



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

DIRECTIVE
INSTALLATIONS DE
CÂBLAGE DES ROUTES
NATIONALES

Édition 2019 V1.20
ASTRA 13022

Impressum

Auteurs / groupe de travail

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Eugen Fuchs | (OFROU, N-ST, présidence) |
| Jean-Paul Schnetz | (OFROU, N-ST) |
| Bernard Crausaz | (OFROU, N-ST) |
| Markus Eisenlohr | (OFROU I-FU) |
| Roland Hürlimann | (ESTI) |
| Walter Bstieler | (ESTI) |
| Stephan Baumann | (Zielmangement GmbH, élaboration) |
| Karl Wittker | (Zielmangement GmbH, élaboration) |

Traduction (version originale en allemand)
Services linguistiques OFROU (traduction française et traduction italienne)

Éditeur

Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion

Le présent document peut être téléchargé gratuitement sur le site www.ofrou.admin.ch.

© OFROU 2019
Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

Dans le système linéaire des routes nationales, la réalisation d'installations de câblage pour les installations à haute et basse tension, pour les installations électriques à fort et faible courant ainsi que pour les câbles de signaux et les câbles fibre optique représente souvent un défi.

L'OFROU définit, au moyen de la présente directive, des standards concernant les exigences et l'utilisation de câblages sur les routes nationales, que ce soit sur des tronçons à ciel ouvert ou dans des tunnels.

La mise en oeuvre de la présente directive permettra une harmonisation dans le cadre de l'aménagement, de l'entretien et de l'exploitation des routes nationales.

Une attention toute particulière est conférée à la sécurité des personnes et à la protection des infrastructures en cas d'incident.

Office fédéral des routes

Jürg Röthlisberger
Directeur

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Impressum | 2 |
| | Avant-propos | 3 |
| 1 | Introduction | 6 |
| 1.1 | Objectif de la directive | 6 |
| 1.2 | Champ d'application | 6 |
| 1.3 | Destinataires | 6 |
| 1.4 | Entrée en vigueur et modifications | 6 |
| 2 | Objectifs des installations de câblage des routes nationales | 7 |
| 2.1 | Objectifs principaux | 7 |
| 2.2 | Notions utilisées | 7 |
| 2.3 | Délimitation | 7 |
| 3 | Exigences posées aux câbles électriques et utilisation | 8 |
| 3.1 | Exigences de base posées aux câbles | 8 |
| 3.2 | Protection contre les influences extérieures | 8 |
| 3.3 | Protection contre les incendies | 9 |
| 3.3.1 | Comportement des câbles en cas d'incendie | 9 |
| 3.3.2 | Maintien de la fonction des câbles | 10 |
| 4 | Exigences et utilisation des systèmes de support de câbles | 12 |
| 4.1 | Exigences de base posées aux systèmes de support de câbles | 12 |
| 4.2 | Spécification des types de canaux | 12 |
| 4.3 | Directives en matière de construction | 12 |
| 4.4 | Montage des systèmes de support de câbles | 12 |
| 4.5 | Utilisation, choix de systèmes de support de câbles | 14 |
| 4.6 | Exigences spécifiques | 15 |
| 4.6.1 | Tronçon ouvert | 15 |
| 4.6.2 | Distribution fine dans les tunnels | 15 |
| 4.6.3 | Canal de ventilation | 15 |
| 4.6.4 | Galerie technique | 15 |
| 4.6.5 | Galeries de sécurité | 15 |
| 4.6.6 | Locaux techniques | 15 |
| 4.6.7 | Liaison tunnel – galerie technique | 16 |
| 4.6.8 | Colonnes montantes dans les issues de secours verticales | 16 |
| 4.6.9 | Bâtiments d'exploitation, centres d'entretien | 16 |
| 5 | Installation de câbles sur les routes nationales | 17 |
| 5.1 | Exigences de base posées à l'installation de câbles | 17 |
| 5.2 | Concepts pour l'installation de câbles | 17 |
| 5.3 | Comportement des câbles en fonctionnement normal et lors d'incidents | 18 |
| 5.3.1 | Installation de câbles – instructions de montage du fabricant | 18 |
| 5.3.2 | Séparation des câbles | 19 |
| 5.3.3 | Jonctions de câbles | 19 |
| 5.3.4 | Pose individuelle de câbles | 20 |
| 5.3.5 | Cheminement protégé de câbles | 20 |
| 5.3.6 | Installation mixte de câbles avec maintien de la fonction | 21 |
| 5.3.7 | Étiquetage des câbles | 21 |
| 6 | Aspects spécifiques à certaines installations | 22 |
| 6.1 | Haute tension | 22 |
| 6.2 | Ventilation | 22 |
| 6.3 | Câble rayonnant pour système de radiocommunication en tunnel | 23 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.4 | Installation de détection des incendies en tunnel | 23 |
| 6.5 | Balisage lumineux dans un tunnel | 23 |
| 6.6 | Fibre optique | 24 |
| 6.6.1 | Généralités | 24 |
| 6.6.2 | Exécution de la fibre optique | 25 |
| 6.6.3 | Mesure des lignes à fibre optique installées | 25 |
| 6.7 | Câblage universel de communication dans les centrales | 26 |
| 6.8 | Pose en parallèle de très basse tension et de basse tension..... | 27 |
| 7 | Documentation concernant les installations de câblage..... | 28 |
| 7.1 | Documentation concernant les câbles | 28 |
| 7.2 | Documentation concernant les systèmes de support de câbles..... | 29 |
| 7.3 | Documentation concernant l'installation de câbles | 29 |
| | Annexes | 30 |
| | Glossaire | 35 |
| | Bibliographie | 37 |
| | Liste des modifications | 39 |

1 Introduction

1.1 Objectif de la directive

En complément aux lois et ordonnances en vigueur, cette directive définit les prescriptions concernant les installations de câblage sur les routes nationales.

Cette directive définit les exigences concernant les câbles, les systèmes de support de câbles, à l'installation de câbles et à la documentation des installations de câblage.

1.2 Champ d'application

La présente directive s'applique à la planification, à la réalisation et à l'exploitation d'installations de câblage sur les routes nationales des classes 1, 2 et 3, sur les tronçons à ciel ouvert et dans les tunnels. Elle n'est pas valable pour les aires de repos et les centres d'entretien.

Elle s'applique aussi bien aux nouvelles installations qu'aux extensions d'installations existantes.

Réglementation transitoire pour les projets en cours :

- les prescriptions de l'appel d'offres s'appliquent aux projets dont les travaux d'installation ont débuté avant 2015 ;
- les prescriptions des recommandations de la KBOB s'appliquent aux projets dont les travaux d'installation ont débuté après 2015 (pas de câbles FE0 ni FE05. Il faut utiliser des câbles FE05C et FE180 E60) ;
- les prescriptions de la présente directive s'appliquent aux projets dont les travaux d'installation débutent à partir de 2020.

1.3 Destinataires

La directive s'adresse aux :

- spécialistes de l'OFROU ;
- spécialistes des unités territoriales ;
- planificateurs et entreprises qui fournissent, à la demande de l'OFROU, des prestations sur les équipements d'exploitation et de sécurité (EES) ;
- inspecteurs et organes de contrôle.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

La présente directive entre en vigueur le 01.05.2019. La « Liste des modifications » se trouve à la page 39.

2 Objectifs des installations de câblage des routes nationales

2.1 Objectifs principaux

L'objectif de la présente directive est de permettre la réalisation d'installations de câblage sur les routes nationales, qui soient sûres, durables et faciles d'entretien.

Les lois, ordonnances et normes exigent unanimement que :

- les voies d'évacuation et issues de secours soient sécurisées ;
- la propagation du feu soit limitée en cas d'incident ;
- les fonctions nécessaires soient maintenues.

Afin d'atteindre ces objectifs, la directive définit :

- des exigences concernant les câbles (fabricants de câbles) sur les tronçons à ciel ouvert et dans les tunnels ;
- des exigences concernant les systèmes de support de câbles (fabricants de systèmes de support de câbles) ;
- des prescriptions pour les installations de câbles (installateurs de câbles et de systèmes de support de câbles).

Les câblages dans les tunnels doivent être séparés par tube.

2.2 Notions utilisées

Dans les ordonnances et les normes, différentes notions sont utilisées, comme « équipements techniques », « installations de sécurité », « déterminant pour la sécurité » etc.

Dans la présente directive, les notions « alimenté par le réseau normal » et « alimenté par le réseau secours » sont uniformément utilisées. Les exigences spécifiques aux installations sont définies au chapitre 6.

2.3 Délimitation

Le dimensionnement des câbles n'est pas traité dans la directive.

La fabrication et le dimensionnement des batteries de tubes ne sont pas traitées dans la directive.

De même, les installations de câblage temporaires ne sont pas non plus traitées dans la directive.

3 Exigences posées aux câbles électriques et utilisation

3.1 Exigences de base posées aux câbles

La durée d'utilisation prévue est :

- de 30 à 45 ans pour les câbles en cuivre ;
- de 25 à 35 ans pour les câbles fibres optiques (LWL).

Pour garantir le comportement à long terme des matières isolantes :

- les câbles d'alimentation électrique doivent respecter les exigences concernant les propriétés d'endurance thermique de vieillissement (selon la norme SN EN 60216).

3.2 Protection contre les influences extérieures

Protection mécanique

L'ensemble des câbles se trouvant dans le périmètre de la chaussée doivent être pourvus d'une protection mécanique. Celle-ci peut se faire sous forme de :

- installation encastrée ;
- systèmes de support de câbles ;
- installations de tubes ;
- capots de protection ;
- armures de câbles.

Eau et humidité

Les câbles qui sont exposés à l'eau ou à l'humidité doivent remplir leur fonction sans restriction.

Protection contre les rongeurs

Les câbles sur un tronçon à ciel ouvert et d'un diamètre inférieur à 30 mm doivent être pourvus d'une protection contre les rongeurs. Cette règle s'applique à tous les câbles électriques haute et basse tension, câbles de signalisation, câbles coaxiaux et câbles fibre optique. La corrosion de l'enveloppe du câble doit aussi être évitée en cas de pose à découvert.

Il faut prêter une attention particulière à la protection contre les rongeurs au niveau du portail des tunnels, dans les galeries de sécurité et les galeries techniques. Dans les emplacements à risque, il convient d'utiliser des câbles armés.

Dans les locaux techniques, les super coffrets de terrain et les coffrets, les introductions de câbles doivent être réalisées de manière durablement étanche pour que les rongeurs n'y aient pas accès.

Mesures de protection locales

Dans les zones urbaines, les pigeons peuvent sérieusement salir et endommager les canaux à câbles. Il faut y remédier par la pose de couvercles. S'il existe d'autres facteurs d'influence, ils doivent être traités au moyen de mesures appropriées.

Résistance aux UV

Les câbles se trouvant sur les tronçons à ciel ouvert et qui sont donc exposés à la lumière du soleil doivent être résistants aux UV.

Protection CEM

Les câbles sur des tronçons à ciel ouvert, dans des tunnels ou des galeries techniques doivent être protégés en cas de menace de rayonnement électromagnétique. La nature des mesures de protection et leur portée doivent être définies en fonction des interférences attendues.

3.3 Protection contre les incendies

Les exigences ci-après s'appliquent à l'ensemble des câbles sur les routes nationales.

3.3.1 Comportement des câbles en cas d'incendie

Le comportement des câbles en cas d'incendie est défini dans l'ordonnance sur les produits de construction (OPCo, RS 933.01) et dans la norme SN EN 13501-6.

Les prescriptions pour les routes nationales sont les suivantes :

- Des câbles de classe Fca sans halogènes (pas de comportement au feu défini) sont utilisés pour les tronçons à ciel ouvert. Les tunnels de moins de 100 m sont considérés comme des tronçons à ciel ouvert ;
- Des câbles de classe Cca-s1,d1,a1 (lente propagation du feu, faible dégagement de fumée, formation minimale de gouttelettes enflammées, faible niveau d'émanation de gaz légèrement corrosifs) sont utilisés dans les tunnels de plus de 100 m pour le réseau normal. Cette même classe de câbles est utilisée dans les galeries techniques (n'ayant pas la fonction de galeries de sécurité) et les batteries de tubes ;
- Des câbles de classe B2ca-s1a,d1,a1, E60 (lente propagation au feu, faible dégagement de fumée, formation minimale de gouttelettes enflammées, très faible niveau d'acidité, maintien de la fonction durant 60 minutes) sont utilisés dans l'espace de circulation au-dessus du niveau de la chaussée pour le réseau secouru ;
- Si une galerie technique a également la fonction de galerie de sécurité ou l'inverse, des câbles de classe B2ca-s1a,d1,a1, E60 doivent être utilisés ;
- Si des câbles haute tension sont posés de sorte qu'ils résistent au feu, la classe Fca sans halogènes est requise. Si des câbles haute tension sont tirés sur des chemins de câbles, ce sont les exigences de la zone correspondante qui s'appliquent (fig. 3.1) ;
- Selon l'utilisation et les risques, il convient d'utiliser des câbles armés, des câbles blindés, des câbles à étanchéité longitudinale, des câbles avec armures de traction et/ou des câbles résistants aux UV, en tant que mesure de protection supplémentaire.

| Zone OFROU | Application | Câble de classe (OPCo ; RS 933.01) | Type d'installation |
|------------|--|---|---|
| 10 | Tronçon à ciel ouvert (y compris les tunnels de 0 à 100 m de long) <ul style="list-style-type: none"> chaussée ponts viaducs portiques de signalisation | F _{ca} , sans halogènes Si exposé à la lumière du soleil, également résistant au rayonnement ultraviolet. | Installations de tubes |
| 20 | Tunnel (au-dessus du niveau de la chaussée) <ul style="list-style-type: none"> espace trafic, galeries canal de ventilation (amenée d'air ou évacuation) | Réseau secouru : B2 _{ca} s1a, d1, a1, E60 Réseau normal : C _{ca} s1, d1, a1 | Chemins de câbles Installations de tubes |
| 30 | Tunnel (au-dessous du niveau de la chaussée) <ul style="list-style-type: none"> installations de tubes galeries techniques galeries de sécurité locaux techniques (y. c. faux planchers) liaison tunnel – galerie technique | C _{ca} s1, d1, a1 | Chemins de câbles Installations de tubes |
| 30 | Galeries techniques servant aussi de galeries de sécurité Galeries de sécurité servant aussi de galeries techniques Colonnes montantes dans des issues de secours verticales | B2 _{ca} s1a, d1, a1, E60 En option C _{ca} s1, d1, a1 avec revêtement anti-feu | Chemins de câbles Installations de tubes |
| 40 | Bâtiments d'exploitation, centres d'entretien | Selon la NIBT et l'AEAI | |

Fig. 3.1 Exigences pour la protection passive

La classification doit être établie sur la base de la déclaration des performances selon l'OPCo.

Les exigences les plus élevées s'appliquent dans les zones de transition (par ex. un câble du réseau secouru qui passe de la galerie technique directement dans l'espace de circulation sans jonction doit être exécuté selon la classe B2_{ca} s1a, d1, a1, E60 jusqu'à la prochaine jonction dans la galerie technique).

3.3.2 Maintien de la fonction des câbles

Les exigences en matière de maintien de la fonction sont décrites dans la norme allemande DIN 4102-12 « Comportement au feu des matériaux et éléments de construction ».

Il convient d'envisager des solutions globales et durables pour la conception des systèmes porteurs de câbles. Les systèmes de support de câbles doivent être conçus de manière à pouvoir être extensibles et doivent garantir la classification et la séparation des systèmes.

Le maintien de la fonction est requis pour les installations de sécurité (en lien avec l'alimentation) ci-après :

- toutes les installations qui sont alimentées par le réseau secouru ;
- les clapets de ventilation et les ventilateurs ;
- les capteurs.

Durée du maintien de la fonction :

- toutes les installations qui sont alimentées par le réseau secouru E60;
- les clapets de ventilation et les ventilateurs E90;
- les capteurs E60.

Le maintien de la fonction n'est pas facile à réaliser dans toutes les installations. Le genre de mise en œuvre est défini sur la base de réflexions sur l'aménagement ultérieur, le choix limité des câbles et le cycle de vie.

Le maintien de la fonction peut également être obtenu au moyen de mesures de construction.

C'est pour cette raison que la norme DIN 4102-12 contient les variantes suivantes pour la mise en œuvre :

Variante de mise en oeuvre – maintien de la fonction avec un système de support spécial

La combinaison de câbles et d'un système de support de câbles assure le maintien de la fonction de l'ensemble du système. Les combinaisons de types de câbles et de systèmes de support de câbles testées par les fabricants (y compris les écarts d'installation et de fixation spécifiés) ainsi que la capacité de charge mécanique maximale en cas d'incendie doivent être prises en considération.

Variante de mise en œuvre – maintien de la fonction avec un système de support standard

Les câbles avec maintien de la fonction et les systèmes de support avec maintien de la fonction prouvent indépendamment les uns des autres que les exigences de la norme DIN 4102-12 sont remplies.

Il convient de tenir compte des écarts d'installation et de fixation spécifiés par le fabricant du système de support de câbles ainsi que de la capacité de charge mécanique maximale en cas d'incendie.

En utilisant un système de support standard, il est possible d'installer des câbles provenant de fabricants différents dans une installation avec maintien de la fonction.

Documentation pour une installation avec maintien de la fonction

Sur la base de la norme DIN 4102-12, les documents suivants doivent être présentés :

- un certificat général de contrôle des travaux (ABP) ou un certificat AEAI pour les systèmes de support standard et spéciaux ;
- une déclaration de conformité pour l'installation de câblage (installateur);
- une identification de l'installation de câblage au moyen d'un panneau (fabricant, numéro de l'ABP et type d'installation, classe de maintien de la fonction, année de fabrication).

En règle générale, la mise en oeuvre du maintien de la fonction est réalisée avec des systèmes de support standard à l'OFROU !

4 Exigences et utilisation des systèmes de support de câbles

4.1 Exigences de base posées aux systèmes de support de câbles

Les systèmes de support de câbles sont utilisés pour :

- la pose de câbles dans les galeries techniques ;
- la distribution des câbles dans l'espace de circulation des tunnels ;
- les constructions combinées avec des équipements tels que les systèmes d'éclairage ;
- la protection et la pose de câbles dans les bâtiments, les locaux techniques, etc.

4.2 Spécification des types de canaux

Lors du choix des matériaux, les conditions du lieu d'installation en matière de corrosion sont déterminantes.

Selon la norme SN EN 13501-1, les canaux doivent être :

- sans halogènes ;
- résistants aux conditions extérieures (tests réussis avec 50 J) ;
- d'une classe de matériaux de construction B1 au moins selon la norme SN EN 13501-1 (difficilement inflammable).

Remarque : les systèmes de support de câbles E90 sont livrables jusqu'à une largeur de 40 cm uniquement.

4.3 Directives en matière de construction

Les systèmes de support de câbles doivent être équipés de dispositifs de montage d'éléments de séparation (min. tiges de séparation).

Si des câbles avec une fonction d'alimentation de secours sont posés sur le système de support, les systèmes de support de câbles doivent être vérifiés selon la norme DIN 4102-12 et certifiés E90. La version sans sécurisation au moyen de tiges filetées doit être privilégiée. Cette règle s'applique aussi en cas de pose mixte de câbles pour l'alimentation du réseau normal et du réseau secours.

Pour le cheminement de câbles, les parties de systèmes comme les coudes, les pièces en T, les tôles de guidage verticales, etc. doivent être utilisées.

En cas de construction combinée permettant la fixation de systèmes d'éclairage, une distance minimale de 130 mm entre les luminaires et le canal doit être garantie.

4.4 Montage des systèmes de support de câbles

Le fabricant des systèmes de support de câbles fournit des instructions de montage détaillées.

Le matériau de l'ouvrage détermine l'utilisation de la cheville d'ancrage adéquate.

Les chevilles d'ancrage et les vis utilisées doivent être conformes aux prescriptions du fabricant des pièces de fixation. Pour éviter le desserrage des vis, toutes les vis de fixation doivent être équipées de rondelles élastiques. Des clés dynamométriques doivent être

utilisées pour le serrage. Il convient d'utiliser des chevilles d'ancrage testées pour leur résistance au feu pour les installations de câbles avec maintien de la fonction.

Les consoles de plafond et les consoles murales doivent être pourvues d'au moins deux vis de fixation dans les zones 10 et 20.

Aux endroits qui représentent un danger de blessure, il y a lieu de prévoir des mesures de protection telles que des cornières de protection des arêtes, des terminaisons de sécurité pour les supports, etc.

Le tableau suivant se base sur la classe de résistance à la corrosion (CRC) selon la norme SIA 179.

4.5 Utilisation, choix de systèmes de support de câbles

| Zones OFROU | Application | Catégorie de corrosion | Choix du matériau | | |
|-------------|---|--|--|--|--|
| | | | Fixation | Support | Boîtier |
| 10 | Tronçon à ciel ouvert (y c. tunnel 0-100 m): <ul style="list-style-type: none"> • chaussée • ponts • viaducs • portiques de signalisation | C4 | <ul style="list-style-type: none"> • CRC III • CRC IV (minéral-métallique) | <ul style="list-style-type: none"> • CRC III • Support, potence galvanisés à chaud, procédé par trempage | <ul style="list-style-type: none"> • CRC II • Canal en acier, galvanisé à chaud, procédé par trempage |
| 20 | Tunnel (au-dessus du niveau de la chaussée) : <ul style="list-style-type: none"> • espace de circulation, galerie • canal de ventilation • liaison tunnel – galerie technique | C5 | <ul style="list-style-type: none"> • CRC V | <ul style="list-style-type: none"> • CRC IV | <ul style="list-style-type: none"> • CRC III |
| 30 | Tunnel (au-dessous du niveau de la chaussée) : <ul style="list-style-type: none"> • canaux de ventilation • galeries de sécurité • locaux techniques (y c. faux planchers) • galeries techniques avec fonction de galeries de secours • colonnes montantes dans les issues de secours verticales | C4 C4 C3 C4 C4 | <ul style="list-style-type: none"> • CRC III • CRC IV (minéral-métallique) | <ul style="list-style-type: none"> • CRC III • Support, potence galvanisés à chaud, procédé par trempage | <ul style="list-style-type: none"> • CRC II • Canal en acier, galvanisé à chaud, procédé par trempage • Canal en polymère (uniquement locaux techniques) |
| 40 | <ul style="list-style-type: none"> • Bâtiment d'exploitation • Centres d'entretien | <ul style="list-style-type: none"> • C2 | <ul style="list-style-type: none"> • CRC I | <ul style="list-style-type: none"> • CRC I • Support, potence galvanisés à chaud, procédé par trempage • Support, potence : peinture humide sur galvanisation à chaud min. 3 mm | <ul style="list-style-type: none"> • CRC I • Canal en acier, galvanisé à chaud, procédé par trempage • Canal en acier, peinture humide sur galvanisation à chaud min. 3 mm • Canal en polymère |

Fig. 4.2 Choix des systèmes de support de câblage

4.6 Exigences spécifiques

4.6.1 Tronçon ouvert

Au niveau des portiques de signalisation, les câbles doivent être protégés par des systèmes de canaux fermés. Ces systèmes ne constituent pas à eux seuls une protection contre le rayonnement solaire ultraviolet.

4.6.2 Distribution fine dans les tunnels

S'agissant de la distribution fine dans les tunnels, des systèmes de support doivent être montés sous la voûte ou contre les parois du tunnel.

Aucun câble (câble de transit) ne peut être installé pour transiter dans le système de support sous la voûte ou contre les parois du tunnel.

4.6.3 Canal de ventilation

Dans le cas d'une ventilation mécanique au moyen d'un canal séparé pour l'apport d'air frais, celui-ci peut être utilisé pour l'acheminement des câbles.

4.6.4 Galerie technique

La répartition des câbles dans les systèmes de support de câbles comprenant différents niveaux doit se faire de haut en bas selon l'ordre de priorités suivant :

- câbles d'alimentation du réseau secouru ;
- surveillance, réseaux ;
- câbles de transit ;
- installations, parties d'installation ;
- haute tension, LWL.

Les installations de conduites d'eau ou d'autres médiums ne peuvent pas être posés sur un système de support de câbles.

4.6.5 Galeries de sécurité

Dans une galerie de sécurité n'ayant pas fonction de galerie technique, seuls les câbles servant à l'alimentation de la galerie de sécurité sont autorisés.

4.6.6 Locaux techniques

Dans le faux plancher des locaux techniques, les systèmes de support de câbles doivent être séparés selon les parties d'installation. Les équipements de fixation du faux plancher ne peuvent pas être utilisés pour la fixation des canaux de câbles.

4.6.7 Liaison tunnel – galerie technique

Afin d'assurer le raccord électrique des appareils dans le tunnel, des gaines montantes sont prévues dans l'enrobage en béton des parois du tunnel à partir de la galerie technique ou des chambres de tirage.

Si les gaines font défaut, des montées de câbles peuvent aussi être mises en place dans les rainures. Les câbles doivent être posés directement sur la paroi à l'aide du matériel de fixation approprié. Pour garantir la protection mécanique, la rainure doit être complètement fermée par un couvercle. Entre le couvercle en métal et le câble, une isolation thermique doit être mise en place ; elle doit répondre aux exigences du mode de protection EI 30 (selon la norme DIN 4102-12).

4.6.8 Colonnes montantes dans les issues de secours verticales

Des colonnes montantes de câbles doivent être mises en place entre les différents étages à l'aide d'échelles à câbles ou de systèmes de rails comprenant des colliers attache-câble. Les montées de câbles doivent être dimensionnées de façon à garantir une séparation entre les niveaux de tension, les installations et le réseau secouru.

4.6.9 Bâtiments d'exploitation, centres d'entretien

Les normes NIBT et AEAI sont applicables.

5 Installation de câbles sur les routes nationales

5.1 Exigences de base posées à l'installation de câbles

L'installation de câbles comprenant des systèmes de support doit être réalisée séparément pour les deux tubes dans les tunnels unidirectionnels.

Les câbles servant à l'alimentation électrique de secours doivent toujours être posés au niveau supérieur dans les systèmes de canaux.

Dans le cadre de projets de maintenance, les systèmes de support de câbles doivent disposer d'une réserve de place de minimum 50 % au niveau qui leur est affecté.

Les installations EES pouvant induire des perturbations sur les installations de câblage adjacentes (par ex. câble haute et basse tension, variateur de fréquence) doivent être équipées de mesures de protection (principe de causalité).

Les câbles qui transmettent des signaux sensibles aux perturbations électromagnétiques (CEM) doivent être protégés par des mesures appropriées. Il incombe au fournisseur des systèmes de commande de définir les genres de câbles à utiliser et les mesures de protection adéquates.

Valeurs limites pour le dimensionnement :

Les câbles basse tension :

- Chute de tension de max. 5 % ;
- Section minimale des câbles en dehors des centrales 2.5 mm² ;
- Température max. au cœur 60 °C ;
- En cas de court-circuit, la durée du courant de court-circuit ne doit pas dépasser 5 s.

Câbles de commande :

- Diamètre minimal 0.8 mm.

5.2 Concepts pour l'installation de câbles

Les câbles destinés aux équipements fonctionnant avec une alimentation de secours doivent être séparés du reste des câbles.

Les gaines montantes dans la paroi du tunnel doivent être utilisées pour l'acheminement entre la galerie technique/batterie de tubes et les équipements installés. Seuls des câbles servant à la distribution peuvent être installés sous la voûte du tunnel. En tunnel, aucun câble de distribution ne peut transiter entre deux sections du tunnel.

Sécurité en cas de défaillance :

Il faut prêter une attention particulière à la longueur des cheminements lors de l'installation dans un tunnel. Les câbles devraient toujours être installés avec des sections d'alimentation les plus courtes possibles dans les tunnels.

Concept de protection :

- À partir du point de fourniture de l'EAE, le conducteur neutre et le conducteur de protection doivent être séparés (TN-S). Les systèmes TN-C ne sont pas autorisés dans les installations de l'OFROU ;
- Dans toutes les parties d'installation, le conducteur neutre doit avoir la même conductance que les conducteurs polaires.

Tous les câbles quittant les zones protégées contre les surtensions et allant vers un tronçon à ciel ouvert doivent être équipés de protections contre les surtensions des deux côtés.

5.3 Comportement des câbles en fonctionnement normal et lors d'incidents

Les installations de câbles doivent être protégées des influences pouvant avoir un effet sur les fonctions du câble. La directive définit les principes généraux ; si des domaines d'influence apparaissent à des endroits spécifiques, les projets doivent décider de mesures complémentaires.

Influences en fonctionnement normal :

- mouvements sur la culée de ponts ;
- nettoyage ;
- travaux de maintenance ;
- atmosphère corrosive du tunnel ;
- vibrations.

Autres influences éventuelles :

- incendie ;
- dégâts causés par des rongeurs ;
- infiltrations d'eau ;
- mouvements de terrain ;
- accidents de la circulation ;
- autres.

5.3.1 Installation de câbles – instructions de montage du fabricant

Les instructions de montage du fabricant (par ex. capacité de charge, rayon de courbure minimal, force de traction maximale) sont considérées comme contraignantes.

Installations de tubes :

- Des batteries de tubes sont installées dans les banquettes dans les tunnels et dans les zones sans circulation pour les tronçons à ciel ouvert ;
- Dans les tunnels, des montées de câbles avec des ouvertures doivent être prévues à intervalles réguliers (boîtiers de tirage muraux) ;
- En cas de pose de câbles supplémentaires dans des tubes déjà remplis, il faut contrôler la résistance mécanique des câbles présents. Si possible, tous les câbles doivent être tirés dans un tube en une seule étape ;
- En cas de tirage mécanique, les forces de tirage doivent être enregistrées et jointes aux documents d'exécution. La force de tirage ne doit pas être supérieure aux valeurs approuvées par le fabricant de câbles ;
- Les extrémités des câbles doivent être protégées de manière étanche pendant la pose.

Systèmes de support de câbles :

- Les câbles ne peuvent pas être tirés directement sur les systèmes de support de câbles ;
- L'utilisation de moyens de tirage doit être adaptée aux câbles, tubes et systèmes de support de câbles ;
- Tous les systèmes de support de câbles métalliques doivent être mis à terre au niveau de la fondation tous les 50 m ;
- La continuité électrique des systèmes de support de câbles à plusieurs niveaux ou interrompus doit être assurée (max. 10 Ohm) ;
- La hauteur d'empilement des câbles sur les systèmes de support ne peut pas dépasser 150 mm.

Installations sur les parois de tunnels :

- Les installations de câblage sur les parois de tunnels doivent être protégées contre les détériorations pouvant être causées par les engins de nettoyage des tunnels. Aucun objet ne doit pouvoir s'accrocher ou se coincer aux constructions de câbles sur les parois de tunnels.

Raccordements des appareils dans un tunnel :

- Pour les appareils dans les tunnels, les bornes des câbles de réserve doivent être protégées mécaniquement ;
- Les introductions de câbles dans les appareils doivent être réalisées avec des presse-étoupes de la bonne taille. Ceux-ci ne doivent pas diminuer le niveau de protection de l'appareil (IP XX) ;
- Les câbles doivent être introduits de bas en haut dans les appareils (protection contre les infiltrations d'eau).

Fixation des câbles sur le système de support de câbles :

- Les câbles doivent être fixés au système de support. Ils ne doivent pas se déplacer même en cas de court-circuit ;
- La fixation de câbles ne doit pas diminuer leurs propriétés électriques et mécaniques ;
- Les fixations de câbles qui ont été posées comme aide pour le montage doivent être retirées à la fin du chantier.

Ecart minimum pour réduire les interférences électriques

Les mesures selon la norme SN EN 50174-2 doivent être prises contre les perturbations électriques (électromagnétiques, électrostatiques).

Fermeture coupe-feu :

- Les passages de câbles entre les compartiments coupe-feu doivent être isolés par des fermetures coupe-feu. Les normes harmonisées et conformes à l'état de la technique s'appliquent ;
- Les zones de transition des compartiments coupe-feu doivent correspondre à une résistance au feu de EI30 depuis le tunnel jusqu'à la galerie technique ;
- Les chemins de câbles doivent être reliés de manière à garantir une bonne liaison galvanique entre les deux côtés de la cloison pare-feu.

Zones de transition :

- Dans les zones de transition, les exigences les plus élevées s'appliquent. Il convient d'éviter autant que possible les jonction de câbles.

5.3.2 Séparation des câbles

Les câbles doivent être répartis de manière claire :

- les câbles doivent être posés séparément en fonction du niveau de tension, de l'installation et du type d'alimentation (réseau normal ou secouru) ;
- des cloisons de séparation ou du moins des tiges de séparation doivent être utilisées comme éléments séparateurs ;
- l'agencement des différents câbles doit être clairement défini, même en cas de superposition de câbles.

5.3.3 Jonctions de câbles

Les épissures et les boîtes de jonction doivent être fabriquées en qualité industrielle avec une exécution à haute résistance mécanique et chimique.

Les jonctions des câbles de puissance doivent être réalisées au moyen d'épissures de câbles. Les épissures sont non-démontables et étanches (min. IP 68). Chaque conducteur doit être protégé au moyen d'une gaine thermorétractable constituée de fibres haute température dans les manchons. La gaine thermorétractable doit être résistante à la température, exempte d'halogènes, d'une épaisseur suffisante, ignifuge et non revêtue. Des

connecteurs DIN en cuivre nu doivent être utilisés. Seuls des sertissages hexagonaux sont admis.

Les jonctions des câbles de commande doivent être installées dans des boîtes de dérivation ou des armoires de distribution. Les boîtes de dérivation doivent être accessibles, avec un indice de protection d'au moins IP 56, pouvoir être ouvertes sans outil spécial, dimensionnées selon les instructions du fabricant et résistantes à la corrosion. Les bornes doivent être fixées dans la boîte. Les presse-étoupes ne doivent pas diminuer le degré de protection IP.

Les connexions enfichables peuvent être utilisées avec un courant maximal de 16 A.

5.3.4 Pose individuelle de câbles

Tubes d'installation

Les tubes d'installation en matériau 1.4404 sont montés directement sur un mur avec des brides. En cas de montage dans l'espace de circulation, aucun objet ne doit pouvoir se coincer sur le tube.

Passe-câble

Pose de câbles à l'aide d'un support mural ou au plafond. Les supports de câbles doivent correspondre au matériel des canaux. Des supports séparés doivent être installés pour le réseau normal et le réseau secouru.

Rails profilés avec colliers de fixation

Pose avec des colliers de fixation sur des rails profilés. Il faut toujours utiliser des contre-plaques.

Au plafond, il faut utiliser des contre-plaques longues pour le réseau secouru.

Le montage en faisceau au plafond ou au mur ne peut être effectué que pour la même partie d'installation pour le réseau secouru / le réseau normal.

En cas de pose de câbles à la verticale, il faut prévoir une décharge de traction selon la norme DIN 4102-12 avec un écart de 3,5 m, à la fois pour les monorails et pour les systèmes d'échelles à câbles.

Si des câbles haute tension sont posés sur les rails profilés, chaque rail profilé doit être mis à la terre.

5.3.5 Cheminement protégé de câbles

La pose de câbles est considérée comme protégée lorsque :

- les installations encastrées le sont dans une tube séparé;
- les câbles sont noyés dans une masse de remplissage non inflammable ;
- les tubes montés à l'air libre sont résistants au feu.

La classe C_{ca} s1, d1, a1 est suffisante pour les câbles qui sont installés de manière protégée.

5.3.6 Installation mixte de câbles avec maintien de la fonction

Des câbles avec ou sans maintien de la fonction peuvent être installés sur le même système de support de câbles si :

- le système de support de câble est conçu pour assurer le maintien de la fonction E90 ;
- une séparation claire des câbles avec ou sans maintien de la fonction est assurée à l'aide de séparateurs ;
- aucun câble sans maintien de la fonction n'est installé sur des câbles avec maintien de la fonction ;
- l'installation de câblage est désignée en tant qu'installation de câblage mixte.

Les câbles avec maintien de la fonction doivent obligatoirement être installés sur le niveau supérieur. La déformation mécanique, l'endommagement du système de support des câbles ou la formation de gouttelettes ne doivent pas compromettre le maintien de la fonction.

5.3.7 Étiquetage des câbles

Étiquetage des câbles installés :

- il faut étiquetter chaque câble aux deux extrémités afin d'identifier les câbles et les liaisons câblées.

6 Aspects spécifiques à certaines installations

Le chapitre 6 traite des installations présentant des caractéristiques propres et des exigences qui divergent des exigences générales. Seules les dérogations sont mentionnées.

6.1 Haute tension

Les câbles haute tension entre 1000 volts et 50 000 volts sont utilisés sur les routes nationales pour leur propre approvisionnement en énergie. Ils doivent être installés séparément des câbles d'autres niveaux de tension.

Les câbles destinés aux installations haute tension doivent être étanches à l'eau en sens longitudinal selon l'annexe F de la norme IEC 60502-2.

La pose de câbles haute tension doit se faire dans des batteries de tubes séparées.

Dans les galeries techniques, les câbles haute tension doivent être posés sur des chemins de câbles séparés.

La pose de câbles haute tension est soumise à la procédure d'approbation des plans. Une autorisation est donc requise avant toute installation. L'OFROU a conclu un accord avec l'ESTI qui régit la procédure d'approbation. Au sein de l'OFROU, le soutien technique est l'interlocuteur compétent à ce sujet.

En général, il faut joindre à la demande d'approbation de lignes haute tension les documents requis par l'ESTI en vertu de la directive ESTI 235 0319. Pour cela, il convient d'utiliser les formulaires de demande établis par l'ESTI et d'y apporter les compléments suivants :

- le concept d'installation ;
- en cas de pose de câbles multiconducteurs : mesures pour éviter l'influence sur d'autres lignes (SN EN 50174-1 et 2) ;
- mesures de protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI ; RS 814.710) ;
- en cas de pose de conducteurs uniques : apporter la preuve que l'influence sur les autres lignes de câbles ne dépasse pas le cadre des valeurs normatives admissibles.
- La réception de toute installation haute tension incombe à l'ESTI.

Tous les câbles haute tension doivent être identifiés avec des étiquettes d'avertissement dans chaque chambre (art. 66 et 77 de l'ordonnance sur les lignes électriques, OLEI ; RS 734.31). Dans les galeries techniques, des panneaux d'avertissement doivent être installés tous les 25 m.

Tous les câbles haute tension doivent être étiquetés avec indication du départ et de l'arrivée, et ce tous les 50 m. Par ailleurs, le même étiquetage doit être utilisé pour tous les changements de direction et les passages (des deux côtés).

6.2 Ventilation

Les prescriptions ci-après s'appliquent à l'installation de câblage pour la ventilation :

Clapets de désenfumage pour les capteurs :

- Système de support de câbles et câbles E90

Ventilateurs de jet :

- Système de support de câbles E90 dans l'espace de circulation ;
- Boîtiers de raccordement sur le ventilateur, exécution E90 ;

- Installation de câblage dans l'espace de circulation, exécution E90 ;
- Câbles de connexion du ventilateur au convertisseur de fréquence les plus courts possible ;
- En cas d'utilisation de convertisseurs de fréquences, toutes les jonctions de câbles doivent être prises en considération pour le blindage.

Interrupteur de sécurité :

Selon le feuillet d'information de la SUVA CE93-9.F « Interrupteur de sécurité (interrupteur de révision) », un interrupteur de révision doit être installé à proximité de chaque ventilateur pour permettre un arrêt sûr.

L'accessibilité est toutefois très limitée. Les travaux sur les ventilateurs de jet ne peuvent être effectués que sous surveillance lorsque les tunnels sont fermés. En cas d'incendie, tous les dispositifs de sécurité sont pontés. Un interrupteur de ce type donnerait un faux sentiment de sécurité.

Par conséquent :

- Un panneau doit être placé à proximité des ventilateurs de jet pour attirer l'attention sur un éventuel démarrage automatique. L'emplacement exact du dispositif de verrouillage dans la centrale électrique doit être indiqué sur le panneau.
- Pour le ventilateur de jet, un interrupteur de maintenance avec dispositif de verrouillage (3 cadenas) doit être installé dans la centrale électrique. Celui-ci ne doit pas être ponté, même en cas d'incident.

6.3 Câble rayonnant pour système de radiocommunication en tunnel

La classification des câbles rayonnants au sens de l'ordonnance sur les produits de construction n'est pas possible pour des raisons physiques, étant donné que leur fonctionnement ne pourrait pas être garanti.

Les câbles rayonnants pour la radiocommunication doivent être installés conformément à la directive ASTRA 13006 « Systèmes de radiocommunication ».

6.4 Installation de détection des incendies en tunnel

La classification des câbles de détection incendie au sens de l'ordonnance sur les produits de construction n'est pas possible pour des raisons physiques, étant donné que leur fonctionnement ne pourrait pas être garanti le cas échéant.

Les câbles de détection incendie montés sous la voûte d'un tunnel doivent être installés conformément aux instructions du fabricant au moyen d'un système de fixation sur le béton (et non pas sur le système de support de câbles). Les mêmes prescriptions de sécurité que pour les câbles rayonnants s'appliquent selon la directive ASTRA 13006 « Systèmes de radiocommunication ».

6.5 Balisage lumineux dans un tunnel

Les installations de balisage lumineux sont alimentées depuis la banquette des tunnels.

La protection des points de raccordement des plots de jalonnement doit être au minimum de IP 68. La défaillance d'un plot de jalonnement ne doit pas avoir d'effets négatifs sur le reste de l'installation. Après l'arrachage d'un plot, en cas de court circuit ou d'incendie, le même indice de protection doit être garanti pour l'installation restante.

Les principes suivants s'appliquent dans le cadre d'une installation de câbles :

- câblage longitudinal réalisé de préférence au moyen de tubes PE DN 60 ou moulé dans une rainure longitudinale ;
- Le câblage de raccordement doit être réalisé de manière encastrée.

Exécution d'un balisage lumineux sans fonction d'éclairage de secours en cas d'incendie :

- câbles de classe C_{ca} s1, d1, a1 ;
- longueur de la section selon le système.

Exécution d'un balisage lumineux avec fonction d'éclairage de secours en cas d'incendie :

- câbles de classe B2_{ca} s1a, d1, a1, E60 ;
- longueur de la section limitée à 200 m.

6.6 Fibre optique

Les classes de câbles selon la fig. 3.1 s'appliquent également aux câbles fibre optique.

6.6.1 Généralités

Sur les routes nationales, des câbles fibre optique monomode 9/125 µm doivent être utilisés.

Prescriptions à respecter pour la fabrication de câbles :

- aucune épissure de fibre optique (réparation) n'est autorisée dans toute la longueur fabriquée du câble ;
- le code couleur Swisscom doit être utilisé pour l'identification des fibres ;
- impression : fabricant – nombre de fibres – type de fibres – type de câble (désignation du fabricant) – longueur – classe de comportement au feu ;
- marquage CE sur l'étiquette ou l'emballage du dévidoir de câble.

Exigences pour les câbles fibre optique. Les règles techniques actuelles s'appliquent :

- Spécifications techniques pour le monomode :
 - Fibres : 9/125 µm
selon ITU-T G. 652 D / IEC 60793-2
 - Diamètre du champ de mode : 1310 nm : 9.2 ±1.0 µm
1550 nm : 10.5 ±1.0 µm
 - Atténuation (câblé): 1310 nm : ≤ 0.36 dB/km
1383 nm : ≤ 0.34 dB/km
1550 nm : ≤ 0.25 dB/km
- Code UIT G.652.D ;
- Code IEC IEC 60793-2-50 catégorie : B1.3 ;
- procédure de test selon la norme IEC 60 793-1 ;
- vieillissement selon la norme IEC 60 793-2-50 C 5 ;
- connecteur de type : E-2000™ APC, type LSH-HRL selon la norme SN EN 61754-15 ; surface frontale : polissage angulaire 8° , grade B ;
- manchons : IP 68 (protection contre la pression de l'eau en cas d'immersion) ; réouverture aisée sans changement des pièces d'usure ; réserve de fibres en faisceau dans le boîtier.

L'installation de câbles fibre optique est divisée en deux niveaux.

Niveau transit : Le niveau transit pour les liaisons suprarégionales doit être réalisé sans interruptions. Pour cela, il faut utiliser des câbles à 144 fibres.
 Dans le niveau transit, par exemple, les sections sont reliées par l'anneau de raccordement du réseau IP EES UT et les routeurs du réseau principal de la Confédération (backbone Bund).

Niveau d'accès avec niveau terrain : Le niveau d'accès sert à l'alimentation d'installations complètes ou de parties de celles-ci. Des câbles de minimum 12 fibres doivent être utilisés à cet effet.
 Les différents agrégats sont raccordés au niveau terrain, par ex. caméra vidéo, switch, etc.

Le niveau transit doit être séparé du niveau d'accès.

Le niveau transit peut être utilisé pour les redondances du niveau d'accès.

6.6.2 Exécution de la fibre optique

Pour les liaisons entre armoires, des câbles de branchement doivent être utilisés (branchement continu ou câble faisceau avec des fouets). Ceux-ci doivent être mesurés après l'installation.

Outre les exigences énumérées au chap. 5.3, les prescriptions suivantes s'appliquent à la pose de câbles fibre optique :

- il convient d'utiliser les systèmes prescrits par le fabricant pour l'installation de câbles fibre optique sur les chemins de câbles. La fixation au moyen de serre-câbles est interdite ;
- les extrémités des câbles qui présentent un danger potentiel à cause des rayons laser, doivent être pourvues de capuchons.
- les câbles fibre optique doivent comporter des avertissements concernant leur classe laser conformément à la directive 66049 de la SUVA.

Exigences applicables aux câbles de transit :

- Les câbles de transit ne doivent être insérés que dans les locaux techniques où des connexions de transit sont nécessaires. Dans les autres cas, des boucles de réserve doivent être placées dans les chambres de tirage.
- Dans les principaux locaux, seules les fibres nécessaires, y compris les réserves, sont patchées.

Réserves de câbles

- Câbles de plus de 50 m : il faut prévoir au moins 10 m de câble en réserve à chaque extrémité ainsi que dans les chambres pour la jonction des câbles.
- Câbles de moins de 50 m : il faut prévoir au moins 3 m de câble en réserve à chaque extrémité ainsi que dans les chambres pour la jonction des câbles.

6.6.3 Mesure des lignes à fibre optique installées

Travaux préliminaires

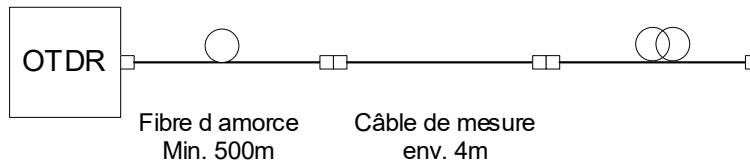
S'agissant de la préparation des mesures, les étapes suivantes sont prescrites :

- Tous les connecteurs doivent être nettoyés et faire l'objet d'un contrôle visuel (voir IEC/TR 62627-01).

- Création d'un schéma de principe du cheminement de la fibre optique afin que les protocoles de mesure puissent être clairement identifiés et archivés.

Mesure sur les fibres > 1000 m

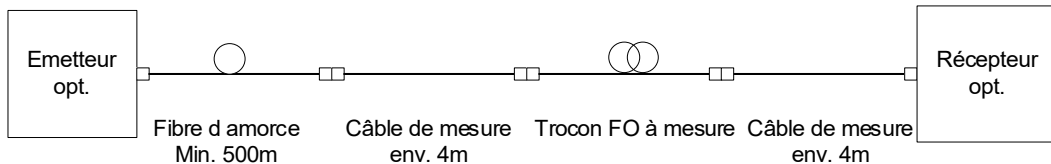
Toutes les fibres > 1000m doivent être contrôlées au moyen de mesures par rétrodiffusion. Le revêtement d'atténuation doit être déterminé à partir des deux extrémités du câble dans la 2e et la 3e fenêtre au moyen d'un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) avec une polarisation d'au moins 500 mètres. La valeur moyenne linéaire d'une fibre mesurée des deux côtés est contraignante. (Précision de la mesure OTDR selon la norme EN 188000, procédure d'essai 303).



Les mesures doivent être effectuées aux longueurs d'onde suivantes :

Fibres monomodes : 1310 nm et 1550 nm (A > B, B >A)

Fibres multimodes : 1300 nm (A > B, B >A)



La mesure de l'atténuation d'insertion avec le wattmètre est effectuée selon la norme IEC 61300-3-4, méthode B (IEC 874-1 méthode 7), (mesure finale connecteur – connecteur) / précision de mesure $\pm 2,5\%$.

Mesure sur les fibres < 1000 m

La mesure de l'atténuation d'insertion avec le wattmètre est effectuée selon la norme IEC 61300-3-4, méthode B (IEC 874-1 méthode 7) (mesure finale connecteur – connecteur) / précision de mesure $\pm 2,5\%$.

Si la longueur de la fibre présente des valeurs plus mauvaises que les valeurs théoriques calculées, elle doit être contrôlée et documentée par une mesure OTDR. Pour déterminer la longueur de la fibre, il est possible de mesurer une fibre par câble.

6.7 Câblage universel de communication dans les centrales

Tous les réseaux de câblages (LAN) dans les centrales doivent être réalisés au moyen d'un câblage universel de communication (UKV).

Les liaisons du panneau de brassage dans l'armoire de communication aux commandes d'installation en passant par une prise de télécommunication seront exécutées selon le standard UKV (SN EN 50173 catégorie 6).

Des prises de télécommunication (UKV) doivent être installées pour la liaison entre le switch du réseau et les terminaux.

Si des prises UKV sont utilisées pour le raccordement au réseau de capteurs dans l'espace de circulation ou à ciel ouvert, celles-ci doivent être protégés contre la saleté et l'humidité (IP65) avec les connecteurs correspondants. Si cette protection ne peut pas être garantie, la prise doit être montée dans un boîtier de protection.

Une fois l'installation effectuée, son bon fonctionnement doit être prouvé par un contrôle technique protocolé pour toutes les jonctions de câbles.

Les boucles de terre doivent être évitées par des mesures appropriées.

6.8 Pose en parallèle de très basse tension et de basse tension

L'installation de câbles très basse tension doit être disposée de façon à minimiser les interférences électromagnétiques. Les exigences des normes SN EN 50174-2 et SN EN 50174-3 doivent être respectées.

Pour éviter les décharges électrostatiques, tous les systèmes de support de câbles conducteurs doivent être reliés à la terre.

Les distances de séparation minimales indiquées dans les normes susmentionnées doivent être respectées.

Les tensions de contact dépassant les 50 volts ne sont pas autorisés.

7 Documentation concernant les installations de câblage

7.1 Documentation concernant les câbles

Le fournisseur des installations de câbles documente :

- les caractéristiques des câbles ;
- le fabricant ;
- le fournisseur ;
- les certificats ;
- les déclarations des performances conformément à l'ordonnance sur les produits de construction ;
- la déclaration de conformité et certificats d'essai selon la norme DIN 4102-12 ;
- la conformité CE ;
- les instructions de pose et de montage ;
- les consignes de maintenance.

Documentation concernant les câbles fibre optique

Pour chaque câble fibre optique utilisé, les rapports de contrôles et les fiches techniques doivent être fournis par le fabricant des câbles avec les éléments suivants :

- fabricant / n° de mandat / date ;
- n° de production de câbles ;
- client / date de livraison ;
- longueur mesurée ;
- désignation de l'article ;
- fournisseur des fibres ;
- indice de réfraction de la fibre optique (fiche technique) ;
- structure des câbles (fiche technique) ;
- codage couleur utilisé pour identifier les conducteurs de faisceau, les câbles simplex et les fibres ;
- résultats de mesure classés en fonction du n° de faisceau et du n° de la fibre avec indication de l'appareil de mesure OTDR ;
- visa du contrôleur ;
- les spécifications du fournisseur (fiche technique) concernant les câbles et les fibres optiques.

Documentation concernant les câbles fibre optique confectionnés

Pour les câbles confectionnés utilisés, les rapports de contrôle et les fiches techniques doivent être fournis avec les éléments suivants :

- fabricant / confectionneur / n° de commande / date ;
- lot de production n° du câble confectionné n° ;
- client / date de livraison ;
- désignation de l'article ;
- fournisseur des connecteurs / fournisseur des câbles simplex ;
- technologie du connecteur (type de fêrulle, méthode de centrage du cœur des fibres) ;
- atténuation d'insertion et affaiblissement d'adaptation des câbles confectionnés fournis ;
- le visa du contrôleur ;
- les spécifications du fournisseur (fiche technique).

7.2 Documentation concernant les systèmes de support de câbles

Le fournisseur des systèmes de support de câbles documente les éléments suivants :

- indications sur le matériel utilisé ;
- distances de fixation maximales des consoles;
- la charge maximale autorisée ;
- les instructions de montage avec des détails sur la fixation ;
- le fabricant ;
- le fournisseur ;
- les autorisations ;
- la preuve de la certification E90 le cas échéant ;
- les consignes de maintenance.

7.3 Documentation concernant l'installation de câbles

L'installateur doit fournir les éléments suivants dans la documentation sur l'installation :

- distances de fixation maximales des consoles qui doivent être respectées ;
- le calcul de la capacité de charge avec 50 % de réserve ;
- les certificats des tests pour les vis de fixation et des chevilles ;
- la preuve que les rayons de courbure indiqués par le fabricant des câbles sont respectés;
- les systèmes de support de câbles utilisés ;
- le fabricant, le fournisseur des systèmes de support de câbles ;
- les types et les matériaux utilisés ;
- Concernant les installations de câbles avec maintien de la fonction : déclaration de conformité selon DIN 4102-12
- la résistance aux chocs et aux tremblements de terre pour le local batteries et les stations transformatrices.

Des listes des câbles doivent être élaborées en tant que partie de la documentation sur les installations. Elles doivent contenir les informations suivantes :

- la description des câbles, l'application du marquage des câbles ;
- le type de câble, le fabricant ;
- la section, la structure, le nombre de conducteurs ;
- la résistance mécanique ;
- la résistance au feu, déclaration des performances selon la norme SN EN 50575 ;
- les points de jonction ;
- les propriétés chimiques ;
- la documentation du/des fabricant(s).

L'usage prévu, le point de départ et d'arrivée doivent être marqués de manière durable aux points de jonction de l'ensemble des câbles.

Le contrôle des câbles courant fort est compris dans le rapport de sécurité qui est établi lors de l'installation électrique.

Auto-déclaration du soumissionnaire concernant l'installation de câblage

Avant la mise en service, l'entreprise chargée des travaux établit une déclaration du soumissionnaire (déclaration de conformité), dans laquelle il confirme que les directives de l'OFROU sont systématiquement mises en œuvre. L'ensemble des boîtes de jonction, des systèmes de fixation et des matériels auxiliaires doivent correspondre au standard déclaré.

Documentation sur le câblage universel

Les résultats des tests des mesures selon les normes SN EN 50173 et SN EN 50174-2.

Annexes

| | | |
|----------|--|-----------|
| I | Exemples | 31 |
| I.1 | Disposition des systèmes de support de câbles dans une galerie technique | 31 |
| I.2 | Disposition d'un système de support de câbles dans le faux-plancher d'une centrale | 32 |
| I.3 | Distances de séparation minimales sur les systèmes de support | 33 |
| I.4 | Installation courant fort..... | 34 |

I Exemples

I.1 Disposition des systèmes de support de câbles dans une galerie technique

Exemple de disposition d'un système de support de câbles dans une galerie technique comportant des câbles.

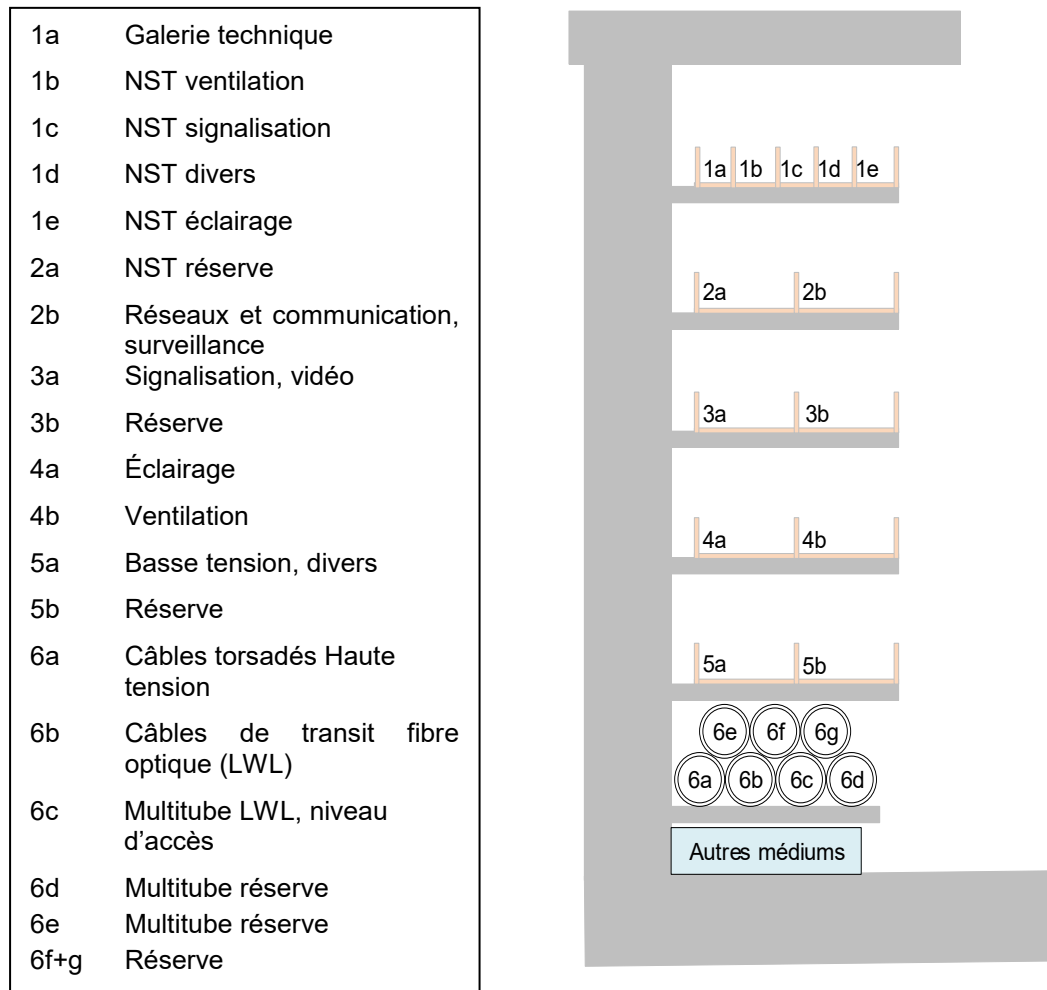


Fig. I.1 Exemple de répartition de conduite de câbles dans une galerie technique

La pose de câbles au niveau 6 peut également être exécutée sans tubes de protection des câbles.

Il faut prévoir une réserve d'espace sur le niveau attribué.

I.2 Disposition d'un système de support de câbles dans le faux-plancher d'une centrale

Exemple de disposition d'un système de support de câbles dans le faux-plancher d'un local technique.

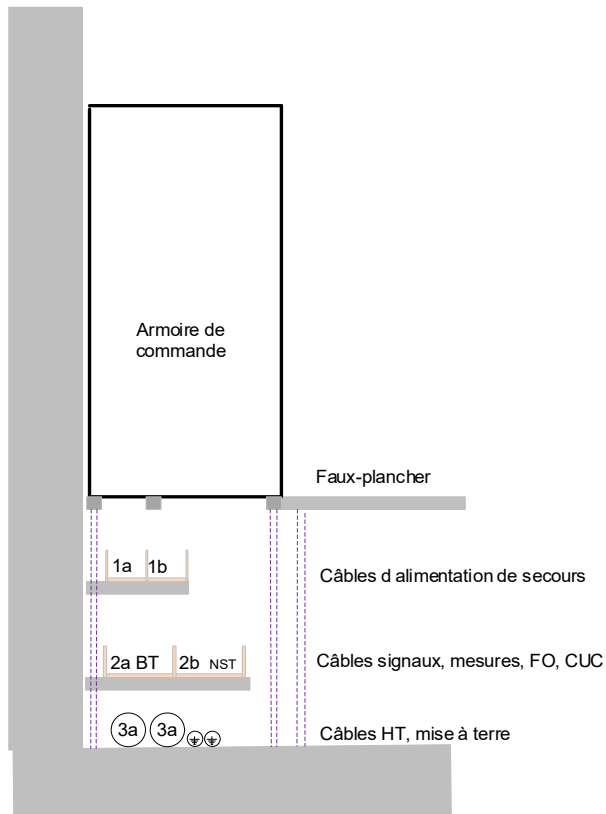


Fig. I.2 Exemple de disposition des câbles dans un faux-plancher

I.3 Distances de séparation minimales sur les systèmes de support

Les distances de séparation minimales entre les câbles basse tension et les câbles informatiques ou câbles très basse tension doivent respecter la norme SN EN 50174-2.

La hauteur maximale de l'empilement des câbles doit être déterminée sur la base des prescriptions de la norme susmentionnée.

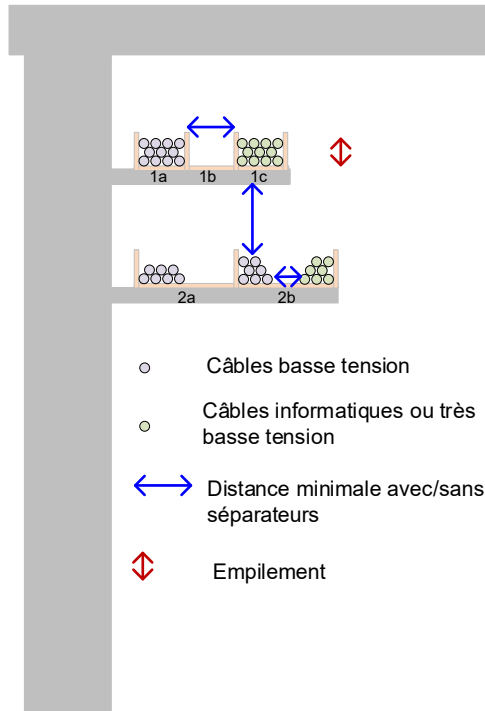


Fig. I.3 Distances de séparation minimales sur les systèmes de support

I.4 Installation courant fort

Si des lignes haute tension < 50 000 volts sont installées dans des galeries techniques en tant que conducteurs uniques, il convient de prévoir des batteries de tubes afin d'éviter les interférences.

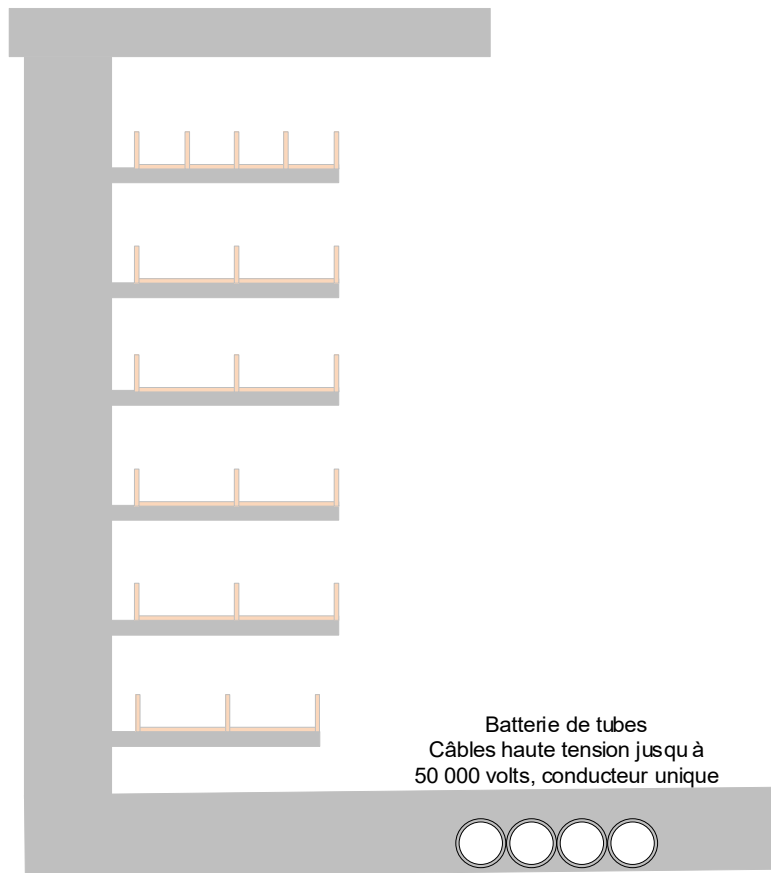


Fig. I.4 Exemple d'installation haute tension avec batterie de tubes séparée

Si des tunnels sont utilisés pour l'acheminement de câbles haute tension et de lignes très haute tension, ceux-ci doivent être installés dans des cloisons bétonnées séparées.

Les valeurs limites mentionnées dans l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI ; RS 814.710) doivent être respectées. Les champs électromagnétiques ne doivent pas influencer les installations critiques et leurs commandes.

Si des dérangements interviennent lors de l'exploitation et que les effets du rayonnement doivent ultérieurement être minimisés au moyen de blindages par des tôles spéciales, les dépenses y relatives doivent être entièrement assumées par l'entrepreneur responsable.

Glossaire

| Terme | Définition |
|--------------------|--|
| AEAI | Association des établissements cantonaux d'assurance incendie |
| AKS-CH | Directive ASTRA 13013 « Structure et désignation des équipements d'exploitation et de sécurité (AKS-CH) » Instrument servant à créer une structure et une désignation des EES en service sur les routes nationales uniformisées à l'échelon suisse. <i>Anlagekennzeichnungssystem Schweiz (AKS-CH)</i> |
| Code AKS-CH | Un code complet établi conformément à la structure et aux instructions de la directive 13013 |
| Code UIT | Liste des codes d'exploitant de l'UIT (Union internationale des télécommunications) pour chaque pays |
| CPR | En anglais : « <i>Construction Products Regulation</i> », voir l'OPCo |
| CRC | Classe de résistance à la corrosion |
| UKV | Câblage universel de communication (CUC) |
| Désignation | Symbole formé d'une suite de caractères alphanumériques pour désigner un objet. Au sens de la norme SN EN 81346-1:2009, il contient les informations des aspects emplacement, produit et fonction d'un objet. |
| DIN | <i>Deutsches Institut für Normung</i> – Institut allemand de normalisation |
| DIN 4102-12 | Pour information : dans la norme DIN 4102-12, le maintien de l'isolation à 800°C pendant 30 minutes est défini comme valeur limite pour la classification E30. |
| EAE | Entreprises d'approvisionnement en électricité |
| EES | Équipements d'exploitation et de sécurité |
| EN SN | Norme européenne / norme suisse |
| Entretien courant | Soins permanents apportés aux infrastructures visant à garantir la fonctionnalité requise. |
| ESTI | Inspection fédérale des installations à courant fort |
| Étiquetage | Information succincte placée sur le lieu de montage |
| FHB | Manuel technique EES |
| LWL | Fibre optique (FO) |
| IEC-Code | Code Import Export pour la transmission de données |
| Inventaire des EES | L'inventaire des EES est l'inventaire des EES installés. En complément à la directive 13013, les caractéristiques correspondantes (attributs) sont exécutées. Dans l'AM BSAS solution transitoire, l'inventaire des EES est exécuté et géré au niveau des agrégats. Il sert principalement à la gestion du patrimoine de l'OFROU. |
| IP | Protocole Internet (<i>Internet Protocol</i>) pour les réseaux informatiques |
| KBOB | Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics |
| LAN | Réseau local |
| LSH-HRL | Exigence la plus élevée de la norme IEC 61754-15 posée aux systèmes connecteurs LWL |
| NIBT | Norme sur les installations basse tension SN 1000 |
| NST | <i>Notstrom</i> – Alimentation de secours |
| Objet d'inventaire | Éléments des routes nationales, identifiables d'après leurs caractéristiques et leur position géographique. Les objets d'inventaire constituent un outil d'exploitation des routes nationales. |
| OIBT | Ordonnance sur les installations électriques à basse tension |
| OPCo | Ordonnance sur les produits de construction |
| ORN | Ordonnance sur les routes nationales |
| OTDR | <i>Optical time domain reflectometry</i> (technique de mesure optique) |
| PAW | Plans de l'ouvrage exécuté (PAW). Font partie de la documentation relative aux installations. |
| SUVA | Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents |
| TN-S | (Terre et neutre séparé) Type de connexion pour les réseaux de basse tension |

| Terme | Définition |
|--------------|---|
| UT | Unité territoriale (UT), responsable de l'entretien courant des routes nationales |
| Zone 10 | Tronçon à ciel ouvert des routes nationales |
| Zone 20 | Espace trafic tunnel et galeries |
| Zone 30 | Locaux et galeries techniques, galeries de sécurité, liaisons transversales |
| Zone 40 | Bâtiments d'exploitation de gestion du trafic, police, unité territoriale |

Bibliographie

Arrêtés fédéraux

-
- [1] Confédération suisse (1960), **Arrêté fédéral du 21 juin 1960 sur le réseau des routes nationales** (état le 1^{er} janvier 2002), RS 741.113.11, www.admin.ch.
-
- [2] Confédération suisse (1960), **Loi fédérale du 8 mars 1960 sur les routes nationales** (état le 1^{er} janvier 2002), RS 725.11, www.admin.ch
-
- [3] Confédération suisse (2007), **Ordonnance du 1^{er} janvier 2002 sur les routes nationales**, RS 725.111, www.admin.ch
-
- [4] Confédération suisse (2001), **Ordonnance sur les installations électriques à basse tension** (état le 1^{er} janvier 2018), RS 734.27.
www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20012238/index.html
-
- [5] Confédération suisse (2014), **Loi fédérale du 21 mars 2014 sur les produits de construction** (état le 1^{er} octobre 2014), RS 933.0.
www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20131248/index.html
-
- [6] Confédération suisse (2014), **Ordonnance sur les produits de construction** (état le 9 décembre 2014), RS 933.01.
www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20141382/index.html
-
- [7] Confédération suisse (1994), **Ordonnance sur les lignes électriques** (état le 1^{er} janvier 2016), RS 934.31.
www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19940083/index.html
-
- [8] Confédération suisse (1999), **Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant** (état le 1^{er} juillet 2016), RS 814.710.
www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19996141/index.html
-

Directives et instructions de l'OFROU

-
- [9] Office fédéral des routes OFROU, **Structure et désignation des équipements d'exploitation et de sécurité**, directive ASTRA 13013, www.astra.admin.ch.
-

Normes

-
- [10] Electrosuisse (2015), **Norme sur les installations à basse tension**, SN 1000, NIN.
-
- [11] Institut allemand de normalisation, (1998-11), «**Brandverhalten von Bauteilen und Baustoffen**» (en allemand uniquement), DIN 4102-12.
-
- [12] Association des établissements cantonaux d'assurance incendie, «**Directive de protection incendie AEAI, 13-15. Matériaux et éléments de construction**».
<https://services.vkg.ch/rest/public/georg/bs/publikation/documents/BSPUB-1394520214-72.pdf/content>
-
- [13] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2009), «**Systèmes industriels, installations et appareils et produits industriels – Principes de structuration et désignation de référence**», SN EN 81346-1:2009.
-
- [14] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2014), «**Sécurité des machines – équipement électrique des machines** – partie 1 prescriptions générales (2014)», SN EN 60204-1.
-
- [15] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2014), «**Câbles d'énergie, de commande et de communication – Câbles pour applications générales dans les ouvrages de construction soumis aux exigences de réaction au feu**», SN EN 50575.
-
- [16] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2011), «**Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu – Mesure de la chaleur et de la fumée dégagées par les câbles au cours de l'essai de propagation de la flamme – Appareillage d'essai, procédure et résultats**», SN EN 50399.
-
- [17] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2009), «**Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-10 : Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale**», SN EN 60332-3-10.
-
- [18] Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique – CENELEC (2014), «**Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 6 : Classement à partir des données d'essais de réaction au feu sur câbles électriques**», SN EN 13501-6 (SIA 183.056).
-

Manuel technique

[19] Office fédéral des routes OFROU, **Manuel technique Équipements d'exploitation et de sécurité (FHB BSA), 23001**, www.astra.admin.ch.

Documentation

[20] Office fédéral des routes, **Mise en oeuvre de l'AKS-CH EES**, *Documentation ASTRA 83013*,, www.astra.admin.ch.

Liste des modifications

| Édition | Version | Date | Modifications |
|---------|---------|------------|---|
| 2019 | 1.20 | 01.07.2021 | <p>Chapitre 2.2 : adaptation du texte;</p> <p>Chapitre 3.3.1 : adaptation du texte, câbles haute tension supprimés du tableau 3.1</p> <p>Chapitre 3.3.2 : ajout de maintien de la fonction avec mesures de construction, ajout de certificat AEAI</p> <p>Chapitre 4.2 : suppression des types de canal</p> <p>Chapitre 4.3 : suppression de diverses parties de texte</p> <p>Chapitre 4.4 : ajout des chevilles d'ancrage testées</p> <p>Chapitre 4.5 : nouveau tableau</p> <p>Chapitre 4.6 : description des parties du tableau</p> <p>Chapitre 5.3.1 : ajout de force de tirage</p> <p>Chapitre 6.2 : ajout de système de support de câbles E90 dans l'air de circulation</p> <p>Chapitre 6.6.1 : adaptation des spécifications techniques des fibres optiques, nouvelle description des niveaux transit</p> <p>Chapitre 6.6.2: ajout d'exigences applicables aux câbles de transit</p> <p>Chapitre 6.6.3: nouvelles mesures pour les lignes à fibre optique</p> <p>Chapitre 7.1: ajout installation de câbles</p> <p>Chapitre 7.3: ajout de DIN 4102</p> <p>Glossaire : ajout de CRC</p> |
| 2019 | 1.10 | 01.05.2020 | <p>Publication de la version française.</p> <p>Diverses adaptations mineures ;</p> <p>Chapitre 3.3.2 Maintien de la fonction reformulé ;</p> <p>Chapitre 4.2 Spécification des types de canaux, référence à la norme SN 61537;</p> <p>Chapitre 5.3.5 Cheminement protégé des câbles – nouveau ;</p> <p>Chapitre 5.3.6 Installation mixte de câbles avec maintien de la fonction ;</p> <p>Chapitre 6.2 Interrupteur de révision modifié.</p> |
| 2019 | 1.00 | 01.05.2019 | Édition 2019 (version originale en allemand). |

