classes, selon ch. 6.4.2.2.1;

6.4.3.2 Indications relatives à la commande du frein d'urgence;
les véhicules parcourant des lignes comportant des tunnels et non pourvus de pontage du frein d'urgence ou de la demande de freinage d'urgence doivent être munis d'une plaque indicatrice: ne pas actionner le frein d'urgence dans les tunnels.

6.4.3.3 Des indications relatives à l'ouverture de secours des portes;

6.4.3.4 Les sorties de secours, respectivement les chemins de fuit doivent être signalés;

6.4.3.5 Le cas échéant, indications relatives à l'usage des boutons-poussoirs de demandes d'arrêts et d'ouvertures des portes;

6.4.3.6 Indications de mises en garde des voyageurs debout contre les dangers de freinages brusques pour les chemins de fer ayant des conditions d'exploitation particulières (par ex. sans plate-forme indépendante, à crémaillère avec majorité de places debout).

6.4.4 En trafic régional et longues distances, les trains doivent être munis, à l'extérieur, d'un nombre suffisant d'indications sur la marche du train (numéro de la ligne, destination, arrêts intermédiaires importants). Les exigences concernant les informations optiques données aux clients figurent dans l'OETHand[8].

6.4.5 Les publicités ou la couleur des parois ne doivent pas gêner la lisibilité des indications.

7. <u>Cabine de conduite</u>

Les rames doivent avoir au moins une cabine de conduite dotée de tous les dispositifs permettant au mécanicien de conduire le train en toute sécurité.

7.1 Chaque cabine de conduite doit être équipée des dispositifs suivants:

7.1.1 Organes de commande des freins;

7.1.2 Appareils de contrôle nécessaires au déroulement sûr et normal de l'exploitation (par ex. manomètres pour les freins, ampèremètre et voltmètre pour les moteurs de traction et la ligne de contact, lampes-témoin pour les portes, rétroviseur à l'extérieur du véhicule, etc.);

7.1.2.1 Il est recommandé de mentionner sur les instruments indicateurs les domaines de fonctionnement et les valeurs maximales autorisés;

[8] RS **151.342**

(DE 51.1)

7.1.2.2 En cas d'utilisation de dispositifs optiques, les couleurs seront si possible, choisies de la manière suivante:

«rouge» = Danger, interdiction de circuler ou demande d'arrêt;

«orange» = Avertissement et invitation à prendre certaines mesures;

«vert» = Autorisation de circuler ou annonce qu'une fonction déterminée est en ordre;

«blanc» = Information d'ordre général;

«bleu» = Information particulière;

7.1.3 Organes de commande de l'éclairage et de la signalisation exigés. Il faut prévoir un éclairage de secours lorsque l'éclairage normal est alimenté directement par la ligne de contact;

7.1.4 Dispositifs garantissant une bonne visibilité totale par des fenêtres suffisamment grandes (par ex. essuie-glaces, pare-soleil, chauffage des glaces); la perception de la couleur naturelle des signaux ne doit pas être faussée;

7.1.5 Commande et contrôle des portes selon DE 53.2.

7.1.6 Dispositif signalant que la ligne de train (par ex. la conduite de chauffage) qui peut être désaccouplée pour les besoins d'exploitation, est sous tension.

7.2 Tous les organes de commande doivent être disposés de manière à pouvoir être manipulés sans que cela gêne la sécurité de la conduite du train.

7.3 Les installations de la cabine de conduite non occupée doivent pouvoir être verrouillées ou mises sous clé de manière que les personnes non autorisées ne puissent exécuter des manipulations dangereuses.

7.4 Dans les automotrices à voyageurs, sans compartiments distincts pour les cabines de conduite, il faut au moins protéger la place du mécanicien au moyen d'une cloison. Pour les tramways, une barrière mobile suffit.

7.5 Les accès des cabines de conduite doivent être aménagés de façon

7.5.1 que l'on puisse y parvenir ou les quitter même lorsque le profil d'espace libre est restreint,

7.5.2 qu'une liaison sûre entre agents des manœuvres et mécaniciens soit garantie,

7.5.3 que le mécanicien puisse quitter rapidement la cabine, même pendant la marche (chemin de fuite).

7.6 Les rames destinées au service sans mécanicien doivent être munies d'une cabine de conduite de secours.

7.6.1 L'équipement de la cabine de conduite de secours doit permettre de conduire le train au moins jusqu'au prochain point d'évitement.

(DE 51.1)

8. Installations thermiques

8.1 Sont notamment considérés comme installations thermiques les moteurs à allumage par compression.

8.2 Les installations pour carburants doivent satisfaire aux conditions suivantes:

8.2.1 Les réservoirs à carburants et les tuyaux doivent être fabriqués avec des matériaux appropriés. Les soudures tendres ne sont pas autorisées.

8.2.2 L'étanchéité des réservoirs pour carburants liquides est contrôlée par une épreuve à la pression, avec surpression de 0,3 bar.

8.2.3 Les tuyaux destinés aux carburants facilement volatils doivent être raccordés à la partie supérieure des réservoirs.

8.2.4 Les bouches de remplissage et d'aération doivent être conçues de manière à empêcher, dans la mesure du possible, que les carburants et les gaz pénètrent à l'intérieur du véhicule.

8.2.5 Les bouches de remplissage des récipients destinés aux carburants volatils doivent être munies d'un treillis contre les retours de flamme.

8.2.6 Les conduites de carburant reliant moteur et réservoirs doivent être munies de robinets d'arrêt bien accessibles placés, en règle générale, près du moteur et, si les réservoirs sont en position surélevée, également près de ces derniers.

8.2.7 Les conduites de carburant doivent être installées de manière que des fuites éventuelles ne puissent s'égoutter, ni sur l'installation d'échappement des gaz, ni sur des autres éléments surchauffés.

8.2.8 Les récipients contenant des gaz liquéfiés ne doivent être déposés que dans des endroits bien aérés.

8.2.9 Les réservoirs à carburant et leurs tuyaux doivent être construits et installés de manière à éviter, dans toute la mesure du possible, l'écoulement du carburant, notamment lors d'accidents.

8.3 Les machines doivent répondre aux conditions suivantes:

8.3.1 Il faut assurer une ventilation suffisante des compartiments des machines.

8.3.2 Il faut prendre des mesures appropriées contre les nuisances causées par les gaz d'échappement, le bruit et les trépidations.

8.3.3 Les installations accessibles aux voyageurs doivent être munies de protections adéquates.

8.4 Les installations d'échappement des gaz doivent répondre aux conditions suivantes:

8.4.1 Les conduites d'évacuation des gaz d'échappement doivent être disposées de façon à éviter que les gaz puissent pénétrer à l'intérieur des véhicules;

8.4.2 Les conduites des gaz d'échappement doivent être munies de silencieux efficaces.

8.5 Dans les trains de voyageurs, les carburants volatils peuvent être utilisés seulement pour l'alimentation des appareils auxiliaires. Leur quantité à bord doit être limitée.

(DE 51.1)

9. Caisses

9.1 En règle générale, les voitures à voyageurs et les fourgons sont de construction fermée. Il doit être possible de circuler d'un bout à l'autre du véhicule et lorsque les conditions d'exploitation ou les caractéristiques de la ligne l'exigent, de passer d'un véhicule à l'autre.

9.1.1 On entend par «construction fermée» d'un véhicule, un type de construction où toute la surface utile est recouverte d'un toit fixe.

9.1.2 S'ils doivent être accessibles aux voyageurs (par ex. dans les trains qui conduisent des wagons-restaurants), les passages entre les véhicules doivent être équipés de dispositifs de protection adéquats contre les chutes et pour éviter le contact avec des parties dangereuses.

9.1.3 Ces dispositifs de protection (par ex. soufflets ou bourrelets en caoutchouc) doivent être construits en matériaux difficilement combustibles.

10. Equipements et parties sous pression

10.1 Les parties sous pression des installations pneumatiques, hydrauliques et à vapeur, fixées à un véhicule et servant à son exploitation, doivent pouvoir être contrôlées aisément.

10.1.1 Il y a lieu de respecter l'ordonnance relative à l'utilisation des équipements sous pression[9], la directive « Equipements sous pression » de la CFST[10], le devoir d'annonce vis-à-vis de la Suva ainsi que l'obligation à l'inspection périodique.

10.1.2 Pour les récipients et réservoirs sous pression destinés au transport de produits sous forme liquide et gazeuse et qui font partie intégrante du véhicule mais ne servent pas à son exploitation, on appliquera les prescriptions particulières afférentes (RID/RSD, etc.).

10.1.3 Les récipients à pression et les chaudières à vapeur provenant de l'étranger seront vérifiés conformément aux dispositions suisses.

10.1.4 Tous les systèmes sous pression pneumatique, hydraulique et à vapeur seront contrôlés en exploitation quant à leur étanchéité. Les fuites seront colmatées le plus tôt possible.

10.1.5 Des dispositifs pour recueillir les liquides provenant des fuites doivent être placés aux endroits où elles peuvent se produire (sauf s'il s'agit d'eau).

[9] RS 832.312.12 « Ordonnance relative à l'utilisation des équipements sous pression » du 15 juin 2007
[10] Directive CFST n° 6516 « Equipements sous pression », décembre 2014

(DE 51.1)

10.2 Ces éléments doivent faire l'objet d'une épreuve à la pression avant leur mise en service.

10.2.1 Les épreuves à la pression doivent être effectuées avec des liquides, sauf pour les installations de chauffage à vapeur. Elles doivent être effectuées sur les réservoirs à air et les systèmes hydrauliques (sauf les systèmes à injection).

10.2.2 Lors de la première mise en service, la pression d'épreuve doit être de 1,3 fois la pression de service pour les réservoirs à air et les installations de chauffage à vapeur.

10.2.3 Après les épreuves à la pression, il faut contrôler si les chaudières et les réservoirs ont subi des déformations.

10.2.4 Pour les systèmes de freins, les fuites constatées lors des mises en service ou après révision (l'alimentation étant interrompue), ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

10.2.4.1 Perte de l'effort de freinage des freins à air comprimé et des freins hydrauliques: de 10 % de la valeur nominale après 30 minutes.

10.2.4.2 Pour les freins à vide:

La perte de la conduite générale avec tous les appareils raccordés ne doit pas excéder 0,027 bar (2 cm Hg) par minute lorsque le vide initial est de 0,69 bar (52 cm Hg);

La perte ne doit pas excéder 0,027 bar (2 cm Hg) en 10 minutes après avoir effectué un freinage, la mesure étant faite dans la chambre supérieure du cylindre de frein et dans le réservoir supplémentaire.

DE 51.2 Exigences structurelles

1 Les véhicules ferroviaires doivent être conçus, pour ce qui est de leur comportement aux collisions, en analogie à la norme SN EN 15227 sur la base de considérations des risques. Pour le reste, la directive « Attestations du dimensionnement des structures de véhicules, des bogies et organes de roulement des chemins de fer à voie métrique et spéciale » de l'OFT est applicable.

1.1 Les véhicules ferroviaires doivent être conçus de façon que, pour tous les événements prévisibles, un comportement de déformation adéquat soit atteint.

2 Le comportement aux déformations des nouveaux véhicules ferroviaires doit être considéré en fonction des risques et adapté par rapport aux autres véhicules ferroviaires avec lesquels ils sont exploités.

3 La rigidité de la structure des véhicules ainsi que la fixation de l'équipement doivent être déterminées en référence aux normes SN EN 12663-1 et SN EN 15227 en tenant compte de toutes les forces de traction et de poussée prévisibles, des efforts en cas de collision et des forces transmises par les appareils de levage.

4 Les détails de la marche à suivre pour établir la preuve de solidité des structures des véhicules découlent des normes susmentionnées ; la marche à suivre est aussi décrite en détail dans la directive « Attestations du dimensionnement des structures de véhicules, des bogies et organes de roulement des chemins de fer à voie métrique et spéciale » de l'OFT.

DE 52.1 Exigences

1	En règle générale, les véhicules ferroviaires doivent être munis d'un frein automatique : - qui permette de s'arrêter à tout instant; - qui, en cas de rupture d'attelage, agisse automatiquement sur chaque partie du convoi; - dont l'action persiste pendant une durée suffisante, indépendamment de toute source d'énergie extérieure au véhicule.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	**M**
1.1	Pour autant que les véhicules puissent être accouplés en service normal, le frein automatique doit pouvoir fonctionner avec les freins des chemins de fer avec lesquels il y a échange de véhicules.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2	Pour que le frein automatique puisse à tout moment arrêter le véhicule ou le train, il faut en particulier:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.1	sur les lignes à longues et fortes pentes et en tenant compte d'un échauffement antérieur éventuel des organes de frein, un frein de maintien au moins sur le véhicule-moteur (par ex. frein moteur);	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.2	la subdivision du frein des véhicules-moteurs en plusieurs systèmes selon le ch. 8;	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	**M**
2.3	observer les aussi la DE-OCF ad art. 51, DE 51.1, ch. 10 relatives à l'étanchéité des conduites de frein;	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.4	en cas d'urgence, le conducteur de véhicule moteur doit pouvoir arrêter le train au moyen d'un robinet de secours monté directement sur la conduite générale. On peut renoncer à ce montage si le robinet de mécanicien est purement pneumatique.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	**M**
2.5	L'aptitude thermique des éléments de freinage, qui ne doivent pas avoir été préalablement chauffés lors de freinages précédents, doit être telle que, avec la charge maximale du véhicule, il est possible d'effectuer deux freinages d'urgence consécutifs sans endommager le frein ou une partie de celui-ci. La distance d'arrêt du deuxième freinage d'urgence peut être plus longue que la première, mais en aucun cas plus longue que la distance d'arrêt calculée conformément à la DE 52.2 ch. 4, avec une réduction de l'effort d'application P de 16,58 %.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	**M**
3	Pour les trains qui ne sont composés que d'un véhicule-moteur (automotrice) et qui franchissent des déclivités de moins de 30 ‰, le frein moteur en combinaison avec le frein d'immobilisation, peut servir de frein automatique. Pendant le processus de freinage, l'effet de freinage prescrit (décélération ou rapport de freinage) du frein moteur doit être conservé jusqu'à une vitesse de 6 km/h et le train doit ensuite pouvoir être immobilisé au moyen du frein d'immobilisation.	**A**			**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 52.1)

4	Les organes de commande du frein de secours, respectivement de demande de freinage d'urgence (robinets, poignées, etc.)	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.1	doivent être placés de manière visible et être accessibles en permanence soit sur les plates-formes d'accès, et/ou dans les compartiments des voyageurs, et si nécessaire dans les cabines de conduite (par ex. lorsque le robinet du frein du mécanicien n'a pas de position « serrage rapide »).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.2	Si ces organes de commande ne sont disponibles que sur les plates-formes d'entrée, il faut l'indiquer dans les zones accessibles aux voyageurs.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.3	Les organes de commande doivent être placés de telle sorte qu'ils ne puissent pas être actionnés par inadvertance.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.4	Une fois actionnés, ils ne doivent pas se remettre automatiquement en position initiale.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.5	Les véhicules destinés au transport de voyageurs doivent être équipés d'une demande de freinage d'urgence ou du pontage du frein d'urgence: – s'ils parcourent des lignes comportant des tunnels de plus de 1000 m de long et que ces tunnels ne disposent pas de places aménagées pour l'évacuation, – ou si les places d'évacuation sont situées à plus de 100 m d'intervalle et plus de 100 trains par jour circulent sur ces lignes. En dehors de la zone d'arrêt, le pontage du frein d'urgence doit permettre au conducteur de locomotive d'intervenir dans le processus du freinage d'urgence, afin de choisir le point d'arrêt, ou de redémarrer le train de suite après l'arrêt.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.5.1	Pour les trains formés de voitures isolées, il faut s'assurer que les fonctions de tous les véhicules soient compatibles.							
4.5.2	Sous réserve de la DE-OCF ad art. 54, DE 54.2.c, ch. 1.2 pour les chemins de fer à crémaillère dont les déclivités dépassent 125 ‰.			**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 52.1)

5	Pour être indépendant de toute source d'énergie située hors du véhicule,	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
5.1	On peut installer par exemple, des réservoirs d'air de secours sur les véhicules, prévoir un approvisionnement d'air suffisant dans les véhicules-moteurs, monter des freins à ressorts, ou encore installer des freins électriques auto-excités.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
5.2	Le frein est considéré comme ayant une efficacité suffisamment durable s'il suffit à provoquer l'arrêt du véhicule et agit encore le temps nécessaire pour permettre de prendre les mesures appropriées contre la dérive du véhicule arrêté, ou encore, si les conditions selon la DE-OCF ad art. 50, DE 50.2, ch. 3 sont remplies.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
6	Le frein automatique n'est pas exigé pour les tracteurs du service des manœuvres ou de la voie qui circulent principalement dans les stations ou sans charge remorquée en pleine voie.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
7	Traction en unités multiples avec télécommande S'il se produit une rupture d'attelage intempestive à l'endroit de l'accouplement automatique lors de la conduite en unités multiples de compositions ou de véhicules moteurs lors de la préparation ou pendant la marche:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
7.1	celle-ci doit être annoncée immédiatement et sans équivoque dans le poste de conduite du train, dans le champ de vision du conducteur de véhicule moteur.						
7.2	chaque partie de train se trouvant entre les coupures et la queue du train doit être arrêtée automatiquement et immédiatement au moyen du frein d'urgence.						
7.3	La partie avant du train dans le sens de marche doit s'arrêter automatiquement au moyen d'un serrage d'urgence temporisé, de façon à ce qu'il ne se produise pas de collision entre les parties de train entre elles; le freinage d'urgence déclenché par le conducteur de véhicule moteur, par le système de contrôle de la marche des trains ou par les équipements de sécurité s'effectuera dans tous les cas sans temporisation.						
7.4	La suppression de l'effet du freinage par le conducteur de véhicule moteur ne doit être possible à l'arrêt seulement par une manipulation adéquate; il ne pourra remettre la partie avant du train en mouvement qu'après s'être assuré de la cause du freinage d'urgence intempestif.						
7.5	Celui-ci doit être enregistré de façon durable sur les véhicules avoisinants la coupure avec les données relatives à la rupture d'attelage.						

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 52.1)

8	Les véhicules moteurs seront équipés, en plus du frein automatique, d'un frein qui permette d'arrêter à tout moment le véhicule haut le pied.	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.1	Le frein supplémentaire, indépendant du frein automatique, qui est exigé, doit être en mesure d'arrêter sûrement le véhicule moteur chargé sur la plus forte pente parcourue.	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.2	On peut prendre en considération comme frein supplémentaire ou comme mesure équivalente au sens du chiffre 1 ci-dessus:	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.2.1	L'équipement moteur (frein moteur) combiné avec un frein d'immobilisation dont l'effet de freinage en cas de rupture de timonerie conserve la moitié au moins de sa valeur;							
8.2.2	L'équipement moteur (frein moteur) qui, lorsqu'il agit seul, reste en fonction même sans caténaire (pour les véhicules moteurs électriques) et même en cas de défaillance du moteur thermique (pour les véhicules qui en sont équipés);	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.2.3	Le frein automatique lui-même lorsqu'il est subdivisé au moins en deux systèmes partiels indépendants qui disposent chacun de leur propre cylindre de frein avec distributeurs distincts reliés à la conduite d'alimentation et qui sont chacun en mesure d'arrêter le véhicule comme il est prescrit au chiffre 1;	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.2.4	Le frein automatique subdivisé comme au chiffre 8.2.3, mais au lieu de l'alimentation indépendante de chaque cylindre, on dispose d'un frein non automatique (frein de manœuvre ou frein d'immobilisation) qui utilise le même cylindre et qui permet d'arrêter le véhicule comme il est prescrit au chiffre 1.	**A**			**N**	**E**	**T**	
8.3	Pour les petits véhicules moteurs destinés exclusivement au service de la manœuvre dans les gares, on peut, avec l'autorisation de l'OFT, renoncer au frein supplémentaire indépendant du frein automatique.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.	Les rames doivent être munies d'un frein de sécurité indépendant de l'adhérence entre la roue et le rail lorsqu'elles circulent sur des lignes: a. établies en chaussée, sur lesquelles la vitesse n'est pas réduite de manière appropriée, cette règle étant aussi valable pour les tramways; b. avec plate-forme indépendante présentant une déclivité de plus de 60 ‰.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 52.1)

9.1	Les freins électromagnétiques sur rail, les freins sur voie par courant de Foucault, les freins à crémaillère, etc. sont considérés comme des freins de sécurité indépendants de l'adhérence entre le rail et la roue.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
9.1.1	L'alimentation en courant des freins activés électriquement doit, en cas de manque de la tension de la ligne de contact, rester assurée au moins jusqu'à l'arrêt.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.1.2	Pour les freins électromagnétiques sur rail, il faut veiller à ce que les aimants s'appliquent bien sur le champignon du rail, en particulier dans les courbes, afin que l'action de freinage soit maximale.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.1.3	Lorsque les freins de sécurité déchargent les roues tels que, par exemple les freins à carborundum (sabots en carborundum qui sont pressés de haut en bas sur le champignon du rail), ou les freins à crémaillère (roues dentées freinées qui s'engrènent dans une crémaillère), il faut vérifier l'efficacité des freins agissant sur les roues et la sécurité au déraillement, cette dernière conformément à la DE 54.1.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
9.2	De plus, pour le ch. 9, let. a:	**A**					**T**	
9.2.1	Pour les tramways, la somme des forces d'attraction des sabots magnétiques d'un véhicule doit être au moins égale à la moitié de la force du poids global du véhicule.	**A**					**T**	
9.2.2	Pour les chemins de fer autres que les tramways, il y a lieu de viser le même rapport entre la force d'attraction et la force du poids global que celui visé au ch. 9.2.1.	**A**			**N**	**E**		
9.2.3	Pour le dimensionnement du frein de sécurité, il y a lieu de prendre en considération les exigences selon la DE 52.2, ch. 7.1.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.3	De plus, pour le ch. 9, let. b:	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.3.1	Le frein de sécurité doit être conçu de manière à pouvoir provoquer sûrement l'arrêt d'un train sur la pente maximale, même si les roues du véhicule moteur glissent.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.3.2	Le poids-frein du frein de sécurité doit être déterminé par des essais selon DE 52.2, la vitesse initiale devant être identique à la vitesse de marche sur les tronçons pour lesquels le frein de sécurité est prescrit.	**A**			**N**	**E**	**T**	
9.3.3	Si le frein de sécurité influence l'action d'autres freins (par ex. délestage des roues dû au frein à carborundum), l'effet de freinage doit être déterminé lorsque tous les freins agissent simultanément.	**A**			**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 52.2 Force de freinage

1	Pour les lignes à plate-forme indépendante, c'est le rapport de freinage qui sert de critère pour mesurer l'efficacité du frein d'un véhicule à adhérence; pour les lignes sur plate-forme non indépendante, c'est la décélération au freinage qui joue ce rôle.	**A**			**N**	**E**	**T**	
2	Pour atteindre les rapports de freinage ou les décélérations au freinage exigés ci-après, il sera nécessaire de profiter, sur un long tronçon du chemin de freinage, de l'adhérence disponible entre la roue et le rail. Il faut, à cet effet, tenir compte des sollicitations thermiques et de la modification des coefficients de frottement provoquée par l'échauffement des éléments de freins.	**A**			**N**	**E**	**T**	
3	Afin que l'effort de freinage maximum agissant sur le pourtour des roues ne dépasse pas la limite d'adhérence entre la roue et le rail, en particulier pour des vitesses au-delà de 30 km/h, la force de pression du sabot de frein peut être calculée comme suit:	**A**			**N**	**E**	**T**	
	$P \leq \frac{Q \cdot \mu_s}{\mu_{k30}} \cdot g$	**A**			**N**	**E**	**T**	

P Effort d'application du couple de frottement, par essieu, en [kN]

Q Charge de l'essieu en [t]

μ_s Coefficient de frottement roue-rail (valeurs maximales):

a) pour les freins à sabots avec semelles K	0,13
b) pour les freins à disque	0,13
c) pour les freins à sabots avec semelles en fonte grise	0,15
pour *a)* à *c)* s'il y a un dispositif d'antiglissement	0,22

g Accélération de la pesanteur = 9,81 [m/s^2]

μ_{k30} Coefficient de frottement entre la semelle de frein et la roue ou entre la garniture de frein et le disque pour une vitesse de 30 km/h. Suivant les conditions d'exploitation (faible vitesse maximale), on ne doit pas négliger le fait que les coefficients de frottement, notamment dans le cas des semelles en fonte, augmentent fortement avec la diminution de la vitesse en dessous de 30 km/h.

(DE 52.2)

3.1	A noter que le rapport entre l'effort de freinage et la charge par essieu peut varier fortement en fonction de l'effort d'application spécifique et du couple de frottement.	**A**			**N**	**E**	**T**	
3.2	La détermination des efforts de freinage agissant sur les essieux doit se faire en tenant compte des charges par essieu minimale et maximale. Dans le cas des véhicules moteurs ayant d'importantes masses rotatives, ces efforts de freinage peuvent être plus élevés sans que le risque de glissement des roues augmente.	**A**			**N**	**E**	**T**	
4	Pour le frein à régime simple des véhicules, l'évaluation se fait selon les courbes caractéristiques du ch. 6.1.5. Ces courbes d'évaluation sont basées sur les relations et valeurs suivantes:	**A**				**E**		

$$s = \sum_{n=0}^{v_n=0} \left[v_n \cdot \Delta t + \tfrac{1}{2}(\bar{a}_n \cdot \Delta t^2) \right]$$

$$v_{n+1} = v_n + \bar{a}_n \cdot \Delta t \qquad t_{n+1} = t_n + \Delta t$$

$$\bar{a}_n = \tfrac{1}{2}\left[a_{(t_n;\, v_n)} + a_{(t_n+\Delta t;\, v_n + a_{(t_n;\, v_n)} \cdot \Delta t)} \right]$$

$$a_{(t;v)} = -\frac{1}{(1+\xi)}\left[\left(1 - e^{-\left(\frac{3t}{\tau}\right)}\right) \cdot \frac{P}{G} \cdot \lambda \cdot \mu_{(v)} + a_{w(v)} + a_{s(i)} \right]$$

s	Distance d'arrêt pour l'évaluation des freins [m]	P	Effort d'application couple de frott. [N]
n	Index lors de l'intégration numérique	G	Masse du véhicule [kg]
v_n	Vitesse instantanée à t_n [ms^{-1}]	λ	Rapport de freinage [%]
v_0	Vitesse initiale de freinage [ms^{-1}]	g	Accél. de la pesanteur = 9,81 [ms^{-2}]
Δt	Intégration numérique du temps = 0.1 [s]	m_T	Masse inerte [kg]
t_n	Incrémentation du temps à l'index de pas n [s]	m_R	Masse rotative [kg]
τ	Temps de remplissage à 95% du cyl. de frein = 2.6 [s]	ξ	Rapport m_R/m_T = 0,055 [1]
$\bar{a}_n$	Décélération moyenne durant Δt [ms^{-2}]	i	Déclivité de la ligne [‰]
$a_{(t;v)}$	Décélération instantanée [ms^{-2}]	$\frac{P}{G}$	3,092 [N/kg] (D) 3,513 [N/kg] (K)

$a_{w(v)}$ Résistance à l'avancement = $\left[20 + \frac{2}{300}(3.6v)^2\right] \cdot \frac{1}{1000}$ [ms^{-2}]

$a_{s(i)}$ Résistance due à la déclivité = $g \cdot sin(tan^{-1}(i/1000))$ [ms^{-2}]

$\mu_{(v)}$ Caractéristique du coefficient de frottement combinée frein à disque (D) et à sabot avec semelle K [1] selon le polynôme : $a_6v^6 + a_5v^5 + a_4v^4 + a_3v^3 + a_2v^2 + a_1v + a_0$ avec v en [km/h] et

$\mu_{(v)}$	v_0 [km/h]	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0
D	≤ 80	5.41795E-14	-2.03624E-11	2.73971E-09	-1.77011E-07	1.17528E-05	-1.17900E-03	3.84878E-01
K	> 80	6.34337E-18	4.55092E-12	-1.35100E-09	7.24688E-08	1.42685E-05	-2.27480E-03	3.79410E-01

(DE 52.2)

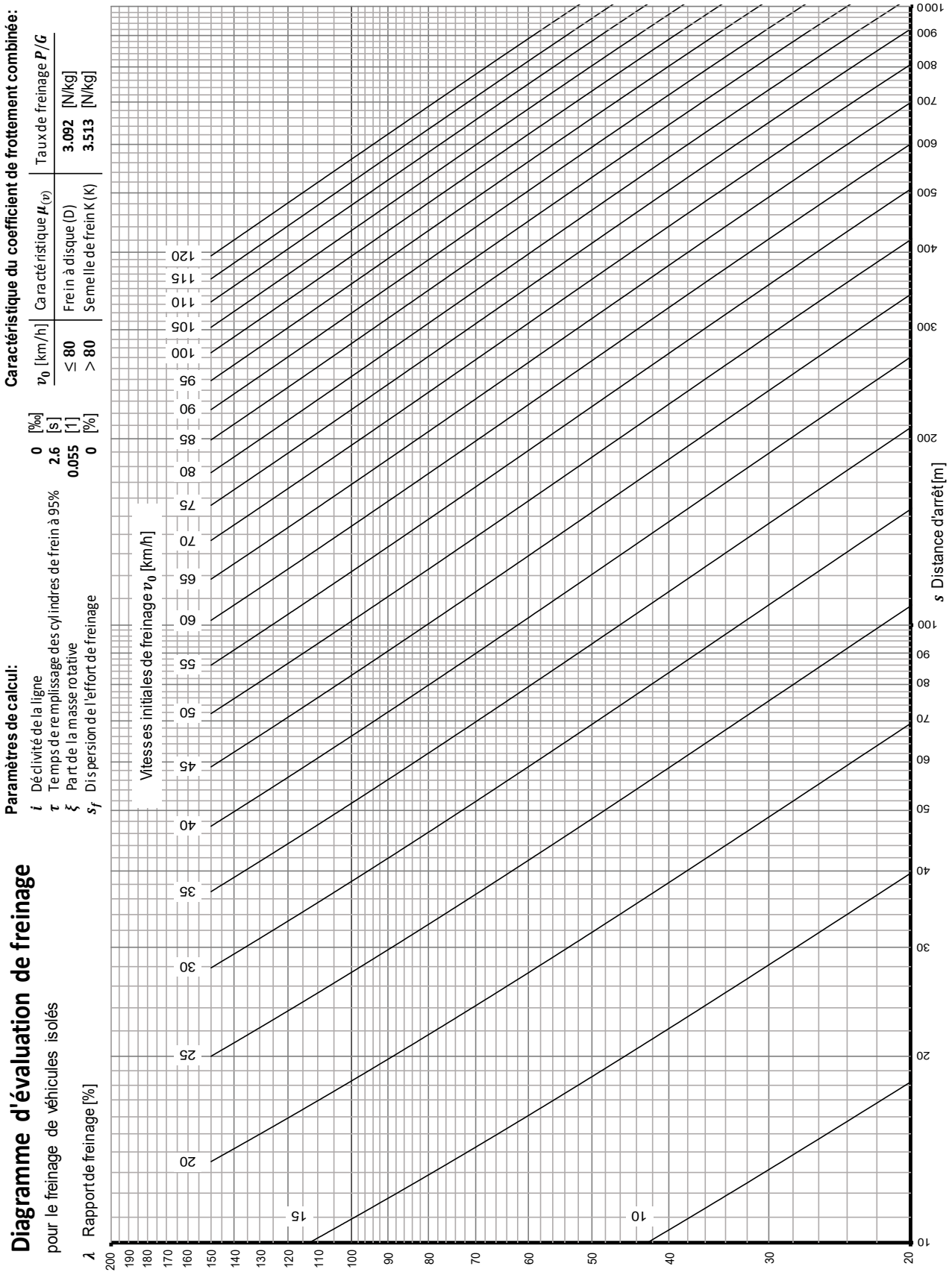
5	Pour déterminer le rapport de freinage, des essais de freinage doivent être exécutés au moins avec le premier véhicule de chaque série. Pour les autres véhicules de série, dont l'état technique et fonctionnel est identique, il suffit de déclarer que la construction est conforme.	**A**		**N**	**E**		
5.1	Pour les chemins de fer à adhésion, il faut déterminer le rapport de freinage (λ) ainsi que le poids frein (B) à inscrire sur le véhicule,	**A**		**N**	**E**		
5.2	respectivement la décélération pour les tramways.	**A**				**T**	
6	Pour le pourcentage de freinage λ à atteindre, les freins doivent être conçus en fonction des indications mentionnées ci-après.	**A**		**N**	**E**		
6.1	Les règles ci-après sont valables pour les véhicules non pourvus de frein de sécurité et circulant sur des lignes à plate-forme indépendante:	**A**		**N**	**E**		
6.1.1	Sur un tronçon horizontal, si la distance d'arrêt est de s ≅ 252,8 m lors d'un freinage d'urgence à partir d'une vitesse de v_0 = 80 km/h, le rapport de freinage correspondant est de λ = 100%.	**A**		**N**	**E**		
6.1.2	Pour déterminer le rapport de freinage selon le chiffre 5, des essais de freinages d'urgence doivent être exécutés sur un tronçon de voie horizontal et rectiligne. A l'aide du diagramme d'évaluation de freinage au chiffre 6.1.5, le rapport de freinage correspondant peut être déterminé pour la distance d'arrêt mesurée.	**A**		**N**	**E**		
6.1.2.1	Si, pour des raisons de topographie, la distance d'arrêt, lors de l'évaluation des freins, ne peut pas être déterminée sur un tronçon horizontal, la valeur doit être convertie à l'aide de la formule figurant sous ch. 4, ou selon une autre méthode de calcul adéquate.	**A**		**N**	**E**		
6.1.3	Pour les véhicules mentionnés ci-dessous, les pourcentages de freinage doivent atteindre, à 80 km/h: – Voitures sans freinage à la charge, à vide: $\lambda \geq 100$ – Automotrices à voyageurs, à vide: $\lambda \geq 90$ – Fourgons automoteurs, à vide: $\lambda \geq 85$ – Locomotives: $\lambda \geq 85$	**A**		**N**	**E**		
6.1.4	L'adaptation des courbes caractéristiques pour l'évaluation des freins sur la base de la caractéristique du coefficient de frottement des freins à disque selon chiffre 4 exige, que tous les véhicules circulant à des vitesses supérieures à 80 km/h soient impérativement évalués d'après le diagramme d'évaluation de freinage selon chiffre 6.1.5 (état 2020) à la vitesse maximale admissible.	**A**		**N**	**E**		
6.1.4.1	Le « Complément a » actualisé du commentaire n° 4 de l'ordonnance sur les chemins de fer contient en annexe les graphiques, qui ont été révisés sur la base du modèle de calcul figurant au chiffre 4.	**A**		**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 52.2)

6.1.5 Diagramme d'évaluation de freinage

A | | N E | |



(DE 52.2)

6.1.6	L'évaluation des freins se fait en principe à l'aide de méthodes de mesure et d'évaluation appropriées, sur la base de courses d'essais sur un tronçon de voie horizontal et rectiligne, à la vitesse de 80 km/h. Si la vitesse maximale v_{maxVhc} se situe au-delà de 80 km/h, des essais supplémentaires à la vitesse initiale de freinage v_{maxVhc} doivent être exécutés pour l'évaluation des freins. Pour l'inscription sur le véhicule, le rapport de freinage le plus bas λ_{min} des deux séries d'essais à v_{maxVhc} respectivement $v_{80km/h}$ est déterminant. $B = m_{tare} \cdot \lambda_{min} \cdot \frac{1}{100}$ B poids-frein en [t] m_{tare} masse du véhicule à vide en [t] λ_{min} plus petit rapport de freinage à $v_{80km/h}$ et v_{maxVhc} en [%]	**A**			**N**	**E**		
6.1.6.1	Pour les véhicules sans freinage en fonction de la charge, il faut y inscrire le poids-frein (B) pour le véhicule à vide.	**A**			**N**	**E**		
6.1.6.2	Les véhicules avec un freinage en fonction de la charge réglable manuellement doivent comporter, pour chaque position, l'inscription du poids d'inversion et le poids-frein (B).	**A**			**N**	**E**		
6.1.6.3	Les véhicules avec un freinage autovariable en fonction de la charge doivent être marqués en conséquence. Le rapport de freinage et le poids-frein maximal doivent y être inscrits. Les essais de frein doivent être exécutés et évalués aussi bien avec un véhicule à vide que chargé, pour lequel le seuil de commande limite du dispositif sera atteint. Pour l'inscription du rapport de freinage (λ), la valeur la plus basse des deux évaluations est déterminante.	**A**			**N**	**E**		

(DE 52.2)

6.1.7 Le chargement admissible ne doit pas provoquer une diminution du rapport entre le freinage théorique et l'accélération de la pesanteur **A** **N** **E**

$$\delta = \frac{P}{G} \cdot \frac{100\ \%}{1000 \cdot g}$$

δ rapport entre le freinage théorique et l'accélération de la pesanteur
P somme des forces d'application des sabots du véhicule, en [N]
G masse du véhicule en [t] (charge comprise)
g accélération de la pesanteur en [ms^{-2}]

δ	Type de véhicule	Déclivités déterminantes
40 %	pour les wagons	de 0 à 30 ‰
41... 45 %	pour les wagons [1)]	de 31 à 50 ‰
46... 50 %	pour les wagons [1)]	de 51 à 70 ‰

en dessous des valeurs suivantes:

[1)] Pour les déclivités les plus élevées, il faut tenter d'obtenir les pourcentages les plus forts.

6.1.8 Si nécessaire, la conception du frein doit être telle que l'effort de freinage puisse s'adapter à la charge (freinage en fonction de la charge). L'adaptation peut être manuelle ou automatique. De plus, il faut prendre en considération: **A** **N** **E**

6.1.8.1 Freins à sabots avec des semelles en fonte grise: **A** **N** **E**

$\lambda \leqq 100 \ldots 120$: Frein à régime simple admis *)

$\lambda > 100 \ldots 120$: Frein à régime double nécessaire *)

*) Pour les v_{max} les plus élevées, il faut tenter d'obtenir les valeurs limites inférieures.

6.1.8.2 Freins à disque ou freins à sabots avec caractéristique de friction K: **A** **N** **E**

$\lambda \geq 120$: Dispositif antiglissement nécessaire.

(DE 52.2)

6.2	Pour les véhicules, selon chiffre 6.1, qui sont toutefois dotés de freins de sécurité, il faut respecter les dispositions prévues sous chiffre 6.1 et en plus celles de la DE 52.1, ch. 9 concernant le frein de sécurité.	**A**			**N**	**E**	**T**	
7	Les freins seront conçus pour que les décélérations atteignent les valeurs suivantes:	**A**			**N**	**E**	**T**	
7.1	Trains de chemins de fer à adhérence pourvus de freins de sécurité, circulant sur des lignes sans plate-forme indépendante et tramways pourvus de freins de sécurité: En palier et sur rail sec et propre, ils doivent atteindre, sans utilisation de sable, les décélérations de freinage minimales $\bar{p}_x$ indiquées ci-après:	**A**			**N**	**E**	**T**	
7.1.1	0,9 m/s^2 à vide, en utilisant le frein automatique à la vitesse initiale de 40 km/h.	**A**			**N**	**E**	**T**	
7.1.2	2,3 m/s^2 à vide, en utilisant simultanément le frein automatique, le frein de sécurité et le frein moteur ou un frein supplémentaire (DE 52.1) lorsque le frein moteur est utilisé comme frein automatique. Ceci s'entend pour une vitesse initiale comprise entre 40 km/h et la vitesse maximale. Lorsque la vitesse initiale est comprise entre 40 et 20 km/h, la décélération ne doit diminuer graduellement que dans la mesure où sa valeur ne tombe pas à un chiffre inférieur à 1,9 m/s^2 à la vitesse de 20 km/h.	**A**			**N**	**E**	**T**	
7.1.3	Si les valeurs minimales ne sont pas atteintes, la vitesse de marche sera réduite en conséquence. Lorsque l'état du rail est mauvais, ces valeurs de décélération peuvent naturellement être plus faibles.	**A**			**N**	**E**	**T**	
7.1.4	Pour toutes les vitesses initiales comprises entre 20 km/h et la vitesse maximale, la décélération ne doit pas être supérieure à 2,8 m/s^2.	**A**			**N**	**E**	**T**	

(DE 52.2)

7.2	Trains de chemins de fer à adhérence sans freins de sécurité circulant sur des lignes sans plate-forme indépendante et tramways sans frein de sécurité (véhicules de tramways de type ancien). En palier, sur rail sec et propre ils doivent atteindre, sans utiliser du sable, les décélérations de freinage minimales $\bar{p}_x$ citées ci-après:	**A**			**N**	**E**	**T**
7.2.1	0,9 m/s² à vide, en utilisant le frein automatique à la vitesse initiale de 40 km/h,	**A**			**N**	**E**	**T**
7.2.2	1,0 m/s² en charge, en utilisant le frein automatique conjointement avec le frein moteur ou avec un frein supplémentaire si le frein moteur est utilisé comme frein automatique, la vitesse initiale étant de 40 km/h.	**A**			**N**	**E**	**T**
7.2.3	Lorsque l'état du rail est mauvais, ces valeurs de décélération peuvent naturellement être plus petites.	**A**			**N**	**E**	**T**
7.3	$\bar{p}_x$ doit être calculé comme suit: $\bar{p}_x = \frac{v_0^2}{2 \cdot s}$ $\bar{p}_x$ décélération moyenne en [m/s²] v_0 vitesse initiale en [m/s] dès la mise en action du freinage d'urgence s distance d'arrêt en [m], mesurée dès la mise en action du freinage d'urgence et jusqu'à l'arrêt	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 52.3 Effet de freinage

1	L'action du frein ne doit pas être entravée par l'usure, le jeu ni d'autres systèmes.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
1.1	Les dispositifs de réglage des freins seront constitués par des régleurs de timonerie de frein fonctionnant automatiquement et permettant de compenser au moins l'usure maximale des semelles ou des garnitures, ainsi qu'une partie de l'usure des bandages.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2	Le jeu des ressorts du véhicule ne doit pas nuire à l'effet de freinage.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.1	Le jeu des ressorts du véhicule ne doit pas nuire notamment: – à l'efficacité du frein sur rail (frein de sécurité), – à l'efficacité du frein à disque qui pourrait être entravée par l'excentricité, – à l'efficacité du frein à sabots qui pourrait être entravée par le déplacement du sens de l'effort, – à l'efficacité du freinage en fonction de la charge, – aux conditions d'engrènement et de stabilité dans le cas des freins sur roues dentées de crémaillère.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.2	Les sabots de frein n'agissant que sur un seul côté des roues ne sont autorisés que si les organes de roulement ont été construits en conséquence.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3	L'affectation d'éléments du système de freinage à d'autres fonctions ne doit pas nuire à l'effet de freinage.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.1	Les réservoirs à air utilisés également pour les services auxiliaires (commande des portes, etc.) ne doivent être reliés à la conduite générale que par des soupapes de retenue et des valves d'étranglement disposées en série avec ces dernières (pour éviter d'allonger les temps de serrage et de desserrage du frein).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.2	Si les services auxiliaires utilisent d'importantes quantités d'air provenant de la même source que l'air de freinage, il faut veiller à maintenir une qualité suffisante de ce dernier (p.ex. à l'aide de sécheurs à adsorption).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4	Le bon fonctionnement du frein doit être contrôlable par un essai de frein à l'arrêt.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.1	On doit pouvoir s'assurer du bon fonctionnement du frein. Dans ce but, il faut pouvoir contrôler les mouvements de la timonerie ou la pression des cylindres.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.2	Lorsque les freins à ressorts sont rendus inefficaces au moyen du dispositif de déblocage de secours, cet état doit être reconnaissable.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.3	On doit pouvoir contrôler à l'arrêt l'aptitude à fonctionner du frein moteur si ce frein est utilisé comme frein automatique.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 52.4 Frein d'immobilisation

1	Le frein d'immobilisation doit pouvoir être actionné ou amorcé indépendamment du frein automatique, mais la timonerie peut toutefois être commune aux deux freins.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
2	Dans la mesure où la force de retenue minimale est atteinte et à condition qu'il n'y ait pas de convention contraire pour les véhicules du trafic international, il suffit que le frein d'immobilisation agisse sur une partie des roues. S'il n'est pas possible de décharger le véhicule avant d'empêcher la dérive, il faut dimensionner le frein pour le poids global.	**A**			**N**	**E**	**T**
3	Au cas où le frein d'immobilisation serait utilisé en plus pour régler la vitesse de marche (par ex. manœuvres au lancer), il doit être dimensionné en fonction des sollicitations thermiques et doit pouvoir être actionné depuis une plate-forme.	**A**			**N**	**E**	**T**
4	Sont considérés comme freins d'immobilisation, les freins actionnés à la main ou au pied (manivelle, levier, pédale, etc.) et les freins à ressorts, à condition qu'ils ne puissent pas se desserrer automatiquement (un verrouillage est nécessaire si, par exemple, l'effort de freinage peut diminuer en cas de fuite d'huile du système hydraulique ou si l'auto-enrayage n'est pas suffisant pour les freins à vis).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
5	La commande du frein d'immobilisation, au moyen de manivelles ou de volants, doit être conçu de sorte que l'effort de freinage augmente lorsque la manivelle ou le volant sont actionnés dans le sens des aiguilles de la montre.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
5.1	Il faut prendre en considération les valeurs suivantes pour la conception:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
5.1.1	Force à la manivelle pour les manivelles de frein desservies à deux mains: 500 N;						
5.1.2	Force à la manivelle pour les manivelles de frein desservies à une main: 200 N;						
5.1.3	Rendement – 97 % par levier pour la timonerie de frein – 29 à 42 % pour les vis du frein, suivant la forme du filet et le pas.						
5.1.4	Le rapport de transmission ne doit pas, en règle générale, être supérieur à 1'400 : 1, sauf pour les véhicules moteurs.						

(DE 52.4)

6	L'efficacité du frein d'immobilisation de véhicules à adhérence destiné à la sécurisation de ceux-ci contre une dérive inopinée dans les déclivités peut être déterminée à l'aide de la force de retenue.	**A**			**N**	**E**	**T**
6.1	Si les conditions du ch. 5 sont remplies, la force de retenue est la force de traction requise pour mettre en mouvement des véhicules sur une voie horizontale et rectiligne.	**A**			**N**	**E**	**T**
6.2	La force de retenue peut être calculée comme suit:	**A**			**N**	**E**	**T**

$$F_{park} = \sum F_{pb} \cdot \mu_{st} \cdot \frac{r_m}{r_h}$$

F_{park} Force du frein d'immobilisation exercée sur toutes les roues en [kN]
F_{pb} Forces de pression statiques du sabot de frein ou de la garniture de frein en [kN]
r_m Rayon de frottement moyen (freins à sabots $r_m = r_h$) en [m]
r_h Rayon d'une roue usée jusqu'à la moitié en [m]
μ_{st} Valeurs de frottement à 0 km/h [1]

Sabots:	fonte grise	0,35
	semelles K	0,20
	semelles LL	0,20
Garnitures:	matériau composite organique	0,35
	métal fritté	0,30

6.3	La force de freinage à la jante ne doit être prise en compte que jusqu'à la sollicitation maximale des valeurs d'adhérence $\tau_{roue/rail} = 0{,}12$ de chaque essieu freiné par le frein d'immobilisation.	**A**			**N**	**E**	**T**
6.4	Il faut viser un coefficient de sécurité $K_{park} = 1{,}4$ pour éviter la dérive.	**A**			**N**	**E**	**T**
6.5	La déclivité maximale jusqu'à laquelle les véhicules peuvent être sécurisés à l'aide du frein d'immobilisation est calculée comme suit:	**A**			**N**	**E**	**T**

$$i_{max} = \frac{F_{park}}{m_{st} \cdot g \cdot K_{park}} \cdot 100\ \%$$

i_{max} Déclivité en [‰]
F_{park} Force statique du frein d'immobilisation exercée sur toutes les roues en [kN]
m_{st} Masse du véhicule (sans masses rotatives) en [t]
g Accélération de la pesanteur de 9,81 [m/s²]
K_{park} Coefficient de sécurité contre la dérive [1]

DE 53.1 Exigences relatives aux portes d'accès

1. La norme SN EN 14752 concernant les exigences pour la construction et l'exploitation des portes d'accès pour matériel roulant doit être appliquée.

1.1 La demande d'arrêt et la demande d'ouverture peuvent, par dérogation à la norme SN EN 14752, être indiquées par un voyant vert sur les boutons de portes, même si les portes ne sont pas libérées.

2. Les portes doivent être reconnaissables dans le respect de SN EN 16584-1:2017. L'évaluation de la conformité par un organisme d'évaluation de la conformité n'est requise que pour les véhicules qui circulent sur des tronçons interopérables (art. 15*a* OCF).

3. Les exigences concernant les boutons poussoirs pour l'ouverture des portes sont régies par SN EN 16584-2:2017. De plus, il y a lieu de tenir compte de l'ordonnance du DETEC sur les exigences techniques concernant les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OETHand)[1].

4. Accès en chaise roulante et avec déambulateur

4.1 L'accès autonome des personnes en chaise roulante ou avec déambulateur (« accès de plain-pied ») doit être garanti par au moins une porte par train. Ces accès doivent être désignés à l'extérieur du véhicule par un pictogramme figurant une chaise roulante, pour autant que cela convienne au concept d'exploitation.

La construction des véhicules doit garantir que les paires de valeurs conformément au ch. 2.3 STI PMR[2] soient respectés lors de la conception de la construction. Ces paires de valeur concernent les espaces maximaux situés entre le rebord du quai et le bord extérieur du dispositif comble-lacune du véhicule, (par ex. marche rabattable / rétractable, baguette d'usure), ou, en l'absence dudit dispositif, l'arête d'accès au compartiment voyageurs.

4.2 Lorsque l'accès autonome ne peut pas être assuré, les entreprises de transports publics fournissent l'aide nécessaire, en particulier aux personnes en chaise roulante, en mettant du personnel et les moyens auxiliaires indispensables à disposition (par ex. lifts mobiles, lifts adaptés aux chaises roulantes, rampes). En cas d'utilisation de rampes pour les chaises roulantes, la pente maximale est de 18 %.

4.3 L'évaluation de la conformité par un organisme d'évaluation de la conformité n'est requise que pour les véhicules qui circulent sur des tronçons interopérables (art. 15*a* OCF).

4.4 La preuve de l'accès autonome aux véhicules à voie normale et métrique doit être apportée conformément aux directives ad hoc de l'OFT.

[1] RS **151.342**
[2] Voir annexe 7 OCF

DE 53.2 Exigences relatives à la surveillance des portes

1. Le conducteur de véhicule moteur doit pouvoir vérifier si les portes d'accès sont ouvertes ou mal fermées.
2. Aucun freinage d'urgence ne doit être provoqué par une éventuelle interdépendance des circuits si, pendant la marche, une porte est ouverte au moyen de l'ouverture de secours des portes.

DE 53.3 Porte de fourgon

1. Lorsqu'une porte qui coulisse dans le sens longitudinal du véhicule se ferme intempestivement, il doit encore subsister un espace d'environ 300 mm.

DE 53.4 Portes d'intercirculation entre véhicules

1. La sécurité requise peut être obtenue par le relèvement des passerelles d'intercirculation aux extrémités, pour autant que celles-ci ne puissent pas être abaissées involontairement.

DE 54 Principes

1	Au sens de la présente ordonnance, un véhicule à crémaillère est un véhicule qui développe son effort de traction ou de freinage par l'intermédiaire d'une crémaillère fixée à la voie. Est également considéré comme tel tout véhicule qui fonctionne simultanément en partie par crémaillère et en partie par adhérence sur les rails, lorsque l'effort de freinage ou de traction développé effectivement par adhérence n'est pas suffisant et que la part de l'effort qui fait défaut doit être fournie par la crémaillère.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	Dans le calcul de l'effort de traction ou de freinage des entraînements à crémaillère, les coefficients maximums de frottement relatifs aux forces exercées effectivement entre le rail et la roue seront estimés à 0,2 pour la traction et à 0,15 pour le freinage.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	Les véhicules à crémaillère doivent satisfaire aux conditions d'engrènement selon DE 54.2.b.1.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	Les véhicules à adhérence dont le frein de sécurité exigé par DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 9 est conçu sous forme de frein à crémaillère ne sont pas des véhicules à crémaillère au sens de la présente définition.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2.1	En ce qui concerne les conditions d'engrènement et la sécurité au déraillement, ils doivent cependant répondre aux prescriptions applicables aux véhicules à crémaillère.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3	Concernant les chemins de fer exclusivement à crémaillère, vu les décélérations élevées et les faibles vitesses il est renoncé à une conception qui soit capable de résister aux collisions conformément aux DE 51.2.		**c**	**C**				

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 54.1 Sécurité au déraillement

1	Pour la circulation sur une voie en alignement, le facteur de sécurité S_Q (stabilité longitudinale) est défini par l'équation suivante : $S_Q = 1 + \frac{Q_{eff}}{Q_o}$ Il s'élèvera au moins à:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	1,3 pour les vitesses de la catégorie 2 et à	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	1,4 pour les vitesses de la catégorie 3.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	Etant donné que les déraillements se produisent en général vraisemblablement dans les courbes, un tel critère n'est pas suffisant à lui seul. Il importe plutôt de contrôler la sécurité en tenant compte des forces exercées sur les roues suite à la poussée de soulèvement sur le boudin. Le facteur de sécurité S_R (sécurité au déraillement) est défini dans ce cas par l'équation suivante : $S_R = 1 + \frac{R_{eff}}{R_o}$ Il s'élèvera au moins à:	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1	1,2 pour les vitesses de la catégorie 2 et à	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2	1,25 pour les vitesses de la catégorie 3.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3	Signification des symboles :	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.1	Q_o respectivement R_o: force exercée sur l'essieu ou sur la roue, mesurée sur une voie en palier en l'absence de tout effort de freinage ou de traction; le « multiplicateur de charge sur les essieux » est pris en considération, même s'il n'agit que lors de la traction ou du freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.2	Q_{eff}, resp. R_{eff}: force exercée sur l'essieu ou sur la roue en question, mesurée perpendiculairement à la voie durant le processus étudié.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.3	Pour le calcul de la sécurité au déraillement, les profils de rail, de boudins de roue et de la crémaillère sont supposés être non usés (concernant l'usure de la crémaillère voir DE 33.1).	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.4	Les coefficients de frottement suivants serviront de base au calcul:	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.4.1	Coefficient de frottement roue-champignon du rail $\mu_S = 0.3$	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.4.2	Coefficient de frottement boudin-rail $\mu_b = 0.3$ resp. $\mu_b = 0.15$[1)]	**c**	**C**	**N**	**E**		
	[1)] uniquement lorsqu'un graissage satisfaisant des boudins est assuré durablement (par ex. aussi en cas de neige et de froid).						

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.1)

3.4.3	Coefficient de frottement crémaillère-roue dentée $\mu_Z = 0.15$	**c**	**C**	**N**	**E**		
4	En ce qui concerne la sécurité au déraillement, on tiendra compte, pour les cas extrêmes, des hypothèses suivantes:	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.1	L'effort maximum de traction correspondant aux valeurs de réglage fixées pour cet effort (limitation instantanée du courant ou de la pression, limitation du couple).	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2	L'action simultanée des deux systèmes de frein (voir DE 54.2.b.2, ch. 1.2) ou la superposition de l'un des systèmes de frein au frein de maintien, les proportions suivantes devant être prises en considération:	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.1	cas d'action de deux freins d'arrêt mécaniques,	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.1.1	l'effort de freinage maximum des deux freins,	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.1.2	lorsque les deux sont des freins à main à vis, l'effort de freinage maximum de l'un et l'effort de freinage réduit de 30 % de l'autre.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.2	En cas d'action d'un frein d'arrêt mécanique et d'un frein de maintien,	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.2.1	l'effort maximum du frein d'arrêt mécanique concentré sur le véhicule moteur et 120 % de l'effort du frein de maintien pour la charge maximale du train sur la pente considérée, lorsque le frein mécanique en question peut se déclencher sous l'effet d'un dispositif de protection contre la survitesse,	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.2.2	100 % de l'effort du frein de maintien produit à vitesse constante pour la charge maximale du train sur la pente considérée et l'effort maximum du frein d'arrêt mécanique concentré sur le véhicule moteur lorsqu'aucun dispositif de protection contre la survitesse ne peut agir sur le frein mécanique en question.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.2.3	Dans les deux cas, on peut compter avec la somme effective des forces de freinage qu'on peut attendre des deux freins, somme qui est normalement plus petite que la somme théorique. On prouvera par des essais que la valeur admise n'est pas dépassée.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.1)

5	La sécurité au déraillement sera calculée selon une méthode reconnue par l'Office fédéral en admettant les efforts de freinage suivants:		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.1	l'effort déterminé selon DE 54.2.b.2, ch. 2.2.1 et 2.2.2 pour chacun des freins d'arrêt mécaniques ou		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.2	l'effort effectif déterminé par des mesures, compte tenu de l'éventuelle dispersion.		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3	Il faut tenir compte aussi:		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.1	des caractéristiques de la ligne (combinaison des pentes et des rayons de courbure, force centrifuge dans les courbes pour la vitesse correspondant à la valeur de réglage du dispositif de protection contre la survitesse),		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.2	de l'influence d'un vent latéral de 50 km/h dans le sens le plus défavorable, pour autant que les conditions locales n'impliquent pas d'autres valeurs;		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.3	de la charge du véhicule en question (à vide, à pleine charge, le cas échéant avec charge asymétrique) ;		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.4	de la composition et de la charge du train (composition admissible en exploitation, s'il y a lieu traction multiple) ;		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.5	des irrégularités: panne du frein ou annulation de l'effort de traction dans une partie quelconque du train; démarrage lorsque les freins de la charge poussée sont serrés.		**c**	**C**	**N**	**E**		
5.3.6	D'autres cas éventuels seront donnés dans le cahier des charges.		**c**	**C**	**N**	**E**		
6	La sécurité contre le risque de déraillement des voitures de voyageurs et des wagons doit être assurée conformément aux exigences ci-dessus applicables aux véhicules moteurs.		**c**	**C**	**N**	**E**		
6.1	La sécurité au déraillement des voitures et des wagons est surtout compromise par la poussée transversale des tampons (pressions maximales des tampons en relation avec l'inscription en courbe) ainsi que par la poussée de soulèvement de la roue dentée se produisant par suite du freinage du véhicule concerné.		**c**	**C**	**N**	**E**		
6.2	Le facteur de sécurité S_R doit être d'au moins:		**c**	**C**	**N**	**E**		
6.2.1	S_R = 1,1	pour toutes les voitures et wagons d'un convoi à la montée,	**c**	**C**	**N**	**E**		
6.2.2	S_R = 1,05	pour les voitures et wagons sans roues dentées freinées à la descente,	**c**	**C**	**N**	**E**		
6.2.3	S_R = 1,2	pour toutes les autres voitures ou wagons d'un convoi à la descente,	**c**	**C**	**N**	**E**		
6.2.4	S_R = 1,2	pour les voitures ou wagons circulant seuls à la descente (par ex. lors d'un essai de frein).	**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 54.2.a Appareils de traction et de choc

DE 54.2.a.1 Véhicules attelés

1	Les appareils de choc sont indispensables dans tous les cas. En outre, on prévoira des attelages si nécessaire pour l'accouplement de véhicules.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	Dans chaque cas il faut déterminer si les véhicules doivent être accouplés ou non en vue d'éviter une coupure de train (par ex. sur les tronçons à faible déclivité).	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1	Lorsque des véhicules placés en amont du véhicule moteur sont utilisés sur des tronçons en rampe continue et que l'on utilise comme moyen de traction de petites locomotives à 2 ou 3 essieux rigides, la locomotive doit être découplée en permanence ou sur certains tronçons seulement.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.2	S'il s'agit de véhicules moteurs à bogies ou de véhicules reliés aux conduites de la télécommande, ils seront accouplés en permanence entre eux, tant à la descente qu'à la montée. Cela a pour conséquence que l'on ne peut pas utiliser des crochets de traction non assurés comme attelages.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.3	Les appareils de choc et de traction seront conçus de telle manière que les sollicitations ne provoquent aucun déraillement, ni déplacement inadmissible des tampons, ni flambage des attelages.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.3.1	Sont considérés comme appareils de choc et de traction éprouvés, par ex. les attelages à vis avec tampons centraux ou latéraux, les attelages à tampon central semi- ou entièrement automatiques et les dispositifs analogues.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.3.2	Des systèmes plus simples sont autorisés pour l'attelage des véhicules poussés, placé en amont, à condition qu'ils ne puissent se découpler intempestivement (p.ex. flèche d'attelage avec crochet de traction assuré).	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.3.3	Un crochet de traction non assuré est admis comme appareil de traction, lorsqu'on circule parfois avec des véhicules non accouplés.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.3.4	Un crochet de traction non assuré ou une liaison par câble ou par chaîne peut servir d'appareil de traction pour les véhicules placés en amont et servant au transport des marchandises et des skis.	**c**	**C**	**N**	**E**		

DE 54.2.a.2 Véhicules non accouplés

1	Si l'on utilise des véhicules non accouplés, il faut faire en sorte que ceux-ci ne reculent pas vers le véhicule moteur suite à une coupure du train.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	On prendra des mesures appropriées pour obvier à cet inconvénient (par ex. frein à cliquets ou frein de recul équivalent sur le véhicule poussé). Dans le cas contraire, il n'est pas permis de circuler, à la montée, avec des véhicules non accouplés.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	Chaque véhicule ou groupe de véhicules non accouplé au reste du train et roulant à pleine charge à la vitesse admissible sur la pente maximale doit pouvoir s'arrêter par ses propres moyens.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1	La valeur de la décélération n'est pas prescrite.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.2	Les freins en question seront desservis ou mis en action par un dispositif de protection automatique contre la survitesse. Dans ce dernier cas, le déclenchement doit être simultané sur tous les véhicules, par ex. au moyen d'une liaison électrique.	**c**	**C**	**N**	**E**		

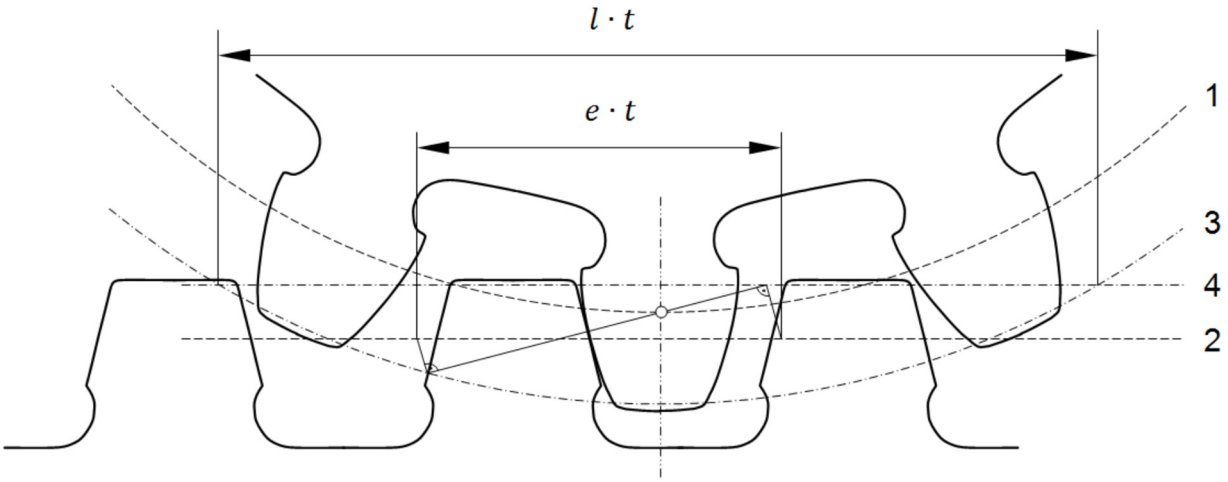
DE 54.2.b Freins

DE 54.2.b.1 Véhicules moteurs

1	Les véhicules moteurs seront pourvus d'au moins deux roues dentées pouvant être freinées. Sur les véhicules à bogies, ces roues doivent être réparties sur au moins deux bogies. En outre, elles doivent présenter des conditions d'engrènement suffisantes.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.1	Si, à la suite d'un incident, une des roues dentées freinables n'engrène plus dans la crémaillère, le train doit encore pouvoir être arrêté.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.2	On peut coupler mécaniquement les roues dentées; dans ce cas, il est nécessaire de répartir uniformément les forces et de tenir compte du système oscillant qu'elles constituent.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.3	Dans les cas où le type de construction de la crémaillère n'empêche pas le déplacement latéral des roues dentées, il faut prendre des mesures, au moins aux endroits exposés de la ligne, de manière que le véhicule soit encore guidé sûrement sur la voie, même si les boudins ne devaient momentanément plus guider.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.4	La distance entre roues dentées ne doit pas être un multiple du pas (voir dessin) afin de ne pas produire d'oscillations supplémentaires.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.5	Une roue dentée peut se composer d'une ou de plusieurs couronnes dentées (par ex. système Abt).		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.5.1	Afin d'obtenir une répartition uniforme des forces sur les dents, on assurera aux différentes couronnes d'une roue dentée une élasticité tangentielle; on s'efforcera d'éviter que les couronnes arrivent en fin de leur course élastique lorsque l'effort de traction ou l'effort de freinage produit par un frein d'arrêt mécanique est maximum.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.5.2	La paire de roues dentées utilisée sur la crémaillère horizontale, système Locher, est considérée par analogie comme une roue dentée à deux couronnes dans la mesure où celles-ci sont reliées mécaniquement.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6	Pour apprécier les conditions d'engrènement, il faut se rapporter à la durée d'engrènement « e » en ce qui concerne la continuité de la transmission et à la durée d'enfoncement « l » en ce qui concerne la transmission ininterrompue dans le cas d'une rupture de dent.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**

(DE 54.2.b.1)

Figure DE 54.2.b.1



l	durée d'enfoncement	1:	cercle primitif
e	durée d'engrènement	2:	ligne primitive
t	pas	3:	cercle du sommet du flanc actif de dent
$l \cdot t$	longueur d'enfoncement	4:	ligne du sommet du flanc actif de dent
$e \cdot t$	longueur d'engrènement		

(DE 54.2.b.1)

1.6.1	Afin d'assurer un engrènement continu,	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.1.1	la durée d'engrènement « e » de chaque couronne dentée devrait être au moins de 1,15.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.1.2	Si cette valeur n'est pas atteinte, chaque couronne dentée devra posséder une élasticité tangentielle.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.2	Afin d'éviter, dans le cas d'une rupture de dent, que la transmission ne soit interrompue et que la crémaillère reçoive des chocs dus à l'inertie des masses,	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.2.1	chaque couronne dentée devrait toujours engrener sur la crémaillère au moyen de deux dents au moins.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.2.2	La durée d'enfoncement « l » de chaque couronne dentée (voir dessin) doit donc être au moins de 2,15.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.3	Si les conditions des chiffres 1.6.1 et 1.6.2 ne sont pas remplies, les conditions d'engrènement seront considérées comme insuffisantes. Normalement les conditions du chiffre 1.6.1 sont remplies, lorsque celles du chiffre 1.6.2 le sont.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.3.1	Pour la détermination de « e », on admettra des profils de dents non usés. La valeur prescrite de 1,15 pour la durée d'engrènement contient donc une réserve de 0,15 pour l'usure.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.3.2	Eu égard aux imprécisions concernant la hauteur de la crémaillère, la valeur de la durée d'enfoncement « l » (2,15) contient également une réserve de sécurité de 0,15.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.3.3	Pour les crémaillères à faible moment de résistance (par ex. système Abt), il faut prendre en considération le fait que, par suite de la poussée de soulèvement de la roue dentée, les lames peuvent fléchir fortement entre leurs points d'appui, ce qui augmente considérablement le danger d'escalade.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.6.3.4	Les chiffres précités devront être respectés en ce qui concerne le fléchissement de la crémaillère tel qu'il est autorisé par les DE 33.1.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**

(DE 54.2.b.1)

1.7	Crémaillère avec engrènement dans le plan vertical		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.7.1	En cas de faible stabilité, les forces d'inertie intervenant lorsque les conditions d'engrènement sont insuffisantes peuvent favoriser l'escalade de la roue dentée sur la crémaillère.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.7.2	Les valeurs minimales indiquées pour les durées d'engrènement « e » et d'enfoncement « l » doivent être respectées lorsque les roues dentées se trouvent dans la position la plus élevée. Ce cas se produit avec des roues porteuses neuves. Si la position des roues dentées est soumise au jeu des ressorts, il faut alors prendre en considération le fléchissement statique de ces derniers dans le cas du véhicule vide, sous l'influence des efforts de traction et de freinage.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.7.3	Lorsque la position des roues dentées motrices et de freinage est la plus basse possible (usure maximale des roues et, le cas échéant, jeu intégral des ressorts), il ne doit pas y avoir de coincement dans la crémaillère, ni de contact entre le sommet d'une dent et le fond de la denture. Afin de remplir ces conditions, les roues dentées, lorsque leur position est soumise au jeu des ressorts, doivent pouvoir être déplacées en hauteur pour compenser l'usure des roues.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.7.4	Pour que le processus d'engrènement se déroule sans perturbation, les flancs des dents doivent être dénués d'aspérités sur toute la hauteur d'engrènement.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.8	Crémaillère avec engrènement dans le plan horizontal		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.8.1	Pour la crémaillère avec engrènement horizontal bilatéral, l'engrènement est obligé. Les conditions d'engrènement insuffisantes n'ont donc effet que sur les forces d'inertie et l'usure qui leur est liée.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.8.2	Pour la raison indiquée sous chiffre 1.8.1, les valeurs minimales mentionnées pour « e » et « l » devraient également être atteintes.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
1.9	Passage du courant du véhicule à la crémaillère: Il ne faut pas perdre de vue que si des mesures spéciales ne sont pas prises, le courant de traction peut passer non seulement des roues porteuses aux rails, mais encore des roues dentées à la crémaillère.		**c**	**C**	**N**	**E**		**M**

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.1)

2	Lorsque l'effort de freinage transmis peut dépasser, par suite de dérangement, la limite calculée pour déterminer la sécurité contre le risque de déraillement, on intercalera un limiteur de couple entre la transmission et la roue dentée. Ce dispositif ne doit pas être placé entre l'organe de freinage du frein d'arrêt mécanique et la roue dentée. On peut, aux conditions fixées dans les présentes dispositions d'exécution[1], renoncer à ce dispositif si la pente ne dépasse 125 ‰ sur aucun tronçon de la ligne.	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
2.1	Les dispositifs de limitation doivent empêcher que de trop grands couples ne soient transmis aux roues dentées, faute de quoi (par ex. en cas de court-circuit dans le circuit de freinage, de coups de feu aux collecteurs si l'on freine électriquement, etc.) les couples de freinage peuvent devenir si élevés qu'il en résulte de trop fortes sollicitations des matériaux et que le véhicule moteur peut être soulevé hors de la crémaillère (lorsque celle-ci est à engrènement vertical).	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
2.2	On entend ici par organe de freinage du frein d'arrêt mécanique, la partie accouplée à la transmission (p.ex. tambours, disques de frein).	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
2.3	Si la pente ne dépasse nulle part 125 ‰, on peut renoncer aux dispositifs de limitation du couple pour les véhicules à bogies dont chaque essieu possède un entraînement indépendant.	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
3	Les véhicules moteurs doivent être équipés d'un dispositif de déclenchement de freinage sûr, qui provoque automatiquement l'arrêt du train au moyen d'un des freins d'arrêt mécaniques dès que la vitesse maximale autorisée est dépassée à la descente.[2]	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
3.1	Les fonctions de la surveillance de la survitesse et du déclenchement de la survitesse doivent être mises en œuvre dans un module de sécurité.	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
3.2	Dès qu'il est détecté que le frein d'urgence en action ne respecte plus la valeur limite de la décélération minimale en pente selon les DE 54.2.b.2, ch. 2.2.2.3, l'installation de surveillance de la vitesse doit immédiatement activer en plus l'autre frein d'arrêt mécanique selon DE 54.2.b.2, ch. 1.2 pour provoquer l'arrêt du train.	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
3.2.1	L'intégration de la surveillance de la décélération dans les circuits de commande doit s'effectuer de manière qu'un dérangement du système de surveillance ne génère pas de double freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**	**M**

[1] RS **742.141.11**

[2] Version du chiffre I de l'O. du 16 nov. 2011, en vigueur depuis le 1er juillet 2012 (RO **2011** 6233).

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.1)

3.3	Le dispositif de protection contre la survitesse doit être réglé de manière à fonctionner au maximum à 10 % au-dessus de la vitesse de marche admissible v_{adm} la plus élevée.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.4	Si l'on désire augmenter la vitesse maximale en fonction d'une pente plus faible, le dispositif de protection contre la survitesse peut être réglé à une vitesse de déclenchement supérieure à v_{adm} déterminante pour la pente maximale.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.4.1	Si l'on fixe la vitesse de déclenchement à une valeur plus élevée et que l'effort de freinage reste constant, la sollicitation thermique du frein est augmentée (voir DE 54.2.b.2, ch. 2.2.1). Cette vitesse limite devra donc être fixée de cas en cas, compte tenu du comportement thermique des freins.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.5	Le dispositif de protection contre la survitesse comprendra plusieurs valeurs de déclenchement correspondant aux différentes vitesses fixées,	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.5.1	lorsque l'effort de freinage, pour tenir compte des décélérations se produisant sur les faibles pentes, est échelonné en fonction de la pente,	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.5.2	ou bien, lorsque, compte tenu du comportement thermique des freins, on ne peut pas circuler suffisamment vite sur les pentes plus faibles dans le sens du chiffre 3.2.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.5.3	La commutation permettant d'adapter à une pente donnée tant l'effort de freinage que la vitesse fixée pour le déclenchement du dispositif de protection contre la survitesse doit satisfaire aux conditions suivantes :	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.5.3.1	elle sera effectuée à la main, par le mécanicien.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.5.3.2	La commutation à la valeur correspondant au tronçon à parcourir doit être contrôlée à partir de la voie de manière que le train soit arrêté automatiquement en cas de non conformité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.6	La mise en action du dispositif de protection contre la survitesse doit rester dans les limites d'une tolérance de ± 5 %. Lors de l'entrée en action du freinage, il faut interrompre tout effort de traction.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.7	L'entraînement du dispositif de protection contre la survitesse doit se faire sans glissement à partir d'une roue dentée motrice ou de freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.7.1	La transmission par chaîne ou par courroie dentée n'est autorisée que s'il existe un dispositif de sécurité qui, en cas d'interruption de transmission de la force, provoque un freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**
3.7.2	L'entraînement doit être indépendant du fonctionnement du limiteur de couple.	**c**	**C**	**N**	**E**		**M**

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.1)

3.8	Le déclenchement du frein par le dispositif de protection contre la survitesse doit se faire par des moyens simples, directs, déployant leurs effets le plus rapidement possible.		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4	Les véhicules moteurs doivent être équipés d'un dispositif anti recul automatique qui, lors de la montée, empêche tout recul involontaire du train. Il en va de même pour les véhicules qui, dans le même sens de marche, circulent tant sur des rampes que sur des pentes.[3]		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.1	En lieu et place des freins à roue libre (par ex. freins à cliquets), on peut utiliser comme frein de recul des dispositifs qui réagissent à la modification du sens de la marche et qui provoquent ainsi l'arrêt du train au moyen d'un des freins mentionnés aux DE 54.2.b.2, ch. 1.2.		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.1.1	En cas de recul, le tronçon parcouru jusqu'à l'arrêt sera, au maximum, de 5 m sur la plus forte pente.		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.1.2	La vitesse à laquelle les freins entrent en action sous l'effet de ce dispositif ne dépassera pas 10 km/h.		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.2	Quant aux freins à roue libre à la montée (par ex. freins à cliquets), il faut veiller à ce qu'ils soient, avant le départ:		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.2.1	serrés à fond		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**
4.2.2	et assurés contre tout desserrage intempestif.		**c**	**C**	**N**	**E**	**M**

[3] Version du chiffre I de l'O. du 16 nov. 2011, en vigueur depuis le 1er juillet 2012 (RO **2011** 6233).

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 54.2.b.2 Composition de trains

1	Les trains doivent posséder les dispositifs de freinage suivants:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	Un frein de maintien pour une marche à vitesse normale constante pour le poids maximal du train. Ce frein doit aussi pouvoir la réduire au moins à 50 % de la vitesse autorisée sur la pente en question et la maintenir.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2	Sont considérés comme frein de maintien:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2.1	les freins de l'appareil moteur, comme par ex : – les freins rhéostatiques et à récupération des véhicules moteurs électriques, – le frein rhéostatique des véhicules moteurs thermoélectriques, – le frein moteur des véhicules à moteurs à combustion interne, – les freins hydrodynamiques et hydrostatiques de tout type (par ex. ceux des véhicules à moteurs thermiques), – frein à contre-pression des locomotives à vapeur;	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2.2	les freins à friction, comme par ex. – les freins à tambour, à disque ou à sabots agissant sur les bandages, mais qui permettent un freinage continu;	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2.3	une combinaison des freins précités.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.3	Un frein conçu comme frein d'arrêt mécanique	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.3.1	ne peut être utilisé comme frein de maintien qu'à la condition, du point de vue thermique, qu'il soit en tout temps en mesure de fonctionner comme frein d'arrêt conformément au ch. 2.2.1.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.3.2	Sur les pentes supérieures à 125 ‰, aucun des deux freins d'arrêt mécaniques prescrits au ch. 1.2 ne doit être utilisé comme frein de maintien.		**C**	**N**	**E**		
1.1.4	Le frein de maintien doit être conçu de manière qu'en cas de manque de tension à la ligne de contact ou de panne du moteur thermique:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.4.1	le véhicule soit en mesure d'acheminer les voyageurs en lieu sûr à partir d'un endroit quelconque du tronçon à crémaillère.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.4.2	Dans ce cas, il n'est pas nécessaire que la vitesse soit réglable.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.5	Dans le circuit du frein de maintien électrique, on peut incorporer des dispositifs de contrôle et des appareils de commande. Ces derniers peuvent, en cas de surintensité, ouvrir le circuit du frein de maintien électrique, à condition que cela provoque simultanément et automatiquement l'entrée en fonction du système de frein I ou II (cf. ch.1.2).	**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.2)

1.2	deux freins d'arrêt mécaniques indépendants pour la descente.			c	C	N	E		
1.2.1	L'exigence de disposer de deux freins d'arrêt mécaniques indépendants est satisfaite par les combinaisons suivantes:			c	C	N	E		
	Déclivités	**1er frein d'arrêt mécanique**	**2e frein d'arrêt mécanique**						
1.2.1.1	Toutes	frein à crémaillère	frein à crémaillère	c	C	N	E		
1.2.1.2	Toutes	frein combiné crémaillère-adhérence	frein à crémaillère	c	C	N	E		
1.2.1.3	Jusqu'à 90 ‰	frein à adhérence	frein à crémaillère	c		N	E		
1.2.2	Les freins d'arrêt mécaniques et le frein de maintien des trains doivent être intégrés dans deux systèmes de freins selon l'une des combinaisons suivantes:			c	C	N	E		
	Déclivités	**Système de frein I**	**Système de frein II**						
1.2.2.1	Toutes	Frein à crémaillère = ①	Frein à crémaillère = ②	c	C	N	E		
1.2.2.2	Toutes	Frein combiné crémaillère-adhérence = ①	Frein à crémaillère = ②	c	C	N	E		
1.2.2.3	Jusqu'à 125 ‰	Frein combiné crémaillère-adhérence = ①	Frein à crémaillère = ② assisté selon ch. 2.2.1.4	c		N	E		
1.2.2.4	Jusqu'à 90 ‰	Frein à adhérence = ①	Frein à crémaillère = ②	c		N	E		
1.2.3	Les deux freins d'arrêt mécaniques ne peuvent avoir en commun que les roues dentées.			c	C	N	E		
1.2.3.1	Lorsque les organes des freins sont actionnés hydrauliquement, chaque système de frein doit être vidangé par des conduites de retour distinctes.			c	C	N	E		
1.2.3.2	Celles-ci peuvent être munies de filtres à huile, pour autant qu'un dispositif de décharge empêche toute retenue dans les conduites si les filtres sont bouchés.			c	C	N	E		

①: 1er frein d'arrêt mécanique

②: 2e frein d'arrêt mécanique

(DE 54.2.b.2)

2	Les freins d'arrêt mécanique doivent satisfaire aux conditions suivantes:[4]	c	**C**	**N**	**E**		
2.1	Au moins l'un de ces freins doit être construit comme frein à crémaillère proprement dit.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.1	Est considéré comme frein à crémaillère, un frein disposé de manière quelconque dont l'effet de freinage est transmis sans glissement à la roue dentée et par conséquent à la crémaillère.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.1.1	Dans le cas d'une transmission combinée et non débrayable pour crémaillère et adhérence, le frein à adhérence est aussi considéré comme frein à crémaillère proprement dit.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.2	Le frein à crémaillère proprement dit	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.2.1	ne peut être réparti sur les différents véhicules d'une rame que si les conditions suivantes sont remplies: la composition de la rame ne doit pas pouvoir être modifiée en exploitation, la rame toute entière doit être entretenue selon les prescriptions applicables aux véhicules moteurs et l'effort de freinage de chaque véhicule dimensionné selon son poids.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.2.1.1	L'expression « non modifié en exploitation » signifie que la composition d'une telle rame ne peut être modifiée dans sa grandeur que par du personnel qualifié affecté à un dépôt ou à un atelier. Cette mesure contribue à assurer un fonctionnement parfait de ce frein.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.2.1.2	En principe, le jumelage de telles rames est admis (cf. DE-OCF ad art. 54, DE 54.2.b.4, ch. 2).	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.2.2	Dans tous les autres cas, ce frein ne doit agir que sur les véhicules moteurs du convoi.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3	L'autre frein d'arrêt mécanique peut être constitué:	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3.1	par un frein combiné crémaillère-adhérence qui est réparti sur tout le convoi, c'est-à-dire qui agit aussi sur les voitures.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3.1.1	La part du frein à adhérence peut être soutenue par les freins magnétiques si les conditions suivantes sont remplies:	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3.1.1.1	la composition circule sur la même ligne aussi sur des tronçons en adhérence pure avec plate-forme indépendante et déclivités supérieures à 60 ‰.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3.1.1.2	la commande du frein magnétique s'effectue d'après les principes de base des fonctions sécuritaires, selon DE 50.1, ch. 13.4 à 13.7.	c	**C**	**N**	**E**		
2.1.3.2	pour les déclivités jusqu'à 90 ‰ au maximum, par un frein à adhérence proprement dit, qui doit être réparti sur le convoi, c'est-à-dire qui doit agir sur tous les véhicules.	c	**C**	**N**	**E**		

[4] Version du chiffre I de l'O. du 16 nov. 2011, en vigueur depuis le 1er juillet 2012 (RO **2011** 6233).

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.2)

2.1.4	Lorsqu'on détermine les parts relatives d'efforts de freinage des freins à adhérence et à crémaillère en vue de l'exploitation sur les tronçons de ligne à crémaillère, il faut prendre en considération,	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1.4.1	le fait que des essieux soient délestés sur les fortes pentes, ce qui diminue l'effort de freinage disponible par adhérence.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1.4.2	Pour les tronçons de ligne à adhérence, le frein à adhérence des véhicules destinés au service mixte crémaillère-adhérence doit satisfaire aux dispositions applicables aux chemins de fer de ce type.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2	Chacun de ces freins doit être à même, lors de la descente, d'arrêter le train en toute sécurité. Sur des pentes ne dépassant pas 125 ‰ et aux conditions fixées dans les présentes dispositions, il peut être dérogé à cette règle, l'action d'un autre frein pouvant être prise en considération	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1	Principes pour le dimensionnement	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.1	Pour le dimensionnement du système de freinage, la pente maximale et le poids maximal du véhicule-moteur ou du train sont déterminants pour le cas de freinage considéré.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.1.1	Ces poids seront déterminés sur la base de la charge admissible (voyageurs assis et debout, marchandises, neige selon limite inscrite sur le véhicule); sauf données contraires du cahier des charges, il faut se référer aux valeurs données dans la DE-OCF ad art. 47, DE 47.1, ch. 2.4.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.1.2	Si l'on estime que le nombre de voyageurs pourrait dépasser le nombre de places inscrit, il faut prendre en considération les places debout, les plates-formes, les surfaces des couloirs ainsi que celles des compartiments à bagages.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.2	Pour les trains dont aucun des deux freins d'arrêt mécaniques n'est constitué par un frein automatique selon la DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1, les deux freins d'arrêt mécaniques du véhicule moteur seront conçus chacun pour le poids maximum du train.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.3	Pour les trains dont un des deux freins d'arrêt mécaniques est constitué par un frein automatique selon la DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1, le frein en question du véhicule moteur devra être conçu seulement pour le poids maximum de ce dernier, les voitures et wagons fournissant eux-mêmes leur part d'effort de freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

2.2.1.4	Pour les trains selon chiffre 2.2.1.3 et qui circulent sur des déclivités ne dépassant pas 125 ‰, le frein d'arrêt mécanique concentré sur le véhicule moteur (deuxième frein d'arrêt mécanique) peut être assisté, eu égard à la sécurité anti-déraillement des véhicules remorqués, de la façon suivante pour constituer le système de frein II :	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.1	par la partie du frein de maintien indépendante du premier frein d'arrêt mécanique de la charge remorquée (système de frein I), ou	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.2	par le premier frein d'arrêt mécanique du véhicule moteur, étant entendu que la température de son frein à ruban (frein à crémaillère) doit être surveillée.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.3	Dans les deux cas:	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.3.1	l'effort de freinage du 2e frein d'arrêt mécanique doit suffire à lui seul à assurer contre la dérive le poids maximum du train dans la pente la plus forte et	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.3.2	le 2e frein d'arrêt mécanique et le frein qui l'assiste doivent pouvoir être actionnés au moyen d'un seul organe de commande, qui est indépendant de l'organe de commande du frein de maintien et de celui du premier frein d'arrêt mécanique, ainsi que du système de frein 1.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.3.3	La charge remorquée par le véhicule moteur doit – comprendre au moins deux véhicules et – atteindre 50 % de la charge remorquée maximale admissible du véhicule moteur.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.1.4.4	Pour le système de frein II, les mêmes conditions que celles pour un frein d'arrêt mécanique correspondant sont valables en ce qui concerne la stabilité longitudinale, la sécurité anti-déraillement, le dimensionnement (ch. 2.2.1.1) ainsi que les valeurs de décélération (ch. 2.2.2).	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2	Valeurs de décélération	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.1	La valeur nominale B_O de l'effort de freinage sera, en principe, calculée à l'aide de la formule suivante : $B_o = m_g\ (p_e + a)$ signification des symboles voir ch. 2.2.4.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.1.1	Il faut tabler par expérience sur une dispersion de l'effort de freinage, notamment pour les freins à ruban pour lesquels on peut admettre une dispersion de ± 15 %.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

		c	C	N	E		
2.2.2.1.2	Pour les freins à ruban, il faut donc apporter la preuve que les exigences suivantes sont remplies:	c	C	N	E		
2.2.2.1.2.1	Lorsque la valeur de l'effort de freinage effectif dépasse de 15 % la valeur nominale B_O, il est nécessaire que les conditions relatives à la sécurité anti-déraillement déterminée par calcul soient remplies.	c	C	N	E		
2.2.2.1.2.2	Si l'effort de freinage effectif des freins à ruban équivaut à 0,85 B_O, un véhicule – en pleine charge, – sur les pentes maximales, – à la vitesse maximale admissible, doit encore pouvoir être arrêté sûrement lors d'un deuxième freinage suivant immédiatement le premier sans que les freins soient trop fortement sollicités du point de vue thermique. La décélération minimale n'est pas prescrite pour ce freinage. L'un de ces freinages doit être déclenché par le dispositif de survitesse éventuellement disponible.	c	C	N	E		
2.2.2.1.2.3	Cette dernière condition sera contrôlée au cours des essais de frein pour vérifier par la formule suivante l'effort de freinage effectif, en partant de la valeur p_e mesurée : $B_e = m_g\,(p_e + a)$ (signification des symboles voir ch. 2.2.4).	c	C	N	E		
2.2.2.2	Chaque système de frein doit être à même de provoquer l'arrêt du train (en cas de traction multiple de la partie du train correspondante) ou du véhicule moteur; l'effort de freinage étant alors défini par les valeurs déterminantes précitées et les décélérations mentionnées au chiffre 2.3	c	C	N	E		
2.2.2.2.1	Si l'action de freinage est réglable automatiquement (par ex. en fonction d'une valeur déterminée de l'effort de freinage ou de la décélération), le réglage doit être tel que l'effort de freinage total s'exerce en cas de panne du dispositif.	c	C	N	E		
2.2.2.2.2	Le freinage provoqué par chaque système de frein ne doit pas être trop brusque (par ex. sur les faibles pentes). Un freinage est qualifié de brusque lorsque la décélération effective p_e (décélération après application totale de l'effort de freinage) dépasse 3,0 m/s^2.	c	C	N	E		
2.2.2.2.3	Ce qui est tout aussi important que la valeur de décélération, c'est sa variation dans le temps ou l'à-coup. Le temps d'application de l'effort de freinage ne devrait pas être inférieur à 0,2 s.	c	C	N	E		

(DE 54.2.b.2)

2.2.2.3	En cas de mise en action du frein par le mécanicien ou par un équipement de commande sur le véhicule, excepté le déclenchement par la survitesse, la décélération moyenne de chaque système de frein sera calculée, sur la base du chemin de freinage, selon la formule suivante: $\bar{p}_x = \frac{v_o^2}{2X}$ Signification des symboles voir ch. 2.2.4.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.3.1	Pour l'effort de freinage B_o, $\bar{p}_x$ doit être au moins de 0,3 m/s².	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.3.2	Chaque système de freins doit être à même d'assurer un freinage de la vitesse $v_o = v_{adm}$ jusqu'à l'arrêt, ceci dans les conditions suivantes: partant de l'état froid, les freins devront supporter sans subir d'échauffement dommageable, trois freinages successifs à des intervalles les plus courts possibles.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.3.3	Lors du troisième freinage, une décélération moyenne $\bar{p}_x$ inférieure à 0,3 m/s² est admise, mais l'arrêt du convoi doit être garanti.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.4	En cas de freinage provoqué par le dispositif de protection contre la survitesse, le frein concerné doit être à même, étant froid au départ, d'exécuter deux freinages consécutifs jusqu'à l'arrêt, sans échauffement nuisible.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.4.1	La valeur de la décélération effective p_e ne dépassera pas celle que l'on obtient lorsque le frein est mis en action par le mécanicien.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.2.4.2	Pour le deuxième freinage, la décélération effective peut être sensiblement inférieure à ce qu'elle était au premier freinage, mais l'arrêt doit être garanti.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3	Essai des freins: L'essai des freins sert à contrôler que l'efficacité des freins corresponde aux calculs. Lors de la mise en service et des contrôles périodiques, il faut procéder selon les instructions suivantes.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1	Mise en action du frein par le mécanicien (voir également ch. 2.2.2.3):	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.1	Le point à partir duquel le freinage doit commencer sera repéré sur la voie.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.2	L'essai commencera à une distance suffisante pour que, à l'aide du frein de maintien, on puisse s'approcher du repère à une vitesse constante. La vitesse v_o doit se rapprocher le plus possible de la vitesse maximale admissible v_{adm}.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

2.2.3.1.3	A l'ordre d'arrêt donné à la hauteur du repère, on desserrera le frein de maintien (exception: voir ch. 2.2.1.4.1) et l'on mettra en action le plus rapidement possible le frein d'arrêt.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.3.1	La désactivation du frein de maintien comprend simplement la suppression de la force de freinage concernée mais pas le dételage des masses rotatives qui font partie de ce frein.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.3.2	S'il existe différentes possibilités de mise en action du frein (par ex. commande par le robinet du mécanicien, par déclenchement électrique, par volant ou par manivelle) et que la grandeur ou le temps de réponse du frein dépendent du mode de mise en action, l'essai de freinage sera exécuté pour chaque mode. Les décélérations mesurées lors des essais doivent rester dans les limites prescrites.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.3.3	Pour la mise en action au moyen d'un volant ou d'une manivelle, le frein sera laissé dans la position de desserrage normale jusqu'à ce que l'ordre d'arrêt soit donné (pas de tour de serrage préalable).	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.3.4	La mise en action des freins prévue uniquement pour assurer l'immobilisation du train (par ex. mise en action « directe » selon ch. 2.5) ne sera effectuée qu'à l'arrêt.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.4	Au cours des essais de frein, il faut mesurer:	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.4.1	la vitesse v_o: Par suite du temps mort inévitable τ, la vitesse lors du fonctionnement du frein sera toujours plus élevée que v_o;	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.4.2	le chemin de freinage x;	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.4.3	la décélération effective p_e, qui sera mesurée et enregistrée immédiatement au moyen d'un appareil adéquat. En général, la courbe p enregistrée laisse apparaître des oscillations. Sera considérée comme décélération effective p_e, celle qui, une fois l'effort de freinage appliqué, résulte de la valeur moyenne des différentes oscillations. On peut déterminer p_e de façon plus précise et plus claire par l'inclinaison de la courbe vitesse-temps, lorsque celle-ci est enregistrée ;	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.3.1.4.4	Le temps de freinage T, à titre de comparaison.	**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.2)

2.2.3.1.5	Diagrammes d'enregistrements	c	C	N	E		
2.2.3.1.5.1	Afin d'apprécier correctement le déroulement des phénomènes, il est recommandé d'enregistrer également la vitesse v et le chemin x, en fonction du temps	c	C	N	E		
2.2.3.1.5.2	De même, on relèvera sur le même diagramme d'enregistrement, l'ordre d'arrêt, le desserrage du frein de maintien (exception: voir ch. 2.2.1.4.1) et la mise en action ou l'enclenchement du frein d'arrêt.	c	C	N	E		
2.2.3.2	Déclenchement du freinage par le dispositif de protection contre la survitesse (voir aussi ch. 2.2.2.4).	c	C	N	E		
2.2.3.2.1	Pour cet essai, la vitesse est réglée à environ 70 à 80 % de la vitesse à laquelle fonctionne ledit dispositif; le frein de maintien sera desserré à la hauteur du repère posé sur la voie (comme pour le ch. 2.2.3.1).	c	C	N	E		
2.2.3.2.2	Si v (et x, éventuellement) est enregistré en fonction du temps t et si la mise en action du dispositif de protection contre la survitesse est marquée, il est possible, en se basant sur le diagramme, de déterminer la vitesse v_1 lors de l'entrée en action de ce dispositif et, à des fins de comparaison, le temps de serrage T_1, qui s'écoule de l'entrée en action à l'arrêt. La lecture de la vitesse à l'entrée en action du dispositif de protection contre la survitesse ainsi que le repérage du marquage sur la voie sont trop imprécis pour permettre d'obtenir des résultats exacts au moyen du chemin de freinage X.	c	C	N	E		
2.2.3.2.3	La décélération effective p_e se déduit directement de l'inclinaison de la courbe de vitesse enregistrée, mais elle peut aussi être déterminée à l'aide d'un décéléromètre.	c	C	N	E		
2.2.3.2.4	Pour les contrôles périodiques, il suffit en général de déterminer le temps T_1 avec un chronographe, pour autant que l'entrée en action puisse être relevée de manière assez précise. Ainsi, il suffit de disposer d'un seul instrument pour mesurer p_e.	c	C	N	E		
2.2.3.3	Contrôle subséquent de l'effort de freinage effectif B_e.	c	C	N	E		
2.2.3.3.1	L'accélération libre (a) sera mesurée en vue du contrôle et de l'ajustage de l'effort de freinage effectif $B_e = m_g (p_e + a)$ (Signification des symboles voir ch. 2.2.4)	c	C	N	E		
2.2.3.3.2	La valeur (a) sera déterminée sur la base d'un essai effectué par un « laisser couler » à partir de l'arrêt. Cet essai peut être combiné avec l'essai de freinage visant à contrôler le frein par mise en action au moyen du dispositif de protection contre la survitesse (voir ch. 2.2.3.2).	c	C	N	E		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 54.2.b.2)

		c	C	N	E		
2.2.4	Signification des symboles:	c	C	N	E		
2.2.4.1	Temps en [s]: t = Temps, valeur instantanée dès l'ordre d'arrêt T = Temps de serrage, temps s'écoulant entre le moment où l'ordre d'arrêt est donné et l'arrêt. T_1 = Temps de serrage, temps s'écoulant entre l'entrée en action du dispositif de protection contre la survitesse et l'arrêt. τ = Temps mort: temps s'écoulant entre l'ordre d'arrêt et l'application de l'effort de freinage.	c	C	N	E		
2.2.4.2	Distance en [m]: x = Distance à un instant donné, en cours de freinage X = Chemin de freinage, du repère « stop » jusqu'au point d'arrêt	c	C	N	E		
2.2.4.3	Vitesses en [m/s]: v_{adm} = Vitesse de marche maximale admissible selon DE 76 v_o = Vitesse au moment où l'ordre d'arrêt est donné v = Valeur instantanée de la vitesse v_1 = Vitesse lors de l'entrée en action du dispositif de protection contre la survitesse	c	C	N	E		
2.2.4.4	Vitesse en [km/h]: v_{adm} [km/h] = 3.6 v_{adm} [m/s]	c	C	N	E		
2.2.4.5	Accélération en [m/s²]: a = Accélération libre en descente libre sur la pente considérée	c	C	N	E		

(DE 54.2.b.2)

2.2.4.6	Décélérations en [m/s²]: p = Valeur instantanée de la décélération au cours du freinage p_e = Décélération effective après l'application de l'effort de freinage. Elle peut être déterminée soit au moyen d'un décéléromètre enregistreur en prenant la valeur moyenne des oscillations, soit à partir de l'inclinaison de la courbe vitesse-temps, si celle-ci est enregistrée. $\bar{p}_x$ = Décélération moyenne (à calculer sur la base du chemin de freinage X)		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.2.4.7	Grandeurs diverses: m_g = [kg] Masse totale: somme des masses mues en translation et des masses en rotation rapportées à la crémaillère B_e = [N] Effort effectif de freinage L = [W] Valeur instantanée de la puissance de freinage développée aux tambours de freins Puissance de freinage = $v \cdot B_e$ L_{max} = [W] Puissance maximale de freinage A = [J] Energie totale produite		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.3	A la montée, en palier et sur de faibles contre-pentes, il suffit que l'un de ces freins soit efficace.		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.3.1	Il est avantageux de rendre l'autre frein d'arrêt mécanique non opérationnel à la montée (frein à cliquets), à condition que les caractéristiques de la ligne le permettent (par ex. ligne dont les rampes sont essentiellement dans le même sens de marche).		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.3.2	Sont considérées comme faibles contre-pentes, celles dont la déclivité ne dépasse pas 40 ‰.		**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

2.4	A la descente et, en règle générale, également à la montée, un de ces freins doit être modérable au serrage et au desserrage.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.4.1	Il n'est pas nécessaire que ce frein d'arrêt mécanique soit modérable à la montée, si un autre frein (par ex. le frein de la voiture-pilote, le frein de maintien du véhicule moteur) suffit à provoquer l'arrêt normal du train.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5	Un de ces freins doit pouvoir être actionné directement à la main en tout temps.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1	On entend par «frein actionné directement» celui qui remplit l'une des conditions ci-après	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.1	L'effort de freinage peut être produit directement par la force humaine (par ex. frein à vis ou à contrepoids) ou lorsque,	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.2	l'effort de freinage peut être produit par la détente d'un ressort tendu à l'avance (frein à ressort), on maintient ce frein desserré,	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.2.1	par un cliquet que l'on peut déclencher directement à la main ou,	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.2.2	par un cylindre à air comprimé ou à pression d'huile dont on peut commander la vidange directement à la main ou par un cylindre à vide dont on peut permettre le remplissage directement à la main,	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.2.3	l'organe de commande hydraulique ou pneumatique devant agir directement et être, si possible, d'une construction simple.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.2.4	Un organe de commande indirecte doit pouvoir commander en première priorité le circuit de frein pneumatique ou hydraulique par deux canaux séparés	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.1.3	Lorsqu'il existe, dans chaque cabine, un organe de commande de secours indirect spécialement désigné qui commute le frein à ressort en multipolaire et en première priorité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.2	On ne peut pas considérer que « le frein est actionné directement » s'il existe, dans le circuit de vidange du système à pression ou dans celui de remplissage du système à vide, des valves de régulation ou des appareils de tout genre commandés électriquement.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.2.1	Les valves de régulation sont des valves qui permettent des ouvertures de sections variables.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.2.2	Les valves de retenue n'entrent pas dans la catégorie décrite au ch. 2.5.2.1.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

2.5.3	En complément comme exigence sécuritaire, l'action directe est également nécessaire pour assurer le train à l'arrêt.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.5.3.1	Le frein actionné directement doit pouvoir être commandé de chaque cabine de conduite du train au sens de la présente disposition.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6	Les deux freins doivent pouvoir être actionnés depuis la cabine de conduite desservie si le frein qui assure la sécurité contre le recul ne peut être armé avant la montée. Il faut que le mécanicien puisse les actionner par deux systèmes distincts.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.1	On peut admettre que deux systèmes sont entièrement indépendants l'un de l'autre dans les cas suivants:	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.1.1	le frein automatique à air comprimé commandé par le robinet du mécanicien et	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.1.2	le frein à ressort qui, bien que desserré par pression d'air, est actionné par une vidange effectuée au moyen d'électrovalves.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.2	Afin de faciliter la commande et en relation avec les dispositifs de sécurité, il est possible, en plus de ces deux freins indépendants prescrits, d'utiliser d'autres possibilités de commande de frein, non indépendantes l'une de l'autre (par ex. mise en action électropneumatique des deux freins).	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.3	La commande des freins doit, dans la mesure du possible, être conçue de manière que toute perturbation se manifeste dans le sens de la sécurité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.4	Moyennant les conditions ci-après, on peut renoncer à la possibilité particulière d'actionner le frein à cliquet à partir de la cabine de conduite du train située en amont:	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.4.1	le frein doit pouvoir être actionné directement et	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.4.2	être protégé contre le desserrage par des personnes non autorisées.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.6.4.3	de plus, la course à la montée ne doit pas être possible si l'on a omis de serrer le frein.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.2)

3	Au passage sur les entrées et les sorties de crémaillère des chemins de fer mixtes à adhérence et à crémaillère, l'effort de freinage nécessaire pour arrêter le train doit toujours être à disposition.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.1	Les commutations pour le passage de l'adhérence à la crémaillère et vice versa (par ex. adaptation des freins, commande d'éventuels embrayages pour l'adhérence, efficacité du dispositif de protection contre la survitesse) seront effectuées sur le véhicule, à la main, par le mécanicien.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.1.1	Lorsque plusieurs trains ou véhicules moteurs sont jumelés, il est permis de procéder à une commutation par étapes (véhicule moteur par véhicule moteur).	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.1.2	A cet effet, la commutation manuelle doit être exécutée immédiatement sur le premier véhicule moteur et avec un retard approprié sur les autres véhicules moteurs du train.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3.2	Le choix adéquat du genre de traction sera contrôlé à partir de la voie de manière que le train soit stoppé en cas de non conformité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4	Pour la montée, on peut installer à la place de la cabine de conduite un dispositif simplifié permettant de conduire le train de manière satisfaisante.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.1	A la montée, la cabine de conduite en tête du train peut être remplacée par un poste de pilotage occupé par un conducteur de véhicule moteur qui conduit le train indirectement. L'aménagement et l'équipement de ce poste de pilotage doivent être tels qu'il soit possible d'observer parfaitement le parcours, de donner des signaux d'avertissement et des signaux au conducteur qui commande le véhicule afin d'arrêter le train en cas de nécessité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2	Dans des conditions particulièrement simples, notamment quand la ligne est courte et que les véhicules moteurs circulent seuls, le convoi peut comporter une seule cabine de conduite pour les deux sens de marche. Le mécanicien doit cependant disposer dans les deux sens de marche d'une bonne visibilité, assurée le cas échéant, par des moyens appropriés.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.3	En ce qui concerne les voitures pilotes et les véhicules-moteurs, il est judicieux d'aménager la cabine de conduite amont de telle sorte qu'elle puisse être utilisée comme poste de pilotage, aussi selon chiffre 1, en cas de besoin.	**c**	**C**	**N**	**E**		

DE 54.2.b.3 Wagons et voitures

1	Chaque wagon ou voiture doit être pourvu :							
1.1	d'un frein à crémaillère ou d'un frein combiné adhérence-crémaillère pour circuler sur les tronçons à crémaillère;		**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1	Il n'est pas nécessaire d'équiper les véhicules poussés du frein automatique selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1.		**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2	Les véhicules incorporés dans des trains équipés du frein automatique selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1, doivent répondre aux exigences des DE 54.2.b.2, ch. 2.2.1.		**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.3	Sur les tronçons à crémaillère, les véhicules mixtes crémaillère-adhérence remorqués doivent pouvoir être freinés sûrement, même lorsque les conditions d'adhérence sur les tronçons à crémaillère sont défavorables. Lors de la détermination de l'effort de freinage du frein à crémaillère, il faut également tenir compte de l'allègement des essieux amont et de la réduction de l'effort du frein à adhérence qui en résulte.		**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	Frein à adhérence pour circuler sur les tronçons à adhérence.		**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1	La partie adhérence du frein combiné adhérence-crémaillère est valable sur les tronçons en adhérence. L'art. 52 est déterminant par analogie pour ce frein.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	Chaque véhicule doit pouvoir être maintenu à l'arrêt, même à pleine charge, sur la pente la plus forte au moyen de l'un des freins mentionnés sous ch. 1, let. a, actionné directement.		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1	Pour les conditions d'application de « frein actionné directement » voir la DE 54.2.b.2, ch. 2.3.		**c**	**C**	**N**	**E**		
3	On peut renoncer au frein à crémaillère si les circonstances le justifient.		**c**	**C**	**N**	**E**		
3.1	On peut renoncer au frein à crémaillère sur les véhicules légers – wagons de service, wagons à marchandises et fourgons à bagages – ainsi que sur les véhicules destinés à des transports spéciaux. Ceux-ci doivent cependant pouvoir être assurés contre la dérive, à pleine charge et sur la pente maximale, avec des moyens d'équipement faisant partie de l'inventaire du véhicule (par ex. amarrage au rail avec un câble).		**c**	**C**	**N**	**E**		
3.2	Sur les déclivités égales ou inférieures à 90 ‰, on peut remplacer le frein à crémaillère par un frein à adhérence, si celui-ci suffit à assurer les véhicules contre la dérive.		**c**	**C**	**N**	**E**		
3.3	Pour les véhicules appartenant à des chemins de fer à adhérence circulant sur des tronçons adjacents à crémaillère, les DE 54.2.b.4 et l'art. 77 sont valables.		**c**	**C**	**N**	**E**		
4	On peut construire des véhicules pour lesquels les exigences relatives aux freins et aux appareils de choc et de traction sont réduites,		**c**	**C**	**N**	**E**		
4.1	lorsque ces véhicules sont toujours placés en amont des véhicules moteurs de convois circulant,		**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2	sur des lignes à crémaillère sans contre-pentes avec toutefois des sections horizontales.		**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 54.2.b.4 Trains avec véhicules remorqués

1	Les conditions suivantes doivent être remplies pour que des véhicules puissent être remorqués à la montée sur des rampes égales ou inférieures à 250 ‰:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	le train doit être muni d'un frein selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	n'importe quelle partie du train doit pouvoir être parfaitement assurée contre la dérive en temps utile et sur la plus forte rampe.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1	On admet comme protection contre la dérive:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1.1	des freins d'arrêt dont l'effort de freinage se maintient indépendamment de sources d'énergie extérieures au véhicule, agissant automatiquement en cas de rupture d'attelage (par ex. freins à ressorts).	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1.2	la présence d'agents d'accompagnement répartis dans le train et ayant pour tâche d'actionner les freins d'immobilisation dont l'effort de freinage est contrôlé à des intervalles de temps adéquats.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.2	Lorsque trois wagons au plus (marchandises, service ou poste) sont attelés en queue d'un train, il n'est pas nécessaire qu'un agent d'accompagnement, selon ch. 2.2.1.2, se tienne sur l'un de ces véhicules durant la marche.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.3	Si le véhicule moteur est assuré avec un frein dont l'effort de freinage se maintient indépendamment de sources d'énergie extérieures au véhicule, le mécanicien de locomotive peut remplacer l'agent d'accompagnement selon ch. 2.2.1.2 pour assurer le nombre suivant de voitures ou wagons aux conditions ci-après:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.3.1	Déclivité jusqu'à 125 ‰ 5 voitures ou wagons,	**c**		**N**	**E**		
1.2.3.2	Déclivité supérieure à 125 ‰ 2 voitures ou wagons.		**C**	**N**	**E**		
1.2.3.3	les voitures ou les wagons à assurer doivent pouvoir être atteints en temps utile depuis la cabine occupée.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.4	Pour les conditions supplémentaires relatives à la conduite de trains non accompagnés, voir art. 79 OCF.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	Ces conditions sont valables par analogie également lors de descentes avec un véhicule moteur de convoi placé en amont.	**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 54.2.b.5 Traction multiple

1	En traction multiple, le frein pour marche à vitesse constante et les freins d'arrêt de chaque composition partielle ainsi que pour toute la composition, doivent satisfaire aux conditions de l'art. 54 lors de la mise en action simultané sur tous les véhicules des freins correspondants.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	Commande à distance des freins d'arrêt mécaniques prescrits aux DE 54.2.b.2, ch. 1.2:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1	Sur les déclivités inférieures ou égales à 125 ‰, il suffit que l'un des deux freins mécaniques soit commandé à distance.	**c**		**N**	**E**		
1.1.1.1	Lorsque, sur aucun des véhicules-moteurs, le deuxième frein ne peut être mis en action pendant la marche, indépendamment de son mécanicien (par ex. par les dispositifs de protection contre la survitesse), il suffit, pour obtenir une action simultanée, que les mécaniciens communiquent entre eux (par ex. au moyen du sifflet de la machine).	**c**		**N**	**E**		
1.1.1.2	L'action retardée des dispositifs de sécurité sur ce frein conformément à DE 54.2.c, ch. 4 est autorisée.	**c**		**N**	**E**		
1.1.2	Sur les déclivités supérieures à 125 ‰, les deux freins du train doivent être commandés à distance. La télécommande peut s'effectuer par conduite électrique, pneumatique ou hydraulique.		**C**	**N**	**E**		
1.1.3	La vérification du fonctionnement de ces freins, même dans un véhicule commandé à distance, doit pouvoir se faire au moyen d'un essai de frein.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.b.5)

1.2	Arrêt du train par action directe de l'un des deux freins mécaniques, conformément à DE 54.2.b.2, ch. 2.5:	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2.1	Sur les déclivités jusqu'à 125 ‰, on considère comme suffisante la communication entre les mécaniciens des véhicules-moteur au sujet de l'actionnement de ce frein.	**c**		**N**	**E**		
1.2.2	Sur les déclivités supérieures à 125 ‰, ainsi qu'en traction multiple avec télécommande, la commande du frein depuis un seul des véhicules moteurs doit provoquer l'arrêt du train entier à la descente.		**C**	**N**	**E**		
1.2.2.1	Afin de remplir la condition relative à « l'actionnement direct », ce frein d'arrêt mécanique des véhicules à moteur télécommandés doit être mis en action au moins par deux circuits et éléments indépendants l'un de l'autre.		**C**	**N**	**E**		
1.2.2.1.1	Chacun des deux circuits et chacun des deux éléments doit, lors de l'essai de frein, pouvoir être examiné individuellement quant à son fonctionnement.		**C**	**N**	**E**		
1.3	Aucune condition n'est posée à la commande simultanée des freins à l'arrêt (par ex. mise en action directe pour immobiliser le train ou armement du frein à cliquet avant la montée).	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	En traction multiple, le frein d'arrêt mécanique doit agir simultanément dans tout le train en cas de freinage d'urgence ou lorsqu'il est actionné par un dispositif de contrôle.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3	La traction multiple sans télécommande n'est pas autorisée sur les déclivités supérieures à 125 ‰.	**c**	**C**	**N**	**E**		

DE 54.2.c Equipements de sécurité

1	Les convois doivent être munis des équipements de sécurité suivants :	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1	un dispositif de sécurité assorti d'un contrôle de vigilance qui, lorsqu'il entre en action, arrête le train en toute sécurité sur n'importe quel tronçon; le contrôle de vigilance peut être supprimé lorsque la voie est équipée d'installations garantissant le même degré de sécurité;	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1	Il y a lieu de mettre en œuvre dans un module de sécurité le dispositif de sécurité agissant en fonction du temps ou du chemin parcouru et d'observer les temps suivants (sur les fortes pentes, on se rapprochera du temps le plus court):	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1.1	au maximum 3 à 5 s depuis l'interruption de l'organe de commande jusqu'à l'apparition du signal d'avertissement (voir DE-OCF ad art. 50, DE 50.2, ch. 1) et,	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1.2	jusqu'à 5 s entre l'apparition du signal d'avertissement et l'entrée en fonction du freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.1.3	Le contrôle de vigilance doit s'effectuer à des intervalles compris entre 60 et 120 s. Le contrôle de vigilance vérifie l'attention du mécanicien en fonction du temps ou du chemin parcouru.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.2	Afin d'éviter qu'à la montée, le dispositif de sécurité ne provoque un arrêt trop brusque, il suffit, lorsque le mécanisme de sécurité contre le recul consiste en un frein à roue libre, d'interrompre l'effort moteur.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.1.3	Les DE-OCF ad art. 50, DE 50.2, ch. 1.5, est valable en ce qui concerne le desserrage des freins après fonctionnement du dispositif de sécurité.	**c**	**C**	**N**	**E**		
1.2	un dispositif permettant aux voyageurs de provoquer l'arrêt du train ou un dispositif leur permettant de signifier au mécanicien d'arrêter le train;	**c**		**N**	**E**		
1.2.1	Les dispositifs recommandés sont: un dispositif de freinage d'urgence sur les chemins de fer ayant une pente inférieure ou égale à 125 ‰,	**c**		**N**	**E**		
1.2.2	un signal acoustique de secours permettant d'attirer l'attention du mécanicien sur les chemins de fer ayant une pente supérieure à 125 ‰.		**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.c)

1.3	un dispositif (p. ex. avec interdépendance des circuits) qui actionne automatiquement un frein d'arrêt mécanique ou qui signale au mécanicien d'arrêter le train, au cas où une panne de la commande (tension, pression) entraverait le fonctionnement normal du frein pour marche à vitesse constante, du dispositif de freinage en cas d'excès de vitesse, du dispositif de sécurité ou du contrôle de vigilance.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2	Le dispositif de sécurité doit agir sur un frein totalement indépendant des sources d'énergie extérieures au véhicule. Si l'arrêt a été obtenu par un autre frein, un deuxième frein, lui aussi complètement indépendant des sources d'énergie extérieures au véhicule, doit alors entrer en action et maintenir le train à l'arrêt. On peut renoncer à ces dispositions si, en plus du mécanicien, d'autres agents accompagnent le train.	**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1	Un frein à air dont la pression est maintenue par une source d'énergie extérieure au véhicule ne remplit pas la condition d'indépendance des sources d'énergie; en revanche, un frein à ressorts remplit cette condition.	**c**	**C**	**N**	**E**		
3	Ces dispositions sont valables par analogie lorsqu'il existe un dispositif automatique de marche et de freinage.	**c**	**C**	**N**	**E**		

(DE 54.2.c)

4	En règle générale, le dispositif pour le freinage en cas d'excès de vitesse doit agir sur l'un des deux freins d'arrêt mécaniques, le dispositif de sécurité devant agir sur l'autre.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.1	La répartition de l'action des dispositifs de sécurité mentionnés constitue la règle, car elle permet de disposer d'un deuxième système de freinage actionné par le dispositif de protection contre la survitesse au cas où le mécanicien ne serait plus en mesure d'agir.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2	Le dispositif de sécurité, le contrôle de vigilance et le dispositif de protection contre la survitesse peuvent agir sur le même frein à condition que le deuxième frein entre en action après 120 % du temps de freinage du premier frein, compté à partir du fonctionnement du dispositif de sécurité ou du contrôle de vigilance.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.1	C'est le cas par ex. pour la traction multiple sans télécommande où le deuxième frein d'arrêt mécanique n'est pas commandé à distance.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.2.2	Par ce retard on vise à provoquer, après le fonctionnement du dispositif de sécurité ou du contrôle de vigilance, l'arrêt du train par le premier frein avant que le deuxième frein n'entre en action comme sécurité supplémentaire.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.3	Lorsque les conditions sont simples, l'un des freins d'arrêt mécaniques n'est souvent conçu que comme frein à main. Dans ce cas, il est loisible de faire agir le dispositif de sécurité, le contrôle de vigilance et le dispositif de protection contre la survitesse sur l'autre frein d'arrêt mécanique.	**c**	**C**	**N**	**E**		
4.4	Il faut éviter qu'en cas de panne, les deux freins d'arrêt mécaniques entrent en action simultanément. En cas de commande électrique, cela interdit parfois, l'utilisation exclusive de circuits à courant de repos pour éviter toute action de freinage double par suite de disparition de la tension de commande.	**c**	**C**	**N**	**E**		

DE 55 Principes

Les véhicules utilisés en campagne et n'y circulant sans site propre que sur de courtes sections ne font pas partie de la catégorie tramways.

DE 55.a Freins de tramways

Les tramways doivent atteindre les valeurs de décélération exigées. Les exigences sont notamment définies à la DE-OCF ad art. 52, DE 52.2, ch. 7.

DE 55.b Protection contre les collisions

1. Les tramways doivent avoir une conception qui, quant au comportement en cas de collision, soit adéquate pour l'utilisation prévue.
2. La conception du véhicule se réfère aux exigences de la norme SN EN 15227 et se base sur les estimations des risques.
3. En sus de la norme SN EN 15227, il faut impérativement tenir compte des scénarios suivants:
   - collision avec un tramway d'un autre type de construction du même parc de véhicules;
   - collision à 15 km/h avec un véhicule routier de 7,5 t.
4. Les extrémités des véhicules doivent être conçues de telle sorte que des passants ne puissent pas être écrasés par le véhicule en cas de collision.

DE 56.1 Définition des véhicules historiques

1. Tous les véhicules retirés du service régulier et maintenus en état d'être exploités dans le but de préserver le patrimoine culturel font partie de la catégorie des véhicules historiques.

DE 57.1 Définition et catégories de véhicules de service

1. Par véhicule de service, on entend:

1.1 Les véhicules[1] ferroviaires, automoteurs ou tractés, destinés à la construction, à la maintenance et à l'inspection de la superstructure, des ouvrages d'art, de l'infrastructure et des installations de la ligne de contact (ligne de contact aérienne et rail de contact), ainsi qu'à l'exploitation sur des voies avec dispositif de détection de trains;

1.2 Véhicules/machines[2] rail-route, automoteurs, destinés à l'exploitation sur des voies et au sol, ainsi qu'à l'exploitation avec systèmes de signalisation et de commande;

1.3 Machines déraillables[3], automotrices, non destinées à l'exploitation sur des voies avec systèmes de signalisation et de commande;

1.4 Remorques[4], tractées, aucun transport sur rails entre les chantiers, non destinés à l'exploitation sur des voies avec systèmes de signalisation et de commande.

2. Les différents types de véhicules de service sont énumérés à l'annexe 1 de la directive « Homologation des véhicules ferroviaires ».

[1] SN EN 14033-1, SN EN 14033-2, SN EN 14033-3; voir DE-OCF, annexe n° 3
[2] SN EN 15746-1, SN EN 15746-2, prEN 15746-3; voir DE-OCF, annexe n° 3
[3] SN EN 15955-1, SN EN 15955-2; voir DE-OCF, annexe n° 3
[4] SN EN 15954-1, EN 15954-2; voir DE-OCF, annexe n° 3

DE 57.2 Prescriptions complémentaires

1. Dans les simplifications admises pour les véhicules de service, on part du principe que ces véhicules accueillent des personnes qui disposent des connaissances nécessaires des installations et du déroulement de l'exploitation.

2. La radiocommande doit pouvoir arrêter le plus rapidement possible tous les mouvements du véhicule de service.

3. Les inscriptions et les marquages des véhicules de service doivent être conformes à la norme SN EN 15877-2[5] et aux normes harmonisées concernant les différentes machines et véhicules.

4. Pour définir la masse des véhicules de service, il y a lieu d'utiliser la masse opérationnelle en ordre de marche (MVO) du tableau 1 de la norme SN EN 15663[6] à la place de la masse morte.

5. Lors des mesures, les véhicules doivent être chargés comme indiqué au tableau 5 (MVO) de la norme SN EN 15663[6].

6. La sécurité liée aux instruments de travail sur les véhicules de service (plates-formes élévatrices, grues, dispositifs de déblaiement de la neige, chaînes de dégarnissage, bennes, etc.) lors de travaux sur les infrastructures ferroviaires est régie par les prescriptions de la Suva[7], notamment la directive sur les machines[8] et ne fait pas l'objet des présentes dispositions d'exécution.

[5] SN EN 15877-2, Applications ferroviaires - Inscriptions pour véhicules ferroviaires - Partie 2 : inscriptions extérieures sur voitures voyageurs, éléments automoteurs, locomotives et engins de travaux
[6] Voir DE-OCF, annexe n° 3
[7] Société suisse d'assurance accidents
[8] Directive 2006/42/CE

DE 58.1 Exigences en matière de maintenance des véhicules historiques

1. La maintenance des véhicules historiques est régie par les dispositions suivantes:

1.1 Les véhicules sont maintenus conformément à l'utilisation qui en est faite.

1.2 Les travaux de maintenance effectués doivent être documentés ; les documents doivent indiquer l'étendue des travaux, le nom et le visa de la personne qui les a effectués et la date.

1.3 Si un véhicule n'a pas été utilisé pendant plus de six mois, il faut vérifier sa capacité au roulement ; la vérification doit être consignée dans des documents indiquant l'étendue de la vérification, le nom et le visa de la personne qui a effectué la vérification, et la date.

2. Pour chaque véhicule historique, il faut dresser un dossier sous forme papier ou électronique. Celui-ci doit être conservé jusqu'à la mise à la ferraille du véhicule. Il contient au moins les indications suivantes:

2.1 données techniques

2.2 esquisse de type, ou à défaut, des photographies

2.3 liste de tous les travaux de maintenance effectués conformément au ch. 1.2

2.4 procès-verbaux originaux des travaux de maintenance effectués par des externes conformément au ch. 1.2

2.5 instructions de travail

2.6 manuel de service

2.7 informations sur la présence d'amiante et sur les assainissements réalisés.

DE 58.2 Exigences relatives aux véhicules à vapeur

3. Les locomotives à vapeur sont régies par la DE-OCF ad art. 51, DE 51.1, ch. 8 « Installations thermiques » et, à titre complémentaire, par les conditions suivantes:

3.1 Pour les locomotives à vapeur, il faut prendre des mesures pour empêcher que des escarbilles incandescentes ne s'échappent de la cheminée et du cendrier.

3.2 L'installation de chauffe des locomotives à vapeur doit fonctionner, si possible, sans émettre de fumée.

3.3 L'équipement des chaudières des locomotives à vapeur, auquel l'ordonnance du 9 avril 1925 concernant l'établissement et l'exploitation des générateurs de vapeur et des récipients de vapeur[1] est applicable par analogie, doit comprendre:

3.3.1 Deux dispositifs d'alimentation indépendants l'un de l'autre; chacun d'eux devra pouvoir fournir à lui seul, pendant la marche, l'eau nécessaire à la chaudière, et l'un des dispositifs devra pouvoir fonctionner aussi lorsque le véhicule est à l'arrêt;

3.3.2 Deux niveaux d'eau indépendants l'un de l'autre, permettant de mesurer avec exactitude l'eau de la chaudière (tube de verre, doté d'une protection résistante et ne gênant pas l'observation;

3.3.3 L'obturateur du niveau d'eau doit pouvoir être manœuvré sans danger en cas de bris du verre, ou alors l'obturation doit se produire automatiquement;

3.3.4 Le niveau minimum admissible, compte tenu de la pente maximale du chemin de fer doit être indiqué par des repères ne pouvant pas être déplacés;

3.3.5 Un manomètre placé dans la cabine de conduite permettant de surveiller la pression de la chaudière. Un trait rouge doit indiquer sur le cadran la pression maximale autorisée;

3.3.6 Une plaque ronde en cuivre, fixée à la chaudière au-dessus du gueulard et portant le numéro de la chaudière et la pression de service; une ouverture pratiquée dans l'enveloppe de la chaudière doit permettre de voir cette plaque;

3.3.7 Un manomètre placé dans la cabine pour le chauffage à vapeur lorsque celui-ci existe. Un repère rouge sur son cadran doit indiquer la pression de service admissible;

3.3.8 Un raccord pour manomètre étalon;

3.3.9 Deux soupapes de sûreté réglées et plombées pour la pression de service;

3.3.10 Les robinets purgeurs des locomotives à vapeur munis de silencieux.

3.4 Les prescriptions d'exploitation d'origine doivent se trouver à bord de la machine, également celles des véhicules musée.

3.5 On entend par « chaudière » tant la chaudière tubulaire que la boîte à feu.

3.6 Les épreuves à la pression doivent être effectuées avec des liquides, sauf pour les installations de chauffage à vapeur.

[1] RS 832.312.11 « Ordonnance du 9 avril 1925* concernant l'établissement et l'exploitation des générateurs de vapeur et des récipients de vapeur » * état le 27 juin 2006 (RS 8 381)

(DE 58.2)

3.7 Lors de la première mise en service, la pression d'épreuve doit satisfaire aux prescriptions spécifiques. Elle doit être mesurée à l'aide d'un manomètre étalon.

3.8 Après les épreuves à la pression, il faut contrôler si les chaudières et les réservoirs ont subi des déformations.

3.9 Pour les chaudières des locomotives à vapeur, il faut vérifier, en particulier, si les parois du foyer ont subi des déformations et contrôler l'étanchéité des tubes et des entretoises. En cas de déformations inadmissibles, il faut procéder immédiatement à une visite intérieure.

3.10 Celle-ci s'étend au nettoyage et à l'examen de l'état intérieur et extérieur de la chaudière, au contrôle de l'épaisseur des parois et à la vérification des arrondis de la boîte à feu quant aux fissures.

3.11 Tous les tubes à fumée et de surchauffe doivent être démontés.

3.12 L'enveloppe de la chaudière doit être enlevée.

3.13 L'espace de la chaudière compris entre le foyer et la boîte à feu, ainsi que les entretoises, l'armature du ciel, etc. doivent être contrôlés.

3.14 Les chaudières et les installations de chauffage à vapeur doivent faire l'objet d'un contrôle extérieur annuel, ou avant la mise en exploitation en cas d'exploitation saisonnière, conformément aux prescriptions de l'Inspection des chaudières.

DE 71

1 Les espaces de sécurité destinés aux activités d'exploitation sont des zones intermédiaires de sécurité selon PCT et la zone à préserver à côté d'une voie.

1.1 La largeur et l'aménagement de ces espaces de sécurité sont régis par la DE 19.3. Les zones intermédiaires de sécurité sont reconnaissables conformément aux PCT.

2 Des espaces de sécurité doivent être prévus aux endroits où des activités d'exploitation ont, ou auront, régulièrement lieu à proximité des voies.

2.1 Sont notamment visées les activités d'exploitation sur un train telles que manœuvre, préparation d'un train, ainsi que les voies destinées aux interventions, par exemple en cas d'alarme à une installation de contrôle des trains. En conséquence, ces espaces de sécurité doivent être prévus sur des voies principales selon PCT lorsque des activités d'exploitation y sont prévues et, de manière générale, entre les voies secondaires selon PCT et sur les voies où il y a régulièrement des mouvements de manœuvre et des véhicules garés.

3 Lorsque des endroits destinés à l'arrêt de trains voyageurs ou marchandises (sauf aux haltes selon PCT) sans activités régulières d'exploitation, ne disposant pas de zone intermédiaire de sécurité selon PCT, il faut prévoir, en règle générale, un simple dégagement de service afin de permettre des travaux sur et aux abords des voies (si nécessaire avec des limitations de vitesse temporaires ; voir DE 19.3) en cours d'exploitation. On peut renoncer à un tel dégagement de service lorsque celui-ci n'est pas nécessaire pour exécuter les travaux requis par le concept d'entretien.

DE 73.1

1 Désignation des installations ferroviaires

1.1 Pour l'information du personnel roulant, les gares et les tronçons doivent comporter des indications de distance.

1.1.1 Les distances doivent être indiquées en kilomètres, hectomètres ou mètres à partir d'un point zéro déterminé.

1.2 Le gestionnaire d'infrastructure appose des signaux d'indication pour la limite entre voie de raccordement et gare ou pleine voie ou encore zone équipée de la signalisation en cabine. Ces signaux sont placés à l'emplacement géographique de la limite.

1.2.1 Les indicateurs « début de la voie de raccordement » doivent toujours être apposés.

1.2.2 Les indicateurs « fin de la voie de raccordement » peuvent être apposés au besoin.

2 Désignation des voies

2.1 Les voies dans les gares doivent être numérotées en chiffres arabes croissants.

2.1.1 En règle générale, la numérotation commence du côté du bâtiment de la gare.

2.1.2 Dans les gares en coin et les gares-îlots, la numérotation commence à la voie la plus à l'extérieur utilisée par des trains de voyageurs.

2.1.3 Dans les gares dont les voies sont subdivisées par des signaux et des diagonales, les tronçons de voie situés face au bâtiment de la gare portent un numéro de base à un chiffre et les sections adjacentes un numéro à deux chiffres, le chiffre des unités étant le numéro de base.

2.1.4 En règle générale, dans les gares dont les installations sont étendues, on les subdivise en faisceaux de voies A, B, C etc. et on numérote chacune des voies conformément aux chiffres 2.1.1 et 2.1.2.

2.2 Les voies de la pleine voie sont numérotées par des chiffres arabes, en règle générale à trois chiffres.

2.2.1 Les cantons de block sont numérotés dans le sens du kilométrage, chaque voie de la pleine voie conservant son chiffre des centaines constant.

3 Désignation des signaux

3.1 Les signaux principaux sont désignés par des lettres, en règle générale dans le sens du kilométrage. Le cas échéant, celles-ci sont complétées par le numéro correspondant à la voie. Sur les plans et les prescriptions de service, on ajoute les images possibles.

3.2 Les signaux de manœuvre et de barrage sont désignés suivant leur fonction par la lettre R, S, ou V suivie du numéro correspondant à la voie.

3.3 Les signaux avancés et répétiteurs sont désignés par les mêmes lettres que les signaux principaux suivants.

(DE 73.1)

4 Désignation des aiguilles, croisements, dispositifs de déraillement, sabots d'arrêt, etc. et leurs signaux.

4.1 En règle générale, dans les gares et en pleine voie, les aiguilles, croisements, dispositifs de déraillement, sabots d'arrêt, etc. sont numérotés en chiffres dans le sens du kilométrage. Les signaux qui leur sont attribués portent le numéro correspondant et, le cas échéant, la fonction.

5 Désignation des installations de passage à niveau

5.1 Les installations de passage à niveau visées à la DE-OCF ad art. 39, DE 39.3f, ch. 2, let. a doivent être signalées des deux côtés par le signal d'indication « installation de passage à niveau surveillée ».

5.2 Les installations de passage à niveau visées à la DE-OCF ad art. 39, DE 39.3f, ch. 2, let. b doivent être signalées des deux côtés par le signal d'indication « installation de passage à niveau autonome ».

5.3 Pour les chemins de fer à voie métrique ou spéciale et sur les tronçons à voie normale non interopérables conformément à l'annexe 5 OCF, les zones présentant une imbrication (terme selon PCT) peuvent être indiquées par le signal d'indication « zone avec imbrication d'installations de passages à niveau ».

<u>DE 73.2</u>

1 La désignation des trains est déterminée par les prescriptions suisses de circulation des trains et doit être réglée dans les prescriptions d'exploitation des entreprises de chemin de fer.

DE 76.1.a

1	La vitesse maximale en fonction de la déclivité de la ligne est fixée:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
1.1	pour les trains des chemins de fer à adhérence sur plate-forme indépendante:	**A**			**N**	**E**	**T**
1.1.1	selon le tableau de freinage utilisé ainsi que par le tableau des chiffres 5, 6 ou 7,	**A**			**N**	**E**	**T**
1.1.2	pour les trains des chemins de fer à voie étroite comprenant des véhicules spéciaux destinés au transport de véhicules à voie normale, sur la base de la sécurité au déraillement.	**A**				**E**	**T**
1.2	pour les trains des chemins de fer à adhérence sur plate-forme non indépendante	**A**			**N**	**E**	**T**
1.2.1	par le tableau du chiffre 8,	**A**			**N**	**E**	**T**
1.2.2	pour les trains des chemins de fer à voie étroite comprenant des véhicules spéciaux destinés au transport de véhicules à voie normale, sur la base de la sécurité au déraillement.	**A**				**E**	**T**
1.3	pour les trains sur tronçons de ligne à crémaillère:		**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
1.3.1	par le tableau du chiffre 9,		**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
1.3.2	cependant la vitesse ne doit pas dépasser 40 km/h		**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
1.3.3	et pour le franchissement des aiguilles à crémaillère et des entrées à crémaillère, en fonction de la construction de ces éléments.		**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
2	La vitesse maximale en fonction du rayon des courbes est fixée:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
2.1	pour les trains des chemins de fer à adhérence ou à crémaillère à voie normale, par le tableau du chiffre 11.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
2.2	pour les trains des chemins de fer à adhérence ou à crémaillère à voie métrique, par les dispositions du chiffre 12.	**A**	**c**	**C**		**E**	**T**
2.3	Des valeurs spéciales sont applicables aux véhicules à inclinaison latérale.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
3	Critères d'emplacement des signaux d'indication de vitesse:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
3.1	Les tronçons qui doivent être parcourus en permanence à vitesse réduite doivent être signalés par des signaux d'indication de vitesse. Sur les tronçons à plusieurs voies, ces signaux doivent être posés pour chaque voie, sauf sur les tronçons à deux voies non équipés pour la banalisation.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
3.2	En gare et dans les haltes, on peut renoncer à mettre en place un signal dans les cas suivants:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**
3.2.1	Si la limitation commence avant ou au niveau de l'aiguille de sortie ou à la fin du quai, le signal avancé et le signal d'exécution sont supprimés si la vitesse du tronçon en question est égale ou supérieure à celle de la gare.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

3.2.1.1	Dans les haltes, si la limitation de vitesse commence après le milieu du quai, le signal avancé et le signal d'exécution sont supprimés si la vitesse du tronçon en question est égale ou supérieure à celle du tronçon de ligne avant la halte.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.2.2	la limitation cesse à l'aiguille d'entrée ou après celle-ci, le signal final est supprimé.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.3	A l'intérieur d'un réseau, ou d'une ligne déterminée, on peut aussi mettre en place une signalisation continue de la vitesse, pour autant que cette mesure puisse être appliquée uniformément à tout le réseau ou à toute la ligne et que la vitesse maximale prescrite par le gestionnaire de l'infrastructure soit de 100 km/h au plus.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.3.1	Le début du tronçon de voie en question est signalé par le signal avancé de réduction de vitesse. On renonce aux signaux d'exécution et final de réduction de vitesse.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.3.2	En cas de réduction de vitesse, la différence ne doit pas être supérieure à 40 km/h. Si la diminution de la vitesse est supérieure à 20 km/h, il faut le mentionner dans le tableau des parcours.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4	Critères d'emplacement des signaux pour l'exploitation des tramways:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.1	Les zones d'exploitation des tramways doivent être équipées conformément aux prescriptions suisses de circulation des trains.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.2	Pour la signalisation des zones d'exploitation des tramways, il faut toujours implanter, même dans les gares, un signal avancé, un signal d'exécution et un signal final. Si la signalisation de la vitesse est continue, on renonce au signal avancé.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.3	Dans une zone où la signalisation de la vitesse est continue selon le chiffre 3.3, l'emplacement du signal d'exécution doit être défini en relation avec la vitesse et les conditions de visibilité locales de sorte que les conducteurs de véhicules moteurs puissent accomplir leur devoir de diligence conformément à la LCR dans la zone de circulation commune. Si la zone entre le signal d'exécution et le début de la zone de circulation commune ne se distingue pas clairement de l'intérieur de la zone de circulation commune, il faut prévoir des mesures constructives.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4.4	Dans des zones sans circulation de train et à une vitesse maximale admise de 40 km/h, au lieu de l'indiquer au moyen de signaux extérieure, il est possible de déterminer la zone pour l'exploitation des tramways dans le tableau des parcours ou dans les prescriptions d'exploitation.	**A**			**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

5 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

A N

Valable pour

- les trains circulant sur lignes à adhérence et plate-forme indépendante et
- distances d'implantation des signaux avancés et déclivités selon **tableau de freinage 90** et
- un facteur d'énergie équivalente ≤ 1 ≥ (W_{pente} / (W_{palier}) et décélération moyenne minimale de 0.13 m/s^2 pour les véhicules sur position de freinage P

W_{pente}: Energie de freinage lors d'un freinage d'urgence en pente à v_{pente}

W_{palier}: Energie de freinage lors d'un freinage d'urgence en palier à $v_{max\ véh}$

déclivité	vitesse maximale en km/h pour les trains avec					
	freins à sabots	freins à doubles sabots pour λ ≤ 135 % freins à disques pour λ ≥ 135%				
	v_{max} ≤120 km/h	v_{max} ≤ 140 km/h		140 km/h ≤ v_{max} ≤ 160 km/h		
	λ ≤ 115 %	λ_{min} = 115	λ_{min} = 125	λ_{min} = 135	λ_{min} = 150	λ_{min} = 180
rampe et 0 ‰	120	140	140	160	160	160
pentes 5 ‰	120	135	140	160	160	160
pentes 10 ‰	115	130	140	160	160	160
pentes 15 ‰	110	120	130	160	160	160
pentes 20 ‰	100	115	125	140	150	155
pentes 25 ‰	95	105	115	135	140	145
pentes 30 ‰	85	100	110	125	130	140
pentes 35 ‰	75	95	100	120	125	135
pentes 40 ‰	70	85	95	115	120	130
pentes 45 ‰	60	75	85	110	115	125
pentes 50 ‰	55	70	80	105	110	120

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

6 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

A N

Valable pour

- les trains circulant sur lignes à adhérence et plate-forme indépendante et
- distances d'implantation des signaux avancés et déclivités selon **tableaux de freinage I et II**

Déclivité en ‰	Vitesse maximale en km/h			
	Catégorie R		Autres catégories	
	Tableaux de freinage	Frein-voyageurs	Frein-voyageurs	Frein-marchandises
Rampes et paliers		125	120	80
Pentes				
jusqu'à 10 ‰		125	120	80
plus de 10 ... 13		120	115	80
plus de 13 ... 16	I	115	110	80
plus de 16 ... 19		110	105	80
plus de 19 ... 22		105	100	80
plus de 22 ... 25	II	100	95	75
plus de 25 ... 28		95	90	70
plus de 28 ... 31		90	85	65
plus de 31 ... 34		85	80	60
plus de 34 ... 37		80	75	55
plus de 37 ... 40		75	70	50
plus de 40 ... 43		70	65	45
plus de 43 ... 46		65	60	45
plus de 46 ... 50		60	55	40

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

7 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

A N E T

Valable pour

- les trains circulant sur lignes à adhérence et plate-forme indépendante et
- distances d'implantation des signaux avancés et déclivités selon **tableaux de freinage IIA, III et IV**

Déclivité en ‰	Vitesse maximale en km/h Freinage avec un frein automatique graduable au desserrage	
	Tableaux de freinage IIA et IV	Tableau de freinage III
Rampes et paliers 0 ‰	90	75
Pentes		
jusqu'à 5	90	75
plus de 5 ... 10	90	75
plus de 10 ... 15	80	75
plus de 15 ... 20	75	70
plus de 20 ... 25	70	65
plus de 25 ... 30	65	60
plus de 30 ... 35	60	55
plus de 35 ... 40	55	50
plus de 40 ... 45	50	45
plus de 45 ... 50	45	40
plus de 50 ... 60	35	30
plus de 60 ... 70	30	25

Pour les trains munis du frein automatique non graduable au desserrage:

- les vitesses maximales sont inférieures de 5 km/h aux valeurs indiquées pour le frein graduable, mais au maximum 80 km/h au lieu de 90 km/h.

Pour un train muni du frein automatique non graduable au desserrage, remorqué par un véhicule moteur, dont le frein moteur est conçu de manière que la vitesse admissible sur les différentes pentes puisse être respectée:

- les vitesses maximales prévues pour le frein graduable au desserrage, à condition que le poids-frein de tous les véhicules freinés au frein automatique (y compris le frein graduable ou non graduable au desserrage) soit suffisant pour ces vitesses plus élevées.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰, **N**=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway, **M**=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

8 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

A N E

Valable pour

– les trains circulant sur lignes à adhérence sans plate-forme indépendante

Déclivité en ‰	Vitesse maximale en km/h pour les trains munis du frein automatique	
	Véhicules avec frein de sécurité	Véhicules sans frein de sécurité
Rampes et paliers	50	40
Pentes jusqu'à		
10	50	40
20	44	40
30	41	36
40	38	33
50	35	30
60	32	(26)
70	28	--
80	24	--
90	21	--
		( ) valable pour les tronçons hors des localités

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

9 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

c C N E

Valable pour

– les trains circulant sur des lignes à crémaillère

Déclivité en ‰	Vitesse maximale en km/h		
	Catégorie de vitesses 1	Catégorie de vitesses 2	Catégorie de vitesses 3
Rampes et paliers 0 ‰	35	40	40
Pentes jusqu'à 20	35	40	40
30	35	37,5	40
50	30	33	40
60	28	30,5	39
70	26	29	36
80	24	27	34
90	22,5	25,5	32
100	21	24	30
110	20	23	29
120	19	21,5	27,5
130	18	21	26,5
145	17	19,5	24,5
160	16	18,5	23
180	15	17	21,5
200	14	16	20
250	12	14	17,5
300	10,5	12	15
390	8	9,5	12
480	6	7	9

Application des catégories de vitesses:

1:
Véhicules construits avant le 1er janvier 1972 pour des vitesses stipulées par la circulaire du 15 mars 1937 du Département des chemins de fer.

2:
Véhicules conformes aux dispositions de la présente ordonnance.

3:
Véhicules conformes aux dispositions de la présente ordonnance et qui répondent, en plus, aux conditions figurant au chiffre 10.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰, **N**=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway, **M**=seulement véhicules moteurs

(DE 76.1.a)

10 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA DÉCLIVITÉ DÉTERMINANTE**

CONDITIONS POUR LA CATÉGORIE DE VITESSE 3

Valable pour					
– les trains circulant sur des lignes à crémaillère					
Conditions pour les véhicules:					
– L'organe de roulement doit se composer de bogies.	**c**	**C**	**N**	**E**	
– Les freins d'arrêt mécanique doivent être répartis uniformément dans le convoi, de manière que l'effort de freinage de chaque véhicule soit dimensionné en fonction de son poids brut.		**C**	**N**	**E**	
– Les freins de chaque véhicule doivent être conçus de manière que la progression de l'effort de freinage soit simultanée sur tous les véhicules et proportionnelle aux poids à freiner.		**C**	**N**	**E**	
– Les appareils de choc et de traction entre les différents véhicules doivent remplir par analogie les conditions des DE 54.2.a.1	**c**	**C**	**N**	**E**	
– Les convois de ce genre ne peuvent circuler jumelés que si la traction multiple est télécommandée.	**c**	**C**	**N**	**E**	
Conditions pour les installations:					
– Les irrégularités de la voie et de la crémaillère doivent être prises en compte lorsqu'on fixe la vitesse maximale autorisée pour l'exploitation.	**c**	**C**	**N**	**E**	

(DE 76.1.a)

A	c	C	N		T	

11 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA GÉOMÉTRIE DE LA VOIE ET DU TRACÉ**

Valable pour

- les véhicules à voie normale sans dispositif d'inclinaison latérale
- des trains circulant sur des lignes à adhérence et à crémaillère

Les prescriptions des DE-OCF ad art. 17, DE 17, les règlements et dispositions des chemins de fer sont déterminants pour fixer la vitesse maximale de la catégorie de train R en fonction de la géométrie de la voie et des branchements.

Les vitesses maximales de la catégorie de train A résultent en principe de l'équation suivante:

$v_A = v_R - 5$ v_A, v_R [km/h]

De plus, les vitesses maximales de la catégorie de train A sont limitées à:

$v_{A\,max} = v_{(üf\,=\,122\,mm)} - 5$ v_{Amax}, $v_{(üf\,=\,122\,mm)}$ [km/h], R [m], ü [mm]

ou:

$v_{A\max} = 0{,}291\left[R\left(ü + 122\right)\right]^{0{,}5} - 5$ v_{Amax} [km/h], R [m], ü [mm]

Les vitesses maximales de la catégorie des trains pendulaires et des trains à dispositif de compensation de roulis sont fixées en fonction des caractéristiques des différents types de véhicules et des objectifs conceptuels pour leur utilisation sur les tronçons concernés, de cas en cas, sur la base de l'homologation des véhicules et des mesurages de leur roulement.

Les véhicules ne doivent pas dépasser les valeurs limites valables pour leur homologation en ce qui concerne les forces statiques, quasi-statiques et dynamiques entre la roue et le rail pour la V_{max} + 10 % (voir aussi DE-OCF ad art. 31, DE 31, chiffre 21 et DE-OCF ad art. 47, DE 47.1).

Les vitesses maximales sont applicables aux véhicules et aux voies bien entretenues. Dès que l'état fixé pour l'un des composants interactifs (véhicule ou voie) ne peut pas être respecté, il faut réduire en conséquence les vitesses maximales.

(DE 76.1.a)

12 **VITESSE MAXIMALE EN FONCTION DE LA GÉOMÉTRIE DE LA VOIE ET DU TRACÉ**

A	c	C		E	T	

Valable pour

- les véhicules à voie métrique
- des trains circulant sur des lignes à adhérence et à crémaillère

Les prescriptions des DE 17, les règlements et dispositions des chemins de fer sont déterminants pour fixer la vitesse maximale de la catégorie de train R en fonction de la géométrie de la voie et des branchements.

Les vitesses de la catégorie de train A sont données par la relation suivante:

$\mathbf{v_A = v_R - 5}$ v_A [km/h], v_R [km/h]

Les véhicules ne doivent pas dépasser les valeurs limites valables pour leur homologation en ce qui concerne les forces statiques, quasi-statiques et dynamiques entre la roue et le rail pour la vitesse V_{max} + 10 % (voir aussi entre autres DE-OCF ad art. 31, DE 31 et DE-OCF ad art. 47, DE 47.1).

Les vitesses maximales sont applicables aux véhicules et aux voies bien entretenues. Dès que l'état fixé pour l'un des composants interactifs (véhicule ou voie) ne peut pas être respecté, il faut réduire les vitesses maximales en conséquence.

DE 76.1.b

		A	c	C	N	E	T		
1	Pour fixer la vitesse maximale en fonction des installations de sécurité et des aiguilles: voir chapitre 2, section 7 de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[1].								

DE 76.1.c

		A	c	C	N	E	T		
1	Pour fixer la vitesse maximale en fonction des types de véhicules: voir chapitre 3 OCF, ainsi que DE-OCF ad art. 76, DE 76.1.a.								

DE 76.1.d

		A	c	C	N	E	T		
1	Pour fixer la vitesse maximale en fonction de la composition du train, il faut prendre en considération: – le classement des véhicules moteurs en service – les transports exceptionnels – les véhicules dont la vitesse de marche est la plus faible – le chargement et l'état des véhicules – la vitesse maximale fixée par les prescriptions suisses de circulation des trains PCT et par les prescriptions d'exploitation.								

DE 76.1.e

		A	c	C	N	E	T		
1	Pour fixer la vitesse maximale en fonction des freins: voir chapitre 3 OCF, ainsi qu'art. 77 OCF.								

DE 76.1.f

		A	c	C	N	E	T		
1	Les entreprises ferroviaires fixent les vitesses maximales à observer en fonction des conditions techniques et celles valables en cas de dérangements et d'irrégularités ou selon les circonstances locales.								

[1] RS 742.141.1

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 77.1

1	L'essai des freins sera exécuté selon les prescriptions suisses de circulation des trains (PCT)[1].	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2	On procédera par analogie pour le contrôle du frein de sécurité.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3	A titre exceptionnel, le contrôle de fonctionnement du frein automatique n'est pas exigé dans les cas suivants:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.1	pour les véhicules remorqués des chemins de fer à crémaillère, si la desserte simultanée des freins d'immobilisation de ces véhicules et l'efficacité de leurs freins sont telles que chaque partie du train peut être arrêtée.		**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
4	Le bon fonctionnement des différents freins de chacun des véhicules moteurs et celui des dispositifs agissant par eux (p.ex. dispositifs de sécurité ou autre dispositif assurant le maintien de l'effort de freinage) doivent être contrôlés au moins une fois par jour lors de la première mise en service.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	

DE 77.2

1	Les freins efficaces doivent être répartis dans le train de manière aussi uniforme que possible.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
2	Il faut raccorder les conduites du frein automatique sur autant de véhicules que cela est nécessaire pour obtenir au moins le rapport de freinage prescrit dans les tableaux des chiffres 2.1 à 2.8. Pour les valeurs intermédiaires, le rapport de freinage doit être interpolé. Le tableau de freinage déterminant sera fixé selon chiffre 3.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	

[1] RS 742.173.001

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.1 TABLEAU DE FREINAGE I

A | | N | | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés sur la base des poids-frein selon UIC 544
- des distances d'implantation des signaux avancés de 350 à 870m
- des déclivités déterminantes jusqu'à 30 ‰

Pente [‰]	Rapports de freinage minimums requis λ [%]																				
	Vitesse [km/h]																				
	25	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**	**125**
0	6	7	8	11	14	18	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	93	102	112
1	6	7	9	11	14	18	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	93	102	112
2	6	7	9	12	15	19	23	28	33	38	43	48	54	60	66	72	78	86	94	103	113
3	7	8	9	13	16	20	24	28	33	38	43	49	54	60	66	72	79	87	95	104	114
4	7	9	10	13	16	20	25	29	34	39	44	50	55	61	67	73	80	88	96	105	115
5	7	9	10	14	17	21	26	30	35	40	45	51	56	62	68	74	81	89	97	106	116
6	8	10	12	15	18	22	27	31	36	41	46	52	57	63	69	75	82	90	98	107	117
7	8	10	12	15	19	23	28	32	37	42	47	53	58	64	70	76	83	91	99	108	118
8	9	11	13	16	20	24	29	33	38	43	48	54	60	65	71	78	85	92	101	110	120
9	9	11	14	17	21	25	30	34	39	45	50	55	61	67	73	79	86	93	103	112	122
10	10	12	15	18	22	26	31	36	41	46	51	57	63	68	74	80	88	95	105	114	125
11	11	13	16	19	23	27	32	37	42	47	53	58	64	70	76	82	90	97	106	117	
12	12	14	17	20	24	29	34	38	44	49	54	60	66	72	78	84	92	100	109	120	
13	13	15	18	21	25	30	35	40	45	51	56	62	68	74	80	86	94	102	111	123	
14	14	16	19	22	26	31	36	41	47	52	58	64	70	76	82	89	96	104	114		
15	15	17	20	23	28	32	37	43	48	54	60	65	72	78	84	91	99	107	117		
16	16	18	21	25	29	34	39	44	50	55	61	67	74	80	87	94	101	110	120		
17	17	19	22	26	30	35	40	46	51	57	63	69	76	82	89	96	104	113			
18	18	20	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	91	99	107	116			
19	19	21	24	29	33	38	44	49	55	61	67	73	80	87	94	101	109	119			
20	20	23	26	30	35	40	45	51	57	63	69	76	83	90	97	104	113				
21	21	24	27	32	36	41	47	53	59	65	71	78	85	92	100	107	116				
22	23	25	29	33	38	43	49	55	61	67	73	80	87	95	102	110	119				
23	24	27	31	34	40	45	50	56	63	69	76	83	90	98	105	113					
24	25	28	32	36	41	46	52	58	65	71	78	85	93	100	108	116					
25	27	30	34	38	43	48	54	60	67	73	80	88	95	103	111	120					
26	28	31	35	39	45	50	56	62	69	76	83	90	98	106	114						
27	30	33	37	41	46	52	58	64	71	78	85	93	101	109	117						
28	31	34	38	43	48	54	59	66	73	80	87	95	103	112	121						
29	33	35	40	44	50	55	61	68	75	82	90	98	106	115							
30	34	37	41	46	51	57	63	70	77	85	92	101	109	118							

Sur les tronçons – désignés par la direction de l'exploitation – avec une distance d'implantation des signaux avancés plus grande, des vitesses maximales plus élevées sont autorisées moyennant un rapport de freinage déterminé.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.2 TABLEAU DE FREINAGE II

A | | N | | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés sur la base des poids-frein selon UIC 544
- des distances d'implantation des signaux avancés de 240 à 590 m
- des déclivités déterminantes jusqu'à 50 ‰

Pente [‰]	Rapports de freinage minimums requis λ [%]														
	Vitesse [km/h]														
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**
0	6	7	9	12	16	20	24	30	36	42	49	57	65	74	82
2	7	8	10	13	17	21	26	31	37	43	51	59	67	75	84
4	8	10	12	15	19	22	27	33	38	45	52	60	69	77	86
6	10	11	13	16	20	24	28	34	40	47	54	62	70	79	89
8	11	13	15	17	21	25	30	36	41	48	56	64	72	80	91
10	12	14	16	19	22	26	31	37	43	50	58	66	74	83	93
12	14	15	17	20	24	28	33	39	45	52	60	68	77	86	96
14	16	17	19	22	26	30	35	41	47	54	62	70	79	88	99
16	17	18	20	23	27	32	36	43	48	56	64	72	80	91	101
18	19	20	22	25	29	33	38	44	51	58	66	74	83	93	104
20	20	22	24	27	31	35	40	46	53	60	68	77	86	96	107
22	22	24	26	29	33	37	42	48	55	62	71	79	89	99	
24	24	25	28	30	35	39	44	51	57	65	73	82	91	102	
26	26	27	30	32	36	41	46	53	59	67	76	84	94	105	
28	28	29	31	34	38	43	49	55	62	70	78	87	97		
30	30	31	33	36	41	45	50	57	64	72	81	90	100		
32	32	33	36	39	43	48	53	60	67	75	84	(93)	(103)		
34	34	35	38	41	45	50	56	62	69	77	86	(96)	(106)		
36	36	37	40	43	47	52	58	65	72	80	89	(99)			
38	38	39	42	46	49	55	61	67	75	83	(92)	(102)			
40	40	41	44	48	52	57	63	70	77	86	(95)	(105)			
42	42	43	46	50	54	59	66	72	80	89	(98)	(108)			
44	44	46	48	52	57	62	68	75	83	(92)	(101)				
46	46	48	50	54	59	64	71	78	85	(94)	(104)				
48	48	50	53	56	61	67	74	80	88	(97)	(107)				
50	50	52	55	59	64	70	76	83	91	(100)	(110)				

L'application des vitesses correspondant aux chiffres entre parenthèses sera autorisée cas par cas.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.3 TABLEAU DE FREINAGE 90

A | | N | | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon UIC 544
- trains voyageurs jusqu'à v_{max} = 160 km/h
- des déclivités déterminantes jusqu'à 50 ‰

Rapports de freinage minimums requis λ [%]

Pente [‰] \ Vitesse [km/h]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
0	6	8	10	12	14	17	20	23	26	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
1	6	8	10	12	15	18	21	24	27	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135
2	7	9	11	13	16	19	22	25	28	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135
3	7	9	11	14	17	20	23	26	29	33	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135
4	8	10	12	15	18	21	24	27	30	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135
5	9	11	13	16	19	22	25	28	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135
6	9	11	14	17	20	23	26	29	32	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135
7	10	12	15	18	21	24	27	30	33	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135
8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135
9	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135
10	12	15	18	21	24	27	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135
11	12	15	18	21	24	27	30	33	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135
12	13	16	19	22	26	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135
13	14	17	20	23	27	30	33	37	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135
14	15	18	21	24	28	31	34	38	42	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135
15	16	19	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	135
16	17	20	23	26	29	33	36	40	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	138	144	
17	18	21	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	141	153	
18	19	22	25	28	31	35	38	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	139	144	162	
19	20	23	26	29	32	36	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	141	147	171	
20	21	24	27	30	33	37	41	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	142	150	180	
21	21	24	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	150		
22	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	158		
23	23	26	29	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	140	164			
24	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	145	172			
25	25	28	31	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	150	180			
26	26	29	32	36	40	45	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	156				
27	27	30	33	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	162				
28	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	168				
29	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	174				
30	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	150	165	180			
35	36	39	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	115	122	127	132	135	135	135	135	150	165	180			
40	42	46	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	165	180				
45	48	53	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	150	165	180							
50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135	165	180								

Les rapports de freinage > 135% sont basés sur des études théoriques concernant l'énergie de freinage.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.4 TABLEAU DE FREINAGE G2016

A | | N | | | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon UIC 544
- les trains de marchandises jusqu'à v_{max} = 120 km/h
- des déclivités déterminantes jusqu'à 40 ‰

Pente [‰]	Rapports de freinage minimums requis λ [%]																				
	Vitesse [km/h]																				
	20	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**
0	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(29)	(35)	(41)	(47)	(49)	52	55	58
1	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(31)	(37)	(42)	(48)	51	53	56	59
2	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(32)	(38)	(44)	(49)	52	55	57	60
3	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(34)	(40)	(45)	50	53	56	59	61
4	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(35)	(41)	(47)	52	54	57	60	63
5	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(31)	(37)	(43)	(48)	53	56	58	61	64
6	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(33)	(39)	(44)	(49)	54	57	60	62	65
7	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(29)	(32)	(35)	(40)	(46)	51	55	58	61	64	66
8	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(27)	(30)	(33)	(36)	(42)	(47)	52	57	59	62	65	68
9	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(26)	(29)	(32)	(35)	(38)	(43)	(49)	53	58	61	63	66	69
10	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(25)	(28)	(31)	(34)	(36)	(40)	(45)	50	55	59	62	65	67	70
11	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(24)	(27)	(29)	(32)	(35)	(38)	(41)	(47)	52	56	60	63	66	69	71
12	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(26)	(28)	(31)	(34)	(37)	(40)	(43)	(48)	53	58	62	64	67	70	73
13	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(25)	(27)	(30)	(33)	(35)	(38)	(41)	(45)	50	55	59	63	66	69	71	74
14	(20)	(20)	(21)	(23)	(24)	(27)	(29)	(32)	(34)	(37)	(40)	(43)	(46)	51	56	60	64	67	70	73	75
15	(21)	(22)	(23)	(25)	(26)	(28)	(31)	(33)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	53	58	62	66	68	71	74	78
16	(23)	(24)	(25)	(26)	(28)	(30)	(32)	(35)	(37)	(40)	(43)	(46)	50	55	59	63	67	70	72	75	84
17	(25)	(26)	(26)	(28)	(29)	(32)	(34)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	51	56	61	65	68	71	74	77	91
18	(27)	(27)	(28)	(30)	(31)	(33)	(36)	(38)	(41)	(44)	(47)	50	53	58	62	66	70	72	75	78	97
19	(29)	(29)	(30)	(31)	(33)	(35)	(37)	(40)	(42)	(45)	(48)	51	55	59	64	67	71	74	77	80	103
20	(31)	(31)	(32)	(33)	(34)	(36)	(39)	(41)	(44)	(47)	50	53	56	61	65	69	72	75	78	85	110
21	(32)	(32)	(33)	(35)	(36)	(38)	(40)	(43)	(46)	(48)	51	55	58	63	67	70	74	77	79	90	116
22	(36)	(36)	(36)	(37)	(38)	(40)	(42)	(44)	(47)	50	53	56	60	64	68	72	75	78	81	95	
23	(37)	(37)	(37)	(38)	(39)	(41)	(44)	(46)	(49)	52	55	58	61	66	70	73	77	79	82	100	
24	(39)	(39)	(39)	(40)	(41)	(43)	(45)	(48)	50	53	56	60	63	67	71	75	78	81	86	106	
25	(41)	(41)	(41)	(42)	(43)	(45)	(47)	(49)	52	55	58	61	65	69	73	76	79	82	90	111	
26	(42)	(42)	(42)	(43)	(44)	(46)	(48)	51	54	56	60	63	66	71	74	78	81	84	95	116	
27	(44)	(44)	(44)	(45)	(46)	(48)	50	53	55	58	61	65	68	72	76	79	82	85	99		
28	(46)	(46)	(46)	(47)	(48)	50	52	54	57	60	63	66	70	74	78	81	84	88	104		
29	(47)	(47)	(47)	(48)	(49)	51	53	56	58	61	65	68	71	75	79	82	85	92	109		
30	(49)	(49)	(49)	50	51	53	55	57	60	63	66	69	73	77	81	84	87	96	114		
31	51	51	51	52	53	54	57	59	62	65	68	71	75	79	82	86	89	100	118		
32	53	53	53	54	54	56	58	61	63	66	69	73	76	80	84	87	90	104			
33	54	54	54	55	56	58	60	62	65	68	71	74	78	82	86	89	94	108			
34	56	56	56	57	58	59	61	64	66	69	73	76	80	84	87	90	97	113			
35	59	59	59	59	59	61	63	65	68	71	74	78	81	85	89	92	101	117			
36	60	60	60	60	61	63	65	67	70	73	76	79	83	87	91	94	105				
37	62	62	62	62	63	64	66	69	71	74	78	81	85	89	92	96	109				
38	63	63	63	64	64	66	68	70	73	76	79	83	86	90	94	100	113				
39	65	65	65	66	66	67	70	72	75	78	81	84	88	92	96	103	117				
40	67	67	67	67	68	69	71	73	76	79	83	86	90	94	98	107					

Valeurs entre parenthèses ne sont déterminantes que pour le rapport de freinage partiel requis selon PCT.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.5 TABLEAU DE FREINAGE IIA

A | | N E | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon DE 52.2 chiffre 6.1.1
- des distances d'arrêt jusqu'à 325 m
- des déclivités déterminantes jusqu'à 50 ‰

Pente [‰]	Rapports de freinage minimums requis λ [%]																
	Vitesse [km/h]																
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**
0	6	7	9	12	16	20	24	30	36	42	49	57	65	74	82	90	99
5	9	11	13	16	20	23	28	34	39	46	53	61	69	78	87	96	106
10	12	14	16	19	22	26	31	37	43	50	58	66	74	83	93	103	113
15	16	18	20	23	26	31	35	42	47	55	63	71	79	89	100	(110)	
20	20	22	24	27	31	35	40	46	53	60	68	77	86	96	(107)		
25	25	26	29	31	35	40	45	52	58	66	74	83	92	(104)			
30	30	31	33	36	41	45	50	57	64	72	81	90	(100)				
35	35	36	39	42	46	51	57	64	70	79	87	(98)					
40	40	41	44	48	52	57	63	70	77	86	(95)	(105)					
45	45	47	49	53	58	63	69	77	84	(93)	(102)						
50	50	52	55	59	64	70	76	83	(91)	(100)	(110)						

Les vitesses correspondant aux chiffres entre parenthèses sont soumises à une autorisation spéciale de l'Office fédéral.

Voir aussi chiffre 10 pour certains cas particuliers.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.6 TABLEAU DE FREINAGE III

A | | N E | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon DE 52.2 chiffre 6.1.1
- des distances d'arrêt jusqu'à 225 m
- des déclivités déterminantes jusqu'à 70 ‰

Pente [‰]	Rapports de freinage minimums requis λ [%]													
	Vitesse [km/h]													
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**
0	5	6	6	8	11	16	23	30	38	47	57	68	83	97
5	6	7	9	11	15	20	27	34	42	51	61	72	87	102
10	10	10	12	15	19	24	31	38	46	55	65	76	91	106
15	15	15	16	19	23	28	35	42	50	59	69	80	95	110
20	20	20	21	24	28	33	40	47	55	64	74	85	99	
25	25	25	26	29	33	38	45	54	61	71	81	92		
30	30	30	31	35	39	44	52	60	69	79	90			
35	35	35	36	41	45	51	59	68	78	89				
40	40	40	42	47	52	58	67	77	88					
45	45	45	48	53	59	67	76	86						
50	50	51	54	60	67	75	85							
55	55	57	61	68	76	85	(95)							
60	60	64	69	76	85	(94)								
65	65	71	78	85	95	(105)								
70	70	77	86	95	(105)									

Les chiffres entre parenthèses servent uniquement à calculer les valeurs intermédiaires.
Voir aussi chiffre 10 et 11 pour les conditions particulières et les déclivités supérieures à 70 ‰.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.7 TABLEAU DE FREINAGE IV

A | | N E | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon DE 52.2 chiffre 6.1.1
- des distances d'arrêt jusqu'à 535 m compte tenu d'une dispersion de l'effort de freinage de 16.58 %
- des déclivités déterminantes jusqu'à 70 ‰

Pente [‰]	**Rapports de freinage minimums requis** λ [%]															
	Vitesse [km/h]															
	10	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**
0	17	21	24	26	28	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65	70
5	21	26	28	30	32	35	38	41	44	47	50	54	58	63	68	74
10	25	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	64	68	73	79
15	28	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	70	(76)	
20	32	38	40	42	44	47	50	53	56	59	62	65	70	(73)		
25	35	42	45	48	51	54	57	60	62	65	68	71	73			
30	39	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	(76)				
35	43	50	54	56	59	62	65	67	70	73						
40	46	55	58	61	64	66	69	71	73							
45	50	59	62	65	68	70	72	74								
50	53	63	67	70	72	74	76									
55	57	68	72	75	77	80										
60	60	72	76	79	83											
65	65	76	80	84												
70	70	81	85	89												

Les chiffres entre parenthèses servent uniquement à calculer les valeurs intermédiaires.
Voir aussi chiffre 10 et 11 pour les conditions particulières et les déclivités supérieures à 70 ‰.

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

2.8 TABLEAU DE FREINAGE S2020

A | | | E | | |

Valable pour:
- des rapports de freinage calculés selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.2 ch. 6.1.1
- une capacité de charge thermique du frein selon DE 52.1 ch. 2.5, sans utilisation du frein automatique pour régler la vitesse de marche
- une décélération effective minimale de 0,13 ms^{-2}
- une sensibilité relative de la distance d'arrêt de 4 %
- des distances d'arrêt jusqu'à 1000 m
- un taux de freinage pour des charges à l'essieu allant jusqu'à 16 t
- des déclivités déterminantes jusqu'à -80 ‰

Pente [‰]	**Rapports de freinage minimums requis** λ [%]																						
	Vitesse [km/h]																						
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**
0	21	22	22	22	22	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	25	28	31	35	39	44	48	53
5	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	29	33	36	40	44	49	53	58
10	29	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	34	37	41	45	49	53	58	63
15	34	34	35	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35	36	39	42	46	50	54	58	63	(68)
20	38	39	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	43	47	51	55	59	63	(68)	(73)
25	42	43	44	44	44	44	45	45	45	45	45	45	45	45	45	48	52	56	60	64	(68)	(73)	(78)
30	46	47	48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	53	57	60	64	(69	(73)	(78)	(83)
35	51	52	52	53	53	53	53	54	54	54	54	54	54	54	55	58	61	65	(69)	(74)	(78)	(83)	(88)
40	55	56	56	57	57	58	58	58	58	58	58	59	60	60	62	64	66	(70)	(74)	(78)	(83)	(88)	(93)
45	59	60	61	61	62	62	62	62	63	63	64	65	66	66	67	69	(71)	(75)	(79)	(83)	(88)	(93)	(98)
50	64	64	65	66	66	67	67	67	67	69	70	71	72	73	73	(74)	(76)	(80)	(84)	(88)	(93)	(98)	(103)
55	69	70	70	71	72	72	72	73	73	74	76	77	78	79	(79)	(80)	(81)	(85)	(89)	(93)	(98)	(103)	(108)
60	74	75	76	76	77	77	78	78	78	80	81	83	84	85	(85)	(86)	(87)	(89)	(94)	(98)	(103)	(108)	(113)
65	79	80	81	82	82	83	83	84	84	86	87	89	90	(91)	(92)	(92)	(93)	(94)	(98)	(103)	(108)	(113)	(119)
70	84	85	86	87	87	88	89	89	89	91	93	95	96	(97)	(98)	(98)	(99)	(99)	(103)	(108)	(113)	(118)	(124)
75	89	90	91	92	93	93	94	95	95	97	99	101	(102)	(103)	(104)	(104)	(105)	(106)	(108)	(113)	(118)	(123)	(129)
80	94	95	96	97	98	99	99	100	100	103	105	106	(108)	(109)	(110)	(110)	(111)	(111)	(113)	(118)	(123)	(128)	(134)

2.8.1 Utilisation du tableau selon le type de construction des freins

A | | | E | | |

2.8.1.1 Zone sans valeurs numériques entre parenthèses:
- pour les véhicules équipés de freins à sabots
- preuve à fournir concernant l'aptitude thermique des éléments de freins pour les véhicules équipés de freins à disque

2.8.1.2 Zone avec valeurs numériques entre parenthèses:
- preuve à fournir concernant l'aptitude thermique des éléments de freins pour les véhicules équipés de freins à sabots et à disque

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

3	Le tableau de freinage déterminant est fixé en fonction de la configuration de la ligne et les exigences d'exploitation. Les rapports de freinage à déterminer à cet effet selon le « Complément a » du commentaire n° 4 de l'OCF, qui ne doivent pas être inférieurs aux rapports de freinage minimums requis du tableau de freinage utilisé, sont déterminants pour le respect des distances d'arrêt disponibles (distance des signaux avancés, dispositif de commande et de contrôle des installations automatiques de protection des passages à niveau).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**		
4	L'action des freins peut être considérée comme suffisante, lorsque les rapports de freinage des trains atteignent au moins les valeurs exigées dans les tableaux de freinage des ch. 2.1 à 2.8, pour freiner une course jusqu'à l'arrêt.	**A**			**N**	**E**		
4.1	Les freins moteurs et les freins non automatiques (freins directs et n'agissant pas automatiquement) ne sont pas pris en considération pour le calcul du rapport de freinage.	**A**			**N**	**E**		
4.2	Pour les pentes de plus de 60 ‰, les freins de sécurité peuvent, selon l'art. 52, al. 2 de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF)[2] être pris en considération pour le calcul du rapport de freinage, jusqu'à concurrence de 50% de leur poids-frein déterminé avec des rails secs. Toutefois, lorsque des véhicules ont un frein qui ne fonctionne pas, il n'est pas permis de remplacer le poids-frein manquant par celui du frein de sécurité.	**A**			**N**	**E**		
4.3	Sur les pentes inférieures à 60 ‰, le poids-frein du frein de sécurité peut être pris en considération comme il suit:	**A**			**N**	**E**		
4.3.1	Lors du calcul du rapport de freinage, il faut au maximum imputer ce qui est nécessaire pour ne pas devoir circuler plus lentement que sur des pentes supérieures à 60 ‰;	**A**			**N**	**E**		
4.3.2	Lorsqu'on détermine le chemin de freinage d'un véhicule en rapport avec la distance entre le feu de contrôle et le passage à niveau, le poids-frein du frein de sécurité, fourni pour la vitesse maximale, peut être pris en compte dans le rapport de freinage lorsque le frein de sécurité est conçu selon la DE 52.2, qu'il peut être mis en "position de freinage d'urgence" au moyen du robinet du mécanicien, et que le sablage des rails ne se fait pas automatiquement.	**A**			**N**	**E**		
4.4	Si le rapport de freinage est supérieur à la valeur prescrite, la vitesse peut être augmentée, à condition que la composition du convoi le permette. Si la somme des poids-freins est inférieure à la valeur prescrite, il faut réduire la vitesse maximale autorisée, ou enlever des véhicules sans frein, ou ajouter des véhicules avec frein.	**A**			**N**	**E**		
4.5	En accord avec l'Office fédéral des transports (OFT), des rapports de freinage plus faibles correspondant aux installations (distances entre signaux, etc.) peuvent être admis.	**A**			**N**	**E**		

[2] RS 742.141.1

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

5	On a besoin des éléments ci-après pour déterminer le calcul du freinage:	**A**		**N**	**E**		
5.1	Poids-frein de chaque véhicule selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.2.	**A**		**N**	**E**		
5.2	Le rapport de freinage du train $= \frac{\sum poidsfrein\ des\ véhicules}{poids\ du\ train}$	**A**		**N**	**E**		
5.2.1	En règle générale, les véhicules moteurs doivent être inclus dans le calcul de freinage.	**A**		**N**	**E**		
5.2.2	Le poids du train = Somme de la tare et du chargement de tous les véhicules du train.	**A**		**N**	**E**		
5.2.3	Le rapport de freinage est indiqué en %.	**A**		**N**	**E**		
5.2.4	Dans le calcul de freinage, les fractions de tonnes et de pour-cents de freinage supérieures ou égales à 0,5 sont arrondies au chiffre supérieur, les fractions inférieures à 0,5 sont arrondies au chiffre inférieur.	**A**		**N**	**E**		
6	Sur de longues et fortes pentes, si le frein moteur du véhicule moteur est hors service ou en panne, le poids-frein de la charge remorquée doit être suffisant à lui seul pour tout le train (y compris les véhicules moteurs) pour satisfaire aux données du tableau de freinage, au moins pour la pente déterminante et la plus faible vitesse (25 km/h respectivement 10 km/h).	**A**		**N**	**E**		
6.1	Pour les véhicules moteurs dont le frein automatique est conçu selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 1, on peut cependant prendre en considération pour le calcul du rapport de freinage:	**A**		**N**	**E**		
6.1.1	la moitié du poids-frein du frein automatique ainsi que,	**A**		**N**	**E**		
6.1.2	la moitié du poids-frein du frein de sécurité indépendant de la ligne de contact selon DE-OCF ad art. 52, DE 52.1, ch. 9.	**A**		**N**	**E**		
6.1.3	Sur une forte pente, la distance qui peut être parcourue dans ces conditions sans provoquer un échauffement dangereux des freins, doit être déterminée pour chaque cas particulier par des essais en tenant compte d'un échauffement préalable.	**A**		**N**	**E**		
7	En rampe et pour tenir compte d'une marche arrière éventuelle, il faut adopter le plus grand des deux rapports tirés des tableaux de freinage	**A**		**N**	**E**		
7.1	pour la déclivité déterminante et la vitesse la plus faible du tableau de freinage à appliquer (25 ou 10 km/h),	**A**		**N**	**E**		
7.2	pour la déclivité de 0 ‰ et la vitesse maximale autorisée pour le train.	**A**		**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

(DE 77.2)

8	La déclivité déterminante est l'inclinaison d'une droite reliant deux points d'un tronçon présentant la plus grande différence de niveau sur une distance de:	**A**			**N**	**E**		
8.1	1'000 m en cas d'application des tableaux de freinage I, 90 et G2016,	**A**			**N**	**E**		
8.2	500 m en cas d'application des tableaux de freinage II, IIA, IV et S2020,	**A**			**N**	**E**		
8.3	300 m en cas d'application du tableau de freinage III.	**A**			**N**	**E**		
8.4	Ces distances seront adaptées, sachant que la déclivité déterminante peut être aussi grande que la déclivité effective du tronçon considéré:							
8.4.1	pour les tronçons ayant des points dangereux se trouvant dans/sur des pentes ou immédiatement après celles-ci (p.ex. passages à niveau, courbes serrées, entrées dans les gares), ou							
8.4.2	lorsque la ligne est surtout empruntée par des compositions courtes.							
8.5	Les déclivités déterminantes entre les stations doivent être indiquées dans l'horaire graphique et les autres documents d'horaire.							
9	En cas de circonstances particulières, telles que longs tronçons en pente, rails fréquemment humides ou exposés à la chute de feuilles, il faut prendre des mesures spéciales (réduction de la vitesse, amélioration de l'efficacité des freins, etc.).	**A**			**N**	**E**		
10	Les chemins de fer à adhérence sur plate-forme indépendante ayant des déclivités supérieures à 70 ‰ feront l'objet de dispositions spéciales relatives aux freins, dispositions qui seront adaptées à chaque situation particulière.	**A**			**N**	**E**		
11	Sur des tronçons à adhérence sans plate-forme indépendante, le frein automatique doit fonctionner sur tous les véhicules.	**A**			**N**	**E**		
12	Sur des tronçons à crémaillère, au moins autant de freins sur roue dentée doivent être reliés au frein automatique afin que les conditions selon DE-OCF ad art. 54, DE 54.2.b.2, ch. 2.2 soient remplies.		**c**	**C**	**N**	**E**		

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 79

1	Conditions techniques relatives à la conduite de trains non accompagnés sur des tronçons à adhérence :	**A**			**N**	**E**	**T**	
1.1	Toutes les portes d'accès utilisables par les voyageurs doivent être télécommandées de manière sélective par côté (DE-OCF ad art. 53, DE 53.1, ch. 1 et DE 53.2, ch. 1).	**A**			**N**	**E**	**T**	
2	Conditions techniques supplémentaires relatives à la conduite de trains non accompagnés sur des tronçons à crémaillère (DE-OCF ad art. 54, DE 54.2.b.4) :		**c**	**C**	**N**	**E**		
2.1	Les tronçons à crémaillère sur lesquels circulent des trains non accompagnés, seront équipés d'un système de surveillance (block de ligne ou personnel de gare) et seront dotés d'une liaison radio. Des téléphones de ligne seront installés à des intervalles appropriés dans les galeries et les tunnels.		**c**	**C**	**N**	**E**		
3	Conditions d'exploitation pour la conduite de trains-voyageurs non accompagnés:	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.1	Les mesures nécessaires doivent être prises tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des véhicules pour l'information des voyageurs (indications concernant le contrôle des titres de transport et la succession des arrêts, annonces par haut-parleur. etc.).	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	
3.2	Pour les trains spéciaux qui peuvent transporter des voyageurs en dehors des voitures, d'automotrices ou de rames automotrices (par ex transport d'un cirque, militaire ou trains-autos), l'ETF évalue le risque spécifique pour ce train. Elle prend, le cas échéant, des mesures complémentaires afin que le même degré de sécurité soit garanti ou qu'il n'en résulte pas de risque inacceptable et que toutes les mesures proportionnées visant à diminuer les risques soient prises.	**A**	**c**	**C**	**N**	**E**	**T**	

Explication des signes: **A**=adhérence, **c ou C**=crémaillère, **c**≤125 ‰, **C**>125 ‰,
N=voie normale, **E**=voie étroite, **T**=tramway,
M=seulement véhicules moteurs

DE 80.2

1 Les entreprises édictent dans les prescriptions d'exploitation les dispositions nécessaires à l'information irréprochable des voyageurs en tenant compte des prescriptions de transmissions et déterminent les voies d'annonce en accord entre le gestionnaire de l'infrastructure et l'entreprise de transport ferroviaire.

DE 81

1 Les termes définis à l'annexe 4 sont valables en vue de l'application des présentes dispositions d'exécution (DE).

DE 83

1 Dispositions transitoires des modifications du 01.01.2001

1.1 La circulation de trains non accompagnés qui comprennent des véhicules qui ne satisfont pas encore aux DE 53 implique que les voitures et les automotrices accessibles aux voyageurs :

1.1.1 ne doivent pas présenter à l'extérieur de possibilités de s'agripper lorsque les portes sont fermées et

1.1.2 doivent être équipées de marchepieds ou de marches couvertes, escamotables ou rétractables qui signalent en cabine la présence d'un objet ou d'une personne sur ces marches (contact sur le marchepied).

1.2 La conduite de trains non accompagnés qui ne satisfont pas encore aux dispositions des DE 53 et aux DE 83, ch. 1.1, implique que :

1.2.1 Ces trains ne comportent pas plus de 5 voitures ou automotrices occupées par des voyageurs.

1.2.2 Les gares doivent être occupées; le responsable de la circulation des trains devant être en mesure de surveiller l'embarquement et le débarquement des voyageurs (installations bien adaptées), ou

1.2.3 Que le mécanicien puisse surveiller l'embarquement et le débarquement des voyageurs (trains courts).

1.2.4 Lorsque les installations sont bien éclairées et bien visibles et qu'il est facile d'embarquer, (p. ex. faible intervalle entre le marchepied et le quai, marches larges) et que les temps d'arrêt prévus sont suffisamment longs, il est possible, dans certains cas, de renoncer à l'application complète des critères ci-dessus.

1.2.5 La disposition transitoire selon chiffre 1.2 est valable jusqu'au 31 décembre 2018.

(DE 83)

2 <u>Dispositions transitoires des modifications du 01.07.2012</u>

2.1 Lors de transformations partielles, les éléments qui ne requièrent pas encore de transformation peuvent rester en l'état jusqu'en 2040 au plus tard et ce, en dérogation aux DE-OCF ad art. 34, DE 34, chiffre 2.1.1.

2.2 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 44, DE 44.f, chiffre 2 doivent être mises en œuvre d'ici au 30 juin 2017.

2.3 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 44, DE 44.c, chiffre 10 doivent être mises en œuvre d'ici au 30 juin 2013.

2.4 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 44, DE 44.d, chiffre 4.1 doivent être mises en œuvre d'ici au 31 décembre 2013.

3 <u>Dispositions transitoires des modifications du 01.07.2016</u>

3.1 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 73, DE 73.1, ch. 1.2 doivent être mises en œuvre d'ici au 30 juin 2018.

3.2 Les prescriptions des DE-OCF ad art. 73, DE 73.1, ch 5.1 et 5.2 doivent être mises en œuvre d'ici au 30 juin 2018.

DE 84

1 Les dispositions d'exécution sont valables conjointement aux prescriptions de l'ordonnance sur les chemins de fer.

2 La date d'entrée en vigueur des feuilles isolées des dispositions d'exécution figure sur chaque feuille en regard du terme « Edition : ».

Berne, le 20 juillet 2020

DEPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS, DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

Simonetta Sommaruga

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS,
DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

DISPOSITIONS D'EXECUTION DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER (DE-OCF)

Annexe n° 1

Ouvrages situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer

Installations fixes

Annexe aux DE-OCF ad art. 27

Novembre 2020

Table des matières — Feuille n°

1	**Terminologie**	**2**
1.1	Définitions	2
1.2	Abréviations	4
1.3	Notations	4
2	**Généralités**	**6**
2.1	Introduction	6
2.2	But	6
2.3	Champ d'application	6
2.4	Principes	6
3	**Exigences auxquelles doivent satisfaire les ouvrages à proximité et au-dessus du chemin de fer**	**7**
4	**Classes d'ouvrage**	**8**
5	**Type de tronçon**	**9**
5.1	Probabilité de déraillement et de choc	9
5.2	Tronçons sans appareil de voie	9
5.3	Tronçons avec appareils de voie	9
6	**Mesures de protection contre les chocs**	**10**
6.1	Indications générales	10
6.2	Distances de sécurité	10
6.3	Forces dues aux chocs	11
6.4	Mesures de protection complémentaires	12
7	**Mesures de protection pour les ouvrages de la classe A**	**14**
7.1	Situations d'exploitation	15
7.2	Mesures de protection pour les ouvrages de la classe A sur des tronçons sans appareil de voie	15
7.3	Mesures de protection pour les ouvrages de la classe A sur des tronçons avec appareils de voie	16
7.4	Réduction des forces dues aux chocs en cas de bordures guide, d'éléments de déviation et de quais	18
8	**Mesures de protection des ouvrages de la classe B**	**19**
8.1	Distances et forces dues aux chocs	20
8.2	Mesures de protection complémentaires pour les ouvrages de la classe B	22
9	**Mesures de protection pour les ouvrages de la classe C**	**25**
10	**Exigences en matière de construction**	**26**
10.1	Eléments de structure porteuse exposés à des chocs	26
10.2	Dispositifs de guidage des véhicules	27
10.3	Eléments protecteurs de déviation	28
11	**Eléments de structure porteuse exposés à des chocs derrière les extrémités de voie**	**29**
12	**Dispositions complémentaires aux analyses des risques selon le Code UIC 777-2**	**31**

1 Terminologie

1.1 Définitions

Les définitions suivantes sont utilisées dans la présente annexe n° 1 aux DE-OCF ad art. 27 :

Action accidentelle	Action à faible probabilité d'occurrence, en règle générale de courte durée et d'effet considérable.
Aiguille de protection	Appareil de voie qui, lorsqu'il est en position de protection, empêche une prise en écharpe.
Bloc absorbeur de choc	Mesures de construction destinées à protéger les piliers d'un choc direct agissant parallèlement à la voie.
Bordure guide	Limitation du domaine de la voie, parallèlement à celle-ci, ayant une fonction de guidage; la bordure guide est une construction massive destinée à empêcher les véhicules ferroviaires de quitter la voie sur des sections critiques.
Bordure du quai	Limite physique entre le domaine de la voie et celui du quai.
Choc	Collision d'un corps en mouvement avec un ouvrage.
Classe d'ouvrage	Caractérisation schématique d'ouvrages qui tient compte d'une mise en danger comparable des personnes en cas d'endommagement de l'ouvrage.
Concept de structure	Idée de base déterminante pour le projet de la structure porteuse.
Conditions similaires aux tramways	Les véhicules et l'exploitation d'un chemin de fer circulant dans un espace routier sont comparables à ceux d'un tramway.
Constructions exposées à des chocs	Constructions pour lesquelles on peut, par expérience, partir du principe que la probabilité d'être percutées par des véhicules ferroviaires ayant déraillé ou quittant la voie est accrue.
Contre-rail	Dispositif de guidage des roues destiné à conserver le guidage après déraillement.
Déraillement	Perte du guidage (par rail) des véhicules ferroviaires.
Moyen de déraillement	Dispositifs de protection mécaniques provoquant le déraillement d'un véhicule ferroviaire pour empêcher la circulation sur une section de voie.
Dispositif de guidage	Dispositif parallèle à la voie à fonction de guidage des véhicules ferroviaires déraillés, empêchant ceux-ci de quitter la voie.
Distance critique	Chemin de déraillement le plus long parallèlement à la voie avec une décélération de 3 m/s^2.

Distance limite	Distance permettant d'opérer la distinction entre les constructions exposées à des chocs et les constructions non exposées à des chocs.
Distance de sécurité	Distance minimale (gabarit) entre l'axe de la voie et un élément de structure porteuse.
Elément de construction	Partie physiquement distincte d'un ouvrage ou d'une structure porteuse.
Eléments de construction exposés à des chocs	Eléments de construction et de structures porteuses d'ouvrages exposés à des chocs.
Elément de déviation	Banquette parallèle à la voie, destinée à dévier les véhicules afin de protéger les porteurs verticaux contre un choc direct.
Eléments protecteurs de déviation	Mesures de construction destinées à protéger les piliers, les rangées de piliers et les parois de chocs directs venant de n'importe quelle direction.
Elément de structure porteuse	Elément de construction d'une structure porteuse.
Fin du quai	Limite du domaine du quai dans le sens parallèle à la voie (longitudinal).
Force due au choc	Force qui agit sur l'ouvrage lors du choc.
Gabarit limite des obstacles	Limitation de l'espace autour d'une voie à l'intérieur duquel aucune installation fixe ne doit empiéter.
Mesure de protection	Mesures de construction sur des ouvrages exposés à des chocs.
Mesure de protection complémentaire	Mesures de construction destinées à diminuer la probabilité de choc ou à protéger des ouvrages exposés à des chocs directs.
Pilier	Élément de construction, en général vertical, dont la forme de la section transversale peut varier d'un élément à l'autre, destiné à supporter des charges principalement dans son axe longitudinal en les reportant sur d'autres éléments de construction.
Porteurs verticaux	Eléments de la structure porteuse tels que les culées, les piliers, les rangées de piliers, les parois, les voiles ; ces éléments conduisent dans le terrain de fondation les forces exercées par une structure porteuse située à proximité ou au-dessus des voies.
Risque de choc	Caractérisation qualitative ou quantitative d'un dommage dû au choc d'un véhicule ferroviaire avec un ouvrage eu égard à sa probabilité d'occurrence et son ampleur.
Situation d'exploitation	Caractérisation du trafic ferroviaire eu égard à la vitesse de circulation des trains voyageurs et marchandises.

Structure porteuse	Ensemble des éléments de construction, y compris le sol de fondation, nécessaires pour garantir l'équilibre et la conservation de la forme d'un ouvrage.
Situation de voie	Emplacement des voies et des appareils de voie par rapport à un ouvrage.
Type de tronçon	Caractérisation d'une section de voie de chemin de fer en fonction de certaines caractéristiques.
Véhicules ferroviaires quittant la voie	Véhicules ferroviaires qui quittent partiellement ou intégralement le domaine de la voie après déraillement.
Voile	Elément de construction vertical reprenant les charges essentiellement dans le sens vertical et les reportant sur d'autres éléments de construction.

1.2 Abréviations

CO	Classe d'ouvrage
ARQ	Analyse de risque quantitative destinée à l'évaluation des risques de choc selon le code UIC 777-2
LM 4	Modèle de charge 4 selon SIA 261, chiffre 12.2
LM 5	Modèle de charge 5 selon SIA 261, chiffre 12.2
PDR	Plan de roulement
WA	Pointe de l'appareil de voie
WE	Talon de l'appareil de voie

1.3 Notations

A-i	Situation d'exploitation des ouvrages de la classe d'ouvrage A
a	Distance entre l'élément de structure porteuse exposé à des chocs et l'axe de la voie la plus proche, perpendiculairement à cet axe
a_G	Distance limite entre l'axe de la voie et l'élément de structure porteuse exposé à des chocs, perpendiculairement à l'axe de la voie
a_{Gi}	Dimension des zones de danger pour les ouvrage de la classe d'ouvrage A
a_{LK}	Distance entre l'axe de la voie et la surface de limitation d'une bordure guide, côté voie, perpendiculairement à l'axe de la voie
a_{min}	Distance minimale à respecter entre l'axe de la voie et un élément de structure porteuse exposé à des chocs, perpendiculairement à l'axe de la voie
a_{ARQ}	Distance entre l'axe de la voie et un élément de structure porteuse exposé à des chocs qui, si elle n'est pas atteinte, requiert une analyse de risque afin de déterminer la nécessité de mesures de protection complémentaires

a_R	Distance entre l'axe de la voie et un élément de structure porteuse exposé à des chocs qui, si elle est respectée ou dépassée, permet de réduire les forces dues aux chocs définies
a_U	Distance entre la surface de limitation d'une bordure guide, côté voie, et l'élément de structure porteuse que la bordure guide doit protéger
a_x	Distance entre le point d'arrêt (heurtoir) et le prochain porteur vertical dans le prolongement de l'axe de la voie
$a_{x,min}$	Distance minimale entre le point d'arrêt (heurtoir) et le prochain porteur vertical dans le prolongement de l'axe de la voie
B_{min}	Epaisseur minimale d'un porteur vertical conçu comme une paroi
d_{cr}	Distance critique entre le lieu d'un déraillement et un élément de construction, mesurée parallèlement à l'axe de la voie
H	Hauteur d'un porteur vertical, mesurée entre le niveau supérieur de la fondation et l'intrados de la structure porteuse soutenue
L_{LW}	Longueur d'un élément de déviation, mesurée parallèlement à l'axe de la voie à partir du porteur vertical
H_{LK}	Hauteur d'une bordure guide mesurée à partir du PDR
H_{LW}	Hauteur d'un élément de déviation mesurée à partir du PDR
L_{min}	Longueur minimale d'un porteur vertical, parallèlement à la voie, conçu comme une paroi
h_Q	Hauteur du point d'application des forces statiques de remplacement, mesurée à partir du plan de roulement
$Q_{di,red}$	Valeur de dimensionnement de la force due au choc déterminée à l'aide du coefficient de réduction $\eta_{a,red}$
Q_{dx}	Valeur de dimensionnement de la force due au choc parallèlement à l'axe de la voie
Q_{dy}	Valeur de dimensionnement de la force due au choc perpendiculairement à l'axe de la voie
V	Vitesse autorisée, en km/h, des trains voyageurs ou marchandises pour l'exploitation sur la voie déterminante
V_{GZ}	Vitesse autorisée des trains marchandises pour l'exploitation sur la voie déterminante
V_{RZ}	Vitesse autorisée des trains voyageurs pour l'exploitation sur la voie déterminante
$\eta_{a,red}$	Coefficient de réduction pour déterminer les forces dues aux chocs lorsque $a > a_R$
η_L	Coefficient de réduction pour déterminer les forces dues aux chocs exercées sur des porteurs verticaux protégés par des éléments de déviation, des bordures guides ou des quais.
η_{LM4}	Coefficient de réduction pour déterminer les forces dues aux chocs pour le modèle de charge 4 sur la base des valeurs du modèle de charge 5

2 Généralités

2.1 Introduction

2.1.1 La présente annexe n° 1 aux DE-OCF contient des définitions propres à atteindre l'objectif donné dans la DE-OCF ad art. 27, DE 27.1.

2.2 But

2.2.1 Les présentes dispositions ont pour but d'influer sur la disposition et la construction des ouvrages à proximité des voies de sorte que, en cas d'événement, les dommages corporels et matériels ne dépassent très probablement pas une mesure acceptable.

2.3 Champ d'application

2.3.1 La présente annexe n° 1 est applicable à tous les nouveaux ouvrages à proximité ou au-dessus de chemins de fer à voie normale, métrique ou spéciale et qui présentent les caractéristiques des classes d'ouvrage décrites au chiffre 4.3.

2.3.2 En ce qui concerne les tramways et les chemins de fer avec des conditions similaires aux tramways, il y a lieu, en principe, de prendre les mesures propres aux chocs de véhicules routiers.

2.3.3 Les présentes dispositions sont applicables par analogie aux ouvrages de soutènement lorsque ceux-ci revêtent une fonction de protection particulière ou qu'ils contribuent de manière déterminante à la stabilité d'ouvrages.

2.3.4 Les présentes dispositions ne sont pas applicables aux portails de tunnels, aux ponts ferroviaires avec des éléments de structures porteuses au-dessus du plan de roulement (par ex. longerons d'auge, poutres en treillis, arcs, suspentes) et aux obstacles naturels (par ex. talus rocheux).

2.3.5 S'agissant des ouvrages temporaires (par ex. étaiements d'échafaudages), les mesures de protection doivent être définies au cas par cas et en accord avec l'autorité de surveillance.

2.3.6 En cas d'installations ferroviaires et d'ouvrages préexistants, il faut déterminer la nécessité des mesures de protection selon les DE-OCF ad art. 27, DE 27.2 et 27.3.

2.4 Principes

2.4.1 Lors de la planification d'installations ferroviaires ou d'ouvrages à proximité ou au-dessus du chemin de fer, il y a lieu de porter une grande attention dès le départ aux risques de choc.

2.4.2 Il faut tenir compte des futurs intérêts du point de vue de l'exploitation ferroviaire et des possibilités d'aménagement ultérieures.

2.4.3 Des concepts de structure choisis avec soin et une planification bien réfléchie des installations de voies permettent de restreindre efficacement les risques de choc.

2.4.4 Dans des conditions d'exploitation comparables, le risque de choc est nettement supérieur sur les tronçons avec appareils de voie que sur ceux sans appareil de voie. Des mesures de protection constructives ne permettent de compenser que partiellement l'augmentation du risque de choc due à la présence d'appareils de voie. Il faut donc éviter autant que possible de réaliser des ouvrages à proximité d'appareils de voie, ou alors les réaliser à la plus grande distance possible de la voie.

2.4.5 Lors du placement d'aiguilles de protection et de moyens de déraillement, il faut également évaluer le risque auquel seraient exposés les ouvrages et les installations par des véhicules ferroviaires que l'on fait dérailler.

3 Exigences auxquelles doivent satisfaire les ouvrages à proximité et au-dessus du chemin de fer

3.1 Lors de la réalisation d'ouvrages à proximité et au-dessus du chemin de fer, il faut veiller à ce qu'ils soient protégés de manière appropriée des risques causés par les véhicules ferroviaires déraillés et quittant la voie.

3.1.1 Un degré de protection adéquat est atteint lorsque toutes les mesures de protection nécessaires sont réalisées.

3.2 Les mesures de protection qui s'imposent sont définies à l'aide de la présente annexe n° 1 et selon la démarche suivante :

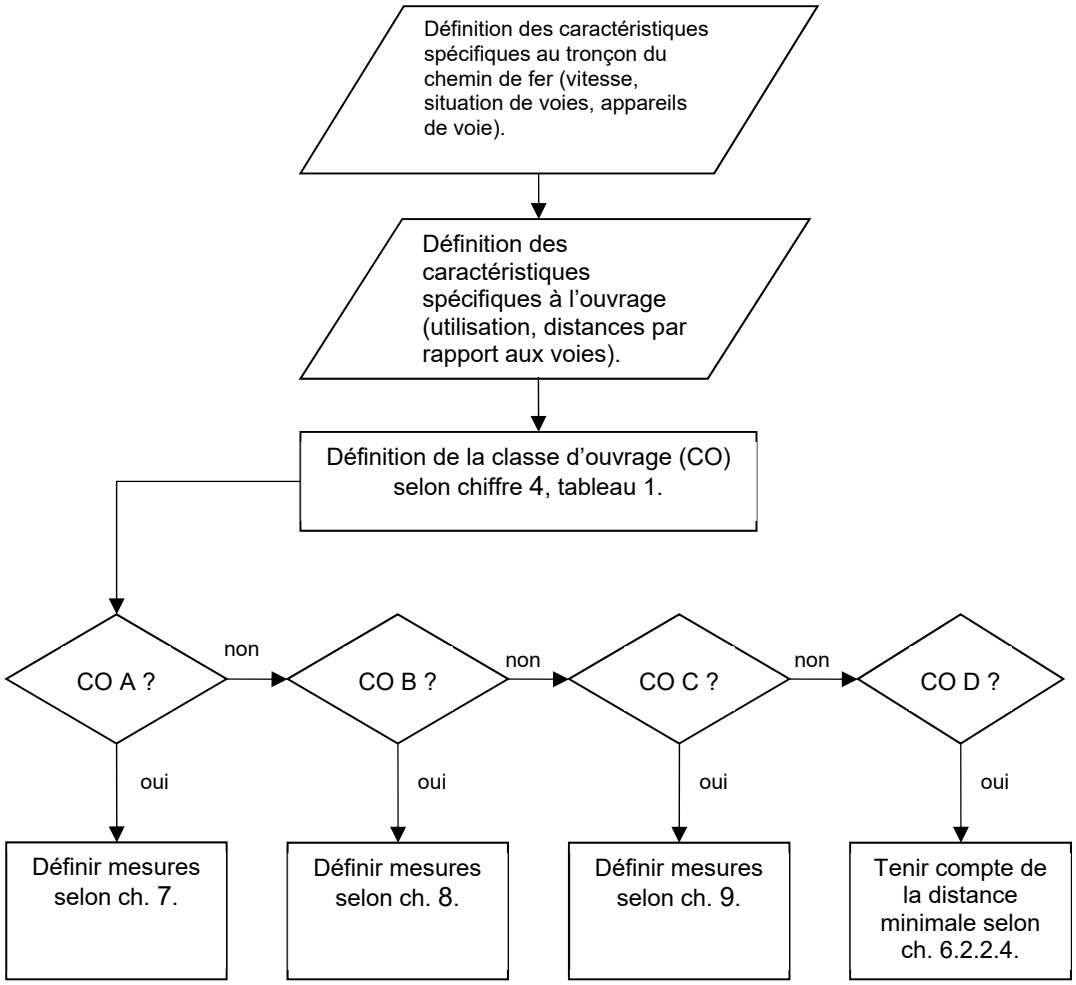


Diagramme 1 : démarche pour définir les mesures de protection nécessaires

4 Classes d'ouvrage

4.1 Les ouvrages à proximité et au-dessus d'un chemin de fer doivent être attribués à une classe d'ouvrage.

4.2 Ces classes d'ouvrage tiennent compte des différents potentiels de dégâts qui découlent du type et de l'utilisation de l'ouvrage en question.

4.3 Classes d'ouvrage

Classe A	Ouvrages à fort potentiel de dommage, qui font souvent état d'une densité élevée de population tels que : - Bâtiments à proximité ou au-dessus du chemin de fer et comprenant des locaux commerciaux, de manifestation, de formation ou de fabrication - Bâtiments d'habitation, parkings ou entrepôts à plusieurs étages à proximité ou au-dessus du chemin de fer - Sauts-de-moutons du chemin de fer sur des tronçons à fort volume de trafic (≥ 120 trains par jour et par direction) - Ponts routiers importants et à fort volume de trafic (TJM > 40 000 véh./j) - Gares souterraines
Classe B	Ouvrages à potentiel de dommage considérable, qui font souvent état d'une densité de population faible à moyenne tels que : - Ponts routiers, passerelles pour cyclistes ou piétons - Sauts-de-moutons du chemin de fer sur des tronçons à volume de trafic faible ou moyen (< 120 trains par jour et par direction) - Bâtiments à un ou deux étages situés au-dessus du chemin de fer, sans logements ni locaux commerciaux, de formation ou de fabrication - Galeries de protection du chemin de fer
Classe C	Ouvrages à faible potentiel de dommage, qui font, en règle générale, état d'une faible densité de population tels que : - Maisons individuelles (seules ou mitoyennes) à un ou plusieurs étages et autres bâtiments d'habitation à un ou deux étages situés à proximité du chemin de fer - Usines et entrepôts à un étage - Dépôts et ateliers du chemin de fer - Structures porteuses de lignes de transport d'électricité en béton armé
Classe D	Ouvrages à un seul étage sur les quais, structures porteuses d'installations de la technique ferroviaire, ouvrages qui ne sont pas attribuables à une autre classe tels que : - Pylônes de ligne de contact et mâts de signalisation, ponts de signalisation - Marquises pour une ou deux bordures de quai, mais pas les halles de quai - Installations de chargement

Tableau 1: Classes d'ouvrage

4.3.1 Pour les ouvrages particulièrement importants des classes B et C, il faut examiner au cas par cas leur attribution à la classe A au lieu de B ou à la classe B au lieu de C.

5 Type de tronçon

5.1 La présence d'appareils de voie détermine dans une large mesure la probabilité de déraillement et de choc. C'est pourquoi il faut définir pour chaque élément de structure porteuse exposé à des chocs s'il faut prendre des mesures de protection pour des tronçons avec ou sans appareils de voie.

5.2 Tronçons sans appareil de voie

Lorsque la distance entre l'appareil de voie le plus proche et l'élément de structure porteuse exposé à des chocs est supérieure à la distance critique d_{cr} (cf. chiffre 5.4), il faut prendre des mesures de protection pour tronçons <u>sans</u> appareils de voie.

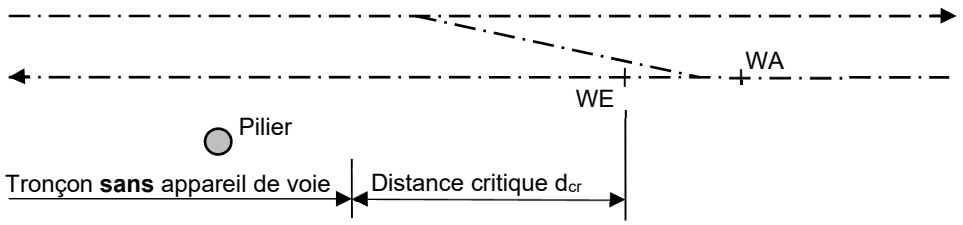


Fig. 1: Tronçon sans appareil de voie

5.3 Tronçons avec appareils de voie

Lorsque la distance entre le début de l'appareil de voie et l'élément de structure porteuse exposé à des chocs est inférieure à la distance critique d_{cr} (cf. chiffre 5.4), il faut prendre les mesures de protection pour des tronçons <u>avec</u> appareils de voie.

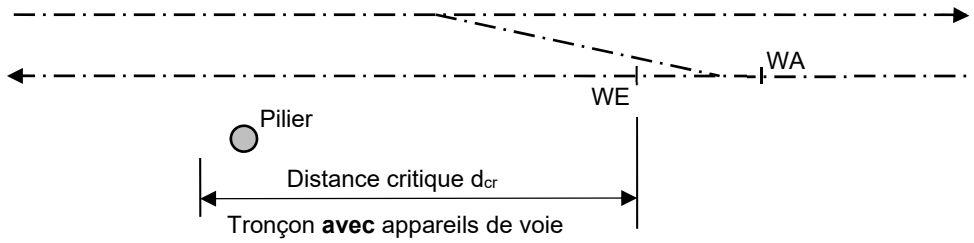


Fig. 2: Tronçon avec appareil de voie

5.4 La distance critique d_{cr} est une valeur dépendante de la vitesse de circulation autorisée en exploitation et est définie ainsi :

$d_{cr} = V^2/80$

avec : d_{cr} en [m] et V en [km/h]

6 Mesures de protection contre les chocs

6.1 Indications générales

6.1.1 En principe, on considère comme mesures appropriées de protection contre les chocs toutes les mesures préventives de construction et d'exploitation qui entraînent une réduction de la probabilité de déraillement, de choc ou de défaillance d'une structure porteuse.

6.1.2 La présente annexe contient des dispositions sur les mesures de protection suivantes :

- Distances de sécurité
- Dimensionnement aux forces dues aux chocs
- Mesures de protection complémentaires telles que dispositifs de guidage des véhicules et éléments protecteurs de déviation

6.1.3 Dans des cas particuliers, d'autres mesures de construction (par ex. remblais de protection) peuvent fournir le degré de protection adéquat contre les chocs. La prise en compte de ces autres mesures de construction présuppose l'accord de l'autorité de surveillance.

6.1.4 L'effet de protection des talus en pente vers l'amont (pente ≥ 2:3) peut être pris en compte de manière appropriée lors de la détermination des distances limite et des forces statiques de remplacement.

6.2 Distances de sécurité

6.2.1 Les distances minimales et les distances limite font partie des distances de sécurité.

6.2.2 Distances minimales

6.2.2.1 Il y a lieu de respecter la distance minimale a_{min} entre les éléments de structure porteuse exposés à des chocs et l'axe de la voie la plus proche.

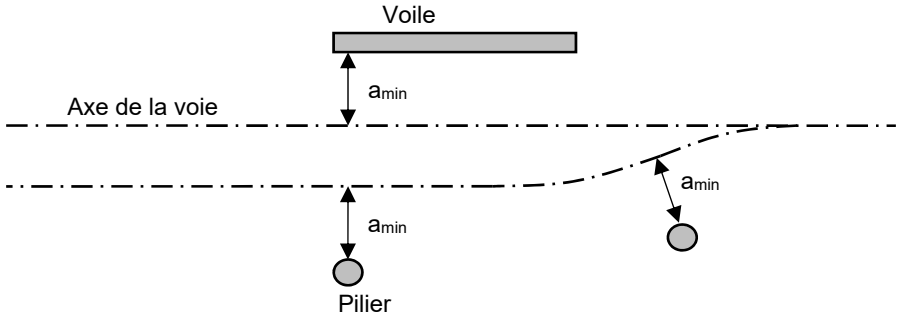


Fig. 3 : Distance minimale axe de la voie – porteur vertical

6.2.2.2 Les distances minimales suivantes (gabarits) sont applicables aux ouvrages des classes A, B et C situés à proximité de voies sur lesquelles la vitesse de circulation autorisée est > 20 km/h :

- Chemins de fer à voie normale : a_{min} = 3,00 m
- Chemins de fer à voie métrique : a_{min} = 2,80 m
- Chemins de fer à voie spéciale : a_{min} = 2,60 m

6.2.2.3 Pour les ouvrages des classes B et C situés à proximité de voies sur lesquelles la vitesse de circulation autorisée est ≤ 20 km/h, la distance minimale peut être réduite au plus jusqu'à la moitié de la largeur du profil d'espace libre (gabarit limite des obstacles et les espaces de sécurité requis), si les conditions suivantes sont remplies (cumulatif) :

- Aucun train de voyageurs ne circule sur le tronçon en question <u>et</u>
- Les éléments de structure porteuse exposés à des chocs sont dimensionnés en prenant en compte les forces dues aux chocs de la classe d'ouvrage correspondante et des conditions d'exploitation.

6.2.2.4 Pour les ouvrages de la classe D, la distance minimale peut être réduite sans restriction jusqu'à la moitié du profil d'espace libre (gabarit limite des obstacles et espaces de sécurité requis).

6.2.2.5 Les distances minimales doivent être respectées également en présence de mesures de protection complémentaires (par ex. bordures guide, éléments de déviation, contre-rails).

6.2.3 Distances limite

6.2.3.1 Tous les éléments de structure porteuse pour lesquels la distance $a < a_G$ sont considérés comme exposés à des chocs et doivent être dimensionnés de manière à résister aux chocs.

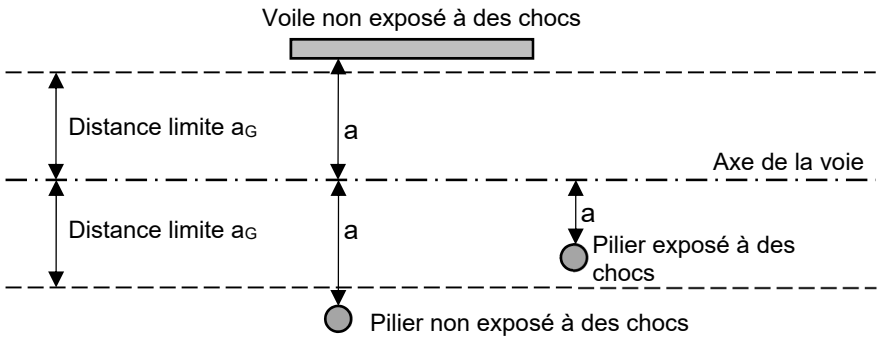


Fig. 4: Distance limite a_G

6.2.3.2 Les porteurs verticaux doivent être placés autant que possible à une distance $a > a_G$.

6.3 Forces dues aux chocs

6.3.1 La prise en compte de l'action du choc a pour but que les éléments de structure porteuse concernés soient suffisamment résistants.

6.3.2 Les forces dues aux chocs doivent être considérées comme des actions accidentelles au sens de la norme SN 505 260.

6.3.3 Le point d'application et la surface d'application des forces dues aux chocs doivent être pris en compte conformément au tableau 2.

Elément	Ecartement de la voie	Hauteur du point d'application	Hauteur de la surface	Largeur de la surface
Pilier, voile	voie normale	1,80 m au-dessus du PDR	≤ 1,00 m	≤ 2,00 m
	voie métrique	1,50 m au-dessus du PDR	≤ 1,00 m	≤ 2,00 m

Tableau 2 : Point et surface d'application des forces dues aux chocs

6.3.4 Les forces dues aux chocs sont des actions horizontales composées d'une composante Q_{dx} qui s'exerce parallèlement à la voie et d'une composante Q_{dy} qui s'exerce perpendiculairement à l'axe de la voie. On peut admettre que les composantes Q_{dx} et Q_{dy} n'agissent pas simultanément.

6.3.5 Les forces dues aux chocs spécifiées dans la présente annexe sont axées sur les valeurs fixées dans le Code UIC 777-2. Il s'agit de valeurs de force attendues en cas de choc avec des trains voyageurs ou marchandises déformables. Il faut les considérer comme des valeurs minimales pour le dimensionnement des éléments de structure porteuse exposés à des chocs. Des objectifs de protection particuliers peuvent justifier l'hypothèse de forces dues aux chocs plus élevées.

6.3.6 Vu les définitions et vu les connaissances acquises jusqu'ici, il n'est pas nécessaire de prendre en compte le choc non amorti d'une locomotive. La probabilité qu'une locomotive qui a déraillé quitte la voie au-delà des distances limite conformément au chiffre 6.2.2 est très faible. De plus, la probabilité de déraillement de locomotives est nettement plus faible que la probabilité de déraillement de wagons/voitures.

6.4 Mesures de protection complémentaires

6.4.1 Les mesures de protection complémentaires visent à réduire davantage le risque de choc. Elles sont nécessaires lorsqu'elles sont proportionnées. Il est possible d'examiner la proportionnalité à l'aide d'une analyse de risque selon le Code UIC 777-2. Il faut prendre en compte les dispositions du chiffre 12 pour établir une analyse de risque.

6.4.2 Les principales mesures de protection complémentaires sont les dispositifs de guidage des véhicules ou les éléments protecteurs de déviation.

6.4.3 Dispositifs de guidage des véhicules

6.4.3.1 Les bordures guide et les contre-rails empêchent que des véhicules ferroviaires déraillés s'éloignent trop du domaine de la voie. Ils réduisent la probabilité de choc en déviant les véhicules déraillés de manière à éviter les endroits dangereux.

6.4.3.2 Les bordures guide sont placées entre la voie et les éléments de structure porteuse exposés à des chocs. Elles ont une longueur minimale définie en fonction de la vitesse de circulation et ont une hauteur prescrite. La distance par rapport à l'axe de la voie est définie à l'aide de la hauteur de la bordure guide, du gabarit limite des obstacles, des exigences de l'exploitation et des conditions cadre de l'entretien des voies.

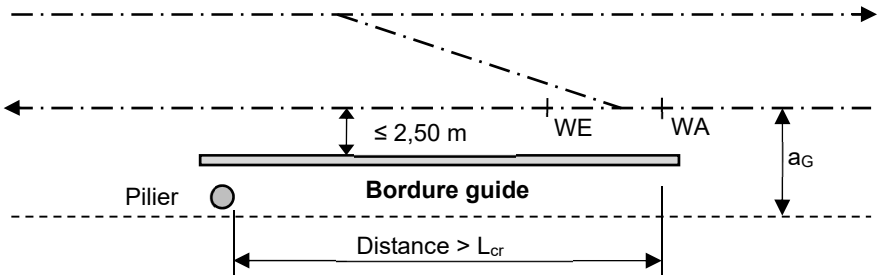


Fig. 5 : Bordure guide

6.4.3.3 Les contre-rails sont placés parallèlement aux rails de roulement. Les exigences qu'ils doivent remplir sont définies dans les DE-OCF ad art. 26, DE 26.2.

6.4.4 Eléments protecteurs de déviation

6.4.4.1 Les éléments de déviation et les blocs absorbeurs de choc ont pour but d'empêcher un choc direct entre des véhicules ferroviaires déraillés et des structures porteuses et de diminuer ainsi la probabilité d'effondrement de ces dernières.

6.4.4.2 Les éléments de déviation sont placés entre la voie et les éléments de structure porteuse exposés à des chocs. Ils sont nettement plus courts que les bordures guide. Il n'y a pas de différence entre les éléments de déviation et les bordures guide en ce qui concerne la hauteur réglementaire et la distance par rapport à l'axe de la voie.

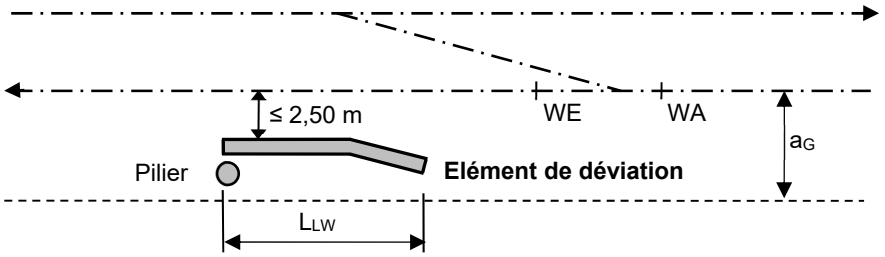


Fig. 6 : Elément de déviation

6.4.4.3 Les blocs absorbeurs de choc ont pour but de protéger des chocs directs les éléments de structure porteuse devant lesquels ils sont placés en absorbant le premier choc des véhicules. Ils se prêtent à la protection d'éléments de structure porteuse qui ne peuvent pas être conçus pour les forces dues aux chocs prescrites Q_{dx} et/ou qui se trouvent dans une zone critique derrière un heurtoir.

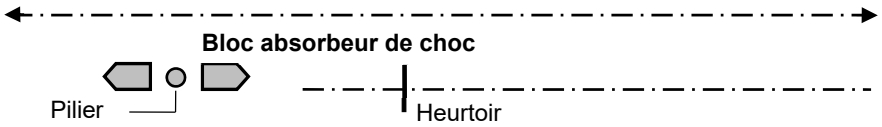


Fig. 7 : Blocs absorbeurs de choc

7 Mesures de protection pour les ouvrages de la classe A

Les mesures de protection nécessaires doivent être définies en tenant compte du type de tronçon, de la situation d'exploitation et de la distance a entre l'élément de structure porteuse exposé à des chocs et la voie la plus proche, selon le diagramme suivant :

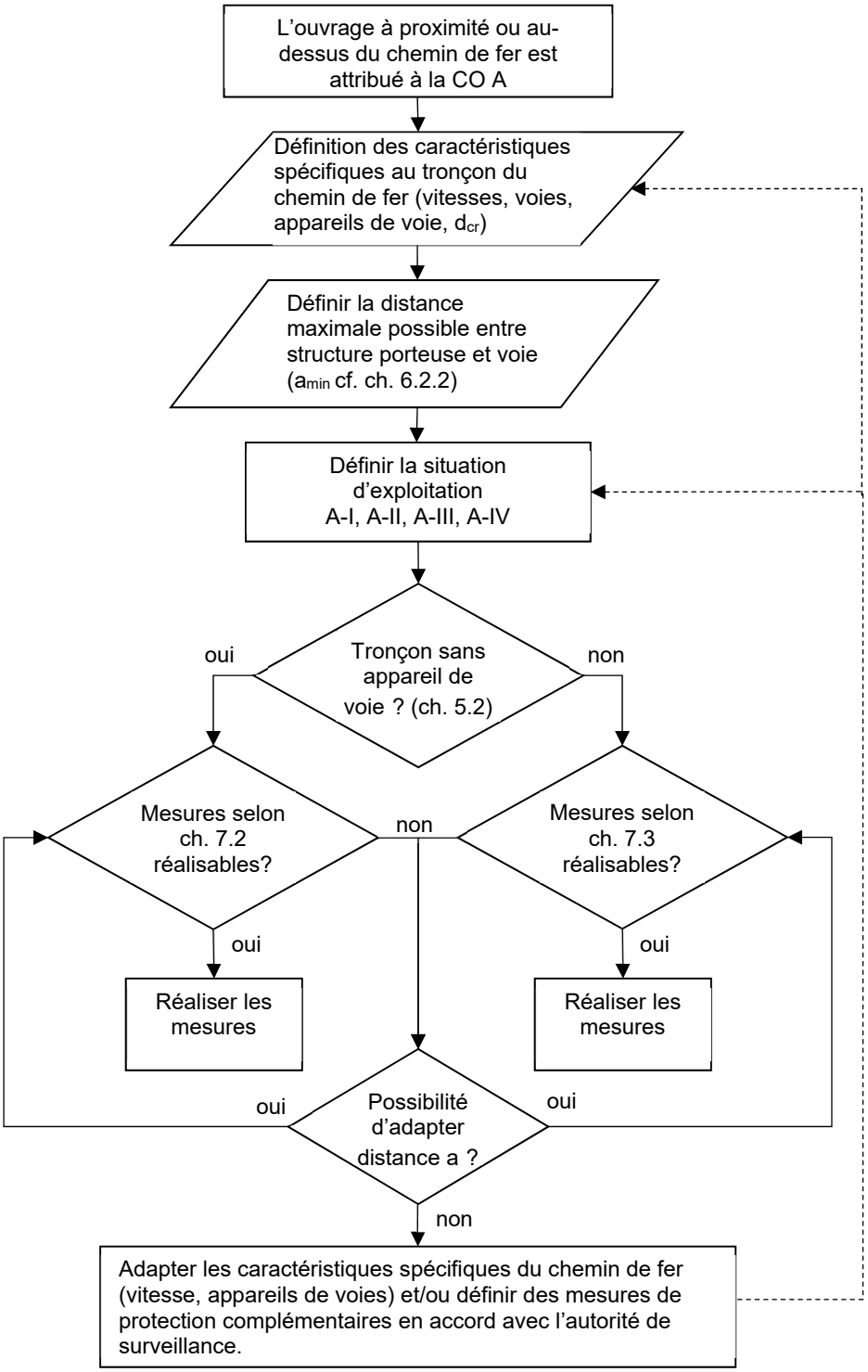


Diagramme 2 : Définition des mesures de protection pour la CO A

7.1 Les situations d'exploitation tiennent compte des conditions d'exploitation ferroviaire sur les voies adjacentes :

Situation d'exploitation	Vitesse autorisée pour l'exploitation	
	V_{RZ} [1)]	V_{GZ} [1)]
A-I	> 120 km/h	> 80 km/h
A-II	60 < V_{RZ} ≤ 120 km/h	40 < V_{GZ} ≤ 80 km/h
A-III	≤ 60 km/h	≤ 40 km/h
A-IV	exclusivement courses de service et mouvements de manœuvre à vitesse V≤ 20 km/h	
[1)] Est déterminante la vitesse qui mène à la situation d'exploitation supérieure. A-I est la situation d'exploitation « maximale ».		

Tableau 3: Situations d'exploitation pour les ouvrages de la classe A, chemins de fer à voie normale, à voie métrique et à voie spéciale

7.2 Mesures de protection pour CO A sur les tronçons **sans** appareil de voie

7.2.1 Situation d'exploitation A-I

7.2.1.1 Pour les porteurs verticaux, les forces dues aux chocs doivent être fixées au cas par cas et en accord avec l'autorité de surveillance.

7.2.1.2 En principe, les porteurs verticaux sont conçus comme des voiles continus aux dimensions minimales conformes au chiffre 10.1.1.

7.2.1.3 Des piles de ponts sont admises si elles sont situées à une distance a d'au moins 4,50 m par rapport à l'axe de la voie et protégées par un élément de déviation.

7.2.2 Situation d'exploitation A-II

7.2.2.1 Les ouvrages situés à proximité des chemins de fer à voie normale **sans** appareil de voie doivent, en fonction de leur distance, prendre en compte les forces dues aux chocs suivantes:

Distance a [m]	Zones de danger et distance limite [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
3,00 ≤ a ≤ a_{G1}	a_{G1} = 5,00	6,0	2,0
5,00 < a ≤ a_{G2}	a_{G2} = 7,00	4,0	1,5
7,00 < a ≤ a_G	a_G = 9,00	2,0	1,0

Tableau 4 : CO A / tronçons sans appareil de voie / distances et forces dues aux chocs voie normale

7.2.2.2 Les ouvrages situés à proximité des chemins de fer à voie métrique ou spéciale **sans** appareil de voie doivent, en fonction de leur distance, prendre en compte les forces dues aux chocs suivantes :

Distance a [m]	Zones de danger et distance limite [m]	LM 4		LM 5	
		Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$2{,}80 \leq a \leq a_{G1}$	$a_{G1} = 4{,}50$	2,0	0,8	4,0	1,5
$4{,}50 < a \leq a_{G2}$	$a_{G2} = 6{,}00$	1,3	0,5	2,5	1,0
$6{,}00 < a \leq a_{G}$	$a_{G} = 8{,}00$	0,8	0,3	1,5	0,6

Tableau 5 : CO A / tronçons sans appareil de voie / distances et forces dues aux chocs voie métrique ou spéciale

7.2.2.3 En principe, les porteurs verticaux placés à une distance $a < a_{G1}$ doivent être conçus comme voiles aux dimensions minimales conformes au chiffre 10.1.1.

7.2.2.4 Les piliers peuvent être situés à une distance $a \leq a_{G1}$ si la distance a est d'au moins 4,00 m par rapport à l'axe de la voie et s'ils sont protégés de chocs directs par des éléments de déviation ou, dans les gares, par des quais continus.

7.2.3 Situation d'exploitation A-III

7.2.3.1 Les forces dues aux chocs selon les tableau 4 et tableau 5 peuvent être réduites de 30 %.

7.2.3.2 Il n'est pas nécessaire de tenir compte des forces dues aux chocs lorsque les porteurs verticaux sont situés à une distance $a > a_{G2}$.

7.2.3.3 Les piliers peuvent être situés à une distance $a \leq a_{G1}$ si la distance a est d'au moins 4,00 m par rapport à l'axe de la voie et s'ils sont protégés de chocs directs par des éléments de déviation, des bordures guide ou, dans les gares, par des quais continus.

7.2.4 Situation d'exploitation A-IV

7.2.4.1 Les forces dues aux chocs selon les tableau 4 et tableau 5 peuvent être réduites de 50 %.

7.2.4.2 Il n'est pas nécessaire de tenir compte des forces dues aux chocs lorsque les porteurs verticaux sont situés à une distance $a > a_{G1}$.

7.3 Mesures de protection pour CO A sur les tronçons **avec** appareils de voie

7.3.1 Situation d'exploitation A-I

7.3.1.1 Pour les porteurs verticaux, les forces dues aux chocs et les exigences auxquelles les bordures guide doivent satisfaire sont fixées au cas par cas et en accord avec l'autorité de surveillance.

7.3.1.2 En principe, les porteurs verticaux sont conçus comme des voiles continus aux dimensions minimales conformes au chiffre 10.1.1 et ils doivent être protégés des chocs directs à l'aide de bordures guide.

7.3.1.3 Des piles de pont sont admises si elles sont situées à une distance a d'au moins 4,00 m par rapport à l'axe de la voie et si elles sont protégées par une bordure guide (à partir du début de l'appareil de voie jusqu'à la pile).

7.3.2 Situation d'exploitation A-II

7.3.2.1 Les ouvrages situés à proximité des chemins de fer à voie normale **avec** appareil de voie doivent, en fonction de leur distance, prendre en compte les forces dues aux chocs suivantes :

Distance a [m]	Zones de danger et distance limite [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$3{,}00 \leq a \leq a_{G1}$	$a_{G1} = 5{,}00$	6,0	3,0
$5{,}00 < a \leq a_{G2}$	$a_{G2} = 8{,}00$	4,0	2,0
$8{,}00 < a \leq a_{G}$	$a_{G} = 11{,}00$	2,0	1,5

Tableau 6 : CO A / tronçon avec appareils de voie / distances et forces dues aux chocs voie normale

7.3.2.2 Les ouvrages situés à proximité des chemins de fer à voie métrique ou spéciale **avec** appareil de voie doivent, en fonction de leur distance, prendre en compte les forces dues aux chocs suivantes :

Distance a [m]	Zones de danger et distance limite [m]	LM 4		LM 5	
		Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$2{,}80 \leq a \leq a_{G1}$	$a_{G1} = 4{,}50$	2,0	0,8	4,0	1,5
$4{,}50 < a \leq a_{G2}$	$a_{G2} = 7{,}00$	1,3	0,5	2,5	1,0
$7{,}00 < a \leq a_{G}$	$a_{G} = 9{,}00$	0,8	0,3	1,5	0,6

Tableau 7 : CO A / tronçon avec appareils de voie / distances et forces dues aux chocs voie métrique ou spéciale

7.3.2.3 En principe, les porteurs verticaux situés à une distance $a \leq a_{G1}$ sont conçus comme des voiles continus aux dimensions minimales conformes au chiffre 10.1.1.

7.3.2.4 Les piliers peuvent être situés à une distance $a \leq a_{G1}$ si la distance a est d'au moins 4,00 m par rapport à l'axe de la voie et s'ils sont protégés de chocs directs par des bordures guide ou, dans les gares, par des quais continus.

7.3.2.5 Les porteurs verticaux situés à une distance $a_{G1} < a < a_{G2}$ peuvent être conçus comme des piliers s'ils sont protégés de chocs directs par des éléments de déviation ou, dans les gares, par des quais continus.

7.3.3 Situation d'exploitation A-III

7.3.3.1 Les forces dues aux chocs selon les tableau 6 et tableau 7 peuvent être réduites de 30 %.

7.3.3.2 Pour les porteurs verticaux situés à proximité des voies de chemins de fer à voie étroite ou spéciale et à une distance $a > a_{G2}$, il n'est pas nécessaire de tenir compte des forces dues aux chocs.

7.3.3.3 Les porteurs verticaux à une distance $a \leq a_{G1}$ peuvent être conçus comme des piliers s'ils sont protégés de chocs directs par des éléments de déviation ou, dans les gares, par des quais continus.

7.3.4 Situation d'exploitation A-IV

7.3.4.1 Les forces dues aux chocs selon les tableau 6 et tableau 7 peuvent être réduites de 40 %.

7.3.4.2 Il n'est pas nécessaire de tenir compte des forces dues aux chocs lorsque les porteurs verticaux sont situés à une distance $a > a_{G2}$.

7.4 Réduction des forces dues aux chocs en cas de bordures guide, d'éléments de déviation ou de quais

7.4.1 Les forces dues aux chocs peuvent être multipliées dans toutes les situations d'exploitation par le coefficient de réduction η_L selon le tableau 8, si les porteurs verticaux à dimensionner sont protégés par des bordures guide, des éléments de déviation ou, dans les gares, des quais adéquats.

Distance a [m]	η_L
$a \leq a_{G1}$	0,7
$a_{G1} < a \leq a_{G2}$	0,5
$a_{G2} < a \leq a_G$	0,4

Tableau 8 : Coefficients de réduction ηL

7.4.2 Pour les porteurs verticaux situés sur les quais, les forces dues aux chocs peuvent être définies à l'aide du coefficient de réduction η_L uniquement si le porteur vertical est situé à une distance $d_U \geq 3L_{LW}$ de la fin du quai ou si la fin du quai est conçue comme élément de déviation. L_{LW} voir chiffre 10.3.1.2.

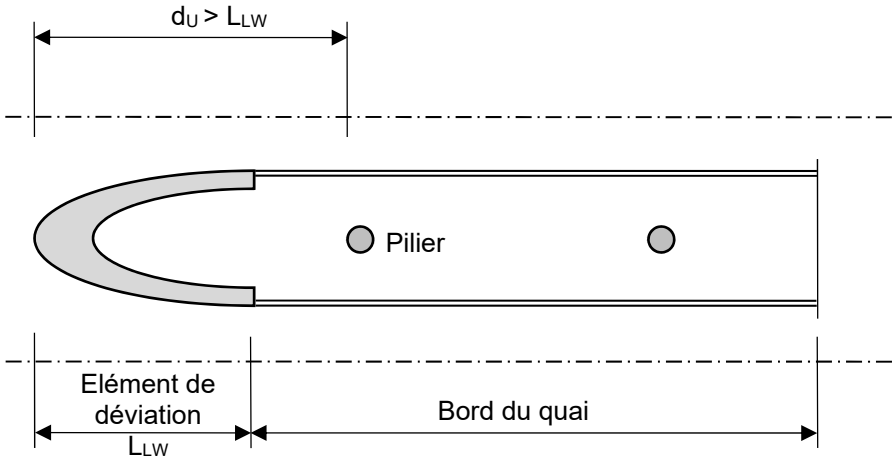


Fig. 8 : Protection de fin de quai

8 Mesures de protection pour les ouvrages de la classe B

Les mesures de protection nécessaires doivent être définies en tenant compte du type de tronçon, de la distance et de la vitesse autorisée pour l'exploitation, selon le diagramme suivant :

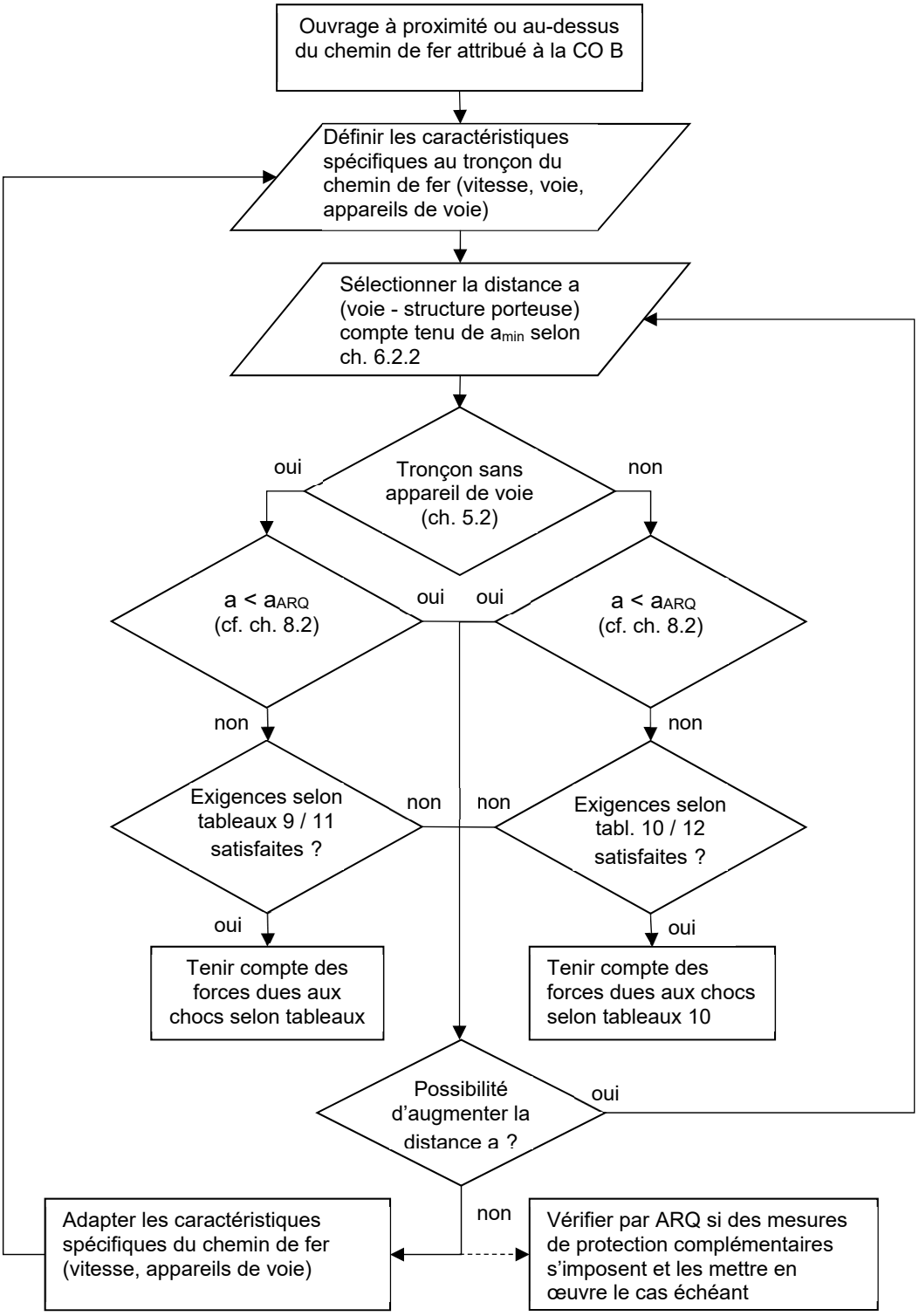


Diagramme 3 : Définition des mesures de protection pour la CO B

8.1 Distances et forces dues aux chocs

8.1.1 Les porteurs verticaux situés à l'intérieur des distances limite a_G doivent être dimensionnés avec les forces de choc Q_{dx} et Q_{dy} selon les Tableau 9 à Tableau 12.

8.1.2 Pour les porteurs verticaux situés à une distance $a_G \geq a \geq a_R$, les forces dues aux chocs peuvent être diminuées à la valeur $Q_{di,red} = \eta_{a,red} Q_{di}$ à l'aide du coefficient de réduction $\eta_{a,red}$.

8.1.3 Lorsque les porteurs verticaux sont protégés par des bordures guide, des éléments de déviation ou des bordures de quais conçues comme de tels éléments (cf. ch.7.4.2), les forces dues aux chocs pour ces porteurs peuvent être diminuées à l'aide du coefficient de réduction $\eta_L = 0{,}7$.

8.1.4 Distances et forces dues aux chocs le long des tronçons à voie normale

8.1.4.1 Distances et forces dues aux chocs le long des tronçons **sans** appareil de voie

V [km/h]	Distance limite a_G [m]	Force due au choc Q_{dx} [MN]	Force due au choc Q_{dy} [MN]	Distance limite pour réduction a_R [m]	Coefficient de réduction $\eta_{a,red}$
20 - 40	4,00	2,0	0,8	-	-
41 – 60	4,00	3,0	1,1	-	-
61 – 120	5,00	4,0	1,5	-	-
121 – 160	7,00	5,5	2,0	6,00	0,8
161 – 200	9,00	6,5	2,5	7,00	0,6
201 - 250	11,00	7,5	3,0	9,00	0,5

Tableau 9 : Forces dues aux chocs pour tronçons à voie normale sans appareil de voie

8.1.4.2 Distances et forces dues aux chocs le long des tronçons **avec** appareils de voie

V [km/h]	Distance limite a_G [m]	Force due au choc Q_{dx} [MN]	Force due au choc Q_{dy} [MN]	Distance limite pour réduction a_R [m]	Coefficient de réduction $\eta_{a,red}$
20 – 40	4,00	2,0	0,8	-	-
41 – 60	5,00	3,0	1,1	-	-
61 – 120	7,00	4,0	1,5	6,00	0,8
121 – 160	9,00	5,5	2,0	7,00	0,7
161 – 200	11,00	6,5	2,5	9,00	0,6
201 - 250	13,00	7,5	3,0	11,00	0,5

Tableau 10 : Forces dues aux chocs pour tronçons à voie normale avec appareils de voie

8.1.5 Distances et forces dues aux chocs le long des tronçons à voie métrique ou spéciale

8.1.5.1 Distances et forces dues aux chocs le long de tronçons **sans** appareil de voie

V [km/h]	Distance limite a_G [m]	Force due au choc Q_{dx} [MN]	Force due au choc Q_{dy} [MN]	Distance limite a_R [m]	Coefficient de réduction $\eta_{a,red}$	Coefficient de réduction η_{LM4}
10 – 20	3,00	1,0	0,4	--	--	0,5
21 – 40	3,50	1,5	0,6	--	--	0,5
41 – 60	4,00	2,0	0,8	--	--	0,5
61– 80	4,50	2,5	1,0	--	--	0,5
> 80	5,00	3,0	1,2	4,00	0,85	0,5
Valeurs Q_{dx} et Q_{dy} pour trains tirés par des locomotives (LM 5). Les forces dues aux chocs pour les trafics urbain et d'agglomération (LM 4) doivent être définies en appliquant le coefficient de réduction η_{LM4} aux forces dues aux chocs LM 5.						

Tableau 11 : Forces dues aux chocs pour tronçons à voie métrique ou spéciale sans appareil de voie

8.1.5.2 Distances et forces dues aux chocs le long de tronçons **avec** appareils de voie

V [km/h]	Distance limite a_G [m]	Force due au choc Q_{dx} [MN]	Force due au choc Q_{dy} [MN]	Distance limite a_R [m]	Coefficient de réduction $\eta_{a,red}$	Coefficient de réduction η_{LM4}
10 – 20	3,50	1,0	0,4	--	--	0,5
21 – 40	4,00	1,5	0,6	--	--	0,5
41 – 60	5,00	2,0	0,8	4,00	0,8	0,5
61– 80	6,00	2,5	1,0	5,00	0,7	0,5
> 80	7,00	3,0	1,2	6,00	0,7	0,5
Valeurs Q_{dx} et Q_{dy} pour trains tirés par des locomotives (LM 5). Les forces dues aux chocs pour les trafics urbain et d'agglomération (LM 4) doivent être définies en appliquant le coefficient de réduction η_{LM4} aux forces dues aux chocs LM 5.						

Tableau 12 : Forces dues aux chocs pour tronçons à voie métrique ou spéciale avec appareils de voie

8.2 Mesures de protection complémentaires pour les ouvrages de la CO B

8.2.1 Pour les ouvrages de la classe B exposés à un risque de choc accru, il faut vérifier si des mesures complémentaires aux mesures de protection selon le chiffre 8.1 s'imposent afin de réduire le risque de choc. Cette vérification a lieu à l'aide d'une analyse de risque spécifique à l'objet et selon le code UIC 777-2 ainsi qu'à l'aide du guide d'évaluation des risques de choc[1].

8.2.2 Il y a risque de choc accru lorsque la distance a entre l'axe de la voie et les porteurs verticaux exposés à des chocs est inférieure aux distances a_{ARQ}.

8.2.3 La distance a_{QRA} tient compte des grandeurs d'influence Vitesse, Densité du trafic et Composition du trafic ferroviaire ainsi que de la probabilité de défaillance de la composante exposée à des chocs.

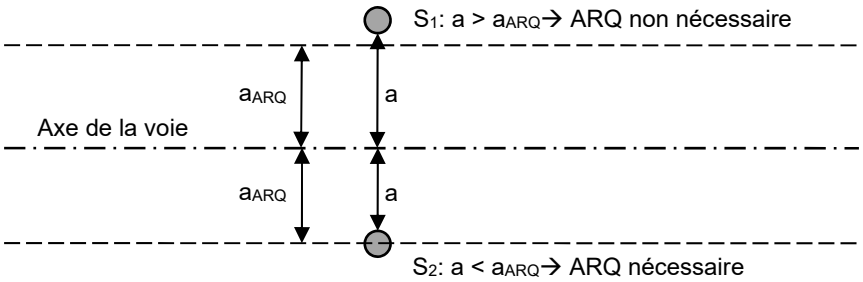


Fig. 9 : Distance a_{ARQ}

8.2.3.1 Les distances a_{ARQ} pour tronçons à voie normale figurent aux tableaux 13 à 16.[2]

8.2.3.2 Pour les tronçons avec plus d'un appareil de voie dans la distance critique d_{cr}, la distance a_{ARQ} doit être définie à l'aide du guide[1].

[1] OFT/CFF; guide « Evaluation des risques de chocs de véhicules ferroviaires dans le cas d'ouvrages existants »

[2] Les valeurs des tableaux sont définies en fonction des informations du guide relatives aux ponts routiers pour TJM ≤ 20 000 véhicules/jour. Elles sont applicables de manière générale aux ponts routiers de la classe d'ouvrage B.

8.2.3.3 Tronçon **sans appareil de voie** – composante exposée à des chocs : **culée**

			a_{ARQ} [m]							
Vitesse [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Nombre de trains (trains voyageurs + marchandises) Part de trains marchandises en %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	9,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	60	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
	100	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
	150	20 %	3,00	3,00	3,00	5,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00	11,00
	200	20 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
	300	20 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00

Tableau 13 : nécessité d'une analyse de risque spécifique pour chemin de fer à voie normale sur tronçons sans appareil de voie – composante exposée à des chocs: culée

8.2.3.4 Tronçon **sans appareil de voie** – composante exposée à des chocs : **pilier**

			a_{ARQ} [m]							
Vitesse [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Nombre de trains (trains voyageurs + marchandises) Part de trains marchandises en %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
	60	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
	100	20 %	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	11,00	11,00
	150	20 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tableau 14 : nécessité d'une analyse de risque spécifique pour chemin de fer à voie normale sur tronçons sans appareil de voie – composante exposée à des chocs : pilier

8.2.3.5 Tronçon avec **un appareil de voie** – composante exposée à des chocs : **culée**

			a_{ARQ} [m]							
Vitesse [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Nombre de trains (trains voyageurs + marchandises) Part de trains marchandises en %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	7,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	9,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00
	60	20 %	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	100	20 %	4,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	4,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	150	20 %	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tableau 15 : nécessité d'une analyse de risque spécifique pour chemin de fer à voie normale sur tronçons avec appareil de voie – composante exposée à des chocs : culée

8.2.3.6 Tronçon **avec appareil de voie** – composante exposée à des chocs : **pilier**

			a_{ARQ} [m]							
Vitesse [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Nombre de trains (trains voyageurs + marchandises) Part de trains marchandises en %	30	20 %	3,00	3,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	60	20 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	100	20 %	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	4,00	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	150	20 %	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tableau 16 : nécessité d'une analyse de risque spécifique pour chemin de fer à voie normale sur tronçons avec appareil de voie – composante exposée à des chocs : pilier

8.2.4 Distances a_{ARQ} pour tronçons à voie métrique ou spéciale

8.2.4.1 La nécessité de mesures de protection complémentaires ne doit être examinée que si le volume de trafic sur la voie déterminante dépasse 100 trains/jour.

8.2.4.2 Tronçon sans appareil de voie

V [km/h]	a_{ARQ} [m]	
	Culée	Piliers / voiles
> 80	3,00	3,00

Tableau 17 : Nécessité de l'analyse de risque pour tronçons à voie métrique ou spéciale sans appareil de voie

8.2.4.3 Tronçon avec appareils de voie

V [km/h]	a_{ARQ} [m]	
	Culée	Piliers / voiles
40 - 60	2,80	3,50
61 - 80	2,80	4,00
> 80	2,80	5,00

Tableau 18 : Nécessité de l'analyse de risque pour tronçons à voie métrique ou spéciale avec appareils de voie

9 Mesures de protection pour les ouvrages de la classe C

9.1 Il y a lieu de respecter les distances minimales selon le chiffre 6.2.2 entre les éléments de structure porteuse et l'axe de la voie la plus proche.

9.2 Pour les éléments de structure porteuse d'usines situées à proximité de tronçons avec appareils de voie, il faut augmenter les distances minimales données sous chiffre 6.2.2 de 1,00 m si les conditions suivantes sont remplies (cumulatif):

- vitesse autorisée : V ≥ 60 km/h
- volume de trafic : ≥ 60 trains/jour

9.3 Pour les éléments de structure porteuse d'usines situées à proximité de tronçons avec appareils de voie, il faut envisager un reclassement de l'ouvrage en classe B si les conditions suivantes sont remplies (cumulatif):

- vitesse autorisée : V ≥ 100 km/h
- volume du trafic : ≥ 120 trains/jour

S'il n'y a pas de reclassement, les distances minimales données sous chiffre 6.2.2 doivent être augmentées de manière appropriée, mais au moins de 1,00 m.

9.4 Pour les éléments de structure porteuse d'usines situées à proximité de tronçons avec appareils de voie, un reclassement de l'ouvrage en classe B est obligatoire si les conditions suivantes sont remplies (cumulatif) :

- vitesse autorisée : V ≥ 100 km/h
- volume du trafic : ≥ 120 trains/jour
- densité de population dans le bâtiment : souvent plus de 10 personnes dans les locaux à proximité immédiate du chemin de fer

10 Exigences en matière de construction

10.1 Les éléments de structure porteuse exposés à des chocs ne doivent pas présenter de modifications essentielles des sections transversales ni des résistances sur la longueur H.

10.1.1 Voiles

Dimensions minimales	Classe d'ouvrage A	Classe d'ouvrage B
Epaisseur min. de la paroi B_{min}	0,80 m (0,60 m)[1]	0,60 m (0,40 m)[1]
Longueur min. de la paroi L_{min}	$L_{min} \geq H/2$	$L_{min} \geq H/2$

[1] Les valeurs entre parenthèses sont applicables aux éléments de construction situés à proximité des chemins de fer à voie métrique ou spéciale

B : Epaisseur du voile, mesurée perpendiculairement à l'axe de la voie

L : Longueur du voile, mesurée parallèlement à l'axe de la voie

H : hauteur du voile

Tableau 19 : Dimensions minimales des voiles

10.1.2 Piliers

10.1.2.1 Les piliers en béton armé situés le long des chemins de fer à voie normale et sur lesquels V > 80 km/h doivent, s'ils ne font pas l'objet de mesures de protection complémentaires, avoir au moins les dimensions suivantes :

Forme de la section	Dimensions minimales
Ronde	Ø ≥ 1,20 m
Carrée(s x s)	côté ≥ 1,20 m
Rectangulaire (a x b)	a ≥ 0,80 m / b ≥ 2,5 a

Tableau 20 : Dimensions minimales des piliers en béton armé

Pour les piliers constitués d'un autre matériau, les dimensions minimales doivent être fixées selon les exigences de la situation de projet à prendre en compte.

10.2 Dispositifs de guidage des véhicules

10.2.1 Bordures guide

10.2.1.1 En règle générale, les bordures guide doivent être conçues comme un ouvrage de soutènement en béton armé, remblayé de terre. Elles ne doivent pas être liées avec les éléments de structure porteuse exposés à des chocs.

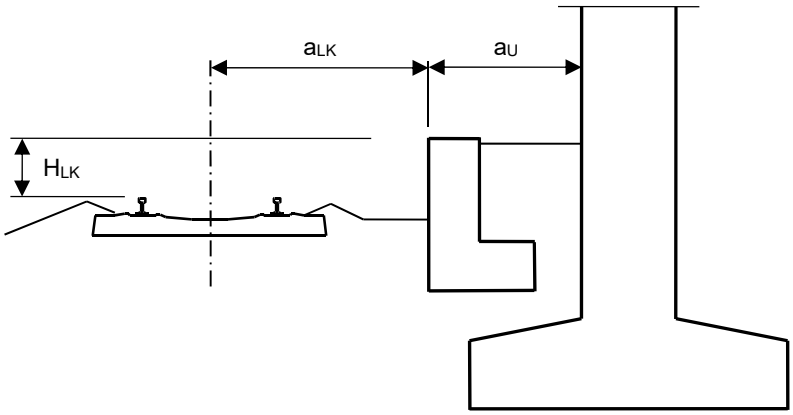


Fig. 10 : Disposition de bordures guide

10.2.1.2 Afin que les bordures guide puissent remplir leur fonction, il faut respecter les hauteurs et distances suivantes entre la bordure et l'axe de la voie :

Type de chemin de fer	H_{LK} [m]	a_{LK} [m]		
		min.	max.	Cas type
Voie normale (abords de quais)	0,55	selon homologation de série P55		
Voie normale (pleine voie)	0,76	selon exigences liées au profil d'espace libre	2,50	2,20[1)]
Voie métrique ou spéciale	0,35		2,30	2,00[1)]

[1)] Entre le gabarit limite des obstacles et la bordure guide, le dégagement d'évacuation (conçu verticalement) doit être libre

Tableau 21 : Distances entre l'axe de la voie et les bordures guide

10.2.1.3 Les distances suivantes entre le porteur vertical et la limite côté voie de la bordure guide doivent être respectées :

- tronçons à voie normale : $a_U \geq 1{,}30$ m
- tronçons à voie métrique ou spéciale : $a_U \geq 1{,}00$ m

10.2.1.4 La longueur des bordures guide découle de l'emplacement du porteur vertical à protéger et de la distance critique ou de l'emplacement de l'appareil de voie déterminant (cf. fig. 5).

10.2.1.5 Les bordures guide doivent être dimensionnées avec l'action accidentelle Q_{dy} selon le tableau 22.

Type de chemin de fer	H_{LK} [m]	Q_{dy} [MN]
Voie normale	0,55 - 0,76	0,8
Voie métrique ou spéciale	0,35	0,5

Tableau 22 : Forces dues aux chocs sur les bordures guide

10.2.1.6 La force due au choc agit 0,10 m au-dessous du niveau supérieur de la bordure guide et peut être répartie sur une longueur de 3,00 m. L'action participative des sections de bordure adjacentes peut être prise en compte de manière appropriée si la répartition des forces dans la longueur est garantie.

10.2.1.7 Aux abords des quais, on peut renoncer au dimensionnement de la bordure guide si le quai présente une largeur d'au moins 3,00 m (voie normale) ou 2,00 m (voie étroite ou spéciale) et si les bordures de quai en équerre sont remblayées sur toute leur hauteur et longueur avec de la grave bien compactée.

10.2.1.8 Les bordures guide doivent être pourvues de marches lorsque le dégagement de service se situe sur la bordure guide ou que celle-ci est située entre la voie et le dégagement de service.

10.2.2 Contre-rails

10.2.2.1 L'emplacement et la conception de contre-rails sont régis par les DE-OCF ad art. 26, DE 26.2.

10.3 Eléments protecteurs de déviation

10.3.1 Eléments de déviation

10.3.1.1 En règle générale, les éléments de déviation doivent être conçus comme construction en béton armé sans joint et ne doivent pas être liés avec des éléments de structure porteuse exposés à des chocs.

10.3.1.2 Exigences géométriques quant aux éléments de déviation :

Dimensions	Voie normale		Voie métrique	
	Abords de quai	Autres	Abords de quai	Autres
Longueur L_{LW}	20,00 m	15,00 m	15,00 m	10,00 m
Hauteur H_{LW}	0,55 m	0,76 m	0,35 m	0,55 m
Pour les chemins de fer à voie spéciale, les exigences géométriques auxquelles doivent satisfaire les éléments de déviation doivent être définies au cas par cas en accord avec l'autorité de surveillance.				

Tableau 23 : Exigences géométriques quant aux éléments de déviations

10.3.1.3 Les distances entre l'élément de déviation et l'axe de la voie ainsi qu'entre l'élément de déviation et le porteur vertical sont définies comme pour les bordures guide.

10.3.1.4 Les éléments de déviation doivent être dimensionnés avec les forces dues aux chocs selon le tableau 24. Le point d'application, la longueur de répartition et l'action participative des sections adjacentes de l'élément de déviation peuvent être pris en compte conformément au chiffre 10.2.1.6.

Type de chemin de fer	H_{LW} [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
Voie normale	0,76	2,5	1,0
Voie métrique ou spéciale	0,50	1,5	0,5

Tableau 24 : Forces dues aux chocs sur les éléments de déviation

10.3.1.5 Les éléments de déviation doivent être pourvus de marches lorsque le dégagement de service se situe sur l'élément de déviation ou que celui-ci est situé entre la voie et le dégagement de service.

10.3.2 Blocs absorbeurs de choc

10.3.2.1 Les blocs absorbeurs de choc peuvent constituer un dispositif de protection approprié lorsqu'il n'est pas possible de réaliser d'autres mesures de protection.

10.3.2.2 Les blocs absorbeurs de choc doivent être conçus de manière à ne pas présenter de jonction avec les éléments de structure porteuse exposés à des chocs. Il faut un espace libre d'au moins 1,00 m et d'au plus 2,00 m entre le bloc absorbeur et l'élément exposé à des chocs.

10.3.2.3 La géométrie (largeur, forme de la section) des blocs absorbeurs de choc doit être définie en fonction de l'objet à protéger. La hauteur minimale des blocs à partir du PDR est de 2,00 m.

10.3.2.4 Les blocs absorbeurs de choc situés à proximité des voies doivent être dimensionnés avec l'action des forces dues aux chocs Q_{dx} et Q_{dy} relatives à la classe d'ouvrage correspondante et au type de tronçon.

11 Eléments de structure porteuse exposés à des chocs situés derrière les extrémités de voies

11.1 Exigences pour les ouvrages de la classe A

11.1.1 Par principe, il y a lieu d'assurer la protection d'éléments de structure porteuse situés derrière les extrémités de voie par un contrôle de la marche des trains.

11.1.2 Lorsque le franchissement du point d'arrêt pour les courses de trains et les mouvements de manœuvre n'est pas empêché par un contrôle de la marche des trains, il faut équiper l'extrémité de la voie d'un heurtoir performant (heurtoir de freinage) et d'un mur d'arrêt.

11.1.3 On peut renoncer à un mur d'arrêt lorsque la condition $a_x \geq a_{x,min}$ est remplie ($a_{x,min}$ conformément au tableau 23).

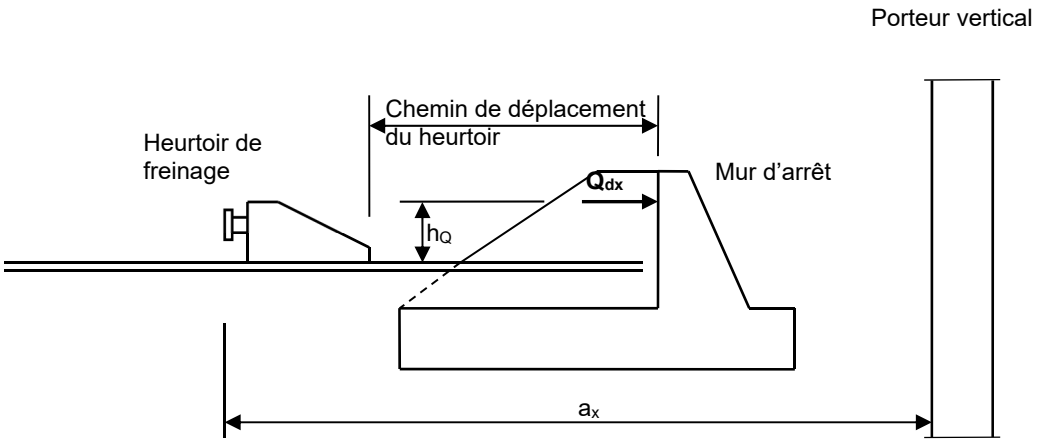


Fig. 11 : Exécution des extrémités de voie pour les ouvrages de la CO A

11.1.4 Le mur d'arrêt doit être dimensionné avec les forces dues aux chocs Q_{dx} suivantes :

Type de chemins de fer	$a_{x,min}$ [m]	Trains voyageurs Q_{dx} [MN]	Trains de marchandises Q_{dx} [MN]	h_Q [m]
Voie normale	20,00	5,0	10,0	1,20
Voie métrique ou spéciale	15,00	3,5	En accord avec l'autorité de surveillance	0,80

Tableau 25 : Forces dues aux chocs pour les murs de heurtoir

11.1.5 La capacité de travail des heurtoirs de freinage doit être d'au moins 4,0 kJ.

11.1.6 S'agissant des déraillements avant le point d'arrêt, il y a lieu de respecter les dispositions des chiffres 7.2 et 7.3.

11.2 Exigences pour les ouvrages des classes B et C

11.2.1 Pour le cas d'un franchissement du point d'arrêt, il faut équiper l'extrémité de la voie d'un heurtoir performant. La capacité de travail des heurtoirs et leur chemin de déplacement nécessaire doivent être définis en fonction du poids du train admissible et de la vitesse résiduelle à déterminer en fonction des conditions d'exploitation. En règle générale, il faut tenir compte d'une vitesse résiduelle de 15 km/h pour les courses de trains et de 10 km/h pour les mouvements de manœuvre.

11.2.2 Pour les ouvrages de la CO B, il faut dimensionner les porteurs verticaux situés à une distance $a_x \leq a_{x,min}$ en fonction des forces dues aux chocs selon le tableau 25 ou les protéger moyennant de blocs absorbeurs de choc dimensionnés de manière adéquate

12 Dispositions complémentaires aux analyses de risque selon le Code UIC 777-2

12.1 Pour les analyses de risque selon le Code UIC 777-2, la fréquence des déraillements et l'ampleur des dégâts dans des conditions adaptées à la Suisse se trouvent dans le rapport final de l'Office fédéral des transports (OFT) "Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit et Schadenausmass" (n'existe qu'en allemand).

12.2 La probabilité d'un choc P2 se définit à l'aide de l'équation suivante:

$$P2 = [(b - a)/b]^2 c/d.$$

La variable *a* désigne la distance déterminante entre la voie et l'élément exposé à des chocs, en fonction de la situation de choc.

La distance déterminante *a* entre la voie et les éléments exposés à des chocs est définie en tenant compte des éléments horizontaux du tracé (courbe de la voie) conformément au guide OFT / CFF « Evaluation des risques de chocs de véhicules ferroviaires dans le cas d'ouvrages existants ».

Les variables *b, c* et *d* sont prises en compte conformément à l'annexe F.2 du Code UIC 777-2.

12.3 La probabilité d'une collision avec un train arrivant en sens inverse (P4) se calcule comme suit :

P4 = nombre de trains arrivant en sens inverse x délai d'avertissement / temps d'exploitation

Le délai d'avertissement est de 5 minutes. En règle générale, le temps d'exploitation est de 18 heures.

12.4 L'aversion face au risque doit être prise en compte individuellement pour chaque scénario d'événement. Le facteur d'aversion A_{pf} se calcule comme suit :

$$A_{pf} = 1.52 \times (\text{ampleur du scénario d'événement})^{0,5}$$

12.5 Il incombe au gestionnaire d'infrastructure de déterminer les coûts marginaux pour éviter des morts, mais le montant ne doit pas être inférieur à 6.5 millions de francs par vie humaine.

12.6 Les coûts d'investissement théoriques des mesures de protection complémentaires se définissent avec un taux d'intérêt calculatoire ≤ 5 % et une durée d'utilisation de 100 ans.

12.7 Le volume de circulation à prendre en compte doit être basé sur un horizon temporel d'au moins 10 ans.

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS,
DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

DISPOSITIONS D'EXECUTION DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER
(DE-OCF)

Annexe n° 2

Abrogé; pour le marquage optique et tactile des quais et de leurs accès, les exigences du guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »[1] font foi.)

Novembre 2020

[1] Voir DE-OCF, annexe n° 3

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS,
DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

DISPOSITIONS D'EXECUTION DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER
(DE-OCF)

Annexe n° 3

Concrétisation de renvois dans les DE-OCF

Annexe aux DE-OCF ad art. 2, DE 2.2, ch. 1

Novembre 2020

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
Directive OFROU « Tirants d'ancrage »	Directive « Tirants d'ancrage », OFROU 12005, édition 2007, version V3.11	DE 25, ch. 10.1.6
Guide OFT/CFF « Evaluation des risques de chocs dans le cas d'ouvrages nouveaux et existants »	Guide « Evaluation des risques de chocs dans le cas d'ouvrages nouveaux et existants », OFT – CFF, état : 3. Décembre 2012	DE 27.2, ch. 2.3
CIE S 004/E-2001	CIE S 004/E-2001: « Colours of Light Signals - Couleurs des signaux lumineux - Farben von Signallichtern »	DE 39.3.b, ch. 6.1.2
CEN/TR 17231	CEN/TR 17231:2018 Actions sur les structures. Actions sur les ponts, dues au trafic. Interaction voie-pont	DE 26.1, ch. 1.4.5
CLC/TR 50488	CLC/TR 50488: déc. 2006 « Applications ferroviaires - Mesures de sécurité pour le personnel travaillant sur ou à proximité des lignes aériennes de contact »	DE 45.3, ch. 2.2
COTIF	Convention relative aux transports internationaux ferroviaires (COTIF 1999) dans la teneur du Protocole de Vilnius entrée en vigeur le 01.07.2006 et valable dès le 01.07.2015	DE 51.1, ch. 1.7
D RTE 22564 « Exécution standard d'aiguilles »	D RTE 22564 « Exécution standard d'aiguilles », édition 1er janvier 2010	DE 32.1, voie métrique, ch. 4
Prescriptions techniques uniformes	PTU LOC&PAS 2015 « Prescriptions techniques uniformes applicables au sous-système Matériel roulant : LOCOMOTIVES ET VOITURES A VOYAGEURS», applicables dès le 1.1.2015 PTU WAG 2015 « Prescriptions techniques uniformes applicables au sous-système Matériel roulant : WAGONS DE MARCHANDISES », applicables dès le 01.01.2015	DE 51.1, ch. 1.7

[1] Les normes techniques, règlements, notices explicatives, etc. mentionnés dans les présentes dispositions d'exécution sont précisés dans l'annexe n° 3. Les références sont valables sous réserve de l'art. 2, al. 2 à 4, de l'ordonnance du 23 novembre 1983 sur les chemins de fer (OCF), qui prescrit que les règles reconnues de la technique ou l'état de la technique sont applicables en complément ou à la place des normes indiquées au cas où ces dernières ne seraient pas adéquates pour concrétiser les prescriptions de la législation ferroviaire (cf. DE-OCF ad art. 2, DE 2.2, chiffres 1 et 1.1).

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
	édictées par l'ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE POUR LES TRANSPORTS INTERNATIONAUX FERROVIAIRES	
Guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare »	Guide de l'OFT « Marquage tactilo-visuel des quais de gare » du 01.11.2020 Consultable sur www.bav.admin.ch/mobile → bases légales	DE 21.2, ch. 4 DE 34, ch. 3.2, 3.3 et 3.5 DE-OCF, Annexe 2 (abrogée)
Directive relative aux machines	Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte)	DE 57.1, ch. 6 et note de bas de page
Directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »	Directive « Sécurité sismique des installations ferroviaires »	DE 25.1, ch. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 et DE 26.1, ch. 1.1.3
SN EN 13146	SN EN 13146 « Applications ferroviaires – voie – méthodes d'essai pour les systèmes de fixation » - partie 1 : édition 2012+A1 :2014 - partie 2 : édition 2012 - partie 3 : édition 2012 - partie 4 : édition 2012+A1 :2014 - partie 5 : édition 2012 - partie 6 : édition 2012 - partie 7 : édition 2012 - partie 8 : édition 2012 - partie 9 : édition 2009+A1 :2011	DE 31, voie normale, ch. 7
SN EN 13230	SN EN 13230 « Applications ferroviaires – voie – traverses et supports en béton » - partie 1 : édition 2016 - partie 2 : édition 2016 - partie 3 : édition 2016 - partie 4 : édition 2016 - partie 5 : édition 2016	DE 31, voie normale ch. 8
SN EN 13481	SN EN 13481 « Applications ferroviaires – voie – prescriptions de performance pour les systèmes de fixation » - partie 1 : édition 2012 - partie 2+A1 : édition 2017	DE 31, voie normale, ch. 7

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
	- partie 3 : édition 2012 - partie 4 : édition 2012 - partie 5+A1 : édition 2017 - partie 6 : édition 2004 - partie 7 : édition 2012 - partie 8 : édition 2012/AC:2014	
SN EN 13674	SN EN 13674 « Applications ferroviaires – voie – rails » - partie 1 : édition 2011+A1 : 2017 - partie 2 : édition 2006+A1 : 2019 - partie 3 : édition 2006+A1 : 2010 - partie 4 : édition 2006+A1 : 2019	DE 31, voie normale, ch. 6
SN EN 16730	SN EN 16730 Applications ferroviaires - Voie - Traverses et supports en béton avec semelles sous traverse, édition 2016	DE 31, voie normale, ch. 12
SN EN 50502	SN EN 50502:2015 « Applications ferroviaires – Matériel roulant - Équipement électrique des trolleybus - Exigences de sécurité et systèmes de connexion », non encore disponible en tant que SN	DE 50.1, ch. 3.4,3.5, 3.6, 3.7, 4.4, 5.1, 8.2 et 11.4
ISO 3095	ISO 3095:2013 « Applications ferroviaires – Acoustique – Mesurage du bruit émis par les véhicules circulant sur rails »	DE 4, ch. 5.1
NIBT SEV	NIBT SEV 1000:2010 Norme sur les installations à basse tension (NIBT) SEV	DE 50.1, ch. 1.1
SN 640 560	SN 640 560:2018 « Sécurité passive dans l'espace routier ; Norme de base », édition 2018-12	DE 27.4, ch. 1
VSS 40 561	VSS 40 561:2019 « Sécurité passive dans l'espace routier ; Dispositifs de retenue de véhicules », édition 2019-03	DE 27, ch. 1
R RTE 22041	R RTE 22041 « Voies et appareils de voie sans joints et éclissés - Voie normale », édition le 7 mai 2019	DE 31, voie normale, ch. 8
R RTE 22541	R RTE 22541 « Voies sans joints (VSJ), appareils de voie soudés sans joints et voies éclissées pour l'écartement métrique », édition 30 novembre 2005	DE 31, voie normale, ch. 8

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
R RTE 29500	R RTE 29500, « Standardisation Essieux et branchement, voie métrique », édition 31 janvier 2007	DE 32.1, voie métrique, ch. 7.2 ; DE 48.1, ch. 2.6.2 ; DE 48.1, ch. 2.10.2 DE 51.1, ch. 1.7.3
Directive (UE) 2016/797	Directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil du 11 mai 2016 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de l'Union Européenne (refonte)	DE 43.1.a
Directive C3 de la Société suisse de protection contre la corrosion (SGK)	Directives pour la protection contre la corrosion provoquée par les courants vagabonds d'installations à courant continu, Édition 2011	DE 44.d, ch. 3.1.1
Directive « Évacuation des eaux des installations ferroviaires »	Directive « Évacuation des eaux des installations ferroviaires », OFT/OFEV, août 2018	DE 25, ch. 6.1
Bases de l'évaluation de la qualité des filets pare-pierres et leurs fondations	Bases de l'évaluation de la qualité des filets pare-pierres et leurs fondations, OFEV, 2018	DE 25, ch. 12.2.1
Directive technique et auxiliaire d'exécution « Constructions d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »	Directive technique et l'auxiliaire d'exécution « Constructions d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement », OFEV, 2007	DE 25, ch. 12.5.2
Rapport final « Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit und Schadenausmass »	Rapport final « Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit und Schadenausmass » Office fédéral des transports, 31 décembre 2007 (en allemand seulement)	Annexe I des DE ad art. 27 OCF, ch. 12
ERRI D 170	Dimensionnement des divers éléments constitutifs de la voie. Normalisation des caractéristiques et des essais d'homologation	DE 31, voie normale, ch. 2.1
Programmes de simulation CWR-SAFE et CWR-BUCKLEdéveloppés par l'ERRI (voir question ERRI D 202, en particulier les rapports 4, 10, et 12).	Programmes de simulation CWR-SAFE et CWR-BUCKLE (voir question ERRI D 202 « Amélioration de la connaissance des efforts apparaissant dans les voies en longs rails soudes, y compris les appareils de voie », en particulier le rapport 4 de mars 1999, les rapports 10 et 12 d'avril 1999).	DE 31, voie normale, ch. 5.3
SN 505 260	SN 505 260:2013 « Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses », édition 2013	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 Annexe I des DE 27, ch. 6.3.2 DE 44.c, ch. 6.1;

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN 505 261	SN 505 261:2014 « Actions sur les structures porteuses », édition 2003	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 26.1, Ziff. 1.2.1; DE 26.2 ch. 1.1; DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2 Annexe I des DE ad art. 27, OCF, ch. 1.2, 1.3.2.1 et 1.3.2.2 DE 47.1, ch. 2.13
SN 505 261/1	SN 505261/1:2003 « Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires », édition 2003	DE 25, ch. 12.1.4
SN 505 262	SN 505 262:2013: Construction en béton, édition 2013	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN 505 262/1	SN 505 262:2013: Construction en béton – Spécifications complémentaires, édition 2013	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN 505 263	SN 505 263:2013: Construction en acier, édition 2013	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN 505 263/1	SN 505 263/1:2013: Construction en acier – Spécifications complémentaires, édition 2013	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN 505 264	SN 505 264:2014: Construction mixte acier-béton, édition 2014	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1
SN 505 265	SN 505 265:2012: Construction en bois, édition 2012	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN 505 266	SN 505 266:2015: Construction en maçonnerie, édition 2015	DE 25, ch. 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1
SN 505 266/2	SN 505 266/2:2012: Maçonnerie en pierre naturelle, édition 2012	DE 26.1, ch. 1.1.1
SN 505 267	SN 505 267:2013: Géotechnique. Édition 2013	DE 25, ch. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.5

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN 505 267/1	SN 505 267/1:2013: Géotechnique – Spécifications complémentaires, édition 2013	DE 25, ch. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.5
SN 505 269	SN 505 269:2011 « Bases pour la maintenance des structures porteuses », édition 2011	DE 25, ch. 8.2.1 DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/1	SN 505 269/1:2011 « Maintenance des structures porteuses – Actions », édition 2011	DE 25, ch. 8.2.1 DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/2	SN 505 269/2:2011 « Maintenance des structures porteuses – Structure en béton », édition 2011	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/3	SN 505 269/3:2011 « Maintenance des structures porteuses – Structures en acier », édition 2011	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/4	SN 505 269/4:2011 « Maintenance des structures porteuses – Structures mixtes acier-béton », édition 2011	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/5	SN 505 269/5:2011 « Maintenance des structures porteuses – Structures en bois », édition 2011	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/6-1	SN 505 269/6-1:2011 « Maintenance des structures porteuses – Structures en maçonnerie, partie 1: pierres naturelles», édition 2011	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/6-2	SN 505 269/6-2:2014 « Maintenance des structures porteuses – Structures en maçonnerie, partie 2 : pierres naturelles », édition 2014	DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/7	SN 505 269/7:2011 « Maintenance des structures porteuses – Géotechnique », édition 2011	DE 25, ch. 8.2.1 DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 505 269/8	SN 505 269/8:2017 « Maintenance des structures porteuses – Séismes », édition 2017	DE 25, ch. 8.2.1 DE 26.1, ch. 1.1.3
SN 521 500 / SIA 500	SN 521 500 / SIA 500 « constructions sans obstacles », édition 2009 - Correctif du 1er octobre 2013	DE 66.1, ch. 4
SN 588 469	SN 588 469 « Maintenance des ouvrages d'art », édition 1997	DE 26.1, ch. 1.1.3
VSS 40 202	VSS 40 202 « Profils géométriques types ; Elaboration », édition 2019-03	DE 23.1, ch. 2.1, figure

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
VSS 40 238	VSS 40 238:2007 « Trafic des piétons et des deux-roues légers ; Rampes, escaliers et rampes à gradins », édition 2019-03	DE 34.4, ch. 1.4.2
VSS 40 246	VSS 40 246a:2010 « Traversées à l'usage des piétons et des deux-roues légers », passages inférieurs édition 2019-03	DE 34.4, ch. 1.4.2 et 1.4.3
SN 640 340	SN 640 340a:2003 « Evacuation des eaux de chaussée ; Bases », édition 2003-08	DE 25, ch. 6.3
VSS 40 350	VSS 40 350:2000 « Evacuation des eaux de chaussée ; Intensité des pluies », édition 2019-03	DE 25, ch. 6.3
VSS 40 353	VSS 40 353:2019 « Evacuation des eaux de chaussée – Bases pour la détermination du débit », édition 2019-03	DE 25, ch. 6.3
VSS 40 357	VSS 40 357:2019 « Evacuation des eaux de chaussée - Débit de dimensionnement des canalisations », édition 2019-03	DE 25, ch. 6.3
VSS 40 360	VSS 40 360:1985 « Evacuation des eaux ; Collecteurs et drainage; Prescriptions d'exécution », édition 2019-03	DE 25, ch. 6.3
VSS 40 430	VSS 40 430:2019 « Enrobés bitumineux compactés – Conception, exécution et exigences relatives aux couches en place », édition 2019-03	DE 25, ch. 4.3.4
SN EN 13108-8	SN EN-13108-8:2019 « Mélanges bitumineux – Spécifications pour le matériau; Partie 8: Agrégats d'enrobés », édition 2019-04	DE 25, ch. 4.3.2
VSS 40 525	VSS 40 525:2019 « Caractéristiques de surface des chaussées - Exigences », édition 2019-03	DE 25, ch. 4.4
VSS 40 585	VSS 40 585b:2006 « Compactage et portance ; Exigences », édition 2019-03	DE 25, ch. 4.1.4, 4.3.13, 8.2.2
SN 640 852	SN 640 852:2005 « Marquages ; Marquages tactilo-visuels pour piétons aveugles et malvoyants », édition 2005-08.	DE 34, ch. 2.2.2.2 et 2.2.3.1
SN 670 110 / EN 13450	SN 670 110:2004 / EN 13450:2002 « Granulats pour ballasts de voies ferrées », édition 2005-01	DE 25, ch. 3.6

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN 670 119-NA / SN EN 13242 / SN EN 13285	SN 670 119-NA:2011 / SN EN 13242:2002/A1:2007 / SN EN 13285:2010 « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées ; Graves non traitées ; Spécifications » édition 2011-08	DE 25, ch. 4.3.7, 4.3.9
VSS 70 125	VSS 70 125a:1983 « Matériaux pour filtre ; Prescriptions de qualité », édition 2019-03	DE 25, ch. 7
VSS 70 140	VSS 70 140b:2001 « Gel », édition 2019-03	DE 25, ch. 5.1, 5.2
SN EN 13250	SN EN 13250:2016 « Géotextiles et produits apparentés – Caractéristiques requises pour l'utilisation dans la construction des voies ferrées », édition 2017-03	DE 25, ch. 1.12
VSS 70 311	VSS 70 311:2006 « Compactage et portance ; méthodes de contrôle », édition 2019-03	DE 25, ch. 4.1.4
VSS 70 313	VSS 70 313:2019 « Sols ; Appareil d'essai de plaque à masse tombante légère et essai de plaque dynamique », édition 2019-07	DE 25, ch. 4.1.2
VSS 70 317	VSS 70 317:2019 « Sols ; Essai de plaque EV et ME », édition 2019-03	DE 25, ch. 4.1.1
SN 670 330-2 / SN EN 13286-2/AC	SN 670 330-2:2015 / SN EN 13286-2:2010/AC:2012 « Mélanges traités et mélanges non traités aux liants hydrauliques ; Partie 2 : Méthodes d'essai de détermination en laboratoire de la masse volumique de référence et la teneur en eau – Compactage Proctor », édition 2015-09	DE 25, ch. 4.3.9
SN EN 13286-47	SN EN 13286-47:2018 « Mélanges traités et mélanges non traités aux liants hydrauliques ; Partie 47 : Méthodes d'essai pour la détermination de l'indice portant Californien (CBR), de l'indice portance immédiate (IPI) et du gonflement linéaire », édition 2018-09	DE 25, ch. 4.3.9
VSS 70 362	VSS 70 362a:1991 « Poutre de Benkelmann ; Appareil, mode opératoire et exploitation des résultats », édition2019-03	DE 25, ch. 4.1.1
VSS 71 253	VSS 71 253:2019 « Rail–Route - Tracés parallèles ou rapprochés; Distance et mesures de protection », édition 2019-03	DE 23.1, ch. 1.3, 2.2 DE 27.4, ch. 1

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
VSS 71 260	VSS 71 260:2002 « Croisements et parallélisme de conduites souterraines avec les voies ferrées », édition 2019-03	DE 25, ch. 6.8 DE 27.5, ch. 1.1 ; DE 44.d, ch. 3.2.1
VSS 71 240	VSS 71 240:2019 « Entretien des espaces verts de l'infrastructure ferroviaire ; Végétation non ligneuse, haies et buissons », édition 2019-03	DE 25, ch. 8.3.3
SN EN 1990	SN EN 1990:2002: Eurocodes structuraux - Eurocodes : Bases de calcul des structures	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1991-1-1	SN EN 1991-1-1:2002: Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-1: Actions générales ; Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments	DE 44, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-2	SN EN 1991-1-2:2002: Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-2: Actions générales ; Actions sur les structures exposées au feu	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-3	SN EN 1991-1-3:2003: Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3: Actions générales ; Charges de neige	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-4	SN EN 1991-1-4:2005: Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-4: Actions générales - Actions du vent	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-5	SN EN 1991-1-5:2003: Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-5: Actions générales; Actions thermiques	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-6	SN EN 1991-1-6:2005: Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-6: Actions générales - Actions en cours d'exécution	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-1-7	SN EN 1991-1-7:2005: Eurocode 1 - Actions sur les structures Partie 1-7: Actions générales - Actions accidentelles	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-2	SN EN 1991-2:2003: Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 2: Actions sur les ponts, dues au trafic	DE 26.1, ch. 1.4.5 DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1991-3	SN EN 1991-3:2006: Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 3 : Actions induites par les appareils de levage et les machines	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 1991-4	SN EN 1991-4:2006: Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 4: Silos et réservoirs	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.2
SN EN 1992-1-1	SN EN 1992-1-1:2004: Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1992-1-2	SN EN 1992-1-2:2004: Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1992-2	SN EN 1992-2:2005: Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 2: Ponts en béton - Calcul et dispositions constructives	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1992-3	SN EN 1992-3:2006: Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 3: Silos et réservoirs	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-10	SN EN 1993-1-10:2005: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-10: Choix des qualités d'acier	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-11	SN EN 1993-1-11:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-11: Calcul des structures à câbles ou éléments tendus	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-12	SN EN 1993-1-12:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-12: Règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S 700	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-2	SN EN 1993-1-2:2005: Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-3	SN EN 1993-1-3:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-3: Règles générales - Règles supplémentaires pour les profilés et plaques à parois minces formés à froid	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-4	SN EN 1993-1-4:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-4: Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-5	SN EN 1993-1-5:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-5: Plaques planes	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 1993-1-6	SN EN 1993-1-6:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-6: Résistance et stabilité des structures en coque	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-7	SN EN 1993-1-7:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-7: Résistance et stabilité des structures en plaques planes chargées hors de leur plan	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-8	SN EN 1993-1-8:2005: Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-8: Calcul des assemblages	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-1-9	SN EN 1993-1-9:2005: Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-9: Fatigue	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-2	SN EN 1993-2:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 2: Ponts métalliques	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-3-1	SN EN 1993-3-1:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 3-1: Tours, mâts et cheminées - Pylônes et mâts haubannés	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-3-2	SN EN 1993-3-2:2006: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 3-2: Tours, mâts et cheminées - Cheminées	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-4-1	SN EN 1993-4-1:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 4-1: Silos	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-4-2	SN EN 1993-4-2:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 4-2: Réservoirs	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-4-3	SN EN 1993-4-3:2007: Eurocode 3 - Calcul des constructions en acier - Partie 4-3: Tuyauterie	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-5	SN EN 1993-5:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 5: Pieux et palplanches	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1993-6	SN EN 1993-6:2007: Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 6: Chemins de roulement	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1994-1-1	SN EN 1994-1-1:2004: Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments	DE 44.c, ch. 6.1

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 1994-1-2	SN EN 1994-1-2:2005: Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1994-2	SN EN 1994-2:2005: Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 2: Règles générales et règles pour les ponts	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1995-1-1	SN EN 1995-1-1:2004: Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1: Généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1995-1-2	SN EN 1995-1-2:2004: Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-2: Générales - Calcul des structures au feu	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1995-2	SN EN 1995-2:2004: Eurocode 5: Conception et calcul des structures bois - Partie 2: Ponts	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.4
SN EN 1996-1-1	SN EN 1996-1-1:2005: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-1: Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1996-1-2	SN EN 1996-1-2:2005: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1996-2	SN EN 1996-2:2005: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 2: Conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1996-3	SN EN 1996-3:2006: Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 3: Méthodes de calcul simplifiées pour les ouvrages en maçonnerie non armée	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1997-1	SN EN 1997-1:2004: Eurocode 7 - Calcul géotechnique - Partie 1: Règles générales	DE 44.c, ch. 6.1 et 6.5
SN EN 1997-2	SN EN 1997-2:2007: Eurocode 7 - Calcul géotechnique - Partie 2: Reconnaissance des terrains et essais	DE 44.c, ch. 6.1

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 1998-1	SN EN 1998-1:2004: Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1: Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1998-2	SN EN 1998-2:2005: Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2: Ponts	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1998-3	SN EN 1998-3:2005: Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3: Evaluation et renforcement des bâtiments	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1998-4	SN EN 1998-4:2006: Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 4: Silos, réservoirs et canalisations	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1998-5	SN EN 1998-5:2004: Eurocode 8 - Calcul des structures pour la résistance aux séismes - Partie 5: Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1998-6	SN EN 1998-6:2005: Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 6: Tours, mâts et cheminées	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1999-1-1	SN EN 1999-1-1:2007: Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-1: Règles générales	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1999-1-2	SN EN 1999-1-2:2007: Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2: Calcul du comportement au feu	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1999-1-3	SN EN 1999-1-3:2007: Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium - Partie 1-3: Structures sensibles à la fatigue	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1999-1-4	SN EN 1999-1-4:2007: Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-4: Les structures à plaques formées à froid	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 1999-1-5	SN EN 1999-1-5:2007: Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5: Coques	DE 44.c, ch. 6.1
SN EN 12352	SN EN 12352:2006 « Equipements de régulation du trafic – Feux de balisage et d'alerte »	DE 37c Généralités, ch. 1.2.3

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 12368	SN EN 12368:2017 « Equipements de régulation du trafic – Signaux »	DE 37c Généralités, ch. 1.2.3
SN EN 12464-1	SN EN 12464-1 « Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 1 : lieux de travail intérieurs »	DE 34.4, ch. 2.1
SN EN 12464-2	SN EN 12464-2 « Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 2 : lieux de travail extérieurs »	DE 34.4, ch. 2.1
SN EN 12663-1	SN EN 12663-1+A1:2015 « Applications ferroviaires - Prescriptions de dimensionnement des structures de véhicules ferroviaires - Partie 1: Locomotives et matériels roulants voyageurs (et méthode alternative pour les wagons de marchandises) »	DE 51.1, ch. 4.10 DE 51.2, ch. 3
SN EN 13103	SN EN 13103 + A2:2012 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Essieux-axes porteurs - Méthode de conception »	DE 51.1, ch. 1.16, 1.17
SN EN 13104	SN EN 13104 + A2:2013 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Essieux-axes moteurs - Méthode de conception »	DE 51.1, ch. 1.16, 1.17
SN EN 13260	SN EN 13260 + A1:2010 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Essieux montés - Prescriptions pour le produit »	DE 51.1, ch. 1.3,
SN EN 13262	SN EN 13262 + A2:2011 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Roues - Prescriptions pour le produit »	DE 51.1, ch. 1.3,
SN EN 13272	SN EN 13272:2012 « Applications ferroviaires - Eclairage électrique pour matériel roulant des systèmes de transport public »	DE 51.1, ch. 2.10
SN EN 13749	SN EN 13749:2011 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Méthode pour spécifier les exigences en matière de résistance des structures de châssis de bogie »	DE 51.1, ch. 1.3
SN EN 13979-1	SN EN 13979-1 + A2:2011 « Applications ferroviaires - Essieux montés et bogies - Roues monobloc - Procédure d'homologation technique - Partie 1: Roues forgées et laminées »	DE 51.1, ch. 1.3

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 14033-1	SN EN 14033-1:2011 « Applications ferroviaires - Voies - Machines de construction et de maintenance empruntant exclusivement les voies ferrées - Partie 1: Prescriptions techniques pour la circulation »	DE 57.1
SN EN 14033-2	SN EN 14033-2+A1:2012 « Applications ferroviaires - Voie - Machines de construction et de maintenance empruntant exclusivement les voies ferrées - Partie 2: Prescriptions techniques pour le travail »	DE 57.1
SN EN 14033-3	SN EN 14033-3+A1:2012 « Applications ferroviaires - Voie - Machines de construction et de maintenance empruntant exclusivement les voies ferrées - Partie 3: Prescriptions générales pour la sécurité »	DE 57.1
SN EN 14363	SN EN 14363:2016 +A1 :2018 « Applications ferroviaires - Essais en vue de l'homologation du comportement dynamique des véhicules ferroviaires - Essais en ligne et à poste fixe »	DE 47.1, ch. 1.3
SN EN 14752	SN EN 14752:2015 « Applications ferroviaires - Systèmes d'accès latéraux pour matériel roulant »	DE 53.1, ch. 1.
SN EN 15153-2	SN EN 15153-2:2013 « Applications ferroviaires - Dispositifs externes d'avertissement optiques et acoustiques pour les trains - Partie 2: Avertisseurs sonores »	DE 51.1, ch. 6.3.4
SN EN 15227	SN EN 15227+A1:2011 « Applications ferroviaires - Exigences en sécurité passive contre collision pour les structures de caisses des véhicules ferroviaires »	DE 51.1, ch. 4.10 DE 51.2, ch. 1 DE 55. b, 2. + 3.
SN EN 15273-2	SN EN 15273-2 + A1:2017 « Applications ferroviaires - Gabarits -Partie 2: Gabarit du matériel roulant »	DE 18.2 / 47.2 N, ch. 8 et 9
SN EN 15528	SN EN 15528:2016 « Applications ferroviaires - Catégories de ligne pour la gestion des interfaces entre limites de charges des véhicules et de l'infrastructure »	DE 47.1, ch. 2.12, 2.13
SN EN 15663	SN EN 15663:2009 « Applications ferroviaires - Définitions des masses de référence des véhicules »	DE 57.2, ch. 4. + 5. DE 47.1, ch. 2.6

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 15746-1	SN EN 15746-1+A1:2012 « Applications ferroviaires - Voie - Machines rail-route et équipements associés - Partie 1: Prescriptions techniques pour la circulation et le travail »	DE 57.1
SN EN 15746-2	SN EN 15746-2+A1:2012 « Applications ferroviaires - Voie - Machines rail-route et équipements associés - Partie 2: Prescriptions générales de sécurité »	DE 57.1
prEN 15746-3	prEN 15746-3 « Applications ferroviaires - Voie - Machines rail-route et équipements associés - Partie 3: Prescriptions pour la circulation »	DE 57.1
SN EN 15877-2	SN EN 15877-2:2014 « Applications ferroviaires - Inscriptions pour véhicules ferroviaires - Partie 2: Inscriptions extérieures pour voitures, engins moteur, locomotives et engins de pose de voie »	DE 57.2, ch. 3.
SN EN 15954-1	SN EN 15954-1:2013 « Applications ferroviaires - Voie - Remorques et éléments associés - Partie 1: Prescriptions techniques pour la circulation et le travail »	DE 57.1
SN EN 15954-2	SN EN 15954-2:2013 « Applications ferroviaires - Voie - Remorques et éléments associés - Partie 2: Prescriptions générales pour la sécurité »	DE 57.1
SN EN 15955-1	SN EN 15955-1:2013 « Applications ferroviaires - Voie - Machines déraillables et éléments associés - Partie 1: Prescriptions techniques pour la circulation et le travail »	DE 57.1
SN EN 15955-2	SN EN 15955-2:2013 « Applications ferroviaires - Voie - Machines déraillables et éléments associés - Partie 2: Prescriptions générales de sécurité »	DE 57.1
SN EN 16584-1:2017	SN EN 16584-1:2017 « Applications ferroviaires - Conception destinée à l'usage par les PMR - Exigences générales - Partie 1: Contraste »	DE 51.1, ch. 2.8 DE 53.1, ch. 2
SN EN 16584-2:2017	SN EN 16584-2:2017 « Applications ferroviaires - Conception destinée à l'usage par les PMR - Exigences générales - Partie 2: Informations »	DE 53.1, ch. 3

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 16584-3:2017	SN EN 16584-3:2017 « Applications ferroviaires - Conception destinée à l'usage par les PMR - Exigences générales - Partie 3: Caractéristiques optiques et de friction »	DE 51.1, ch. 2.7, 2.8
SN EN 16585-1:2017	SN EN 16585-1:2017 « Applications ferroviaires - Conception à l'usage des personnes à mobilité réduite - Équipements et éléments à bord du matériel roulant - Partie 1: Toilettes »	DE 51.1, ch. 3.2.1
SN EN 16585-2:2017	SN EN 16585-2:2017 « Applications ferroviaires - Conception à l'usage des personnes à mobilité réduite - Équipements et éléments à bord du matériel roulant - Partie 2: Dispositifs pour la position assise, la position debout et le déplacement »	DE 51.1, ch. 2.5, 3.2.2
SN EN 16585-3:2017	SN EN 16585-3:2017 « Applications ferroviaires - Conception à l'usage des personnes à mobilité réduite - Équipements et éléments à bord du matériel roulant - Partie 3: Intercirculation et portes intérieures »	DE 51.1, ch. 3.2.3, 3.2.4
SN EN 15663	SN EN 15663:2009 « Applications ferroviaires - Masses de référence des véhicules »	DE 57.2, ch. 4. + 5.
SN EN 50119	SN EN 50119:2009 +A1 2013: Applications ferroviaires - Installations fixes - Lignes aériennes de contact pour la traction électrique	DE 44.c, ch. 3.2, 5.3.3, 5.8, 5.9.2, 6.3, 6.9 et 7.1
SN EN 50121- série	SN EN 50121: 2015: Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique, partie 1 , 2 et 4	DE 39.2, ch. 4.2.2.4
SN EN 50122-1	SN EN 50122-1:2011 + A1:2011 + AC:2012 + A2:2016 + A3:2016 + A4:2017: Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour - Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques (+ A:2011 n'existe qu'en allemand)	DE 44.c, ch. 5.2.3, 5.4.2, 8.3.2, 8.3.3.1, 8.3.3.2, 8.3.5, 9.2, 9.3 et 10.2; DE 44.d, ch. 1.5.1, 1.6.1, 2.1.1, 2.2, 2.3, 4, 4.1, 4.1.1, 4.1.2 et 4.2
SN EN 50122-2	SN EN 50122-2:2010 : Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, dispositions pour les courants de retour et mise à la terre - Partie 2: Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu	DE 44.d, ch. 1.2 et 3.1.1

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 50122-3	SN EN 50122-3:2010 : Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, dispositions pour les courants de retour et mise à la terre - Partie 3: Interactions entre systèmes de traction en courant alternatif et en courant continu	DE 44.d, ch. 2.2
SN EN 50123-7-1	SN EN 50123-7-1:2003 : Applications ferroviaires - Installations fixes - Appareillage à courant continu. Partie 7-1: Appareils de mesure de commande et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu - Guide d'application	DE 44.d, ch. 2.5
SN EN 50124-1	SN EN 50124-1:2017: Applications ferroviaires - Coordination de l'isolement. Partie 1: Règles fondamentales - Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout le matériel électrique et électronique	DE 44.e, ch. 1.2.1 DE 50.1, ch. 3.1
SN EN 50124-2	SN EN 50124-2:2017: Applications ferroviaires - Coordination de l'isolement. Partie 2 : Surtensions et protections associées	DE 44.e, ch. 1.2.1 DE 50.1, ch. 3.1
SN EN 50125-1	SN EN 50125:2014: Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel. Partie 1: Equipement embarqué du matériel roulant	DE 39.2, ch. 4.2.2.4
SN EN 50125-3	SN EN 50125:2009 – correction mai 2010: Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel. Partie 3: Equipement pour la signalisation et les télécommunications	DE 39.2, ch. 4.2.2.4
SN EN 50126-1	SN EN 50126-1:2017: Applications ferroviaires – Spécification et démonstration de la fiabilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS) – Partie 1: Processus générique FDMS	DE 38.1, ch. 1, DE 41.1, ch. 4
SN EN 50126-2	SN EN 50126-2:2017: Applications ferroviaires – Spécification et démonstration de la fiabilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS) – Partie 2: Approche systématique pour la sécurité	DE 38.1, ch. 1; DE 41.1, ch. 4
SN EN 50129	SN EN 50129:2018: Applications ferroviaires - Systèmes de signalisation, de télécommunications et de traitement - Systèmes électroniques de sécurité pour la signalisation	DE 38.1, ch. 1.3,

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 50153	SN EN 50153:2014 Applications ferroviaires - Matériel roulant - Mesures de protection vis-à-vis des dangers d'origine électrique	DE 50.1, ch. 1.2, 2.2, 4.1, 5.1, 8.1, 8.5 et 9.1
SN EN 50159	SN EN 50159:2010 « Applications ferroviaires - Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement » – Communication de sécurité sur des systèmes de transmission	DE 38.1, ch. 1.2 DE 42.2, ch. 1.2
SN EN 50163	SN EN 50163:2004+ A1:2007 + corr (2010): Applications ferroviaires. Tensions d'alimentation des réseaux de traction	DE 44.c, ch. 5.1.2 et 5.1.3
SN EN 50238	SN EN 50238:2003, correction mai 2010, « Applications ferroviaires - Compatibilité entre matériel roulant et systèmes de détection de train »	DE 39.3.e, ch. 1.6; DE 50.1, ch. 7.2
SN EN 50272-2	SN EN 50272-2:2001 : Règles de sécurité pour les batteries et les installations de batteries. Partie 2: Batteries stationnaires	DE 50.1, ch. 10.1
SN EN 50272-3	SN EN 50272-3:2002 : Règles de sécurité pour les batteries et les installations de batteries. Partie 3: Batteries de traction	DE 50.1, ch. 10.1
SN EN 50343	SN EN 50343:2014 : Applications ferroviaires - Matériel roulant - Règles d'installation du câblage	DE 50.1, ch. 1.2 et 6.1
SN EN 50367	SN EN 50367:2012 / A1:2016: Applications ferroviaires - Systèmes de captage de courant - Critères techniques d'interaction entre le pantographe et la ligne aérienne de contact (réalisation du libre accès)	DE 44.c, ch. 3.1 et 5.3.1; DE 50.1, ch. 11.3
SN EN 50388	SN EN 50388:2012: Applications ferroviaires - Alimentation électrique et matériel roulant. Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant pour réaliser l'interopérabilité	DE 43.1.a, ch. 1 et 1.2 DE 44.a, ch. 3.2 et 5.1 DE 44.c, ch. 5.1.2; 5.1.4 DE 44.f, ch. 1.5 DE 50.1, ch. 7.2
SN EN 50633	SN EN 50633:2016 Applications ferroviaires – Installations fixes - Principes de protection pour les réseaux de traction électrique à courant alternatif et à courant continu	DE 44.f, ch. 1.4

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
SN EN 60077-1	SN EN 60077-1:2002 : Applications ferroviaires - Equipements électriques du matériel roulant. Partie 1: Conditions générales de service et règles générales	DE 50.1, ch. 3.2
SN EN 60349-1	SN EN 60349-1:2010 « Traction électrique - Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers - Partie 1 : machines autres que les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur électronique »	DE 50.1, ch. 1.2 et 8.1
SN EN 60529	SN EN 60529+A1+A2:2014 « Degrés de protection procurés par les enveloppes »	DE 50.1, ch. 8.1
SN EN 60865-1	SN EN 60865-1:2012 « Courants de court-circuit - Calcul des effets - Partie 1 : définitions et méthodes de calcul »	DE 50.1, ch. 6.2
Directive technique et aide à l'exécution « Constructions d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »	Directive technique et aide à l'exécution « Constructions d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement », OFEV, 2007	DE 25, ch. 12.5.2
Directive technique 716 pour chaudières de locomotives	Directive technique 716 pour chaudières de locomotives, DT 716, ASIT, n° de rév. 180924	DE 4, ch. 1, let. g
UIC IRS 70713-1	UIC International Railway Solution 70713-1, Railway Application - Track & Structure "Under Sleeper Pads (USP) - Recommendations for Use", Ed. n° 1 , avril 2018	DE 31, voie normale, ch. 12
Code UIC 719-1 "Recommendations for the use of Under Ballast Mats. UBM"	UIC-Kodex 719-1 "Recommendations for the use of Under Ballast Mats. UBM", Ed. n° 1, juin 2011	DE 31, voie normale, ch. 12
Code UIC 777-2 « Constructions situées au-dessus des voies ferrées – Dispositions constructives dans la zone des voies »	Code UIC 777-2 « Constructions situées au-dessus des voies ferrées – Dispositions constructives dans la zone des voies », 2e édition, octobre 2002	DE 27.1, ch. 1.5 ; DE 27.2, ch. 2.2 ; DE 27.3, ch. 2.2 ; Annexe I des DE ad art. 27 OCF, ch. 11
Code UIC 518 « Essais et homologation de véhicules ferroviaires du point de vue du	Code UIC 518 « Essais et homologation de véhicules ferroviaires du point de vue du comportement dynamique - Sécurité - Fatigue de la voie - Qualité de marche », 3e édition 2009	DE 31 N, ch. 2.1

Renvois contenus dans les DE-OCF[1]	Désignation précise, y c. version	Mentionné dans les dispositions suivantes des DE-OCF
comportement dynamique - Sécurité - Fatigue de la voie - Qualité de marche »		
Code UIC 519 « Méthode de détermination de la conicité équivalente »	Code UIC 519 « Méthode de détermination de la conicité équivalente », 1re édition 2004	DE 31 N, ch. 2.1
Code UIC 700	Code UIC 700 « Classification des lignes - Limites de charge des wagons qui en résultent » 10e édition 2004	DE 31 N, ch. 2.1 DE 31 N, ch. 4.2
Code UIC 716 « Profils d'usure maximum admissible pour les aiguilles »	Code UIC 716 « Profils d'usure maximum admissible pour les aiguilles », 2e édition 2004	DE 32.1 M, ch. 7.2.2
Code UIC 717 Recommandations pour la construction de ponts compte tenu des exigences techniques de la superstructure et de diminution de l'émission de bruit“	Code UIC 717 Recommandations pour la construction de ponts compte tenu des exigences techniques de la superstructure et de diminution de l'émission de bruit, 2e édition, septembre 2010	DE 26.1, ch. 1.1
Code UIC 774-3 Interaction voie – pont. recommandations pour les calculs	Code UIC 774-3 Interaction voie – pont. recommandations pour les calculs, 2e édition, octobre 2001	DE 26.1, ch. 1.1
Code UIC 776-2 Exigences relatives à la planification des ponts ferroviaires par rapport aux interactions dynamiques véhicule – voie – pont	Code UIC 776-2 Exigences relatives à la planification des ponts ferroviaires par rapport aux interactions dynamiques véhicule – voie – pont, 2e édition, octobre 2009	DE 26.1, ch. 1.1
Code UIC 776-3 Déformations de ponts	Code UIC 776-3 Déformations de ponts, 1re édition, janvier 1989	DE 26.1, ch. 1.1
Code UIC 930 Échange de données pour le décompte de courant de traction	Code UIC 930 Échange de données pour le décompte de courant de traction pour le trafic ferroviaire transfrontalier. 1re édition 2010	DE 42.2, ch. 1.2
Conditions pour l'utilisation de véhicules sur les tronçons équipés de l'ETCS[2]	« Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken », Version v2.5 (existe uniquement en allemand); CFF; responsable de la direction du projet global ETCS en Suisse	DE 38.3, ch. 1.1 DE 47.1, ch. 3.2
Standard ZBMS[2]	Standard national « Contrôle de la marche des trains pour les chemins de fer qui ne migrent pas vers l'ETCS », version 2.0	DE 38.3, ch. 3

[2] Document publié sur le site Internet de l'OFT

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS,
DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

DISPOSITIONS D'EXECUTION DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER (DE-OCF)

Annexe n° 4

Définitions

Annexe aux DE-OCF ad art. 81, DE 81

November 2020

GÉNÉRALITÉS

Maintenance *Instandhaltung*

Combinaison de toutes les mesures techniques et administratives ainsi que des mesures du management prises pendant la durée de vie d'une unité, afin de la maintenir ou de la remettre en état opérationnel de sorte qu'elle puisse assurer sa fonction. Correspond à SIA : surveillance et entretien.

Modification déterminante pour la sécurité *Sicherheitsrelevante Änderung / Modifikation*

Voir DE-OCF ad art. 10, DE 10.1, chiffre 2.

Station -- gare *Station -- Bahnhof*

Les deux notions (station, gare) sont identiques : dans quelques DE-OCF, on adopte actuellement le terme de gare (notion utilisée dans les PCT). Pour les autres DE, on garde le terme de station (notion utilisée dans les textes d'ordre supérieur, à savoir la LCdF et l'OCF).

Surveillance de l'état *Zustandsüberwachung*

Activité manuelle ou automatique de mesure des caractéristiques et paramètres de l'état effectif d'une unité. (=examen des attestations + inspection + détection de panne /diagnostic + essai de fonction) corr. à SIA : surveillance = observation + inspection + mesure de contrôle + contrôle de fonction.

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

Caractéristiques géométriques de la voie ; distances de sécurité; infrastructure, ouvrages d'art et dispositifs de protection ; superstructure ; gares

Voies de raccordement *Anschlussgleise*

Les voies définies dans l'art. 2, let. c, de l'ordonnance du 25 mai 2016 sur le transport de marchandises(OTM ; RS 742.411).

Eléments d'équipement essentiels *Grundlegende Ausrüstungselemente*

L'équipement essentiel sur les quais consiste en aménagements que les personnes malvoyantes ou aveugles doivent pouvoir trouver, reconnaître et utiliser afin d'accéder aux trains.
Exemples : dispositifs *text-to-speech*, dispositif de demande d'arrêt et indications tactiles du numéro de voie et du secteur de quai au sens de l'art. 6, al. 1, OETHand.

Voies de manœuvre *Rangiergleise*

Voies avec V ≤ 40 km/h (sauf voies de raccordement) utilisées exclusivement pour les mouvements de manœuvre.

Voies de circulation *Zuggleise*

Voie normale (sauf crémaillère) :	voies qui peuvent être utilisées pour la circulation de trains.
Voie métrique, crémaillère :	voies qui peuvent être utilisées pour la circulation de trains (tramways : par analogie).

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

Installations de sécurité, applications télématiques, systèmes d'avertissement des personnes

Aiguille de protection *Schutzweiche*

Aiguille qui, en position de protection, empêche une prise en écharpe. Une aiguille n'est une aiguille de protection que pendant le temps où la protection lui est demandée.

Appareil de calage d'aiguille *Weichenverschluss*

Dispositif qui maintient au moins la lame plaquée (force de verrouillage), souvent aussi la lame ouverte (force de maintien) en position correcte par rapport au sommier.

Application télématique *Telematikanwendung*

Application qui met en œuvre la télématique comme aide à l'exploitation du chemin de fer dans les domaines de la sécurité, de la performance, du confort et de l'environnement.

Autorisation de circuler *Fahrerlaubnis*

L'autorisation donnée à un train ou à un mouvement de manœuvre de se déplacer tout en respectant des conditions déterminées.

Elle correspond à l'assentiment pour circuler (circulation des trains ou mouvements de manœuvre) respectivement à l'autorisation de circuler CAB selon les PCT.

Commande de secours *Notbedienung*

Fonction qui annule des dépendances ou modifie des annonces d'états dans l'installation de sécurité.

Contrôle de la marche des trains *Zugbeeinflussung*

Equipement de contrôle destiné à soutenir la prise en considération des signaux ou le respect de vitesses maximales ou à agir sur les véhicules.

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

(Installations de sécurité, applications télématiques, systèmes d'avertissement des personnes)

Dispositif de contrôle de position d'aiguille *Weichenlageüberwachung*

Sous-système comprenant les parties nécessaires au contrôle et à la transmission de l'information de la position des lames d'aiguilles, du cœur mobile ou des parties correspondantes d'un moyen de déraillement (du point de fixation à la lame jusqu'aux bornes de raccordement électrique).

Dispositif de localisation des convois *Zugortungsanlage*

Equipement qui sert à détecter la position de véhicules ferroviaires.

Dispositif de manœuvre d'aiguille *Weichenumstellvorrichtung*

Sous-système comprenant les parties nécessaires au déplacement des lames, du cœur mobile ou des parties correspondantes d'un moyen de déraillement (des bornes de raccordement électrique au point de fixation à la lame).

Dispositif de transmission de la force (aiguilles) *Kraftübertragungsmittel (bei Weichen)*

Composant secondaire du dispositif de manœuvre d'aiguille : tringle de manœuvre et autres pièces qui transmettent les forces de manœuvre et de maintien du moteur aux lames, ceci directement ou par l'intermédiaire du dispositif de calage.

Distance de glissement *Durchrutschweg*

Partie de l'installation des voies située à la suite d'un itinéraire. Elle est réservée par l'installation de sécurité afin de réduire les risques que peut entraîner un train qui dépasse la fin de son itinéraire.

Equipement de contrôle de l'état libre de la voie *Gleisfreimeldeeinrichtung*

Equipement qui sert à détecter qu'il ne se trouve pas de véhicule ferroviaire sur le tronçon de voie contrôlé.

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

(Installations de sécurité, applications télématiques, systèmes d'avertissement des personnes)

Force de calage de l'aiguille *Weichen-Verschlusskraft*

Force avec laquelle la lame plaquée est maintenue dans sa position par le calage.

Force de maintien (*aiguilles*) *Festhaltekraft (bei Weichen)*

Force avec laquelle la lame ouverte est maintenue dans sa position par le moteur d'aiguille ; correspond aussi à la force avec laquelle le calage est maintenu dans sa position.

Force de manœuvre (aiguilles) *Umstellkraft (bei Weichen)*

Force avec laquelle la lame est déplacée et amenée dans sa nouvelle position de fin de course.

Gestion de la marche des trains *Zuglaufmanagement*

Equipement qui demande l'établissement de parcours et assiste le personnel dans ses tâches de disposition et opérationnelles pour des trains et des mouvements de manœuvre.

Installation de sécurité *Sicherungsanlage*

Installation de commande et de protection des circulations de trains et des mouvements de manœuvre.

Itinéraire *Fahrstrasse*

Parcours protégé par une installation de sécurité.

Moteur d'aiguille *Weichenantrieb*

Composant principal du dispositif de manœuvre d'aiguille : module qui transforme en mouvement l'ordre de tourner l'aiguille (force de manœuvre) et maintient les parties mobiles dans leurs positions finales (force de maintien).

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

(Installations de sécurité, applications télématiques, systèmes d'avertissement des personnes)

Parcours *Fahrweg*

Voies parcourues par un train ou un mouvement de manœuvre.

Position de fin de course de l'aiguille *Weichenendlage*

Etat d'une aiguille (et information correspondante à l'interface avec les fonctions de contrôle des parcours), cette aiguille se trouvant en position correcte pour être parcourue, les lames et le cœur mobile étant verrouillés en position correspondante.

Résistance de pontage d'un essieu : *Achsnebenschlusswiderstand*

Résistance de la connexion électrique que provoque un essieu qui se trouve dans un circuit de voie.

Résistance du ballast *Bettungswiderstand*

Résistance électrique avec laquelle une file de rails d'un tronçon de contrôle de l'état libre de la voie est isolée par rapport à l'autre file de rails.

Signalisation en cabine *Führerstandsignalisierung*

Système de signalisation placé dans la cabine de conduite.

Télématique *Telematik*

Saisie, transmission, traitement, fourniture d'informations (terme composé des mots « télécommunication » et « informatique»).

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

Installations électriques [selon art. 42 OCF]

Câble porteur *Tragseil*

Élément porteur isolé ou sous tension, le plus souvent sous forme d'un câble.

Concept de protection pour les installations du courant de traction *Schutzkonzept für Bahnstromanlagen*

Dans le contexte d'un réseau d'alimentation en courant ferroviaire, le terme recouvre la prise en considération globale de toutes les mesures de protection, en cas de défauts électriques, ainsi que leur coordination.

Dépôt *Depot*

On entend aussi par « dépôt » des « remises » et des « hangars ».

Exploitation de l'installation *Anlagenbetrieb*

Tous les processus et les états techniques et d'organisation nécessaires au maintien du fonctionnement d'une installation de chemin de fer (comme par ex. installation de la ligne de contact, redresseurs, ...) en vue de l'exploitation ferroviaire.

Exploitant selon art. 46 OCF *Betriebsinhaber nach Art. 46 EBV*

Exploitant responsable (propriétaire, gérant, locataire etc.) d'une installation électrique (art. 3, ch. 5 ordonnance sur le courant fort).

Fil de contact / rail de contact *Fahrdraht / Stromschiene*

Conducteur d'usure conduisant le courant entre l'installation de la ligne de contact et les appareils de prise de courant des véhicules.

Installations de maintenance *Instandhaltungseinrichtung*

On entend aussi par « installations de maintenance » des « ateliers ».

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

(Installations électriques [selon art. 42 OCF])

Ligne de contact *Fahrleitung*

Ligne de contact est le terme générique pour la ligne de contact aérienne (caténaire usuelle, caténaire simple sans câble porteur ou rail de contact aérien) et pour le rail de contact dans le domaine du rail de roulement. La ligne de contact est un système de conducteurs et de rails de contact servant à l'alimentation des véhicules en énergie électrique, via un appareil de prise de courant. Elle comprend tous les conducteurs que nécessite la prise de courant et elle se compose des éléments suivants :

- fil de contact
- lignes de renforcement (feeder)
- supports qui ne sont pas isolés des conducteurs
- isolateurs reliés aux parties sous tension
- lignes transversales d'alimentation
- sectionneurs
- dispositifs de sectionnement dans la ligne de contact :
  - isolation de section [isolateur de section]
  - sectionnement de protection (section de protection, séparation de phases à courant alternatif, sectionnement du système) ; [isolateur de section, tendeur]
  - sectionnement [isolateur de section, tendeur]
- dispositifs de protection de surtensions

Ligne de contact aérienne *Oberleitung*

Ligne de contact montée au-dessus ou sur le côté du contour de référence supérieur pour les véhicules. Elle alimente les véhicules en énergie électrique via un appareil de prise de courant fixé sur le toit de ces derniers.

Ligne de transport *Übertragungsleitung*

Dans le cadre du réseau d'alimentation ferroviaire (=réseau spécifique), ligne transportant du courant de traction. Elle assure principalement le transport d'énergie ferroviaire entre les lieux de production et les sous-stations.

Personne compétente dans le domaine des installations électriques *Sachverständige Person für elektrische Anlagen*

Personne au bénéfice d'une formation de base en électrotechnique (apprentissage professionnel en électrotechnique, formation équivalente en entreprise ou études dans le domaine électrotechnique), ainsi que d'une expérience du travail sur les installations à courant fort. Une personne compétente connaît les spécificités locales et les mesures de protection à prendre.

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

(Installations électriques [selon art. 42 OCF])

Personne instruite dans le domaine des installations électriques — *Instruierte Person für elektrische Anlagen*

Personne sans formation électrotechnique qui, grâce à une instruction correspondante, peut effectuer des activités limitées et décrites avec précision, dans les installations à courant fort. Cette personne instruite connaît les spécificités locales et les mesures de protection à prendre.

Technique de contrôle et de commande pour les installations électriques (applications télématiques pour les installations du courant de traction) — *Leittechnik für elektrische Anlagen Bahnstromtelematikanlagen)*

Dans le contexte du réseau d'alimentation en courant de traction, le terme « technique de contrôle et de commande » comprend la technique de télésurveillance et d'acquisition de données d'ordre supérieur ainsi que l'électrotechnique locale (télésurveillance et acquisition de données dans les postes, télésurveillance et acquisition de données dans les installations). Elle englobe la transmission des données à distance correspondante.

Télématique du courant de traction — Bahnstrom-*Telematik*

Comprend les technologies de l'information et de la communication (TIC) ainsi que tous les dispositifs électriques de la « technique secondaire » (technique de protection et technique de contrôle-commande, y compris leurs interfaces importantes).

Tension de contact — *Berührungsspannung*

Tension entre des parties conductrices lorsqu'elles sont touchées en même temps par une personne ou par un animal.

Terre de protection (véhicule) — *Schutzerde (Fahrzeug)*

Liaison électrique indépendante de la ligne de retour du courant de service entre les essieux et les autres éléments des véhicules.

OUVRAGES ET INSTALLATIONS

Zone d'alimentation pour installations de ligne de contact *Speisebezirk für Fahrleitungsanlagen*

Ensemble des sections de ligne de contact alimentées électriquement par un poste de distribution.

Zone de captage du courant *Stromabnehmerbereich*

Zone dans laquelle se trouve un pantographe sous tension, même cassé ou en cas de déraillement, en règle générale.

Zone de la ligne de contact aérienne *Oberleitungsbereich*

Zone au-delà de laquelle ne sort pas une ligne de contact aérienne arrachée, en règle générale.

Zone du pantographe *Stromabnehmerraum*

Partie du gabarit libre occupée par le pantographe.

VÉHICULES

Comportement de conduite *Fahrverhalten*

Est utilisé comme terme générique pour les trois éléments : technique de conduite, sécurité au déraillement et comportement en cas de vent latéral.

Freinage à fond *Vollbremsung*

Freinage avec un effort de freinage maximal, après renforcement par paliers de l'effort de freinage (paliers de freinage).

Freinage d'urgence *Schnellbremsung*

Freinage à fond accéléré sans renforcement par paliers de l'effort de freinage. Sur les véhicules avec frein de sécurité, celui-ci agit en plus.

Rame (au sens technique) *Zugskomposition (im technischen Sinn)*

Un ou plusieurs véhicules moteurs accouplés, avec ou sans voitures ou wagons, qui peuvent circuler dans cette formation, c'est-à-dire avec au moins une cabine de conduite équipée de façon à satisfaire aux exigences de l'exploitation.

Technique de conduite *Fahrtechnik*

On entend par technique de conduite les enquêtes et les calculs selon la norme EN 14363 du point de vue de la technique de roulement ou, pour les véhicules pour voies spéciales, les enquêtes menées à ce sujet sur la base des OCF/DE-OCF.

Télécommande *Fernsteuerung*

Commande d'un véhicule moteur à partir d'un autre véhicule.

Traction multiple *Mehrfachtraktion*

Traction réunie de plusieurs rames ou véhicules moteurs (par ex. traction double).

Traction multiple sans télécommande *Mehrfachtraktion ohne Fernsteuerung*

Chaque véhicule moteur non télécommandé est commandé par un conducteur de véhicules moteurs qui se trouve à bord.

Traction multiple avec télécommande *Mehrfachtraktion mit Fernsteuerung*

Tous les véhicules moteurs sont commandés à partir d'une seule cabine de conduite.

VÉHICULES

Véhicules interopérables *Interoperable Fahrzeuge*

On entend par véhicules interopérables les véhicules affectables en Suisse sur des lignes interopérables au sens des STI ainsi que sur les autres lignes à voie normale.

Visite extérieure *Äussere Untersuchung*

- Réservoirs et conduites : examen de l'état extérieur et de l'entretien.
- Chaudières : recherche d'éventuels dommages apparents à la chaudière et à son équipement. L'enveloppe doit être démontée seulement si l'on procède à une visite intérieure (révision de chaudière).

Visite intérieure *Innere Untersuchung*

- Réservoirs : examen de l'état intérieur.
- Chaudières (révision) : nettoyage, puis examen de l'état intérieur et extérieur; contrôle de l'épaisseur des parois et vérification des courbures de la boîte à feu quant aux fissures. Démontage des tubes de chaudière et de chauffe. Dépose de l'enveloppe de la chaudière. Nettoyage de l'espace de la chaudière compris entre le foyer et la boîte à feu.

Voiture poussée *Vorstellwagen*

Voiture qui sur une ligne à crémaillère est toujours placée en amont de tous les véhicules moteurs.

EXPLOITATION FERROVIAIRE

Force minimale de retenue *Mindestfesthaltekraft*

La force minimale de retenue requise pour sécuriser des véhicules immobilisés s'exprime en kilo-newton (kN). Il n'est permis de tenir compte que des moyens de freinage qui ne dépendent pas de l'action du frein à air.

Poids du train *Zuggewicht*

Somme des poids des véhicules moteurs en service et de la charge remorquée, exprimée en tonnes. La charge remorquée comprend le poids des voitures et wagons avec leurs chargements, ainsi que celui des véhicules moteurs remorqués.

Poids-frein *Bremsgewicht*

Le poids-frein est une valeur exprimant le degré d'efficacité d'un frein, elle s'exprime en t. Le poids-frein d'un train est la somme des poids-freins de tous les véhicules entrant en ligne de compte pour le calcul de freinage.

Rapport ou pourcentage de freinage *Bremsverhältnis*

Efficacité, en pourcentage (%), des freins d'un véhicule ou d'un train.

Train (dans le sens du service de transport) *Zug (im fahrdienstlichen Sinn)*

On entend par trains les convois circulant en pleine voie et composés de véhicules moteurs isolés ou accouplés, avec ou sans voitures ou wagons, depuis le moment où ils sont pris en charge par le personnel roulant sur la voie de départ de la gare initiale jusqu'à l'arrivée sur la voie de réception de la gare de destination, exception faite des mouvements de manœuvre.

Train-navette *Pendelzug*

Train composé d'un ou de plusieurs véhicules tracteurs, qui possède une cabine de conduite à chaque extrémité et qui peut être commandé, selon le sens de la marche, depuis l'une ou l'autre cabine.

Train non accompagné *Unbegleiteter Zug*

Train avec conducteur de véhicule moteur seul.

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES TRANSPORTS,
DE L'ENERGIE ET DE LA COMMUNICATION

DISPOSITIONS D'EXECUTION DE L'ORDONNANCE SUR LES CHEMINS DE FER
(DE-OCF)

Annexe n° 5

Dossier de sécurité des véhicules

Annexe aux DE-OCF ad art. 8, DE 8.3

PRINCIPES

1 Le dossier sécurité des véhicules ferroviaires comprend les attestations d'exécution conforme aux prescriptions, assorties des attestations de conformité correspondantes, du rapport de sécurité, du rapport d'évaluation de la sécurité[1] ainsi que des rapports d'inspection d'experts, dans la mesure où ils sont exigés. Le dossier de sécurité doit être transmis à l'Office fédéral des transports (OFT) dans le cadre du processus de l'autorisation d'exploiter ou de l'homologation de série.

Dossier de sécurité		
Attestation d'exécution conforme aux prescriptions	Rapport de sécurité	Rapport d'évaluation de la sécurité

La documentation doit être accompagnée d'une lettre explicative dans laquelle :

- les documents sont énumérés et clairement identifiés en ce qui concerne le titre des documents, le numéro, la version, l'auteur et la date
- le respect des exigences selon les lois suivantes est confirmé : la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF)[2], l'ordonnance sur les chemins de fer (OCF)[3] et ses dispositions d'exécution, la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand)[4], la loi fédérale sur la sécurité des produits (LSPro)[5], la Directive européenne 2006/42/CE relative aux machines (MRL)[6] etc.,
- les éventuelles dérogations sont énumérées.

Cette déclaration constitue le document cadre du dossier de sécurité et doit être signée par le requérant.

2 Le dossier de sécurité d'un véhicule ferroviaire correspondant à sa construction et à son équipement doit être transmis avec la déclaration selon la structure suivante. La structure distingue trois types de véhicules: véhicules interopérables, véhicules non interopérables et véhicules de service. Les attestations à remettre selon cette structure dans chacun des domaines spécialisés sont définis dans une directive. D'autres documents peuvent être exigés dans le cadre de l'examen du dossier de sécurité par l'OFT.

La documentation doit être transmise à l'OFT au plus tard 3 semaines avant le contrôle technique de sécurité. En outre, une liste sera envoyée avec tous les documents transmis, comprenant: *la désignation des documents, le numéro du document, la révision/index, la date d'émission et l'auteur des documents*. La documentation doit être transmise sous forme électronique, à l'exception de la demande munie des signatures, qui est présentée sur papier. Il est renoncé aux documents sur papier, à moins qu'il en ait été convenu autrement.

---

[1] En cas de modifications significatives selon l'art. 8*c* OCF
[2] RS 742.101
[3] RS 742.141.1
[4] RS 151.3
[5] RS 930.11
[6] Journal officiel de l'Union européenne du 9.6.2006 (L 157, p. 24)

STRUCTURE DU DOSSIER DE SÉCURITÉ DES VÉHICULES INTEROPÉRABLES

ATTESTATION D'EXÉCUTION CONFORME AUX PRESCRIPTIONS	
A	Attestation de conformité STI du sous-système «véhicules - wagons »
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « véhicules – wagons »
B	Attestation de conformité STI, sous-système « contrôle-commande et signalisation »
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « contrôle-commande et signalisation »
C	Attestation de conformité STI, sous-système « locomotives et voitures »
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « locomotives et voitures »
D	Attestation de conformité STI, sous-système « énergie»
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « énergie»
E	Attestation de conformité STI, sous-système « véhicules – bruit »
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « véhicules – bruit »
F	Attestation de conformité STI, sous-système « véhicules » du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse
	Attestation de contrôle CE STI, sous-système « véhicules » du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse
G	Attestation de conformité STI en matière de « personnes à mobilité réduite »
	Attestation de contrôle CE STI en matière de « personnes à mobilité réduite »
H	Attestation de conformité STI en matière de « sécurité dans les tunnels ferroviaires »
	Attestation de contrôle CE STI en matière de « sécurité dans les tunnels ferroviaires »
I	Attestation de conformité aux règles techniques nationales notifiées RTNN[7]
J	Attestation de contrôle des règles techniques nationales notifiées RTNN
RAPPORT DE SÉCURITÉ	
RAPPORT D'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ	
RAPPORT D'INSPECTION D'EXPERTS[8]	

[7] Art. 48, al. 3, OCF
[8] Art. 15*m* OCF

STRUCTURE DU DOSSIER DE SÉCURITÉ DES VÉHICULES NON INTEROPÉRABLES

ATTESTATION D'EXÉCUTION CONFORME AUX PRESCRIPTIONS	
0	Généralités
1	Comportement dynamique
2	Carrosserie
3	Organes de choc et traction
4	Bogie et organes de roulement
5	Essieu / boîte d'essieu
6	Equipement de freinage
7	Installations pressurisées pour l'exploitation du véhicule
8	Appareil de prise de courant
9	Vitres
10	Portes
11	Passage entre véhicules
12	Alimentation en courant
13	Électrotechnique
14	Installations d'évacuation des eaux
15	Protection de l'environnement
16	Protection contre l'incendie
17	Sécurité au travail
18	Gabarit d'encombrement limite du véhicule
19	Dispositifs de sécurité
20	Inscriptions et signes
21	Technique d'assemblage
22	Carnet de maintenance
23	Manuel d'exploitation
24	Équipements
25	Dérangements et accidents
RAPPORT DE SÉCURITÉ	
RAPPORT D'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ	
RAPPORTS D'INSPECTION D'EXPERT[9]	

[9] Art. 8*a* OCF pour l'attestation de sécurité de l'intégration et de la compatibilité technique

STRUCTURE DU DOSSIER DE SÉCURITÉ DES VÉHICULES DE SERVICE

ATTESTATION D'EXÉCUTION CONFORME AUX PRESCRIPTIONS	
0	Généralités
1	Type avec description technique
2	Gabarit d'encombrement limite du véhicule
3	Charges par roue et charge par essieux
4	Suspension
5	Résistance à la rotation des bogies
6	Sécurité contre le risque de déraillement sur les gauches de voie
7	Châssis de véhicule et accessoires
8	Moteur et protection de l'environnement
9	Diagramme de traction vitesse / rampe
10	Equipement de freinage
11	Bogie et organes de roulement
12	Dispositifs de verrouillage et de sécurité
13	Appareil de choc et traction
14	Inscriptions et signes
15	Cabines
16	Installations pressurisées pour l'exploitation du véhicule
17	Autres calculs, mesures, attestations et essais
18	Dispositifs de sécurité
19	Manuel de maintenance et d'exploitation
20	Alimentation en courant / CEM
21	Déclaration de conformité CE
RAPPORT DE SÉCURITÉ	
RAPPORT D'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ	
RAPPORTS D'INSPECTION D'EXPERT[10]	

[10] Art. 8*a* OCF pour l'attestation de sécurité de l'intégration et de la compatibilité technique

1 Les dispositions d'exécution font partie intégrante de l'ordonnance sur les chemins de fer et sont publiées sous forme de pages interchangeables. Il incombera dès lors à l'utilisateur de se renseigner périodiquement pour connaître l'état des modifications apportées aux dites dispositions d'exécution.

2 Les dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer pourront être obtenues auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL). Les commandes devront être adressées directement au service susmentionné.

Diffusion:

OFCL, Diffusion publications, CH-3003 Berne
(Téléphone 058 465 50 50 ou Internet www.bbl.admin.ch/bundespublikationen)

DISPOSITIONS D'EXECUTION

La liste des modifications est publiée sur le site Internet de l'OFT (www.bav.admin.ch).

ANNEXES ET COMMENTAIRES

Pour certaines dispositions d'exécution, des exigences plus détaillées et des explications sont publiées sous forme d'annexe aux DE-OCF.

Annexes			
N°	**Titre**	**1re édition**	**Révisions**
1	Ouvrages situés à proximité, au-dessus ou au-dessous du chemin de fer, DE-OCF ad art. 27	Janvier 1994	01.07.12 / 01.07.14 / 01.11.20
2	Abrogée		01.07.12 / 01.07.14 01.07.16 / 01.11.20
3	Concrétisation de renvois dans les DE-OCF	juillet 2010	01.07.12 / 01.07.14 01.07.16 / 01.11.20
4	Définitions	juillet 2012	01.07.14 / 01.07.16 / 01.11.20
5	Dossier de sécurité des véhicules	juillet 2012	01.07.12 / 01.07.16

Des commentaires ont été rédigés sur l'ensemble de l'ordonnance, sur certains problèmes réglés dans cette dernière, ainsi que sur quelques dispositions d'exécution. Ces commentaires donnent des informations et des explications supplémentaires.

Il y a lieu toutefois de considérer les commentaires comme des documents historiques, qui fournissent des informations de fond importantes sur une certaine révision datée. Ils peuvent cependant contribuer à une meilleure compréhension des dispositions des DE-OCF qui sont toujours en vigueur.

Les commentaires sont pour la plupart des documents de base assez volumineux. C'est pourquoi ils ne sont remis que sur demande, pour des raisons de place et de coûts. On peut les obtenir à l'Office fédéral des transports (OFT), 3003 Berne. La liste des commentaires est publiée sur le site Internet de l'OFT (www.bav.admin.ch).