

# GUIDE TECHNIQUE



**STRMTG**

SERVICE TECHNIQUE DES REMONTÉES MÉCANIQUES ET DES TRANSPORTS GUIDÉS

## REMONTÉES MÉCANIQUES

### RM2

CONCEPTION GÉNÉRALE ET MODIFICATION  
SUBSTANTIELLE DES TÉLÉPHÉRIQUES



**MINISTÈRE  
CHARGÉ  
DES TRANSPORTS**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Version 3 du 12 juillet 2023

## Objet – Domaine d'application

Le présent guide répond aux dispositions de l'article 5 II de l'arrêté du 7 août 2009 relatif à la conception, à la réalisation, à la modification, à l'exploitation et à la maintenance des téléphériques.

### Article 5 de l'arrêté du 07 août 2009

- II. – Les exigences prévues par le présent chapitre sont présumées satisfaites dès lors que sont respectées les dispositions prévues par le guide technique du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés. – Remontées mécaniques 2. – Conception générale et modification substantielle des téléphériques, publié, dans le respect des prescriptions du présent arrêté, par le STRMTG sur son site internet.
- III. – La présomption prévue au II ne fait pas obstacle à la mise en œuvre par les personnes concernées de solutions différentes de celles prévues par le guide technique précité, sous réserve de la justification du respect des exigences prévues au I, au vu d'analyses de sécurité pouvant s'appuyer :
- soit sur des comparaisons par rapport aux dispositions prévues par le guide technique précité ;
  - soit sur le retour d'expérience constaté sur des installations, constituants de sécurité ou sous-système comparables à celui concerné situés dans un pays de l'Union Européenne ou dans un pays appliquant des règles techniques et de sécurité équivalentes à celles de l'Union européenne. Cette équivalence est établie en vertu d'accords auxquels la France ou l'Union européenne sont parties ou démontrée sur la base de critères objectifs

Ce guide a été élaboré par le Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés, en collaboration avec un groupe de travail représentatif des différents acteurs de la profession.

Les dispositions du présent guide visent à proposer des solutions techniques qui ne présentent pas de caractère réglementaire mais dont le respect permet cependant de présumer de la conformité aux exigences réglementaires et/ou de l'atteinte d'un niveau de sécurité jugé satisfaisant. Des solutions différentes peuvent être proposées, une justification devant alors être apportée pour justifier de l'équivalence des solutions ou de l'atteinte d'un niveau de sécurité équivalent.

Les dispositions de ce guide ne préjugent en rien du respect des réglementations autres que celles liées à la sécurité du système ou de l'installation considérée.

Ce guide technique est applicable aux téléphériques suivants, relevant des dispositions du règlement (UE) 2016/424 :

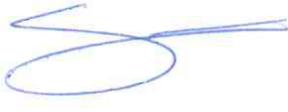
- Transport public de personne / Installation intégralement en zone de montagne (L 342-7 du code du tourisme, code de l'urbanisme),
- Transport public de personne / Installation hors zone de montagne (L 2000-1 du code des transports, décret n°2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés – STPG),
- Transport de personnes en ERP (L 1251-10 du code des transports, décret STPG titre IV),
- Transport de personnel (L 1251-10 du code des transports, décret STPG titre IV).

Ce guide est destiné à l'ensemble des acteurs professionnels du secteur des téléphériques : Autorités Organisatrices de Transport, Maîtres d'ouvrage, Constructeurs, Exploitants, Maîtres d'œuvre, Bureaux d'études, Organismes Qualifiés Agréés, Vérificateurs agréés, Bureaux de Contrôle Technique, Contrôleurs COFREND 2, ...

La présente version du guide est applicable aux appareils dont le dossier de Demande d'Autorisation d'Exécution des Travaux ou le Dossier Préliminaire de Sécurité est déposé à partir du 1<sup>er</sup> septembre 2023.

### Historique des mises à jour

N° de version	Date	Nature de la version
1	20 avril 2010	Création
2	18 mai 2016	Mise à jour du guide suite à publication de l'arrêté du 3 mars 2016 modifiant l'arrêté du 7 août 2009
3	12 juillet 2023	Mise à jour 2023

RÉDACTEURS		VÉRIFICATEUR	APPROBATEUR
<b>Thibault CHATELUS</b> Chargé d'affaires au département installations de transport par câbles	<b>Stéphane CONTARDO</b> Chef du groupe mécanique	<b>Gaëtan RIOULT</b> Chef du département installations de transport par câbles	<b>Daniel PFEIFFER</b> Directeur
			



Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports guidés  
(STRMTG)  
1461 rue de la piscine  
38400 St Martin d'Hères  
tél. : 33 (0)4 76 63 78 78  
mèl. [strmtg@developpement-durable.gouv.fr](mailto:strmtg@developpement-durable.gouv.fr)  
[www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr](http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr)

## Sommaire général

<b>Préambule.....</b>	<b>7</b>
<b>PARTIE A - Conception, réalisation et modification des téléphériques.....</b>	<b>8</b>
Chapitre A1 – Dispositions générales.....	12
Chapitre A2 - Conception, réalisation et modification des téléphériques.....	15
Chapitre A3 - Dispositions spécifiques concernant l'implantation des installations et la sécurité des usagers en ligne et dans les stations d'embarquement et de débarquement.....	22
A3 - 7.1 - Tracé.....	22
A3 – 7.2 - Espace enveloppe et gabarit libre des téléphériques.....	22
A3 - 7.3 - Distances de sécurité entre les véhicules et les autres parties du téléphérique.....	31
A3 - 7.4 - Autres distances de sécurité.....	34
A3 - 7.5 - Protection des installations et des personnes en cas de voisinage avec une ligne électrique aérienne.....	37
A3 - 7.6 - Largeur de la voie.....	41
A3 - 7.7 - Protection des installations et des personnes en cas d'incendie.....	42
A3 – 7.8 - Hauteurs de survol.....	58
Chapitre A4 - Dispositions spécifiques relatives à la sécurité des usagers en ligne et dans les stations d'embarquement et de débarquement.....	59
A4 - 9 – Vitesse en ligne.....	59
A4 - 10 – Vitesse en gare.....	59
A4 - 11 - Intervalle de temps minimum en stations entre deux véhicules successifs pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	60
A4 - 12 – Surveillance du déplacement en stations des véhicules découplables des téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	61
A4 - 14 – Accompagnement des véhicules.....	62
A4 – 15 – Aménagement des zones d'embarquement et de débarquement.....	62
A4 - 15.1 - Dispositions communes aux stations des télésièges.....	63
A4 - 15.2 - Aires d'embarquement des télésièges fixes et découplables.....	63
A4 - 15.3 - Aide à l'embarquement par tapis roulants sur les télésièges à attaches fixes.....	67
A4 - 15.4 - Aide à l'embarquement par tapis de positionnement sur les télésièges à attaches découplables.....	68
A4 - 15.5 - Aires de débarquement des télésièges.....	70
A4 - 15.6 - Stations intermédiaires.....	77
A4 - 15.7 - Télésièges accessibles aux piétons.....	77
A4 - 15.8 - Cas particulier des télébennes.....	77
A4 - 15.9 - Cas particulier des télémixtes.....	77
Chapitre A5 - Dispositions complémentaires pour le respect des articles 5 I et 5 II.....	78
A5 - 5.1 - Dispositions relatives à la sécurité de fonctionnement.....	78

A5 - 5.2 - Dispositions relatives à l'accès des personnes handicapées (cas des appareils de stations de montagne).....	85
A5 - 5.3 - Conception, calculs et vérifications.....	86
A5 - 5.4 - (Partie supprimée).....	140
A5 - 5.5 - Téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient.....	140
A5 - 5.6 - Voies de circulation des usagers et du personnel.....	143
A5 - 5.7 - Divers.....	145
Chapitre A6 - Dispositions complémentaires pour l'emploi et la réutilisation des constituants de sécurité et le génie civil.....	153
A6- 17.1 - Prescriptions complémentaires pour les composants de sécurité maintenus en service.	153
A6 - 17.2 - Architectures électriques.....	154
A6 - 17.3 - Dispositions spécifiques aux câbles.....	154
A6 - 17.4 - Dispositions pour les autres composants de sécurité.....	155
A6 - 21.1 - Cas particulier des Mordaches.....	156
A6 - 21.2 - Tambours d'ancrage.....	158
A6 - 23.1 - Prescriptions complémentaires pour la récupération de balanciers.....	159
A6 - 24.1 - Dispositions complémentaires relatives à la récupération, la modification ou le maintien en service du génie civil.....	159
A6 - 24.2 - Dispositions particulières aux constructions métalliques pour les ouvrages de ligne et des stations.....	162
A6 - 24.3 - Dispositions particulières aux fondations et ouvrages en béton.....	163
Chapitre A7 - Essais probatoires avant autorisation de mise en exploitation.....	164
A7 - 25.1 - Vérification de la conformité de l'installation aux documents présentés.....	164
A7 - 25.2 - Contrôles et essais fonctionnels des différents constituants dans leurs relations entre eux et dans leur environnement local.....	164
A7 - 25.3 - Épreuve de fonctionnement.....	165
A7 - 25.4 - Rapport de l'essai probatoire.....	165
A7 - 25.5 - Point 0 d'origine, réalisé après la mise en service.....	166
Chapitre A8 – Contenu du dossier de récolement prévu à l'article R-472.15 du code de l'urbanisme .....	168
Chapitre A9 - Dispositions complémentaires pour la modification et la maintenance.....	172
Chapitre A10 - Paramètres à prendre en compte pour les calculs et vérifications dans le cas d'un téléphérique monocâble.....	173
Chapitre A11 - Éléments complémentaires pour la réalisation du génie-civil.....	181
A11 – 1 – Ancrage des superstructures.....	181
A11 – 2 – Réalisation du génie-civil.....	189
A11 – 3 – Essais et vérification du génie-civil avant mise en service.....	196

<b>PARTIE B - Dispositions complémentaires relatives aux mesures à mettre en œuvre lors de la conception et la construction des téléphériques en vue d'assurer la sécurité du personnel d'exploitation.....</b>	<b>197</b>
préambule.....	198
Chapitre B1 - Généralités.....	198
Chapitre B2 - Pylônes.....	200
B2 - 1 - Échelles.....	200
B2 - 2 - Passerelles.....	202
B2 - 3 - Dispositifs de manœuvre.....	208
Chapitre B3 – Câbles.....	209
Chapitre B4 – Gares.....	210
B4 - 1 - Généralités.....	210
B4 - 2 - Éclairage.....	212
B4 - 3 - Information, signalisation et instruments de contrôle.....	212
B4 - 4 - Dispositifs de commande et de manœuvre.....	212
B4 - 5 - Fluides sous haute pression.....	213
B4 - 6 - Protection contre les risques liés aux éléments mobiles de transmission et de tension.....	213
B4 - 7 - Tapis d'embarquement ou de positionnement.....	215
Chapitre B5 – Véhicule de service.....	216
<b>PARTIE C - Dispositions complémentaires relatives aux mesures à mettre en œuvre lors de la conception et la construction des téléphériques bicâbles en vue d'assurer la sécurité du personnel d'exploitation.....</b>	<b>218</b>
<b>PARTIE D - Prescriptions relatives au domaine électrique pour les installations nouvelles et les installations modifiées substantiellement.....</b>	<b>219</b>
Préambule.....	220
Définitions.....	220
Chapitre D1 - Exigences pour la conception générale des installations.....	223
D1 - 1 - Cas des téléphériques monocâbles.....	223
D1 - 1.1 - Configuration pour la marche avec l'entraînement principal ou auxiliaire.....	223
D1 - 1.2 - Configuration pour la marche avec l'entraînement de secours.....	225
D1 - 2 - Vérification de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation.....	226
D1 - 2.1 - Documents supports de la vérification.....	226
D1 - 2.2 - Paramétrage de l'installation.....	226
D1 - 2.3 - Vérification du câblage.....	227
D1 - 2.4 - Vérification en cas de modification en cours d'essais électriques probatoires.....	227
Chapitre D2 - Exigences complémentaires pour la récupération des architectures électriques non marquées CE.....	228
D2 - 1 - Vérification de la conception de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation.....	228

D2 - 2 - Prescriptions concernant l'utilisation d'automates programmables.....	228
D2 - 2.1 - Prescriptions concernant le matériel.....	228
D2 - 2.2 - Prescriptions concernant les logiciels.....	228
D2 - 3 - Cas des téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	229
D2 - 3.1 - Marche d'exploitation.....	229
D2 - 3.2 - Marche en cas de circonstances exceptionnelles.....	235
<b>Annexe 1 - Élaboration du guide RM2.....</b>	<b>240</b>

## PRÉAMBULE

Le fond gris qui apparaît sous certains textes indique que ceux-ci ont une valeur réglementaire.

La numérotation de ce guide est fondée sur le numéro des articles de l'arrêté du 07 août 2009.

Ce guide s'applique aux installations à câbles suivantes :

- installations à câbles pour le transport public de personnes en zone de montagne régies par l'article L342-7 du code du tourisme ;

### **Article L342-7**

Sont dénommés « remontées mécaniques » tous les appareils de transports publics de personnes par chemin de fer à crémaillère, , par installation à câbles relevant du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/ CE, ainsi que les installations à câbles utilisées pour le service des refuges de montagne mentionnées au d du paragraphe 2 de l'article 2 du même règlement.

- installations à câbles pour le transport public hors zone de montagne régies par l'article L2000-1 du Code des transports ;

### **Article L2000-1 Code des transports**

Est dénommé transport ferroviaire ou guidé pour l'application du présent code tout transport public dont les véhicules sont assujettis à suivre, sur tout ou partie de leur parcours, une trajectoire déterminée à l'exclusion des remontées mécaniques relevant des dispositions du code du tourisme et des systèmes de transport situés dans l'enceinte d'un établissement soumis aux réglementations relatives aux établissements recevant du public, aux activités foraines ou aux parcs de loisirs.

- installations à câbles utilisées pour le service des refuges de montagne régies par l'article L1251-9 du Code des transports ;

### **Article L1251-9**

#### **Création Ordonnance n°2021-206 du 24 février 2021 - art. 2**

Les installations à câbles utilisées pour le service des refuges de montagne mentionnées au d du paragraphe 2 de l'article 2 du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/ CE sont conformes aux exigences essentielles de ce règlement ainsi qu'aux dispositions applicables aux installations à câbles et aux trains à crémaillère à vocation touristique, historique ou sportive situés hors zone de montagne.

- installations à câbles utilisées pour le transport de personnes situées dans l'enceinte d'un ERP ou pour le transport de personnel, régies par l'article L1251-10 du Code des transports ;

### **Article L1251-10**

#### **Création Ordonnance n°2021-206 du 24 février 2021 - art. 2**

Les installations à câbles utilisées pour le transport de personnes situées dans l'enceinte d'un établissement soumis aux réglementations relatives aux établissements recevant du public, aux activités foraines ou aux parcs de loisirs ou pour le transport de personnel sont soumises aux dispositions relatives au transport guidé du titre Ier du livre VI de la première partie ainsi qu'aux dispositions applicables aux installations à câbles et aux trains à crémaillère à vocation touristique, historique ou sportive situés hors zone de montagne.

## PARTIE A - CONCEPTION, RÉALISATION ET MODIFICATION DES TÉLÉPHÉRIQUES

<b>PARTIE A - Conception, réalisation et modification des téléphériques.....</b>	<b>8</b>
Chapitre A1 – Dispositions générales.....	12
Chapitre A2 - Conception, réalisation et modification des téléphériques.....	15
Chapitre A3 - Dispositions spécifiques concernant l'implantation des installations et la sécurité des usagers en ligne et dans les stations d'embarquement et de débarquement.....	22
A3 - 7.1 - Tracé.....	22
A3 – 7.2 - Espace enveloppe et gabarit libre des téléphériques.....	22
A3 - 7.2.1 - Espace enveloppe des téléphériques.....	23
A3 - 7.2.2 - Gabarit libre des téléphériques.....	30
A3 - 7.3 - Distances de sécurité entre les véhicules et les autres parties du téléphérique.....	31
A3 - 7.3.1 - Généralités.....	31
A3 - 7.3.2 - Cas particulier du gabarit de passage des véhicules aux pylônes.....	31
A3 - 7.3.3 - Cas particulier des guidages des téléphériques.....	32
A3 - 7.3.4 - Cas particulier du gabarit par rapport aux câbles aériens entre les voies.....	33
A3 - 7.3.5 - Distances de sécurité dans les zones de circulation.....	34
A3 - 7.4 - Autres distances de sécurité.....	34
A3 - 7.4.1 - Interférence du gabarit libre d'un téléphérique avec des éléments dont la position relative est maîtrisée par l'exploitant.....	35
A3 - 7.4.2 - Balisage des installations.....	36
A3 - 7.5 - Protection des installations et des personnes en cas de voisinage avec une ligne électrique aérienne.....	37
A3 - 7.5.1 - Cas du croisement entre un téléphérique et une ligne électrique aérienne.....	37
A3 - 7.5.2 - Cas du parallélisme entre un téléphérique et une ligne électrique aérienne.....	39
A3 - 7.6 - Largeur de la voie.....	41
A3 - 7.7 - Protection des installations et des personnes en cas d'incendie.....	42
A3 – 7.7.1 - Principes généraux.....	42
A3 - 7.7.2 – Stations de l'installation (et leurs locaux annexes) et véhicules.....	44
A3 - 7.7.3 – Risque généré par l'environnement de l'installation.....	47
A3 - 7.7.4 - Marche incendie.....	56
A3 – 7.8 - Hauteurs de survol.....	58
Chapitre A4 - Dispositions spécifiques relatives à la sécurité des usagers en ligne et dans les stations d'embarquement et de débarquement.....	59
A4 - 9 – Vitesse en ligne.....	59
A4 - 10 – Vitesse en gare.....	59
A4 - 11 - Intervalle de temps minimum en stations entre deux véhicules successifs pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	60
A4 - 12 – Surveillance du déplacement en stations des véhicules découplables des téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	61
A4 - 14 – Accompagnement des véhicules.....	62
A4 – 15 – Aménagement des zones d'embarquement et de débarquement.....	62

A4 - 15.1 - Dispositions communes aux stations des télésièges.....	63
A4 - 15.2 - Aires d'embarquement des télésièges fixes et découplables.....	63
A4 - 15.3 - Aide à l'embarquement par tapis roulants sur les télésièges à attaches fixes.....	67
A4 - 15.3.1 - Conception et implantation des tapis d'embarquement.....	67
A4 - 15.3.2 - Fonctions de sécurité.....	68
A4 - 15.4 - Aide à l'embarquement par tapis de positionnement sur les télésièges à attaches découplables.....	68
A4 - 15.4.1 - Conception et implantation des tapis de positionnement.....	68
A4 - 15.4.2 - Fonctions de sécurité.....	69
A4 - 15.5 - Aires de débarquement des télésièges.....	70
A4 - 15.5.1 - Télésièges fixes.....	70
A4 - 15.5.2 - Télésièges découplables.....	73
A4 - 15.5.3 - Dispositifs de non-débarquement.....	75
A4 - 15.6 - Stations intermédiaires.....	77
A4 - 15.6.1 - Télésièges fixes.....	77
A4 - 15.6.2 - Télésièges découplables.....	77
A4 - 15.7 - Télésièges accessibles aux piétons.....	77
A4 - 15.8 - Cas particulier des télébenches.....	77
A4 - 15.9 - Cas particulier des télémixtes.....	77
Chapitre A5 - Dispositions complémentaires pour le respect des articles 5 I et 5 II.....	78
A5 - 5.1 - Dispositions relatives à la sécurité de fonctionnement.....	78
A5 - 5.1.1 - Dispositifs de mesure du vent.....	78
A5 - 5.1.2 - Commande de la vitesse en ligne et à l'entrée des stations, et indicateur de position des véhicules pour les téléphériques à va-et-vient, va-ou-vient et pulsés.....	80
A5 - 5.1.3 - Dispositions préventives contre la chute d'un véhicule mal accouplé.....	80
A5 - 5.1.4 - Câbles de sécurisation.....	81
A5 - 5.1.5 - Dispositifs de contrôle de fermeture et de verrouillage des portes de cabines et de benches.....	81
A5 - 5.1.6 - Portillon de fin de quai de certaines installations équipées de véhicules fermés.....	81
A5 - 5.1.7 - Boutons d'arrêt de sécurité.....	81
A5 - 5.1.8 - Survitesse.....	81
A5 - 5.1.9 - Tension et guidage des câbles.....	82
A5 - 5.1.10 - Sécurisation des culots coulés.....	84
A5 - 5.1.11 - Contrôle de la force de serrage des mors.....	84
A5 - 5.1.12- Utilisation des pylônes de téléphériques comme support d'équipements annexes....	84
A5 - 5.2 - Dispositions relatives à l'accès des personnes handicapées (cas des appareils de stations de montagne).....	85
A5 - 5.2.1 - Télésièges.....	85
A5 - 5.2.2 - Télécabines.....	85
A5 - 5.3 - Conception, calculs et vérifications.....	86
A5 - 5.3.1 - Référentiels.....	86
A5 - 5.3.2 - Justification par calcul des câbles, de la transmission des forces aux poulies et de la puissance d'entraînement.....	86
A5 - 5.3.3 - Règles techniques pour les câbles.....	97
A5 - 5.3.4 - Justification par calculs pour le génie civil.....	104
A5 - 5.4 - (Partie supprimée).....	140
A5 - 5.5 - Téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient.....	140
A5 - 5.5.1 - Téléphériques mono tracteurs à boucle de câble tracteur sécurisée.....	140
A5 - 5.5.2 - Téléphériques bi-tracteurs à boucles de câbles tracteurs sécurisées.....	142

A5 - 5.5.3 - Autres téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient.....	142
A5 - 5.6 - Voies de circulation des usagers et du personnel.....	143
A5 - 5.6.1 - Voie de circulation des usagers.....	143
A5 - 5.6.2 - Aménagement des zones réservées au personnel.....	145
A5 - 5.7 - Divers.....	145
A5 - 5.7.1 - Prescriptions générales pour l'entraînement et les freins.....	145
A5 - 5.7.2 - Équipements des stations.....	148
A5 - 5.7.3 - Signalisation.....	149
A5 - 5.7.4 - Protection contre la foudre et mise à la terre.....	149
A5 - 5.7.5 - Énergie électrique, matériel électrique.....	149
A5 - 5.7.6 - Transmission des ordres et des informations, et équipements de télécommunication .....	151
A5 - 5.7.7 - Dispositifs de reprise de tension et de mise en tension.....	151
A5 - 5.7.8 - Prescriptions générales applicables aux équipements hydrauliques.....	152
Chapitre A6 - Dispositions complémentaires pour l'emploi et la réutilisation des constituants de sécurité et le génie civil.....	153
A6- 17.1 - Prescriptions complémentaires pour les composants de sécurité maintenus en service.	153
A6 - 17.2 - Architectures électriques.....	154
A6 - 17.3 - Dispositions spécifiques aux câbles.....	154
A6 - 17.4 - Dispositions pour les autres composants de sécurité.....	155
A6 - 21.1 - Cas particulier des Mordaches.....	156
A6 - 21.2 - Tambours d'ancrage.....	158
A6 - 23.1 - Prescriptions complémentaires pour la récupération de balanciers.....	159
A6 - 24.1 - Dispositions complémentaires relatives à la récupération, la modification ou le maintien en service du génie civil.....	159
A6 - 24.1.1 - Généralités, définitions.....	159
A6 - 24.1.2 - Récupération.....	159
A6 - 24.1.3 - Modification du génie-civil.....	160
A6 - 24.1.4 - Maintien en service.....	160
A6 - 24.1.5 - Constituant de génie-civil neuf en interface avec un constituant récupéré ou maintenu en service.....	162
A6 - 24.2 - Dispositions particulières aux constructions métalliques pour les ouvrages de ligne et des stations.....	162
A6 - 24.2.1 - Conditions générales.....	162
A6 - 24.2.2 - Conditions spécifiques aux ouvrages de ligne.....	162
A6 - 24.3 - Dispositions particulières aux fondations et ouvrages en béton.....	163
Chapitre A7 - Essais probatoires avant autorisation de mise en exploitation.....	164
A7 - 25.1 - Vérification de la conformité de l'installation aux documents présentés.....	164
A7 - 25.2 - Contrôles et essais fonctionnels des différents constituants dans leurs relations entre eux et dans leur environnement local.....	164
A7 - 25.3 - Épreuve de fonctionnement.....	165
A7 - 25.4 - Rapport de l'essai probatoire.....	165
A7 - 25.5 - Point 0 d'origine, réalisé après la mise en service.....	166
Chapitre A8 – Contenu du dossier de récolement prévu à l'article R-472.15 du code de l'urbanisme .....	168
Chapitre A9 - Dispositions complémentaires pour la modification et la maintenance.....	172

Chapitre A10 - Paramètres à prendre en compte pour les calculs et vérifications dans le cas d'un téléphérique monocâble.....	173
Chapitre A11 - Éléments complémentaires pour la réalisation du génie-civil.....	181
A11 – 1 – Ancrage des superstructures.....	181
A11 - 1.1 - Généralités.....	181
A11 - 1.2 - Méthodes de calculs.....	183
A11 – 2 – Réalisation du génie-civil.....	189
A11 – 2.1 - Adaptation.....	189
A11 – 2.2 - Réalisation et contrôle de la fondation.....	192
A11 – 2.3 - Calage des superstructures.....	193
A11 – 2.4 - Mise en charge des ouvrages.....	195
A11 – 3 – Essais et vérification du génie-civil avant mise en service.....	196

## Chapitre A1 – DISPOSITIONS GÉNÉRALES

### Article 1<sup>er</sup> de l'arrêté du 7 août 2009 – Objet de l'arrêté

Le présent arrêté fixe, en complément du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câble et abrogeant la directive 2000/9/CE, d'une part les objectifs de sécurité des téléphériques et, d'autre part, la réglementation technique applicable à leur conception, leur réalisation, leur modification, leur exploitation et leur maintenance.

### Article 2 de l'arrêté du 7 août 2009 – Définitions

Au sens du présent arrêté, on désigne par :

- câble clos : un câble formé d'un seul toron de fils métalliques toronnés en hélice en plusieurs couches autour d'un fil d'âme et dont la couche extérieure, au moins, comporte des fils profilés en Z ;
- câble multi-torons : un câble formé de plusieurs torons câblés en hélice, en une ou plusieurs couches, autour d'une âme synthétique, mixte ou métallique. Les torons sont formés d'un fil d'âme métallique et d'une ou plusieurs couches de fils ronds toronnés en hélice ;
- composant de sécurité et sous-système : tout composant de sécurité et tout sous-système au sens de l'article 3 du règlement (UE) 2016/424 précité ;
- diamètre nominal d'un câble : dimension par laquelle un câble marqué CE : est désigné par son fabricant ;
- exploitant : la ou les personnes mentionnées à l'article R. 342-12 du code du tourisme ou au décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports guidés ;
- exploitation en service normal : exploitation d'une installation dans les conditions normales prévues par le règlement d'exploitation ;
- exploitation en cas de circonstances exceptionnelles : soit l'exploitation d'une installation lorsque que à la suite d'une action volontaire de l'exploitant, une ou plusieurs des conditions nominales prévues au règlement d'exploitation ne sont pas remplies, soit l'exploitation pour une courte durée d'une installation dont un ou plusieurs des dispositifs de sécurité sont indisponibles ;
- installation : le système complet de remontée mécanique, y compris le génie civil, implanté dans son site ;
- installation nouvelle : tout projet d'installation sur un site vierge ou en remplacement complet d'une installation existante ;
- maintenance : l'ensemble des opérations nécessaires pour le maintien et le rétablissement de l'état spécifié de l'installation et de ses constituants ;
- maître d'œuvre : la personne agréée en application de l'article R. 342-5 du code du tourisme ;
- marquage « CE » : les obligations prévues au deuxième alinéa de l'article L.2214-1 du code des transports ;
- modification substantielle : toute modification qui remet en cause de manière significative les caractéristiques principales de l'installation, l'emplacement et la nature des ouvrages ou la capacité de transport ou, pour les installations relevant des dispositions du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés, toute modification répondant aux conditions prévues à l'article 2 de ce décret ;
- plan d'évacuation des usagers : le document mentionné à l'article R. 472-15 du code de l'urbanisme ;
- plan d'intervention et de secours : le document mentionné à l'article 39 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés ;
- plateau de service : un véhicule conçu et réalisé pour permettre le transport exclusif du personnel en vue de réaliser des opérations d'entretien et de maintenance d'un téléphérique ;

- qualification COFREND 2 : certification par la Confédération Française pour les Essais Non Destructifs d'un niveau d'aptitudes physiques, de connaissances, d'habileté, de formation et d'expérience nécessaires pour exécuter correctement des tâches d'essai non destructif ;
- règlement d'exploitation : le document mentionné à l'article R. 472-15 du code de l'urbanisme ;
- règlement de police : le document mentionné aux articles R. 472-15 du code de l'urbanisme, R. 342-11 du code du tourisme et à l'article 60 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 précité ;
- règlement de sécurité de l'exploitation : le document mentionné à l'article 23 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés ;
- service de contrôle : le service chargé des missions mentionnées à l'article R. 342- 8 du code du tourisme et à l'article 84 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 précité ;
- STRMTG : le service technique des remontées mécaniques et des transports guidés créé par le décret n° 2010-1580 du 17 décembre 2010 relatif au service technique des remontées mécaniques et des transports guidés ;
- système de gestion de la sécurité : le système mentionné à l'article R. 342-12 du code du tourisme et à l'article 23 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 précité ;
- téléphérique : toute installation dans laquelle les usagers sont transportés dans des véhicules suspendus à un ou plusieurs câbles ;
- vérificateur : la personne agréée en application de l'article R. 342-15 du code du tourisme.

En tant que de besoin, on se référera pour la compréhension de la terminologie employée dans le présent guide à la norme EN 1907.

Nota : Les termes composants de sécurité et constituants de sécurité sont utilisés dans certains textes réglementaires et dans le présent guide. Ces deux termes ont la même signification, voir définition dans l'article 2 de l'arrêté ci-dessus.

### **Définitions complémentaires :**

Constituant récupéré : un constituant est dit récupéré lorsque, après déplacement, il est utilisé sans modification sur la même installation ou sur une autre installation.

Constituant maintenu en service : un constituant est dit maintenu en service lorsque, après une opération de modification du téléphérique, il conserve sa fonction antérieure au même emplacement.

Constituant modifié : un constituant récupéré ou maintenu en service est dit modifié lorsqu'il subit une adaptation pour remplir la même fonction après une opération de modification ou de maintenance.

### **Article 3 de l'arrêté du 7 août 2009 – GAME**

La conception, la réalisation, la modification, l'exploitation et la maintenance des téléphériques, notamment ceux faisant appel à des technologies nouvelles, sont mises en œuvre de telle sorte que le niveau global de sécurité soit au moins équivalent à celui de téléphériques existants assurant des services ou fonctions comparables.

Au titre des transports guidés urbains, le STRMTG a édité un guide d'application relatif à la méthodologie de démonstration du principe GAME (Globalement Au Moins Équivalent).

#### **Article 4 de l'arrêté du 7 août 2009 – Innovation**

Afin de permettre la mise en œuvre de technologies ou de matériels innovants, le directeur du STRMTG, saisi d'une demande en ce sens, peut déroger à titre exceptionnel aux dispositions prévues par le présent arrêté.

La demande présente les dispositions auxquelles il est envisagé de déroger et celles dont est souhaitée la mise en œuvre en démontrant, par la production d'analyses de sécurité, qu'elles respectent les exigences prévues aux articles 3, au I de l'article 5 et au I de l'article 26.

La demande est adressée, munie de son dossier justificatif, au directeur du STRMTG, par l'intermédiaire du bureau de contrôle compétent au regard du projet concerné (bureau du STRMTG ou département de la sécurité des transports guidés de la DRIEAT pour l'Île de France), ou, si la demande ne concerne pas un projet particulier, via le département des Installations de Transports par Câbles du STRMTG.

Le STRMTG dispose de deux mois pour prendre une décision vis-à-vis de la demande.

Le silence gardé par le STRMTG pendant deux mois vaut décision de rejet de la demande, conformément aux dispositions du décret n° 2014-1273 du 30 octobre 2014 relatif aux exceptions à l'application du principe « silence vaut acceptation ».

## Chapitre A2 - CONCEPTION, RÉALISATION ET MODIFICATION DES TÉLÉPHÉRIQUES

### Article 6 du Règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/CE

#### Exigences essentielles

Les installations à câbles et leur génie civil, leurs sous-systèmes et leurs composants de sécurité satisfont aux exigences essentielles énoncées à l'annexe II qui leur sont applicables.

En particulier :

### Article 2.2 de l'annexe II (exigences essentielles) au règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/CE

Principes de sécurité

Toute installation à câbles est conçue, exploitée et entretenue en appliquant les principes suivants dans l'ordre indiqué :

- éliminer ou, à défaut, réduire les risques par des dispositions de conception et de construction,
- définir et prendre les mesures de protection nécessaires vis-à-vis des risques ne pouvant être éliminés par les dispositions de conception et de construction,
- définir et énoncer les précautions à prendre pour éviter les risques n'ayant pu être totalement éliminés par les dispositions et mesures visées aux premier et deuxième tirets.

Nota : Conformément au droit européen, le règlement (UE) 2016/424 est d'application immédiate, sans texte national de transposition. La reproduction de certaines dispositions de ce règlement (UE) dans le présent guide vise uniquement à présenter la cohérence d'ensemble du dispositif réglementaire et du présent référentiel.

### Article 1<sup>er</sup> de l'arrêté du 7 août 2009 – Objet de l'arrêté

Le présent arrêté fixe, en complément du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câble et abrogeant la directive 2000/9/CE, d'une part les objectifs de sécurité des téléphériques et, d'autre part, la réglementation technique applicable à leur conception, leur réalisation, leur modification [...].

### Article 5 I de l'arrêté du 7 août 2009 – Exigences générales de sécurité

Les dispositions du présent chapitre fixent les conditions dans lesquelles les téléphériques mentionnés à l'article 1<sup>er</sup> sont conçus, réalisés et substantiellement modifiés de façon à permettre, en exploitation, le maintien permanent de la sécurité des usagers, des personnels et des tiers, dans des conditions normales d'utilisation ou dans d'autres conditions raisonnablement prévisibles.

Les constructeurs, les maîtres d'œuvre, les maîtres d'ouvrage et les exploitants sont responsables, chacun pour ce qui le concerne, du respect des exigences prévues à l'alinéa précédent. À cette fin, ils doivent prendre toutes précautions afin d'éviter la survenance d'un dommage notamment pour ce qui concerne les pylônes, les câbles, les gares, y compris les garages et zones d'entretien ainsi que les véhicules, y compris ceux dédiés à l'entretien, à la maintenance de l'installation et à l'évacuation, et donner une information suffisamment précise aux usagers, aux personnels et aux tiers sur les risques résiduels qui les concernent. Le risque d'incendie des gares et de leur environnement fait l'objet d'une analyse de risques spécifique.

Les mesures prises par les personnes précitées en application du présent article ne font pas échec aux exigences de sécurité ou de protection des personnels qu'il leur incombe de respecter au titre d'autres réglementations, notamment celle prévue par le code du travail.

### **Article 5 II de l'arrêté du 7 août 2009 – Guide RM2**

Les exigences prévues par le présent chapitre sont présumées satisfaites dès lors que sont respectées les dispositions prévues par le guide technique du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés. - Remontées mécaniques 2. – Conception générale et modification substantielle des téléphériques, publié, dans le respect des prescriptions du présent arrêté, par le STRMTG sur son site Internet.

### **Article 5 III de l'arrêté du 7 août 2009 – GAME en conception**

La présomption prévue au II ne fait pas obstacle à la mise en œuvre par les personnes concernées de solutions différentes de celles prévues par le guide technique précité, sous réserve de la justification du respect des exigences prévues au I, au vu d'analyses de sécurité pouvant s'appuyer :

- soit sur des comparaisons par rapport aux dispositions prévues par le guide technique précité ;
- soit sur le retour d'expérience constaté sur des installations, constituants de sécurité ou sous-système comparables à celui concerné situés dans un pays de l'Union Européenne ou dans un pays appliquant des règles techniques et de sécurité équivalentes à celles de l'Union européenne. Cette équivalence est établie en vertu d'accords auxquels la France ou l'Union européenne sont parties ou démontrée sur la base de critères objectifs.

Les réactions en chaîne pouvant survenir à la suite d'un événement doivent être prises en compte. En revanche, l'apparition simultanée de deux situations dangereuses indépendantes peut ne pas être prise en compte.

### **Article 8 du Règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/CE**

#### **Analyse de sécurité et rapport de sécurité pour les projets d'installations à câbles**

1. La personne responsable de l'installation à câbles, déterminée par un État membre conformément au droit national, réalise ou fait réaliser une analyse de sécurité du projet d'installation à câbles.
2. L'analyse de sécurité requise pour chaque installation à câbles :
  - a) tient compte de tous les modes d'exploitation envisagés ;
  - b) est réalisée selon une méthode reconnue ou établie ;
  - c) tient compte de l'état actuel de la technique et de la complexité de l'installation à câbles en question ;
  - d) garantit que la conception et la configuration de l'installation à câbles prennent en compte l'environnement local et les situations les plus défavorables afin de garantir des conditions satisfaisantes en matière de sécurité ;
  - e) prend en compte tous les aspects intéressant la sécurité de l'installation à câbles et les contraintes externes dans le cadre de la conception, de la construction et de la mise en service ;
  - f) permet d'identifier, sur la base de l'expérience acquise, les risques susceptibles d'apparaître durant l'exploitation de l'installation à câbles.
3. L'analyse de sécurité porte également sur les dispositifs de sécurité et leurs effets sur l'installation à câbles et les sous-systèmes associés qu'ils font intervenir afin que les dispositifs de sécurité :
  - a) aient la capacité de réagir à une première panne ou défaillance détectée pour demeurer soit dans un état garantissant la sécurité, soit dans un mode dégradé de fonctionnement, soit en arrêt en sécurité ;
  - b) soient redondants et surveillés ; ou
  - c) soient tels que leur probabilité de défaillance peut être évaluée et que leurs effets soient d'un niveau comparable à celui atteint par les dispositifs de sécurité répondant aux critères visés aux points a) et b).
4. L'analyse de sécurité permet d'établir l'inventaire des risques et des situations dangereuses, de recommander les mesures envisagées pour faire face aux risques et de dresser la liste des sous-

systèmes et composants de sécurité devant être intégrés dans l'installation à câbles.

5. Le résultat de l'analyse de sécurité figure dans un rapport de sécurité.

Tout nouveau téléphérique ou tout téléphérique modifié substantiellement, fait l'objet d'une analyse de sécurité, présentée par la personne responsable (maître d'ouvrage, autorité organisatrice de transport, détenteur de l'infrastructure), destinée notamment à déterminer la liste des composants de sécurité et les sous-systèmes.

Le rapport de sécurité mentionne comment et dans quel document sont prises en compte ses dispositions qui influent sur l'exploitation et la maintenance.

Le respect des exigences essentielles figurant à l'annexe II du règlement (UE) 2016/424 concerne l'ensemble de l'installation : génie civil, sous-systèmes, composants de sécurité, règles d'exploitation et de maintenance.

**Article L2214-1 Code des transports : Mise sur le marché des sous-systèmes et constituants de sécurité des installations à câbles**

*(Modifié par Ordonnance n°2021-206 du 24 février 2021 - art. 2)*

Les sous-systèmes et composants de sécurité des installations à câbles transportant des personnes ne peuvent être mis sur le marché que s'ils sont accompagnés d'une déclaration UE de conformité aux exigences essentielles de sécurité. Les sous-systèmes et composants de sécurité comportent également un marquage " CE " de conformité.

Le respect des dispositions prévues à l'alinéa précédent présume de la satisfaction des produits en cause aux exigences essentielles définies par le règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/ CE.

**Article R342-17 du code du tourisme**

*(Modifié par Décret n°2021-207 du 24 février 2021 - art. 1)*

Toute modification susceptible d'affecter la sécurité d'une remontée mécanique ou d'un tapis roulant fait l'objet d'une déclaration au préfet au moins un mois avant sa mise en œuvre. A cette fin, le maître d'ouvrage transmet au préfet un dossier décrivant la modification envisagée et comprenant, le cas échéant, le rapport de sécurité prévu par l'article 8 du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/ CE pour la partie modifiée.

Si, au vu du dossier transmis, il ressort que la modification envisagée remet en cause de manière significative les caractéristiques principales de l'installation, son emplacement et la nature des ouvrages ou sa capacité de transport, le préfet peut, dans un délai ne pouvant excéder un mois, la soumettre à l'autorisation prévue à l'article L. 472-1 du code de l'urbanisme.

Si des caractéristiques, des sous-systèmes ou des composants de sécurité significatifs d'installations existantes font l'objet de modifications nécessitant une nouvelle autorisation de mise en service, ces modifications et leurs incidences sur l'installation dans son ensemble doivent respecter les mêmes exigences essentielles.

Dans le cas d'une modification substantielle, les services en charge du contrôle de l'État constatent, le cas échéant, l'incompatibilité de l'application des règles techniques et de sécurité contenues dans le présent guide, avec les règles techniques et de sécurité en vigueur lors de la délivrance de la première autorisation de travaux. Dans ce cas, l'installation modifiée doit rester conforme au moins aux règles techniques et de sécurité d'origine, sous réserve que les nouvelles modifications apportées au téléphérique ne remettent pas en cause le niveau de sécurité global de l'installation.

**Article R342-4 du code du tourisme**

*(inséré par Décret n° 2007-934 du 15 mai 2007 art. 1 Journal Officiel du 16 mai 2007)*

Pour la construction ou la modification substantielle d'une remontée mécanique ou d'un tapis roulant, il est choisi un maître d'œuvre unique pour le projet, indépendant du maître d'ouvrage, du ou des constructeurs ainsi que de l'exploitant de l'installation.

**Article R342-23 du code du tourisme**

*(Modifié par Décret n°2021-207 du 24 février 2021 - art. 1)*

Les fonctions exercées par le maître d'œuvre prévu à l'article R 342-4 comprennent au moins :

- a) La description de l'organisation du projet ;
- b) La vérification de l'adaptation du projet au terrain, notamment en matière de choix d'emplacement des gares et pylônes et de type de système de sauvetage ;
- c) La vérification de la cohérence générale de la conception du projet, y compris les conditions d'utilisation des sous-systèmes et des composants de sécurité au sens du règlement (UE) 2016/424 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles et abrogeant la directive 2000/9/ CE ;
- d) La production du rapport de sécurité prévu par l'article 4 du même décret ;
- e) La vérification de la conformité du projet à la réglementation technique et de sécurité prévue à l'article R. 342-3 ;
- f) La direction des réunions de chantier et l'établissement de leurs comptes rendus ;
- g) La vérification de la conformité de l'installation réalisée au projet adopté ;
- h) La réception du génie civil, y compris le contrôle des essais réalisés sur site ;
- i) La direction des essais probatoires de l'installation ;
- j) l'établissement du dossier de demande d'autorisation de mise en exploitation prévu à l'article R. 472-15 du code de l'urbanisme.

Les conditions d'application du présent article sont précisées, en tant que de besoin, par un arrêté du ministre chargé des transports.

**Article 7 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017  
relatif à la sécurité des transports publics guidés**

La sécurité de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des installations à câble et des trains à crémaillère soumis aux dispositions des titres II, IV ou VI est évaluée par un organisme qualifié pour une ou plusieurs des catégories d'installations suivantes:

1° Installations de téléphériques monocâbles (téléphériques à attaches fixes ou débrayables, double monocâble);

2° Installations de remontées mécaniques de technologie complexe ou spéciale (funiculaires, téléphériques bi- câbles, pulsés);

[...]

**Article 7 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017  
relatif à la sécurité des transports publics guidés**

I. – L'évaluation de la sécurité de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des systèmes de transport public guidés mentionnés aux articles 5 et 6 est réalisée par les organismes qualifiés agréés dans les conditions prévues à la section 2 ou accrédités dans les conditions prévues à la section 3. L'évaluation de la sécurité de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des systèmes de

transport public guidés mentionnés à l'article 7 est réalisée par les seuls organismes qualifiés agréés mentionnés à l'alinéa précédent.

II. – L'agrément délivré en application de l'article R. 342-5 du code du tourisme pour exercer les fonctions de maître d'oeuvre pour une ou plusieurs catégories d'installations à câble et de trains à crémaillère mentionnés à l'article 7 vaut agrément pour évaluer la sécurité des installations correspondantes soumises aux dispositions des titres II, IV ou VI.

Pour ce qui concerne le détail de la mission d'évaluation de la sécurité :

- l'article 17 du décret STPG précise les missions que l'organisme qualifié agréé doit réaliser pour les installations à câbles relevant du titre IV, reprenant exactement le libellé des missions du maître d'œuvre définies à l'article R342-23 du code du tourisme ;
- les principes définis par le guide d'application du STRMTG relatif à la mission de l'organisme qualifié pour l'évaluation de la sécurité des projets, élaboré pour les transports guidés urbains de type tramways ou métros, permettent de cadrer l'intervention pour les installations à câbles relevant du titre II.

Il est par ailleurs nécessaire d'avoir l'intervention d'un contrôleur technique dans les conditions définies à l'article R342-25 du code du tourisme ou à l'article 27 du décret STPG.

#### **Article R342-25 du code du tourisme**

*(Modifié par Décret n°2021-207 du 24 février 2021 - art. 1)*

Lors de la construction ou de la modification substantielle d'une remontée mécanique à l'exception des téléskis, les fondations, ancrages et superstructures des remontées mécaniques, à l'exclusion des parties mobiles ou sujettes à l'usure, sont soumis à un contrôle technique portant sur leur conception et leur exécution.

Ce contrôle est exercé par un contrôleur technique choisi par le maître d'ouvrage parmi les contrôleurs agréés en application des dispositions de l'article L. 111-25 du code de la construction et de l'habitation, dans le respect des règles et sous les peines fixées en matière de contrôle technique obligatoire par ce code.

#### **Article 27 du décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés**

Pour les installations à câble et les trains à crémaillère, un contrôleur agréé en application des dispositions de l'article L. 111-25 du code de la construction et de l'habitation exerce le contrôle technique sur la conception et l'exécution des fondations, ancrages et superstructures, à l'exclusion des parties mobiles ou sujettes à l'usure. Ce contrôle est exercé dans le respect des règles et sous les peines fixées en matière de contrôle technique obligatoire par le code mentionné au premier alinéa.

La mission du maître d'œuvre agréé ou de l'organisme qualifié agréé (OQA) comprend la vérification du dimensionnement et de l'exécution du génie civil. Cette vérification est dite de second regard.

Elle est indépendante de celle réalisée par le contrôleur technique (BCT).

#### **Article 6 de l'arrêté du 07 août 2009 – Cohérence entre conception et réalisation**

Une installation ne peut être réalisée ou modifiée sans que la cohérence entre sa conception et sa réalisation ne soit garantie.

Cette exigence est satisfaite :

- soit en faisant appel à une seule personne pour assurer les missions de conception et de réalisation de l'installation et disposant, pour ces deux missions, d'un système de management de la qualité conforme aux normes de la série NF EN ISO 9001 et certifié par tierce partie ;
- soit par l'établissement d'un plan d'assurance de la qualité portant à la fois sur la conception et la réalisation de l'installation envisagée. Ce plan prévoit l'intervention d'un contrôleur externe

pour ces deux missions, sans préjudice de la fonction exercée par le maître d'œuvre au titre du g de l'article R. 342-23 du code du tourisme.

L'article 6 est applicable aux installations nouvelles et aux modifications substantielles.

Le plan d'assurance de la qualité de l'installation (PAQI) est établi sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

La conception et la réalisation d'un téléphérique peuvent se résumer en un certain nombre de « tâches » :

- T1 - Concevoir une installation (sous-système et génie civil) dans les conditions spécifiées par le maître d'ouvrage, dans le respect des réglementations et en tenant compte de l'ensemble des risques identifiés, liés au système et à son environnement.
- T2 - Déterminer par une analyse de sécurité les constituants de sécurité.
- T3 - Élaborer les cahiers des charges nécessaires à la définition des constituants de sécurité et les sous-systèmes déterminés par l'analyse de sécurité ainsi que pour les autres composants nécessaires à la réalisation du téléphérique. Le cas échéant, pour une installation nouvelle avec des composants récupérés il doit déterminer les composants récupérables, les conditions de leur récupération, de leur ré-emploi et de leur maintenance y compris pour le génie civil.
- T4 - Sélectionner les constituants de sécurité, les sous-systèmes et les autres composants nécessaires à la réalisation du téléphérique en cohérence avec les cahiers des charges.
- T5 - Concevoir le génie civil (béton/métal) pour répondre aux risques liés à l'environnement et permettre l'interfaçage avec les sous-systèmes en respectant les préconisations des fabricants et la réglementation ;
- T6 - Réaliser / fabriquer le génie civil.
- T7 - Assembler les constituants de sécurité au sein des sous-systèmes dans le respect des domaines d'utilisation et des interfaces des constituants de sécurité tels que définis par le ou les fabricants.
- T8 - Assembler les sous-systèmes entre eux et avec les autres composants dont le génie civil.
- T9 - s'assurer du bon fonctionnement en sécurité du téléphérique et livrer au maître d'ouvrage un téléphérique conforme à la réglementation technique et sécurité avec les notices associées et un dossier justificatif qui assure également la traçabilité de l'opération.

Les tâches T1 à T4, T9 incombent à la même entité qui maîtrise le savoir faire « téléphérique ».

Le plan d'assurance de la qualité doit être élaboré en conformité avec norme FD ISO 10005.

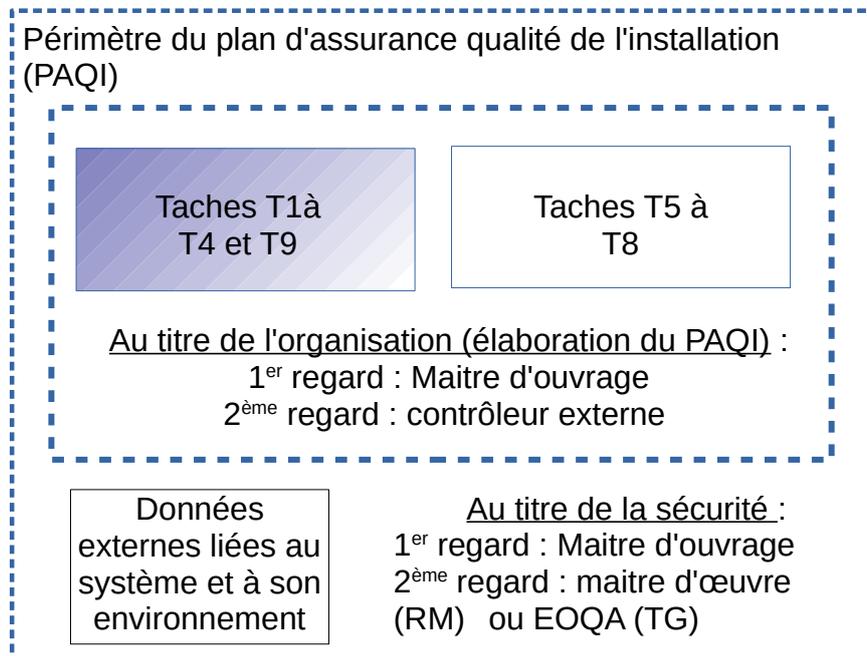
Le contrôleur externe a pour mission de s'assurer de la cohérence entre la conception et la réalisation de l'installation au travers de l'examen du plan qualité. Cet examen se traduit par la production d'un document attestant la pertinence du plan qualité et son aptitude à assurer la cohérence. Ce document, accompagné du PAQI, est remis au service de contrôle avant le début des travaux.

La mission de contrôleur externe est remplie par une personne désignée à cet effet par le maître d'ouvrage. Le maître d'œuvre (RM) ou l'EOQA (TG) peut remplir cette mission.

Le maître d'ouvrage est responsable de la bonne application de ce plan qualité et doit attester préalablement à la mise en service de l'installation le respect par les intervenants des dispositions du plan qualité.

Le schéma ci-après synthétise les relations et les responsabilités entre les divers intervenants à la réalisation d'un téléphérique nouveau ou substantiellement modifié.

### Périmètre de l'opération



## Chapitre A3 - DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES CONCERNANT L'IMPLANTATION DES INSTALLATIONS ET LA SÉCURITÉ DES USAGERS EN LIGNE ET DANS LES STATIONS D'EMBARQUEMENT ET DE DÉBARQUEMENT

### Sous-section 1 – Dispositions spécifiques relatives à l'implantation des installations

#### Article 7 I de l'arrêté du 07 août 2009 – Implantation

Tout téléphérique est conçu de manière à garantir la libre circulation des véhicules et de leurs usagers en évitant, par la mise en place de distances de sécurité, tout heurt avec les infrastructures de l'installation ou son environnement.

### A3 - 7.1 - Tracé

En général, l'axe du tracé des téléphériques est rectiligne entre les stations et l'écartement de la voie constant.

Pour obtenir une déviation de l'axe du tracé ou un changement de la largeur de la voie, des déviations calculées des câbles dans le plan horizontal sont admissibles dans les conditions suivantes, sans tenir compte de l'influence du vent et des effets dynamiques :

- a) pour tous les téléphériques : la force horizontale résultant de la déviation et de la force de tension du câble doit être inférieure ou égale dans tous les cas de charge à 10 % de la force d'appui verticale du câble ;
- b) pour les téléphériques bicâbles : l'angle formé à l'entrée du sabot par le câble porteur et le plan diamétral du sabot doit être inférieur ou égal à 0,005 rad ;
- c) pour les téléphériques monocâbles : l'angle formé à l'entrée du balancier par le câble porteur-tracteur et le plan diamétral du train de galet doit être inférieur ou égal à 0,005 rad.

Pour des déviations supérieures aux prescriptions ci-dessus, des dispositifs ou des ouvrages de ligne appropriés doivent être prévus.

### A3 – 7.2 - Espace enveloppe et gabarit libre des téléphériques

L'espace enveloppe des remontées mécaniques correspond à l'encombrement cinématique des câbles, des véhicules ou des agrès de remorquage et, le cas échéant, des zones des mains, des skis et des pieds ainsi que des biens transportés.

À partir de là, on détermine un volume dénommé « gabarit libre » qui s'obtient en ajoutant à l'« espace enveloppe du téléphérique » des distances de sécurité.

Le gabarit libre ne doit pas interférer avec :

- l'espace enveloppe d'une autre remontée mécanique ;
- l'infrastructure du téléphérique ;
- son environnement immédiat (bâtiment, ligne électrique, gabarit routier, etc..).

Les articles suivants définissent donc successivement :

- les mouvements horizontaux, verticaux et longitudinaux des câbles et/ou des véhicules à considérer, avec les paramètres de chargement correspondant, de façon à obtenir les limites d'occupation de l'espace du téléphérique (l'espace enveloppe) ;
- les distances de sécurité à ajouter à ces limites d'occupation de l'espace afin d'éviter tout risque de heurt ou d'accrochage des câbles, des véhicules et des tiers (le gabarit libre).

Les [tableaux B](#) et [C](#) du [chapitre A10](#) synthétisent les vérifications à effectuer et les paramètres nécessaires à ces vérifications pour les téléphériques monocâbles.

## A3 - 7.2.1 - Espace enveloppe des téléphériques

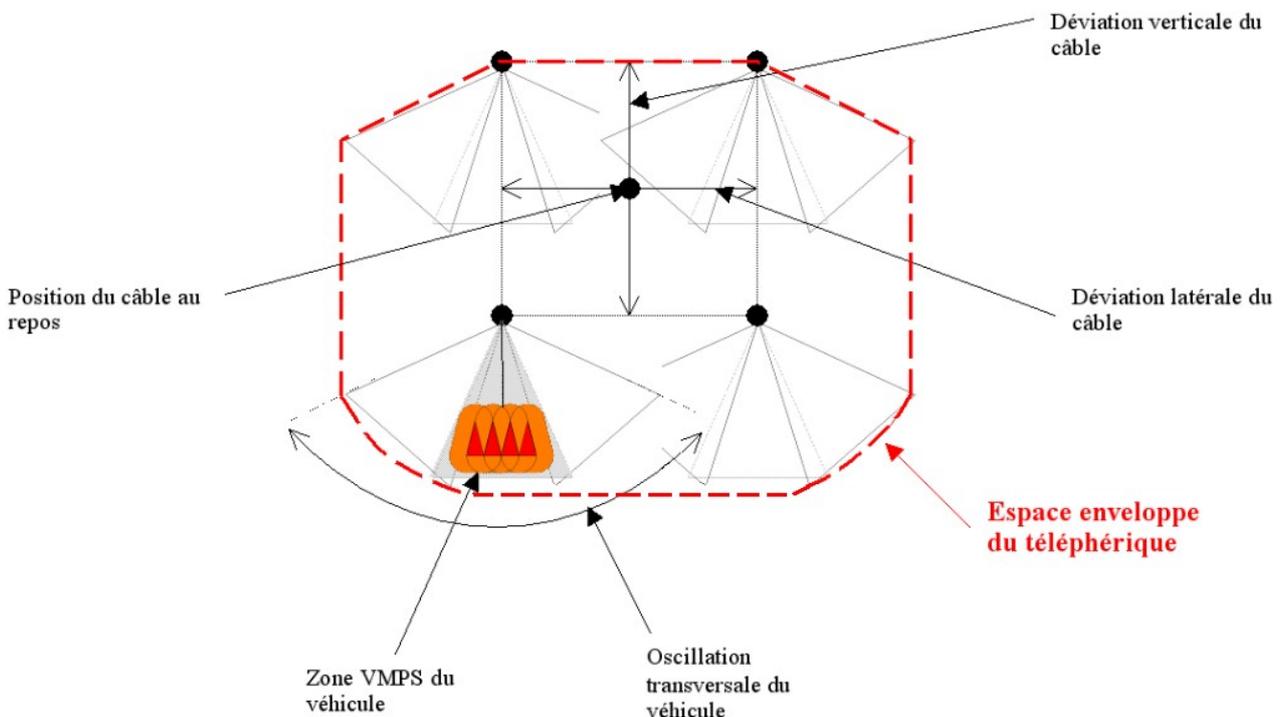
Il doit être défini pour les cas « en exploitation » et « hors exploitation » compte tenu :

- de la zone VMPS (cf. [A3-7.2.1.1](#)) ;
- des déviations latérales des câbles (cf. [A3-7.2.1.2](#)) ;
- des déviations verticales des câbles (cf. [A3.7.2.1.3](#)) ;
- des oscillations transversales des véhicules (cf. [A3 - 7.2.1.4](#)) ;
- des oscillations longitudinales des véhicules (cf. [A3-7.2.1.5](#)).

Il n'y a pas d'obligation de superposer les effets longitudinaux et transversaux, à l'exception du cas des guidages suivant [A3 - 7.3.3](#).

Hors exploitation, les véhicules sont pris en compte lorsqu'ils restent en ligne. Ils seront alors considérés comme non occupés. On ne prendra donc pas en compte la zone VMPS.

Le schéma ci-après visualise le principe de la conjugaison des paramètres ci-dessus pour la détermination de l'espace enveloppe. (Il n'est pas représentatif de la réalité, pour ce faire, voir [article A3-7.2.2](#))



L'action du vent sur les câbles et les véhicules sera définie selon le [A5-5.3.2.2.2](#).

Néanmoins, pour le calcul des déviations latérales des câbles, les valeurs de pression de vent à prendre en considération sont définies en [A3-7.2.1.2](#).

### A3 – 7.2.1.1 - Zones VMPS

La zone VMPS résulte du profil physique des véhicules, de la zone des mains, des pieds, des skis et des équipements qu'il est prévu de transporter.

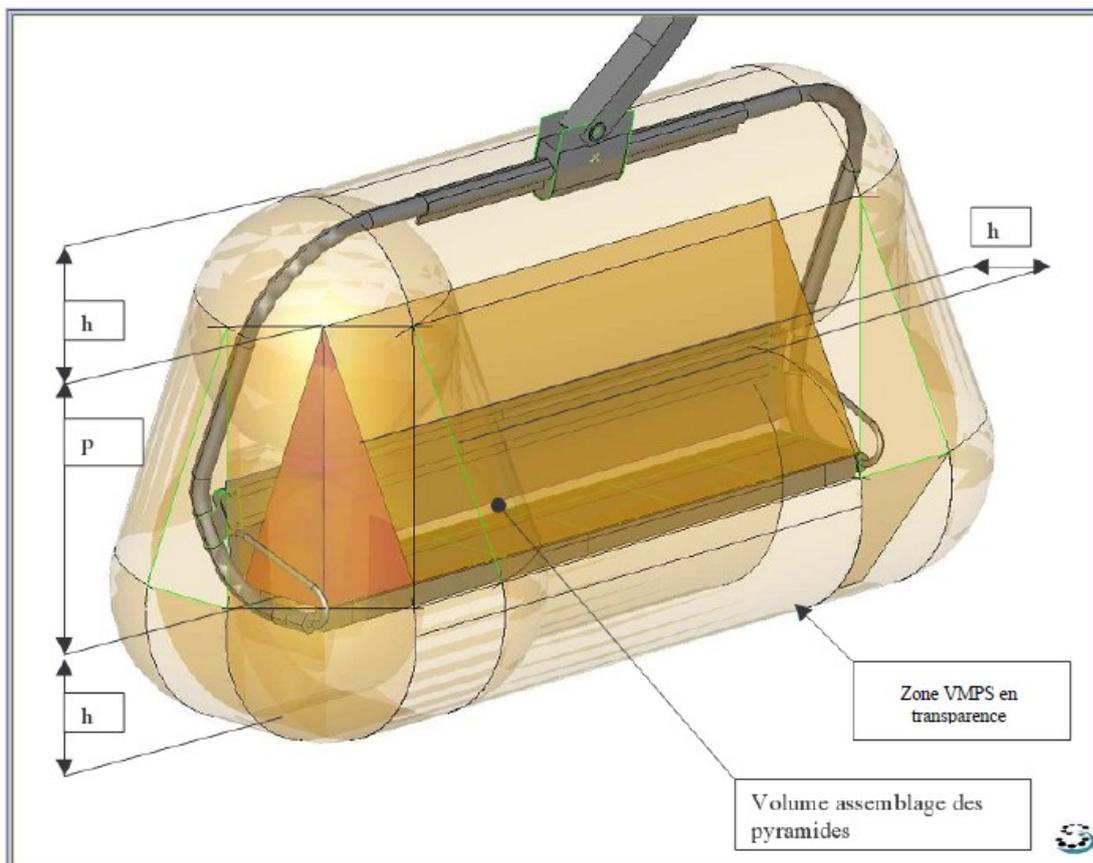
#### Véhicules fermés :

La zone des mains est de :

- pour toutes les fenêtres permettant d'y faire passer la main : 1,00 m ;
- dans le cas des fenêtres basculantes, lorsque le bord inférieur de la fenêtre ouverte se trouve au moins à 1,80 m au-dessus du plancher du véhicule : 0,20 m ;
- dans le cas des fenêtres basculantes, lorsque le bord inférieur de la fenêtre ouverte se trouve entre 1,50 m et 1,80 m au-dessus du plancher du véhicule : 0,50 m.
- Par analogie, pour les fenêtres coulissantes lorsque le bord inférieur se trouve au moins à 1,80 m au-dessus du plancher du véhicule : 0,50 m.

#### Véhicules ouverts (sièges) :

La zone des mains et des pieds peut être tracée en forme d'une pyramide droite à quatre faces dont la base est constituée par la surface d'assise de chaque place et dont la hauteur est de 1 m. La zone des mains et des pieds est de 0,5 m dans toutes les directions à partir du contour extérieur de cette pyramide.



p : hauteur de la pyramide référence = 1 mètre

h : distance à la surface située à 50 cm maximum des pyramides de référence

La zone des skis se trouve dans un plan parallèle à la surface d'assise et à une distance de 0,5 m en dessous. La longueur de la zone des skis est fixée à 1 m en avant et en arrière du plan vertical passant

par le bord antérieur du siège. Les bords latéraux de la zone des skis se trouvent dans le plan vertical des bords latéraux de la surface d'assise.

**Bennes :**

La zone des mains est de 1 m dans toutes les directions.

**A3 - 7.2.1.2 - Déviation latérale des câbles - méthode de calcul et paramètres**

La déviation latérale des câbles sous l'effet du vent peut être calculée, sauf justification particulière, avec une valeur réduite de la pression du vent  $q'$  appliquée sur les câbles et les véhicules le cas échéant :

$$q' = q \times (l^* / l'^*)^2$$

où :

$q$  Pression du vent (en kN/m<sup>2</sup>)

$q = 0,20$  kN/m<sup>2</sup> au moins en exploitation (cette valeur doit être revue proportionnellement si l'action du vent définie selon le [A5-5.3.2.2.2](#) est supérieure à 0,25 kN/m<sup>2</sup>) ;

$q = 1,2$  kN/m<sup>2</sup> au moins hors exploitation.

$l^*$  Longueur de la corde de la portée du câble (en m)

$l'^*$  Longueur fictive de la portée du câble (en m)

La pression dynamique  $q'$  agit comme charge distribuée de manière égale sur la longueur totale de la portée du câble  $l'^*$ .

La longueur fictive de la portée du câble  $l'^*$  est déterminée avec la corde de la portée du câble  $l^*$  après l'équation suivante :

$$l'^* = l^* \times \delta$$

Avec  $\delta$ , facteur de réduction, pris égal à :

- 1,00 pour  $l^* \leq 200$  m ;
- 0,65 pour  $l^* = 900$  m ;
- 0,50 pour  $l^* \geq 2000$  m.

Dans le cas d'une longueur oblique de la portée du câble  $l^*$  entre 200 m et 900 m ou entre 900 m et 2000 m,  $\delta$  doit être déterminé par interpolation linéaire.

Lors de la détermination du déplacement latéral il faut tenir compte de l'augmentation des surfaces de frappe du vent des câbles due au givrage. À moins qu'une expertise ne fixe d'autres valeurs, il faut prendre en compte une gaine de givre avec une épaisseur de glace de :

- 20 mm pour les câbles avec un diamètre nominal  $\leq 10$  mm ;
- 25 mm pour les câbles avec un diamètre nominal  $\geq 100$  mm.

Dans le cas d'un diamètre nominal du câble entre 10 mm et 100 mm, l'épaisseur du givre doit être déterminée par interpolation linéaire.

Si les conditions climatiques sur le site l'exigent, des épaisseurs de glace plus élevées seront à prendre en considération. Mais dans le cas de conditions climatiques favorables, des valeurs inférieures peuvent également être considérées.

Pour la détermination du déplacement latéral des câbles, il faut supposer les cas suivants :

- a) en exploitation
  - 1) 100 % de la pression dynamique sans gaine de givre,
  - 2) 100 % de la pression dynamique avec 40 % de l'épaisseur du givre,
  - 3) 80 % de la pression dynamique avec 100 % de la gaine de givre.
- b) hors exploitation
  - 1) 100 % de la pression dynamique sans gaine de givre,
  - 2) 65 % de la pression dynamique avec 40 % de l'épaisseur du givre,
  - 3) 40 % de la pression dynamique avec 100 % de la gaine de givre.

Pour les câbles en mouvement ou porteurs, une influence simultanée du vent et du givre en exploitation ne doit pas être prise en considération.

Pour la détermination du déplacement latéral des câbles, on ne doit pas prendre en compte les effets dynamiques.

Les vérifications hors exploitation ne sont à réaliser que pour les installations qui présenteraient une vulnérabilité particulière vis-à-vis de l'environnement.

### **A3 - 7.2.1.3 - Déviation verticale des câbles - méthode de calcul et paramètres**

Lors du calcul de la déviation verticale extrême des câbles, il faut tenir compte :

- a) En exploitation :
  - de la charge utile des véhicules,
  - de l'effet dynamique lors du démarrage et du freinage.

On tiendra compte de l'effet dynamique de façon simplifiée en supposant les variations suivantes de la flèche extrême calculée du câble en mouvement uniforme, avec les véhicules éventuellement suspendus (y compris leur charge utile) :

- de  $\pm 10$  % au moins pour les câbles porteurs,
  - de  $\pm 20$  % au moins pour les câbles tracteurs et les câbles porteurs-tracteurs.
- b) Hors exploitation :
    - des charges de givre calculées selon [A5-5.3.2.2.2](#).

### **A3 - 7.2.1.4 - Oscillation transversale des véhicules**

#### **A3 - 7.2.1.4.1 - Définitions**

Le balancement angulaire transversal calculé ( $\alpha$ ) d'un véhicule est l'angle calculé que fait le véhicule avec le plan vertical du câble, sous l'action conjuguée de la charge excentrée la plus défavorable <sup>(1)</sup> et du vent maximum admis en exploitation (voir [A5-5.3.2.2.2](#)).

L'oscillation transversale ( $\alpha'$ ) à prendre en compte pour un véhicule est précisée pour chaque vérification de gabarit. Sauf exception, elle est égale à 0,3 rd si ( $\alpha$ ) est inférieur ou égal à 0,2 rd et à ( $\alpha$ ) + 0,1 rd si ( $\alpha$ ) est supérieur à 0,2 rd.

Le gabarit disponible ( $\alpha''$ ) est le déplacement angulaire transversal disponible avant contact entre un véhicule et l'ouvrage.

L'espace enveloppe est fonction du chargement du véhicule. ([voir article A3 - 7.3.2](#))

---

1 Pour les téléphériques, avec cabines accompagnées, il peut être admis de considérer que la charge est uniformément répartie dans le véhicule.

#### **A3 - 7.2.1.4.2 - Cas particuliers des téléphériques bicâbles avec véhicules fermés**

Pour le cas des téléphériques bi-câbles à mouvement unidirectionnel, des valeurs d'oscillation transversale du côté des ouvrages, inférieures à celles déterminées ci-dessus, sont admises si une justification par calcul démontre que l'oscillation transversale des véhicules ne dépasse en aucun cas les valeurs prévues, en supposant les conditions les plus défavorables (par exemple véhicule vide ou charge partielle unilatérale).

Pour les téléphériques bi-câbles avec deux câbles porteurs ou pour les téléphériques doubles mono-câbles, des valeurs inférieures sont possibles, même en absence de guidage, s'il peut être justifié que les facteurs d'influence sur l'espace enveloppe (par exemple le jeu des véhicules, l'effet de leur suspension à l'approche des supports de ligne, les tolérances de mesure, le givrage sur les supports de ligne) sont pris en considération de façon adéquate et que les chariots ne peuvent en aucun cas d'exploitation se soulever des câbles porteurs ni les câbles porteurs-tracteurs se soulever des appuis.

Dans ces deux cas, l'espace enveloppe du téléphérique selon [A3 - 7.2.1](#) doit comporter une marge de sécurité supplémentaire de 0,3 m.

#### **A3 - 7.2.1.4.3 - Cas particulier du gabarit de passage des attaches des véhicules**

L'oscillation transversale pour les attaches des véhicules au droit des éléments d'appui sera prise au moins égale à :

- 0,2 rad si  $(\alpha) \leq 0,2$  rad,
- et à  $(\alpha)$  si  $(\alpha) > 0,2$  rad<sup>(2)</sup>

Cette disposition ne s'applique que pour les éléments dont le déplacement s'effectue dans le même sens et sensiblement à la même vitesse.

Dans les stations, l'oscillation transversale à considérer peut être réduite à des valeurs inférieures à celles mentionnées ci-dessus par des dispositifs de guidage.

### **A3 - 7.2.1.5 - Oscillation longitudinale des véhicules**

#### **A3 - 7.2.1.5.1 – Oscillation longitudinale liée au vent**

Les oscillations longitudinales prises en compte pour les véhicules dans les stations sont au moins de 0,34 rad.

En ligne, les oscillations longitudinales sont définies de la manière suivante à vitesse constante du câble :

a) Pour les télésièges avec sièges équipés de bulles, quelle que soit la pression de vent prévue en exploitation, il est nécessaire de déterminer par le calcul ou par des essais, pour le cas véhicule vide bulle ouverte<sup>3</sup>, l'angle des oscillations longitudinales sur la base des oscillations générées sur le véhicule par une telle pression de vent, en tenant compte du vent relatif lié au fonctionnement de l'installation.

L'angle à considérer pour la vérification de gabarit est la valeur maximale entre :

- cet angle déterminé, augmenté d'une marge de +0,1 rad,
- et 0,34 rad.

b) Pour les autres appareils :

- b1) si la pression de vent naturel en exploitation est inférieure ou égale à 250 Pa, un angle minimal de 0,34 rad est admis,

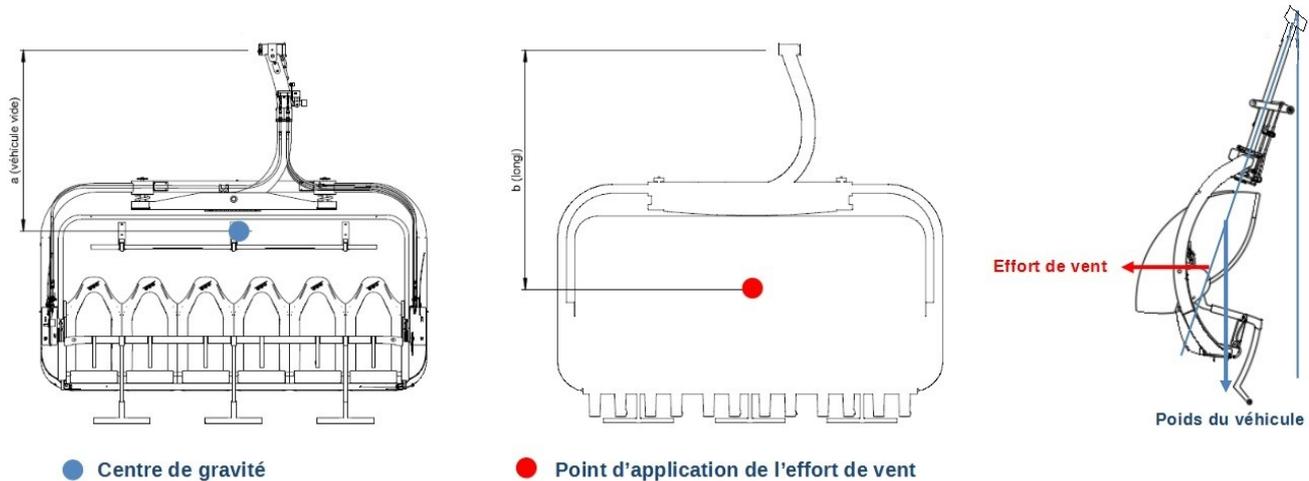
---

<sup>2</sup> Cette disposition ne s'applique, en principe, que pour le gabarit libre entre la partie supérieure des galets et les attaches.

<sup>3</sup> Le calcul peut être effectué pour le cas bulle fermée, à condition de démontrer que le dispositif de fermeture / verrouillage automatique des bulles des sièges vides partant en ligne est un dispositif sécuritaire, et couvert en tant que tel par le marquage CE.

- b2) si la pression de vent naturel en exploitation est supérieure à 250 Pa, il est nécessaire de déterminer par calculs ou par essais, pour le cas véhicule vide, l'angle des oscillations longitudinales générées sur le véhicule par une telle pression de vent, en tenant compte du vent relatif lié au fonctionnement de l'installation ; l'angle à considérer pour la vérification de gabarit est la valeur maximale entre :
  - cet angle déterminé, augmenté d'une marge de +0,1 rad,
  - et 0,34 rad.

Pour les cas a) et b2), une méthode possible pour déterminer l'angle d'oscillation longitudinale est d'effectuer le calcul statique suivant :



$$\alpha = \arctan\left(\frac{P_r * b * A_{ref} * C_f}{M_v * g * a}\right) \text{ où :}$$

$\alpha$  = angle d'oscillation du véhicule (en rad), pris en compte par rapport à la verticale,

$P_r$  = pression relative du vent total (en kN/m<sup>2</sup>) :

$$P_r = 1/2 * \rho * V_r^2 \text{ avec :}$$

$\rho$  = masse volumique de l'air (en kg/m<sup>3</sup>) ; calculée avec la formule du manuel de l'ingénieur de la société académique de Hutte :

$$\rho = 1,225 * 0,9^{(h/1000)} \text{ où } h \text{ est l'altitude à laquelle sont effectués les calculs d'oscillations (en m),}$$

$V_r = V_v + V_c$  vitesse relative (en m/s), avec :

$V_v$  = vitesse maximum du vent naturel permis en exploitation, correspondant généralement à la vitesse de vent max permise dans le Registre d'Exploitation (en m/s),

$V_c$  = vitesse maximum du câble (en m/s),

$a$  = distance centre de gravité du véhicule / câble (en m),

$b$  = distance effort vent / câble (en m),

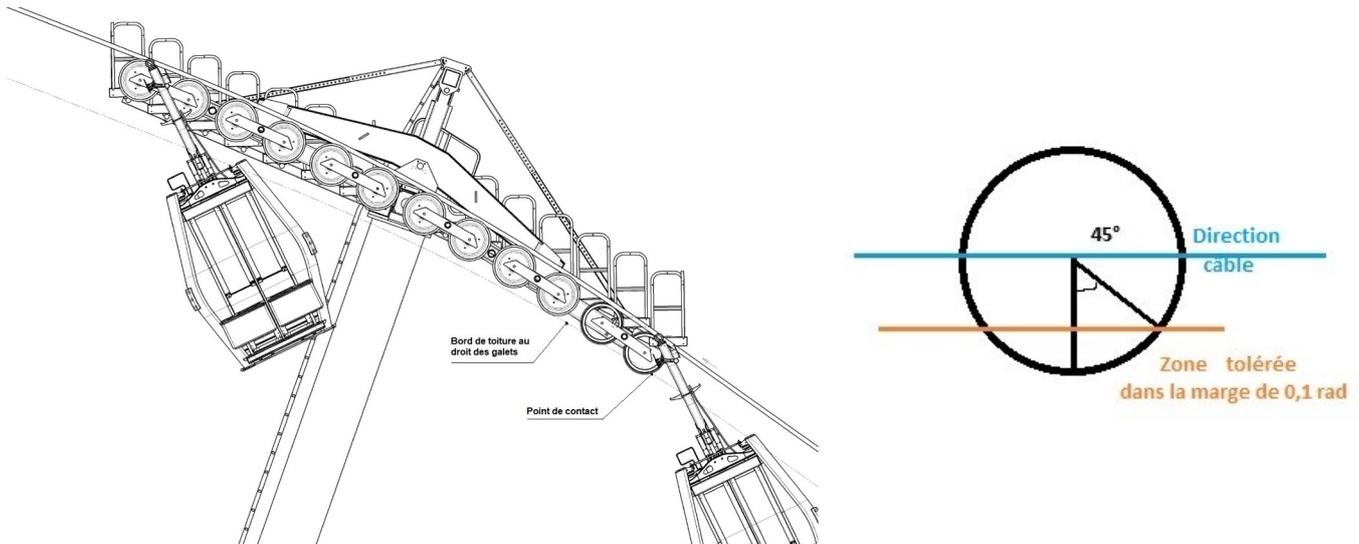
$A_{ref}$  = surface de prise au vent (en m<sup>2</sup>),

$C_f$  = coefficient de forme  $C_x$  dans le sens longitudinal (sans unité),

$M_v$  = masse du véhicule vide sans l'attache (en kg),

$g$  = accélération de la pesanteur = 9,81 m.s<sup>-2</sup>.

Pour les cas a) et b2), au sein de la marge de 0,1 rad, on peut accepter le contact avec la partie inférieure d'un galet, dans les conditions suivantes permettant d'éviter le risque d'accrochage (45°) :



Par ailleurs, pour les sièges avec ou sans bulles, si l'angle d'oscillation du véhicule vide déterminé par le calcul ou les essais est supérieur à 0,34 rad, et qu'ils ne sont pas munis d'un verrouillage du garde-corps combiné avec des dispositifs anti-sous-marinage sur toutes les assises, une analyse du risque de chute des usagers vers l'avant lié à l'inclinaison des sièges doit être effectuée.

Ses conclusions peuvent se traduire par :

- l'acceptation des conditions d'utilisation du siège avec cette inclinaison, sur la base d'analyses complémentaires et/ou d'essais ;  
notamment, il est possible de s'appuyer sur un calcul additionnel d'inclinaison longitudinale du véhicule dont le résultat serait  $\leq 0,34$  rad, en considérant :
  - ✓ un chargement de 30 daN,
  - ✓ le vent naturel maximal admissible en exploitation,
  - ✓ le vent relatif lié à la vitesse du câble maximale admissible en exploitation, réduite de 20% ;
- ou des dispositions organisationnelles (regroupement de passagers sur un siège par exemple).

### **A3 - 7.2.1.5.2 – Oscillation longitudinale liée à la décélération, aux entrées de gare et aux défauts**

Pour la détermination de cette oscillation longitudinale, les deux cas suivants sont à considérer : Les oscillations longitudinales prises en compte pour les véhicules des installations à mouvement unidirectionnel dans les stations et en ligne sont au moins de 0,34 rad.

Néanmoins, la valeur de 0,34 rad peut être réduite selon la formule ci-dessous :

$$\tan \beta = (2 \gamma \cos \alpha) / g \quad (\text{rad})$$

où

- $\alpha$  : angle de la trajectoire en rad ;
- $\gamma$  : décélération probable résultant du fonctionnement normal des freins de l'entraînement en  $\text{m/s}^2$  ; pour l'application de la formule,  $\gamma$  sera prise au moins égale à  $1,75 \text{ m/s}^2$  ;
- $\beta$  : oscillation longitudinale du véhicule en rad ;  
 $g$  : accélération de la pesanteur.

Dans les stations des téléphériques à va-et-vient, la valeur de l'oscillation longitudinale des véhicules à prendre en compte dépend de la vitesse de marche surveillée. Elle doit être de 0,15 rad au moins.

Pour les cas de défauts comme, par exemple, défaut de fonctionnement des freins de l'entraînement, entrée en action du frein de chariot, retenue des véhicules aux sorties des stations, blocage aux entrées ou sorties des stations ou en ligne, il faut :

- dans le cas des véhicules ouverts et occupés, éviter tout choc contre les câbles ou des ouvrages fixes ;
- dans le cas des véhicules fermés, exclure le risque de dommage corporel grave des personnes en cas de choc contre les câbles ou des ouvrages fixes.

Les dispositions précédentes doivent être justifiées par des calculs ou par des essais.

La vitesse de choc calculée, à la hauteur du centre de gravité de la cabine, ne doit pas dépasser :

- a) pour les téléphériques à mouvement continu :
  - lors d'un choc contre un obstacle fixe en cas de transport d'usagers debout : 1,5 m/s,
  - lors d'un choc contre un obstacle fixe en cas de transport d'usagers assis : 2,5 m/s.
- b) pour les téléphériques à va-et-vient :
  - lors d'un choc contre un ouvrage de ligne (ex. sabot) : 3,5 m/s,
  - lors d'un choc contre des câbles : 5 m/s.

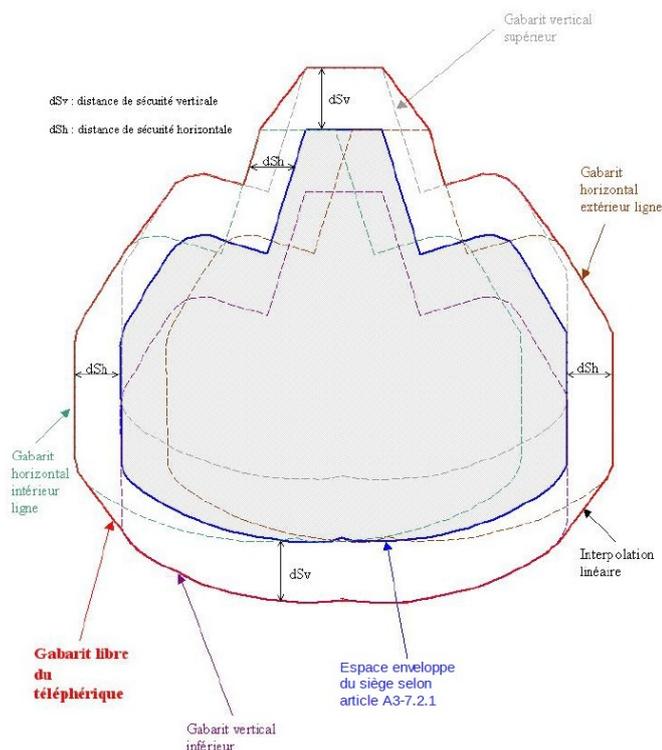
### A3 - 7.2.2 - Gabarit libre des téléphériques

Le gabarit libre des véhicules d'un téléphérique est déterminé en ajoutant les distances de sécurité nécessaires à l'espace enveloppe calculé.

La distance de sécurité verticale est prise en compte en descendant et en montant l'espace enveloppe de la valeur définie. On obtient alors le gabarit libre vertical.

La distance de sécurité horizontale est prise en compte en translatant l'espace enveloppe à gauche et à droite de la valeur définie. On obtient alors le gabarit libre horizontal.

Le gabarit libre du téléphérique est obtenu par interpolation linéaire entre le gabarit libre horizontal et le gabarit libre vertical.



## A3 - 7.3 - Distances de sécurité entre les véhicules et les autres parties du téléphérique

### A3 - 7.3.1 - Généralités

Les autres parties du téléphérique doivent se trouver en dehors de l'espace enveloppe du téléphérique ; une distance de sécurité n'est pas nécessaire.

Si le gabarit transversal disponible ( $\alpha'$ ) au droit de l'ouvrage est inférieur à l'espace enveloppe du téléphérique, l'installation de guidages est nécessaire. Ces guidages doivent être conçus et réalisés dans le respect des prescriptions définies à l'[article A3 - 7.3.3](#) ci après.

Dans les stations, le gabarit transversal disponible doit être au moins égal à 0,2 rad.

Cependant, dans les zones dans lesquelles les véhicules (ou des parties de véhicules) sont guidés, l'oscillation transversale à prendre en compte peut être réduite à des valeurs inférieures en fonction des degrés de liberté possibles (cf. [A3-7.3.3](#)).

Toutefois, lors d'une opération de remplacement de véhicules par des véhicules neufs ou récupérés, si les prescriptions du présent chapitre ne peuvent être respectées du fait des dispositions constructives de l'installation, le gabarit libre ne doit pas être inférieur au gabarit initial.

Pour les différentes vérifications, la méthode de calcul pour un téléphérique monocâble est synthétisée dans le [tableau C](#) (Cas de charge n°0) du [chapitre A10](#).

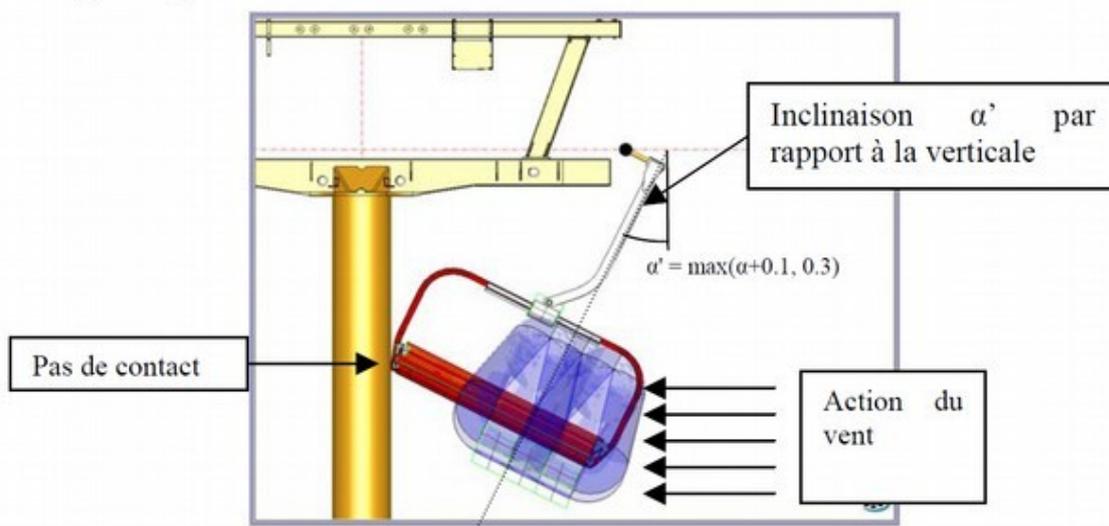
### A3 - 7.3.2 - Cas particulier du gabarit de passage des véhicules aux pylônes

La méthode de calcul pour un téléphérique monocâble est synthétisée dans le [tableau C](#) (Cas de charge n°1) du [chapitre A10](#). Deux cas de figure sont à envisager, le plus défavorable déterminant la conformité en ce qui concerne le gabarit de passage aux pylônes :

#### a) Premier cas :

Le véhicule est sous charge excentrée la plus défavorable, et soumis à l'action du vent maximum admis en exploitation. Dans ces conditions, la place la plus extrême vers l'intérieur de la ligne est inoccupée. l'espace enveloppe n'intègre donc pas la zone des pieds et des mains pour cette place côté intérieur ligne. Cependant l'oscillation transversale ( $\alpha'$ ) à prendre en compte pour un véhicule est égale à 0,3 rad si ( $\alpha$ ) est inférieur ou égal à 0,2 rad et à ( $\alpha$ ) + 0,1 rad si ( $\alpha$ ) est supérieur à 0,2 rad.

Le schéma ci-après explicite ce cas :



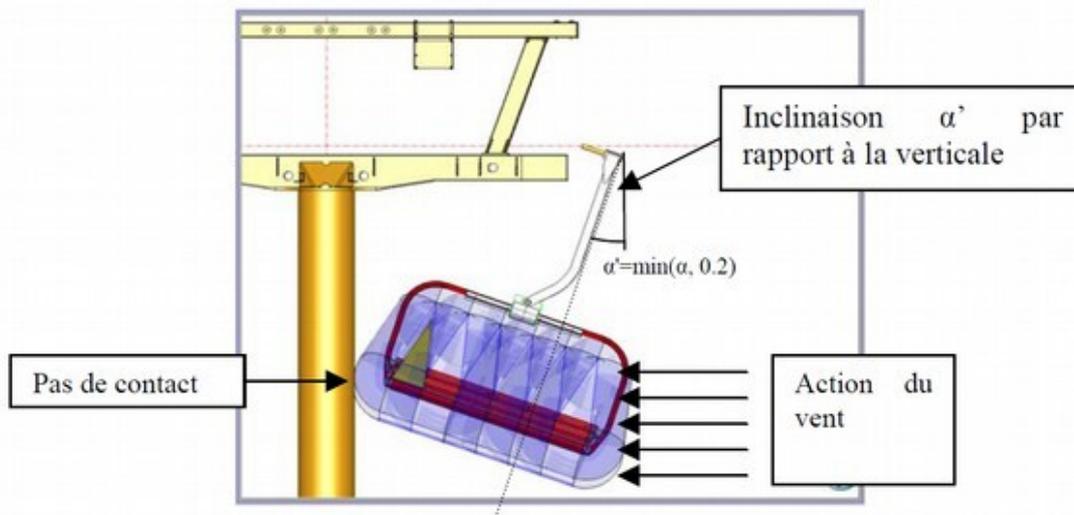
b) Deuxième cas :

On suppose que toutes les places sont occupées, et on prend donc en compte la zone des pieds et des mains sur l'ensemble du véhicule. l'inclinaison est calculée sous l'effet du vent en exploitation et du déséquilibre de charge dû à la présence d'adultes et d'enfants le plus défavorable.

l'article C-1.3 du guide RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques », définit les conditions de transports des enfants de moins de 1.25 m, et leur répartition possible sur le siège. On retient une masse de 20 kg par enfant de moins de 1.25 m, et 80 kg par adulte.

Dans ce cas, on prend en compte le balancement angulaire transversal calculé ( $\alpha$ ) sans excéder 0,2 rad.

Le schéma ci-après explicite ce cas :



### A3 - 7.3.3 - Cas particulier des guidages des téléphériques

Des guidages pour la limitation de l'oscillation transversale des véhicules des téléphériques peuvent être installés dans les conditions suivantes :

a) Les guidages ne doivent pas entraver la sécurité d'appui des câbles, y compris en tenant compte des oscillations longitudinales des véhicules.

b) Les guidages aux ouvrages de ligne d'un téléphérique avec véhicules fermés doivent être installés approximativement à la hauteur du centre de gravité du véhicule. Des guidages hauts (guidages des suspentes) peuvent aussi être installés sur les pylônes de téléphériques bi-câbles à mouvement continu.

c) Les guidages doivent être installés en dehors de la zone des mains.

d) Les guidages dans les stations doivent être conçus de manière à ce qu'une cabine ne puisse les chevaucher

1) dans le cas d'une oscillation transversale selon A3 - 7.2.1.4 ;

2) dans le cas d'une oscillation longitudinale selon A3 - 7.2.1.5 ;

3) dans le cas d'une oscillation transversale de 0,25 rad combinée avec une oscillation longitudinale de 0,15 rad.

Le cas échéant, l'oscillation transversale à prendre en compte peut être réduite par des mesures constructives (par exemple réalisation de la suspension de la cabine de téléphériques avec doubles câbles porteurs).

e) Les guidages dans les stations doivent être réalisés de manière à ce que les sièges ne puissent pas les accrocher dans le cas d'une oscillation transversale de 0,50 rad.

f) Les guidages sur les supports de ligne et sur les cabines doivent être aménagés de manière à ce que ces dernières ne puissent pas les chevaucher

1) dans le cas d'une oscillation transversale selon A3 - 7.2.1.4 ; et

2) dans les cas d'une oscillation longitudinale de 0,34 rad combinée avec une oscillation transversale de 0,20 rad.

Le cas échéant, l'oscillation transversale à prendre en compte peut être réduite par des mesures constructives (par exemple réalisation de la suspension de la cabine de téléphériques avec doubles câbles porteurs).

### **A3 - 7.3.4 - Cas particulier du gabarit par rapport aux câbles aériens entre les voies**

- **Cas des câbles aériens placés entre les voies ancrés au-dessus des appuis de câbles porteurs-tracteurs ou tracteurs**

Il doit être vérifié par calcul, dans les cas de charge prévus ci-après, l'absence d'interférence entre les câbles aériens placés entre les voies (câbles sur lesquels aucun véhicule ne circule) et les câbles tracteurs ou porteurs-tracteurs ainsi que les véhicules (supposés en position verticale, sans prise en compte du VMPS).

Les calculs sont réalisés compte-tenu des déplacements des différents câbles, en considérant le vent en exploitation (cf. [article A3 – 7.2.1.2](#)) et une tension nominale sans effet dynamique ni minoration de flèche du câble porteur-tracteur ou tracteur.

- Câble porteur-tracteur ou tracteur se déplaçant sous l'effet du vent (cas de charge ligne vide-vide), câble aérien entre les voies fixe (flèche calculée tenant compte du type d'ancrage du câble aérien entre les voies et pour une température de 30°) ;
- Câble porteur-tracteur ou tracteur se déplaçant sous l'effet du vent (cas de charge ligne vide-vide), câble aérien fixe (flèche calculée tenant compte du type d'ancrage du câble aérien entre les voies, pour une température de 0°C, avec une gaine de givre de 40 % de l'épaisseur totale).
- Câble porteur-tracteur ou tracteur fixe (cas de charge ligne vide-vide), câble aérien entre les voies se déplaçant sous l'effet du vent (flèche calculée tenant compte du type d'ancrage du câble aérien entre les voies et pour la température de 30°).
- Câble porteur-tracteur ou tracteur fixe (cas de charge ligne vide-vide), câble aérien entre les voies se déplaçant sous l'effet du vent (flèche calculée tenant compte du type d'ancrage du câble aérien entre les voies, pour une température de 0°C, avec une gaine de givre de 40 % de l'épaisseur totale).

- **Cas des câbles aériens placés entre les voies, ancrés au-dessous des appuis de câbles porteurs-tracteurs ou tracteurs**

La démonstration de l'absence d'interférence entre les câbles aériens placés entre les voies (câbles sur lesquels aucun véhicule ne circule) et les câbles tracteurs ou porteurs-tracteurs ainsi que les véhicules, est réalisée au cas par cas par le constructeur.

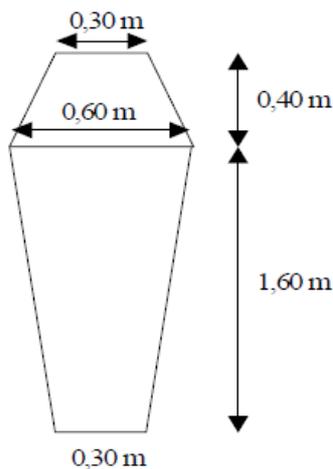
- **Méthode de vérification**

Un document indiquant la tension maximale de pose à ne pas dépasser ainsi que la méthode de vérification du maintien dans le temps du gabarit des câbles aériens présents entre les voies doit être fourni par le constructeur du téléphérique.

Cette vérification doit notamment être réalisée après la première année de fonctionnement de l'installation.

### A3 - 7.3.5 - Distances de sécurité dans les zones de circulation

Dans les zones des stations dans lesquelles des personnels ou des usagers sont susceptibles de circuler, il faut respecter un gabarit latéral de sécurité entre le véhicule vide qui pend librement et les parties fixes de l'installation. Le schéma ci-dessous précise ce gabarit :



En outre, on respectera les zones de travail prescrites au A5-5.6.

### A3 - 7.4 - Autres distances de sécurité

- a) Cas général

Sauf pour les parties de ligne situées au droit ou au voisinage des stations, les distances de sécurité horizontale et verticale entre l'espace enveloppe du téléphérique et le terrain enneigé ou des obstacles fixes (à l'exception des éléments dont la position relative est maîtrisée par l'exploitant qui sont détaillés ci-après) sont de 4 m.

À l'exception des zones de survol des pistes de ski, ces distances sont ramenées à 2,5 m sur les portées des téléphériques inférieures à 200 m.

Lorsque l'accès au public est interdit par des dispositifs adéquats, ces distances peuvent être ramenées à 1,5 m.

Dans les zones où les obstacles mobiles sont susceptibles d'interférer avec le téléphérique (chenillette, gabarit routier..) la distance de sécurité verticale par rapport au gabarit maximum des véhicules est de 1,5 m.

Ces dispositions doivent être vérifiées pour le véhicule dans les positions définies à l'intérieur du déplacement angulaire transversal ( $\alpha'$ ).

Si le calcul conduit à une valeur alpha inférieure à 0,2 rad, le déplacement angulaire alpha' est pris égal à 0,2 rad ( $\alpha' = \max[0,2 ; \alpha]$ ).

Les paramètres à utiliser pour vérifier les distances de sécurité verticales sont illustrés dans le [tableau B](#) (Cas de charge 1 à 3) du [chapitre A10](#) pour le cas d'un téléphérique monocâble.

Toutefois, lors d'une opération de remplacement de véhicules par des véhicules neufs ou récupérés, si les prescriptions du présent chapitre ne peuvent être respectées du fait des dispositions constructives de l'installation, le gabarit libre ne doit pas être inférieur au gabarit initial.

#### b) Cas particulier

Des vérifications particulières, pour des conditions plus sévères que celles définies aux paragraphes précédents, peuvent être imposées, en particulier lorsque les voies du téléphérique passent à proximité ou en croisement au-dessus ou au-dessous d'autres remontées mécaniques, de bâtiments, de voies de communications routières ou ferroviaires, de lignes de transmission d'énergie, de lignes de télécommunications ou à proximité d'installations aéronautiques.

Pour tous ces cas particuliers, on fera appel à la notion de gabarit d'encombrement cinématique. Ce gabarit est déterminé dans les conditions climatiques les plus défavorables en exploitation et hors exploitation (action du vent, surcharge de givre.....) compte tenu des phénomènes dynamiques prévisibles dans les câbles, les véhicules et suspentes, tels qu'ils sont définis dans le présent guide.

### **A3 - 7.4.1 - Interférence du gabarit libre d'un téléphérique avec des éléments dont la position relative est maîtrisée par l'exploitant**

Le gabarit libre d'un téléphérique ne doit pas interférer avec un autre espace enveloppe, notamment celui d'une autre remontée mécanique.

#### **A3 - 7.4.1.1 - Interférence entre les véhicules du téléphérique et une structure fixe maîtrisée par l'exploitant**

Pour les différentes vérifications, la méthode de calcul pour un téléphérique monocâble est synthétisée dans les [tableaux B](#) (tous les cas de charge) et [C](#) (Cas de charge n°2) du [chapitre A10](#).

Pour définir le gabarit libre du téléphérique selon [A3 - 7.2.2](#), on prendra en compte une distance de sécurité verticale de 1,5 m et une distance de sécurité horizontale de 1,5 m.

Si le croisement s'effectue à moins de 50 m d'un pylône, la distance de sécurité horizontale pourra être ramenée à la valeur de la déviation latérale du câble sans être inférieure à 0,5 m.

Le gabarit libre du téléphérique doit également inclure les distances de sécurité exigées pour le cas du déraillement d'un câble mobile dans le rattrape-câble uniquement si la distance verticale entre la position normale du câble et sa position dans le rattrape-câble est supérieure à 50 cm. Si elle est inférieure, le calcul s'effectue avec le câble en position sur les galets sauf dans le cas d'une distance de sécurité ramenée à 0,5 m. Pour un croisement de deux remontées mécaniques, une seule est en position déraillé, la plus défavorable des deux.

Le croisement de deux remontées mécaniques doit faire l'objet d'une analyse de sécurité en vue de déterminer les conséquences d'un déraillement d'une remontée mécanique vis-à-vis de l'autre.

Pour un téléphérique monocâble, on considère que le câble porteur-tracteur déraillé tombe dans le rattrape-câble et qu'il y reste si ce rattrape-câble est conçu pour permettre le passage d'une attache pendant le temps d'arrêt du téléphérique.

Si l'analyse de sécurité montre que le déraillement d'une remontée mécanique met en cause la sécurité des usagers de l'autre remontée mécanique, alors ce déraillement doit entraîner automatiquement l'arrêt de cette autre remontée mécanique.

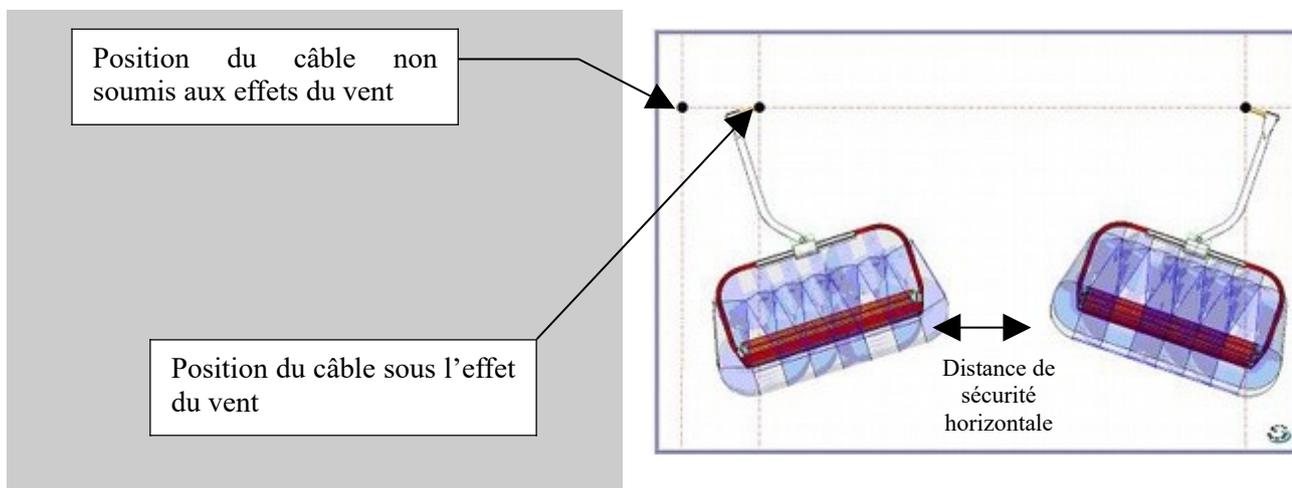
### A3 - 7.4.1.2 - Interférence entre les véhicules du téléphérique et les véhicules d'une autre remontée mécanique

Pour vérifier qu'il n'y a pas d'interférence entre les véhicules d'un téléphérique et ceux d'une autre remontée mécanique, il faut prendre en compte l'espace enveloppe selon [A3 - 7.2.1](#), en permettant un balancement latéral des véhicules occupés ou non-occupés l'un vers l'autre de 0,20 rad, compte tenu des zones des mains, des pieds et des skis si nécessaire. On vérifiera que la distance de sécurité horizontale est d'au moins 1,5 m.

Si le vent maximum prévu en exploitation est supérieur à 20 m/s, l'absence d'interférence sera déterminée en utilisant le balancement angulaire transversal ( $\alpha$ ) correspondant, avec un minimum de 0,2 rad ( $\alpha' = \max[0,2 ; \alpha]$ ).

En ce qui concerne les câbles, en ne supposant pas de déplacement latéral dû à l'influence du vent sur l'autre remontée mécanique, on supposera que pour le téléphérique concerné, on a une déviation latérale due à l'influence du vent selon [A3 - 7.2.1.2](#) pour le cas « en exploitation ». Des valeurs plus élevées pour la pression du vent doivent être appliquées si les conditions locales particulières l'exigent.

Les paramètres à prendre en compte pour vérifier les distances de sécurité sont illustrés dans le [tableau C](#) (Cas de charge n°4) du [chapitre A10](#) pour un téléphérique monocâble.



### A3 - 7.4.2 - Balisage des installations

L'installation doit être équipée d'un balisage diurne et nocturne des ouvrages de ligne dans les cas où, par suite de visibilité déficiente, permanente ou périodique, ces obstacles présentent un danger pour les utilisateurs des pistes skiabiles ou dans le cas où ce balisage est obligatoire pour la sécurité de la navigation aérienne.

## **A3 - 7.5 - Protection des installations et des personnes en cas de voisinage avec une ligne électrique aérienne**

Les risques liés à la présence d'une ligne électrique aérienne à proximité d'un téléphérique sont de 3 ordres :

- en cas de croisement ou de parallélisme :
  - risques pour les biens et les personnes liés à un amorçage entre un conducteur nu sous tension et une partie conductrice du téléphérique ;
  - risques pour la sécurité des personnes liés à des phénomènes de couplage capacitif et d'induction magnétique, qui peuvent faire apparaître sur des pièces conductrices du téléphérique une tension dangereuse ;
- en cas de croisement uniquement :
  - risques pour les biens et les personnes liés à un contact entre un conducteur nu sous tension et une partie conductrice du téléphérique, en cas de rupture d'un conducteur ou de rupture du câble du téléphérique.

En cas de voisinage entre un téléphérique et une ligne électrique aérienne, les prescriptions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique s'appliquent, notamment celles de ses articles 29-§3, 32, 61 et 72. La norme UTE C11-001 (août 2001), version illustrée de cet arrêté, apporte également certaines précisions.

L'article 32-§2 de l'arrêté du 17 mai 2001 précise notamment que les ouvrages BT doivent avoir des conducteurs isolés, en conséquence seules les lignes électriques aériennes de niveau de tension HTA et HTB sont à considérer dans le présent chapitre.

S'agissant plus spécifiquement de la sécurité des personnes, certaines dispositions sont également prévues par la norme NF C 18-510 relative à la prévention en matière de risque électrique lors d'opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique.

Concernant le risque d'amorçage ou de contact entre le téléphérique et la ligne électrique, l'article 32-§1 de l'arrêté du 17 mai 2001 précise les mesures d'éloignement à respecter, ainsi que les hypothèses de calcul associées. Certaines hypothèses de calcul sont précisées dans la norme UTE C11-001.

Pour un opérateur intervenant en ligne sur le téléphérique à proximité immédiate de la ligne électrique aérienne, les mesures prévues notamment aux chapitres 6 et 9 de la norme NF C 18-510 sont à prendre en considération. Ces exigences permettant d'assurer une mise hors de portée par éloignement définissent les zones de voisinage pour lesquelles l'exploitant doit formaliser des consignes.

Concernant les autres risques identifiés ci-dessus, les prescriptions qui suivent s'imposent pour rendre leur criticité acceptable.

### **A3 - 7.5.1 - Cas du croisement entre un téléphérique et une ligne électrique aérienne**

Le gestionnaire du réseau d'électricité HTA ou HTB doit systématiquement être associé. Une analyse des risques liés à un amorçage ou à un contact direct doit être réalisée, le cas échéant complétée des risques liés aux effets capacitifs.

Cette analyse, réalisée par le gestionnaire réseau, en fonction des caractéristiques de la ligne électrique et du téléphérique, doit permettre d'évaluer ces risques, et le cas échéant de définir les mesures à mettre en place pour rendre la criticité des risques acceptable. L'analyse doit notamment définir les valeurs des courants à évacuer pour permettre le dimensionnement de certains équipements du téléphérique.

### **A3 – 7.5.1.1 – Risques liés à un contact entre la ligne électrique et le câble du téléphérique**

Pour une ligne électrique équipée de conducteurs nus, l'article 32-§2 de l'arrêté du 17 mai 2001 prévoit que les dispositifs de protection de la ligne HT doivent entraîner une mise hors tension dans un temps inférieur à 1 s.

Les mesures mises en œuvre doivent permettre de justifier l'absence de risque d'électrisation ou d'électrocution pour les usagers en phase d'embarquement et de débarquement.

À cette fin, des mesures spécifiques concernant les mises à la terre, notamment en termes de valeur maximale de résistance de terre ou de maillage, peuvent être imposées par le gestionnaire du réseau électrique.

Au regard des caractéristiques de la ligne HT, si un ouvrage de protection contre les contacts directs tel que prévu par l'article 32.3 de l'arrêté du 17 mai 2001 (nappe de câbles) s'avère nécessaire, celui-ci doit être dimensionné mécaniquement pour résister aux effets dynamiques liés à la chute du conducteur sectionné, ainsi que le cas échéant aux effets électriques liés à l'évacuation des courants de court-circuit. Compte-tenu des sections des conducteurs des lignes électriques couramment rencontrées en zone de montagne, de tels ouvrages ne devraient en général pas être nécessaires. Dans le cas contraire, les hypothèses de dimensionnement de ces ouvrages doivent être établies conjointement par le gestionnaire de réseau et le maître d'ouvrage du téléphérique.

### **A3 – 7.5.1.2 – Risques liés à des phénomènes de couplage capacitif et d'induction magnétique**

Concernant la sécurité des opérateurs, les principes généraux développés dans la norme NF C 18-510 sont d'assurer l'équipotentialité des éléments conducteurs impactés par ces phénomènes, ainsi que leur mise à la terre. Si cela n'est pas possible du fait de la spécificité du téléphérique, par exemple pour des téléphériques bicâbles, des actions complémentaires ponctuelles doivent s'imposer pour assurer la sécurité des opérateurs lors de leurs interventions.

En cas de croisement, seul le couplage capacitif peut présenter un risque, avec toutefois des valeurs de courant capacitif à décharger qui restent inférieures au seuil d'électrocution. L'étude réalisée par le gestionnaire du réseau d'électricité concerné permet d'évaluer ce risque, et peut amener, suivant le téléphérique, à imposer les prescriptions suivantes :

- pour un monocâble, mise à la terre du câble porteur-tracteur et des pylônes encadrant le croisement, avec résistance(s) de terre inférieure(s) à 1000 ohms (équipotentialité entre câble et pylônes non imposée).

## A3 - 7.5.2 - Cas du parallélisme entre un téléphérique et une ligne électrique aérienne

En cas de parallélisme, le gestionnaire du réseau d'électricité doit être associé dans les 2 cas suivants :

- risques liés à un amorçage ou à un contact (cf. A3 - 7.5.1), lorsque la distance entre l'axe projeté au sol de ces installations est inférieure aux valeurs suivantes :

Niveau de tension	Distance entre les 2 installations (projection au sol des axes, câbles en position nominale)
HTB3 (400 kV)	$X \leq 145$ m
HTB2 (150 ou 225 kV)	$X \leq 135$ m
HTB1 (63 ou 90 kV) et HTA (20 kV)	$X \leq 120$ m

- risques liés aux effets capacitifs et induits suivant critères géométriques et électriques définis ci-après.

Cette analyse, réalisée par le gestionnaire réseau, en fonction des caractéristiques de la ligne électrique et du téléphérique, doit permettre d'évaluer ces risques, et le cas échéant de définir les mesures à mettre en place pour rendre la criticité des risques acceptable. L'analyse doit notamment définir les valeurs des courants à évacuer pour permettre le dimensionnement de certains équipements du téléphérique.

Concernant la sécurité des opérateurs, les principes généraux développés dans la norme NF C 18-510 sont d'assurer l'équipotentialité des éléments conducteurs impactés par ces phénomènes, ainsi que leur mise à la terre le cas échéant.

Risques liés à des phénomènes de couplage capacitif et d'induction magnétique

Dans une situation de parallélisme, ces 2 phénomènes de couplage capacitif et d'induction magnétique peuvent amener à des situations dangereuses.

Le risque est à considérer, en liaison avec le gestionnaire du réseau, pour des longueurs de parallélisme présentées dans le tableau suivant :

Niveau de tension	Caractérisation du parallélisme	
	distance entre les 2 installations (projection au sol des axes, câbles en position nominale)	Longueur du parallélisme
HTB3 (400 kV)	≤ 50 m	≥ 0,6 km
	≤ 75 m	≥ 1 km
	≤ 100 m	≥ 1,5 km
	≤ 150 m	≥ 3 km
	≤ 200 m	≥ 5 km
HTB2 (150 ou 225 kV)	≤ 30 m	≥ 1 km
	≤ 60 m	≥ 2 km
	≤ 100 m	≥ 4 km
HTB1 (63 ou 90 kV) et HTA (20 kV)	≤ 20 m	≥ 3 km
	≤ 30 m	≥ 4 km
	≤ 40 m	≥ 5 km

Si, dans le cadre de cette analyse :

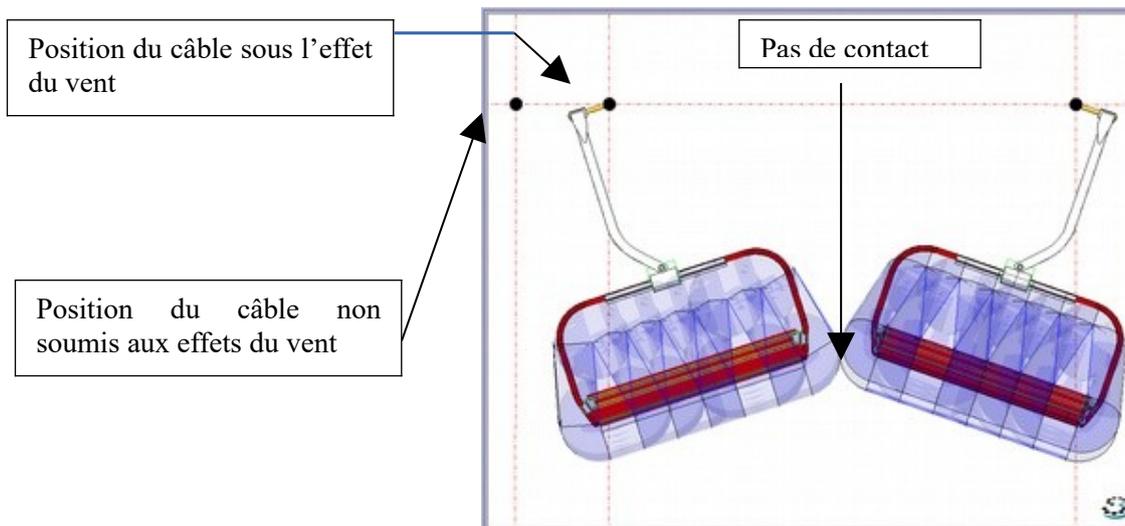
- la présence d'un niveau de tension dangereux lié au phénomène de couplage capacitif est avérée, les prescriptions suivantes doivent a minima être respectées :
  - pour un monocâble : mise à la terre de l'ensemble de l'installation, y compris du câble porteur-tracteur, avec résistance de terre inférieure à 1000 ohms (équipotentialité entre câble et pylônes non imposée) ;
  - pour un bicâble : mesures permettant d'assurer la sécurité des opérateurs de maintenance à prendre lors de leurs interventions ;
- la présence d'un niveau de tension dangereux lié au phénomène d'induction magnétique est avérée, les prescriptions suivantes doivent a minima être respectées :
  - pour un monocâble : mise à la terre de l'ensemble de l'installation, y compris le câble porteur-tracteur, et équipotentialité entre les zones fréquentées par les personnes et le câble porteur-tracteur au niveau des zones d'embarquement et de débarquement ;
  - pour un bicâble : mesures permettant d'assurer la sécurité des opérateurs de maintenance à prendre lors de leurs interventions.

### A3 - 7.6 - Largeur de la voie

Pour la détermination de la largeur de voie, il faut prendre en compte l'espace enveloppe selon [A3 - 7.2.1](#), en permettant un balancement latéral des véhicules occupés ou non-occupés l'un vers l'autre de 0,20 rad, compte tenu des zones des mains, des pieds et des skis si nécessaire.

Si le vent maximum prévu en exploitation est supérieur à 20 m/s, la largeur de voie sera déterminée en utilisant le balancement angulaire transversal ( $\alpha$ ) correspondant avec un minimum de 0,2 rad ( $\alpha' = \max[0,2 ; \alpha]$ ).

En ce qui concerne les câbles, en ne supposant pas de déplacement latéral dû à l'influence du vent sur une voie, on supposera sur l'autre voie une déviation latérale due à l'influence du vent selon [A3 - 7.2.1.2](#) pour le cas « en exploitation ». Des valeurs plus élevées pour la pression du vent doivent être appliquées si les conditions locales particulières l'exigent.



Les paramètres à prendre en compte pour vérifier la largeur de la voie sont illustrés dans le [tableau C](#) (Cas de charge n°3) du [chapitre A10](#) pour un téléphérique monocâble.

## A3 - 7.7 - Protection des installations et des personnes en cas d'incendie

### Article 7 II de l'arrêté du 07 août 2009 - Dispositions relatives à l'incendie au regard de l'environnement de l'installation

Tout téléphérique doit être conçu et réalisé de façon à ce que les risques d'incendie générés par l'installation elle-même ou par son environnement n'aient pas de conséquence sur la sécurité des personnes.

Des mesures constructives et organisationnelles doivent être prises pour prévenir le risque d'incendie des locaux ou équipements du téléphérique et en maîtriser les conséquences.

Une analyse de risque doit qualifier l'exposition au risque incendie généré par l'environnement et préciser si le risque doit être couvert par :

- des mesures d'éloignement ;
- des mesures constructives ou organisationnelles tenant compte de la nature des sources d'incendie identifiées (bâtiments, infrastructures, espaces boisés, activités industrielles...).

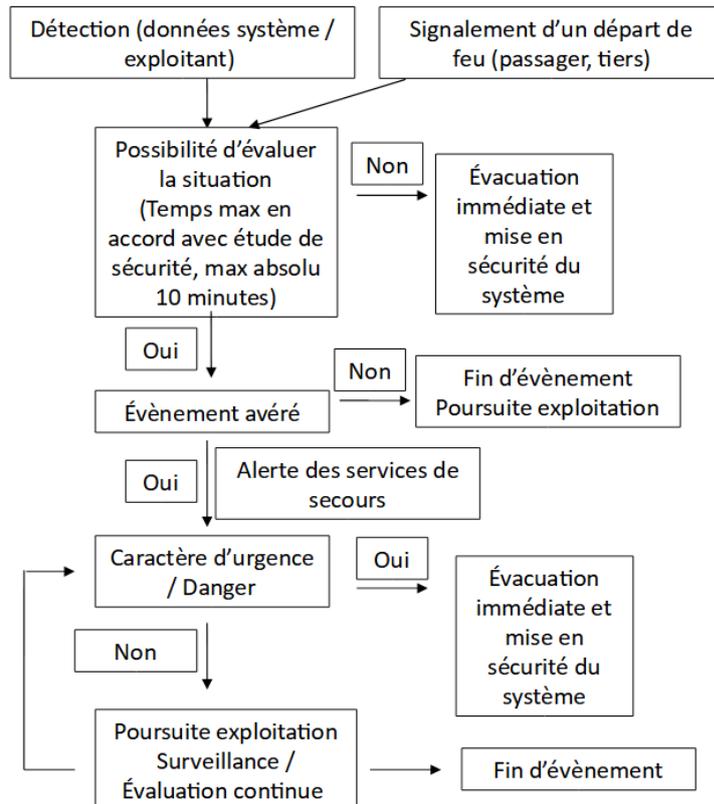
### A3 – 7.7.1 - Principes généraux

Les principes de sécurité retenus dans le présent guide pour empêcher et combattre l'incendie ou gérer les conséquences de l'incendie sont les suivants :

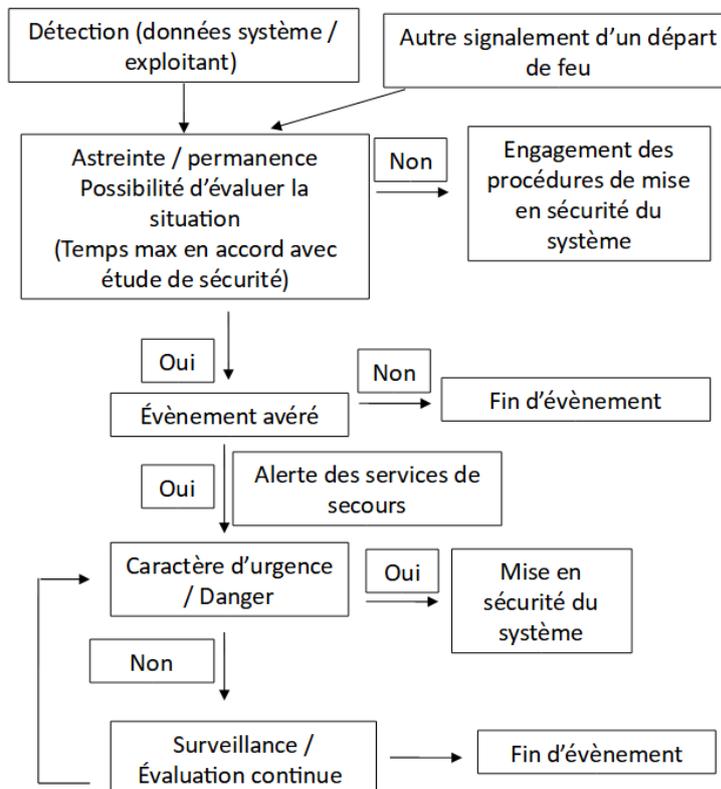
- Lors de la conception, l'exploitation et la maintenance d'une installation à câbles, il faut minimiser les risques de départ de feu et de propagation du feu.
- Il faut minimiser le risque de mise en danger des personnes par le feu et / ou le dégagement éventuel de fumée.
- En cas d'incendie occasionnant un risque avéré pour l'installation, il faut préserver le plus longtemps possible sa fonctionnalité pour assurer la récupération des personnes, ainsi que préserver son intégrité pour éviter les risques pour les tiers notamment dans les zones urbanisées.
- S'il y a départ de feu dans un véhicule en ligne, la priorité est de lui faire atteindre le plus rapidement possible une zone d'évacuation des passagers.
- S'il y a départ de feu dans une station et/ou dans un véhicule en station, la priorité est de le circonscrire, d'évacuer les personnes des véhicules et de la station ainsi que d'empêcher l'embarquement des personnes dans la ou les autre(s) station(s).
- En cas d'incendie, si la récupération des véhicules est nécessaire, alors elle doit être facilitée y compris en cas de déclenchement d'un dispositif de sécurité.
- En cas d'incendie occasionnant un risque avéré pour l'installation, des mesures organisationnelles doivent être prévues pour gérer la situation, notamment en définissant le rôle des opérateurs qui doivent intervenir sur site.
- L'absence éventuelle d'opérateur en station doit être prise en compte de manière particulière dans l'analyse de sécurité, notamment en ce qui concerne le délai d'intervention d'un opérateur sur site.

Les principes suivants sont à retenir pour la gestion des détections et signalements en lien avec le risque incendie :

- En exploitation (prise en compte du risque pour les passagers et pour les tiers) :



- Hors exploitation, dans le cas de risques pour les tiers avérés :



L'analyse de sécurité et le rapport de sécurité de l'installation doivent prendre en compte le risque incendie au regard de la configuration de l'installation. Une analyse de risque spécifique au risque incendie est requise dans certains cas, qui sont détaillés au A3 – 7.7.3.

Il est par ailleurs nécessaire que le personnel de l'installation reçoive une formation appropriée pour utiliser le matériel mis à sa disposition pour la lutte contre l'incendie installé sur le site ainsi qu'une formation spécifique à la prévention.

## **A3 - 7.7.2 – Stations de l'installation (et leurs locaux annexes) et véhicules**

### **A3 - 7.7.2.1 - Généralités**

En complément de la réglementation nationale contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (arrêté du ministère en charge de la sécurité des ERP du 25 juin 1980 modifié), sauf dispositions contraires de cette réglementation nationale, les prescriptions suivantes sont applicables pour se prémunir contre les risques engendrés par un incendie pour les personnes (dont les tiers).

En conséquence, l'ensemble des stations, y compris les locaux adjacents nécessaires à l'exploitation de l'installation mais non accessibles au public ainsi que les chemins des câbles, doivent être conçus ou implantés de manière telle qu'un incendie s'y déclarant, ou ayant pris naissance dans son voisinage, ne puisse se propager et compromettre la sécurité des personnes y compris pendant les opérations de récupération des véhicules et d'évacuation des usagers.

Les règles qui suivent doivent être définies en cohérence avec celles qui résultent de l'éventuelle mise en place d'un Système de Sécurité Incendie (SSI) appelée en particulier par la réglementation relative aux ERP. En général, si un Système de Sécurité Incendie (SSI) est installé dans une station de téléphériques, il est de catégorie A (avec systèmes de détection associés et relais vers un poste de sécurité ou de commande).

### **A3 – 7.7.2.2 - Classement des locaux**

Les différents locaux des stations sont classés en 3 groupes, selon le degré de risque qu'ils comportent vis-à-vis du risque incendie :

- Risques importants :
  - locaux destinés au stockage de liquide inflammable en quantité égale ou supérieure à 150 litres, y compris réservoirs de groupes électrogènes et de moteur de secours supérieurs à 150 litres ;
  - locaux abritant des transformateurs immergés / à huile d'une puissance totale supérieure à 70 kVA.
  
- Risques moyens :
  - dépôts contenant de 10 à 150 litres de liquide inflammable (non utilisés pour l'installation) ;
  - ateliers d'entretien et de réparation (non utilisés pour l'installation) ;
  - locaux abritant un ou des moteurs thermiques (avec stockage inférieur à 150 litres) ;
  - garages pour véhicules, engins de déneigement, de damage, etc ;
  - garages pour des cabines avec équipements électriques avec puissance embarquée >2 kWh par cabine ;
  - locaux de stockage à fort potentiel calorifique ;
  - locaux de commande dédiés à l'installation ;
  - locaux de puissance dédiés à l'installation ;

- local abritant le groupe électrogène dédié à l'installation (avec stockage inférieur à 150 litres) ;
  - locaux abritant des transformateurs secs d'une puissance totale supérieure à 70 kVA ;
  - locaux abritant des batteries d'accumulateurs ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique (par exemple : capacités, condensateurs, onduleurs) ;
  - locaux abritant des moteurs électriques, des centrales hydrauliques ;
  - logements de fonction, locaux à sommeil, vestiaires, salles de repos ;
  - cuisines, restaurants et réfectoires.
- Risques courants :
    - autres locaux (par exemple, garage pour des cabines sans équipements électriques ou avec puissance embarquée <2 kWh, poste de maintenance des attaches, ...).

### **A3 - 7.7.2.3 - Traitement des différents locaux des stations (y compris les locaux adjacents nécessaires à l'exploitation)**

#### **A3 - 7.7.2.3.1 - Locaux**

Les locaux à risques importants seront isolés :

- des autres locaux de l'installation par des parois coupe-feu de degré deux heures (REI 120 ou EI 120) et des sas équipés de blocs-portes pare-flammes de degré une demi-heure avec ferme-portes (E 30 – C),
- de l'installation par des parois et portes coupe-feu de degré deux heures (REI 120 ou EI 120). Ces locaux doivent être équipés d'une installation de détection automatique d'incendie.

Les locaux à risques moyens seront isolés :

- des autres locaux de l'installation par des parois REI 60 et des blocs-portes REI 30 et ferme-porte (E30-C),
- de l'installation par des parois REI60 et portes coupe-feu REI30 ou EI30.

Néanmoins, en l'absence de risque pour les tiers, les locaux à risques moyens dédiés au fonctionnement de l'appareil peuvent ne pas répondre à cette prescription dès lors qu'un opérateur est présent dans la station considérée (dans la mesure où ces locaux sont équipés d'une installation de détection automatique d'incendie avec report d'alarme au poste de commande (cf. plus loin)).

Les câbles, les poulies, les entraînements, les systèmes de tension, les freins et poste de commande ne doivent pas être situés dans des locaux présentant des risques importants.

Tous les locaux dédiés au fonctionnement de l'appareil, ainsi que les locaux contigus, doivent être équipés d'une installation de détection automatique d'incendie avec report d'alarme au poste de commande. Cette installation doit être conforme aux normes en vigueur en la matière (notamment série des normes EN 54 relatives aux systèmes de détection et d'alarme incendie, ...).

Lorsque l'évacuation des fumées et gaz chauds ne peut pas se faire naturellement dans l'emprise des quais et des zones de cheminement d'évacuation des usagers, alors il faut mettre en œuvre des mesures appropriées d'évacuation des fumées et gaz chauds dans ces zones.

Si l'éclairage naturel n'est pas suffisant, il convient d'équiper les quais d'embarquement et de débarquement, les accès et sorties de ces quais, les voies d'évacuation et les locaux destinés à recevoir des personnes d'un éclairage de sécurité.

Les locaux dédiés au personnel ne comporteront, en aucun cas, d'appareils de chauffage à flamme nue.

Dans le cas de dispositifs hydrauliques intégrés à des armoires électriques, il convient de prévoir un dispositif de détection et d'extinction automatique de l'armoire.

#### **A3 - 7.7.2.3.2 - Batteries**

Le choix des batteries doit être fait de façon à minimiser les risques suivants susceptibles d'initier un incendie :

- risque d'explosion ;
- risque lié à des dommages mécaniques (chocs) ;
- risque de dégagement de mélanges gazeux inflammables. Les normes auxquelles répondent les batteries installées dans les installations devront prendre en compte ces risques.

L'utilisation de batteries avec électrolyte, dans les locaux nécessaires à l'exploitation, est autorisée à condition que l'électrolyte soit sous forme de gel, afin de limiter le risque d'explosion. Cette prescription n'est pas requise pour celles utilisées pour les moteurs thermiques s'il y a plusieurs blocs, ils doivent être physiquement séparés. Les blocs de batteries doivent également être séparés de manière étanche des zones dans lesquelles des personnes peuvent se trouver ou mis dans des bacs suffisamment aérés tout en évitant un dégagement des gaz dans ces zones.

#### **A3 - 7.7.2.3.3 - Câbles électriques**

À défaut d'une étude de sécurité démontrant que le risque d'incendie vis-à-vis de la voie, du véhicule ou des câbles de l'installation peut être écarté, il faut :

- protéger les câbles électriques par des dispositifs de protection contre les surcharges électriques ;
- appliquer les normes câbles électriques traitant de l'inflammabilité et de la non-propagation de l'inflammation ;
- appliquer les réglementations nationales sur le transport de l'énergie électrique.

En cas d'incendie, les câbles électriques utilisés pour le fonctionnement de l'installation ou/et lors de la récupération doivent être maintenus en état de fonctionnement durant un temps égal à 1,5 fois le temps de récupération avec un temps minimum de 30 minutes sauf si une étude de sécurité démontre qu'il ne peut pas y avoir d'incendie mettant en jeu la sécurité des usagers.

La protection contre les feux d'origine électrique doit être assurée en utilisant des isolants auto-extinguibles.

Les câbles électriques nécessaires pour le désenfumage des stations et les dispositifs d'extinction doivent résister au feu durant le temps prévu pour l'évacuation des fumées.

Les croisements entre chemins de câble électriques et conduites hydrauliques doivent être évités.

Les câbles électriques de commande de l'entraînement principal doivent être séparés physiquement de ceux de l'entraînement de secours.

#### **A3 - 7.7.2.3.4 - Moyens de secours pour le personnel**

Les différents locaux seront dotés de moyens de secours appropriés aux risques en application du code du travail.

### **A3 - 7.7.2.3.5 - Matériaux**

Dans la construction des parties des stations autres que celles visées en [A5 – 5.3.1](#) (Généralités sur les matériaux, 2e alinéa), l'utilisation du bois et des matériaux combustibles en général n'est autorisée que là où leur combustion éventuelle ne mettrait pas en péril les câbles, l'ossature ou les éléments nécessaires au fonctionnement de l'installation le temps nécessaire à son évacuation complète.

Cette prescription doit être appréciée en tenant compte des mesures prises :

- pour assurer la protection ignifuge des matériaux utilisés,
- pour détecter ou éteindre automatiquement les foyers d'incendie.

Les matériaux des quais et des zones de cheminement d'évacuation des personnes doivent respecter les prescriptions minimales suivantes de la norme EN 13501-1 :

- structures non porteuses, fenêtres, revêtements intérieurs : classe C,
- revêtement de sol : classe Cfl-s1

### **A3 - 7.7.2.3.6 - Équipements électriques particuliers**

La présence d'équipements électriques particuliers en station doit faire l'objet d'une analyse du risque incendie associé.

Concernant les panneaux solaires en particulier, leur conformité aux normes EN 61730-1 et 61730-2 permet de répondre à cette exigence.

### **A3 – 7.7.2.4 - Véhicules**

S'il y a un cabinier, il doit disposer d'au moins un extincteur.

Pour les aspects ou parties de véhicules non couverts par la certification CE, les dispositions de la norme EN 17064 doivent être appliquées.

## **A3 - 7.7.3 – Risque généré par l'environnement de l'installation**

### **A3 – 7.7.3.1 - Périmètre et éléments survolés à prendre en compte**

Les locaux, bâtiments, zones boisées, voiries, voies ferrées, et autres objets se trouvant en dessous et à proximité de l'installation à câbles doivent être pris en compte. La première étape est de recenser ces éléments. En général, la zone de proximité associée s'étend horizontalement :

- à 12 m des locaux nécessaires au fonctionnement de l'installation à câbles ;
- à 12 m des deux côtés du brin extérieur du câble, sans déviation horizontale du câble.

Ces distances sont valables dans la plupart des cas. Elles doivent en revanche être adaptées pour prendre en compte d'éventuels bâtiments spécifiques par rapport au risque incendie (notamment ICPE, parc de stationnement, garage), ainsi que l'éventuelle circulation de véhicules spécifiques (notamment bus au gaz naturel, hydrogène ou électriques).

Concernant le risque d'incendie associé aux véhicules routiers, seules les voiries revêtues sont à prendre en compte.

### **A3 – 7.7.3.2 – Mesures d'éloignement**

Pour les différents éléments survolés pris en compte, le respect des mesures d'éloignement suivantes permet de couvrir le risque incendie forfaitairement.

#### **A) Bâtiments**

Sauf bâtiment spécifique par rapport au risque incendie :

- Concernant la ligne, respect des distances de sécurité minimales verticales suivantes, considérées dans le cas de charge le plus défavorable (y compris en/hors exploitation), à l'arrêt, et à la tension nominale :

- 20 mètres de l'axe du câble le plus bas,
- 16 mètres du bas du véhicule ;

- Concernant les gares de l'installation, éloignement de 8 mètres par rapport aux bâtiments.

#### **B) Espaces boisés**

- Concernant la ligne, respect de l'une des dispositions suivantes :

- traversée d'un espace boisé en dégageant un layon, avec un sol sous l'installation libre de tout boisement, et respectant des distances de sécurité de 1,5 mètre par rapport à l'espace enveloppe de part et d'autre de l'installation ;
- survol à une hauteur supérieure à 30 mètres de l'axe du câble le plus bas, hors déviation horizontale, dans le cas de charge le plus défavorable (y compris en/hors exploitation), à l'arrêt, et à la tension nominale, par rapport au sommet de la végétation ; l'implantation éventuelle d'un pylône dans un espace boisé doit respecter les règles d'éloignement d'un layon ;
- survol du sommet de la végétation à une hauteur supérieure à 2,50 mètres de l'espace enveloppe par rapport à un espace boisé sur lequel il est possible de respecter des exigences dans l'esprit des Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) du Code Forestier, avec une mise en œuvre éliminant les buissons sous les arbres, maintenant les couronnes à une distance minimale de 3 mètres, ou maintenant des bouquets d'arbres d'une surface <50 m<sup>2</sup> distants de plus de 5 mètres de tout autre arbre ; dans ce cas, un entretien est à mettre en place au minimum tous les deux ans en suivant ces dispositions, sous l'installation et jusqu'à une distance de 6 mètres de part et d'autre de l'installation par rapport à l'espace enveloppe ;
- survol du sommet de la végétation à une hauteur supérieure à 2,50 mètres de l'espace enveloppe par rapport à un alignement d'arbres, correspondant à un espacement de 3 mètres minimum entre les couronnes d'arbres à maturité : dans ce cas, le stationnement doit être interdit en pied d'arbre.

- Concernant les gares de l'installation, éloignement de 8 mètres par rapport à la végétation.

#### **C) Voiries routières revêtues ou voies ferrées, pour le cas d'un croisement ou survol par le transport par câble**

Respect des distances minimales suivantes, considérées dans le cas de charge le plus défavorable (y compris en/hors exploitation), à l'arrêt, et à la tension nominale, en fonction des catégories de véhicules routiers pouvant physiquement circuler sur la voirie concernée :

Catégories de véhicules	Transport par câble avec cabines uniquement	Transport par câble avec sièges
	Hauteur chaussée / plancher cabine	Hauteur chaussée / bas du siège
Véhicules légers	13 mètres	14 mètres
Autocars / autobus Matériel roulant ferroviaire avec transport de voyageurs	19 mètres	20 mètres
Poids Lourds ≤ 26T (chargement solide 48MW)	25 mètres	Éloignement forfaitaire incompatible avec le survol maximum permis (A3-7.8)
Poids Lourds 35T Matériel roulant ferroviaire avec transport de marchandises (hors TMD)	33 mètres	
Transports de Matières Dangereuses (poids lourd ou ferroviaire)	40 mètres	

Ces mesures d'éloignement (A, B et C) peuvent être réduites après accord des services de contrôle et à condition que toutes les dispositions aient été prises pour que les aléas considérés ne puissent conduire à la mise en péril des usagers du téléphérique, ni des tiers. Dans ce cas, une démonstration est à formaliser dans une analyse de risque spécifique au risque incendie.

### **A3 – 7.7.3.3 - Contenu attendu de l'analyse de risque spécifique au risque incendie**

Une analyse de risque spécifique au risque incendie est requise a minima dans les cas suivants :

- tout risque non traité par les mesures d'éloignement forfaitaires (A, B et C),
- proximité de bâtiments ou véhicules spécifiques par rapport au risque incendie,
- survol d'une végétation particulière (est notamment considérée comme végétation particulière toute végétation qui ne pousse pas usuellement en France métropolitaine),
- survol d'un environnement complexe avec de nombreux éléments à prendre en compte par rapport au risque d'incendie (notamment, téléphériques urbains et certains ascenseurs valléens).

#### **A3 – 7.7.3.3.1 Cas général**

L'analyse de risque spécifique au risque incendie doit identifier dans la ou les zones considérées les différents scénarios d'incendie possibles en précisant les potentiels types d'incendie, leurs impacts sur l'installation, notamment vis-à-vis des critères à respecter, et les types de mesures à mettre en place pour prévenir et mitiger ce risque.

Par ailleurs, l'analyse de risque spécifique au risque incendie doit permettre de couvrir les risques liés à l'incendie pour les usagers présents sur l'installation, ainsi que pour les tiers (chute éventuelle d'éléments de l'installation, notamment câble et composants de véhicules), lorsque l'installation est en mouvement ou arrêtée.

Cette analyse peut s'appuyer sur une étude spécifique d'ingénierie incendie, réalisée par un organisme (ou un groupement d'organismes) tiers qui, en fonction de la complexité du dossier à traiter, doit être compétent dans différents domaines, tels que : évaluation des risques incendie, réaction et résistance au feu, simulations numériques des phénomènes d'incendie et méthodes de l'ingénierie du feu. En outre, l'organisme mandaté doit posséder une connaissance des réglementations de sécurité incendie, afin d'intégrer dans son analyse les risques et les objectifs de sécurité propres aux divers types de bâtiments / locaux ou voiries présents dans l'environnement complexe.

Concernant la méthode de réalisation de l'étude spécifique d'ingénierie incendie :

- elle consiste en général en une modélisation de l'effet de l'incendie des sources survolées sur l'installation, déterminant des données de sortie permettant de vérifier que les critères d'intégrité sont respectés ;
- la méthode de modélisation est laissée à la libre appréciation de l'organisme spécialisé effectuant l'étude.

Concernant ses hypothèses et données d'entrée :

- pour les survols de bâtiments, les débits calorifiques maximaux sont à considérer selon les valeurs définies par l'Eurocode 1 pour les différents types d'occupation des bâtiments ;
- pour les survols de voiries :
  - pour chaque zone étudiée, tous les types de véhicules pouvant circuler (possibilité physique ou autorisation) sur la voirie concernée sont à considérer ;
  - les courbes de puissance d'incendie et certaines hypothèses de modélisation en fonction des types de véhicules sont indiquées par les guides CETU suivants :
    - *Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers - Fascicule 4 - Les études spécifiques des dangers (ESD) ;*
    - *Compléments au guide Comportement au feu des tunnels routiers ;*
    - en complément, il est possible de considérer un terme source correspondant à un PL de 26T, qui n'est à ce jour pas prévu par ces guides ; la puissance à considérer est de 48 MW ;
  - pour des scénarios de feu non couverts par le guide CETU, l'organisme spécialisé veillera à s'assurer des sources utilisées et celles-ci devront être mentionnées dans l'étude spécifique d'ingénierie incendie ;
  - les véhicules sont généralement modélisés par des parallépipèdes représentatifs de leur gabarit ;
  - les véhicules sont à positionner dans le sens le plus réaliste pour chaque zone survolée : perpendiculaire dans le cas d'un croisement, parallèle dans le cas d'un survol au long d'une voirie.

Concernant les critères d'intégrité à prendre en compte, a minima des critères de flux thermique ou de température acceptable au niveau des différents éléments de l'installation doivent être définis par l'organisme spécialisé. A minima, les critères suivants doivent être considérés :

- Concernant l'intégrité structurelle des câbles, leur exposition aux agressions thermiques (radiatives et convectives) ne doit pas les conduire à dépasser une température d'échauffement de 350 °C, sauf à démontrer l'atteinte de performances supérieures par des essais représentatifs du câble en condition normale de chargement, réalisés par un laboratoire agréé en résistance et en réaction au feu ; ce critère ne s'applique pas aux différents culots ;

les hauteurs suivantes sont admissibles sans modélisation associée pour respecter ce critère :

<b>Catégories de véhicules pouvant circuler sur l'infrastructure</b>	<b>Hauteur / câble, dans le cas de charge le plus défavorable (y compris en/hors exploitation), à l'arrêt, et à la tension nominale</b>
Véhicules légers	11 mètres
Autocars / autobus Matériel roulant ferroviaire avec transport de voyageurs	15 mètres
Poids Lourds <26T	16 mètres
Poids Lourds 35T Matériel roulant ferroviaire avec transport de marchandises (hors TMD)	19 mètres
Transports de Matières Dangereuses (poids lourd ou ferroviaire)	24 mètres

- Concernant le risque d'échauffement des usagers en ligne dans les véhicules, deux critères sont à vérifier :
  - Flux thermique maximal en statique :
    - 2 kW/m<sup>2</sup> pour les sièges,
    - 3 kW/m<sup>2</sup> pour les cabines.
  - Dose thermique maximale en dynamique : 600 [ (kW / m<sup>2</sup>)<sup>(4/3)</sup> .s].
- Dans le cas où un incendie peut créer un risque de blocage des véhicules sur un ouvrage de ligne (notamment pour les installations monocâbles), et dès lors qu'il est prévu de maintenir le mouvement des véhicules durant l'incendie, il doit être vérifié que la température déterminée par l'étude incendie au niveau des ouvrages de ligne reste compatible avec le passage des véhicules.
- Maintien des conditions d'appui sur les ouvrages de ligne suite à un échauffement lié à un incendie en pied de pylône : une justification est nécessaire pour les pylônes non tubulaires.

L'analyse de risque spécifique au risque incendie peut au final conduire à rendre acceptables des dépassements de ces critères :

- par la combinaison de mesures techniques et organisationnelles, par exemple avec la mise en place de systèmes de détection automatique d'incendie associée à la mise en mouvement de l'installation, ou encore la mise en place de dispositifs de protection incendie spécifiques ;
- par une approche probabiliste.

Si un dépassement de critère est rendu acceptable sur la base d'une approche probabiliste sur une zone déterminée :

- celle-ci doit conduire à un taux d'occurrence de l'événement redouté :
  - inférieur à 10<sup>-8</sup> /h en cas de dépassement en exploitation du critère lié à la tenue du câble ou du critère de maintien des conditions d'appui sur ouvrage de ligne,
  - inférieur à 10<sup>-7</sup> /h en cas de dépassement d'un autre critère ;

- à défaut de valeurs argumentées et représentatives pour la couverture d'un risque lié au survol d'une voirie routière, l'approche probabiliste doit être basée sur les taux typiques d'incendie « maximum » définis pour les différentes catégories de véhicules dans l'annexe B du *Guide CETU des dossiers de sécurité des tunnels routiers - Fascicule 4 - Les études spécifiques des dangers (ESD)* ;
- les hypothèses associées doivent être ré-évaluées périodiquement.

Si un dépassement de critère est rendu acceptable sur la base de la mise en place de systèmes de détection automatique d'incendie :

- pour couvrir un dépassement d'un ou plusieurs critères d'intégrité, le respect du critère dynamique de risque d'échauffement des usagers en ligne doit être garanti en exploitation sur les zones couvertes ;
- pour couvrir un dépassement de l'intégrité structurelle du câble, les informations associées doivent être surveillées y compris hors exploitation avec mise en place d'une astreinte/permanence.

### **A3 – 7.7.3.3.2 Cas particuliers**

- *Cas des voiries revêtues avec trafic marginal, croisées ou survolées moins de 50 mètres par un transport par câble :*

Il est considéré que pour une circulation marginale, les taux d'occurrence sont suffisamment faibles pour que le risque résiduel lié à l'incendie soit acceptable, sans mesure d'éloignement ni réalisation de l'étude ingénierie incendie sur le risque associé au type de trafic correspondant. Ainsi, cette notion peut être utilisée pour couvrir :

- soit une voirie globalement sur la base du trafic total qu'elle supporte,
- soit le risque incendie associé à certains types de véhicules de manière séparée.

Le trafic est considéré marginal en dessous d'un Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ou équivalent défini dans le tableau suivant pour les différentes catégories de véhicules routiers :

<b>Catégories de véhicule</b>	<b>Limite en TMJA (total dans les deux sens) pour TPH monocâbles</b>	<b>Limite en TMJA (total dans les deux sens) pour TPH bicâbles</b>
Véhicules légers, autocars/autobus considérés séparément	200 véhicules / jour	20 véhicules / jour
Poids lourds, Transports de Matières Dangereuses considérés séparément	100 véhicules / jour	10 véhicules / jour
Raisonnement sur le trafic total	250 véhicules / jour	25 véhicules / jour

Un parc de stationnement ne peut pas être associé à cette notion de circulation marginale, des véhicules pouvant être présents en permanence.

Un survol le long de la voirie de plus de 50 mètres ne peut pas être associé à cette notion de circulation marginale, car les trafics associés ont été déterminés sur la base d'une longueur d'exposition limitée.

Dans le cas de plusieurs survols ou croisements successifs de voirie(s), chaque zone de survol ou croisement est à considérer séparément.

- Cas des télésièges et télémixtes :

Les installations avec sièges ont des hauteurs de survol limitées à 15 mètres, ou ponctuellement 25 mètres (comme prévu au A3-7.8). Ces hauteurs sont généralement trop faibles pour appliquer les éloignements forfaitaires associés aux bâtiments et aux franchissements de voiries prévus au A3-7.7.3.2 A) et C). Afin d'éviter de trop complexifier les analyses, pour les télésièges et télémixtes qui n'entrent pas dans le cas particulier précédent, à partir d'une hauteur de survol de 10 m, il peut être admis de ne pas réaliser l'étude ingénierie incendie et de considérer le risque acceptable si chaque objet survolé pouvant générer un risque incendie est couvert par un système de détection automatique d'incendie associé à la mise en mouvement de l'installation.

### **A3 – 7.7.3.4 Systèmes de détection automatique d'incendie**

Des systèmes de détection automatique d'incendie doivent être mis en place dans les cas suivants :

- 1) Lorsque l'analyse de risque spécifique au risque incendie en établit la nécessité ;
- 2) Pour les téléphériques urbains, lorsque sont présents dans la zone de proximité de l'installation (définie en A3 – 7.7.3.1) :
  - des voiries avec circulation de bus,
    - sauf si une convention est mise en place avec leur gestionnaire, permettant de maîtriser la nature (notamment type de motorisation) et le nombre des bus circulant sur la voirie concernée .
  - des voiries sur lesquelles une circulation de poids lourds est possible et pour lesquelles :
    - un ou plusieurs critères d'intégrité ne sont pas respectés,
    - ou la notion de « trafic marginal » a été utilisée.
  - des voies ferrées avec circulation de fret, pour lesquelles un ou plusieurs critères d'intégrité ne sont pas respectés ;
  - des bâtiments avec du public (logements collectifs, hôpitaux hôtels, bibliothèques, écoles, centres commerciaux, théâtres, cinémas, salles de spectacles, bâtiments de transport public), de bureaux et industriels :
    - pour lesquels les mesures d'éloignement forfaitaire A) ne sont pas respectées,
    - sauf si une convention est mise en place avec leur gestionnaire, permettant de maîtriser les usages de ces bâtiments et leur impact éventuel sur le risque incendie.
- 3) Pour toutes les installations, pour tous les bâtiments pour lesquels un ou plusieurs critères d'intégrité ne sont pas respectés, sauf à traiter ces bâtiments suivant les dispositions spécifiées au [A3-7.7.2](#).

Lorsque des systèmes de détection automatique d'incendie sont mis en place, ceux-ci doivent respecter les dispositions suivantes :

- ils doivent déclencher une alarme incendie spécifique au poste de commande de l'installation ; les mesures à mettre en œuvre suite à une détection doivent respecter les principes généraux de la partie A3-7.7.1 ;
- ils doivent faire l'objet de procédures de test adaptées, lors de la mise en service, puis périodiquement.

**A3 – 7.7.3.5 Synthèse des démonstrations possibles et articulation entre elles**

Types d'éléments dans la zone de proximité	Détails sur éléments survolés	Traitement par éloignement forfaitaire A3-7.7.3.2	Réalisation analyse de risque spécifique au risque incendie A3-7.7.3.3	Système de détection automatique incendie A3-7.7.3.4
Bâtiments	Bâtiments « usuels »	Respect règles A)	(Possible)	-
		Non respect règles A)	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie OBLIGATOIRE pour : > tous bâtiments avec dépassement de critère(s) d'intégrité > bâtiments publics, de bureaux et industriels pour TPH urbains même si respect des critères, sauf convention
	Bâtiments particuliers (ex : ICPE, ...)	PAS D'ÉLOIGNEMENT FORFAITAIRE PERMIS	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie
Végétation	Végétation continue / forêt	Respect règles B) > Layon > ou Survol >30m	(Possible)	-
	Entretien régulier dans l'esprit des OLD	Règles B) Survol >2,5m espace enveloppe, entretien régulier	(Possible)	-
	Alignement d'arbres	Règles B) Survol >2,5m espace enveloppe, interdiction stationnement	(Possible)	-
	Végétation	Non respect règles B)	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie
	Végétation spécifique	PAS D'ÉLOIGNEMENT FORFAITAIRE PERMIS	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie

Types d'éléments dans la zone de proximité	Détails sur éléments survolés	Traitement par éloignement forfaitaire A3-7.7.3.2	Réalisation analyse de risque spécifique au risque incendie A3-7.7.3.3	Système de détection automatique incendie A3-7.7.3.4
Infrastructures de transport	Croisement ou survol de voirie revêtue	Règles C)	(Possible)	OBLIGATOIRE pour TPH urbains si circulation de bus, sauf convention
		Non respect règles C)	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie OBLIGATOIRE pour TPH urbains : > si circulation de bus, sauf convention ; > si circulation possible PL : - avec dépassement de critère(s) d'intégrité - ou utilisation « trafic marginal »
	Croisement ou survol de voie ferrée	Règles C)	(Possible)	-
		Non respect règles C)	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie OBLIGATOIRE pour TPH urbains en cas de circulation de fret avec dépassement de critère(s) d'intégrité
Voirie avec circulation de véhicules particuliers (ex : bus GNV, H2, électriques)	PAS D'ÉLOIGNEMENT FORFAITAIRE PERMIS	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie OBLIGATOIRE pour TPH urbains : > si circulation de bus, sauf convention	
Autres éléments / éléments particuliers	PAS D'ÉLOIGNEMENT FORFAITAIRE PERMIS	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie	
Combinaison complexe d'éléments (notamment TPH urbains et certains ascenseurs valléens)	Application possible élément par élément, pour démontrer le respect des critères dans l'analyse incendie	OBLIGATOIRE	Selon résultats analyse incendie OBLIGATOIRE dans certains cas	
Appareil classique de montagne avec layon sans survol de voirie ni bâtiment	B) layon	-	-	
Télesiège ou télémixte avec croisement de voirie survol >10m	Non respect des règles C)	Obligatoire mais a priori simple	OBLIGATOIRE pour éviter la réalisation d'une étude ingénierie incendie	

## A3 - 7.7.4 - Marche incendie

### **Article 7 II de l'arrêté du 07 août 2009 – Dispositions relatives à l'incendie au regard de l'environnement de l'installation**

Une marche incendie doit être prévue au niveau de l'architecture de contrôle-commande, comportant une commande manuelle spécifique et permettant de mettre hors service toutes les fonctions de sécurité automatiques qui sont de nature à diminuer la vitesse ou à arrêter automatiquement l'installation en marche d'exploitation avec le moteur principal ou auxiliaire. Pour les systèmes de technologie complexe, le périmètre et l'organisation de la marche incendie peuvent être adaptés en fonction de l'analyse de risque précitée et de l'étude de sécurité du système.

Cette commande manuelle, située au poste de commande de l'installation, généralement en gare motrice, permet cette mise hors service (= désactivation) de façon sûre :

- sécurité et disponibilité de l'organe d'activation de la marche incendie ;
- sécurité et disponibilité du reste de la chaîne de commande de la marche incendie.

Note : pour l'organe d'activation, une solution basée sur une commande 3 voies avec voteur 2oo3 permet d'assurer cet objectif. Dans ce cas, sur défaut discordance en exploitation normale, une simple alarme plutôt qu'un arrêt de l'installation peut être générée, mais sous réserve de limiter à la récupération des véhicules, donc sans possibilité de poursuite de l'exploitation (à couvrir par une consigne d'exploitation dans ce cas).

Elle déclenche une alarme lumineuse spécifique lors de son activation. Cette signalisation ne doit pas reposer uniquement sur l'écran de l'interface homme-machine (IHM). La position des signalisations d'alarme doit garantir leur perception par le personnel d'exploitation.

La commande manuelle ne doit pas agir sur le bouton d'arrêt du frein de sécurité du poste de commande ou sur tous les boutons d'arrêt du poste de commande. En revanche, elle doit agir sur les autres boutons d'arrêt de l'installation.

Au moins un dispositif identifié permettant de régler la vitesse depuis le poste de commande (potentiomètre, sélecteurs) doit rester actif lors de la récupération en marche incendie. De même, l'inversion du sens de marche doit rester possible depuis le poste de commande si elle existe en marche d'exploitation.

L'accès à cette commande doit être conçu de façon à éviter toute manipulation de celle-ci par erreur. Un accès sous boîtier protégé sous verre à briser répond à cette prescription.

Chaque activation de la marche incendie doit être mémorisée automatiquement sur un support (cf. D1 - 1.1.7 pour les modalités pratiques).

En situation d'incendie, l'embarquement des passagers doit être empêché. L'analyse de sécurité doit définir les moyens techniques (par exemple fermeture station par blocage portillon, ...) et/ou organisationnels permettant d'atteindre cet objectif.

L'exploitant met en œuvre une procédure d'intervention préétablie en cas d'alerte incendie. Cette procédure détaille notamment comment sont maintenues les communications entre gares en cas d'activation de la marche incendie.

### Cas particuliers :

- Cas des téléphériques bidirectionnels et des téléphériques pulsés

Afin d'optimiser le temps de récupération, la marche incendie est organisée selon deux niveaux :

- Pour le premier niveau, la marche incendie ne doit pas mettre hors service (= désactiver) les fonctions de contrôle distance-vitesse, et les surcourses le cas échéant (bidirectionnels). Le pilotage de la vitesse reste automatique. Le contour de ce premier niveau peut le cas échéant intégrer d'autres fonctions de contrôle identifiées par l'étude de sécurité du système.
  - Pour le deuxième niveau, il doit exister une commande de mise hors service (= désactivation) unique des fonctions de contrôle distance-vitesse, et des surcourses le cas échéant (bidirectionnels), qui peut être activée pendant la marche incendie. Ce bouton active le 2<sup>e</sup> niveau de la marche incendie. L'activation de ce 2<sup>e</sup> niveau n'entraîne pas de réduction de vitesse (pilotage manuel de la vitesse par le conducteur), avec toutefois nécessité d'un appui permanent sur une commande pour autoriser une vitesse supérieure à 1 m/s. Cette mise hors service (= désactivation) devra être signalée de manière explicite de manière à ce que le conducteur soit clairement informé du pilotage manuel de la vitesse. Par ailleurs, la marche incendie peut ne pas agir sur les dispositifs électriques commandant la tombée de l'éventuel frein de chariot. Toutefois, en fonction de l'analyse du risque incendie, une commande manuelle peut être nécessaire. Celle-ci répond aux mêmes spécificités que la 1<sup>ère</sup>, et peut être localisée dans le véhicule (à définir par l'analyse de risque).
- Cas des téléphériques unidirectionnels munis d'actionneurs qui sont nécessaires pour permettre la circulation des véhicules

La conception de la marche incendie doit permettre la commande de ces actionneurs, indépendamment de l'état de la liaison entre gares.

Pour cela, il faut disposer d'une commande manuelle locale située dans les gares concernées, capable de mettre hors service (= désactiver) tous les dispositifs de sécurité qui sont de nature à empêcher le pilotage de ces actionneurs, en marche d'exploitation avec le moteur principal ou auxiliaire. En gare motrice, cette commande doit être confondue avec la commande principale de la marche incendie.

- Cas de certains téléphériques de technologie complexe (par exemple, appareils double monocâble, lanceurs/ralentisseurs motorisés, ...)

Afin de conserver un fonctionnement optimal, la mise hors service (= désactivation) des dispositifs de sécurité par la marche incendie est organisée selon deux niveaux :

- Pour le premier niveau, la marche incendie ne doit pas mettre hors service (= désactiver) les surveillances de certaines fonctions fondamentales (motorisation poutre à pneus, surveillance synchronisation double boucles de câbles, double contours...). Le contour de ce premier niveau est défini en fonction de l'étude de sécurité du système.
- Pour le deuxième niveau, il doit exister une commande de mise hors service (= désactivation) unique de ces fonctions fondamentales qui peut être activé en cas d'arrêt survenant pendant la marche incendie. Ce bouton active le 2<sup>e</sup> niveau de la marche incendie. L'activation de ce 2<sup>e</sup> niveau n'entraîne pas de réduction de vitesse. Cette mise hors service (= désactivation) devra être signalée de manière explicite de manière à ce que le conducteur soit clairement informé de l'activation de ce niveau.

Pour ces différents cas, toutes les commandes annexes à la commande manuelle spécifique activant un 2<sup>e</sup> niveau de marche incendie (ou une mise hors service / désactivation en local) doivent également être traitées en sécurité et disponibilité. À ce titre, un déclenchement de ce 2<sup>e</sup> niveau de marche incendie sans que le 1<sup>er</sup> niveau n'ait été activé doit être détecté, sans possibilité de poursuivre l'exploitation (possibilité de simple alarme avec récupération des véhicules plutôt qu'un arrêt, idem ci-dessus pour

défaut discordance de la commande manuelle spécifique 1<sup>er</sup> niveau). Pour ces cas particuliers, l'étude de sécurité et la procédure d'intervention préétablie précisent les conditions d'utilisation de la marche incendie.

## A3 – 7.8 - Hauteurs de survol

### Article 8 de l'arrêté du 07 août 2009

La hauteur de survol par rapport au sol est déterminée, en tenant compte des possibilités d'évacuation ainsi que du relief environnant, notamment de façon à minimiser le risque de gêne ou d'effet de panique lié au vide pour les usagers transportés dans des véhicules ouverts.

Hauteur maximale au-dessus du sol :

En tout point de l'installation, on appelle hauteur maximale de survol la distance qui sépare le point le plus bas d'un véhicule et le sol. Cette distance est calculée formellement de la manière suivante :

- dans l'axe de l'installation ;
- installation à l'arrêt ;
- terrain non enneigé ou enneigement minimal admissible en exploitation ;
- absence de vent ;
- véhicules vides uniformément répartis sur la portée.

Ces principes sont illustrés dans le [tableau B](#) (Cas de charge n°4) du [chapitre A10](#) pour un téléphérique monocâble.

Cette hauteur de survol n'est pas limitée pour les types d'installations suivantes :

- Téléphériques à système bicâble, à mouvement va et vient ;
- Téléphériques équipés d'au moins 2 câbles porteurs ou porteurs-tracteurs et de véhicules fermés et verrouillés.

Cette hauteur de survol est limitée pour les types d'installations suivantes :

- Téléphériques n'appartenant pas aux deux catégories précédentes et équipés de véhicules fermés et verrouillés : 60 m ;

Toutefois la hauteur de survol est autorisée sans limitation :

- s'il y a au maximum 5 véhicules sur chaque brin de câble simultanément concernés par le franchissement d'une dépression ;
  - ou bien si l'évacuation est réalisée le long des câbles.
- Téléphériques n'appartenant à aucune des catégories précédentes : 15 m ; toutefois la hauteur de survol lors du franchissement des courtes dépressions est autorisée jusqu'à 25 m. On appelle « courtes dépressions », les dépressions du niveau de survol par rapport à la référence de 15 m dont la longueur totalisée sur le parcours est inférieure à 300 m pour les installations d'une longueur inférieure à 1 500 m et à 20 % de la longueur de la ligne pour les installations d'une longueur supérieure à 1 500 m.

## Chapitre A4 - DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES RELATIVES À LA SÉCURITÉ DES USAGERS EN LIGNE ET DANS LES STATIONS D'EMBARQUEMENT ET DE DÉBARQUEMENT

La vitesse de marche admissible des téléphériques doit être choisie en fonction du système et des conditions d'exploitation prévues. Tous les aspects du système de transport doivent être pris en considération et notamment :

- le guidage sûr des câbles mobiles sur leurs appuis et le mode de fonctionnement des rattrape-câbles en cas de déraillement ;
- le comportement dynamique des câbles, des éléments tournants (par exemple poulies, galets) et des véhicules ;
- le couplage et le découplage des attaches ;
- les conséquences des ralentissements lors d'un freinage normal ou inattendu (par exemple entrée en action d'un frein embarqué, blocage d'un véhicule dans la zone de couplage) ;
- les conséquences des oscillations des véhicules (par exemple choc contre des guidages latéraux lors de l'entrée en station) ;
- les conditions prévues pour l'organisation de l'embarquement et du débarquement des usagers ;
- le déraillement et/ou le blocage d'un chariot au passage d'un support de ligne ;
- le confort des usagers compte tenu du passage sur les supports de ligne, du type du véhicule, etc. ;
- L'accélération centripète ne doit pas être supérieure à  $2,5 \text{ m/s}^2$  au passage des supports de ligne. Le [tableau F](#) (cas de charge n°1) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour ce calcul dans le cas du câble porteur-tracteur d'un téléphérique monocâble.

### A4 - 9 – Vitesse en ligne

#### Article 9 de l'arrêté du 07 août 2009 - Vitesse en ligne

La vitesse de marche maximale d'un téléphérique fonctionnant en ligne ne peut excéder :

- 12,5 m/s pour les téléphériques bicâbles à va-et-vient et 7,5 m/s pour ceux avec véhicules non accompagnés lors de leur passage aux pylônes ;
- 7,5 m/s pour les téléphériques bicâbles à mouvement unidirectionnel avec véhicules non accompagnés avec un câble porteur et 8,0 m/s pour ceux avec deux câbles porteurs ;
- 6,0 m/s pour les téléphériques monocâbles avec un câble porteur-tracteur et 8,0 m/s pour ceux avec deux câbles porteurs-tracteurs.

### A4 - 10 – Vitesse en gare

#### Article 10 de l'arrêté du 07 août 2009 - Vitesse en gare

La vitesse de marche des véhicules lors de l'embarquement et du débarquement des usagers doit être déterminée en tenant compte de la typologie des appareils et des usagers de façon à limiter les risques de chute ou de heurt.

I. - La vitesse de marche maximale d'un téléphérique lors de l'embarquement et du débarquement des usagers ne peut excéder :

- a) 0,5 m/s lorsque le téléphérique comporte des véhicules fermés ou des bennes ;
- b) pour les téléphériques comportant des véhicules ouverts à attaches découplables :
  - 1,3 m/s lorsqu'ils transportent des skieurs ;
  - 1,0 m/s lorsqu'ils transportent des piétons par l'avant.
- c) pour les téléphériques comportant des véhicules ouverts à attaches fixes et
  - 1) transportant des skieurs sur :
    - des véhicules à 1 ou 2 places : 2,5 m/s ;
    - des véhicules avec 3 ou 4 places : 2,3 m/s ;
    - des véhicules avec plus de 4 places : 2,0 m/s.

2) transportant des piétons : 1,5 m/s pour le transport de deux piétons au maximum, quelle que soit la capacité du véhicule. Cette vitesse est réduite à 1 m/s pour le transport de plus de deux piétons par siège ;

Dans les courbes, la vitesse de marche des véhicules se réfère à l'axe de la ligne dans le contournement.

II. – Pour les téléphériques transportant des skieurs, les vitesses de marche plus élevées que celles mentionnées au I peuvent être autorisées par le service de contrôle dès lors que :

- l'installation est équipée de dispositifs permettant de réduire, lors de l'embarquement, la différence entre la vitesse de l'utilisateur et celle du siège ;
- la vitesse de marche lors du débarquement n'excède pas 2,8 m/s pour les télésièges biplaces, 2,7 m/s pour les véhicules à trois ou quatre places et 2,2 m/s pour les véhicules offrant plus de quatre places.

## **A4 - 11 - Intervalle de temps minimum en stations entre deux véhicules successifs pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel**

### **Article 11 de l'arrêté du 07 août 2009**

L'intervalle entre deux véhicules doit être déterminé en fonction de la configuration de l'installation et de son type, en considérant son débit, ses conditions d'embarquement, de débarquement et de surveillance.

L'intervalle de temps minimum, entre deux véhicules doit être choisi en fonction des conditions d'aménagement et d'exploitation et notamment de la vitesse et du personnel affecté à la surveillance des aires d'embarquement et de débarquement.

Pour les télésièges à attaches fixes, l'intervalle entre deux véhicules successifs doit être au moins de  $(4 + n/2)$  secondes, si l'accès des usagers aux véhicules se fait par l'avant et seulement lorsque des skieurs sont transportés,  $n$  signifiant le nombre de places par siège et étant inférieur ou égal à 6.

Si l'accès aux sièges se fait par l'avant et si les personnes transportées doivent, pour parvenir à l'aire d'embarquement depuis le portillon d'accès, effectuer un changement de direction de 30° ou plus par

rapport à la direction de l'embarquement pour les skieurs, et 90° ou plus pour les piétons, l'intervalle précédemment indiqué doit être porté à 1,5 fois  $(4 + n/2)$  secondes au moins.

Dans tous les cas, si l'intervalle choisi est inférieur à 1,5 fois  $(4 + n/2)$  secondes et que le débit est supérieur à 50 % du débit maximal autorisé, un dispositif commandé par les véhicules pour réguler l'accès des skieurs doit être installé.

Pour les télésièges avec attaches découplables, pour une ligne d'embarquement donnée, l'intervalle de temps minimum en stations entre deux véhicules successifs ne peut être inférieur à 5 secondes.

Pour les télésièges à attaches découplables, un dispositif commandé par les véhicules pour réguler l'accès des skieurs doit être installé.

Pour l'exploitation des télésièges à attaches découplables à la descente, un tel dispositif doit également être installé sauf si le nombre de personnes simultanément admises par véhicule est inférieur ou égal à la moitié de la capacité des véhicules.

Les conditions d'exploitation des télésièges découplables dont le débit est supérieur à 3 000 p/h pour les TSD 6 et 3600 p/h pour les TSD 8 sont précisées dans le guide RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques » article A-2.1.1.

## **A4 - 12 – Surveillance du déplacement en stations des véhicules découplables des téléphériques à mouvement unidirectionnel**

### **Article 12 de l'arrêté du 07 août 2009**

Pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel avec véhicules découplables, un dispositif de surveillance automatique du déplacement des véhicules en gare doit être installé de telle façon que toute anomalie de ce déplacement ne conduise pas à la mise en danger des usagers.

#### **Généralités**

Ce dispositif doit tenir compte :

- d'un blocage du véhicule précédent ;
- du temps de réaction entre le déclenchement du dispositif de surveillance et l'action du freinage ;
- de la valeur minimale de la décélération résultant du freinage de l'installation après le déclenchement du dispositif de surveillance ;
- du danger qu'une collision représente pour les usagers.

#### **Cas des véhicules fermés**

Pour les téléphériques comportant des véhicules fermés, ce dispositif doit éviter que la vitesse de choc contre le véhicule qui le précède soit supérieure à 1,0 m/s. Il est exigé dans toutes les zones des stations où les véhicules sont normalement occupés et circulent à une vitesse supérieure à 0,5 m/s.

#### **Cas des véhicules ouverts**

Pour les téléphériques comportant des véhicules ouverts, ce dispositif est exigé dans toutes les zones où les véhicules sont normalement occupés ainsi que dans la zone de débarquement et la zone d'embarquement si, pour ce dernier cas, l'espacement entre véhicules est inférieur à :

- 8 secondes pour les véhicules 8 places,
- 7,2 secondes pour les véhicules 6 places,
- 6 secondes pour les véhicules 4 places.

#### **Article 13 de l'arrêté du 07 août 2009**

##### **Dispositifs de surveillance pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel avec véhicules découplables - Dispositions complémentaires**

Dans les zones d'accélération et de décélération et quelle que soit la conception des véhicules, le dispositif mentionné à l'article 12 doit être complété par un système de contrôle de concordance de vitesse entre le câble et les mécanismes d'entraînement des véhicules en gare.

Toutefois, ce dernier système n'est pas exigé si ces mécanismes sont directement liés au câble et si l'arrivée d'un véhicule à vitesse maximale sur des mécanismes arrêtés n'entraîne pas de balancements engageant l'espace enveloppe du véhicule ou susceptibles de provoquer la chute des usagers.

Dans les zones où le mouvement des véhicules n'est pas placé sous le contrôle du dispositif de surveillance automatique, le cheminement des véhicules doit être surveillé par le personnel.

## **A4 - 14 – Accompagnement des véhicules**

#### **Article 14 de l'arrêté du 07 août 2009**

I. - Si l'analyse de sécurité met en évidence la nécessité d'une fonction de conduite d'un téléphérique depuis la cabine, un cabinier est indispensable, quel que soit le nombre de personnes transportées dans la cabine.

II. - l'accompagnement des usagers doit être prévu dans les véhicules de téléphériques d'une capacité unitaire supérieure à 40 personnes.

Cet accompagnement peut être assuré soit directement par un cabinier, soit par la mise en place de mesures techniques et d'organisation permettant a minima :

- d'assurer une communication bidirectionnelle entre les usagers et l'exploitant pour informer ou rassurer les usagers en cas de besoin ;
- de visualiser ce qui se passe dans les véhicules ;
- d'accéder aux véhicules dans un temps limité et intervenir, le cas échéant, en cas d'immobilisation des véhicules.

III. - Pour les véhicules ayant une capacité inférieure, des dispositions doivent être prises pour permettre d'accéder dans les véhicules dans un temps limité.

Cas particulier des téléphériques urbains :

Pour ces véhicules équipant des téléphériques relevant des titres II et VI du décret du 9 mai 2003 susvisé, des dispositions techniques permettant d'assurer une communication bidirectionnelle entre les usagers et l'exploitant doivent être prévues pour informer ou rassurer les usagers en cas de besoin.

## **A4 – 15 – Aménagement des zones d'embarquement et de débarquement**

#### **Article 15 de l'arrêté du 07 août 2009**

L'aménagement des zones d'embarquement et de débarquement (géométrie, dispositifs techniques, ...) doit être conçu de telle manière à :

- faciliter l'embarquement et le débarquement des usagers,

- permettre la surveillance de ces opérations et, le cas échéant, la mise en œuvre d'actions correctives ;
- et
- limiter les risques de dommage aux usagers.

Les aménagements de ces zones, les équipements des stations et des véhicules et l'organisation de l'exploitation retenus doivent permettre d'apporter une réponse optimisée aux objectifs précités au regard des paramètres pouvant les influencer (typologie d'usagers, typologie d'installation, vitesse, débit...).

Des filets destinés à rattraper la chute de passagers peuvent être installés pour répondre aux dispositions des articles suivants du présent chapitre. Le dimensionnement de tels filets doit répondre aux exigences du chapitre A5 – 5.3.4.2.2.3.5 c du présent guide.

## **A4 - 15.1 - Dispositions communes aux stations des télésièges**

À l'embarquement, dans toute la zone d'obligation d'abaissement du garde-corps par l'utilisateur, l'assise du siège est à une hauteur inférieure à 1,5 mètre du sol.

Les aires d'embarquement et de débarquement, ainsi que les zones de stabilisation, de sécurité et d'approche doivent être débarrassées de tous obstacles saillants susceptibles d'aggraver les conséquences d'une chute. Par ailleurs, la zone de stabilisation et, selon la hauteur de survol, la zone de sécurité de la station d'embarquement ainsi que le plan incliné éventuel de la station de débarquement doivent être débarrassés de tout obstacle ou bourrelet de neige dans lesquels les skis pourraient s'accrocher, sur une largeur égale à celle des sièges augmentée de 1,50 m de part et d'autre.

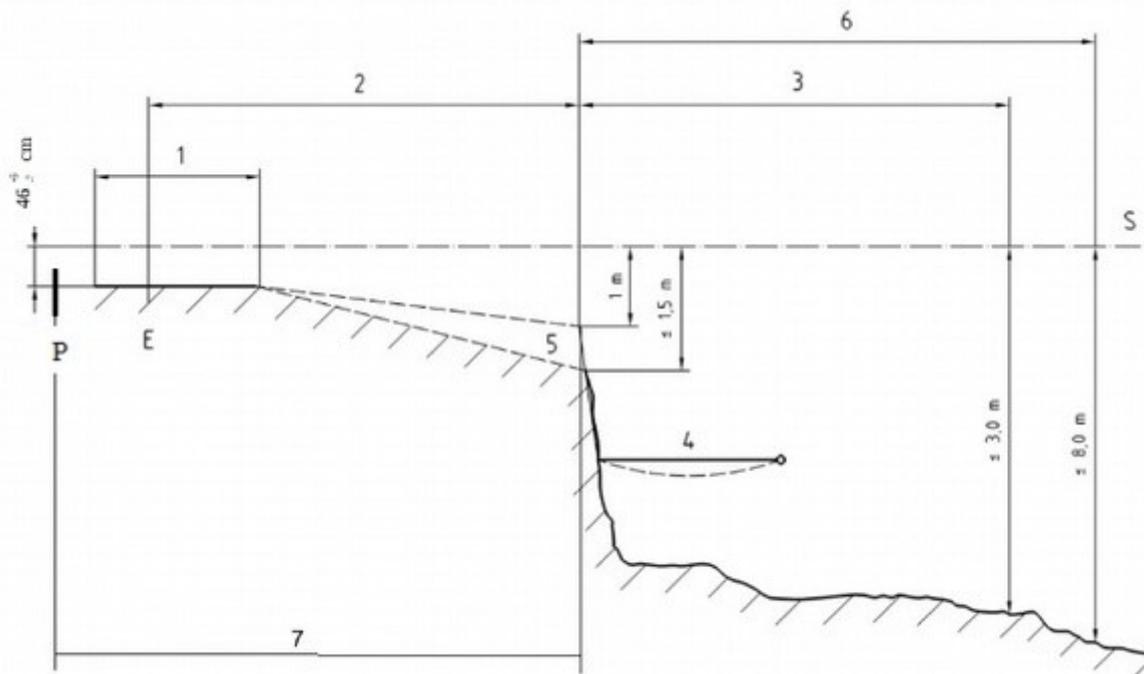
Toutes dispositions doivent être prises pour éviter que les skieurs n'engagent pas leurs skis dans les superstructures des stations. Il est recommandé d'éliminer les aspérités sur les rambardes des estacades, susceptibles d'être heurtées par les usagers. De ce point de vue, la mise en place d'une plinthe évitant l'engagement des skis à travers la rambarde, efficace et apparente quelle que soit la hauteur de neige, constitue une solution satisfaisante.

L'organisation et les aménagements doivent être particulièrement soignés pour tenir compte des débits escomptés notamment :

- canaliser les usagers dans les files d'attente sur une surface sensiblement horizontale ;
- aménager les aires d'embarquement et de débarquement en fonction de la capacité des véhicules, ainsi que les plans inclinés de dégagement et les aires de récupération.

## **A4 - 15.2 - Aires d'embarquement des télésièges fixes et découplables**

Les aires d'embarquement de télésièges doivent satisfaire aux prescriptions définies ci-après (voir schéma ci-après).



#### Légende

- 1 - Aire horizontale d'embarquement
- 2 - Zone de stabilisation
- 3 - Zone de sécurité
- 4 - Filet de rattrapage
- 5 - Zone des hauteurs de survol possibles
- 6 - Zone de freinage

- 7 - Zone d'embarquement : zone comprise entre le portillon d'accès et la fin de la zone de stabilisation
- E - Ligne d'embarquement
- S - Trajectoire de la surface d'assise des sièges
- P - Dispositif de régulation d'accès des usagers

Avant d'accéder à l'aire d'embarquement, une attention particulière doit être apportée à l'aménagement de la file d'attente. A titre indicatif, les bonnes pratiques suivantes peuvent être données : Quelques mètres avant le dispositif de régulation d'accès, le profil doit être sensiblement plat et rectiligne, la largeur constante entre les bornes de contrôle (si elles existent) et le dispositif de régulation d'accès (avec même si possible une surlargeur). Si une entrée « école de ski » est prévue, elle ne doit pas aboutir juste au niveau du dispositif de régulation d'accès pour pouvoir organiser l'affectation des enfants de petite taille sur les sièges.

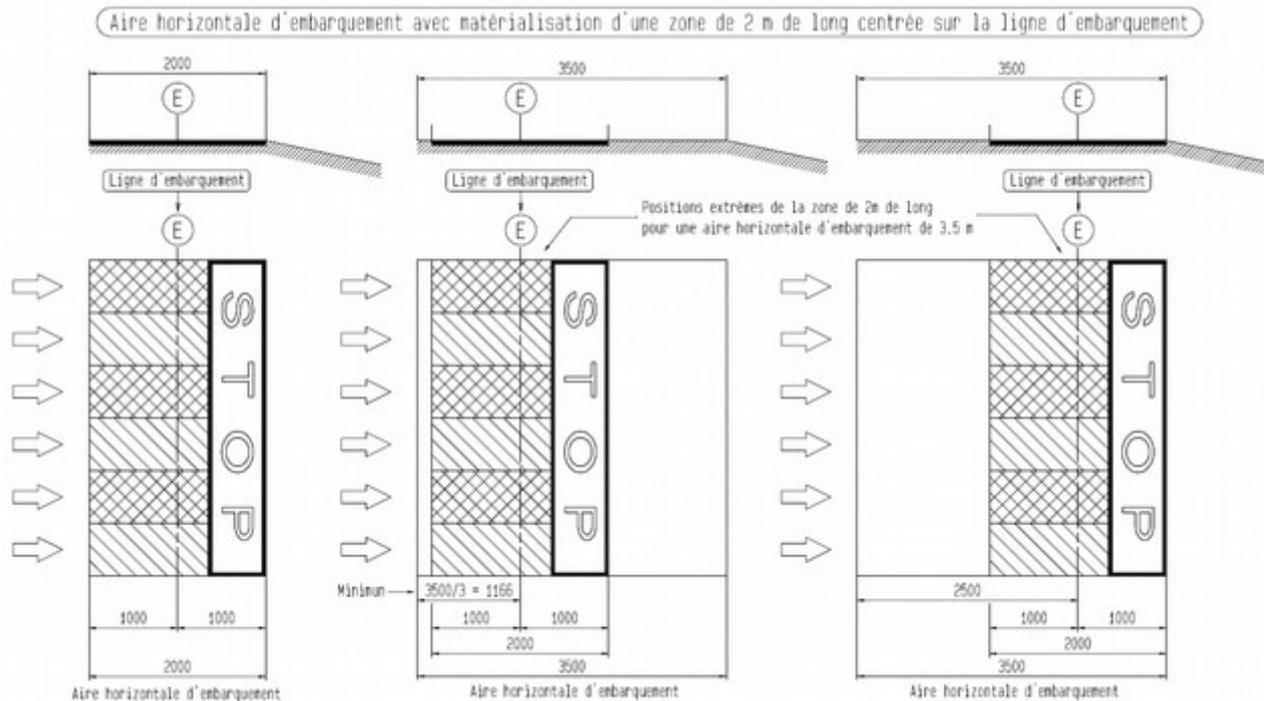
La conception des dispositifs de régulation d'accès des usagers doit permettre de limiter les déplacements latéraux des passagers, en particulier sur un tapis d'embarquement ou de positionnement.

La zone d'embarquement correspond à la zone comprise entre le dispositif de régulation d'accès des usagers et la fin de la zone de stabilisation (voir le schéma précédent).

Le début de cette zone d'embarquement (avant la ligne d'embarquement) doit être rectiligne, plat ou légèrement descendant (pas de cassure importante juste après le dispositif de régulation d'accès). Son aménagement doit permettre aux usagers de disposer d'un temps suffisant sur la ligne d'embarquement avant leur embarquement sur le siège. Par temps suffisant, on entend le temps nécessaire à la visualisation de la position du siège et la préparation à l'embarquement. Cela conduit généralement à limiter la distance entre le dispositif de régulation d'accès des usagers et la ligne d'embarquement et/ou à implanter un tapis d'embarquement ou de positionnement.

L'aire d'embarquement (1) doit présenter une section horizontale d'une longueur comprise entre 2 m et 3,5 m pour le transport des piétons et des skieurs. La ligne d'embarquement (E), qui doit être définie compte-tenu de la cinématique de l'installation, se trouve après le premier tiers de cette longueur. Une

zone de 2 m de la section horizontale, centrée sur cette ligne, doit être matérialisée de façon visible pour définir la position d'arrêt de l'utilisateur avant son embarquement. Les couloirs d'embarquement doivent être marqués à minima sur cette zone, à l'exclusion de l'éventuelle bande de fin de cette zone (bande de stop). Ce marquage doit permettre d'identifier la séparation entre chaque couloir (couleur alternée, ligne séparative, ...). À l'exception des files enfants surélevées, une séparation physique est en revanche à proscrire.



*Exemples d'aménagement de l'aire horizontale d'embarquement*

La longueur horizontale de l'aire d'embarquement doit commencer, dans le cas des télésièges à pinces fixes, après le passage des sièges autour de la poulie.

Pour les TSF, la conception de la gare doit permettre de garantir la stabilité du siège au droit de l'embarquement des usagers. Des éléments de guidage peuvent permettre de répondre à cet objectif.

Au-delà de cette longueur horizontale, une zone de stabilisation et une zone de sécurité doivent être établies. Pour les TSF, la zone de stabilisation **(2)**, mesurée à partir du point d'embarquement, doit avoir une longueur minimale de 10 m. Jusqu'à la fin de la zone de sécurité **(3)** suivante il faut respecter un intervalle minimal correspondant à 7,0 secondes, mesuré à partir du point d'embarquement.

Pour les TSD, la zone de stabilisation **(2)**, mesurée à partir du point d'embarquement, doit avoir une longueur minimale correspondant à 3,5 secondes. La zone de sécurité **(3)** doit avoir une longueur minimale de 10 mètres.

La hauteur de survol maximale doit être de 1,5 m dans la zone de stabilisation **(2)** et de 3 m dans la zone de sécurité **(3)**. La fin de la zone d'embarquement doit être matérialisée par un dispositif identifié par le personnel d'exploitation chargé de la surveillance de la zone.

Il faut en outre respecter une hauteur de survol maximale de 8 m sur une distance correspondant à un freinage demandé par le personnel situé sur l'aire d'embarquement. Cette distance est comptée à partir de la fin de la zone de stabilisation et doit correspondre à la décélération minimum attendue.

Si le terrain comporte à la fin de la zone de stabilisation une dénivellation brusque (c'est-à-dire une inclinaison du terrain supérieure à 60 %) et simultanément une différence de niveau excédant 1 mètre, un filet de rattrapage (4) doit être prévu.

Dans le cas du transport de skieurs, la surface du terrain dans la zone de stabilisation (2) doit être aménagée pour permettre le glissement des engins de glisse. Elle doit également permettre que le personnel puisse venir en aide à quelqu'un et que les usagers puissent quitter cette zone sans difficulté.

Les constituants fixes du dispositif de régulation d'accès (par exemple portillon), doivent se trouver à plus de 0,45 m de l'espace enveloppe des véhicules. Avant ce dispositif, il faut aménager une zone d'attente horizontale et après celui-ci, l'accès à l'aire d'embarquement (1) doit être aménagé avec une faible pente descendante.

La position dans la station de l'aire d'embarquement des télésièges avec véhicules découplables doit être choisie de façon que les véhicules avancent à une vitesse uniforme conforme à celles définies à l'[article A4 - 10](#), au moins jusqu'au milieu de l'aire d'embarquement.

Pour les télésièges découplables, l'axe suivant lequel se déplacent les sièges dans la zone d'embarquement ne doit pas présenter un angle de plus de 30° avec la direction des skieurs qui embarquent. Pour les piétons, cet angle peut être porté jusqu'à 90°.

Lorsque l'aire d'embarquement est située dans une station de tension, il faut pouvoir adapter la position de la voie d'accès de l'aire d'embarquement et des zones voisines à celle de la poulie.

Lorsque l'embarquement s'effectue dans le contour, la fin de l'aire horizontale d'embarquement devra être matérialisée par un dénivelé brusque d'au moins 30 cm.

### **Nota : Guide Domaines Skiabiles de France « Approche méthodologique expérimentale du confort d'usage des télésièges »**

Ce guide a été élaboré par DSF à partir des bonnes pratiques et des retours d'expérience remontés par certains exploitants.

Il part du principe que le confort d'usage d'un télésiège repose sur différents critères aussi variés que le type de clientèle, la vitesse de l'installation, l'espacement entre sièges, la lisibilité et l'ergonomie de la zone d'embarquement, la position du personnel d'exploitation, .... Il propose une analyse précise de ces critères, afin d'identifier pour chaque télésiège des pistes d'amélioration, en proposant des bonnes pratiques mais également des situations à éviter.

Dans une première partie (§3 Grille d'analyse), le guide regroupe les critères ayant majoritairement trait à l'aménagement et la configuration des appareils, critères sur lesquels il est en général possible d'agir.

Le guide propose aussi une grille d'évaluation, comportant plusieurs éléments d'appréciation, regroupés pour certains dans un même critère, qui permet de positionner chaque télésiège. La grille prévoit un jeu de coefficients par éléments et/ou par critères pour mettre en valeur ceux qui présentent le plus d'enjeu en termes de confort d'usage.

Une notice d'utilisation de la grille explique comment noter chaque élément. La notation s'appuie très souvent sur des éléments objectifs, mais certains éléments doivent être appréciés localement.

Des seuils sont fixés pour certains critères, qui présentent un enjeu particulier au regard de la sécurité.

Une deuxième partie du guide (§4 autres actions d'amélioration) présente d'autres critères qui, s'ils ne permettent pas d'agir directement sur le confort d'usage, peuvent néanmoins contribuer à une meilleure surveillance de l'embarquement des télésièges et à la limitation des risques de chute de hauteur ou de leurs conséquences.

La combinaison des deux parties du guide permet d'identifier des actions d'amélioration pour prévenir les chutes de hauteur, qui concernent d'une part le confort d'usage des télésièges (actions sur l'aménagement et/ou la configuration du télésiège) et d'autre part les conditions de surveillance ou d'équipements des appareils.

La recommandation STRMTG du 20 janvier 2020 a prescrit l'application de ce guide au parc existant mais il s'agit par ailleurs d'un document de référence qui doit être pris en compte par les professionnels dans le cadre de la réalisation d'un appareil nouveau.

## **A4 - 15.3 - Aide à l'embarquement par tapis roulants sur les télésièges à attaches fixes**

L'embarquement des usagers sur les télésièges à attaches fixes peut s'effectuer au moyen d'un dispositif d'aide dénommé ci-après « tapis d'embarquement » qui permet de réduire la vitesse relative entre le skieur et le véhicule. Ce dispositif doit respecter les prescriptions détaillées ci-après. La mise en place de ce dispositif ne dispense pas du respect des règles d'espacement entre sièges définies à [l'article 11 de l'arrêté du 07 août 2009](#).

### **A4 - 15.3.1 - Conception et implantation des tapis d'embarquement**

L'aménagement des aires d'embarquement doit être conforme au [A4 - 15.1](#) en considérant que la plateforme horizontale d'embarquement est constituée par le tapis d'embarquement.

La conception et l'implantation du tapis d'embarquement doivent répondre aux règles suivantes :

- la longueur de la partie sensiblement horizontale et roulante du tapis doit être justifiée par un calcul cinématique ;
- la conception du tapis d'embarquement doit assurer une adhérence suffisante entre les skis ou les surfs et la surface du tapis quelle que soit la vitesse d'exploitation ;
- la largeur utilisable du tapis doit être au moins égale à la largeur de l'assise des sièges augmentée d'une surlargeur de 0,10 m à 0,20 m de chaque côté ;
- les interfaces entre parties mobiles et parties fixes du tapis ne doivent pas permettre le coincement des skis ou des bâtons et présenter un risque pour les usagers en cas de chute ;
- les couloirs d'embarquement doivent être matérialisés sur le tapis par des couleurs alternées ou des lignes de séparation ;
- lorsque le tapis est en fonctionnement, l'accès des usagers au tapis doit être régulé par un système de portillons automatiques :
  - soit ce système est piloté par le siège sur lequel l'accès est autorisé,
  - soit ce système n'est pas commandé par le siège sur lequel l'accès est autorisé, auquel cas, l'espacement entre les sièges doit être surveillé et en cas d'écart, l'installation à câbles doit être arrêtée.
- les portillons doivent être sensiblement centrés sur l'axe longitudinal des couloirs matérialisés sur le tapis ;
- l'aménagement de la zone comprise entre le tapis et les portillons doit permettre aux usagers d'accéder au tapis sans être déséquilibrés ;
- en cas de marche arrière du téléphérique, le tapis d'embarquement doit rester arrêté ;
- un dispositif destiné à réaliser d'une façon simple un contrôle quotidien de la position du tapis d'embarquement par rapport à la poulie doit être prévu ;

- lors des phases de démarrage ou d'arrêt de l'installation, les variations de vitesse du tapis ne doivent pas déstabiliser les usagers. l'arrêt du tapis d'embarquement doit se faire avec une décélération acceptable pour les usagers (au maximum 0,5 m/s<sup>2</sup>) sauf si cet arrêt est provoqué par une coupure de courant ;
- des essais d'embarquement seront réalisés avant mise en exploitation afin de vérifier la compatibilité entre le cadencement des usagers et la synchronisation des véhicules.

La vitesse de fonctionnement du tapis devra être sensiblement égale au 1/3 de la vitesse de l'installation. Ce rapport doit être constant quelle que soit la vitesse de fonctionnement de l'installation.

Toute exploitation d'un télésiège fixe à des vitesses supérieures à celles définies à [l'article A4-10](#) entraîne les justifications et les dispositions spécifiques concernant :

- l'aménagement des aires d'arrivée ;
- l'adjonction d'une survitesse en cas d'exploitation tapis arrêté.

## **A4 - 15.3.2 - Fonctions de sécurité**

Les fonctions de sécurité suivantes doivent être assurées :

**a** - l'arrêt du tapis doit entraîner l'arrêt du câble et inversement ;

**b** - les vitesses du câble et du tapis doivent être coordonnées et contrôlées. En régime établi, le rapport entre la vitesse du câble et la vitesse du tapis doit être surveillé. Il peut varier au maximum de  $\pm 15\%$  sauf à provoquer automatiquement l'arrêt de l'installation ;

**c1** - les dispositifs de survitesse doivent être réglés pour l'exploitation avec le tapis ;

**c2** - pour les installations pouvant fonctionner à des vitesses supérieures à celles définies à [l'article A4 - 10](#), et s'il est possible d'exploiter avec tapis arrêté et enneigé, un dispositif de survitesse distinct doit être installé pour ce mode d'exploitation et réglé par rapport à ces vitesses maximales.

**d** - en mode d'exploitation tapis arrêté, il doit être impossible de faire fonctionner le tapis accidentellement ;

**e** - le système de régulation automatique d'accès des usagers au tapis doit assurer la synchronisation entre l'autorisation d'accès et le cadencement des sièges. La synchronisation doit être réglable. Le signal d'ouverture des portillons doit être donné par le véhicule auquel l'accès est autorisé.

## **A4 - 15.4 - Aide à l'embarquement par tapis de positionnement sur les télésièges à attaches découplables**

L'embarquement des usagers sur les télésièges à attaches découplables peut être assisté par un dispositif d'aide dénommé ci-après « tapis de positionnement » qui a pour objectif de faciliter le positionnement des usagers sur la ligne d'embarquement. Ce dispositif doit respecter les prescriptions détaillées ci-après. La mise en place de ce dispositif ne dispense pas du respect des règles d'espacement entre sièges définies à [l'article A4 - 11](#)

### **A4 - 15.4.1 - Conception et implantation des tapis de positionnement**

La conception et l'implantation du tapis de positionnement doivent répondre aux règles suivantes :

- la conception du tapis de positionnement doit assurer une adhérence suffisante entre les skis ou les surfs et la surface du tapis quelle que soit la vitesse d'exploitation ; la largeur utilisable du tapis doit être au moins égale à la largeur de l'assise des sièges augmentée d'une surlargeur de 0,10 m à 0,20 m de chaque côté ;

- les interfaces entre parties mobiles et parties fixes du tapis ne doivent pas permettre le coincement des skis ou des bâtons et présenter un risque pour les usagers en cas de chute ;
- les couloirs d'embarquement doivent être matérialisés sur le tapis par des couleurs alternées ou des lignes de séparation ;
- lorsque le tapis est en fonctionnement, l'accès des usagers au tapis doit être régulé par un système de portillons automatiques :
  - Soit ce système est piloté par le siège sur lequel l'accès est autorisé ;
  - Soit ce système n'est pas commandé par le siège sur lequel l'accès est autorisé, auquel cas, l'espacement entre les sièges doit être surveillé et en cas d'écart, l'installation à câbles doit être arrêtée.
- les portillons doivent être sensiblement centrés sur l'axe longitudinal des couloirs matérialisés sur le tapis. l'aménagement de la zone comprise entre le tapis et les portillons doit permettre aux usagers d'accéder au tapis sans être déséquilibrés ;
- en cas de marche arrière du télésiège découplable le tapis de positionnement doit rester arrêté ;
- lors des phases de démarrage ou d'arrêt de l'installation, les variations de vitesse du tapis ne doivent pas déstabiliser les usagers. l'arrêt du tapis de positionnement doit se faire avec une décélération acceptable pour les usagers (au maximum 0,5 m/s<sup>2</sup>) sauf si cet arrêt est provoqué par la sécurité de fin de bande, l'action volontaire du personnel sur le dispositif d'arrêt rapide du tapis, un défaut de cheminement ou une coupure de courant;
- des essais d'embarquement seront réalisés afin de vérifier la compatibilité entre le cadencement des usagers et la synchronisation des véhicules.

## **A4 - 15.4.2 - Fonctions de sécurité**

Les fonctions de sécurité suivantes doivent être assurées :

- a** - l'arrêt du tapis doit entraîner l'arrêt du câble et inversement ;
- b** - les vitesses du câble et du tapis doivent être coordonnées et contrôlées. En régime établi, le rapport entre la vitesse du câble et la vitesse du tapis doit être surveillé. Il peut varier au maximum de  $\pm 15 \%$  sauf à provoquer automatiquement l'arrêt de l'installation ;
- c** - en mode d'exploitation tapis arrêté, il doit être impossible de faire fonctionner le tapis accidentellement ;
- d** - le système de régulation automatique d'accès des usagers au tapis doit assurer la synchronisation entre l'autorisation d'accès et le cadencement des sièges. La synchronisation doit être réglable.
- e** - à l'arrivée du tapis de positionnement, la transition entre la bande et la surface fixe doit être sans danger. Le point rentrant de la bande doit être équipé d'un dispositif arrêtant automatiquement l'installation en cas de coincement et de happement et déclenchant une alarme. Le dispositif doit préserver l'intégrité des personnes pendant l'arrêt. Il peut être remplacé par une mesure d'exploitation, basée sur la surveillance par le personnel et la mise à sa disposition d'un dispositif d'arrêt rapide du tapis.

## A4 - 15.5 - Aires de débarquement des télésièges

### A4 - 15.5.1 - Télésièges fixes

Les aires de débarquement doivent satisfaire aux dispositions ci-après étant précisé que :

- les longueurs sont comptées horizontalement ;
- lorsque les longueurs sont exprimées en multiple de (v) elles sont comptées en mètres et (v) désigne la vitesse de fonctionnement de l'installation en mètres par seconde ;
- la hauteur de survol est comptée au-dessous de la surface d'assise des sièges.

Le débarquement des skieurs doit être organisé sur une ligne de débarquement. Cette ligne doit être matérialisée sur une aire de débarquement sensiblement horizontale dont la longueur est comprise entre 1 m et 3,50 m et la largeur au moins égale à la largeur des sièges.

Pour le transport des piétons, la longueur de l'aire de débarquement doit correspondre au moins à la distance parcourue par le siège en 5 s. Leur sortie doit être aménagée côté extérieur de la trajectoire du siège.

Avant l'aire de débarquement il faut aménager une zone d'approche à partir de laquelle l'utilisateur doit pouvoir apprécier les conditions du débarquement. Ceci est possible si le sommet de la pyramide supposée pour la détermination de la zone VMPS et représentant le siège arrivant (cf. paragraphe [A3- 7.2.1.1](#)) se trouve à la hauteur de la surface de l'aire de débarquement ou plus haut que celle-ci. Le schéma ci-après intitulé « [Aire de débarquement des télésièges fixes 1-13-1 A](#) » explicite les conditions du débarquement.

La longueur de la zone d'approche doit correspondre à la distance parcourue par le siège en 5 s.

À l'intérieur de la zone d'approche, la hauteur de survol ne doit pas être supérieure à 5 m pendant les trois premières secondes et ne pas excéder 3 m ensuite. Elle doit être diminuée dans le sens de la marche jusqu'à atteindre entre 45 et 60 cm. Ceci peut être obtenu par un aménagement adéquat du terrain et/ou par un guidage du câble porteur-tracteur et/ou par l'aménagement d'un filet de rattrapage d'un usager qui viendrait à chuter.

Immédiatement avant l'aire de débarquement, un plan incliné doit être aménagé pour éviter que les skieurs n'accrochent leurs skis à des éléments de l'aire de débarquement. La distance minimale entre le bord d'attaque de ce plan incliné et le matériel mobile, chargement non compris, doit être au moins égale à 1 m. Sa pente doit être au plus égale à 100 % et sa projection horizontale au moins égale à 1,50 m. s'il existe une dénivellation brusque supérieure à 1,50 m à l'entrée de ce plan incliné ou si la hauteur de survol est supérieure à 3 m, un filet de rattrapage devra être installé en tenant compte de l'espace enveloppe des véhicules. Il ne doit pas y avoir de contact entre le filet appartenant au téléphérique et l'espace enveloppe. Sa longueur doit être au moins égale à 3 m. Sa largeur doit être au moins égale à celle des sièges augmentée de 1,50 m de part et d'autre.

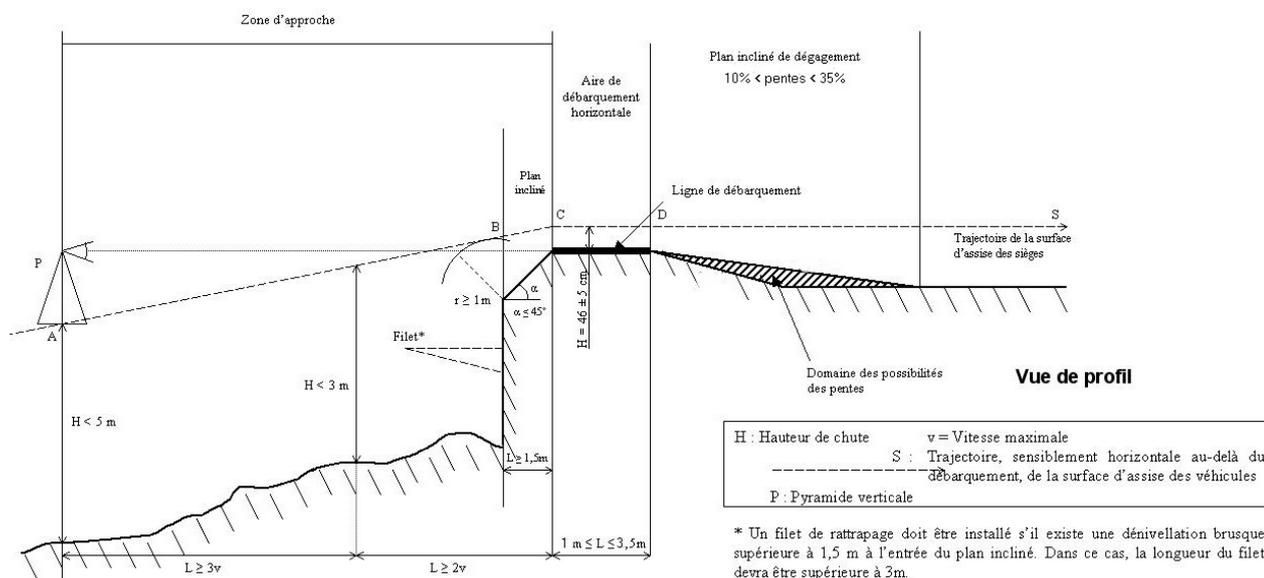
Pour le transport de skieurs, il faut aménager après l'aire de débarquement une rampe de dégagement en considérant la vitesse maximale de l'installation, de façon que :

- les skieurs puissent dégager sans grand changement de direction ;
- cette rampe soit en pente de 10 % à 35 %;
- cette rampe soit suffisamment longue pour permettre aux skieurs de dégager le gabarit libre des véhicules (espace enveloppe et distance de sécurité de 0,5 m latéralement et vers le bas) avant de l'avoir quittée.

Les indications à afficher, si possible sous forme de symboles normalisés, sont celles définies dans le guide technique RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques ». Concernant le panneau "relevez le garde-corps", il est implanté au plus près de l'aire de débarquement, selon les possibilités offertes par la configuration de l'arrivée de l'appareil. La zone de débarquement, utilisée

dans le guide technique RM1 du STRMTG, est définie comme la zone comprise entre ce panneau et le droit de la fin de l'aire d'emprise des sièges.

## Aire de débarquement des télésièges fixes 1-13-1 A

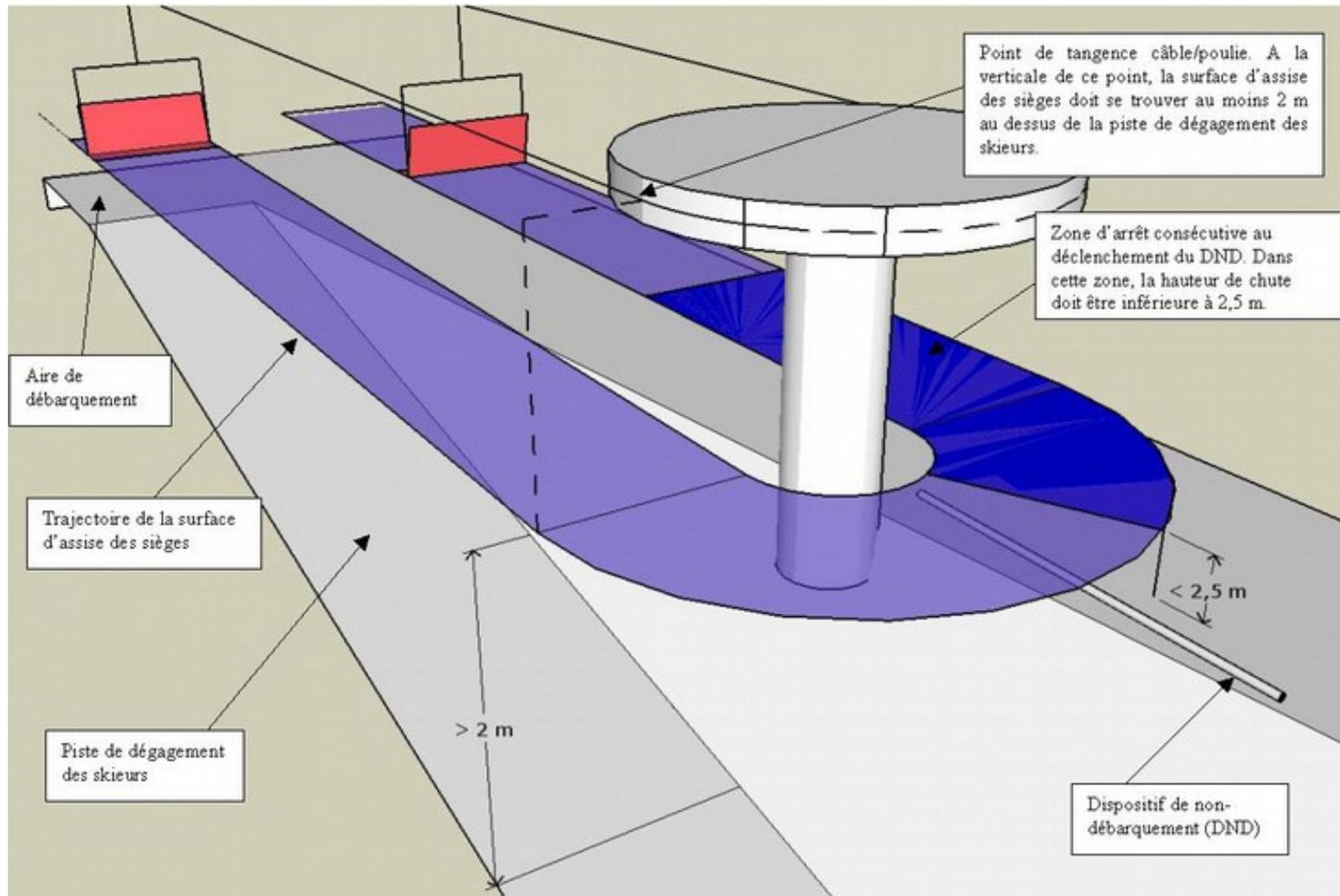


Pour des vitesses de l'installation supérieures à 2,50 m/s, le débarquement sous poulie n'est pas autorisé. l'aménagement du débarquement doit alors être tel qu'au niveau du point de tangence câble/poulie, la hauteur entre l'assise du siège et le niveau de neige soit au moins égale à 2 m.

Jusqu'à ce point, la trajectoire de dégagement des skieurs doit être sensiblement rectiligne et la pente de dégagement doit être comprise entre 15 % et 35 %.

Le schéma ci-après intitulé « Aire de débarquement des télésièges fixes dont la vitesse est supérieure à 2,5 m/s » explicite l'aménagement du débarquement.

## Aire de débarquement des TSF dont la vitesse est supérieure à 2,5 m/s



## A4 - 15.5.2 - Télésièges découplables

Les aires de débarquement doivent satisfaire aux dispositions ci-après étant précisé que :

- les longueurs sont comptées horizontalement ;
- lorsque les longueurs sont exprimées en secondes elles correspondent à la distance parcourue par le siège à sa vitesse réelle (et non à la vitesse nominale de l'installation) ;
- les hauteurs de survol sont mesurées à compter du dessous de la surface d'assise des sièges.

Le débarquement des skieurs doit être organisé sur une ligne de débarquement. Cette ligne doit être matérialisée sur une aire de débarquement sensiblement horizontale dont la longueur est comprise entre 0,25 m et 2,50 m et la largeur au moins égale à la largeur des sièges.

Avant l'aire de débarquement il faut aménager une zone d'approche à partir de laquelle l'utilisateur doit pouvoir apprécier les conditions du débarquement. Ceci est possible si le sommet de la pyramide supposée pour la détermination de la zone VMPS et représentant le siège arrivant (cf. paragraphe [A3-7.2.1.1](#)) se trouve à la hauteur de la surface de l'aire de débarquement ou plus haut que celle-ci.

À l'intérieur de la zone d'approche, la hauteur de survol ne doit pas être supérieure à 3 mètres. Elle doit être diminuée dans le sens de la marche jusqu'à atteindre entre 45 et 60 cm . Ceci peut être obtenu par un aménagement adéquat du terrain et/ou par un guidage du câble porteur-tracteur et/ou par l'aménagement d'un filet de rattrapage.

Immédiatement avant l'aire de débarquement, un plan incliné doit être aménagé pour éviter que les skieurs n'accrochent leurs skis à des éléments de l'aire de débarquement. La distance minimale entre le bord d'attaque de ce plan incliné et le matériel mobile, chargement non compris, doit être au moins égale à 1 m. Sa pente doit être au plus égale à 100 % et sa projection horizontale au moins égale à 1,50 m. s'il existe une dénivellation brusque supérieure à 1,50 m à l'entrée de ce plan incliné ou si la hauteur de survol est supérieure à 3 m, un filet de rattrapage d'un usager qui viendrait à chuter devra être installé en tenant compte de l'espace enveloppe des véhicules. Il ne doit pas y avoir de contact entre le filet appartenant au téléphérique et l'espace enveloppe. Sa longueur doit être au moins égale à 3 m. Sa largeur doit être au moins égale à celle du vide de la plate-forme, sans être inférieure à celle d'un siège, augmentée de 1,50 m de part et d'autre de la projection sur un plan horizontal des sièges.

Pour le transport de skieurs, il faut aménager après l'aire de débarquement une rampe de dégagement en considérant la vitesse maximale de l'installation, de façon que :

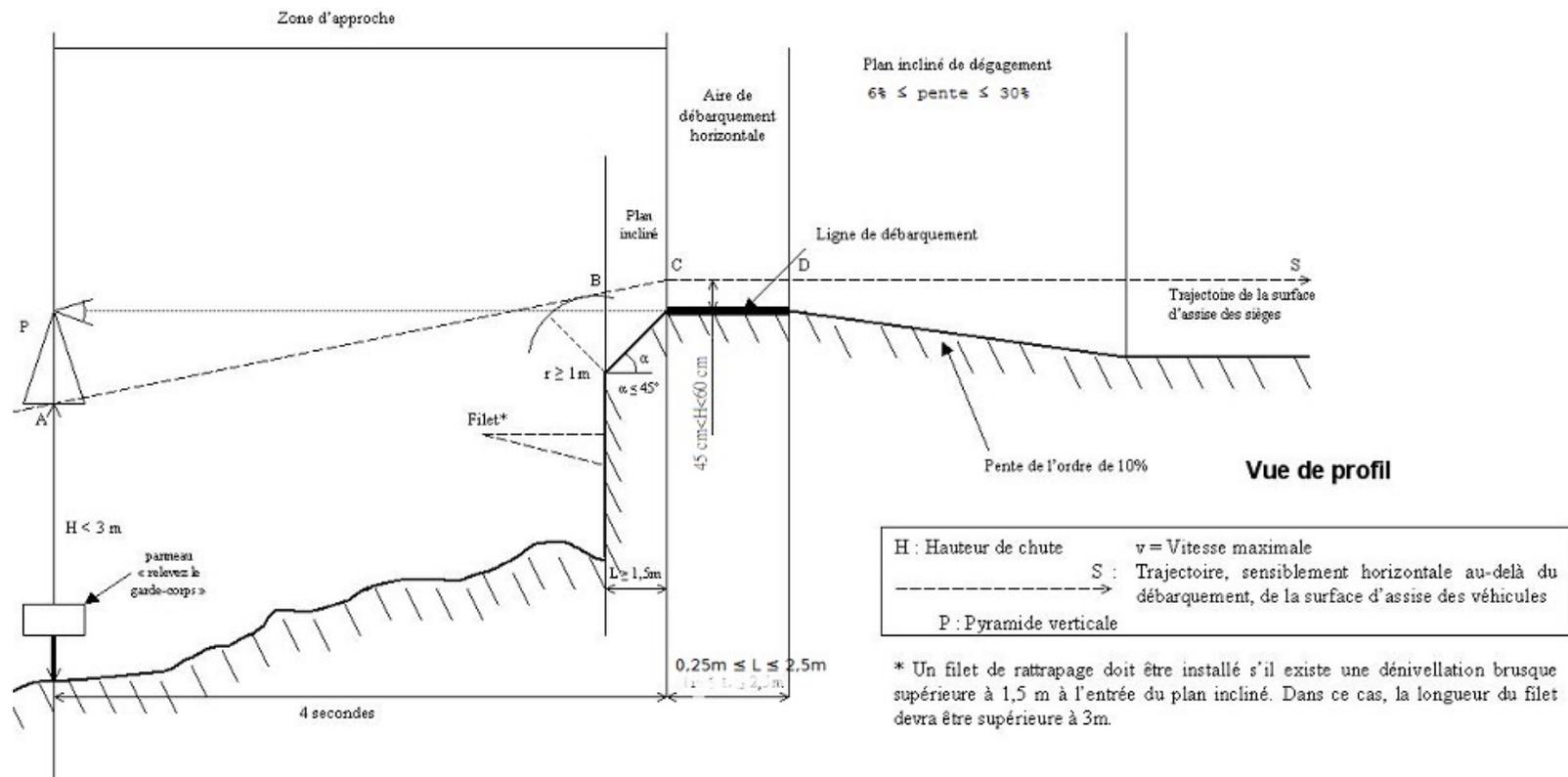
- les skieurs puissent dégager sans grand changement de direction ;
- cette rampe soit en pente comprise entre 6 % et 30 % ;
- cette rampe soit suffisamment longue pour permettre aux skieurs de dégager le gabarit libre des véhicules (espace enveloppe et distance de sécurité de 0,5 m latéralement et vers le bas) avant de l'avoir quittée.

Le schéma ci-après, intitulé « Aire de débarquement des télésièges découplables 1-13-2 A », explicite ces points.

Les indications à afficher, si possible sous forme de symboles normalisés, sont celles définies dans le guide technique RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques ». Concernant le panneau "relevez le garde-corps", il est généralement implanté en entrée de gare. La zone de débarquement, utilisée dans le guide technique RM1 du STRMTG, est définie comme la zone comprise entre ce panneau et le droit de la fin de l'aire d'emprise des sièges.

Pour le débarquement dans le contour, les principes ci-dessus s'appliquent. Ce type de débarquement est incompatible avec un débit simultané et régulier à l'embarquement.

## Aire de débarquement des télésièges découplables 1-13-2 A



**H :** Hauteur de chute  
**v :** Vitesse maximale  
**S :** Trajectoire, sensiblement horizontale au-delà du débarquement, de la surface d'assise des véhicules  
**P :** Pyramide verticale

\* Un filet de rattrapage doit être installé s'il existe une dénivellation brusque supérieure à 1,5 m à l'entrée du plan incliné. Dans ce cas, la longueur du filet devra être supérieure à 3m.

## A4 – 15.5.3 – Dispositifs de non-débarquement

Les aires de débarquement doivent être équipées d'un dispositif provoquant automatiquement l'arrêt de sécurité dans le cas où un siège ne serait pas évacué au-delà de l'aire de débarquement. Ce dispositif doit être placé de telle manière que les usagers en difficulté puissent être évacués rapidement et sans danger dans la zone d'arrêt consécutif au déclenchement du dispositif de non-débarquement. Dans cette zone, la hauteur de chute doit être inférieure à 2,5 m. Les capteurs de ces dispositifs doivent être tels qu'ils permettent de couvrir l'ensemble des places des sièges, y compris pendant la course fonctionnelle nécessaire pour obtenir la détection.

Lorsque les dispositifs de non-débarquement reposent sur un principe de détection par coupure d'un faisceau linéaire ou heurt d'une câblette ou d'une baguette, la hauteur du capteur doit se situer entre le dessous de l'assise (ou dans certains cas le bas du garde-corps lorsqu'il est en position relevée) et le dessus des repose-pieds lorsque le garde-corps est abaissé.

Ce capteur doit être situé à une altitude telle qu'elle respecte la plus défavorable des règles suivantes :

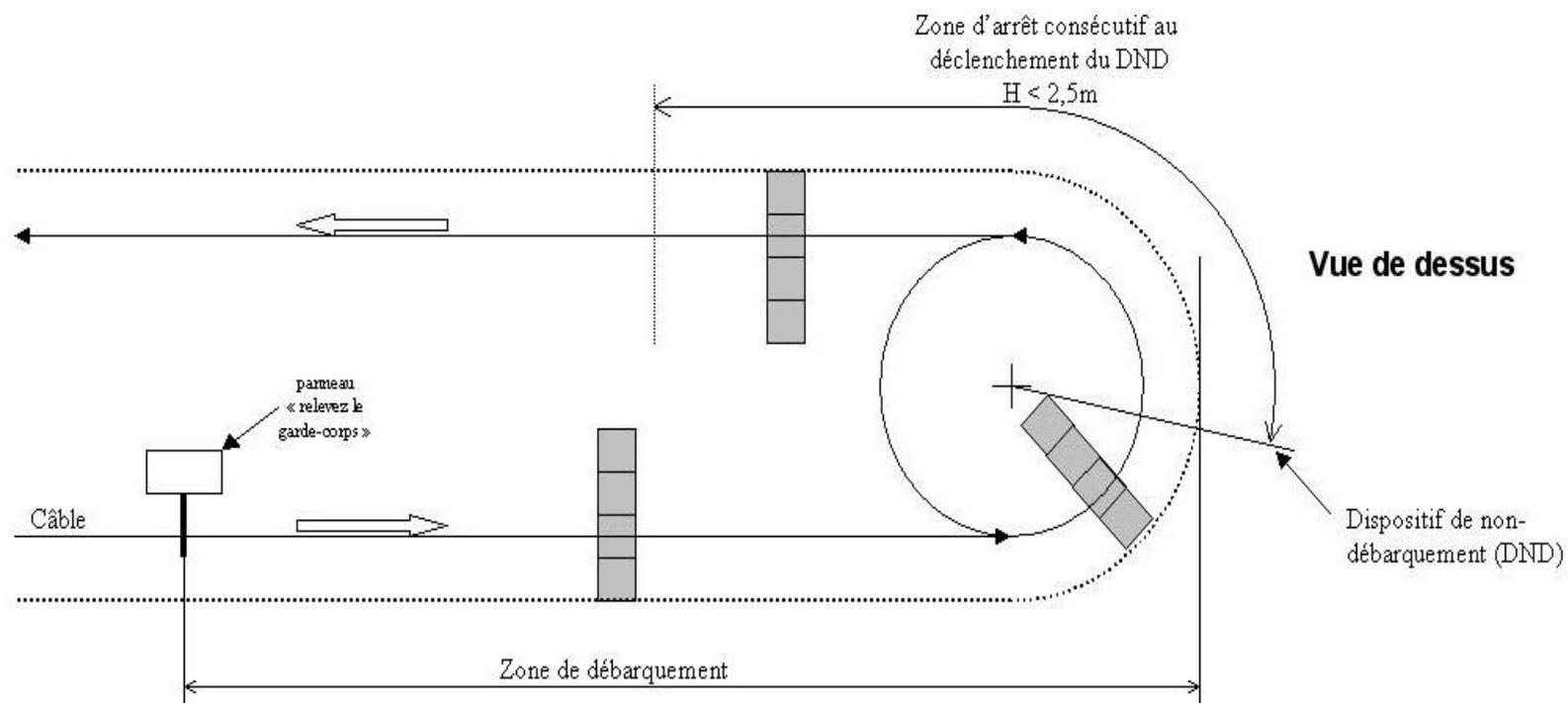
- 15 cm maximum pour les TSF ou 10 cm pour les TSD, sous l'altitude du point le plus bas du siège, sans tenir compte des accessoires éventuels ;
- plus haut que le repose-pieds en position baissé.

Cette altitude doit être maintenue sur toute la longueur de l'assise, y compris pendant la course nécessaire au déclenchement de l'arrêt lorsque le dispositif est actionné. Ce maintien peut nécessiter la mise en place de supports à l'extrémité des dispositifs de non-débarquement. De tels supports doivent être conçus et placés de telle manière qu'ils ne génèrent pas un risque supplémentaire pour les usagers dans l'hypothèse d'une chute consécutive au débarquement.

Pour les débarquements en gare aval, l'installation d'un dispositif de non-débarquement n'est pas obligatoire, sauf si aucun embarquement n'est prévu en gare aval.

Le schéma ci-après intitulé « [Dispositifs de non débarquement dans les aires de débarquement des télésièges 1-13-3 A](#) » explicite ce dispositif.

## Dispositifs de non-débarquement dans les aires de débarquement des télésièges 1-13-3 A



## A4 - 15.6 - Stations intermédiaires

Lorsque la station intermédiaire n'est pas ouverte au public, elle doit être dans une configuration qui n'incite pas les usagers au débarquement ou à l'embarquement. Les stations prévues pour l'embarquement doivent respecter les règles fixées au paragraphe [A4 – 15.2](#).

### A4 - 15.6.1 - Télésièges fixes

La hauteur de survol au-delà de la ligne de débarquement et sur une longueur de (10 v) doit rester inférieure à 2 m (voir aussi en 1.4, 3e alinéa).

### A4 - 15.6.2 - Télésièges découplables

Au débarquement, les valeurs de pentes et de survol s'inspireront de celles fixées à l'[article A4-15.5](#) en tenant compte des contraintes spécifiques à ce type de stations notamment le passage régulier de sièges avec garde-corps et repose-pieds en position basse et la vitesse des véhicules au droit de la ligne de débarquement.

## A4 - 15.7 - Télésièges accessibles aux piétons

Pour le transport des piétons, les dispositions des articles [A4-15.2](#) à [A4-15.6](#) s'appliquent étant précisé que :

- la longueur de la zone d'approche définie dans l'article [A4 - 15.5.1](#) se calcule en prenant (v) égal à 1,5 m/s quelle que soit la vitesse d'exploitation autorisée pour les piétons sur l'installation ;

Un plan de dégagement latéral sera prévu : la largeur de l'aire de débarquement devra dépasser du bord du siège d'au moins 1 m côté extérieur de la voie.

## A4 - 15.8 - Cas particulier des télébennes

Les dispositions de l'article [A4 - 15.7](#) s'appliquent sous réserve que la longueur minimale des aires d'embarquement et de débarquement soit portée à (7 v).

## A4 - 15.9 - Cas particulier des télémixtes

Les télémixtes sont des téléphériques monocâbles découplables sur lesquels circulent simultanément des sièges et des cabines.

Dans chaque gare, les aires d'embarquement et de débarquement des sièges sont distinctes des quais pour l'embarquement et le débarquement des cabines.

Les zones de quai balayées par les sièges lors de leur passage dans les gares doivent faire l'objet d'un marquage permanent sur toute leur surface bien visible par les usagers.

Le non débarquement d'un siège en gare amont doit impérativement être contrôlé par un dispositif entraînant l'arrêt de sécurité du siège. Cet arrêt doit s'effectuer sans risque pour les usagers notamment vis-à-vis des obstacles constitués par le bord de quai et le guidage des cabines, en tenant compte de la longueur des skis.

En gare amont, en fin de quai, un dispositif de sécurité doit détecter la présence d'une personne dans cette zone et arrêter l'installation.

### Article 16 de l'arrêté du 07 août 2009 - Temporisation

Après un arrêt de l'installation, pour quelque cause que ce soit, une temporisation automatique doit différer sa remise en route afin d'éviter des mouvements dynamiques inacceptables des véhicules et des câbles. Cette temporisation automatique permettra d'attendre la stabilisation de la ligne. Sa durée sera propre à chaque installation.

Toutefois, dans tous les cas, elle aura une durée égale ou supérieure à 10 secondes.

## Chapitre A5 - DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LE RESPECT DES ARTICLES 5 I ET 5 II

### Article 5 I et 5 II de l'arrêté du 07 août 2009

**5 I** - Les dispositions du présent chapitre fixent les conditions dans lesquelles les téléphériques mentionnés à l'article 1<sup>er</sup> sont conçus, réalisés et substantiellement modifiés de façon à permettre, en exploitation, le maintien permanent de la sécurité des usagers, des personnels et des tiers, dans des conditions normales d'utilisation ou dans d'autres conditions raisonnablement prévisibles.

**5 II** - Les exigences prévues par le présent chapitre sont présumées satisfaites dès lors que sont respectées les dispositions prévues par le *guide technique du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés. - Remontées mécaniques 2. – Conception générale et modification substantielle des téléphériques*, publié, dans le respect des prescriptions du présent arrêté et après avis de la commission des téléphériques, par le STRMTG sur son site internet.

### A5 - 5.1 - Dispositions relatives à la sécurité de fonctionnement

#### A5 - 5.1.1 - Dispositifs de mesure du vent

L'installation doit être équipée de dispositifs appropriés permettant de mesurer la vitesse du vent , et, lorsque les caractéristiques de l'appareil le nécessitent, de déterminer la direction du vent.

Le Dossier d'Autorisation d'Exécution des Travaux ou le Dossier Préliminaire de Sécurité doit préciser les objectifs de vent en exploitation, notamment la vitesse maximale de vent naturel permise en exploitation.

Les dispositifs permettant d'apprécier l'action du vent, et répondant à ces objectifs, seront définis dans une note spécifique fournie dans le dossier de récolement du Dossier d'Autorisation de Mise en Exploitation ou Dossier de Sécurité, détaillant l'analyse des conditions anémométriques du site de la nouvelle installation.

Cette analyse peut par exemple être réalisée à partir du retour d'expérience de l'exploitant, de données de vent disponibles par présence d'une station météo ou d'anémomètres à proximité du site d'implantation, ou encore d'une modélisation.

Dans le cas du remplacement d'un appareil existant sur un tracé proche, un schéma comparatif de l'implantation des dispositifs de mesure du vent est attendu.

À défaut de disposer d'informations suffisantes, par exemple pour un appareil sur un tracé nouveau, le retour d'expérience suite à la première saison d'exploitation de l'appareil permettra d'ajuster si nécessaire les dispositions retenues.

Dans tous les cas, un autre appareil situé à proximité peut également fournir une source d'informations intéressante.

Cette analyse spécifique sera à établir au cas par cas, en croisant :

- le type et les caractéristiques de l'installation (véhicules accompagnés ou non, gabarit de passage au droit des ouvrages, capacité des véhicules, vitesse nominale de l'installation, etc.),
- le besoin ou non de disposer de l'indication de la direction du vent,
- les différentes zones de l'appareil selon leur exposition au vent, les orientations de vents dominants, l'existence d'effets venturi, l'existence de zones particulières masquant ou aggravant l'effet du vent (forêt, relief particulier...) ;
- les conditions d'exploitation de l'appareil (exploitation sans opérateur sur place, exploitation de nuit, ...), ainsi que le vent naturel maximum permis en exploitation ;
- les zones visibles de la ligne depuis les postes de conduite et de surveillance de l'installation (gares notamment) ; le cas échéant, les zones non visibles doivent être analysées de manière particulière en termes d'exposition au vent et de criticité des gabarits libres ;

- l'exposition au givre des différentes zones, vis-à-vis de la disponibilité attendue des anémomètres.

Cette analyse permettra de justifier dans la note spécifique le nombre d'ouvrages équipés, les positions, types, réglages des dispositifs de mesure du vent à installer, ainsi que les dispositions envisagées pour fiabiliser cette mesure du vent.

Au moins deux ouvrages seront équipés d'un dispositif de mesure du vent.

Pour les appareils avec sièges à bulles et/ou exploités avec une pression de vent naturel de plus de 250 Pa, au moins le point de mesure le plus critique déterminé par l'analyse sera fiabilisé ; une redondance répond à cette exigence.

Si des vitesses de vent différentes sont autorisées en fonction de leur position sur la ligne, les points de mesure devront être fiabilisés ; leur redondance répond à cette exigence.

Si plusieurs dispositifs de mesure du vent sont présents sur le même ouvrage de ligne :

- la valeur maximale sera retenue,
- dans le cas de la défaillance d'un anémomètre, les conditions de poursuite de l'exploitation doivent être définies dans la note d'analyse.

Ces dispositifs doivent provoquer des actions automatiques pour deux catégories de seuils liés au vent mesuré :

- un **seuil dit d'arrêt, lié au respect des gabarits**, s'appliquant à l'ensemble des téléphériques à l'exception des télésièges fixes exploités à une pression de vent inférieure ou égale à 250 Pa ; seuil au-delà duquel l'exploitation normale d'une installation n'est plus possible, en prenant en compte notamment la vitesse de fonctionnement de l'installation pour le calcul du vent relatif longitudinal maximum admis (cf A3-7.2.1.5.1) ; le dépassement de ce seuil doit déclencher un arrêt de sécurité de l'installation ;

Nota : Cet arrêt est suivi d'une analyse de la situation par l'exploitant, lui permettant notamment de définir les conditions dans lesquelles le redémarrage pour reprendre l'exploitation ou effectuer la récupération des passagers est possible ; une inhibition temporaire est autorisée pour une récupération avec une vitesse réduite à 1,5m/s, avec des mesures compensatoires associées ; pour récupérer à une vitesse supérieure, se référer aux possibilités de pontage du D1-1.1.1.

- un **seuil d'alarme, qui attire l'attention de l'opérateur**, s'appliquant à l'ensemble des téléphériques, réglé à 90 % de la vitesse de vent naturel associée au dimensionnement des gabarits ; le dépassement de ce seuil doit déclencher :
  - une alarme sonore ou lumineuse audible ou visible par le personnel chargé des missions de conduite et/ou de surveillance,
  - un ralentissement automatique de l'installation d'au moins 20 % (avec une réduction minimum de 1 m/s) par rapport à sa vitesse maximale, pour les installations dont la vitesse maximale admissible en exploitation est supérieure à 3 m/s ; une action volontaire de l'opérateur permet de remonter la vitesse.

Les mesures de vent doivent être faites en moyenne glissante sur 3 secondes.

Il est nécessaire de définir, pour chaque dispositif, ces seuils de vitesse de vent (éventuellement variables selon la direction du vent) en fonction de la conception de chaque appareil et notamment des gabarits disponibles. En particulier, la vitesse de vent pour laquelle l'installation s'arrête automatiquement est à déterminer en tenant compte des oscillations longitudinales liées à la vitesse de l'installation (cf A3-7.2.1.5.1).

Pour les téléphériques qui ne sont pas uni-directionnels, des dispositifs de mesure du vent doivent être placés sur les gares, sauf justification.

Pour chaque dispositif de mesure, l'historisation des données de vent (vitesse et, lorsque l'analyse précédente l'a jugée utile, orientation du vent) et des conditions d'exploitation correspondantes (vitesse de l'appareil,...) doit être assurée sur une durée minimale d'une semaine.

### **A5 - 5.1.2 - Commande de la vitesse en ligne et à l'entrée des stations, et indicateur de position des véhicules pour les téléphériques à va-et-vient, va-ou-vient et pulsés**

La commande doit, selon son type, être conçue de sorte à garantir que la vitesse de marche sera réduite en temps voulu :

- avant l'entrée en station ;
- pour le passage des supports de ligne si la vitesse de marche maximale est plus grande que celle qui est admissible pour ce passage.

La vitesse d'approche en station doit être choisie de sorte que les cabines puissent s'arrêter aux arrêts prévus et/ou puissent sans danger entrer en contact avec les butoirs.

Un indicateur de position des véhicules prévu au niveau du poste de commande doit indiquer l'emplacement effectif des véhicules sur la ligne. À ce sujet :

- a) l'indicateur de position des véhicules doit distinguer le sens de marche y compris lorsqu'il change sur la ligne ;
- b) lorsque le point d'arrêt normal dans au moins une station est atteint, l'indicateur de position des véhicules doit être corrigé automatiquement de manière qu'il se trouve dans la position initiale correspondante avant le début du prochain déplacement ;
- c) il faut installer une graduation subdivisée de manière appropriée, sauf si la distance d'un véhicule par rapport à la station motrice est indiquée en mètres ;
- d) les positions des supports de ligne, du début des ralentissements d'entrée, des points fixes de contrôle et de quelques endroits importants de la surveillance d'entrée, ainsi que d'autres endroits importants de la ligne, doivent être indiqués ;
- e) l'indicateur de position des véhicules doit fonctionner quel que soit l'entraînement utilisé, à l'exception de l'entraînement de secours.

### **A5 - 5.1.3 - Dispositions préventives contre la chute d'un véhicule mal accouplé**

Tout téléphérique à mouvement unidirectionnel à attaches découplables doit être équipé, dans chaque gare, d'un dispositif de forçage de couplage de l'attache sur le câble.

À défaut, le cas d'une attache couplée de façon géométriquement incorrecte doit être envisagé. En conséquence, la longueur et l'inclinaison des portées après la sortie de la station doivent être déterminées de façon à empêcher la dérive le long de la ligne du véhicule dont l'attache est incorrectement couplée. De plus, des dispositions constructives destinées à empêcher la chute du véhicule après son départ de la station doivent être mises en œuvre.

La distance entre le dernier dispositif de surveillance de sortie de station et le début de la section en pente (par exemple le début du train de galets sur le prochain support de ligne) doit être déterminée en fonction de la distance d'arrêt après le déclenchement de ce dispositif. Pour ce faire, à défaut de prendre en compte la défaillance d'un des deux freins, cette distance sera égale à la distance d'arrêt majorée de 20 %.

Dans le cas des téléphériques monocâbles, la corde de ces portées doit être sensiblement horizontale (pente maximale de 0,01 rad). Pour les téléphériques bicâbles, la corde de ces portées doit avoir une allure montante par rapport à la ligne et permettre l'arrêt sûr des véhicules dû à leur propre ralentissement.

### **A5 - 5.1.4 - Câbles de sécurisation**

Lorsque des câbles sont utilisés pour une sécurisation, leur pré-tension doit être suffisante pour éviter les phénomènes dynamiques et être inférieure à 10 % de la tension nominale du câble sécurisé. Lorsque c'est techniquement possible, un montage symétrique doit être privilégié.

Les critères de dimensionnement des câbles de sécurisation, de leurs fixations et de leurs appuis (en dehors de la résistance au glissement de la mordache de sécurisation), sont analogues à ceux de la zone de câble qu'ils sécurisent.

Toute mordache de sécurisation d'un culot doit offrir une résistance au glissement au moins égale au triple de la tension normalement supportée par ce culot.

### **A5 - 5.1.5 - Dispositifs de contrôle de fermeture et de verrouillage des portes de cabines et de bennes**

Les véhicules dont les portes ne sont pas fermées et verrouillées ne doivent pas quitter la gare.

Pour les téléphériques à mouvement unidirectionnel continu ou pulsé, on s'assure qu'après détection d'un défaut de fermeture ou de verrouillage porte, le véhicule concerné s'immobilise dans une zone de la gare conçue de façon à ce que la différence de hauteur entre le plancher du véhicule et le dispositif destiné à recueillir les personnes en cas de chute n'excède pas 1,50 m. Ce dispositif devra être exempt d'angles saillants.

Un filet situé dans la zone de chute éventuelle des personnes transportées répond à cet objectif.

### **A5 - 5.1.6 - Portillon de fin de quai de certaines installations équipées de véhicules fermés**

Pour tous les véhicules fermés non accompagnés dans lesquels le débarquement et l'embarquement sont normalement effectués en marche, un dispositif appelé « portillon de fin de quai » doit provoquer l'arrêt de sécurité de l'installation en cas de dépassement, par un usager en cours de débarquement ou d'embarquement, de la zone réservée à cet effet.

Son positionnement en gare devra permettre de respecter les objectifs suivants :

- positionnement au plus près possible de la trajectoire des cabines et de la position des portes normalement fermées, de façon à détecter la présence d'un usager mal débarqué ou embarqué dans la cabine ;
- s'il existe un risque de chute supérieure à 1,50 m, la distance d'arrêt après déclenchement du portillon devra permettre l'immobilisation de la cabine concernée avant cette zone (si un filet existe en sortie de gare, l'arrêt doit se faire au plus loin au début du filet du côté des quais).

Dans le cas particulier des télémixtes, ce dispositif n'est pas requis en gare aval.

### **A5 - 5.1.7 - Boutons d'arrêt de sécurité**

Des boutons d'arrêt de sécurité doivent être à disposition des surveillants de station à leurs postes de travail.

### **A5 - 5.1.8 - Survitesse**

Tous les entraînements doivent être équipés d'au moins une fonction de détection de la survitesse. Le déclenchement de cette fonction survitesse doit provoquer l'entrée en action d'un frein agissant sur la poulie motrice.

## **A5 - 5.1.9 - Tension et guidage des câbles**

### **A5 - 5.1.9.1 Tension des câbles**

La tension des câbles doit être maintenue entre des valeurs limites justifiées à l'aide de calculs et — si nécessaire — sur la base d'essais.

Le fonctionnement sûr du dispositif de tension et du dispositif de contrôle de la tension pendant l'exploitation doit être assuré quelles que soient les conditions atmosphériques. Les dispositifs doivent être facilement accessibles pour l'exécution des contrôles en exploitation et des travaux de maintenance.

### **A5 - 5.1.9.2 Guidage et appui des câbles — Généralités**

L'appui et le guidage des câbles, en ligne et en station, doivent être assurés par des galets, poulies ou sabots appropriés aux caractéristiques des câbles supportés. L'appui et le guidage des câbles porteurs en station peuvent être également assurés par des chaînes à galets.

La conception générale de l'installation et notamment des supports de câble doivent réduire les effets de la corrosion et de la fatigue sur les câbles et permettre de les contrôler sur toute leur longueur y compris leurs attaches d'extrémité.

Des dispositions doivent être prises pour empêcher le déraillement des câbles (par exemple des poulies ou des sabots) en ligne et en station. Lorsque tout risque de déraillement ne peut être écarté, des rattrape-câbles, qui n'affectent pas de manière dangereuse la sécurité de l'installation compte tenu des mesures prises pour assurer son arrêt après la détection du déraillement, doivent être prévus.

Les appuis des câbles en ligne doivent être conçus de façon que les forces d'appui soient suffisantes pour assurer le guidage latéral des câbles et empêcher leur soulèvement non prévu. Pour la détermination des forces d'appui, les parties [A5 - 5.3.2](#) et [A5 - 5.3.3](#) s'appliquent.

Des dispositions doivent être prises pour limiter les risques de fouettement ou de chevauchement des câbles lors de la variation brusque de traction, notamment au passage de certains supports.

Un dispositif de détection de contact entre les câbles tracteurs ou porteurs-tracteurs (ou les véhicules qu'ils accueillent) et ceux aériens présents entre les voies doit être prévu, conduisant à l'arrêt de l'installation en cas de détection.

Ce dispositif n'est pas requis s'il est démontré que la conception de l'installation (configuration des câbles et des véhicules, équipement de l'installation, règles de maintenance...) permet de garantir l'absence d'interférence entre les câbles aériens et l'espace enveloppe du téléphérique.

Un dispositif de sécurité doit détecter et provoquer l'arrêt de sécurité en cas de désalignement des poulies en stations susceptible d'entraîner un déraillement des câbles porteur-tracteur et tracteur.

### **A5 - 5.1.9.3 Guidage et appui des câbles des téléphériques bicâbles**

Des dispositifs de surveillance doivent être prévus, pour arrêter automatiquement l'installation :

- en cas de contact entre câble tracteur et câble porteur ;
- en cas de position anormale dangereuse du câble tracteur en ligne ou en station.

Ces demandes d'arrêt ne sont pas nécessairement prises en compte durant un intervalle de temps court (valeur indicative de 0,5 s). Un seul dispositif peut répondre à ce double objectif. Les dispositifs d'arrêt fonctionnant par mise à la masse des câbles tracteurs, répondent à cet objectif.

Des citres doivent être prévus. Si le réengagement du câble dérailé à l'aide du citre n'est pas assuré, des dispositifs de surveillance doivent être prévus pour arrêter l'installation dans un délai approprié au

maintien de la sécurité compte tenu des mesures prévues pour son arrêt après la détection du déraillement.

Des mesures adéquates doivent être prévues pour remédier à un éventuel chevauchement des câbles.

Dans le cas où une partie, comme les citres par exemple, des trains de galets des câbles tracteurs des téléphériques sont intégrés dans le génie-civil et ne sont donc pas évalués CE comme composant de sécurité et/ou sous-système, ils doivent être conçus selon le référentiel suivant issu de la norme NF EN 13 223:2015 :

1. Les trains de galets des câbles tracteurs des téléphériques doivent être équipés de citres extérieurs et intérieurs.
2. Les citres extérieurs des téléphériques bi-câbles à mouvement circulaire avec câble tracteur en position basse doivent être prolongés jusqu'au corps du support de ligne et conçus de façon à offrir une faible résistance au câble tracteur déraillé glissant vers le haut.
3. Des dispositions doivent être prises pour empêcher que le câble tracteur déraillé ne s'accroche au support de ligne ou aux citres.

#### **A5 - 5.1.9.4 Conception des sabots des câbles porteurs**

Dans le cas où les sabots des câbles porteurs sont intégrés dans le génie-civil et ne sont donc pas évalués CE comme composant de sécurité et/ou sous-système, ils doivent être conçus selon le référentiel suivant issu de la norme NF EN 13 223:2015.

1. Les dispositifs servant d'appui et de guidage des câbles doivent être conçus de manière à garantir un guidage sûr des câbles sans les endommager.
2. La possibilité d'effectuer les contrôles en exploitation et les opérations de maintenance doit être prise en compte lors de leur conception.
3. Les passages des câbles porteurs sur la voie principale doivent être aménagés de manière à ce que le passage des véhicules s'effectue sans heurts et sans risque de déraillement.
4. Les supports des câbles porteurs doivent être réglables.
5. Les supports des câbles porteurs ne doivent pas réduire l'amplitude des oscillations longitudinales et transversales des véhicules admises selon [A3 - 7.2.1.4](#) et [A3 - 7.2.1.5](#). La partie inférieure du support du câble porteur doit être réalisée de sorte que les véhicules qui oscillent dans le sens longitudinal ne puissent s'y accrocher.
6. Les sabots doivent être garnis d'un matériau qui ne risque pas de les endommager et qui permette de réduire le frottement. Ils doivent être équipés des dispositifs de graissage nécessaires. Les rainures des sabots doivent être adaptées au diamètre du câble porteur.
7. Les sabots doivent être assez longs pour que dans les conditions de tension les plus défavorables et avec une charge utile majorée de 10 %, le câble porteur soit en appui avec la courbure prescrite dans [A5 - 5.3.3.2](#). Les extrémités des sabots doivent en outre se terminer par un rayon d'au moins 5 fois le diamètre du câble porteur ; la longueur de l'élément arrondi doit être au moins égale à 3 fois le diamètre du câble porteur.
8. Les sabots des installations à câbles sans frein de chariot doivent envelopper les câbles porteurs sur au moins 180°.
9. Pour les installations à câbles avec frein de chariot, il faut tenir compte des points suivants :
  - sur la longueur s'étendant au-delà de la zone d'appui permanent du câble sur le sabot, les sabots ne doivent pas envelopper les câbles porteurs sur plus de 120° ;
  - les sabots doivent être conçus de façon à pouvoir être franchis par le frein de chariot serré et empêcher leur chevauchement des mâchoires sur les sabots.

10. S'il y a des étaux, ils doivent être placés dans la zone d'appui permanent du câble afin d'éviter leur détérioration par les oscillations du câble. Ils ne doivent pas entraver le bon fonctionnement du frein de chariot ni le déplacement longitudinal des câbles.
11. Si un déraillement du câble ne peut pas être exclu, il faut prévoir sur les sabots, côté intérieur et côté extérieur de la voie, au moins deux rattrape-câbles. Tout déraillement des câbles porteurs dans un rattrape-câble doit pouvoir être détecté et déclencher l'arrêt de l'installation.
12. Le dimensionnement des sabots doit être conforme à [A5 - 5.3.4](#) et [A5 - 5.3.3.1](#).
13. Si l'analyse de sécurité met en évidence le fait que de fortes accumulations de glace sur des câbles porteurs et les sabots de câble porteur représentent un facteur de danger, des mesures constructives et/ou organisationnelles appropriées doivent être prises pour prévenir le déraillement.

### **A5 - 5.1.10 - Sécurisation des culots coulés**

Tout culot coulé de câble doit être doublé soit par une mordache soit par des câbles de sécurisation, à l'exception des culots coulés dont les cônes font l'objet d'une réfection périodique ou dont le câble fait déjà l'objet d'une redondance par un autre câble, ou un autre dispositif, entièrement indépendant et permettant d'envisager sa rupture sans conséquence.

#### **Note Fr**

Par exemple, cette sécurisation n'est pas exigée dans les cas suivants :

- Les culots des câbles porteurs périodiquement repositionnés dont les cônes font l'objet d'une réfection aux échéances de repositionnement.
- Les culots des câbles tracteurs, dont les cônes font l'objet d'une réfection périodique.
- Les culots des câbles de sécurisation.

Ce doublage doit respecter les règles du [A5 - 5.1.5](#).

### **A5 - 5.1.11 - Contrôle de la force de serrage des mors**

Il doit être matériellement impossible à tout véhicule de quitter la station si sa liaison au câble n'est pas suffisamment robuste pour exclure toute possibilité de glissement ou de désolidarisation au cours du trajet.

À cet effet, un dispositif vérifiant directement ou indirectement que l'attache est apte à retenir le véhicule couplé sur le câble, dans la pente la plus importante de l'installation, doit être installé dans chaque station. Il doit prendre en compte son propre rendement et celui de l'attache. Ce dispositif doit contrôler que la force de serrage des mors est au moins égale à la force nécessaire pour obtenir une sécurité de 2 au glissement, le coefficient d'adhérence étant pris égal à celui mesuré lors des essais de qualification, avec un maximum de 0,18.

### **A5 - 5.1.12- Utilisation des pylônes de téléphériques comme support d'équipements annexes**

L'utilisation de pylônes de téléphériques comme support d'équipements annexes est possible aux conditions suivantes :

- l'ouvrage (structure, fondation ...) est apte à supporter les efforts complémentaires apportés par l'équipement ;
- l'équipement et sa fixation n'induisent pas de risques supplémentaires pour les usagers et le personnel (chutes, risques électriques ...) ;
- ce type d'opération constitue une modification et doit être soumis à l'accord du service de contrôle.

## **A5 - 5.2 - Dispositions relatives à l'accès des personnes handicapées (cas des appareils de stations de montagne)**

### **A5 - 5.2.1 - Télésièges**

À l'embarquement, les télésièges doivent être accessibles par un passage d'une largeur d'au moins 90 cm. Toutefois, au droit des points singuliers tels que les portillons cadencés, cette largeur pourra être ramenée à 80 cm.

Pour respecter cette obligation, à défaut de passage dédié, les télésièges équipés de cadenceurs destinés à réguler l'embarquement des skieurs peuvent par exemple disposer soit d'un cadenceur respectant cette obligation soit de deux cadenceurs standards contiguës (position centrale) fonctionnant en opposition et séparés par un poteau amovible.

Sur les télésièges équipés de tapis d'embarquement ou de positionnement, ce passage doit être sensiblement dans l'axe.

Afin de guider les concepteurs de sièges et les maîtres d'ouvrage de télésièges dans l'élaboration de leurs cahiers des charges, le guide décrit ci-après les aménagements des sièges qui facilitent l'accès des personnes handicapées munies de leur matériel spécifique de glisse :

- Au moins une partie du siège (la plus centrale possible) doit laisser libre un espace minimal de 46 cm de largeur et 10 cm de hauteur à partir de l'assise. Des dispositifs amovibles peuvent être envisagés pour assurer cet espace libre.
- Les dossiers des sièges doivent permettre aux skieurs assis de se maintenir avec un bras.

### **A5 - 5.2.2 - Télécabines**

Les gares des télécabines doivent être conçues pour que les opérations d'embarquement et de débarquement (de l'extérieur de la gare jusqu'aux cabines) des personnes en fauteuil roulant ou en fauteuil-ski ne nécessitent pas l'assistance de plus d'une personne. Ces opérations doivent être réalisables sans que les personnes handicapées n'aient à quitter leur fauteuil.

À cet effet, chaque télécabine devra permettre l'accès des personnes handicapées à 10 % de cabines régulièrement réparties.

Ces cabines devront être attestées conformes aux exigences essentielles du règlement (UE) 2016/424 pour le transport des personnes handicapées (largeur d'accès minimale de 80 cm et au moins un point d'amarrage d'une résistance minimale de 1 000 N).

Si cette obligation conduit à admettre un dépassement des skis des fauteuil-skis à l'extérieur des cabines, la conception des zones d'embarquement et de débarquement doit en tenir compte et les mesures d'exploitation doivent être adaptées en conséquence. Ce dépassement ne doit pas excéder 50 cm et ne doit pas entraver le fonctionnement normal des portes.

## **A5 - 5.3 - Conception, calculs et vérifications**

### **A5 - 5.3.1 - Référentiels**

Le référentiel pour les justifications de calcul de ligne, de calcul des câbles, de transmission des forces aux poulies motrices ou freinées, de calcul de la puissance d'entraînement et du génie civil est issu des normes européennes installations à câbles (normes NF EN 12 927:2019 « câbles », NF EN 12 930:2015 « calculs » et NF EN 13 107:2015 « ouvrages de génie civil ») et des normes de la famille des Eurocodes. Il est appliqué par les dispositions décrites dans les parties [A5 - 5.3.2](#), [A5 - 5.3.3](#) et [A5 - 5.3.4](#) qui précisent dans certains cas ces dispositions normatives.

### **A5 - 5.3.2 - Justification par calcul des câbles, de la transmission des forces aux poulies et de la puissance d'entraînement**

#### **A5 – 5.3.2.1 - Prescriptions générales pour les calculs**

##### **A5 – 5.3.2.1.1 - Indications générales et justification par des essais**

Les calculs doivent être menés en tenant impérativement compte des conditions dans lesquelles il est prévu d'exploiter l'installation.

Dans des cas exceptionnels, par exemple pour les processus dynamiques, des essais complémentaires aux calculs peuvent être nécessaires. Le programme et les méthodes d'essais doivent refléter aussi fidèlement que possible la réalité. En particulier pour les téléphériques bicâbles, la partie [A5 - 5.3.3.5](#) définit les exigences minimales de tels essais.

##### **A5 – 5.3.2.1.2 - Méthodes de calculs**

Toutes les méthodes de calcul doivent soit être présentées directement, soit être étayées par des références bibliographiques précises.

Les méthodes d'approximation et les modèles de calculs doivent mener à des résultats qui sont suffisamment exacts et vont dans le sens de la sécurité.

En tout état de cause :

1. pour chaque élément soumis au calcul, les documents doivent indiquer clairement l'ampleur et la direction des actions ainsi que les sections qui ont été vérifiées ;
2. les calculs doivent être réalisés en tenant compte des combinaisons d'actions prévues par le présent guide. À défaut d'indications de ce type, il faut se baser sur les cas de charge les plus défavorables compatibles entre eux et indiquer la direction et l'ampleur des actions et leurs combinaisons.

##### **A5 – 5.3.2.1.3 - Présentation des calculs**

Les documents de calcul doivent être parfaitement clairs et compréhensibles et se suffire à eux-mêmes. Leur provenance et leur date de création doivent être précisées.

Les résultats des calculs réalisés sur ordinateur doivent être accompagnés d'une notice décrivant la modélisation, les méthodes utilisées et les hypothèses prises en compte. Les symboles et les abréviations employés doivent être explicités. La version du programme informatique utilisé doit être indiquée. Les données d'entrée et les données de sortie (résultats) doivent être imprimées de façon indissociable.

Les documents techniques associés au tracé de ligne doivent contenir :

1. Calcul de ligne ; justification des forces de tension des câbles, des inclinaisons des câbles et des charges d'appui sur les appuis, des coefficients de force transversale sur la ligne et sur les

appuis ainsi que du gabarit libre ; calcul des flèches, de la course du contrepoids, de la puissance d'entraînement maximale et de la force de freinage nécessaire, ainsi que de la transmission sûre de la force tangentielle.

2. Calculs éventuellement nécessaires pour justifier les coupes transversales de la ligne.
3. Lorsqu'il existe un téléphérique d'évacuation le long du câble : calcul de ligne pour le câble d'évacuation ; justification des forces de tension du câble, de l'inclinaison du câble et des charges d'appui sur les appuis, de la distance entre le câble d'évacuation et le câble tracteur ou le câble porteur-tracteur, éventuellement des effets de charge ou décharge exercés sur la cabine de secours par le câble d'évacuation et le câble tracteur, de la course du contrepoids, de la puissance d'entraînement maximale et de la force de freinage nécessaire, ainsi que de la transmission sûre de la force tangentielle.

### **A5 – 5.3.2.2 - Justification par calcul des câbles**

En prenant en compte les prescriptions générales de la partie [A5 – 5.3.2.1](#), les généralités de la partie [A5 – 5.3.2.2.1](#), les actions de la partie [A5 – 5.3.2.2.2](#), et les particularités propres à chaque fonction de câble décrites dans les parties [A5 – 5.3.2.2.3](#), [A5 – 5.3.2.2.4](#), [A5 – 5.3.2.2.5](#), [A5 – 5.3.2.2.6](#), [A5 – 5.3.2.2.7](#), et [A5 – 5.3.2.2.8](#), les questions suivantes devront notamment être traitées dans la justification par calcul des câbles :

1. les valeurs extrêmes des forces de tension des câbles ainsi que les angles correspondants sur les appuis et aux ancrages ;
2. les valeurs extrêmes de la sécurité à la traction, en conformité aux règles techniques de la partie [A5 - 5.3.3.1](#) ;
3. les valeurs minimales de la sécurité à la flexion (rapport d'enroulement et coefficient de force transversale des galets ou des véhicules), en conformité aux règles techniques de la partie [A5 - 5.3.3.2](#) ;
4. les charges d'appui extrêmes sur les appuis de ligne (grandeur et direction de la charge), en conformité aux règles techniques de la partie [A5 - 5.3.3.3](#) ;
5. les flèches extrêmes au milieu des portées et aux autres points où cela est nécessaire pour vérifier le gabarit libre.
6. en exploitation :
  - (a) le maintien de la condition de continuité angulaire des câbles porteurs aux extrémités de leurs sabots ;
  - (b) la sécurité de l'appui des galets du chariot ;
  - (c) le respect des revanches et gabarits de passage dans les conditions les plus défavorables de répartition des charges et des tensions ;
  - (d) la liberté du jeu des contrepoids ;
  - (e) l'impact des cas d'exploitation avec nombre de véhicules réduit (espacement significativement augmenté ou trains de véhicules).
7. hors exploitation :
  - (a) le maintien de la condition de continuité angulaire des câbles dormants aux extrémités de leurs sabots ;
  - (b) la sécurité à la traction du câble et la résistance de la butée avant du système de tension au cas où, en raison des conditions météorologiques, le système viendrait au contact de cette butée ;

8. l'influence des phénomènes dynamiques dans les câbles :
  - (a) surtensions dues à des applications brutales d'efforts notamment en cas de freinage ou à la rupture d'un câble tracteur sur une installation à câbles tracteurs multiples. Dans ce dernier cas on vérifiera également la course des contrepoids et l'adhérence sur la poulie motrice du/des câble(s) subsistant(s) ;
  - (b) possibilités de chevauchement des câbles dues notamment à la variation brusque de la traction de certains d'entre eux au passage de certains supports ;
  - (c) sur les téléphériques monocâbles, possibilités de variations de la flèche du câble en raison des variations de la tension ;
  - (d) respect des revanches et gabarits de passage en général compte tenu des phénomènes dynamiques ;
  - (e) maintien de l'adhérence sur les poulies motrices.

Ces calculs permettent également la vérification des domaines d'utilisation et des interfaces des composants de sécurité, des sous-systèmes et du génie civil de l'installation.

En particulier, cela permet de vérifier les points suivants :

1. La résistance mécanique des attaches d'extrémités des câbles et de leur sécurisation, par exemple les culots coulés, les culots secs, la sécurité à la traction des câbles de sécurisation, etc. ;
2. La résistance au glissement des attaches fixes ou découplables, des chapeaux de gendarme, des tambours d'ancrage et d'attache, etc.

#### **A5 – 5.3.2.2.1 - Généralités**

1. Sauf prescription contraire, les câbles doivent être supposés au repos ou en mouvement uniforme.
2. Lorsque le calcul de ligne sous charges ponctuelles est effectué pas à pas le long du câble, le pas de calcul doit être inférieur ou égal à 2,00 m.
3. Pour le calcul des forces de tension des câbles, il faut notamment tenir compte :
  - (a) de la résistance de frottement du dispositif de mise en tension et de l'inexactitude de la masse du contrepoids. Elles peuvent être négligées si l'influence commune de ces deux facteurs sur la force de tension du câble ne dépasse pas  $\pm 3 \%$ , l'inertie du contrepoids n'étant pas prise en compte ;
  - (b) de la plage de tension surveillée des dispositifs de mise en tension régulés, sauf dispositions détaillées ci-dessous ;

#### **Note Fr**

Dans le cas général, il convient de prendre en compte la tension seuil bas ou haut d'arrêt (plage surveillée), selon le cas le plus défavorable. Le calcul peut néanmoins être effectué en fonction de la tension nominale pour les vérifications suivantes :

- vérification de la sécurité à la traction des câbles dans les cas prévus dans la suite du guide ;
- vérification de la sécurité à la flexion des câbles
- vérification des charges maximales sur appuis ;
- vérification du génie civil, voir A5 – 5.3.4.2.2.3.2 (variation limitée à 10 %).

- (c) d'un défaut ou d'une perte d'huile totale dans le système hydraulique d'un dispositif de mise en tension régulé ;
- (d) de la résistance due au frottement sur les organes d'appui et de déviation sur lesquels le câble est mobile, dans les deux directions du mouvement ;
- (e) de la force absorbée par les dispositifs mécaniques actionnés par le mouvement des câbles ;
- (f) de l'influence des changements de la température ambiante (voir [A5 – 5.3.2.2.1 4.](#)) ;
- (g) d'autres actions, par exemple celles du vent et du givre, si leur influence sur la force de tension du câble dépasse  $\pm 3 \%$  (voir [A5 – 5.3.2.2.2 6.](#)).

4. Il faut tenir compte de l'influence de la température selon [A5 – 5.3.2.2.1 3. \(f\)](#) pour une différence de température d'au moins 60 °C. Les limites de température doivent être indiquées. Des exceptions à ces valeurs sont admises si les conditions climatiques locales le justifient.

Si un dispositif de réglage de la force ou de la course de tension est prévu, il est possible de réduire la différence de température à prendre en compte de 30 °C.

5. Pour les téléphériques à mouvement circulaire avec des véhicules à attaches fixes régulièrement répartis sur la ligne avec un espacement maximum de 40 m, les forces de tension du câble peuvent être calculées avec les charges réparties.
6. La course requise des dispositifs de mise en tension des installations à câbles doit être justifiée en tenant compte de l'influence des facteurs suivants (l'influence de chacun de ces facteurs doit être quantifiée) :
  - (a) variation de flèche et allongement élastique du câble en exploitation ;
  - (b) changement de température ;
  - (c) réserve pour les mouvements lors du démarrage et du freinage ;
  - (d) réserve pour l'allongement permanent du câble ;
  - (e) distance entre les interrupteurs de fin de course et la butée.

En outre, hors exploitation, il faut tenir compte d'une accumulation de givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 5.](#) pour le calcul de la course et, le cas échéant, également pour la butée finale du chariot de tension.

Pour l'influence de la température, il est possible d'utiliser les valeurs selon [A5 – 5.3.2.2.1 4.](#), sauf si les conditions climatiques sur le site de mise en place exigent un écart plus élevé.

Pour l'allongement permanent des câbles, il est possible de supposer une valeur de 0,5 ‰ dans le cas des câbles porteurs et de 1,5 ‰ dans le cas des câbles tracteurs et porteurs-tracteurs, dans la mesure où le fabricant des câbles n'a pas formulé de spécifications techniques précises.

Pour le module d'élasticité des câbles porteurs-tracteurs et tracteurs, il est possible de supposer une valeur de 100 kN/mm<sup>2</sup>.

7. Dans le cas des téléphériques à mouvement continu avec des véhicules régulièrement répartis sur les deux brins de câble, il faut éviter des portées trop longues. La variation de la pente du câble aux extrémités des portées ne doit pas dépasser 0,15 rad entre le câble vide et le câble chargé, l'état de charge dans les autres portées restant inchangé. Si un mode d'exploitation avec des véhicules individuels répartis de façon irrégulière sur la ligne est prévu sur un téléphérique à mouvement continu avec des véhicules normalement répartis de façon régulière sur les deux brins de câble, il faut appliquer les dispositions valables pour les installations à câbles avec des groupes de véhicules.

Dans le cas des téléphériques pulsés ou des installations à câbles avec des groupes de véhicules, une trop forte concentration des véhicules doit être évitée. La variation de la pente du câble aux extrémités des portées ne doit pas dépasser 0,225 rad entre le câble vide et le câble chargé, quelle que soit la position de la charge.

NOTE La force de tension minimale du câble côté aval de la portée, qui doit être calculée en premier lieu, est en général déterminante à cet égard.

## **A5 – 5.3.2.2.2 - Actions à prendre en considération pour le calcul de ligne et le calcul du câble**

### **1. Charges propres et charges utiles**

- (a) Les charges propres des câbles et des véhicules doivent être supposées selon les indications des fournisseurs.

Dans le cas des installations à câbles, il faut justifier avant la mise en service de l'installation que ces données sont correctes. Si les poids propres effectifs diffèrent de  $\pm 3\%$  des données prises en compte, un calcul de câble et un calcul de ligne tenant compte des valeurs réelles doivent être réalisés.

- (b) La masse supposée d'une personne doit être égale à 75 kg. Pour les installations à câbles transportant des personnes avec des équipements de sports d'hiver, la masse supposée d'une personne doit être égale à 80 kg.

### **2. Effets dynamiques**

- (a) La valeur minimale de l'accélération au démarrage doit être supposée égale à  $0,15 \text{ m/s}^2$ .
- (b) Pour le ralentissement, les valeurs suivantes doivent être supposées :
- La valeur minimale de la décélération lors d'un freinage au moteur doit être supposée égale à  $0,4 \text{ m/s}^2$  ;
  - Pour le freinage mécanique, il faut tenir compte de la décélération maximale produite en fonctionnement attendu des freins de l'entraînement.

Cette valeur maximale doit être déterminée en tenant compte des risques suivants :

- blessure de personnes présentes dans les véhicules ou chute de personnes depuis les véhicules ;
  - soulèvement des câbles de leurs appuis par suite de variations de flèche importantes ;
  - soulèvement des chariots ou des roues des véhicules sur les câbles porteurs ou les rails.
- (c) Pour les cas accidentels, il faut tenir compte des conséquences suivantes :
- dans le cas d'installations avec deux câbles tracteurs ou plus, les effets dynamiques dus à la rupture d'un câble tracteur ;
  - dans le cas d'installations avec frein de chariot, les effets dynamiques suite au déclenchement du frein de chariot lorsque le câble tracteur est intact.

### **3. Forces de frottement**

Pour le calcul de ligne et celui des câbles, il faut reprendre les forces de frottement suivantes, exprimées en pourcentage des charges d'appui respectives, étant entendu que les résistances dues au frottement tiennent compte de l'éventuelle rigidité des câbles :

- galets avec garnitures en caoutchouc 3,0 % ;
- galets avec garnitures en matières synthétiques 2,0 % ;
- poulies équipées de roulements à rouleaux 0,3 % ;
- poulies à paliers lisses 1,0 % ;
- câbles sur sabot 10,0 % ;
- câbles porteurs sur chaînes à rouleaux avec paliers équipés de roulements à rouleaux 0,5 % ;
- câbles porteurs sur chaînes à rouleaux équipés de paliers lisses 1,0 % ;
- galets des chariots sur les véhicules de téléphériques 2,0 % ;
- galets métalliques sur supports en acier 1,0 %.

Des valeurs différentes peuvent être proposées par les constructeurs sur la base de justifications évaluant l'influence des changements au regard des tensions, réactions aux appuis, adhérence, sécurité à la traction et démontrant l'absence d'impact sur la sécurité.

#### 4. Actions dues au vent

L'action du vent doit être définie par la force du vent résultante  $F_w$ , conformément aux dispositions suivantes.

La force du vent résultante doit être déterminée à partir de la formule suivante :

$$F_w = q \times c_f \times A_{ref}$$

où

- $q$  est la pression du vent ;
- $c_f$  est le coefficient de force ;
- $A_{ref}$  est la surface de référence pour  $c_f$ .

Sauf autres dispositions dans le présent guide, il faut adopter les valeurs suivantes pour la pression du vent :

1. en exploitation, il faut adopter  $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$  comme valeur minimum de la pression du vent. Pour certaines installations à câbles, une valeur supérieure peut s'avérer nécessaire ;
2. hors exploitation, la valeur minimale de la pression du vent est  $q = 1,20 \text{ kN/m}^2$ , sauf si d'autres valeurs doivent être adoptées en raison soit de l'implantation locale spécifique de l'installation, soit de réglementations ou prescriptions nationales applicables aux installations à câbles ;
3. la pression du vent agit comme une charge régulièrement répartie sur la longueur totale de la corde  $l^*$ . Hors exploitation, elle peut être minorée par l'application de la formule suivante :

$$q_{red} = \beta \times q$$

où

- $q_{red}$  est la pression du vent réduite qui agit sur la longueur de la corde  $l^*$  ;
- $\beta$  est le coefficient de réduction ;
- $q$  est la pression du vent.

Le coefficient de réduction  $\beta$  prend les valeurs suivantes :

- (a) 1,00 pour  $l^* = 0 \text{ m}$  ;
- (b) 0,65 pour  $l^* = 600 \text{ m}$  ;
- (c) 0,50 pour  $l^* \geq 2\,000 \text{ m}$ .

Dans le cas d'une longueur de la corde de la portée du câble  $l^*$  comprise entre 0 m et 600 m ou entre 600 m et 2 000 m,  $\beta$  doit être déterminé par interpolation linéaire.

Pour la détermination de la déviation latérale des câbles, voir [A3 - 7.2.1.2.](#)

#### Note Fr

Pour l'application du présent article, la pression du vent en exploitation doit être choisie en fonction de la vitesse de vent maximale admise en exploitation. Pour mémoire, la valeur de  $0,25 \text{ kN/m}^2$  correspond à une vitesse de 20 m/s au niveau de la mer.

Le coefficient de forme des câbles à torons est pris à 1,2. Sauf justifications particulières, la même valeur est utilisée pour les câbles clos et/ou givrés.

Les coefficients de forme des véhicules sont fournis dans leurs dossiers d'utilisation.

En l'absence de spécifications particulières, le vent sera pris en considération dans la direction transversale et dans le plan horizontal.

## 5. Actions dues au givre

Il faut tenir compte des actions du givre sur les câbles, sauf conditions climatiques particulièrement favorables, auquel cas il faut si nécessaire examiner séparément différentes sections de l'installation.

S'il n'est pas possible d'éliminer à temps l'accumulation de givre en mettant le câble en mouvement ou en faisant avancer le véhicule ou de toute autre manière, la charge de givre sur le câble doit être prise en compte.

À moins qu'une expertise ne précise d'autre charge de givre pour le câble, il faut supposer une gaine de glace d'une densité de 600 kg/m<sup>3</sup> et une épaisseur de glace de :

- 20 mm pour les câbles d'un diamètre nominal  $\leq 10$  mm ;
- 25 mm pour les câbles d'un diamètre nominal  $\geq 100$  mm.

Dans le cas d'un diamètre nominal du câble compris entre 10 mm et 100 mm, il faut calculer l'épaisseur de givre par interpolation linéaire.

Si les conditions climatiques sur le site de l'installation l'exigent, il faut supposer des valeurs supérieures pour l'épaisseur ou la densité de la gaine de glace. Dans le cas de conditions climatiques favorables, il est possible de prendre des valeurs inférieures.

## 6. Actions dues au vent et au givre

Pour les actions simultanées dues au vent et au givre, les cas suivants doivent être supposés :

- (a) en exploitation :
  - i. force du vent selon [4. ci-dessus](#), charge de givre avec 40 % de la valeur selon [5. ci-dessus](#) ; et
  - ii. force du vent avec 80 % de la valeur selon [4. ci-dessus](#), charge de givre selon [5. ci-dessus](#).
- (b) hors exploitation :
  - i. force du vent avec 65 % de la valeur selon [4. ci-dessus](#), charge de givre avec 40 % de la valeur selon [5. ci-dessus](#) ; et
  - ii. force du vent avec 40 % de la valeur selon [4. ci-dessus](#), charge de givre selon [5. ci-dessus](#).

### A5 – 5.3.2.2.3 Justifications des câbles porteurs

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion et charges d'appui minimales) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#), en exploitation, dans le cas accidentel où l'effet d'un frein de chariot présent est pris en compte et hors exploitation. Le calcul des câbles porteurs doit respecter les conditions suivantes :

1. Le calcul doit être réalisé pour le câble nu et pour le câble sollicité par des charges ponctuelles, en tenant compte des charges, de leurs positions et des frottements les plus défavorables compatibles entre eux.
2. Dans le cas des câbles porteurs, il faut en outre tenir compte de l'effet simultané de la température conformément à [A5 – 5.3.2.2.1 4.](#) et des actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6.](#) pour les calculs.
3. Pour le calcul de la sécurité à la traction hors exploitation, les actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6. \(b\)](#) doivent être prises en considération.
4. Pour la sécurité à la flexion, le calcul de la force transversale due aux véhicules doit tenir compte de l'action du câble mobile sur celui-ci en plus de son poids.

#### **A5 – 5.3.2.2.4 Justifications des câbles tracteurs et contre-câbles**

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion et charges d'appui minimales) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#), en exploitation, pour les cas accidentels et hors exploitation. Le calcul des câbles tracteurs et contre-câbles doit respecter les conditions suivantes :

1. Le calcul doit être effectué en tenant compte des cas les plus défavorables et des positions de charges avec charges ponctuelles les plus défavorables.
2. Dans le cas des téléphériques à mouvement circulaire, si une exploitation avec un câble tracteur nu est prévue, même seulement sur certaines portées, ceci doit être pris en considération.
3. En cas de dispositif de mise en tension régulé, le calcul de la sécurité à la traction minimale du câble est réalisé à tension nominale de ce dispositif.

#### **Note Fr**

Pour mémoire, la norme EN 12 930:2015 prévoit que si la régulation de la force de tension nominale intervient seulement après un écart supérieur à 5 % par rapport à la force de tension maximale du câble, alors la part au-delà de cette valeur doit être prise en compte pour le calcul de la sécurité à la traction minimale.

4. Pour le calcul de la sécurité à la traction minimale en exploitation, les effets dynamiques selon [A5 – 5.3.2.2.2 2. \(a\)](#) et [\(b\)](#) doivent être pris en considération approximativement comme résultant de l'inertie des masses déplacées, les masses liées au câble pouvant être supposées solidaires de celui-ci et uniformément réparties sur lui.
5. Dans le cas des téléphériques bicâbles à va-et-vient, la force de tension minimale du câble tracteur doit être suffisante pour que le frein de chariot ne se déclenche pas de façon intempestive en exploitation.
6. Pour le calcul de la sécurité à la traction dans les cas accidentels, les effets dynamiques selon [A5 – 5.3.2.2.2 2. \(c\)](#) doivent être pris en considération.
7. Pour le calcul de la sécurité à la traction hors exploitation, les actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6. \(b\)](#) doivent être pris en considération.
8. Pour le calcul de la sécurité à la traction en exploitation, dans le cas des poulies motrices à plusieurs gorges, il faut tenir compte de la force à la traction supplémentaire due aux variations des diamètres des gorges, calculée avec le coefficient de frottement minimal nécessaire multiplié par 1,3.
9. Pour les téléphériques à va-et-vient ou va-ou-vient sans frein de chariot, la sécurité à la traction doit être vérifiée dans le cas accidentel de l'accrochage d'un véhicule à un obstacle sur la voie et dans les stations, voir aussi [A5 - 5.5.1.1 5.](#) Le calcul devant être fait selon l'une des méthodes suivantes en fonction du système et du dimensionnement de l'attache du véhicule, selon qu'un glissement du câble tracteur dans l'attache est envisageable ou non après que :
  - (a) si aucun glissement du câble tracteur n'est à envisager, le calcul de la sécurité à la traction doit couvrir toute la durée de l'arrêt ;
  - (b) si un glissement est à envisager, le calcul de la sécurité à la traction doit être fait :
    - i. par rapport à la résistance maximale au glissement calculée de l'attache et ;
    - ii. par rapport à la résistance maximale au glissement mesurée de l'attache.

#### **A5 – 5.3.2.2.5 Justifications des câbles porteurs-tracteurs de téléphériques**

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion et charges d'appui minimales) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#), en exploitation et hors exploitation. Le calcul des câbles porteurs-tracteurs doit respecter les conditions suivantes :

1. Méthode exacte :

Ce calcul doit être réalisé en tenant compte des charges les plus défavorables et des positions de charge avec charges ponctuelles les plus défavorables. (Cette valeur est à considérer comme action accidentelle. Pour le calcul des forces de tension, des charges d'appui et des flèches en tout point de l'installation, il convient de déterminer les conditions de charge les plus défavorables sur l'ensemble de l'installation à câbles. En règle générale, cette méthode est appliquée pour les installations monocâbles à va-et-vient, les téléphériques pulsés ou les installations à câbles avec lourdes charges ponctuelles et grands espacements.)

Si une exploitation avec un câble porteur-tracteur nu est prévue, même seulement sur certaines portées, il faut en tenir compte lors du calcul des forces de tension du câble, des flèches et des charges d'appui.

## 2. Méthodes d'approximation :

Si les conditions selon [A5 – 5.3.2.2.1 5.](#) sont respectées, les charges d'appui et les flèches peuvent être calculées approximativement de la façon suivante : les forces de tension minimales et maximales sur chaque appui doivent être combinées avec les charges minimales et maximales dans la portée concernée.

Si une exploitation avec un câble porteur-tracteur nu est prévue, même seulement sur certaines portées, il faut en tenir compte lors du calcul des forces de tension du câble, des flèches et des charges d'appui.

Si d'autres méthodes d'approximation sont utilisées (par exemple, hypothèse de charges réparties uniformément, et non pas charges du côté amont et aval de l'appui), il faut justifier que cette hypothèse est sûre pour chaque valeur calculée (flèche, charge d'appui, angle du câble, etc.).

3. Pour les câbles porteurs-tracteurs à tension fixe, il faut également tenir compte de l'influence de la température selon [A5 – 5.3.2.2.1 4.](#) et des actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6.](#) pour les calculs.
4. Pour le calcul de la sécurité à la traction minimale en exploitation, les effets dynamiques selon [A5 – 5.3.2.2.2 2. \(a\)](#) et [\(b\)](#) doivent être pris en considération approximativement comme résultant de l'inertie des masses déplacées, les masses liées au câble pouvant être supposées solidaires de celui-ci et uniformément réparties sur lui.
5. Pour le calcul de la sécurité à la traction hors exploitation, les actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6. \(b\)](#) doivent être pris en considération.
6. En cas de dispositif de mise en tension réglé, le calcul de la sécurité à la traction minimale du câble est réalisé à tension nominale de ce dispositif.

### Note Fr

Pour mémoire, la norme EN 12 930:2015 prévoit que si la régulation de la force de tension nominale intervient seulement après un écart supérieur à 5 % par rapport à la force de tension maximale du câble, alors la part au-delà de cette valeur doit être prise en compte pour le calcul de la sécurité à la traction minimale.

### **A5 – 5.3.2.2.6 Justifications des câbles de tension**

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion et charges d'appui minimales) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#). Pour le calcul des câbles de tension, les forces de tension des câbles doivent être supposées égales aux valeurs résultant du calcul de ligne pour un mouvement uniforme de l'installation.

### **A5 – 5.3.2.2.7 Justifications des câbles d'évacuation et des câbles de récupération**

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion et charges d'appui minimales) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#), en exploitation et hors exploitation. Le calcul des câbles d'évacuation et des câbles de récupération doit respecter les conditions suivantes :

1. Le calcul des forces de tension, des flèches, des charges d'appui ainsi que des contraintes de flexion doit être effectué de manière analogue à [A5 – 5.3.2.2.4](#) ou [A5 – 5.3.2.2.5](#).
2. Pour les câbles d'évacuation et les câbles de récupération en boucle :
  - (a) En cas de dispositif de mise en tension régulé, le calcul de la sécurité à la traction minimale du câble est réalisé à tension nominale de ce dispositif.

**Note Fr**

Pour mémoire, la norme EN 12 930:2015 prévoit que si la régulation de la force de tension nominale intervient seulement après un écart supérieur à 5 % par rapport à la force de tension maximale du câble, alors la part au-delà de cette valeur doit être prise en compte pour le calcul de la sécurité à la traction minimale.

- (b) Pour le calcul de la sécurité à la traction hors exploitation, deux cas :
  - i. en tenant compte des actions du vent selon [A5 – 5.3.2.2.2 4.](#) ;
  - ii. en tenant compte des actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6. \(b\).](#)
3. Les câbles d'évacuation et les câbles de récupération en boucle doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 15 mm.

**A5 – 5.3.2.2.8 Justifications des câbles de signalisation, de haubanage et de balisage**

Les règles techniques à respecter (sécurité à la traction, sécurité à la flexion) sont définies dans la partie [A5 - 5.3.3](#), en exploitation et hors exploitation. Le calcul des câbles de signalisation, de haubanage et de balisage doit respecter les conditions suivantes :

1. Pour le calcul de la sécurité à la traction en exploitation, deux cas :
  - (a) sans tenir compte des actions du givre ;
  - (b) en tenant compte des actions du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 5.](#)
2. Pour le calcul de la sécurité à la traction hors exploitation, les actions du vent et du givre selon [A5 – 5.3.2.2.2 6. \(b\)](#) doivent être pris en considération.

**Note Fr**

Le câble de signalisation, défini au paragraphe 4.1.4 de la norme EN 1907:2017, est un câble dormant servant à transmettre des signaux, tels que des signaux de commande ou vidéo, ou des communications téléphoniques.

## **A5 – 5.3.2.3 - Transmission des forces aux poulies motrices et/ou freinées**

### **A5 – 5.3.2.3.1 - Généralités**

Il faut démontrer que la force tangentielle est transmise de façon sûre à chaque poulie motrice et/ou freinée. Cette justification est considérée apportée si le coefficient de frottement admissible  $\mu_{adm}$ , définit en partie [A5 - 5.3.3.4](#), sur la poulie motrice et/ou freinée est supérieur ou égal, dans tous les cas de charge, également en tenant compte des effets dynamiques, au coefficient de frottement nécessaire  $\mu_{néc}$ , qui est calculé selon la formule suivante :

$$\mu_{adm} \geq \mu_{néc} = \frac{1}{\alpha} \times \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$$

où

$\alpha$  est l'angle d'enroulement sur la poulie motrice [en rad] ;

$T_{max}$  ou  $T_{min}$  est la force de tension maximale ou minimale sur la poulie motrice pour un même cas de charge ;

$\mu_{néc}$  est le coefficient de frottement nécessaire à la poulie motrice.

Les effets dynamiques doivent en outre être pris en compte comme suit :

1. conformément à [A5 – 5.3.2.2.2.2. \(a\)](#) et [\(b\)](#) (fonctionnement attendu des freins de l'entraînement, voir également [A5 - 5.7.1](#)) ; et
2. en tenant compte de la décélération maximale possible en cas de fonctionnement défectueux des freins de l'entraînement, voir [A5 - 5.7.1](#).

Si les prescriptions de [A5 – 5.3.2.2.1 5](#) sont respectées, la méthode d'approximation peut être utilisée pour le calcul des forces de tension maximale et minimale.

### **A5 – 5.3.2.3.2 - Cas des systèmes découplables avec garage pour les véhicules**

Dans le cas des systèmes découplables avec garage pour les véhicules, il faut tenir compte des cas de charge les plus défavorables, qui sont en général les suivants :

- véhicules occupés à la montée, câble nu à la descente ; ou
- câble nu à la montée, véhicules occupés à la descente.

Si ces cas de charge défavorables sont évités (par exemple, par des dispositifs de comptage, la surveillance du couple à la poulie motrice ou des mesures d'exploitation), il faut uniquement tenir compte des cas de charge réels.

## **A5 – 5.3.2.4 - Calcul de la puissance d'entraînement**

### **A5 – 5.3.2.4.1 - Généralités**

La puissance des dispositifs d'entraînement doit être calculée en tenant compte de toutes les caractéristiques pertinentes du système de l'installation à câbles et de ses conditions d'exploitation.

Les valeurs caractéristiques de la force et de la vitesse à prendre en compte pour les calculs doivent correspondre à la circonférence de la poulie motrice (dans l'axe du câble en appui) et les puissances exercées sur l'arbre du moteur d'entraînement à la vitesse nominale.

#### **A5 – 5.3.2.4.2 - Puissance continue des installations à câbles avec exploitation discontinue**

Cette méthode de calcul est en général utilisée pour les téléphériques à va-et-vient et téléphériques pulsés.

1. Pour les installations à câbles :
  - (a) pour lesquelles des modifications de la vitesse sont prévues en ligne ou dans les stations sur commande du conducteur selon les nécessités (par exemple, arrêt et redémarrage en ligne, arrivée des véhicules aux points d'arrêt normaux dans les stations) ; et/ou
  - (b) dont l'exploitation est discontinue d'une autre manière ;

La puissance continue doit être calculée à l'aide d'un diagramme temps-force tangentielle pour chaque cas de charge, en tenant compte des variations de la force tangentielle consécutives aux accélérations (ou ralentissements) selon [A5 - 5.7.1](#). Le diagramme doit être établi pour la durée d'un cycle. On doit l'utiliser pour calculer la valeur quadratique moyenne, qui sert de base pour le calcul de puissance continue nécessaire.

2. Il faut justifier – en tenant compte de l'altitude et de la température locales – que les valeurs extrêmes admissibles pour les dispositifs d'entraînement (par exemple, couple de pointe, puissance de pointe, intensité de courant) sont suffisantes, lorsque l'on prend en compte non seulement la puissance continue selon [A5 – 5.3.2.4.2 1](#), mais également les valeurs extrêmes qui surviennent voir également [A5 - 5.7.1](#).

#### **A5 – 5.3.2.4.3 - Puissance continue des installations à câbles avec exploitation continue**

Cette méthode de calcul est en général utilisée pour les installations à mouvement continu

1. Pour les installations à câbles :
  - (a) avec une exploitation continue ; et
  - (b) avec une vitesse de marche uniforme, à l'exception d'éventuels changements de vitesse, par exemple pour réduire momentanément la vitesse de marche, pour arrêter l'installation pour des raisons d'exploitation ou pour réagir à un danger ;

la force tangentielle et la vitesse de marche doivent être supposées comme étant constantes pour le calcul de la puissance continue.

2. Il faut justifier – en tenant compte de l'altitude et de la température locales – que les valeurs extrêmes admissibles pour les dispositifs d'entraînement (par exemple, couple de pointe, puissance de pointe, intensité du courant) sont suffisantes, lorsque l'on prend en compte non seulement la puissance continue selon [A5 – 5.3.2.4.3 1](#), mais également de la puissance d'accélération selon [A5 – 5.3.2.4.4](#).

#### **A5 – 5.3.2.4.4 - Puissance d'accélération**

Pour le calcul de la puissance d'accélération ou de décélération, il est admis que l'entraînement imprime une accélération (ou une décélération) constante à toutes les masses en translation et à toutes les masses tournantes d'une installation à câbles. Les forces d'inertie engendrées au cours d'une phase d'accélération ou de décélération doivent donc être supposées constantes.

## **A5 - 5.3.3 - Règles techniques pour les câbles**

### **A5 - 5.3.3.1 - Sécurité à la traction**

#### **A5 - 5.3.3.1.1 - Rappel des définitions**

La sécurité à la traction, définie au paragraphe 4.8 de la norme NF EN 1907:2017, est le rapport entre la charge de rupture minimale du câble et sa force de tension calculée. La charge de rupture minimale,

notée  $F_{min}$ , est définie aux paragraphes 3.10.10 de la norme NF EN 12 385-2:2008 et 5.4.1 de la norme NF EN 12 385-1:2008. En notant  $T$  la force de tension calculée du câble obtenue dans les conditions définies dans la partie [A5 – 5.3.2.2](#), la sécurité à la traction notée  $S$  est donc calculée avec la formule suivante :

$$S = \frac{F_{min}}{T}$$

Dans ces conditions, la valeur maximale de la force de tension calculée permet d'obtenir la sécurité à la traction minimale (ou coefficient de sécurité), notée  $S_{min}$  dans la suite de ce document, et la valeur minimale de la force de tension calculée permet d'obtenir la sécurité à la traction maximale, notée  $S_{max}$  dans la suite de ce document, qui peut-être limitée dans certains cas, par exemple dans les épissures.

Pour le calcul de la sécurité à la traction, la charge de rupture minimale peut être remplacée par une charge de rupture déterminée par l'essai, comme la charge de rupture mesurée (notée  $F_m$  et définie aux paragraphes 3.10.13 de la norme NF EN 12 385-2:2008 et 5.4.1 de la norme NF EN 12 385-1:2008), avec l'accord du fabricant du câble.

#### A5 - 5.3.3.1.2 - Sécurité des câbles à la traction

La sécurité à la traction minimale  $S_{min}$  et la sécurité à la traction maximale  $S_{max}$  doivent respecter les valeurs des tableaux suivants. Le [tableau A](#) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour déterminer ces coefficients de sécurité dans le cas du câble porteur-tracteur d'un téléphérique monocâble.

En exploitation :

Câble porteur	Sans action du frein de chariot	$S_{min} \geq 3,15$
Câble tracteur	Pour un téléphérique bicâble à va-et-vient sans frein de chariot	$S_{min} \geq 4,5$
	Pour un téléphérique bicâble à va-et-vient avec frein de chariot	$S_{min} \geq 3,8$
	Pour un téléphérique bicâble à mouvement unidirectionnel	$S_{min} \geq 4$
	Dans les poulies motrices à plusieurs gorges, en tenant compte de la force à la traction supplémentaire due aux variations des diamètres des gorges	$S_{min} \geq 2,5$
	Et dans les épissures	$S_{max} \leq 20$
Câble porteur-tracteur	Pour tous les téléphériques monocâbles	$S_{min} \geq 4$
	Et dans les épissures	$S_{max} \leq 20$
Câble de tension	Câble de tension unique ou nappe avec système d'égalisation de la tension des câbles	$S_{min} \geq 5$
	Nappe de tension sans système d'égalisation de la tension des câbles	$S_{min} \geq 6$
Câble d'évacuation et câble de récupération	Câble en boucle pendant les opérations d'évacuation et de récupération	$S_{min} \geq 2,9$
	Et dans les épissures	$S_{max} \leq 20$
	Câble attaché en extrémité	$S_{min} \geq 5$
Câble de signalisation, de haubanage et de balisage	Sans tenir compte du givre	$S_{min} \geq 3$
	En tenant compte du givre	$S_{min} \geq 2,5$

Dans les cas accidentels :

Câble porteur	Avec action du frein de chariot	$S_{min} \geq 2,7$
Câble tracteur	En tenant compte des effets dynamiques selon <a href="#">A5 – 5.3.2.2.2 2. (c)</a>	$S_{min} \geq 1,5$
	En tenant du cas décrit en <a href="#">A5 – 5.3.2.2.4 9.</a> de l'accrochage d'un véhicule à un obstacle et en l'absence de glissement du tracteur	$S_{min} \geq 2$
	En tenant du cas décrit en <a href="#">A5 – 5.3.2.2.4 9.</a> de l'accrochage d'un véhicule à un obstacle et en envisagent le glissement du tracteur, par rapport à la résistance maximale au glissement calculée de l'attache	$S_{min} \geq 2,5$
	En tenant du cas décrit en <a href="#">A5 – 5.3.2.2.4 9.</a> de l'accrochage d'un véhicule à un obstacle et en envisagent le glissement du tracteur, par rapport à la résistance maximale au glissement mesurée de l'attache	$S_{min} \geq 2$

Hors exploitation :

Câble porteur, tracteur et porteur-tracteur		$S_{min} \geq 2,25$
Câble d'évacuation et câble de récupération	Câble en boucle en dehors des opérations d'évacuation et de récupération en tenant compte du vent	$S_{min} \geq 2,75$
	Câble en boucle en dehors des opérations d'évacuation et de récupération en tenant compte du vent et du givre	$S_{min} \geq 2$
Câble de signalisation, de haubanage et de balisage		$S_{min} \geq 2$

## A5 - 5.3.3.2 - Sécurité à la flexion

### A5 - 5.3.3.2.1 - Rappel des définitions

Le diamètre nominal d'un câble  $d$ , défini au paragraphe 5.3.1 de la norme NF EN 12385-1:2008 (voir aussi 3.7.6 et 3.9.1 de la norme NF EN 12 385-2:2008) et noté  $d$ , est la dimension par laquelle le câble est désigné par le fabricant du câble.

Le rapport d'enroulement, défini au paragraphe 4.3.4 de la norme EN 1907:2017 et noté  $\frac{D}{d}$ , du câble sur un appui (par exemple une poulie, un sabot ou une chaîne à galets) est le rapport entre le diamètre de l'appui mesuré à l'axe du câble, noté  $D$ , et le diamètre nominal  $d$  du câble.

Le coefficient de force transversale, défini au paragraphe 4.7 de la norme EN 1907:2017, est le rapport entre tension en un point du câble et la composante normale (c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe du câble) de la force appliquée en ce point.

### A5 - 5.3.3.2.2 - Sécurité à la flexion

Les tableaux ci-après définissent les valeurs à respecter pour assurer la sécurité des câbles à la flexion.

#### Coefficient de force transversale des véhicules :

Le coefficient de force transversale appliqué par le poids d'un véhicule (et l'incidence possible d'un câble en mouvement sur le véhicule) ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Câble porteur à tension fixe		8
Câble porteur avec contrepoids ou dispositifs hydrauliques de mise en tension		10
Câble tracteur et porteur-tracteur	Véhicule avec attache double, les attaches étant espacées d'au moins 2 pas de câblage.	12
	Véhicule avec une attache ou avec attache double, les attaches étant espacées d'une distance inférieure ou égale à 2 pas de câblage.	15

Le [tableau F](#) (Cas de charge n°2) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour ce calcul dans le cas du câble porteur-tracteur d'un téléphérique monocâble.

#### Coefficient de force transversale des galets :

Le coefficient de force transversale appliqué par un galet unique du véhicule ou un train de galets ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Câble porteur	Galet ou roue de chariot avec garniture souple – module d'élasticité inférieur ou égal à 5 000 N/mm <sup>2</sup>	60
	Galet ou roue de chariot avec garniture rigide – module d'élasticité supérieur à 5 000 N/mm <sup>2</sup>	80
Câble tracteur et câble porteur-tracteur		15
NOTE les cavaliers ne doivent pas être considérés comme des supports à cet effet. Les valeurs du tableau ne sont pas applicables.		

Le [tableau D](#) (Cas de charge n°1) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour ce calcul dans le cas du câble porteur-tracteur d'un téléphérique monocâble.

#### Rapports d'enroulement :

<b>Câble porteur</b>	Chaîne à rouleaux	Sans aucun mouvement relatif entre le câble et le support	$\frac{D}{d} \geq 300$
	Poulie	Avec mouvement relatif (glissement ou flexion) entre le câble et le support	$\frac{D}{d} \geq 500$
		En l'absence de tout mouvement entre le câble et le support	$\frac{D}{d} \geq 65$
	Tambour d'ancrage	En absence de tout glissement	$\frac{D}{d} \geq 65$
<b>Câble tracteur et contre-câble</b>	Section courante		$\frac{D}{d} \geq 80$
	Tambour de treuil		$\frac{D}{d} \geq 80$
	Tambour d'attache		$\frac{D}{d} \geq 22$

<b>Câble porteur-tracteur</b>			$\frac{D}{d} \geq 80$
<b>Câble de tension et sécurisation</b>	Clos	Avec mouvement relatif (glissement ou flexion) entre le câble et le support	$\frac{D}{d} \geq 500$
		Sabot de déviation : En absence de tout glissement	$\frac{D}{d} \geq 65$
		Sans mouvement en exploitation, par exemple tambour d'ancrage	$\frac{D}{d} \geq 65$
	Multi-torons	Avec mouvement en exploitation	$\frac{D}{d} \geq 40$
		Sans mouvement en exploitation, par exemple tambour d'ancrage	$\frac{D}{d} \geq 20$
<b>Câble d'évacuation et câble de récupération</b>	Câble en boucle		$\frac{D}{d} \geq 60$
	Treuil et poulies associées		$\frac{D}{d} \geq 30$
<b>Câble de signalisation de haubanage et de balisage</b>	Câble multi-torons		$\frac{D}{d} \geq 20$
	Câble clos		$\frac{D}{d} \geq 65$
	Câble monotoron		$\frac{D}{d} \geq 40$

### A5 - 5.3.3.3 - Charges d'appui minimales

#### A5 - 5.3.3.3.1 - Câble porteur (téléphériques bicâbles)

1. Le câble porteur ne doit pas se soulever des appuis, si :
  - (a) la force de tension maximale du câble sur les appuis supports est augmentée de 40 %, sans tenir compte des actions du vent et du givre ;
  - (b) la force de tension minimale du câble sur les appuis compression (par exemple, dans les stations) est diminuée de 40 %.
2. L'angle de déviation verticale du câble porteur ne doit être au moins de 0,02 rad.
3. La charge d'appui minimale doit être au moins égale à la résultante des effets d'un vent vertical ascendant agissant sur la moitié de la corde de chaque portée adjacente ou, le cas échéant des cordes de portées adjacentes fictives définies en [A3 - 7.2.1.2](#), avec une pression du vent  $q = 0,5 \text{ kN/m}^2$ . Pour le calcul des charges d'appui minimales, l'influence des étaux ne doit pas être prise en considération.
4. La sécurité d'appui du câble porteur sur les sabots doit être justifiée en déterminant la pression critique du vent  $q_{crit}$  pour chaque côté du sabot selon la formule suivante et en vérifiant que :
  - (a) en exploitation,  $q_{crit} \geq 250 \text{ N/m}^2$  ;
  - (b) hors exploitation,  $q_{crit} \geq 1\,000 \text{ N/m}^2$ .

5. La pression critique du vent hors exploitation peut se situer entre 250 N/m<sup>2</sup> et 1 000 N/m<sup>2</sup>, si d'autres mesures contre un déraillement sont prises (par exemple, montage d'un dispositif de protection contre le déraillement).
6. La pression critique du vent doit être calculée selon la formule suivante :

$$q_{crit} = \sqrt{\frac{d}{R}} \times \sqrt{(1 - \sin \alpha)} \times \frac{\sum T}{\sum (c_f A_{ref})} \quad [\text{N/m}^2]$$

7. où

- $d$  est le diamètre nominal du câble porteur [en m] ;
- $R$  est le rayon de courbure du sabot [en m] ;
- $\alpha$  équivaut à 90° moins la moitié de l'angle enveloppe du sabot ;
- $\sum T$  est la somme de la force de tension minimale du câble porteur et éventuellement de la tension minimale du câble tracteur [en N], voir paragraphe ci-après ;
- $c_f$  est le coefficient de force respectif des câbles et du véhicule ;
- $A_{ref}$  sont les surfaces frappées par le vent [en m<sup>2</sup>].

Pour calculer  $\sum T$ , il faut tenir compte de la force de tension du câble tracteur, si les actions résultant des câbles tracteurs, des contre-câbles et du véhicule agissent sur le câble porteur (par exemple, par les cavaliers du câble tracteur ou le véhicule). En exploitation il faut supposer qu'un véhicule se trouve immédiatement avant l'appui. Hors exploitation, on doit prendre en compte les câbles nus.

Pour calculer,  $\sum(c_f A_{ref})$ , il faut tenir compte des actions résultant des câbles mobiles et/ou du véhicule, de manière par analogue aux prescriptions du paragraphe précédent.

Pour la longueur du câble, il faut tenir compte de la moitié de la longueur de la corde de la portée ou, le cas échéant, de la corde de la portée fictive selon l'[article A3 - 7.2.1.2](#) située avant l'appui.

#### **A5 - 5.3.3.3.2 - Câble tracteurs et contre-câbles (téléphériques bicâbles)**

Sauf au passage des véhicules, le câble mobile ne doit pas se soulever des appuis.

Il faut également justifier par calcul que le câble ne se soulève pas des galets si sa force de tension maximale avec mouvement uniforme est augmentée de 40 %.

Dans le cas des galets des cavaliers des câbles tracteurs, il n'est pas nécessaire de tenir compte de cette augmentation si une position incorrecte du câble déclenche automatiquement l'arrêt de l'installation.

#### **A5 - 5.3.3.3.3 - Câbles porteurs-tracteurs (téléphériques monocâbles)**

Le [tableau D](#) (Cas de charge 2 à 10) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour vérifier les prescriptions ci-dessous.

1. La charge minimale sur les appuis supports doit correspondre :
  - (a) en exploitation, en mouvement uniforme, à au moins 1,5 fois la force du vent correspondant à une pression du vent  $q$  de 0,25 kN/m<sup>2</sup> sur le câble nu ou vide sur la longueur de la corde de la plus grande portée adjacente ;

#### **Note Fr**

Pour les appareils exploités avec une pression de vent supérieure à 0,25 kN/m<sup>2</sup>, la charge minimale doit être vérifiée en considérant la pression de vent réelle.

- (b) hors exploitation, à au moins la force du vent correspondant à une pression du vent  $q$  de  $0,80 \text{ kN/m}^2$  sur la moitié de la somme des longueurs des cordes des portées adjacentes sur le câble nu, ou si les véhicules restent en ligne hors exploitation, sur le câble avec ses véhicules.
- La charge d'appui minimale sur les appuis de compression doit correspondre, en cas de mouvement uniforme, à au moins à 1,5 fois la force du vent. Cette force doit être calculée conformément à [1.](#), mais en tenant compte d'un câble chargé au lieu d'un câble vide ou nu.
  - Le câble porteur-tracteur ne doit pas se soulever des galets des appuis supports dans le cas d'une augmentation de 40 % de la force de tension maximale selon [A5 – 5.3.2.2.1 3.](#) sur les portées adjacentes.
  - Le câble porteur-tracteur doit rester en contact avec les galets des appuis compression dans le cas d'une réduction de 20 % de la force de tension minimale selon [A5 – 5.3.2.2.1 3.](#) et d'une augmentation simultanée de 25 % de la charge utile sur les portées adjacentes ;
  - En cas de perte totale de pression du système hydraulique, la charge minimale du câble porteur-tracteur sur les galets de compression ne doit pas être inférieure à 200 N en tenant compte des charges concentrées et dans le cas le plus défavorable ;
  - La charge minimale sur les galets doit être de 500 N au moins et correspondre à la formule suivante lorsque le câble porteur-tracteur est en mouvement uniforme.

$$A \geq 500 + 50 [d - (D_1 - D_2)]$$

où

$A$  est la charge minimale sur chaque galet [en N] ;

$d$  est le diamètre nominal du câble [en mm] ;

$D_1$  est le diamètre du flasque extérieur du galet [en mm] ;

$D_2$  est le diamètre de la garniture à l'état neuf dans le fond de la gorge [en mm].

- En dehors du transport de personnes (par exemple, cyclage de l'installation, câble vide) la valeur indiquée ci-dessus peut être divisée par deux.

Il est admis que certains galets du train aient une force d'appui minimum inférieure à celle prescrite ci-dessus, pouvant aller jusqu'à s'annuler.

- Les trains de galets support-compression doivent être réglés de façon que, lorsque le câble porteur-tracteur est en position neutre (charge d'appui nulle), la charge minimale selon [6.](#) soit respectée sur tous les galets. Dans tous les autres cas de charge, les galets soumis à la pression inférieure la plus faible ne doivent pas se soulever du câble.

### **A5 - 5.3.3.4 - Adhérence sur les poulies motrices et/ou freinées**

Conformément à la partie [A5 – 5.3.2.3](#), il faut assurer que le coefficient de frottement nécessaire  $\mu_{néc}$  calculé dans celle-ci reste inférieur ou égal au coefficient de frottement admissible  $\mu_{adm}$ . Dans le cas des téléphériques, le coefficient de frottement admissible  $\mu_{adm}$  sur les poulies motrices et/ou freinées doit être calculé dans les conditions suivantes, en fonction du coefficient de frottement  $\mu$  correspondant à des conditions proches de la réalité (par exemple, câble humide, câble lubrifié à  $40^\circ\text{C}$ ) :

- en tenant compte des effets dynamiques de [A5 – 5.3.2.3.1 1.](#) :  $\mu_{adm} = 0,67 \mu \geq \mu_{néc}$  ;
- en tenant compte des pertes de pression hydraulique dans les dispositifs de mise en tension hydrauliques :  $\mu_{adm} = 0,73 \mu \geq \mu_{néc}$  ;
- en tenant compte des effets dynamiques de [A5 – 5.3.2.3.1 2.](#) et des pertes de pression totales dans les dispositifs de mise en tension hydrauliques :  $\mu_{adm} = 0,80 \mu \geq \mu_{néc}$ .

Pour le caoutchouc, on pourra supposer un coefficient minimal  $\mu$  de 0,30.

Pour d'autres matériaux, le coefficient de frottement effectif doit être déterminé par des essais.

Le [tableau E](#) du [chapitre A10](#) illustre les paramètres à utiliser pour vérifier les prescriptions ci-dessus.

### **A5 - 5.3.3.5 - Vérification par essais du comportement dynamique des câbles tracteurs des téléphériques bicâbles**

Il convient de prévoir avant la mise en exploitation d'une installation de type téléphériques bicâbles un programme d'essais visant à vérifier et à qualifier son comportement dynamique, en particulier les mouvements de câbles tracteurs, les oscillations de véhicules et les risques de chevauchement des câbles. Le programme d'essai doit à minima traiter les situations suivantes :

- Impact du freinage le plus sec ;
- Impact d'un cumul de freins si prévu ;
- Impact d'un freinage pendant une phase d'accélération ;
- Impact d'un régime variable de vitesse.

Il faut évaluer la nécessité de renouveler ce programme d'essai après une période de rodage de l'appareil si l'impact de celui-ci sur l'amortissement dynamique de l'installation peut modifier son comportement dynamique.

Pour une installation substantiellement modifiée, il convient de prendre également en compte la partie H.2.3 du guide RM1 version 5 du STRMTG si la modification peut modifier le comportement dynamique de celle-ci.

## **A5 - 5.3.4 - Justification par calculs pour le génie civil**

### **A5 - 5.3.4.1 - Généralités sur les matériaux et les structures – Durées d'utilisation**

Les matériaux utilisés dans les éléments constitutifs sont choisis en fonction des conditions de mise en œuvre et d'utilisation, et notamment des sollicitations auxquelles ils sont soumis, parmi ceux ayant fait l'objet de normes françaises homologuées ; leurs caractéristiques et propriétés sont garanties compte tenu des clauses des normes et des prescriptions particulières définies aux articles A5 – 5.3.4.1.1 à A5 5.3.4.1.7 ci-après.

A l'exception des garnitures de tommes d'ancrage et de poulies, l'utilisation de matériaux combustibles est interdite dans la construction :

- des ouvrages de ligne ;
- des éléments assurant le soutien des câbles, de l'installation motrice et de tension, des poulies de déviation ou de renvoi ;
- des éléments assurant la transmission des efforts d'ancrage ou d'appui au terrain.

La liste des matériaux incombustibles est définie dans la norme NF-P92-507 de février 2004 annexe C. On se référera également à l'arrêté du 22/03/2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.

Un cahier des charges (également appelé convention d'utilisation dans la norme EN 13107) doit être établi par le maître d'ouvrage. Il doit contenir la description des objectifs d'utilisation et de protection émis par le maître d'ouvrage, ainsi que des conditions, des exigences et des prescriptions fondamentales relatives à l'élaboration du projet, l'exécution et l'utilisation de l'ouvrage de génie civil.

Ce cahier des charges est mis à la disposition du constructeur pour lui permettre de concevoir le téléphérique.

Le cahier des charges décrit :

- les besoins de l'exploitation, de l'évacuation et de la maintenance ;
- la durée d'utilisation de projet (éventuellement à différencier selon les ouvrages ou éléments d'ouvrage)
- les états d'utilisation à prendre en considération ;
- le contexte et les exigences de tiers ;
- les objectifs particuliers du maître d'ouvrage ;
- les prescriptions relatives au fonctionnement, à la durabilité et à l'aspect, respectivement les prescriptions tirées des normes ;
- les objectifs de protection et les risques spéciaux ;
- les mesures à prendre afin de garantir l'aptitude au service ;
- les hypothèses de calcul importantes, notamment :
  - résultats de l'étude de vent le cas échéant
  - charges de neige et de givre
  - résultats de l'étude avalanche le cas échéant
  - résultats de l'étude géotechnique (intégrant les aspects relatifs au risque sismique)
  - résultats de l'étude sur les risques naturels le cas échéant..

Il est recommandé d'adopter les durées suivantes pour les ouvrages de génie civil des téléphériques et de les définir dans le cahier des charges :

- 20 ans pour les éléments structuraux remplaçables (par exemple l'étanchéité, les joints, les évacuations d'eau....) ;
- 30 ans en général et pour tous les ouvrages et éléments d'ouvrages de génie civil qui reprennent des forces de câbles ;
- 50 ans pour les bâtiments ainsi que pour les structures portantes des téléphériques bicâbles et doubles monocâbles.

#### **A5 - 5.3.4.1.1 – Structures en béton**

##### A5 – 5.3.4.1.1.1 Généralités

Les structures en béton doivent être conçues conformément à l'EN 1992.

Il convient de veiller tout particulièrement à ce que la qualité du béton corresponde aux conditions difficiles souvent rencontrées sur les sites de construction en montagne. Celle-ci doit être conforme à l'EN 1992-1-1.

L'enrobage minimum doit être déterminé conformément à l'EN 1992-1-1.

#### **Note Fr :**

Ce calcul peut être effectué en utilisant les classes d'exposition XD1 ou XC4. Il est également possible de retenir – sans calcul – un enrobage minimal de 50 mm.

Pour prendre en compte le cas d'un béton coulé au contact d'une surface irrégulière (en l'absence de béton de propreté), l'enrobage sous semelle sera porté à 65 mm.

En ce qui concerne la durabilité, il faut porter une attention particulière :

- au choix de granulats et d'adjuvants appropriés ;
- aux engins de transport du béton, celui-ci étant souvent difficile ;
- au bétonnage, en particulier à température extrême ;
- aux joints de construction ;
- à la finition (cure et protection).

Des indications sur l'exécution des structures en béton sont données dans l'EN 13670.

#### A5 – 5.3.4.1.1.2 Fondations

Les fondations en béton doivent être conçues conformément à l'EN 1992-1-1.

La liaison entre la partie en acier d'un support de ligne et sa fondation en béton doit être hors sol.

Les sections minimales d'armatures doivent être conformes à l'EN 1992-1-1.

#### A5 – 5.3.4.1.1.3 Structures soumises à la fatigue

Les spécifications de l'EN 1992-1-1 et de l'EN 1992-1-2 s'appliquent par analogie.

### **A5 - 5.3.4.1.2. – Structures en acier**

#### A5 – 5.3.4.1.2.1 Généralités

Les structures en acier doivent être conçues conformément à la série EN 1993.

Les indications concernant la protection contre la corrosion dans l'EN 1090-2 doivent être respectées.

Les sections ouvertes laminées ou soudées des éléments structuraux doivent avoir une épaisseur minimale de 4 mm, les sections creuses de 3 mm.

Les spécifications relatives à l'exécution des structures en acier figurant dans l'EN 1090-1 et l'EN 1090-2 doivent être respectées.

Un élément métallique doit être assemblé à un autre par au moins deux boulons ou rivets à chaque extrémité.

L'EN 1993-3-1 donne des informations complémentaires sur les supports de ligne des téléphériques.

#### A5 – 5.3.4.1.2.2 Nuance et qualité de l'acier

La nuance et la qualité de l'acier doivent être choisies en fonction du but d'utilisation et de la résistance à la rupture fragile. En règle générale, les qualités d'acier suivantes conviennent :

- a) qualité JR pour les structures ou éléments structuraux boulonnés ou rivetés ;
- b) qualité J0 pour les structures ou éléments structuraux soudés ;
- c) dans certains cas particuliers, qualité J2 ou K2 pour les structures ou éléments structuraux soudés.

L'EN 1993-1-10 donne des indications supplémentaires.

#### ***A5 – 5.3.4.1.2.3 Structures soumises à la fatigue***

A5 – 5.3.4.1.2.3.1 - La conception, la fabrication et l'assemblage des éléments structuraux boulonnés ou soudés soumis à la fatigue doivent respecter les règles générales suivantes :

A5 – 5.3.4.1.2.3.1 - Pour les assemblages boulonnés, les règles suivantes doivent être respectées :

- a) des boulons précontraints doivent être utilisés ;
- b) les trous de boulonnage doivent être réalisés conformément à l'EN 1090-2.

A5 – 5.3.4.1.2.3.3 - Pour les assemblages soudés, les règles suivantes doivent être respectées :

a) il convient que les détails de construction des assemblages soudés soient choisis, dans la mesure du possible, selon les catégories de détails figurant dans l'EN 1993-1-9. Pour les détails de construction qui ne correspondent pas aux catégories de détails figurant dans l'EN 1993-1-9, la vérification à la fatigue doit être effectuée selon la méthode fondée sur les étendues de contrainte géométrique ;

b) les concentrations de contrainte sur un assemblage donné doivent être réduites au minimum ;

c) l'assemblage des éléments structuraux ne doit pas compliquer l'inspection des soudures, dans la mesure du possible.

#### ***A5 - 5.3.4.1.3. – Structures mixtes acier-béton***

Les structures mixtes acier-béton doivent être conçues conformément à l'EN 1994 (toutes les parties).

Pour les structures soumises à la fatigue les dispositions mentionnées dans l'EN 1994-1-1 et l'EN 1994-2 s'appliquent par analogie.

#### ***A5 - 5.3.4.1.4. – Structures en bois***

Les ouvrages en bois doivent être conçus conformément à l'EN 1995.

#### ***A5 - 5.3.4.1.5. – Principe de conception géotechnique***

Les dispositions géotechniques mentionnées dans l'EN 1997-1 sont applicables par analogie aux ouvrages de génie civil des installations de transport à câbles, dans la mesure où la présente norme n'établit pas de dispositions contradictoires.

#### ***A5 - 5.3.4.1.6. – Principe de conception parasismique***

Le calcul sismique des ouvrages de génie civil des installations de transport à câbles doit être réalisé conformément à l'EN 1998.

#### ***A5 - 5.3.4.1.7. – Structures en aluminium***

##### ***A5 – 5.3.4.1.7.1 Bâtiments***

Les bâtiments en aluminium doivent être conçus conformément à l'EN 1999-1-1.

#### A5 – 5.3.4.1.7.2 Structures soumises à la fatigue

Les éléments soumis à la fatigue de structures pour les câbles et pour les ponts doivent être conçus conformément à l'EN 1999-1-3.

### **A5 - 5.3.4.2 - Actions et influences de l'environnement**

#### **A5 - 5.3.4.2.1 – Généralités**

##### A5 – 5.3.4.2.1.1 Principales classifications

Par action ( $F$ ), on entend :

a) une action directe, par exemple une force ou une charge appliquée à une structure ; ou

b) une action indirecte, par exemple une déformation ou un mouvement imposé ou gêné, résultant par exemple de changements de température, de variations du taux d'humidité, de tassements différentiels ou de tremblements de terre.

Les actions sont classées :

a) selon leur variation temporelle en :

1) actions permanentes ( $G$ ), par exemple poids propre des structures, des installations fixes, d'équipements fixes ou actions exercées par le terrain ;

2) actions variables ( $Q$ ), par exemple charges d'exploitation, actions dues aux câbles, charges de trafic, actions du vent ou de la neige, en distinguant les cas « en exploitation » et « hors exploitation » ;

3) actions accidentelles ( $A$ ) appliquées, par exemple, par les freins de chariot, les attaches bloquées, les déraillements, les avalanches, les tremblements de terre, les explosions ainsi que par les chocs de véhicules ;

b) selon leur variation spatiale en :

1) actions fixes, par exemple le poids propre ;

2) actions mobiles, par exemple charges d'exploitation, actions du vent et de la neige ;

c) selon leur nature et/ou la réponse structurale en :

1) actions statiques, qui ne causent pas d'accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux ;

2) actions dynamiques, qui provoquent une accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux.

##### A5 – 5.3.4.2.1.2 Valeurs caractéristiques et représentatives des actions

La valeur caractéristique d'une action est sa principale valeur représentative.

Les valeurs caractéristiques des actions ( $F_k$ ) sont spécifiées :

- au A5 – 5.3.2.2.2 du présent guide ;
- dans les EN 1991-1 (toutes les parties) ainsi que dans les EN 1991-2 et EN 1991-3 en tant que valeur moyenne, en tant que valeur supérieure ou inférieure, ou en tant que valeur nominale (ne se rapportant pas à une distribution de probabilités connue) ;

- au niveau du projet, lorsqu'il est garanti que les dispositions spécifiées dans l'EN 1990 sont prises en compte.

La valeur caractéristique d'une action permanente ( $G_k$ ) doit être déterminée de la façon suivante :

a) si la variation de  $G$  en amplitude est faible, une valeur unique de  $G_k$  (valeur nominale) peut être utilisée ;

b) dans le cas contraire, deux valeurs doivent être utilisées, une valeur supérieure  $G_{k,sup}$  et une valeur inférieure  $G_{k,inf}$ .

Pour les actions variables, la valeur caractéristique  $Q_k$  correspond :

a) soit à une valeur supérieure, pour laquelle il existe une probabilité définie qu'elle ne soit pas dépassée au cours d'une période de référence, soit à une valeur inférieure, pour laquelle il existe une probabilité définie de ne pas passer au-dessous ; ou

b) à une valeur nominale qui est définie dans les cas où il n'y a pas de distribution de probabilités connue.

La valeur représentative des actions accidentelles est généralement une valeur caractéristique ( $A_k$ ) correspondant à une valeur définie (valeur nominale).

Pour des actions variables à composantes multiples, l'action caractéristique est représentée par des groupes de valeurs, qui doivent être pris en compte alternativement dans les calculs. Des actions, qui sont directement interdépendantes dans un état de charge considéré, forment un groupe de valeurs qui doit être traité comme une seule action variable.

Les autres valeurs représentatives d'une action variable sont en règle générale :

- la valeur de combinaison, généralement représentée par le produit  $\Psi_0 Q_k$  ;
- la valeur fréquente, généralement représentée par le produit  $\Psi_1 Q_k$  ;
- la valeur quasi-permanente, généralement représentée par le produit  $\Psi_2 Q_k$ .

#### A5 – 5.3.4.2.1.3 Influences de l'environnement

Les influences de l'environnement (vent, givre, neige et température), susceptibles d'affecter la durabilité des structures, doivent être prises en compte dans le choix des matériaux structuraux, de leur spécification et de la conception structurale d'ensemble et de détail. Les EN 1992 (toutes les parties) à EN 1999 (toutes les parties) spécifient les mesures correspondantes.

NOTE : Des informations complètes sur les sujets traités en A5 - 5.3.4.2.1 sont données dans l'EN 1990 et ses annexes.

### **A5 - 5.3.4.2.2 – Actions**

#### A5 – 5.3.4.2.2.1 Généralités

Les actions sur les téléphériques sont classées selon A5 – 5.3.4.2.1.1 en :

- a) actions permanentes ;
- b) actions variables ;
- c) actions accidentelles.

#### A5 – 5.3.4.2.2.2 Actions permanentes

##### *A5 – 5.3.4.2.2.2.1 Généralités*

Les actions permanentes sont des actions dont on suppose qu'elles dureront pendant toute une situation de projet donnée et que leur variation dans le temps par rapport à leur valeur moyenne sera négligeable ou qu'elles varieront toujours dans le même sens (uniformément), jusqu'à atteindre une valeur limite.

En règle générale, les actions suivantes sont considérées comme des actions permanentes :

##### *A5 – 5.3.4.2.2.2.2 Poids propre*

Le poids propre d'une structure comprend les charges dues exclusivement à la masse des éléments structuraux et peut, dans la plupart des cas, être défini par une valeur caractéristique unique et être calculé sur la base des dimensions nominales et des poids volumiques donnés dans l'EN 1991-1-1.

Les poids propres des éléments non structuraux fixes doivent être considérés comme des valeurs caractéristiques. Cela concerne par exemple les cloisons et revêtements, les garde-corps et barrières de sécurité, les ascenseurs et escaliers roulants, les installations ainsi que les équipements d'appoint et les équipements fixes. Lorsque l'un de ces éléments est mobile, les actions correspondantes doivent être considérées comme des actions variables (charges d'exploitation).

##### *A5 – 5.3.4.2.2.2.3 Actions du terrain*

Ces actions comprennent la poussée sur les murs de soutènement et sur les fondations due aux charges des terres, aux pressions de l'eau ainsi qu'aux autres actions du terrain.

En règle générale, les valeurs caractéristiques des actions du terrain doivent être déterminées conformément à l'EN 1997-1.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3 Actions variables

##### *A5 – 5.3.4.2.2.3.1 Généralités*

Les actions variables sont des actions dont on ne peut supposer qu'elles s'appliqueront en continu pendant toute une situation de projet donnée, que leur variation dans le temps par rapport à leur valeur moyenne restera négligeable, ou qu'elles varieront toujours dans le même sens.

En règle générale, les actions suivantes sont considérées comme des actions variables :

##### *A5 – 5.3.4.2.2.3.2 Actions dues aux câbles et aux véhicules*

Chaque action d'un câble doit être considérée comme une action individuelle (voir également A5 – 5.3.4.4.2). Les actions dynamiques et les effets du frottement doivent être pris en compte (voir A5 – 5.3.4.2.2.3.3 et A5 – 5.3.4.2.2.3.4). Pour le calcul des structures, il faut prendre en compte la disposition des charges la plus défavorable dans les situations « en exploitation » et « hors exploitation ».

a) actions dues au(x) câble(s) porteur(s)-tracteur(s) des téléphériques à mouvement continu ou pulsé ;

b) actions dues au(x) câble(s) porteur(s) ou au(x) câble(s) tracteur(s) des téléphériques à mouvement pulsé ou à va-et-vient ;

c) actions dues à d'autres câbles tels que les câbles de tension, câbles de récupération, câbles d'évacuation ou câbles de signalisation ;

d) actions dues aux véhicules et affectant directement la structure.

Les valeurs caractéristiques des actions spécifiées ci-dessus, dans la mesure où elles ne sont pas définies ci-après, sont issues du calcul de ligne, voir [A5 - 5.3.2](#).

La valeur caractéristique « en exploitation » est donnée par une valeur minimale et une valeur maximale.

La valeur caractéristique « hors exploitation » est donnée par une seule valeur, si nécessaire pour différentes forces de tension (voir [A5 – 5.3.2.2.1 3.](#)).

À cet effet, la vérification des ouvrages de génie civil dans le cas des installations avec système de tension hydraulique peut être effectuée avec la tension nominale. Le coefficient partiel de sécurité  $\gamma = 1,5$  utilisé pour la vérification à l'état-limite ultime tient compte des variations jusqu'à 10 % de la tension considérée.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.3 Actions dynamiques

Par actions dynamiques, on entend :

a) les actions dynamiques qui sont dues au passage des véhicules sur les supports de ligne et structures similaires.

À ce propos, les valeurs caractéristiques des charges des véhicules vides ou occupés, multipliées par les coefficients dynamiques  $\Phi$  définis ci-après, doivent être ajoutées à ou soustraites de la valeur caractéristique de l'action globale du câble. La combinaison des actions compatibles entre elles qui donne les effets les plus défavorables sur la structure considérée doit être prise en compte ;

1) pour les téléphériques monocâbles et doubles monocâbles :

i) pour les supports de ligne compression, supports de ligne support/compression et pour les structures similaires,  $\Phi = 1,0$  ;

ii) pour les supports de ligne support et les structures similaires,  $\Phi = 0,5$  ;

2) pour les téléphériques bicâbles :

i) pour les supports de ligne et les structures similaires,  $\Phi = 0,2$  ;

b) les actions dynamiques dues aux forces longitudinales engendrées lors du passage des attaches sur les galets des supports de ligne.

Ces forces agissent perpendiculairement à l'action correspondante du câble sur les supports et les structures similaires. Les forces agissent des deux côtés d'un support de ligne, toujours dans le sens de la marche. Les valeurs caractéristiques suivantes doivent être adoptées :

1) 50 % de la charge effective sur un galet pour les supports de ligne compression ou support/compression ;

2) 25 % de la charge effective sur un galet pour les supports de ligne support.

Des valeurs inférieures doivent être justifiées.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.4 Effets du frottement

Les effets du frottement sont généralement définis comme l'action du câble multipliée par un coefficient de frottement.

Les valeurs nominales des coefficients de frottement doivent être reprises de A5 – 5.3.2.2.2. À ce propos, le frottement des câbles dans les garnitures de sabot doit également être pris en compte « hors exploitation » et, en raison de la forte dispersion entre frottement d'adhérence et frottement de glissement, un coefficient partiel de sécurité  $\gamma_Q$  plus élevé de 2,5 doit être utilisé dans le Tableau 1.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.5 Charges d'exploitation

Les valeurs caractéristiques des charges d'exploitation doivent être définies conformément aux catégories d'usage de l'EN 1991-1-1, si le maître d'ouvrage n'impose pas des exigences plus élevées aux ouvrages de génie civil.

Les valeurs caractéristiques convenues doivent être spécifiées par le maître d'ouvrage dans le cahier des charges.

a) La valeur caractéristique des actions horizontales sur les équipements de protection contre les chutes dans les zones accessibles aux personnes (garde-corps et parapets) doit être prise égale à :

$$1) q_k = 0,5 \text{ kN/m}$$

en charge linéaire horizontale, agissant transversalement sur l'élément de construction. Lorsqu'il y a possibilité d'une concentration de personnes, les catégories d'usage correspondantes doivent être déterminées conformément à l'EN 1991-1-1.

b) Les valeurs caractéristiques des charges d'exploitation sur les plateformes de travail doivent être prises égale à :

$$1) q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2 \text{ en charge répartie ou si elles sont déterminantes ;}$$

2)  $Q_k = 2,0 \text{ kN}$  en charge concentrée à l'emplacement le plus défavorable, sur une surface carrée de 0,2 m de côté ;

3)  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}$  en charge linéaire horizontale, agissant transversalement sur le garde-corps ;

4)  $A_k = 12,0 \text{ kN}$  en charge concentrée pour une personne (calcul en tant qu'action accidentelle) et pour chaque point d'ancrage (pour plusieurs personnes, la valeur est augmentée en conséquence).

c) La valeur caractéristique de la charge d'exploitation pour les filets de rattrapage est de 2,0 kN prise comme charge concentrée, une charge de neige supplémentaire devant, le cas échéant, être prise en compte.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.6 Forces appliquées aux guidages

Elles comprennent les forces générées lors du choc d'un véhicule contre les guidages, mais doivent seulement être prises en compte si les oscillations transversales maximales des véhicules, telles que définies dans le présent guide, sont limitées par les guidages.

Les valeurs caractéristiques de ces forces doivent être obtenues sur la base de considérations dynamiques, les éléments amortisseurs pouvant être pris en compte.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.7 Actions du vent

Elles comprennent les actions du vent « en exploitation » et « hors exploitation », qui s'appliquent aux stations, aux supports de ligne et à leurs équipements, ainsi qu'aux câbles et aux véhicules. On doit tenir compte, le cas échéant, de l'augmentation des surfaces de référence due à l'accumulation de neige et de givre.

Les actions du vent doivent être déterminées sur la base de la vitesse de référence du vent ( $v_b$  resp.  $v_{b,0}$ ), qui correspond à la valeur caractéristique de la vitesse moyenne d'un vent soufflant durant 10 minutes. La vitesse de référence du vent, indépendante de la direction du vent et de la saison, se réfère à une altitude de 10 m au-dessus du sol, sur un terrain de catégorie II (selon l'EN 1991-1-4) et avec une

probabilité annuelle de dépassement de 0,02 (généralement exprimée sous la forme d'une période de retour de 50 ans).

En application de l'EN 1991-1-4, la valeur caractéristique de la force globale du vent ( $F_w$ ), en tenant compte des vitesses de pointe durant quelques secondes, doit être déterminée comme suit :

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) A_{ref} \quad (1)$$

où

$c_s c_d$  est le coefficient structural selon l'EN 1991-1-4 ;

$c_f$  est le coefficient de force (aérodynamique) selon l'EN 1991-1-4 ;

$q_p(z_e)$  est la pression dynamique de pointe agissant à la hauteur de référence  $z_e$  selon l'EN 1991-1-4 ;

$A_{ref}$  est l'aire de référence selon l'EN 1991-1-4.

Il faut tenir compte des points suivants :

a) La valeur caractéristique des actions du vent agissant sur les câbles et les véhicules doit être déterminée conformément à l'EN 1991-1-4 ou sur la base d'une expertise ; on peut tenir compte de la réduction de la corde  $l^*$  selon A5 – 5.3.2.2.2 dans le cas « *hors exploitation* ».

b) Le coefficient de force (aérodynamique) pour les câbles doit être repris de l'EN 1991-1-4 ou d'expertises correspondantes, pour les véhicules de leur dossier d'utilisation ou de résultats d'essais fournis par le fabricant. A défaut, les coefficients pourront être repris de la norme EN 13796-1.

Pour les ouvrages de génie civil, il doit être déterminé conformément à l'EN 1991-1-4.

c) La valeur caractéristique ou la valeur nominale ( $q$ ) de la pression du vent (pression à la vitesse de pointe)

$$q \geq 0,25 \text{ kN m}^2 \quad (2)$$

dans la mesure où le cahier des charges ne prévoit pas de valeur supérieure.

d) La valeur caractéristique des actions du vent « *hors exploitation* » agissant sur l'infrastructure doit être reprise de l'EN 1991-1-4, les cartes de vent nationales ou régionales et/ou les expertises correspondantes devant être prises en compte.

Les valeurs nominales de pression du vent indiquées au A5 – 5.3.2.2.2 sont des valeurs minimales recommandées et ne peuvent être utilisées que pour les modes opératoires de vérification correspondants. Si les actions du vent, déterminées dans une étude particulière, donnent des valeurs :

- supérieures, celles-ci doivent être utilisées pour le génie-civil ;
- inférieures, celles-ci peuvent être utilisées uniquement pour le génie-civil.

e) Lors de la combinaison des actions du vent et du givre dans la situation « *hors exploitation* », les conditions locales de l'environnement doivent être prises en considération, la note « a » du Tableau 1 pouvant alors être appliquée.

f) Pour l'action du vent sur les câbles et les véhicules, il faut supposer que la force résultante du vent transversal agit, dans le cas des câbles dormants, au point d'entrée de l'appui et dans le cas des câbles mobiles qu'elle se répartit en général de façon égale sur les deux premiers galets extérieurs de l'appui.

Les actions du vent sur les câbles et les véhicules seront prises conformément au A5 – 5.3.2.2.2.4.

#### Note Fr

Pour l'application du présent article, la pression de vent hors exploitation peut être prise égale à

$Q_p(Z_e) = 1200^4 \text{ N/m}^2$  sauf dans les cas suivants :

- les ouvrages de hauteur supérieure à 25 m (hauteur entre le sol et le point d'épure du câble sur appui),
- les ouvrages exposés (crête, conditions locales connues...),
- les installations pour lesquelles la valeur de base de vitesse de référence de vent est supérieure ou égale à 26 m/s (régions métropolitaines de catégories 3 et 4 et certains départements d'outre mer),
- catégorie de terrain 0 (cette catégorie peut comprendre les installations sur montagnes isolées).

Une étude particulière de vent est alors à réaliser par une personne compétente pour définir les pressions dynamiques de pointe, avec une probabilité annuelle de dépassement de 0,02 (généralement exprimée sous la forme d'une période de retour de 50 ans). Ces pressions doivent être précisées pour chaque ouvrage (pylônes, gares). Pour les pylônes, il est nécessaire d'avoir la pression dynamique de pointe au niveau du câble, tenant compte des notions de région, de rugosité et d'orographie.

À des fins d'optimisation (pylône de hauteur importante, ajustement de la hauteur de pylône, ...), le rapport d'étude doit donner les paramètres permettant d'établir le profil de pression de vent selon la hauteur du pylône.

Par exemple, l'ensemble des informations suivantes :

- la catégorie de terrain (longueur de rugosité  $Z_0$  et hauteur minimale  $Z_{\min}$ ),
- le coefficient d'orographie  $C_0$ ,
- la pression dynamique de pointe à une hauteur de 10 m

Les coefficients  $C_{sCd}$  et  $C_f$  peuvent être pris forfaitairement de manière indissociable :

#### a) Pylônes de ligne

Coefficient  $C_{sCd}.C_f = 1,125$  pour le fût  
1,5 pour la tête de pylône

#### b) Gares

Coefficient  $C_{sCd} = 1$   
Coefficient  $C_f = 1,5$

Ces valeurs sont obtenues à partir des retours d'expérience sur le dimensionnement du parc existant. Pour les pylônes autres qu'à fût cylindrique ou conique, les valeurs seront à calculer.

Elles peuvent aussi être calculées, par choix : dans ce cas, elles doivent l'être pour l'ensemble de l'ouvrage.

$C_f = 1,2$  pour câbles à torons. Sauf justifications particulières, la même valeur est utilisée pour les câbles clos et/ou givrés.

Direction du vent : en l'absence de spécifications particulières du cahier des charges, le vent sera pris en considération dans les directions longitudinale et transversale dans un plan horizontal.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.8 Actions de la neige

Ces actions comprennent les charges de neige sur les stations et sur les passerelles de travail des supports de ligne, ainsi que les actions provoquées par le déplacement et le glissement de la neige sur les ouvrages de génie civil et leurs éléments.

a) La valeur caractéristique des charges de neige doit être conforme aux dispositions de l'EN 1991-1-3, sur la base d'une probabilité annuelle de dépassement de 0,02. À cet effet, il faut tenir compte des cartes de neige nationales et des conditions locales et/ou demander des expertises.

b) Une expertise doit spécifier la valeur caractéristique des actions dues au déplacement et au glissement des masses de neige.

---

4 Cette valeur prend en compte les notions de régions, de rugosité et d'orographie pour les régions 1 à 3

c) La valeur caractéristique de la charge de neige ( $q_k$ ) sur les passerelles de travail étroites peut être donnée par l'équation suivante :

$$q_k = b \cdot \rho \quad (3)$$

où

$b$  est la largeur de la plateforme ;

$\rho$  est le poids volumique de la neige (considéré comme étant de 4 kN/m<sup>3</sup>).

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.9 Charges de givre

Les charges de givre qui s'exercent sur les ouvrages de génie civil et sur les équipements extérieurs des stations doivent être prises en compte, ainsi que leur forme (par exemple, l'augmentation de la surface d'un profilé en acier ou d'un câble).

La valeur caractéristique ou la valeur nominale des charges de givre peut être définie dans le cadre d'une expertise ou en tenant compte des conditions locales dans le cahier des charges. La valeur caractéristique doit être déterminée sur la base d'une probabilité annuelle de dépassement de 0,02.

NOTE Des indications sur les charges de givre sont données dans l'ISO 12494 ainsi qu'au A5 – 5.3.2.2.2.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.10 Forces dues à l'entraînement et au freinage

Les valeurs caractéristiques des forces dues à l'entraînement et à l'entrée en action du frein de service et/ou de sécurité doivent être déterminées conformément au A5 – 5.3.2.2.3.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.11 Actions dues à la maintenance – Mise en tension, suspension, décâblage

Les valeurs caractéristiques des actions dues à la mise en tension, à la suspension des câbles, au décâblage, ainsi qu'au retrait d'éléments de machines ou de véhicules (au cours des opérations de maintenance) doivent être pris en compte.

Les ouvrages de génie civil doivent être calculés avec les charges excentrées survenant lors du montage ou de l'entretien, par exemple avec le câble enlevé d'un seul côté. La valeur caractéristique est alors la valeur nominale de la charge d'appui résultant du calcul de ligne, le câble supposé nu ou vide reposant sur l'appui (en fonction du type de l'utilisation de l'installation).

Pour le soulèvement du câble de ses appuis et la tension du câble, la valeur caractéristique est la valeur nominale de la charge d'appui ou la force de tension du câble telle qu'elle résulte du calcul de la ligne pour le câble vide ou le câble nu, selon le type et l'utilisation de l'installation. Il faut tenir compte d'un écart angulaire de  $\pm 0,09$  rad ( $\pm 5^\circ$ ) par rapport à la direction de la charge d'appui du câble ou de la force de tension du câble.

Si d'autres prescriptions (autres situations de charge) sont définies pour les points d'ancrage dans le cahier des charges, elles doivent être prises en compte lors des calculs.

#### A5 – 5.3.4.2.2.3.12 Actions contre les butoirs

Pendant l'exploitation normale, les actions contre les butoirs sont dues au choc ou à l'arrêt normal d'un véhicule contre les butoirs en station. Les valeurs caractéristiques des forces doivent correspondre à la plus grande distance de rentrage admissible et à l'impact du véhicule avec la plus petite vitesse de marche surveillée.

#### A5 – 5.3.4.2.2.4 Actions accidentelles

##### *A5 – 5.3.4.2.2.4.1 Généralités*

Les actions accidentelles sont généralement des actions de courte durée présentant un potentiel de dommages considérable, mais elles sont associées à une faible probabilité d'apparition pendant la durée d'utilisation de projet de l'ouvrage de génie civil ou de l'installation. Les valeurs caractéristiques des phénomènes naturels doivent être reprises des prescriptions nationales ou locales, leur probabilité annuelle de dépassement, si elle n'est pas définie en conséquence, doit être inférieure ou égale à 0,01 (période de retour de 100 ans au minimum).

Lors d'actions accidentelles, il n'est pas possible d'exclure un endommagement des structures. Une structure doit être conçue et exécutée de sorte qu'elle ne puisse pas être endommagée de façon disproportionnée par des actions accidentelles.

En ce qui concerne les mesures appropriées de réduction ou de prévention des dangers ou de leurs conséquences ainsi que les principes de construction à appliquer, il est fait référence aux prescriptions de l'EN 1990.

En règle générale, les actions suivantes sont considérées comme des actions accidentelles :

##### *A5 – 5.3.4.2.2.4.2 Actions (accidentelles) contre les butoirs*

Dans les cas extrêmes, les actions contre les butoirs sont dues :

- au choc d'un contrepoids ou d'un chariot de tension dans des situations exceptionnelles ;
- au choc d'un véhicule contre les butoirs en station dans des situations exceptionnelles.

Les valeurs de calcul des forces spécifiées ci-dessus doivent être déterminées sur la base des masses des véhicules et des vitesses.

##### *A5 – 5.3.4.2.2.4.3 Actions du vent hors exploitation sur les véhicules vides*

La valeur caractéristique des actions du vent « hors exploitation » agissant sur les véhicules vides avec attaches débrayables, qui ne restent normalement pas en ligne, doit être prise en compte.

##### *A5 – 5.3.4.2.2.4.4 Forces du frein de chariot*

Elles comprennent les forces dues à l'entrée en action du frein de chariot dans des cas exceptionnels.

Les valeurs caractéristiques des forces qui sont exercées par l'entrée en action du frein de chariot sur un sabot, y compris les effets supplémentaires dus à la masse du véhicule occupé, doivent être conformes aux indications figurant dans le dossier d'utilisation du véhicule (force de freinage et coefficient de frottement) avec le coefficient de frottement maximal.

##### *A5 – 5.3.4.2.2.4.5 Forces dues au déraillement de câble*

Elles comprennent la réaction d'appui du câble ainsi que les forces de frottement provoquées par un câble tracteur ou porteur-tracteur ayant déraillé et agissant sur les rattrape-câble ou le bras de rattrapage. Les valeurs de calcul des forces spécifiées ci-dessus doivent être :

- 1) Actions dues au déraillement de câbles porteurs-tracteurs dans les rattrape-câbles :

a) En exploitation, il faut supposer le déraillement d'un câble sur un côté d'appui dans les rattrape-câbles, en prenant en compte le frottement du câble dans ceux-ci, un coefficient de frottement de 0,20 entre le câble et le rattrape-câble devant être considéré : la valeur de calcul correspond à 1,3 fois la valeur de la charge d'appui maximale résultant du calcul de ligne.

b) Hors exploitation, il faut supposer un déraillement du câble sur un côté d'appui dans les rattrape-câbles : la valeur de calcul correspond à 1,3 fois la valeur de la charge d'appui maximale résultant du calcul de ligne.

2) Actions dues au déraillement de câbles porteurs-tracteurs d'un seul côté dans le bras de rattrapage d'un pylône compression :

a) En exploitation, il faut supposer :

i) un déraillement du câble, avec prise en compte du frottement du câble dans le bras de rattrapage, un coefficient de frottement de 0,30 devant être supposé entre le câble et le bras de rattrapage ; la valeur de calcul correspond à 2 fois la valeur de la charge d'appui maximale résultant du calcul de ligne ;

ii) un déraillement selon i) et, en plus, l'accrochage d'une pince si les pinces ne peuvent pas passer le bras de rattrapage ; les valeurs de calcul correspondent à 1 fois la valeur de résistance au glissement de la pince Flab selon l'EN 13796-1, et à 1,1 fois la valeur de la charge d'appui maximale et la force de frottement du câble dans le bras de rattrapage, avec un coefficient de frottement de 0,30 ;

b) hors exploitation, il faut supposer que la valeur de calcul correspond à 2 fois la valeur de la charge d'appui maximale résultant du calcul de ligne.

#### *A5 – 5.3.4.2.2.4.6 Attaches bloquées*

Les valeurs de calcul des forces qui sont dues au choc des attaches bloquées sur les éventuels bras de rattrapage (pour les téléphériques monocâbles et doubles monocâbles) doivent être prises en compte. Si les attaches ne peuvent pas passer dans les rattrape-câbles ou sous les éventuels bras de rattrapage, ces forces doivent également être prises en compte avec les forces définies selon A5 – 5.3.4.2.2.4.5.

#### *A5 – 5.3.4.2.2.4.7 Chute d'un câble d'un seul côté*

Le cas de charge correspond à un déraillement total ou partiel d'un câble porteur-tracteur d'un côté d'un support de ligne, associé à la réaction d'appui du câble compatible la plus défavorable du côté opposé.

Pour toutes les installations, on ne suppose que la chute d'un seul brin de câble mobile sur un côté. Ceci est valable pour les cas en et hors exploitation.

Dans le cas des installations avec un câble mobile de chaque côté, la valeur de calcul pour le câble restant sur le pylône concerné doit être supposée égale à 1,1 fois la valeur de la charge d'appui maximale résultant du calcul de ligne.

#### *A5 – 5.3.4.2.2.4.8 Rupture d'un câble de signalisation*

Pour prendre en compte la rupture d'un câble de signalisation, la valeur de calcul doit être déterminée de sorte que la force de tension du câble rompu soit appliquée de façon vectorielle dans la direction opposée.

Il n'est pas nécessaire de supposer la rupture simultanée de deux câbles ou plus.

Lorsque l'on tient compte de la charge de givre selon [A5 – 5.3.2.2.2.5](#), il faut supposer que la valeur de calcul correspond seulement la moitié de la force de tension du câble rompu de façon vectorielle dans la direction opposée.

**Note Fr**

En cas de rupture d'un câble porteur de multipaire à double porteur, on accepte la reprise des charges par le second (compte-tenu du coefficient de sécurité qui reste supérieur à 1 de par le calcul d'origine), en attendant la réparation réassurant la continuité du porteur.

*A5 – 5.3.4.2.2.4.9 Avalanches, chute de pierres et coulée de boue*

Les valeurs de calcul des actions dues aux avalanches poudreuses ou denses (en tant qu'action accidentelle basée sur une période de retour moyenne de 100 à 300 ans), ainsi qu'aux chutes de pierres/coulées de boue, doivent être définies dans le cadre d'une expertise.

*A5 – 5.3.4.2.2.4.10 Actions sismiques*

Les valeurs de calcul des actions sismiques ainsi que les mesures à adopter doivent être reprises de l'EN 1998-1, l'EN 1998-5 et l'EN 1998-6. En règle générale, la masse et la rigidité des câbles et haubans peuvent être négligées.

**Note Fr**

La catégorie d'importance III est retenue pour les gares.

Pour les ouvrages de ligne, elle peut être prise égale à II.

S'agissant des calculs, il est rappelé que le géotechnicien doit préciser le coefficient topographique à prendre en compte ainsi que la classe de sol.

Il sera fait application de l'Eurocode « Pont » (EN 1998-2). Tous les ouvrages seront classés en classe de ductilité DCL et le coefficient de comportement Q sera pris égal à 1,5 (sauf cas particulier).

*A5 – 5.3.4.2.2.4.11 Choc de véhicules*

En cas de danger spécifique, les valeurs de calcul correspondant au choc de véhicules de tous types contre les supports de ligne ou structures similaires doivent être prises en compte de façon analogue à l'EN 1991-1-7.

*A5 – 5.3.4.2.2.4.12 Sur- ou sous-pression dans les installations hydrauliques*

Si elles sont déterminantes pour les structures, les valeurs de calcul des actions dues à la surpression dans les installations hydrauliques doivent être définies conformément à l'EN 1908. Dans des cas particuliers, une chute de pression ou une perte totale de pression dans une installation hydraulique peut mener à une situation de projet qui doit être prise en compte.

*A5 – 5.3.4.2.2.5 autres actions et effets*

Les actions et effets suivants doivent, le cas échéant, être pris en compte. En l'absence d'indications particulières, ils peuvent être considérés aussi bien comme des actions variables que comme des actions accidentelles :

- a) actions thermiques selon l'EN 1991-1-5 ;
- b) effets dépendant du matériau, tels que retrait, fluage, relaxation, taux d'humidité et sa variation, durée des charges, etc. ;
- c) effets des déplacements des supports ;

- d) actions s'exerçant en cours d'exécution selon l'EN 1991-1-6 ;
- e) actions s'exerçant lors de la maintenance.

Les actions des avalanches poudreuses et denses, fréquentes ou provoquées artificiellement, doivent être considérées comme des actions variables. Leur période de retour appropriée ainsi que leurs valeurs caractéristiques et, le cas échéant, les actions concomitantes de la neige selon A5 – 5.3.4.2.2.3.8, doivent être spécifiées dans le cadre d'une expertise ou d'autres documents de référence.

### **A5 - 5.3.4.3 – États limites**

#### **A5 – 5.3.4.3.1 Généralités**

Dans le cadre de la conception d'une structure, le maître d'ouvrage et les concepteurs doivent élaborer un cahier des charges, dans lequel les spécifications techniques et les prescriptions relatives à l'aptitude au service doivent être définies (voir A5 – 5.3.4.4.4.1.1).

Les situations de projet attendues pour une structure doivent prendre en compte les conditions climatiques particulières que l'on peut rencontrer en montagne. Cela signifie par exemple qu'il faut étudier soigneusement la probabilité d'occurrence d'effets climatiques simultanés, tels que les actions du vent, de la neige et du givre.

La vérification des états-limites ultimes et des états-limites de service ainsi que la vérification à la fatigue doivent être effectuées conformément aux EN 1990 à EN 1999 (toutes les parties).

Les interfaces et actions doivent être clairement définies de façon à rationaliser les échanges d'informations entre les différentes parties impliquées dans le processus de conception. Sauf accord contraire, la vérification des états-limites ultimes et des états-limites de service doit être effectuée sur la base des valeurs caractéristiques des actions. .

#### **A5 – 5.3.4.3.2 Calcul aux états-limites**

Le calcul aux états-limites doit être réalisé selon les étapes suivantes :

- établissement de modèles structuraux et de charge pour les états-limites ultimes et de service déterminants, qui doivent être pris en compte dans les diverses situations de projet et cas de charge ;
- vérifications que les états-limites ne sont pas dépassés lorsque les valeurs de calcul pour les actions, les propriétés des matériaux et les données géométriques sont utilisées dans les modèles.

NOTE Les valeurs de calcul sont généralement obtenues à l'aide des valeurs caractéristiques ou de valeurs représentatives (telles que définies au A5 - 5.3.4.2 et dans l'EN 1991 (toutes les parties)), combinées à des coefficients partiels de sécurité ou à d'autres coefficients (tels que définis à l'Article 9, dans l'EN 1990 et dans les EN 1992 (toutes les parties) à EN 1999 (toutes les parties)).

## **A5 - 5.3.4.4 – Vérifications**

### **A5 – 5.3.4.4.1 Généralités**

Deux types de vérifications doivent être effectués :

- vérification de l'état-limite ultime ;
- vérification de l'état-limite de service.

Il est possible de se dispenser de la vérification de l'un des deux états-limites, si l'on dispose de suffisamment d'informations prouvant que les exigences vis-à-vis d'un état-limite sont couvertes par celles relatives à l'autre.

Les vérifications doivent être effectuées en considérant deux états différents de l'installation de transport à câbles :

- l'état « en exploitation » ;
- l'état « hors exploitation ».

Dans le cas de structures ou d'éléments structuraux soumis à des actions se répétant fréquemment, la vérification à la fatigue doit être réalisée dans le cadre de la vérification de l'état-limite ultime.

### **A5 – 5.3.4.4.2 Valeurs de calcul des actions**

La valeur de calcul  $F_d$  d'une action est généralement déterminée comme suit :

$$F_d = \gamma_F \cdot F_{rep} \quad (4)$$

où

$\gamma_F$  est le coefficient partiel de sécurité de l'action considérée, qui tient compte :

- de la possibilité d'écarts défavorables au niveau de l'action ;
- de la possibilité d'une modélisation imprécise de l'action ;
- de l'incertitude relative à l'évaluation des effets et conséquences de l'action ;

$F_{rep}$  est la valeur représentative de l'action.

Selon le type de vérification et les cas de charge considérés, les valeurs de calcul d'actions particulières s'expriment comme suit :

$$G_d = \gamma_G \cdot G_k \text{ ou } G_k \quad (5)$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k ; \gamma_Q \psi_0 Q_k ; \psi_1 Q_k ; \psi_2 Q_k \text{ ou } Q_k \quad (6)$$

$$A_d = \gamma_A \cdot A_k \text{ ou } A_k \quad (7)$$

$$P_d = \gamma_p \cdot P_k \text{ ou } P_k \quad (8)$$

$$A_{Ed} = A_{Ed} \quad (9)$$

où

$G_d$  est la valeur de calcul d'une action permanente ;

$Q_d$  est la valeur de calcul d'une action variable ;

$Q_k$  est la valeur caractéristique d'une action variable ;

$A_d$  est la valeur de calcul d'une action accidentelle ;

$G_k$  est la valeur caractéristique d'une action accidentelle ;

$P_d$  est la valeur de calcul d'une action de précontrainte ;

$A_{Ed}$  est la valeur de calcul d'une action sismique ;

$\gamma_A$  est le coefficient partiel de sécurité d'une action accidentelle ; des valeurs numériques sont données dans le Tableau 3.

Tous les autres symboles sont définis en A5 – 5.3.4.4.3.3.

Lorsqu'il est possible de distinguer les effets favorables des effets défavorables d'une action permanente, deux coefficients partiels de sécurité différents doivent être utilisés.

Étant donné que l'effet favorable d'une action non dominante d'un câble ne peut être nul, il faut prendre en compte un coefficient partiel de sécurité approprié dans le calcul (voir Tableau 1).

Un seul coefficient partiel de sécurité peut être pris en compte dans le calcul pour les actions dues à un même câble et au même cas de charge.

### **A5 – 5.3.4.4.3. Vérification de l'état-limite ultime**

#### ***A5 – 5.3.4.4.3.1 Généralités***

Les actions déterminantes sur les téléphériques ne peuvent pas être déterminées sur la base de statistiques suffisantes. Des règles de combinaison d'actions particulières, des coefficients partiels de sécurité propres et d'autres coefficients sont donc, le cas échéant, définis dans le domaine d'application de la présente norme. Les principes établis dans l'EN 1990 doivent en outre être respectés, notamment en ce qui concerne les états-limites ultimes : EQU, STR, GEO, FAT.

A5 – 5.3.4.4.3.2 Vérification de l'équilibre statique et des résistances ultimes (sol et structures)

Lorsque l'on considère un état-limite d'équilibre statique (renversement) ou un état-limite ultime de déplacement global (glissement, rupture du sol) de la structure en tant que corps rigide, il faut vérifier que :

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d} \quad (10)$$

où

$E_{dst,d}$  est la valeur de calcul de l'effet des actions déstabilisatrices ;

$E_{stb,d}$  est la valeur de calcul de l'effet des actions stabilisatrices.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de remplacer la Formule (10) par une formule d'interaction.

En outre, les valeurs de calcul doivent être adoptées en s'appuyant sur le Tableau A1.2(A) de l'EN 1990:2002.

Lorsque l'on considère un état-limite de rupture ou de déformation excessive d'une section, d'un élément ou d'un assemblage, il faut vérifier que :

$$E_d \leq R_d \quad (11)$$

où

$E_d$  est la valeur de calcul de l'effet d'actions, par exemple de forces et de moments dans une section ou d'un vecteur se rapportant à plusieurs forces et/ou moments dans une section, déterminée sur la base de l'une des Formules de combinaison (12) à (14) ;

$R_d$  est la résistance de calcul correspondante, donnant à toutes les propriétés structurales leurs valeurs de calcul respectives.

$R_d$  doit être reprise des EN 1992 (toutes les parties) à EN 1999 (toutes les parties). Dans certains cas, il peut être nécessaire de remplacer la Formule (11) par une formule d'interaction.

En outre, les valeurs de calcul doivent être adoptées conformément aux Tableaux A1.2(B) et A1.2(C) de l'EN 1990:2002.

Les règles d'application concernant les fondations sont données en A5 – 5.3.4.5.1.

La vérification à la fatigue de la structure ou des éléments structuraux s'effectue conformément à A5 – 5.3.4.4.5.

A5 – 5.3.4.4.3.3 Règles de combinaison d'actions

Pour chaque cas de charge critique, il convient de déterminer la valeur de calcul des effets des actions  $E_d$ , en combinant, de la façon suivante, les valeurs des actions qui s'exercent simultanément :

a) situations de projet durables et transitoires :

valeurs de calcul des actions permanentes et de la précontrainte, valeur de calcul de l'action variable dominante et valeurs de combinaison des autres actions variables ;

NOTE Les situations de projet transitoires peuvent difficilement être normalisées pour les téléphériques ; elles doivent donc être traitées individuellement, en fonction de la situation de projet effective. Les actions des

câbles sont généralement prises en compte avec leurs valeurs caractéristiques, tout en spécifiant d'autres actions déterminantes, par exemple les actions du vent, en fonction des conditions locales.

b) situations de projet accidentelles :

valeurs de calcul des actions permanentes, valeur de calcul d'une action accidentelle, la valeur fréquente de l'action variable dominante et les valeurs quasi-permanentes des autres actions variables ;

c) situations de projet sismiques :

valeurs caractéristiques des actions permanentes, valeur de calcul des actions sismiques et valeurs quasi-permanentes des autres actions variables.

Lorsque l'action dominante n'est pas évidente dans un cas de charge, il faut étudier toutes les actions variables en considérant que chacune est, à son tour, l'action dominante.

Les combinaisons d'actions pour la vérification des états-limites ultimes sont représentées par les formules suivantes :

a) situations de projet durables (vérification à la fatigue exclue) :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj}; \gamma_p P_k; \gamma_{Q1} Q_{k1}; \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki} \quad (12)$$

b) combinaisons pour les situations de projet accidentelles :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} G_{kj}; \gamma_{PA} P_k; A_d; \psi_{11} \text{ ou } \psi_{21} Q_{k1}; \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (13)$$

c) combinaisons pour les situations de projet sismiques :

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj}; P_k; \gamma_I A_{Ed}; \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (14)$$

Pour la catégorie d'importance  $(\gamma_I)$ , voir A5 – 5.3.4.2.2.4.10;

d) des valeurs numériques pour  $\gamma$  et  $\psi$  sont données dans les Tableaux 1 et 2 ;

e) les symboles suivants s'appliquent :

; signifie « doit être combiné à » ;

$\Sigma$  signifie « l'effet combiné de » ;

$G_{kj}$  est la valeur caractéristique d'une action permanente ;

$P_k$  est la valeur caractéristique d'une action de précontrainte ;

$Q_{k1}$  est la valeur caractéristique de l'action variable dominante ;

$Q_{ki}$  est la valeur caractéristique de l'action variable  $i$  ;

$\gamma_{Gj}$  est le coefficient partiel de sécurité pour l'action permanente  $j$  ;

$\gamma_{GAj}$  est comme  $\gamma_{Gj}$ , mais pour les situations de projet accidentelles ;

$\gamma_P$  est le coefficient partiel de sécurité d'une action de précontrainte ;

$\gamma_{PA}$  est comme  $\gamma_P$ , mais pour une situation de projet accidentelle ;

$\gamma_{Q1}$  est le coefficient partiel de sécurité pour l'action variable dominante ;

$\gamma_{Qi}$  est le coefficient partiel de sécurité pour les autres actions variables  $i$  ;

$\gamma_I$  est le coefficient d'importance (voir l'EN 1998 (toutes les parties)) ;

$\psi$  sont les coefficients de combinaison.

Les Formules de (12) à (14) peuvent être appliquées aussi bien à des actions qu'à leurs effets.

Il est recommandé de prendre en compte les déformations imposées, lorsqu'il y a lieu.

Dans certains cas, les formules (12) à (14) doivent être modifiées ; des règles détaillées sont données dans les séries EN 1992 à EN 1999.

#### A5 – 5.3.4.4.3.4 Coefficients partiels de sécurité

Dans les cas de charge concernés, les actions permanentes qui accroissent l'effet des actions variables (c'est-à-dire celles qui ont des effets défavorables) doivent être représentées par leurs valeurs de calcul supérieures et celles qui réduisent l'effet des actions variables (c'est-à-dire celles qui ont des effets favorables) par leurs valeurs de calcul inférieures.

Dans les cas où les résultats d'une vérification sont susceptibles d'être très sensibles aux variations de grandeur d'une action permanente en divers points de la structure, les parties défavorables et favorables de cette action doivent être considérées comme des actions distinctes. Ceci est tout particulièrement vrai pour la vérification de l'équilibre statique.

#### **A5 – 5.3.4.4.4. Vérification de l'état-limite de service**

##### A5 – 5.3.4.4.4.1. Généralités

Il y a aptitude au service de structures soumises aux actions selon A5 - 5.3.4.2.2 si la structure se comporte dans les limites fixées par le présent guide ou par le cahier des charges.

Les prescriptions d'aptitude au service portent sur :

- a) les contraintes ;
- b) les déformations ;
- c) les vibrations ;
- d) la fissuration.

A5 – 5.3.4.4.2. Vérification des états-limites de service

Il faut vérifier que :

$$E_d \leq C_d \quad (15)$$

où

$E_d$  est la valeur de calcul de l'effet d'une action (tel que déplacement ou accélération), déterminé sur la base de l'une des Formules de combinaison (16) à (18) ;

$C_d$  est la valeur nominale ou une fonction de certaines valeurs de calcul des propriétés des matériaux liées aux valeurs de calcul des effets des actions considérées.

Les règles d'application concernant les fondations (fondations superficielles) sont données en A5 – 5.3.4.5.2.

A5 – 5.3.4.4.3. Règles de combinaison d'actions

La combinaison d'actions à prendre en compte pour la vérification des états-limites de service dépend de la nature des effets des actions qui font l'objet de la vérification, par exemple selon qu'ils sont irréversibles, réversibles ou durables.

En règle générale, les actions accidentelles peuvent être négligées pour la vérification des états-limites de service.

Les combinaisons d'actions pour la vérification des états-limites de service sont définies par les expressions suivantes :

a) combinaison caractéristique (rare) :

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj}; P_k; Q_{k1}; \sum_{i > 1} \psi_{0i} Q_{ki} \quad (16)$$

b) combinaison fréquente :

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj}; P_k; \psi_{11} Q_{k1}; \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (17)$$

c) combinaison quasi-permanente :

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj}; P_k; \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (18)$$

Les symboles sont définis en A5 – 5.3.4.4.3.3.

Les charges résultant de déformations imposées doivent, s'il y a lieu, être prises en considération.

Dans certains cas, les Formules (16) à (18) doivent être modifiées ; des règles détaillées sont données dans les séries EN 1992 à EN 1999.

Seuls les critères de service suivants sont traités en détail ci-après :

- a) déformations verticales et horizontales ;
- b) rotation du haut des pylônes ;
- c) vibrations.

D'autres critères d'aptitude au service sont spécifiés dans les EN 1992 (toutes les parties) à EN 1999 (toutes les parties).

#### A5 – 5.3.4.4.4. Déformations

Les déformations verticales spécifiques des structures ou des éléments structuraux sont exprimées par leur rapport à la portée horizontale L. Il faut tenir compte des actions variables ainsi que de toutes les déformations dépendantes du temps qui sont dues à des actions permanentes. Les formules à appliquer selon A5 – 5.3.4.4.4.3 sont données ci-après entre parenthèses et les rapports suivants doivent être respectés.

Les déformations longitudinales et transversales du haut des supports de ligne par rapport à l'axe de la ligne sont exprimées par leur rapport à la hauteur H du pylône. Il faut tenir compte des actions variables ainsi que de toutes les déformations dépendantes du temps dues à des actions permanentes ; en général, les actions de la neige ainsi que les charges de givre peuvent être négligées.

Les parties du poids propre ayant un effet favorable peuvent être prises en compte et les parties du poids propre ayant un effet défavorable peuvent être négligés. Les forces des câbles peuvent être considérées comme permanentes ou variables et la partie permanente peut être négligée.

La Formule (16) doit être appliquée et les valeurs indicatives suivantes sont recommandées :

- a) « en exploitation » :
- |  |                  |
|--|------------------|
| 1) supports de ligne supports            | $u \leq H/300$ ; |
| 2) supports de ligne support/compression | $u \leq H/400$ ; |
| 3) supports de ligne compression         | $u \leq H/500$ ; |
- b) « hors exploitation » en général :  $u \leq H/100$  ;

Dans une situation de projet sismique, il faut tenir compte de l'EN 1998-6.

Pour les bâtiments, on se reportera aux textes EN 1992 (toutes les parties) à EN 1996 (toutes les parties), ainsi que l'EN 1999 (toutes les parties).

#### A5 – 5.3.4.4.5 Rotations

Les rotations des supports de ligne au niveau des appuis de câble sont à vérifier comme angle de rotation par rapport à l'axe du pylône. Il faut tenir compte des actions variables ainsi que de toutes les actions permanentes dépendantes du temps. La Formule (16) doit être appliquée. Il est recommandé de limiter l'angle de rotation « en exploitation » à 0,003 rad.

En règle générale, il n'est pas nécessaire de faire la vérification pour les cas hors exploitation.

#### A5 – 5.3.4.4.6 Vibrations des plateformes de travail

Une attention particulière doit être portée aux vibrations des plateformes de travail.

L'aptitude au service doit être examinée dans le cadre de l'essai fonctionnel.

**Tableau 1 – Coefficients partiels de sécurité  $\gamma_Q$  et coefficients de combinaison  $\psi$  pour les actions variables**

Références	Actions	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
7.2.3.2	<b>Câbles et véhicules<sup>b</sup></b>				
	défavorable $\gamma_{Q,sup}$	1,5	1,0	1,0	1,0
	favorable $\gamma_{Q,inf}$	0,9	1,0	1,0	1,0
7.2.3.3	<b>Actions dynamiques</b>	1,5	1,0	0	0
7.2.3.4	<b>Effets du frottement</b>				
	câble sur un sabot	2,5	1,0	1,0	1,0
	câble sur les galets	1,5	1,0	1,0	1,0
7.2.3.5	<b>Charges d'exploitation</b>	1,5	0,7	0,5	0,3
7.2.3.6	<b>Forces appliquées aux guidages</b>	1,5	0,6	0,4	0
7.2.3.7	<b>Actions du vent</b>				
	« en exploitation »	1,5	0,8	0,6	0
	« hors exploitation » <sup>a</sup>	1,5	0,6	0,5	0
7.2.3.8	<b>Actions de la neige</b>	1,5	0,6	0	0
7.2.5.2	<b>Avalanches</b>	1,5	0,6	0	0
7.2.3.9	<b>Charges de givre</b>				
	Température	1,5	0,4	0	0
		1,5	0,6	0,6	0,5
7.2.3.10	<b>Entraînement et freinage</b>	1,5	1,0	1,0	0
7.2.3.11	<b>Mise en tension, suspension, décâblage</b>	1,5	0	0	0
7.2.3.12	<b>Actions contre les butoirs</b>	1,5	0,8	0	0

a Lors de la combinaison des actions du vent hors exploitation et des charges de givre, les valeurs caractéristiques des actions du vent « *hors exploitation* » peuvent être multipliées, à défaut d'une étude plus détaillée, par le coefficient  $k = 0,65$ . Des informations complètes sur le coefficient  $k$  sont données dans l'ISO 12494.  
b la part permanente de la tension peut être affectée d'un coefficient 1,35. Seule la part variable de la tension sera alors affectée du coefficient de 1,5

**Note Fr**

Le cumul des effets du vent et du givre est réalisé en considérant que le vent s'applique sur la surface de givre réduite par  $\psi_0$

**Tableau 2 – Coefficients partiels de sécurité  $\gamma_G$  pour les actions permanentes**

Références	Actions	Symboles	Situation de projet	
			permanente	accidentelle
7.2.2.2	<b>Vérification de l'équilibre statique</b>			
	Poids propre défavorable	$\gamma_{Q,sup}$	1,1	1,0
		$\gamma_{Q,inf}$	0,9	1,0
	Précontrainte	$\gamma_{Q,sup}$	1,3	1
$\gamma_{Q,inf}$		1	1	
7.2.2.2 7.2.2.3	<b>Vérification de la résistance</b>			
	Poids propre et actions du terrain	$\gamma_{Q,sup}$	1,35	1,0
		$\gamma_{Q,inf}$	1,0	1,0

**Tableau 3 – Coefficients partiels de sécurité  $\gamma_A$  pour les actions accidentelles**

Références	Actions	$\gamma_A$
7.2.4.2	Actions (accidentelles) contre les butoirs	1,0
7.2.4.3	Actions du vent « hors exploitation » sur véhicules vides	1,0
7.2.4.4	Forces du frein de chariot	1,5
7.2.4.5	Forces dues au déraillement de câble	1,0
7.2.4.6	Attaches bloquées	1,0
7.2.4.7	Chute d'un câble d'un seul côté	1,0
7.2.4.8	Rupture d'un câble de signalisation	1,0
7.2.4.9	Avalanches et chute de pierres	1,0
7.2.4.10	Actions sismiques	1,0
7.2.4.11	Choc de véhicules	1,0
7.2.4.12	Incendie	1,0
7.2.4.13	Sur- ou sous-pression dans les installations hydrauliques	1,0

### **A5 – 5.3.4.4.5. Vérification à la fatigue**

#### A5 – 5.3.4.4.5.1 Généralités

La vérification à la fatigue doit prouver que les effets de la fatigue sous les charges d'exploitation n'affectent pas la sécurité de la structure pendant la durée d'utilisation de projet.

L'exploitation des téléphériques provoque une fatigue à grand nombre de cycles dans les structures ou les éléments structuraux. La fatigue à grand nombre de cycles étant principalement fonction du comportement élastique, le modèle d'analyse correspondant doit également être élastique.

D'autres dispositions relatives à la vérification à la fatigue figurent en A5 – 5.3.4.4.5.7. Des indications générales sur la fatigue sont présentées dans l'EN 1990.

On peut prendre en compte comme suit les valeurs des charges de fatigue, le nombre de cycles de variation de contrainte et les coefficients dynamiques, dans la mesure où des études plus détaillées ne donnent pas d'autres valeurs.

#### A5 – 5.3.4.4.5.2 Charges de fatigue

Les charges de fatigue sont dues aux passages des véhicules sur les supports de ligne des téléphériques.

En règle générale, les charges de fatigue sont représentées par leurs valeurs caractéristiques. Il faut tenir compte des effets dynamiques.

#### A5 – 5.3.4.4.5.3 Charges de fatigue pour les téléphériques à mouvement continu

L'évaluation des charges de fatigue peut se faire selon les deux méthodes suivantes :

**Méthode I :** Cette méthode est basée sur un calcul de ligne, dans lequel les véhicules sont introduits en charges concentrées. Elle doit prendre en compte les cas de charge les plus défavorables en fonction du type de support de ligne (support, compression). Pour la vérification à la fatigue, la charge de fatigue utilisée ne doit pas être inférieure à la valeur minimale suivante  $Q_{v,min}$  :

$$Q_{v,min} = 0,30 Q_k \quad (19)$$

**Méthode II :** Cette méthode est une approche simplifiée, basée sur un véhicule occupé ou vide ; les actions à prendre en compte sont définies comme suit :

a) charge  $Q_v$  agissant dans le même sens que l'action du câble dans le cas de charge considéré

$$Q_v = \beta Q_k \quad (20)$$

b) force longitudinale  $Q_l$  agissant perpendiculairement à  $Q_v$

$$Q_l = \sin \alpha Q_k \quad (21)$$

où

$Q_k$  est la valeur caractéristique de la charge d'un véhicule dans le cas de charge considéré ;

$\alpha$  est la déflexion du câble sur le pylône considéré ;

$\beta$  est le facteur de réduction.

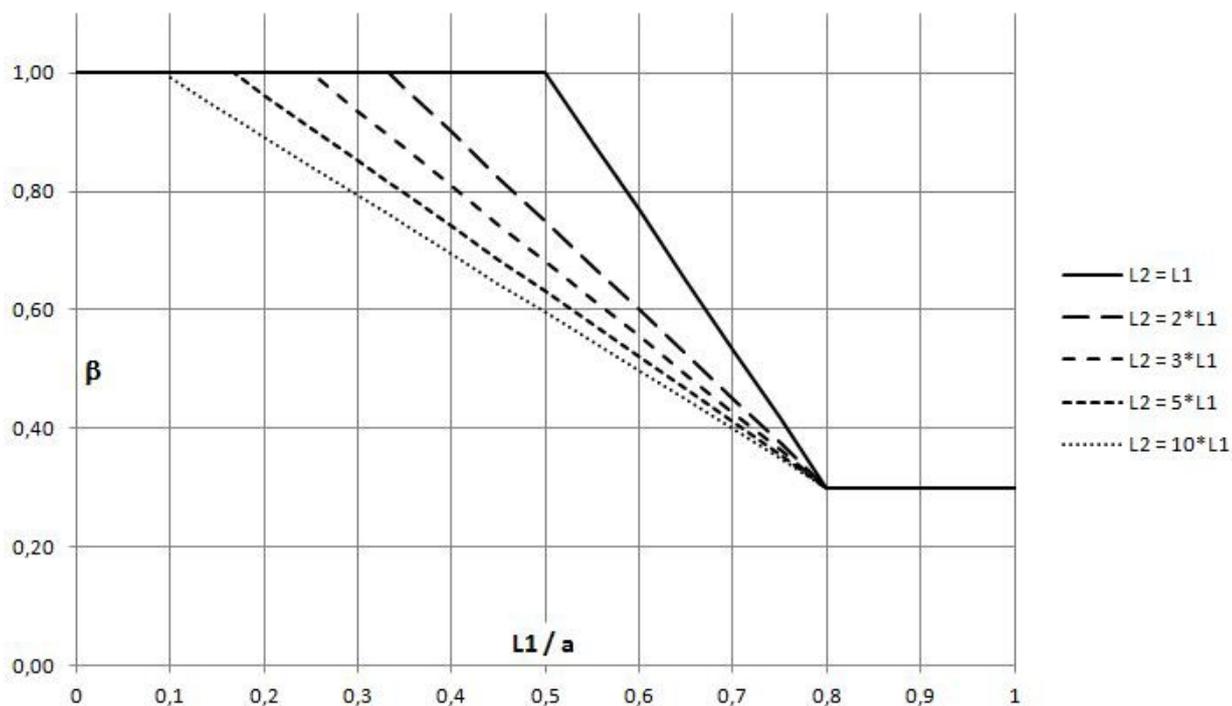
Le facteur de réduction  $\beta$  prend en considération la différence entre le passage d'un véhicule seul sur un pylône avec des portées adjacentes de câbles vides et le passage d'un véhicule sur un pylône avec d'autres véhicules distants de « a ».

NOTE Le facteur  $\beta$  conduit en effet à l'action d'un véhicule qui passe sur un pylône tout en tenant compte de l'influence des autres véhicules dans les portées de câble adjacentes.

Le facteur de réduction  $\beta$  pour les téléphériques à mouvement continu dépend :

- du rapport entre les cordes des deux portées adjacentes  $L_1$  et  $L_2$  ;
- du rapport entre la corde de la portée la plus petite  $L_1$  et l'espacement a des véhicules.

Les valeurs de  $\beta$  doivent être déterminées selon la Figure 1. Pour un seul véhicule dans les deux portées adjacentes  $\beta=1$  .



Figure

### 1: Facteur de réduction $\beta$

Pour les deux méthodes I et II, les charges de fatigue doivent être calculées séparément pour les deux côtés d'un support de ligne, indépendamment de la position relative du véhicule du côté montée et du côté descente (considération des phases décalées).

En l'absence d'étude plus précise basée sur des essais pour les deux méthodes I et II, les coefficients dynamiques  $\Phi$  suivants doivent être pris en considération :

$\Phi=1,2$  pour les supports de ligne supports ;

$\Phi=2$  pour les supports de ligne compression ou support/compression.

#### Note Fr

Ils sont applicables dès lors qu'il y a effet dynamique, i.e. également sur les balanciers d'entrée / sortie de gare.

A5 – 5.3.4.4.5.4 Charges de fatigue pour les téléphériques monocâbles, à mouvement pulsé et à va-et-vient et doubles-monocâbles

La détermination des charges de fatigue est basée sur un calcul de ligne dans lequel les véhicules des groupes de véhicules sont considérés comme des charges concentrées. Elle doit prendre en compte les cas de charge les plus défavorables en fonction du type de support de ligne (support, compression).

En l'absence d'étude plus précise, les coefficients dynamiques  $\Phi$  suivants doivent être appliqués pour les véhicules du groupe dans la zone d'influence d'une longueur de balancier ou d'un sabot :

$\Phi = 1,2$  pour les supports de ligne supports ;

$\Phi = 2$  pour les supports de ligne compression ou support/compression.

Le nombre de cycles de variation de contrainte doit être déterminé selon A5 – 5.3.4.4.5.7 b).

A5 – 5.3.4.4.5.5 Charges de fatigue pour les téléphériques bicâbles

La détermination des charges de fatigue est basée sur un calcul de ligne, dans lequel les véhicules sont considérés comme des charges concentrées. Elle doit prendre en compte les cas de charge les plus défavorables en fonction du type de chaque support de ligne (support, compression).

Les effets dus au frottement doivent être pris en compte et le coefficient dynamique  $\Phi$   $\Phi$  suivant doit être appliqué :

$\Phi = 1,2$  .

Le nombre de cycles de variation de contrainte doit être déterminé selon A5 – 5.3.4.4.5.7. b).

A5 – 5.3.4.4.5.6 Résistance à la fatigue

La résistance à la fatigue d'un détail de construction est définie par une courbe de résistance à la fatigue (courbe de Wöhler) avec une relation entre  $\Delta\sigma$  et  $N$ , qui représente de manière approximative le fractile de survie de 95 %.  $\Delta\sigma$  est l'étendue de contrainte et  $N$  est le nombre de cycles d'étendue de contrainte.

A5 – 5.3.4.4.5.7 Vérification

La vérification à la fatigue doit être réalisée en vérifiant, sur les zones d'une structure soumises aux charges de fatigue, que pour un nombre représentatif de cycles de contrainte déterminé selon A5 – 5.3.4.4.5.7 b), l'étendue de variation de contrainte d'équivalence d'endommagement reste inférieure à l'étendue de variation de contrainte ultime, définie en A5 – 5.3.4.4.5.6.

La vérification à la fatigue est très généralement exprimée par :

$$\gamma_{F,f} \lambda \Delta\sigma \leq \Delta\sigma_R / \gamma_{M,f} \quad (22)$$

où

$\gamma_{F,f}$  est le coefficient partiel de sécurité pour la charge de fatigue, généralement admis comme égal à 1,0 ;

$\lambda$  est un facteur d'équivalence d'endommagement selon A5 – 5.3.4.4.5.7 ;

$\Delta\sigma$  est l'étendue de contrainte nominale  $|\sigma_{max} - \sigma_{min}|$  due à la charge de fatigue dans l'élément considéré ;

$\Delta \sigma_R$  est l'étendue de contrainte (pour le détail de construction considéré) ;  $\Delta \sigma_D$  correspond à  $\Delta \sigma_R$  dans le mode opératoire de vérification 1 ;

$\gamma_{M,f}$  est le coefficient partiel de sécurité pour la résistance à la fatigue.

Le facteur d'équivalence d'endommagement  $\lambda$  tient compte de la différence entre l'effet des dommages cumulés dû à l'exploitation effective de l'installation de transport à câbles et celui de la charge de fatigue correspondante, en la ramenant à une amplitude constante et en prenant en compte la plus grande étendue effective de variation de contrainte. Le facteur d'équivalence d'endommagement  $\lambda$  dépend du type de remontée.

En l'absence d'étude détaillée,  $\lambda$  peut être pris égal à 0,8.

Pour un nombre donné de cycles de variation de contrainte, la valeur de référence de l'étendue de contrainte  $\Delta \sigma_R$  et le coefficient partiel de sécurité pour la résistance à la fatigue  $\gamma_{M,f}$  doivent être repris de l'EN 1992-1-1, l'EN 1993-1-9, l'EN 1994-1-1 et l'EN 1999-2.

Le choix du  $\gamma_{M,f}$  pourra se faire entre les méthodes de tolérance de l'endommagement ou de durée de vie sûre en intégrant les conséquences qui en découlent sur les inspections des structures. Sauf justifications particulières, les conséquences de la ruine seront considérées comme importantes.

La vérification à la fatigue peut se faire par l'un des deux modes opératoires suivants :

**a) Mode opératoire de vérification 1 :**

Selon l'EN 1993-1-9, la vérification à la fatigue peut être réalisée selon l'étendue de variation de contrainte. À ce propos, le nombre de cycles est donné par la valeur limite de fatigue sous amplitude constante, le paragraphe A.4 (2) de l'EN 1993-1-9:2005 devant être pris en compte. Pour ce mode opératoire de vérification, le facteur d'équivalence d'endommagement  $\lambda = 1,0$  doit être utilisé.

**b) Mode opératoire de vérification 2 :**

Cette technique de vérification se base sur un histogramme du nombre de cycles correspondant de variation de contrainte, sur la base de la durée d'utilisation de projet ainsi que des heures d'exploitation annuelles, le paragraphe A.4 (2) de l'EN 1993-1-9:2005 devant être pris en compte.

A titre d'exemple, on peut définir le rapport TF comme le taux de fréquentation, c'est-à-dire le rapport entre la fréquentation réelle et la fréquentation correspondant au débit théorique (à partir des comptages antérieurs). Ce taux de fréquentation, pour un appareil à construire, est donc un taux prévisionnel, qui doit être périodiquement ré-estimé.

Si TF = 0,3, et à défaut d'autres justifications, il est possible de prendre en compte l'historique de taux d'occupation suivant :

- 15 % du temps à pleine charge en montée,
- 30 % du temps à mi-charge en montée,
- 55 % du temps à vide en montée,
- véhicules vides en descente

La durée d'utilisation de projet d'une installation doit être spécifiée dans le cahier des charges. Des valeurs de référence, exprimées en années, sont indiquées en A5 - 5.3.4.1.

1) En l'absence de valeurs spécifiées, les nombres de cycles seront déduits des nombres d'heures annuelles d'exploitation en prenant les valeurs indicatives suivantes :

- i) conditions urbaines 6 000 h ;

ii) conditions touristiques

— exploitation permanente 2 000 h ;

— exploitation saisonnière 1 500 h.

2) Le nombre des cycles de variation de contrainte à prendre en compte dépend en outre des critères suivants :

i) Pour les téléphériques monocâbles et bicâbles, il faut tenir compte du fait que le passage d'un seul véhicule sur un pylône support engendre un seul cycle.

ii) Pour les téléphériques monocâbles avec monopince, il faut faire le calcul avec 4 cycles de contrainte par passage d'un seul véhicule sur pylône compression ainsi que sur pylône support/compression (un seul cycle de contrainte dans le cas de pinces doubles). Lorsque l'on dispose de résultats de recherche plus précis, il est admis de réduire le nombre de cycles de contraintes, par exemple en fonction du poids des véhicules.

3) La vérification à la fatigue peut également se faire par un calcul de la détérioration cumulée (l'ensemble des événements en charge est connu), en comparant une détérioration probable avec une détérioration admissible, le facteur d'équivalence d'endommagement devant être  $\lambda = 1,0$  , car les différents cas de chargement sont déjà pris en compte dans l'ensemble des événements en charge.

#### **A5 – 5.3.4.4.6. Vérification en cas d'incendie**

Si le dimensionnement à l'incendie des structures porteuses est requis, il faut vérifier que la résistance soit suffisante pour la tenue au feu exigée. Il faut consulter les normes suivantes ou, si elles existent, les prescriptions nationales : EN 1990, EN 1991-1-2, EN 1992-1-2, EN 1993-1-2, EN 1994-1-2, EN 1995-1-2, EN 1996-1-2 et EN 1999-1-2.

De plus, il est fait usage de la norme EN 17064.

## A5 - 5.3.4.5 – Parties d'ouvrages

### A5 – 5.3.4.5.1. Fondations – Généralités

Les fondations des structures des installations de transport à câbles doivent être conçues et réalisées conformément à l'EN 1997-1 et l'EN 1992-1-1.

Il faut veiller tout particulièrement :

- aux prescriptions des études géotechniques et à leur évaluation ;
- au contrôle comparatif des données de calcul et des caractéristiques du sol sur place ;
- à la limite de pénétration du gel et aux problèmes de permagel ;
- au drainage des fondations et de leurs abords ainsi qu'à la pression d'eau ou à la poussée d'Archimède ;
- aux prescriptions et à la sensibilité aux déformations.

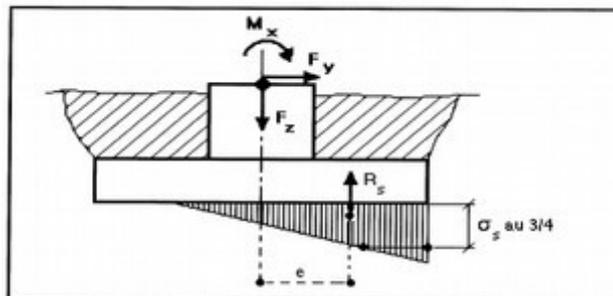
#### Note Fr

Il est recommandé de fournir, dans les rapports géotechniques, la seule valeur de  $Q_{ELS}$  en précisant l'inclinaison limite de la résultante et la profondeur d'application, ainsi que la valeur de l'angle de frottement sol/massif.

#### Note Fr

Cette valeur  $Q_{ELS}$  pourra être comparée à la contrainte au 3/4 explicitée ci-après :

$$\sigma_{3/4} = \frac{(3\sigma_{max} + \sigma_{min})}{4}$$



#### Note Fr

Les niveaux d'eau, ainsi que les densités de calcul à prendre en compte, sont à préciser par le géotechnicien, par une étude hydraulique ou fixés dans le cahier des charges par le maître d'ouvrage.

Pour toutes les vérifications, il faut négliger, sauf indication contraire (par exemple fondations au rocher), les effets de frottement entre les surfaces latérales des fondations et le terrain ainsi que la butée des terres. Par contre, les charges permanentes sur la fondation peuvent être prises en compte.

#### Note Fr

La poussée peut être prise en compte sur avis du géotechnicien.

#### Note Fr

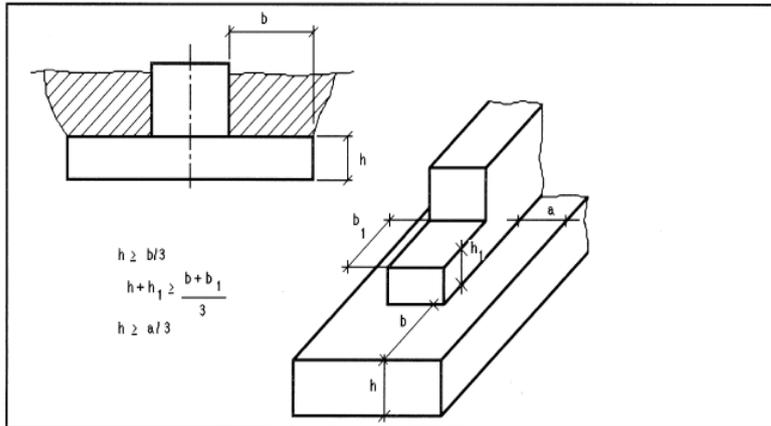
Lors de la conception, il est possible de prendre en compte les coins de terre seulement pour la justification des gares, sur demande spécifique auprès du géotechnicien qui en fixera les conditions et limites.

Mais a posteriori, après réalisation des fondations, s'ils existent, il paraît possible de les prendre en compte pour des justifications particulières inhérentes aux aléas de la réalisation.

Pour la vérification de la fondation (STR) ainsi que la portance du sol (GEO), une distribution linéaire des pressions de contact peut être prise en compte si la rigidité de la semelle de fondation est suffisante.

**Note Fr**

A défaut d'étude particulière, on pourra considérer une semelle comme rigide si elle répond aux dimensions du schéma suivant :



**Note Fr**

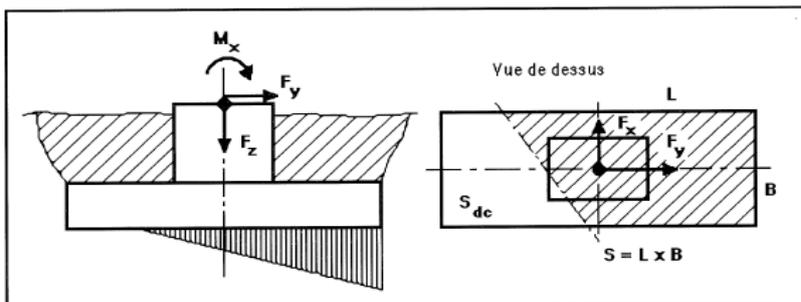
Enfin, la pondération des poids déjaugés se fera selon l'EN 1997-1.

**A5 – 5.3.4.5.2. Fondations superficielles**

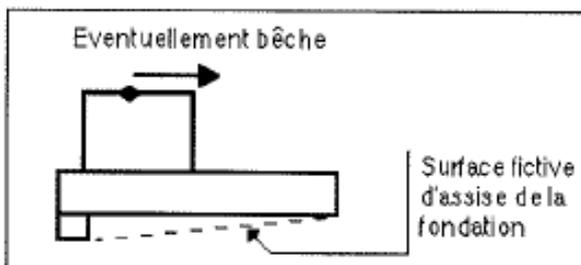
**Note Fr**

Pour utiliser ce qui suit, et en l'absence d'études particulières, on pourra retenir les principes suivants :

- surfaces de compression



- surface d'assise de la fondation en présence d'une bêche



A5 – 5.3.4.5.2.1 Vérification de l'état-limite ultime pour les fondations superficielles

A5 – 5.3.4.5.2.1.1 Vérification de l'équilibre statique (EQU)

Les deux conditions suivantes doivent être respectées :

a) Lors de la prise en compte de l'état-limite de l'équilibre statique, la vérification doit être faite conformément à la Formule (10), en ne considérant pas la résistance du sol, ni de l'ouvrage. Cette vérification doit être effectuée séparément autour des deux axes principaux pour les situations de projet « en exploitation », « hors exploitation », « accidentel » et « séisme ».

Il n'y a pas lieu de procéder à la vérification de l'excentricité des résultantes au niveau du dimensionnement.

La vérification peut se faire par approximation selon la Formule (10) en comparant les valeurs déstabilisantes et stabilisantes des charges mécaniques par rapport à une arête de basculement fictive au bord de la fondation.

b) Les résultantes des actions caractéristiques permanentes et variables  $E_k$  doivent se situer dans le noyau central pour l'état « en exploitation » et dans le double de la limite du noyau central pour l'état « hors exploitation ». Les surfaces comprimées qui en résultent figurent dans le Tableau 5.

Les fondations superficielles des bâtiments de stations dont les installations techniques de transport à câbles sont intégrées à la structure porteuse (par exemple, stations de téléphériques à va-et-vient, 3S) peuvent être calculées (par dérogation au Tableau 5) suivant les normes d'application nationale de l'EN 1997-1.

Tableau 4 - Vérification de l'équilibre statique (EQU), vue d'ensemble avec les formules à prendre en compte

EQU	a)	b)	
	Equilibre statique (ELU)	Surface min. de fondation comprimée (en%)	Correspondant pour une fondation rectangulaire à $e_{(x,y)}$
En service	$E_{dst,d} < E_{stb,d}$ (12)	100 % (ELS)  (16) sans influences environnementales	< 1/6
Hors service	$E_{dst,d} < E_{stb,d}$ (12)	50 % (ELS)  (16)	< 1/3
Accidentel	$E_{dst,d} < E_{stb,d}$ (13)	30 % (ELU)  (13)	< 4/10
Séisme	$E_{dst,d} < E_{stb,d}$ (14)	30 % (ELU)  (14)	< 4/10

$e_{(x,y)}$  est l'excentricité des résultantes dans la surface de la fondation due aux combinaisons des actions caractéristiques

**Note Fr**

Les « influences environnementales » sont le vent, le givre, la neige et la température.  
La vérification de l'équilibre statique (EQU) à l'ELU est couverte par la vérification que la semelle n'est pas entièrement décomprimée sous les cas de charge ELU autres que accidentel ou sismique.

**A5 – 5.3.4.5.2.1.2 Vérification de la fondation (STR)**

Le calcul du massif de la fondation superficielle doit être réalisé selon l'EN 1992-1-1.

**A5 – 5.3.4.5.2.1.3 Vérification au poinçonnement et de la rupture du sol (GEO)**

La vérification doit être effectuée selon l'une des méthodes suivantes :

a) il faut vérifier que  $E_d \leq R_d$ ,  $E_d$  étant défini sur la base de l'une des Formules (12) à (14) et  $R_d$  étant défini selon l'EN 1997-1 ;

b) il faut vérifier que  $E_k \leq R_k$  (correspond à  $\sigma_{eff} \leq \sigma_{adm}$ ).  $E_k$  représente la combinaison des actions déterminée sur la base des valeurs caractéristiques des actions ;  $R_k$  représente la valeur caractéristique de la résistance ultime (contraintes au sol admissibles) du sol de fondation.

La valeur caractéristique de la contrainte au sol admissible  $\sigma_{adm}$  doit être définie par un expert dans l'optique d'éventuels poinçonnements ou ruptures du sol.

**Note Fr**

Cette contrainte admissible peut être déterminée à partir de la norme NF P 94-261

**A5 – 5.3.4.5.2.1.4 Vérification du glissement (GEO)**

L'inéquation suivante doit être respectée :

$$H_d < R_d + R_{p,d} \quad (23)$$

où

$H_d$  est la résultante de toutes les actions tangentielles de calcul dans la surface de la fondation ou d'une autre surface de vérification ;

$R_d$  est la résistance au glissement selon l'EN 1997-1 ; et

$R_{p,d}$  est la résistance de la butée passive des terres.

Il est recommandé de négliger la résistance de la butée passive des terres, sauf dispositions constructives particulières.

**A5 – 5.3.4.5.2.2 Vérification de l'état-limite de service pour les fondations superficielles**

La vérification de l'état-limite de service doit se faire conformément à l'EN 1997-1.

La vérification de l'état-limite de service porte sur les points suivants :

- les tassements ;
- la grandeur de la surface comprimée de la fondation ;
- la vérification de la résistance du sol admissible selon A5 – 5.3.4.5.2.1.4.

Les vérifications de l'état-limite de service doivent se faire avec les états de charges déterminants selon les Formules (16) à (18) et selon la Formule (15).

**Note Fr**

L'étude géotechnique doit évaluer le risque de tassement différentiel et demander des dispositions constructives permettant à la structure de s'adapter dans le temps.

Pour la vérification de la surface comprimée des fondations, 100 % de la surface de la fondation doivent rester comprimée (résultante dans le noyau central) sous les états de charges « en exploitation » (sans influences environnementales).

### **A5 – 5.3.4.5.3. Fondations profondes – Tirants d'ancrage et pieux**

Les fondations profondes doivent être conçues suivant l'EN 1997-1, tout en tenant compte des prescriptions relatives aux installations à câbles. On peut utiliser des tirants d'ancrage et des pieux pour réaliser des fondations profondes.

Les tirants d'ancrage peuvent être conçus comme ancrage en rocher ou en terrain meuble. La conception et l'exécution doivent être conformes à l'EN 1537.

La conception et l'exécution des pieux doivent être conformes aux EN 14199, EN 12699, EN 1536, et EN 1993-5.

Les points suivants doivent être pris en compte en particulier :

- assurer une protection rigoureuse contre la corrosion ;
- la mise à la terre des structures doit être conçue distincte du tirant d'ancrage ;
- pouvoir remplacer ou ajouter tous types de tirants d'ancrage pendant la durée d'utilisation de projet des structures concernées ;
- réaliser un contrôle périodique et minutieux des forces d'ancrage selon l'EN 1537, lorsque on utilise des tirants d'ancrage ;
- réaliser un contrôle périodique, précis et minutieux des déformations permanentes des structures ancrées, voir l'EN 1709 ;
- pouvoir effectuer une surveillance rigoureuse dans des cas particuliers (par exemple lorsqu'un câble porteur est ancré directement).

**Note Fr**

Utilisation des micropieux : sous combinaison ELS quasi-permanent, la reprise d'efforts transversaux n'est pas admise dans les micropieux. La norme NFP 94262 précise (cf §3.1.7) que le diamètre d'un micropieu est inférieur ou égal à 300 mm.

Le chapitre A11 fournit des compléments relatifs à la réalisation du génie civil.

#### **A5 – 5.3.4.5.4. Liaison structure portante métallique – fondation**

La liaison entre des structures portantes métalliques et les fondations en béton doit être assurée par des boulons d'ancrage généralement précontraints.

Le nombre minimum de boulons d'ancrage doit être choisi de la manière suivante :

a) supports de ligne treillis 2 boulons d'ancrage par arêtier (membrure principale) ;

b) supports de ligne de section creuse 6 boulons d'ancrage ; 4 boulons d'ancrage ne peuvent être acceptés que si la résistance de calcul de chaque boulon est réduite de 33 %.

Les boulons d'ancrage doivent être protégés contre la corrosion.

Il faut placer des rondelles de nuance et de qualité d'acier adéquate sous tous les écrous. Les écrous doivent être assurés contre le desserrage.

Il faut veiller tout particulièrement à ce que les boulons d'ancrage soient dans une position correcte. Des mesures appropriées doivent empêcher les irrégularités susceptibles de provoquer des contraintes de cisaillement ou de flexion dans l'ancrage.

Les boulons d'ancrage doivent être renforcés par des dispositifs spéciaux en acier, goujons fixes par exemple, dans le cas de forces de cisaillement importantes.

## **A5 - 5.4 - (Partie supprimée)**

Ancienne partie « Règles techniques » aujourd'hui reprise dans différentes parties du présent guide.

## **A5 - 5.5 - Téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient**

### **A5 - 5.5.1 - Téléphériques mono tracteurs à boucle de câble tracteur sécurisée**

Ce sont des téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient équipés d'un seul câble tracteur sans frein de chariot mais dont les dispositions constructives garantissent la non rupture du câble.

#### **A5 - 5.5.1.1 - Sécurité du câble tracteur**

1. L'intégrité du câble tracteur et du système d'appui de la boucle de câble tracteur doit être garantie dans tous les cas d'exploitation.
2. Les composants en liaison avec le système d'appui de la boucle du câble tracteur ou avec l'attache du véhicule au câble tracteur doivent être classés composants de sécurité.
3. Le câble tracteur doit être disposé en boucle continue.
4. Le diamètre du câble tracteur doit être de 20 mm au moins.
5. Les mouvements et sollicitations provoqués sur la boucle du câble tracteur et les composants et ouvrages liés à celle-ci suite aux vérifications prescrites en [A5 – 5.3.2.2.4 9.](#), doivent être analysés par le calcul. Il faut justifier qu'il ne survient aucune situation dangereuse.

#### **A5 - 5.5.1.2 - Épissures**

Aucune attache n'est admise dans la zone de l'épissure.

1. Il faut respecter une distance entre l'attache et l'épissure au moins égale à 2 fois la longueur de l'épissure.

#### **Note Fr**

Les épissures réalisées conformément à la norme NF EN 12 927:2019 ont une longueur minimale de 1200d si la sécurité à la traction maximale est inférieure à 15 et de 1500d si la sécurité à la traction maximale est comprise entre 15 et 20.

2. Si le câble tracteur peut glisser dans l'attache après le heurt d'un véhicule contre un obstacle fixe, la distance entre l'attache et l'épissure doit correspondre au moins à 1,5 fois la distance d'arrêt.

#### **A5 - 5.5.1.3 - Dispositions pour éviter la dérive d'un véhicule pendant la maintenance**

Des dispositifs adéquats doivent être prévus dans les stations pour immobiliser les véhicules pour permettre en sécurité le déplacement de l'attache et le contrôle du câble tracteur. À défaut de tels dispositifs, la démonstration de la stabilité des véhicules doit être apportée.

#### **A5 - 5.5.1.4 - Dispositif de contrôle du câble tracteur**

Un dispositif doit être à disposition sur l'installation, apte à réaliser des contrôles du câble tracteur sur toute sa longueur par la méthode magnéto-inductive.

À défaut d'un dispositif présent sur l'installation, ces contrôles peuvent être réalisés par un vérificateur agréé au titre de contrôleur de câbles muni de son propre dispositif.

#### **A5 - 5.5.1.5 - Dispositif de contrôle de l'oscillation transversale**

Une alarme optique et acoustique doit être déclenchée par des inclinomètres au poste de conduite, et dans les véhicules lorsque ceux-ci sont accompagnés, lorsque l'oscillation transversale de ces véhicules atteint une valeur limite de 50 % de l'oscillation transversale possible, afin que le conducteur ou le cabinier applique les consignes. S'il n'y a pas de cabinier, la vitesse doit en outre être réduite automatiquement lorsque la valeur limite en question est atteinte.

Lorsque cette valeur limite atteint 75 %, l'installation doit être automatiquement arrêtée. Après cet arrêt automatique, le trajet ne peut être terminé que si le poste de commande est occupé.

#### **A5 - 5.5.1.6 - Gabarit libre au passage des ouvrages de ligne**

Lorsque les véhicules circulent toujours sans cabinier, l'oscillation transversale libre possible par rapport aux ouvrages de ligne et des stations (hors guidages) doit correspondre au moins aux valeurs suivantes :

- pour les installations avec 2 câbles porteurs par voie : 0,25 rad ;
- pour les installations avec 1 câble porteur par voie : 0,27 rad.

#### **A5 - 5.5.1.9 - Balisage pour l'aviation**

Le téléphérique doit faire l'objet d'un balisage pour l'aviation. Il faut tenir compte de [A3 - 7.4.2](#).

##### **Note Fr**

La nature du balisage est à définir en tenant compte de l'avis des services de l'aviation civile.

#### **A5 - 5.5.1.10 - Surveillance position des câbles**

Les câbles existants autres que le ou les câble/s porteur/s (par exemple câbles de récupération), peuvent entrer en contact avec le câble tracteur, leur position correcte par rapport à ce dernier doit être surveillée à l'aide des dispositifs selon [A5 - 5.1.10](#).

#### **A5 - 5.5.1.11 - Poulies et galets du câble tracteur**

1. La bonne position des poulies du câble tracteur doit être surveillée électriquement, voir également [A5 - 5.1.10](#).
2. Il convient de justifier la stabilité de fonctionnement des galets du câble tracteur, en tenant également compte des actions dues à la vitesse du vent en exploitation telle qu'indiquée dans l'analyse de sécurité.
3. La perte d'un galet ou l'usure anormale d'une garniture suite à un blocage ne doit pas présenter de danger pour le câble tracteur.

#### **A5 - 5.5.1.12 - Liberté d'oscillation longitudinale des véhicules**

La liberté d'oscillation longitudinale des véhicules par rapport aux ouvrages de ligne et des autres composants sur la ligne (par exemples câbles, cavaliers) doit être vérifiée conformément à [A3 - 7.2.1.5](#).

La liberté d'oscillation longitudinale doit, en outre, correspondre au moins à la valeur de l'angle d'oscillation  $\beta$  selon la formule ci-dessous qui tient compte de la décélération maximale consécutive au fonctionnement non attendu des freins de service et/ou de sécurité. Il faut tenir compte des deux sens de marche et de l'inclinaison de la trajectoire du véhicule :

$$\tan(\beta) \geq \frac{3a \cdot \cos(\alpha)}{g}$$

où

- $a$  la décélération maximale consécutive au fonctionnement non attendu des freins de l'entraînement ;  
 $g$  l'accélération due à la gravité ;  
 $\alpha$  l'angle entre la tangente de la trajectoire du véhicule et l'horizontale ;  
 $\beta$  l'angle d'oscillation nécessaire dans le sens longitudinal.

**Note Fr**

Un fonctionnement non attendu est défini par le concepteur du système. Cela peut être par exemple le cas d'une perte de modulation.

### **A5 - 5.5.1.13 - Chevauchement de câbles**

Il faut justifier par le calcul que l'installation n'est pas sensible aux chevauchements du câble tracteur dans tous les cas de charge en exploitation, y compris suite à l'entrée en action des freins de l'entraînement. Il faut tenir compte des oscillations du câble tracteur. Il faut prévoir également dans les stations des dispositifs destinés à pallier un chevauchement du câble tracteur.

Il faut vérifier par le calcul qu'il est effectivement possible de remédier à un chevauchement du câble tracteur, et par exemple vérifier que le couple d'entraînement et l'adhérence à la poulie motrice sont suffisants et démontrer qu'il n'en résulte pas de risque pour les personnes transportées.

### **A5 - 5.5.1.14 - Dispositifs d'arrêt en cabine**

Les dispositifs d'arrêt de l'installation à partir de la cabine doivent être réalisés conformément à l'analyse de sécurité.

## **A5 - 5.5.2 - Téléphériques bi-tracteurs à boucles de câbles tracteurs sécurisées**

Ce sont des téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient équipés de deux câbles tracteurs et sans frein de chariot. Ils suivent les règles décrites dans [A5 - 5.5.1](#).

## **A5 - 5.5.3 - Autres téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient**

Dans le cas où l'une au moins des obligations visées ci-dessus n'est pas satisfaite, les autres téléphériques bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient doivent être munis d'un frein de chariot.

Dans ce cas :

- Le fonctionnement du frein de chariot doit rester assuré au passage des sabots des ouvrages de ligne comme en partie courante, y compris serré et/ou si le véhicule est incliné transversalement dans les limites admises par l'article [A3 - 7.2.1.4](#).
- Les calculs de l'installation doivent montrer, dans le cas d'un téléphérique bicâbles à va-et-vient ou va-ou-vient à un seul câble tracteur pourvu d'un frein de chariot, que la rupture du câble tracteur, tant avant qu'après l'entrée en jeu du frein de chariot, ne risque pas de provoquer le déraillement du chariot, celui-ci devant conserver une action d'appui sur le câble porteur (ou sur les câbles porteurs) au moins égale au dixième de ce qu'elle était immédiatement avant la rupture.

Il pourra n'être tenu compte dans ces calculs, ni de l'action du vent, ni des effets des mouvements éventuels des occupants du véhicule.

S'il existe un amortisseur des oscillations longitudinales, les calculs devront justifier que cet amortisseur ne compromet pas l'appui du chariot sur les câbles, et ils pourront tenir compte de l'action du dit amortisseur à condition que les garanties nécessaires soient données sur son efficacité.

Il convient d'étudier séparément les phases successives de l'arrêt du véhicule, la première correspondant généralement aux effets de la seule rupture du câble, la seconde aux effets de l'entrée en jeu du frein, appelée à survenir au bout d'un temps déterminé, et la troisième aux oscillations du véhicule après l'arrêt du chariot.

- Concernant les positions respectives des attaches et des épissures, ainsi que les dispositions pour éviter la dérive d'un véhicule pendant la maintenance, les dispositions applicables aux téléphériques mono tracteurs à boucle de câble tracteur sécurisée s'appliquent, voir [A5 - 5.5.1.2](#) et [A5 - 5.5.1.3](#).

## **A5 - 5.6 - Voies de circulation des usagers et du personnel**

### **A5 - 5.6.1 - Voie de circulation des usagers**

Les voies de circulation et les locaux destinés aux usagers doivent être aménagés d'une manière fonctionnelle.

#### **A5 - 5.6.1.1 - Gabarit libre des véhicules**

Les voies de circulation des usagers doivent sauf aux points d'embarquement et de débarquement être établies hors du gabarit libre des véhicules dans les stations.

Dans les stations où l'embarquement ou le débarquement des usagers se fait de plain-pied, la distance horizontale entre les quais et les véhicules ne doit pas être supérieure à 0,05 m. sur au moins la largeur maximale de passage permise par l'ouverture des portes.

#### **A5 - 5.6.1.2 - Hauteur libre**

La hauteur libre minimale au-dessus des voies de circulation des usagers doit être de 2,5 m.

#### **A5 - 5.6.1.3 - Largeur**

La largeur des voies de circulation pour les usagers doit être déterminée en fonction du débit de l'installation. Elle doit être de 1,25 m au minimum, sauf pour les postes de contrôle des titres de transport et les accès aux télésièges et téléskis.

S'il est prévu de transporter des handicapés en fauteuil roulant, les voies de circulation doivent respecter les prescriptions réglementaires en vigueur ainsi que celles de [l'article A5 - 5.2](#).

Pour l'accès aux télésièges des personnes en fauteuil ou sur des engins de glisse pour handicapés, des dispositions adaptées seront prévues, notamment une zone d'attente sensiblement horizontale.

#### **A5 - 5.6.1.4 - Rambardes**

Les garde-corps, parapets, barrières et mains courantes sont des mesures de construction destinées à empêcher des personnes de chuter en hauteur ou de trébucher, en partant du principe que celles-ci les utilisent conformément à leur destination et qu'elles adoptent un comportement normal. Les éléments de construction doivent être calculés conformément aux dispositions de [A5 - 5.3.4.2](#).

S'agissant de l'agencement, il est permis d'opérer une distinction entre les zones accessibles au public et les zones de travail, pour autant que ces deux domaines soient séparés au moins par une barrière. Lorsque l'attribution à un domaine n'est pas claire, on appliquera toujours les prescriptions plus strictes.

Toutes les surfaces praticables accessibles aux personnes doivent être équipées de garde-corps, de parapets ou de barrières dès que la hauteur de chute dépasse 1,0 m. La hauteur des garde-corps à partir de la surface sûre doit être d'au moins 1,1 m ; il faut aussi tenir compte du manteau neigeux si les surfaces en question ne sont pas déneigées régulièrement. Le garde-corps doit être soit complètement fermé ou construit de sorte qu'aucune boule d'un diamètre de 0,12 m ou plus ne puisse le traverser.

### A5 - 5.6.1.5 - Dispositifs de rattrapage

Aux endroits où le respect du gabarit libre des véhicules empêche le montage de rambardes (par exemple au début ou à la fin des zones d'embarquement ou de débarquement de télésièges) il faut installer des dispositifs de rattrapage sous forme de filet (filet de rattrapage) à 1 m au maximum en dessous du bord.

Le dispositif de rattrapage doit être en saillie horizontale d'au moins 3,0 m et doit être aménagé pour couvrir la zone non protégée par des rambardes augmentée d'au moins 0,5 m des deux côtés. Dans le cas des télésièges, il faut également tenir compte de l'espace enveloppe et des exigences selon [A3-7.3](#).

### A5 - 5.6.1.6 - Constituants d'une station

Les constituants des stations susceptibles d'aggraver les conséquences d'une chute (par exemple boulons de fondation) doivent être revêtus de protections souples.

### A5 - 5.6.1.7 - Distance entre la surface de l'aire d'embarquement ou de débarquement et la surface d'assise

La distance entre la surface de l'aire d'embarquement ou de débarquement des télésièges et la surface d'assise sous charge statique est définie dans le tableau ci-dessous :

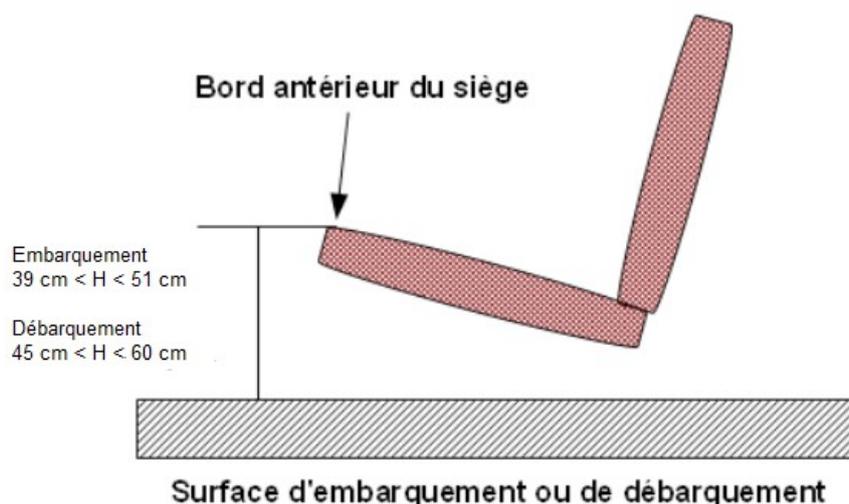
Aire d'embarquement	Aire de débarquement
Entre 39 et 51 cm	Entre 45 et 60 cm

#### Note Fr

La norme EN 12929-1 prévoit une hauteur à l'embarquement comprise entre 40 et 55 cm.

Cette distance se mesure au milieu de la largeur du siège sur son bord antérieur. Elle doit tenir compte de la couche de neige nécessaire pour l'exploitation.

Quelle que soit la valeur retenue, le passage d'un siège avec repose-pied abaissé ne doit pas être empêché, sauf à arrêter l'installation.



## **A5 - 5.6.2 - Aménagement des zones réservées au personnel**

### **A5 - 5.6.2.1 - Définitions**

On appelle poste de conduite un lieu depuis lequel une personne chargée des missions de conduite / de surveillance peut arrêter l'installation et remplir une mission de surveillance, avec sous certaines conditions accès à des fonctionnalités plus étendues (démarrage, réarmement, pontage,...). Ce poste de conduite peut être situé dans une des gares de l'installation, voire peut être extérieur à l'installation (poste de conduite déporté)

On appelle poste de commande le lieu depuis lequel une personne chargée des missions de conduite / de surveillance peut gérer les différents modes de marche, réarmer et remettre en marche l'installation en ayant accès à la totalité de l'information relative à l'état des sécurités. Il ne peut exister qu'un seul poste de commande par installation, situé en général en station motrice.

### **A5 - 5.6.2.2 - Disposition des postes de conduite et de commande**

Le poste du conducteur (local de commande) et les autres locaux dans lesquels le personnel se tient pour la conduite temporaire ou permanente de la remontée mécanique ou la surveillance de l'exploitation, doivent être disposés de façon à permettre d'avoir une vue d'ensemble des zones d'embarquement et de débarquement, pour les télésièges, des zones de stabilisation, de sécurité et d'approche, pour les installations à découplage, des zones d'accès et de départ. Pour toutes les installations, ils doivent également être conçus de façon à permettre une vue d'ensemble des dispositifs de mesure et de commande spécifiques des remontées mécaniques et à effectuer, dans une bonne position ergonomique, toutes les manœuvres requises en marche.

### **A5 - 5.6.2.3 - Largeur des voies de circulation**

À l'exception des zones de franchissement des trajectoires des véhicules et des voies de garage, dans les stations, en l'absence de protections, une distance minimale de sécurité de 0.5 m doit séparer l'espace enveloppe des véhicules et les voies de circulation du personnel.

Les voies de circulation pour le personnel doivent avoir une largeur minimale de 0,6 m.

## **A5 - 5.7 - Divers**

### **A5 - 5.7.1 - Prescriptions générales pour l'entraînement et les freins**

#### **A5 - 5.7.1.1 - Entraînements**

L'installation motrice doit comprendre nécessairement 2 entraînements en ordre de marche : Un entraînement principal et un entraînement de secours, ayant chacun une source d'énergie indépendante.

L'entraînement principal doit permettre un démarrage dans tous les cas de charge prévus en exploitation et le mouvement dans les deux directions. Cela s'applique également à l'entraînement de secours lorsque c'est nécessaire pour la récupération.

Le fonctionnement sûr des entraînements doit être garanti quelles que soient les conditions atmosphériques.

Les entraînements doivent être facilement accessibles pour l'exécution des travaux de maintenance.

Dans le cas d'un téléphérique à mouvement unidirectionnel avec véhicules découplables, les convoyeurs pour le mouvement des véhicules en station doivent être conçus pour fonctionner aussi avec l'entraînement de secours et pour que l'on puisse facilement procéder à la récupération, en cas de panne des dits convoyeurs.

Au moins un des entraînements (entraînement principal ou entraînement de secours) doit permettre l'exploitation de l'installation pour la réalisation des travaux de maintenance.

#### **A5 - 5.7.1.1.1 - Entraînement principal**

La vitesse de l'entraînement principal doit pouvoir être réglée progressivement dans le champ des vitesses prévu et maintenue en régime permanent indépendamment de la charge pendant l'exploitation continue.

L'entraînement principal doit permettre de démarrer autant que possible sans à-coup. Il doit être dimensionné pour une exploitation continue dans le cas de charge le plus défavorable et à la vitesse maximale de marche admissible.

Les accélérations et décélérations en cours de traction doivent être limitées de manière à éviter toutes oscillations importantes des véhicules ainsi que tout abaissement dangereux de l'adhérence des câbles sur la poulie d'entraînement.

Le démarrage avec l'entraînement principal doit être possible dans le cas de charge le plus défavorable avec une accélération moyenne d'au moins 0,15 m/s<sup>2</sup>. Dans le cas des téléphériques, l'accélération moyenne ne doit pas dépasser 0,5 m/s<sup>2</sup> et une accélération instantanée (moyenne sur un temps de 0,5 s) ne doit pas dépasser 1,5 m/s<sup>2</sup>.

La vitesse de marche doit pouvoir être réglée en continu sur toute la plage comprise entre la vitesse minimale et la vitesse de marche maximale admissible. Pour les courses de maintenance, sans la charge nominale, une vitesse d'environ 0,3 m/s doit pouvoir être maintenue également pendant toute la durée nécessaire pour parcourir la longueur de l'installation à câbles.

Les circuits de puissance alimentant cet entraînement doivent pouvoir être consignés tout en conservant l'alimentation des circuits de commande.

#### **A5 - 5.7.1.1.2 - Moteurs thermiques destinés à l'entraînement de secours**

Les moteurs thermiques seront installés à poste fixe et prévus avec un démarreur sur batterie. Les gaz de combustion des moteurs thermiques doivent être évacués à l'extérieur des bâtiments. L'amenée et l'évacuation de l'air doivent être assurées.

#### **A5 - 5.7.1.1.3 – Configuration de l'entraînement de secours**

La poulie motrice doit en outre pouvoir être facilement séparée de l'entraînement principal et reliée à l'entraînement de secours lorsque les conditions de rapatriement des usagers au sol sont défavorables. L'évaluation de ces conditions se fait selon les modalités prévues dans le guide STRMTG RM1.

L'entraînement de secours doit permettre la récupération en 1,5 h environ.

L'entraînement de secours sert seulement à la récupération des véhicules. Il peut néanmoins être utilisé pour évacuer les personnes qui seraient bloquées dans une zone avec un point bas .

L'entraînement de secours doit être dimensionné pour fonctionner pendant trois fois la durée maximale nécessaire à la récupération, et pour une vitesse de marche au moins égale à 0,5 m/s.

Les dispositifs de sécurité nécessaires à une récupération en toute sécurité à la vitesse adéquate doivent être prévus pour l'entraînement de secours.

Pour que l'entraînement de secours soit encore en état de fonctionner même dans le cas d'une défaillance de ces dispositifs de sécurité, ils doivent pouvoir être pontés.

Les installations électriques des entraînements de secours et d'évacuation doivent être de réalisation aussi simple que possible. Leur aptitude au fonctionnement doit pouvoir être assurée de manière simple.

Les moyens électriques de ces entraînements doivent être séparés les uns des autres et de celui de l'entraînement principal, de manière à exclure autant que faire se peut une influence mutuelle des différents entraînements.

En outre, les prescriptions suivantes s'appliquent pour l'entraînement de secours :

- a) Il doit pouvoir être opérationnel en moins de 15 min.
- b) Les erreurs pouvant avoir des conséquences graves lors du changement d'entraînement doivent être exclues ;
- c) Une fausse manœuvre, par exemple une erreur de sens de marche, ne doit provoquer aucune contrainte excessive sur les pièces mécaniques ou les fixations.
- d) Au cas où une télécommande est prévue, il doit être possible d'utiliser les entraînements de secours même si elle est défectueuse.

## **A5 - 5.7.1.2 - Freins**

### **A5 - 5.7.1.2.1 - Généralités**

L'arrêt des véhicules doit, en cas de nécessité, pouvoir être obtenu à tout moment et dans les conditions les plus défavorables de charge et d'adhérence prévues en exploitation. La distance d'arrêt doit être aussi réduite que le nécessite la sécurité de l'installation. À l'exception des installations pour lesquelles la sécurité du freinage des véhicules est assurée indépendamment du câble mobile dans les conditions normales d'exploitation, le freinage en station motrice doit être obtenu par au moins deux systèmes indépendants l'un de l'autre. L'ultime système de freinage doit :

- suppléer automatiquement l'autre système lorsque son efficacité devient insuffisante ;
- agir directement sur la poulie motrice.

Si l'arrêt de l'installation peut être obtenu par le fonctionnement normal de l'entraînement de secours, le système de freinage correspondant peut ne comporter qu'un seul frein agissant sur la poulie motrice ou une poulie avec une adhérence suffisante, sur les câbles ou sur les véhicules.

Tout système de freinage doit pouvoir arrêter l'installation et maintenir son arrêt dans le cas de charge le plus défavorable prévu.

Les ralentissements pouvant présenter un risque pour les personnes ou gêner le comportement correct des câbles, des véhicules ou d'autres parties de l'installation doivent être empêchés par des mesures appropriées. En ce qui concerne les valeurs de ralentissement se référer aux valeurs ci-dessous.

Le fonctionnement sûr des freins doit être garanti quelles que soient les conditions atmosphériques. Ceux-ci doivent être facilement accessibles pour l'exécution des travaux de maintenance.

### **A5 - 5.7.1.2.2 - Généralités sur les freins d'entraînements**

Tous les entraînements, (entraînement principal, entraînement auxiliaire, entraînement de secours et entraînement d'évacuation) doivent être équipés de deux freins indépendants l'un de l'autre. Dans le cas où l'installation marchant avec l'entraînement de secours ou l'installation d'évacuation avec l'entraînement d'évacuation peut être ralentie jusqu'à l'arrêt, un seul frein est suffisant s'il agit sur la poulie motrice ou sur une autre poulie à adhérence suffisante. Les freins doivent agir par frottement. Ils peuvent être communs à plusieurs entraînements.

Chacun des deux freins doit pouvoir assurer l'arrêt et l'immobilisation de l'installation dans le cas de charge le plus défavorable prévu.

Chacun des freins doit être dimensionné de sorte que la décélération moyenne calculée sur l'entière distance d'arrêt à vitesse nominale maximale puisse être au moins égale à :

- 0,3 m/s<sup>2</sup> pour les télésièges à attaches fixes ;

- 0,5 m/s<sup>2</sup> pour toutes les autres installations. Des décélérations de 0,3 m/s<sup>2</sup> au minimum sont admissibles si les distances d'arrêt données par l'analyse de sécurité peuvent être respectées (non dérive notamment).

En cas de réduction de 15 % du coefficient de frottement d'un frein, l'installation doit pouvoir encore être arrêtée et immobilisée avec ce frein.

Le système de freinage doit permettre d'adapter la force de freinage au cas de charge de l'installation si les freinages peuvent constituer un danger pour les personnes ou provoquer des dommages matériels.

Dans les conditions normales de freinage, la décélération moyenne calculée sur la distance d'arrêt ne doit pas être supérieure à 1,25 m/s<sup>2</sup> dans le cas des installations unidirectionnelles à mouvement continu, et à 2 m/s<sup>2</sup> pour les téléphériques à va-et-vient (ou va-ou-vient) et les téléphériques pulsés.

Une décélération de 2,5 m/s<sup>2</sup> (ou une décélération supérieure pour les téléphériques bi-câbles à va-et-vient (ou va-ou-vient)) est admissible dans les cas suivants s'il est démontré par des essais que les câbles ne se soulèvent pas des supports de ligne et que les véhicules ne heurtent ni les supports de ligne, ni les câbles :

- en cas de panne de la régulation ou de la commande du frein dans le cas de charge le plus défavorable ;
- en cas de freinage de sécurité sans régulation dans le cas de charge le plus défavorable ;
- en cas d'actionnement simultané des deux freins lorsqu'elle n'est pas empêchée de manière fiable.

Le frein de service et le frein de sécurité doivent avoir chacun leurs propres surfaces de freinage. Des exceptions peuvent être admises dans des cas justifiés s'il est démontré que le système présente une sécurité équivalente.

Des dispositions constructives doivent être prises pour protéger les surfaces de freinage contre l'encrassement, en particulier par l'huile et la graisse.

L'efficacité des freins doit être assurée quelles que soient les conditions d'exploitation et environnementales.

Lorsqu'un frein peut être actionné automatiquement ou bien à la main, les mécanismes de déclenchement de l'actionnement manuel ne doivent pas empêcher le déclenchement automatique de ces freins et réciproquement.

Sur les téléphériques équipés de freins de chariot, le déclenchement de ce dernier doit provoquer l'arrêt de sécurité de l'installation (en motrice, arrêt au frein mécanique et coupure traction sécurisée de l'entraînement principal).

## **A5 - 5.7.2 - Équipements des stations**

### **A5 - 5.7.2.1 - Voies de couplage et découplage**

Les extrémités de la voie principale doivent être aménagées de façon que les véhicules puissent y entrer et en sortir sans heurts et sans risques de déraillement. L'entrée du véhicule doit être assurée même lorsque le câble a déraillé et est tombé dans les rattrape-câbles du pylône le plus proche de la station.

Un dispositif permettant de retirer un véhicule défectueux de la voie principale doit être prévu dans une au moins des stations des installations à attaches découplables sans voie de garage.

### **A5 - 5.7.2.2 - Les zones de couplage et de découplage**

Elles doivent être protégées contre les intempéries qui pourraient gêner le couplage. On doit tenir compte de l'accessibilité pour les contrôles en exploitation et la maintenance.

### **A5 - 5.7.2.3 - Les dispositifs d'accélération et de décélération**

Ils doivent être protégés contre les intempéries qui pourraient gêner leur fonctionnement. On doit tenir compte de leur accessibilité pour les contrôles en exploitation et la maintenance.

### **A5 - 5.7.3 - Signalisation**

Les indications suivantes doivent être portées sur les supports de ligne :

- numérotation continue des supports ;
- interdiction d'accès aux personnes non autorisées.

### **A5 - 5.7.4 - Protection contre la foudre et mise à la terre**

Lors d'arrêts prolongés de l'installation, les câbles porteur-tracteur ou tracteur doivent être mis à la terre par un moyen approprié. Lorsqu'ils sont mis à la terre de cette façon, le démarrage de l'installation doit être empêché.

### **A5 - 5.7.5 - Énergie électrique, matériel électrique**

#### **A5 - 5.7.5.1 - Interrupteur principal**

Les circuits utilisés exclusivement pour les services auxiliaires, les commandes et les fonctions de sécurité, etc., peuvent être branchés en amont de l'interrupteur principal lorsqu'ils peuvent être débranchés de la ligne d'amenée de courant à l'aide d'interrupteurs principaux particuliers.

Les circuits utilisés uniquement pour le matériel électrique destiné à la maintenance doivent être :

- a) branchés en amont de l'interrupteur principal ;
- b) séparés des autres circuits ;
- c) dotés de dispositifs de sectionnement particuliers permettant de couper l'amenée de courant, à condition qu'ils ne fassent pas partie intégrante de l'installation intérieure.

Les interrupteurs principaux ne doivent pouvoir couper que les installations électriques propres à la remontée mécanique et non l'installation intérieure du bâtiment proprement dite.

Les interrupteurs principaux doivent :

- a) pouvoir être actionnés mécaniquement et à partir du même emplacement ;
- b) être marqués clairement et en permanence de façon que les parties de l'installation qui ont été débranchées puissent être facilement identifiées.

L'interrupteur principal doit pouvoir être ouvert sans moyens auxiliaires spéciaux même lorsque les portes des armoires sont ouvertes.

Les interrupteurs principaux doivent être installés dans une armoire séparée ou dans l'armoire de commande normale et protégés contre un contact accidentel. Aucun autre interrupteur ou borne ne peut être montée dans le 1<sup>er</sup> cas dans la même armoire ni, dans le 2<sup>e</sup> cas, sous le même capot.

Lorsque l'interrupteur principal de l'entraînement principal se trouve en dehors du local de commande ou s'il n'est facilement accessible depuis celui-ci, il doit pouvoir être actionné à distance depuis ce dernier.

### **A5 - 5.7.5.2 - Matériel électrique**

La commande ne doit pouvoir être mise sous tension et débranchée qu'à l'aide d'un interrupteur à clef ou par un dispositif équivalent.

Les organes de commande qui permettent de supprimer ou de modifier des fonctions de sécurité doivent être réalisés par des interrupteurs à clefs ou des dispositifs équivalents.

Les clefs des interrupteurs de sécurité ne doivent pouvoir être retirées que si ces derniers sont dans la position sûre.

Le matériel électrique important du point de vue de la sécurité doit être gardé sous clef afin de rendre difficiles les interventions non autorisées.

Les appareils de commutation, dont les positions doivent être contrôlées pour des raisons de sécurité, seront munis de contacts guidés, connus sous le nom de contacts liés mécaniquement. Pour les dispositifs de commutation électroniques, cette prescription sera appliquée par analogie.

NOTE : Pour les relais à contacts guidés, se référer à la norme NF EN 61810-3 – Relais électromécaniques élémentaires – Partie 3 : relais à contacts guidés (liés mécaniquement).

Si la non-atteinte ou le dépassement d'un temps prédéterminé doit être évité pour des raisons de sécurité, il faut utiliser un temporisateur adéquat et conçu conformément aux exigences de la technique sécuritaire.

Il faut s'assurer que les accumulateurs qui alimentent en énergie électrique les équipements importants pour la sécurité peuvent être contrôlés périodiquement en ce qui concerne leur état de charge.

### **A5 - 5.7.5.3 - Montage et installation**

Le matériel électrique ne doit pas être installé avant que tous les travaux pouvant entraver son fonctionnement ne soient achevés dans les locaux et bâtiments concernés.

Les armoires de commande doivent être installées dans le local de commande ou dans des locaux adéquats et facilement accessibles.

Le matériel électrique pour les circuits de puissance et les circuits de commande correspondants doivent être, en général, montés dans des armoires ou parties d'armoires séparées.

Les parties sous tension du matériel électrique utilisé pour la maintenance doivent être protégées contre tout contact accidentel, même lorsque les portes des armoires sont ouvertes.

### **A5 - 5.7.5.4 - Interrupteurs de maintenance et boutons d'arrêt d'urgence**

Les boutons d'arrêt d'urgence doivent rester encliquetés après l'actionnement, et ne doivent ensuite pouvoir revenir automatiquement dans leur position initiale que si le niveau de sécurité est maintenu.

Les interrupteurs de maintenance (interrupteurs de sécurité) doivent rester encliquetés après l'actionnement et ils doivent être verrouillables dans cette position (voir également les prescriptions relatives aux fonctions de sécurité et aux dispositifs de commande pour l'entraînement de l'EN 13223).

### **A5 - 5.7.5.5 - Installations particulières pour les circuits de sécurité de ligne**

Sur les téléphériques à mouvement continu, une deuxième ligne (ligne téléphonique) doit être prévue en plus de la ligne des détecteurs, sous forme de ligne aérienne ou de câble de signalisation.

La résistance d'isolation, par rapport à la terre, des câbles à surveiller doit être mesurée avec une tension de contrôle de 500 V et doit être au moins égale à 10 000 Ohms, même dans des conditions atmosphériques les plus défavorables.

Pour le raccordement des détecteurs de déraillement montés sur les supports de ligne, toutes les mesures appropriées doivent être prises pour les protéger contre les mises à terre ou les court-circuits

(isolation, protection mécanique renforcées etc.). Les conducteurs doivent être conçus pour supporter les conditions ambiantes prévues (basses températures, rayons ultraviolets etc.).

Lorsque des détecteurs de déraillement par ouverture sur supports de ligne sont utilisés, chacun des supports de ligne doit être relié électriquement à la terre de manière fiable. La valeur de la résistance entre le support de ligne et la terre ne doit en aucun cas dépasser la moitié de la valeur de la résistance de fuite provoquant le déclenchement du circuit de sécurité de ligne.

NOTE : Si nécessaire, on réalise une interconnexion équipotentielle entre les supports de ligne.

### **A5 - 5.7.5.6 - Alimentation en énergie électrique des véhicules**

Les alimentations des véhicules doivent être exécutées et installées de façon à exclure la mise en danger de personnes.

## **A5 - 5.7.6 - Transmission des ordres et des informations, et équipements de télécommunication**

### **A5 - 5.7.6.1 - Accès au réseau public de téléphone**

Dans l'une au moins des stations, on doit disposer en permanence d'un téléphone relié au réseau public, ou d'une liaison téléphonique ou radio téléphonique avec un poste relié lui-même au réseau public.

### **A5 - 5.7.6.2 - Liaisons téléphoniques internes de la remontée mécanique**

Le poste de commande au moins doit être relié en permanence au chef d'exploitation par une liaison phonique.

Les stations, y compris les arrêts intermédiaires, doivent être reliées par un téléphone de service. Les véhicules normalement accompagnés doivent également être reliés à cette installation téléphonique.

Les liaisons phoniques internes de l'installation doivent rester en état de fonctionner même lors d'une panne du secteur et en cas de déclenchements d'arrêt d'urgence par les circuits de sécurité de ligne par suite de l'action de fonctions de sécurité ou de dispositifs d'arrêt d'urgence ainsi qu'en cas de chevauchement de câble sur l'une des voies.

Elles doivent également rester en état de fonctionner si des fonctions de sécurité sont partiellement ou complètement pontées.

### **A5 - 5.7.6.3 - Installations de haut-parleurs**

Si des haut-parleurs sont installés dans le cadre du plan d'évacuation sur la ligne, ceux-ci doivent rester utilisables en cas de panne de secteur.

## **A5 - 5.7.7 - Dispositifs de reprise de tension et de mise en tension**

### **A5 - 5.7.7.1 - Reprise de tension des câbles**

Des points d'amarrage sont à prévoir pour tendre et détendre les câbles avec indication de la force maximale admissible.

### **A5 - 5.7.7.2 - Installation des contrepoids**

Toutes dispositions doivent être prises pour que les contrepoids puissent fonctionner librement.

La profondeur des fosses et la longueur des chemins de roulement (contreponds sur plans inclinés) doivent être telles que le chemin offert à la course des contreponds reste suffisant dans toutes les circonstances de l'exploitation sans exiger de fréquents raccourcissements des câbles.

Les possibilités de déplacement laissées aux contreponds doivent toujours être limitées par deux butées, l'une inférieure et l'autre supérieure.

La butée inférieure doit être établie de façon à pouvoir supporter de façon stable la masse du contreponds majorée de 50 %. Le sol peut tenir lieu de butée.

À défaut de justifications, la butée supérieure doit pouvoir supporter la masse du contreponds majorée de 50 %.

Toutes dispositions seront prises pour permettre de connaître à tout moment la position effective du contreponds et de comparer celle-ci aux positions extrêmes qui peuvent être atteintes.

### **A5 - 5.7.7.3 - Zone de déplacement des contreponds**

Les fosses des contreponds doivent être protégées des intempéries en les plaçant à l'intérieur de bâtiments ou en les couvrant.

S'il existe des zones accessibles aux personnes sous le contreponds, ces zones doivent être aménagées de telle manière qu'un mouvement intempestif du contreponds ne conduise à un risque d'écrasement. De plus, Si la zone dans laquelle se meut le contreponds se trouve à proximité d'une zone de passage des personnes, la possibilité d'un contact doit être empêchée.

L'eau d'infiltration dans les fosses doit pouvoir s'écouler ou être évacuée. En cas de nécessité, il faut prévoir un chauffage et une pompe.

Les personnes non autorisées ne doivent pas pouvoir accéder à l'espace situé sous le contreponds.

### **A5 - 5.7.8 - Prescriptions générales applicables aux équipements hydrauliques**

Les conduites et les parties actives des circuits hydrauliques doivent être repérées de façon permanente conformément au schéma hydraulique.

Les instruments de commande et indicateurs doivent être repérés de manière explicite et permanente conformément à leur fonction.

## Chapitre A6 - DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES POUR L'EMPLOI ET LA RÉUTILISATION DES CONSTITUANTS DE SÉCURITÉ ET LE GÉNIE CIVIL

### Article 17 de l'arrêté du 07 août 2009 - Généralités sur l'emploi et la réutilisation des constituants de sécurité et du génie-civil

I. - Sauf accord du service de contrôle, seuls des composants de sécurité et du génie-civil conçus après le 17 mai 1989 peuvent être récupérés.

II. - Les composants de sécurité et du génie-civil récupérés doivent respecter les exigences ci-dessous :

a) Le domaine d'utilisation doit être compatible avec les interfaces et, le cas échéant, avec la nouvelle fonction du composant et du génie-civil. Le domaine d'utilisation est déterminé sur la base du référentiel d'origine du composant et du génie-civil ;

b) La récupération d'un composant de sécurité et du génie-civil reste subordonnée à son état (absence de fissures, de déformation, de corrosion, etc. ) et à la possibilité d'en juger, notamment vis-à-vis des phénomènes d'usure et de fatigue et particulièrement lorsque les conditions d'emploi sont sensiblement différentes ;

c) Le comportement antérieur des composants de sécurité et du génie-civil récupérés et les nouvelles sollicitations auxquelles ils sont soumis doivent être pris en compte ;

d) Tout composant de sécurité et du génie-civil dont la tenue en service a nécessité un suivi particulier ou des modifications ne peut être récupéré, sauf si des prescriptions spécifiques l'autorisent ;

e) Lorsque des composants de sécurité récupérés sont issus d'une conception de plus de quinze ans, celle-ci doit être réévaluée au regard des dispositions prévues dans les règles techniques en vigueur, de façon à identifier les éventuels écarts de fonctionnalité ayant un impact significatif sur le niveau de sécurité des composants et les modifications permettant de résorber ces écarts.

III. - Sans préjudice du e), lorsque des composants de sécurité ou du génie-civil récupérés sont modifiés, la conception de leur modification :

- respecte les règles techniques en vigueur ou à défaut les règles techniques qui leur étaient applicables à l'origine sans pour autant être antérieures au 17 mai 1989 ;
- est examinée par un vérificateur agréé au titre de contrôleur technique indépendant ou un maître d'œuvre.

### A6- 17.1 - Prescriptions complémentaires pour les composants de sécurité maintenus en service

Si le domaine d'utilisation des composants de sécurité maintenus en service évolue, alors il convient de vérifier que ces composants restent conformes aux dispositions réglementaires en vigueur à l'époque de leur fabrication, dans le nouveau domaine.

Le domaine d'utilisation doit être compatible avec les interfaces et, le cas échéant, avec la nouvelle fonction du composant. Le domaine d'utilisation est déterminé sur la base du référentiel d'origine du composant.

- le maintien en service d'un composant de sécurité reste subordonné à son état (absence de fissures, de déformation, de corrosion, etc.) et à la possibilité d'en juger, notamment vis-à-vis des phénomènes d'usure et de fatigue et particulièrement lorsque les conditions d'emploi sont sensiblement différentes ;
- Le comportement antérieur des composants de sécurité maintenus en service et les nouvelles sollicitations auxquelles ils sont soumis doivent être pris en compte.

En outre, si des composants de sécurité maintenus en service sont modifiés ils doivent satisfaire aux exigences ci-dessous :

- la conception de leur modification doit respecter les règles techniques en vigueur ou à défaut les règles techniques qui leur étaient applicables à l'origine, sans pour autant être antérieures au 17 mai 1989.
- la conception de leur modification doit bénéficier d'un deuxième regard réalisé par une personne agréée.

## **A6 - 17.2 - Architectures électriques**

- Pour la réalisation d'une installation nouvelle ou d'une modification substantielle, la récupération éventuelle d'une architecture électrique doit se faire conformément aux dispositions de la partie D du présent document.
- Pour la modification d'une installation la récupération éventuelle d'une architecture électrique doit se faire conformément aux dispositions de la partie I du guide RM1.

## **A6 - 17.3 - Dispositions spécifiques aux câbles**

### **Article 18 de l'arrêté du 07 août 2009 - Généralités sur l'emploi et la réutilisation des câbles**

Pour toute réalisation d'un téléphérique nouveau ou toute modification substantielle d'un téléphérique, seuls des câbles neufs peuvent être utilisés, à l'exception des câbles porteurs-tracteurs qui peuvent être réutilisés pour une fonction identique ou comme câble de hauban, sous certaines conditions.

Notamment tout câble réutilisé fait l'objet :

- préalablement à sa réutilisation d'un contrôle non destructif et d'un contrôle dimensionnel et d'un examen visuel ;
- une fois installé, d'un nouvel examen comportant un contrôle non destructif et un contrôle visuel. Les contrôles sont renouvelés l'année suivante puis aux échéances prévues par l'annexe 1 au présent arrêté et comptées à partir de la première mise en exploitation de ce câble.

Ces contrôles sont réalisés par un vérificateur agréé.

Pour la réalisation d'un téléphérique, les câbles multi-torons ne peuvent être employés comme câbles porteurs et ne doivent pas comporter, pour toutes leurs autres fonctions, plus d'une couche de torons.

De même, les câbles multi-torons à âme mixte ou métallique sont employés uniquement comme câbles de tension et comme câbles de sécurisation. Les câbles de sécurisation par redondance, leurs fixations et leurs appuis doivent présenter une résistance à la rupture au moins égale au triple de l'effort qui s'exerceraient sur eux dans le cas où les organes qu'ils doublent viendraient à se rompre.

Des câbles porteurs-tracteurs provenant d'anciennes installations peuvent être réutilisés pour une fonction identique ou comme câble de hauban, dans les conditions suivantes :

a) il s'agit de câbles porteurs-tracteurs, n'ayant fait l'objet d'aucune réparation en dehors de l'épissure de construction et n'ayant pas été soumis à des incidents localisés ou généralisés significatifs (coup de foudre, accrochage avec un ouvrage fixe, glissement d'attache, ... etc.). Les zones d'épissure ne peuvent être récupérées.

b) il doit être justifié de l'état du câble avant sa réutilisation à partir d'un examen complet, dont les résultats sont rassemblés dans un procès-verbal, comportant :

- un contrôle non destructif sur toute la longueur du câble et le rappel des valeurs des pertes de section atteintes sur l'installation d'origine ;

- un contrôle dimensionnel et un examen visuel du câble dans les zones situées en section courante régulièrement espacées.

Les résultats de cet examen, auxquels sont joints les comptes-rendus des contrôles non destructifs effectués sur l'installation d'origine, doivent mettre en évidence le bon état du câble et notamment l'absence de défauts rédhibitoires.

Ces justifications sont accompagnées d'une notice établie par le maître d'œuvre de l'opération par laquelle ce dernier, d'une part définit les conditions de dépose, de stockage, de transfert et de déroulage du câble aptes à garantir son intégrité, d'autre part justifie que les nouvelles conditions de travail du câble au regard de la ligne, des poulies extrêmes, des attaches et des véhicules, ainsi que de la tension et de la variation de tension ne sont pas susceptibles d'affecter son comportement.

#### **Article 19 de l'arrêté du 07 août 2009 - Contrôle des câbles avant leur mise en exploitation**

**I.** – Avant la mise en exploitation du téléphérique, les câbles doivent faire l'objet d'un contrôle non destructif par un vérificateur agréé.

Ce contrôle doit être réalisé après la mise en tension du câble, sauf pour les zones de câbles dont le contrôle « pleine bobine » n'est pas possible en place.

Pour ces zones, ce contrôle peut être réalisé au déroulage du câble.

**II.** – Avant la mise en exploitation du téléphérique, l'épissure d'un câble neuf ou d'un câble récupéré doit être marquée CE. Toutefois, cette exigence n'est pas requise sur une installation mise en exploitation avant le 9 mai 2003, à condition que l'épissure, y compris la reprise de tension, soit réalisée par une entreprise certifiée en référence à la norme NF EN ISO 9001

L'épisseur doit attester la conformité de l'épissure à la norme EN 12 927.

## **A6 - 17.4 - Dispositions pour les autres composants de sécurité**

#### **Article 20 de l'arrêté du 07 août 2009 - Récupération des véhicules**

Les véhicules de téléphérique monocâble peuvent être récupérés si leurs nouvelles conditions de sollicitations dynamiques restent compatibles avec celles prises en compte lors de leur justification à la fatigue initiale. Cette compatibilité est justifiée soit par le respect de l'interface entre les véhicules et les appuis de ligne, soit par la réalisation de mesures de contraintes sur la nouvelle installation. A défaut, un contrôle par magnétoscopie est réalisé par une personne titulaire de la qualification COFREND II délivrée à cet effet à l'issue de chacune des deux premières années d'exploitation. Si de nouveaux défauts liés à la fatigue sont découverts, tous les constituants du même type que ceux concernés par les défauts doivent être retirés de l'exploitation sur le téléphérique considéré.

Lors de la récupération des véhicules, les éléments des véhicules sensibles au feu, y compris les moquettes et revêtements intérieurs, sont remplacés par de nouveaux composants répondant aux normes en vigueur.

Les véhicules de téléphérique monocâble peuvent être récupérés si le couple « *attache-appui de câble* » reste identique à celui pris en compte dans l'essai de fatigue initial quand celui-ci a été réalisé, soit en appliquant un coefficient de 1,5 aux contraintes dynamiques mesurées sur l'installation de référence, soit si le véhicule a été autorisé par les services de contrôle, pour tout type de balancier en appliquant un coefficient de 2 aux contraintes statiques.

Si les exigences prévues à l'alinéa précédent ne sont pas satisfaites, les véhicules récupérés doivent faire l'objet de mesures de contrainte sur la nouvelle installation. Les niveaux de contraintes dynamiques mesurés sur le nouveau site doivent être comparables à ceux pris en compte dans l'essai de fatigue initial. Si cette dernière condition n'est pas respectée, le véhicule considéré doit faire l'objet de nouveaux essais de fatigue fondés sur les nouvelles contraintes mesurées.

Sinon, les véhicules récupérés sont soumis à un contrôle par magnétoscopie dans les conditions prévues à l'article 20 de l'arrêté.

Lors d'une opération de modification qui consiste à remplacer les véhicules par des véhicules récupérés, le gabarit libre doit :

- soit être conforme aux exigences spécifiées dans l'article A3-7.2.2 du présent document,
- soit, s'il ne répond pas à l'exigence ci-dessus, ne pas être inférieur au gabarit initial.

#### **Article 21 de l'arrêté du 07 août 2009 - Récupération des constituants mécaniques ou mécano-soudés**

La possibilité de récupérer des constituants mécaniques ou mécano-soudés doit être appréciée en fonction de :

- l'adéquation de ces constituants avec leur environnement (axes et paliers, mors et câble, etc.) ;
- la possibilité d'évaluer leur usure et de contrôler leur intégrité (corrosion, fissures).

Les nouvelles conditions de travail en statique et vis-à-vis des phénomènes de fatigue, des constituants récupérés, doivent être équivalentes à celles supportées sur l'installation d'origine.

Toutefois, si les sollicitations d'origines étaient faibles vis-à-vis des sollicitations acceptables et ont engendré peu d'endommagement, des sollicitations supérieures peuvent être envisagées.

Si les sollicitations d'origine, sans être faibles vis-à-vis des sollicitations acceptables, étaient dans le domaine d'utilisation validé à l'origine, des sollicitations supérieures peuvent également être envisagées si elles restent dans ce domaine d'utilisation, que l'endommagement initial a été pris en compte et que ces deux aspects ont été validés par un deuxième regard (CTI ou CE).

Par ailleurs, un dispositif de déclenchement mécanique (vanne hydraulique,...) du 2<sup>e</sup> frein de sécurité accessible (ex : pas sous un boîtier à clé ou sous un capot non démontable / ouvrable rapidement) doit être présent sur l'installation.

### **A6 - 21.1 - Cas particulier des Mordaches**

Lors de la récupération d'une attache, on s'assurera de sa compatibilité avec le câble considéré, les éléments d'appui, mais aussi avec les mécaniques de gare. On vérifiera que les efforts de serrage et de résistance au glissement de l'attache sont compatibles avec la pente de l'installation et le type de câble sur lequel elle sera utilisée.

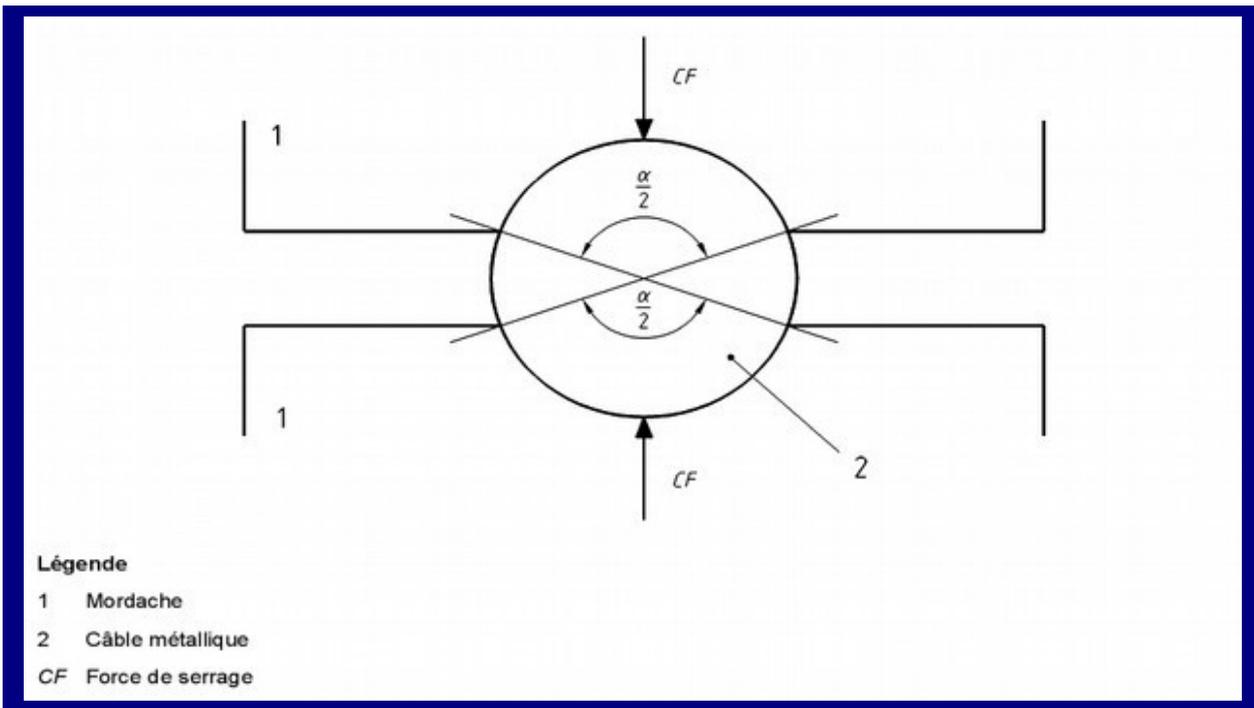
La récupération d'une mordache doit prendre en considération la variation prévue du diamètre du câble sous la tension de service.

Après serrage, un écartement d'au moins 2 mm entre les deux mors doit rester visible en tout point sur toute la longueur de la mordache et des dispositions doivent être prises, compte tenu de la réduction prévue du diamètre du câble lors du serrage et durant toute la durée de vie du câble.

Les gorges doivent être de section cylindrique. La somme  $\alpha$  des secteurs angulaires des gorges doit être d'au moins 250°. Le diamètre des gorges doit varier entre 1,05 et 1,1 fois le diamètre nominal du câble.

Une attention toute particulière doit être accordée aux sorties des mors qui doivent avoir un rayon approprié afin d'éviter toute arête vive dans ces zones.

La force de glissement doit être calculée en fonction de la surface de contact de la mordache avec le câble, de sa longueur, de la force de serrage et du coefficient de frottement selon la méthode ci après :



La surface de contact  $S$  est calculée par la formule suivante :

$$S = \frac{\alpha}{360} \pi \times d \times L$$

où  $d$  est le diamètre du câble,  $L$  la longueur de la surface de contact cylindrique entre la gorge et le câble et  $\alpha$  est la surface angulaire de contact entre la mordache et le câble exprimée en degrés.

La pression de serrage  $p$  est le rapport de la force de serrage  $CF$  à la surface de contact prévue,  $S$  :

$$p = \frac{2 \times CF}{\frac{\alpha}{360} \times \pi \times d \times L}$$

où  $CF$  est la force de serrage et elle représente le produit de la force unitaire de chaque boulon multipliée par le nombre total de boulons et par 0,8.

La force de glissement  $SF$  est calculée par la formule suivante :

$$SF = 2 \times CF \times f$$

où  $f$  est le coefficient de frottement entre les mors et le câble.

La pression de serrage maximale ne doit pas excéder :

- pour les câbles clos : 150 [N/mm<sup>2</sup>],
- pour les câbles toronnés : 50 [N/mm<sup>2</sup>].

Le coefficient de frottement est de :

- pour les câbles clos : 0,13,
- pour les câbles toronnés : 0,16.

Le domaine d'utilisation doit préciser :

- le diamètre nominal de la mordache,
- l'effort de traction maximal,
- le nombre et la position des boulons,
- la valeur du couple de serrage.

Le matériau de fabrication de la mordache complète doit être protégé contre la corrosion.

Sauf indication contraire, la ductilité des matériaux doit correspondre à une résilience Charpy avec entaille en V de 27 J à 20°C, conformément à l'EN 10045-1.

Les mors doivent être soumis à des contrôles non-destructifs.

Le niveau d'acceptation doit correspondre au degré de sévérité 2 de l'EN 1559-2.

La mordache doit disposer d'un marquage indélébile précisant le diamètre nominal des mors et le couple de serrage des boulons.

## **A6 - 21.2 - Tambours d'ancrage**

Lors de la réfection d'un tambour d'ancrage dans le cadre d'une modification substantielle, les prescriptions suivantes sont applicables :

- Le tambour d'ancrage doit être recouvert d'un matériau tendre qui n'engendre pas de corrosion du câble, par exemple : bois, matière synthétique, bois recouvert d'une tôle métallique (par exemple en zinc plus électro-négatif que l'acier) ;
- Le câble porteur doit être enroulé sur au moins trois (3) tours sur le tambour d'ancrage ;
- La tension résiduelle de l'extrémité libre du câble porteur doit être calculée en tenant compte :
  - d'un coefficient de frottement du câble sur le tambour de 0,10 pour une couverture en bois ou synthétique et de 0,08 pour une couverture métallique ;
  - du nombre effectif de tours d'enroulement du câble sur le tambour d'ancrage, dans la limite de quatre (4) ;
  - l'extrémité libre du câble doit être fixée par une mordache en appui sur un support indépendant. À une distance d'environ 10 mm en arrière de la première mordache, une mordache identique sera mise en place par sécurité. Chacune de ces mordaches doit pouvoir reprendre 3 fois la valeur de la tension résiduelle de l'extrémité libre du câble porteur (la valeur du coefficient de frottement du câble dans la mordache sera de 0,13 et la pression de serrage sera au maximum de 150 N/mm<sup>2</sup>).

### **Article 22 de l'arrêté du 07 août 2009 - Récupération des attaches**

Une attache ne peut être récupérée que si elle est compatible avec le câble porteur-tracteur, les éléments d'appui et les mécaniques de gare de l'installation concernée. Les efforts de serrage et de résistance au glissement de l'attache doivent également être compatibles avec la pente de l'installation et le type de câble sur lequel elle est utilisée.

### **Article 23 de l'arrêté du 07 août 2009 - Récupération des balanciers**

Sans préjudice du e du II de l'article 17, les balanciers ne peuvent être récupérés que s'ils ont été conçus de façon à permettre :

- d'empêcher le déraillement intérieur du câble ;
- le passage des véhicules dans les rattrape-câbles ;
- la détection du déraillement du câble, que ce dernier soit rattrapé ou non ;
- la gestion de la perte de chaque galet ;
- la gestion du blocage du galet d'entrée des balanciers supports.

Dans le cas d'une modification substantielle, les dispositions précédentes peuvent être adaptées de façon à obtenir un niveau de sécurité homogène sur l'ensemble de la ligne.

## **A6 - 23.1 - Prescriptions complémentaires pour la récupération de balanciers**

Les balanciers ne peuvent être récupérés que si les exigences suivantes sont satisfaites:

- a) les extrémités des trains de galets doivent être équipées d'anti-dérailleurs vers l'axe de la ligne. Ceux-ci doivent être conçus de façon à ne pas endommager le câble porteur-tracteur lors de son passage et de telle manière que les attaches ne puissent s'y accrocher ;
- b) les trains de galets doivent être équipés de rattrape-câbles qui permettent le passage d'une attache. La mobilité du train de galets ne doit pas entraver le bon fonctionnement du rattrape-câble ni le passage correct de l'attache dans celui-ci ;
- c) les trains de galets doivent être équipés à l'entrée de dispositifs de sécurité provoquant l'arrêt automatique de l'installation en cas de déraillement. Les trains de plus de quatre galets doivent être également équipés de tels dispositifs à la sortie. Ces dispositifs doivent fonctionner même si le câble passe en dehors du rattrape-câble ;
- d) la perte du galet d'entrée ou l'usure anormale de la garniture suite au blocage du galet d'entrée ne doit pas conduire à l'accrochage d'une attache. Un dispositif de détection du blocage ou de la perte du galet d'entrée ou des conséquences de ces événements répond à cette disposition.

### **Article 24 de l'arrêté du 07 août 2009 - Grande inspection des constituants récupérés**

Une grande inspection conforme aux dispositions des articles 48 à 51 est effectuée si les constituants récupérés ont plus de dix ans et moins de quinze ans ou si la dernière grande inspection a été réalisée depuis plus de cinq ans. Il en est de même sur des constituants maintenus en service si leur domaine d'utilisation évolue dans l'opération de modification substantielle.

## **A6 - 24.1 - Dispositions complémentaires relatives à la récupération, la modification ou le maintien en service du génie civil**

### **A6 - 24.1.1 - Généralités, définitions**

Constituant récupéré : un constituant est dit récupéré lorsque, après déplacement, il est utilisé sans modification sur la même installation ou sur une autre installation.

Constituant maintenu en service : un constituant est dit maintenu en service lorsque, après une opération de modification du téléphérique, il conserve sa fonction antérieure au même emplacement.

Constituant modifié : un constituant récupéré ou maintenu en service est dit modifié lorsqu'il subit une adaptation pour remplir la même fonction après une opération de modification ou de maintenance.

Un constituant est dit en interface avec un autre lorsqu'il appartient au même ouvrage de génie civil (ensemble pylône pris individuellement et son massif de fondation, gare et ses massifs de fondation par exemple).

### **A6 - 24.1.2 - Récupération**

Sauf accord du service de contrôle, seul un ouvrage de génie civil conçu après le 17 mai 1989 et de moins de 30 ans à la date d'autorisation du principe de l'opération (DAET, ...) peut être récupéré pour réaliser une installation nouvelle ou une modification substantielle.

Le génie civil récupéré doit respecter les exigences ci-dessous :

- La récupération du génie civil reste subordonnée à son état (absence de fissures, de déformation, de corrosion, etc.) et à la possibilité d'en juger, notamment vis-à-vis des phénomènes d'usure et de fatigue et particulièrement lorsque les conditions d'emploi sont sensiblement différentes ;
- Tout génie civil dont la tenue en service a nécessité un suivi particulier ou des modifications ne peut être récupéré, sauf si des prescriptions spécifiques l'autorisent ;
- Le génie civil métallique récupéré est justifié :
  - sur la base des nouveaux efforts (nouveau calcul de ligne selon règlement en vigueur),
  - et en considérant son domaine d'utilisation déterminé soit sur la base des règles en vigueur, soit sur la base du référentiel d'origine s'il est différent.

Dans ce dernier cas, il faut appliquer l'une des deux méthodes ci-dessous :

a) Utilisation d'un domaine d'utilisation générique établi à l'origine : Un coefficient réducteur de 10 % doit être appliqué à ce domaine d'utilisation.

b) Nouveau calcul de justification : Les vérifications peuvent être faites sur la base du référentiel d'origine mais en considérant un abattement de 10 % de la limite élastique des matériaux considérés (Nota : les justifications ne peuvent pas utiliser la notion de plasticité).

- Le comportement antérieur du génie civil récupéré et les nouvelles sollicitations auxquelles il est soumis doivent être pris en compte pour la vérification à la fatigue.

La justification de la récupération doit bénéficier d'un second regard réalisé par une personne agréée (i.e. BCT ou MOE).

### **A6 - 24.1.3 - Modification du génie-civil**

Si du génie civil récupéré est modifié, les règles de justification sont celles définies dans le paragraphe « récupération » précédent.

Si du génie civil maintenu en service est modifié, la conception de sa modification doit respecter les règles techniques en vigueur ou à défaut les règles techniques qui lui étaient applicables à l'origine, sans pour autant être antérieures au 17 mai 1989.

La conception de la modification doit bénéficier d'une évaluation au même titre qu'un élément de génie civil neuf (i.e. avec un avis BCT).

### **A6 - 24.1.4 - Maintien en service**

Lorsqu'une modification affecte le calcul de ligne de l'installation, un ouvrage de génie civil peut être maintenu en service, avec ou sans vérification de sa conformité aux règles techniques qui lui étaient applicables à l'origine, sans pour autant être antérieures au 17 mai 1989, suivant que les efforts subis par cet ouvrage après l'opération sont ou non différents de ceux qu'elle subissait antérieurement.

Cette comparaison est réalisée de la manière suivante :

- calcul des efforts dans l'ancienne configuration et selon les référentiels de calcul actuels (calcul de ligne, cas de charge),
- calcul des efforts dans la nouvelle configuration et selon les référentiels de calculs actuels (calcul de ligne, cas de charge),

Les efforts dans la nouvelle configuration ne doivent pas excéder ceux de l'ancienne configuration.

Si une valeur est supérieure, un nouveau calcul est nécessaire pour statuer sur le maintien en service de l'ouvrage de génie civil. Ce calcul peut être mené selon le référentiel d'origine.

Pour un massif en béton armé (hors fondations spéciales et massifs pleine fouille), les comparaisons peuvent être menées sur les valeurs suivantes :

Position du torseur	Valeurs maxi à comparer	Commentaires	
En tête de chandelle	$e_x = M_y / F_z$ $e_y = M_x / F_z$ $\sqrt{(e_x^2 + e_y^2)}$	Valide la stabilité et la solidité (flexion) de la semelle et l'effet sur le sol en place	
	$F_x$ $F_y$ $M_z$ $F_z$	Valide la solidité de la chandelle vis-à-vis des aciers d'efforts tranchant	
En pied de chandelle	$M_x$ $M_y$	Valide la solidité de la chandelle vis-à-vis des aciers de flexion (calcul flexion simple)	Inclut $F_x$ , $F_y$ , $M_x$ et $M_y$ venant du haut du massif

Si pour l'ensemble de ces valeurs, les valeurs de la nouvelle configuration sont inférieures ou égales aux valeurs de l'ancienne configuration, le maintien en service du massif est possible sans autre recalcul.

Si une valeur est supérieure, le recalcul est nécessaire pour statuer sur le maintien en service du massif. Ce recalcul peut être mené selon les règles (calcul de ligne et référentiel) d'origine à la conception de ce massif.

Lors du maintien en service d'un massif, ses conditions d'utilisation et d'environnement (notamment vis-à-vis de l'interaction avec le sol, le remblai...) ne doivent pas être modifiées, sauf à démontrer que cela est possible sur la base d'une nouvelle étude géotechnique (cas du recalcul).

Le comportement antérieur du génie civil maintenu en service doit également être pris en compte.

La comparaison ou le recalcul justifiant le maintien en service doit bénéficier d'un second regard réalisée par une personne agréée (i.e. BCT ou MOE).

## **A6 - 24.1.5 - Constituant de génie-civil neuf en interface avec un constituant récupéré ou maintenu en service**

Toute partie d'ouvrage de génie civil neuve est dimensionnée selon les règles en vigueur, conformément au chapitre A5 du présent guide. Si cela conduit à rendre la récupération ou le maintien en service impossible du fait d'incompatibilité des interfaces internes au génie-civil, il est possible de justifier la partie d'ouvrage neuve à partir des règles suivantes :

- Constituant métallique neuf

On utilise les règles définies pour les récupérations de constituant métallique (A6-24.1.2).

Ceci concerne les fûts, les potences, les collerettes, les cages d'ancrage, de ligne ou de gare. Un même référentiel doit être appliqué pour l'ensemble des tronçons de fût d'un même pylône.

- Fondation neuve

Le massif béton est dimensionné selon les règles en vigueur, y compris la partie de la cage d'ancrage noyée dans le béton.

Enfin, l'impossibilité d'utiliser les règles en vigueur doit être démontrée pour les interfaces concernées.

## **A6 - 24.2 - Dispositions particulières aux constructions métalliques pour les ouvrages de ligne et des stations**

Les composants récupérés doivent satisfaire aux conditions ci-dessous :

### **A6 - 24.2.1 - Conditions générales**

Il sera effectué une analyse chimique et des essais de traction pour caractériser l'acier.

l'acier doit avoir une énergie minimale de rupture par choc de 35 J/cm<sup>2</sup> à 0°C, ou par équivalence, une énergie minimale de rupture par choc de 27 J à 0°C sur une éprouvette normalisée (désignation J0). À cette fin, si nécessaire, il sera procédé à une série de trois essais de résilience KCV à 0° C sur les éprouvettes prélevées sur les ouvrages (cf NF EN 10045-1 d'octobre 1990 ).

Chaque type d'élément constitutif des ouvrages fera l'objet d'un prélèvement.

Les soudures existantes seront contrôlées. Cette vérification comportera obligatoirement un examen visuel détaillé suivi d'un contrôle non destructif.

Les nouveaux assemblages doivent être calculables et contrôlables.

### **A6 - 24.2.2 - Conditions spécifiques aux ouvrages de ligne**

Les conditions particulières suivantes, liées à l'existence des phénomènes de fatigue engendrés par le passage des véhicules sur les ouvrages de ligne, sont à respecter.

#### **A6 - 24.2.2.1. - Ouvrages de ligne constitués de tubes emboîtés dans des brides**

Ces ouvrages ne peuvent pas être récupérés pour réaliser une installation nouvelle où une modification substantielle.

Certains de ces ouvrages peuvent être récupérés dans le cadre d'une modification non substantielle dans les conditions exposées ci-après.

#### **A6 - 24.2.2.1.1 - Conditions générales**

- a) La récupération ou la modification de ces ouvrages ne sont autorisées que pour les appareils qui sont, dans leur ancienne comme dans leur nouvelle configuration, des télésièges à attaches fixes (capacité 2, 3, 4 places), à véhicules ouverts (non capotés) ;
- b) Elles sont interdites pour les pylônes « compression », « support-compression » ou « support » situés à moins de 20 m d'un pylône « compression » ou « support compression » ;
- c) Les ouvrages récupérés ou modifiés doivent faire l'objet d'une justification de leur tenue à la fatigue, effectuée soit par le constructeur ou le maître d'œuvre, soit par un bureau spécialisé, et réalisée conformément aux règlements et aux règles de l'art en vigueur. Il conviendra en particulier d'évaluer les hypothèses de chargement, avant et après réutilisation, le plus exactement possible. L'évaluation de la tenue à la fatigue tiendra compte des résultats de l'examen sur site.

#### **A6 - 24.2.2.1.2 - Conditions particulières**

- a) Les soudures tubes/collerettes réalisées en usine sont soumises aux contrôles non-destructifs. La nature des contrôles à effectuer et les critères d'acceptation de défauts à respecter doivent être proposés par le ou les constructeurs au service du contrôle en se référant aux normes applicables ou, à défaut, à des spécifications acceptées par ledit service.

Les procès-verbaux d'essais et de contrôle doivent être établis par des agents certifiés par la Confédération

française des essais non destructifs (COFREND) ou par un organisme accepté par le service de contrôle.

- b) Les fûts de section polygonale peuvent être assimilés à des fûts de section circulaire d'inertie équivalente; les assemblages comportant des goussets ne sont pas assimilables au type d'assemblage susvisé.
- c) En cas de récupération, il sera procédé au remplacement de tous les boulons par des boulons neufs dont la nature et le serrage seront définis par un bureau spécialisé, le constructeur ou le maître d'œuvre.

#### **A6 - 24.2.2.2 - Autres ouvrages de ligne**

Ils peuvent être récupérés si leurs assemblages sont calculables et contrôlables. Une justification de leur tenue à la fatigue doit être apportée. Les fûts de pylônes de plus de 25 m, et ceux dont la mise en service date de plus de 30 ans ne pourront pas être récupérés.

Un contrôle sera effectué par une personne compétente à l'issue de la première saison d'exploitation.

### **A6 - 24.3 - Dispositions particulières aux fondations et ouvrages en béton**

Le maintien en service des ancrages par tirants, des ouvrages en béton et des fondations spéciales (pieux et micro-pieux) fait l'objet d'un examen au cas par cas.

## Chapitre A7 - ESSAIS PROBATOIRES AVANT AUTORISATION DE MISE EN EXPLOITATION

### Article 25 de l'arrêté du 07 août 2009 - Essais probatoires

Un programme d'essais préalable à la mise en exploitation de l'installation doit être prévu, en tenant compte des spécificités de l'installation liées à son adaptation au terrain.

l'essai probatoire comprend :

- a) les essais des freins ainsi que de tous les autres dispositifs de sécurité ;
- b) la vérification de la conformité de l'installation aux documents présentés ;
- c) le contrôle des différents constituants de sécurité, des sous-systèmes et du génie civil dans leurs relations entre eux et dans leur environnement local ;
- d) l'épreuve de fonctionnement.

Le maître d'œuvre établit un rapport de l'essai probatoire.

Toutefois, la procédure d'essais portant sur les automatismes peut être élaborée, soit par le constructeur de l'installation, soit par le fabricant de ses éléments électriques. Ce programme :

- décrit les modes opératoires nécessaires pour réaliser les essais électriques listés dans le programme d'essais ;
- permet la vérification fonctionnelle des fonctions de sécurité traitées par l'architecture, consistant à vérifier le déroulement de la fonction, son efficacité ainsi que les visualisations associées, sans vérifier son traitement, au moyen de l'actionnement de capteurs ou de boutons poussoir de test.

### **A7 - 25.1 - Vérification de la conformité de l'installation aux documents présentés**

La conformité de l'installation terminée aux documents présentés doit être vérifiée.

### **A7 - 25.2 - Contrôles et essais fonctionnels des différents constituants dans leurs relations entre eux et dans leur environnement local.**

Ces contrôles doivent être effectués pour justifier la sûreté de fonctionnement et doivent notamment porter sur :

- a) l'état des câbles, de leurs liaisons et de leurs attaches d'extrémité ;
- b) le guidage des câbles et le fonctionnement de leurs éléments de support et de leurs dispositifs de mise en tension, y compris leur mise en tension ;
- c) le maintien d'une distance suffisante entre les véhicules, agrès et câbles et les autres constituants en prenant en compte l'environnement local dans les cas d'exploitation les plus défavorables ;
- d) la liaison des véhicules ou agrès aux câbles mobiles et leur résistance au glissement en toutes circonstances durant leur exploitation selon l'EN 13796-2 ;

- e) la libre circulation des véhicules ou agrès sur la ligne et dans les stations ;
- f) le fonctionnement des installations électriques ;
- g) le fonctionnement des installations de télécommunication et de signalisation ;
- h) le fonctionnement des dispositifs de sécurité et de surveillance en cas de défaillance de fonctionnement de l'installation ;
- i) l'efficacité de tous les freins et le maintien de l'adhérence nécessaire dans les conditions de charge les plus défavorables en exploitation ; dans le cas des téléskis, on réalise ce contrôle sur une installation non chargée ;
- j) le fonctionnement de tous les types d'entraînement dans tous les modes d'exploitation y compris celui des installations de commande et de réglage et en tenant compte de tous les cas de charge les plus défavorables en exploitation. On vérifie les distances d'arrêt requises pour chacun des deux freins. Pour les téléphériques à va-et-vient (ou va-ou-vient), on envisage la défaillance d'un des deux freins ;
- k) le fonctionnement des dispositifs d'évacuation et leur essai ;
- l) l'état des stations, des ouvrages de ligne et de leurs infrastructures ;
- m) la présence des postes de travail et de maintenance dans le respect des exigences relatives à la protection des travailleurs.

## **A7 - 25.3 - Épreuve de fonctionnement**

L'installation contrôlée selon [A7 - 25.1](#) et [A7 - 25.2](#) doit fonctionner pendant une durée telle que définie ci-dessous.

L'essai en charge doit être réalisé avec la charge maximale admissible et à la vitesse maximale admissible.

La durée minimale de fonctionnement à la vitesse maximale durant cette épreuve doit être :

- 8h avec le moteur de secours à vide ;
- pour les installations à attaches fixes : 25 h avec l'entraînement principal, dont 5 h au moins à pleine charge pour les installations à va-et-vient ;
- pour les installations à attaches découplables : 50 h avec l'entraînement principal, dont 5 h au moins à pleine charge ;
- pour les téléphériques à va-et-vient ou va-ou-vient : 50 voyages allers-retours avec manœuvre des portes, des barrières de quais et des quais s'ils sont mobiles.

Pour l'épreuve à pleine charge, la vitesse est choisie en fonction des caractéristiques et du type de l'appareil, si la conception de celui-ci le permet.

Si une épreuve en charge apparaît irréalisable en raison notamment de la conception de l'appareil, une exploitation suivant un régime réduit pourra être proposée pendant une période probatoire, nécessitant l'accord du service de contrôle.

Une épreuve sera en outre effectuée avec tous les autres entraînements sur au moins un cycle complet de fonctionnement.

Dans le cas des installations avec véhicules à attaches découplables, l'épreuve de fonctionnement sera effectuée avec tous les véhicules.

## **A7 - 25.4 - Rapport de l'essai probatoire**

Les résultats de l'essai probatoire doivent être consignés par écrit dans un rapport qui doit notamment comprendre les éléments suivants :

- a) le compte-rendu de la vérification de la conformité des constituants et sous-systèmes aux documents présentés et leur compatibilité entre eux sur l'installation.  
Ce compte-rendu doit lister pour chaque sous-système et constituants de sécurité :
  - les paramètres d'interface et le cas échéant les valeurs limites de ces paramètres ;
  - le moyen de contrôle de la compatibilité avec l'installation (note de calcul de ligne, un plan, le dossier d'utilisation d'un autre constituant de sécurité etc....) ;
  - le cas échéant les valeurs pour ces paramètres telles que calculées ou relevées sur l'installation en utilisant le moyen de contrôle ;
  - et enfin le résultat de cette vérification de compatibilité.
- b) le compte-rendu de la vérification de la conformité du génie civil aux documents présentés ;
- c) la liste récapitulative des déclarations CE de conformité aux directives européennes applicables ;
- d) les comptes-rendus des essais de freinage ;
- e) les comptes-rendus du contrôle des dispositifs de surveillance pour l'entrée et la sortie correctes des véhicules des stations ;
- f) le compte-rendu du contrôle des installations électriques ;
- g) le relevé des valeurs de consigne pour les constituants mécaniques et électriques de l'installation ;
- h) le compte-rendu de l'état des câbles, de leurs liaisons et de leurs attaches d'extrémité ;
- i) le compte rendu de l'épreuve de fonctionnement avec indication de la vitesse de marche, de la charge, du nombre d'heures de fonctionnement, ainsi que de toutes les pannes survenues, de leur cause et des réparations effectuées ;
- j) le compte-rendu des exercices d'évacuation pour les téléphériques possédant un véhicule d'évacuation ;
- k) des contrôles et essais réalisés sur les constituants de sécurité récupérés ou maintenus en service sans modification (qualité des matériaux, nature des contrôles, procédures mises en œuvre, etc.), des éventuelles modifications de constituants de sécurité ;
- l) l'analyse de sécurité avec la liste des constituants de sécurité.

## **A7 - 25.5 - Point 0 d'origine, réalisé après la mise en service**

Il s'agit d'un point destiné à donner une référence du fonctionnement et du comportement dynamique d'un téléphérique bicâble, qui pourra être utilisé pour vérifier la non dégradation du fonctionnement de l'appareil, en particulier à l'occasion de futures modifications. Il est réalisé à l'issue de la première année d'exploitation du téléphérique, selon un protocole défini préalablement à la mise en service et confirmé avant la réalisation du point 0, après intégration du retour d'expérience de la première année d'exploitation.

Ce protocole est à présenter par le constructeur, en collaboration avec le maître d'œuvre et l'exploitant de l'appareil. Il est adapté à chaque cas spécifique, mais doit comporter a minima les vérifications suivantes :

- Pesée d'un véhicule vide (tous pour un va-et-vient, échantillonnage sur 5 véhicules sinon)
- Pesée de la charge utile utilisée pour les essais du point 0.
- Mesure d'oscillations d'un véhicule dans différents cas de charges et différentes conditions de fonctionnement (par ex. cycle automatique, décélérations/accélérations ).

Ces cas de charges, conditions de fonctionnement et modalités et nombre de véhicules à équiper sont à définir dans le protocole du point 0.

- Estimation des flèches de câbles (statiques et dynamiques, par exemple sur la base de relevés géomètres, d'enregistrements vidéos, ...) dans des cas de charge et conditions de fonctionnement à définir dans le protocole du point 0.

- Relevé de la consigne de vitesse envoyée au variateur ainsi que de la vitesse câble au cours d'un cycle complet de fonctionnement (ce cycle doit comprendre, y compris pour des téléphériques unidirectionnels, des phases de démarrage et d'arrêt).

Les vérifications sont réalisées par le constructeur, sous le pilotage de l'exploitant, en présence du maître d'œuvre.

Un compte-rendu de ce point 0 est établi par le constructeur, mentionnant en particulier les conditions météorologiques rencontrées au cours des différents essais.

## Chapitre A8 – CONTENU DU DOSSIER DE RÉCOLEMENT PRÉVU À L'ARTICLE R-472.15 DU CODE DE L'URBANISME

### Article R472-15 du code de l'urbanisme

Le dossier joint à la demande comprend :

1. Une déclaration du maître d'œuvre attestant que le projet a été réalisé et vérifié conformément aux spécifications techniques du projet autorisé, à la réglementation technique et de sécurité en vigueur et aux prescriptions imposées par l'autorisation d'exécution des travaux ;
2. s'il s'agit d'une installation autre qu'un téléski, une attestation du contrôleur technique mentionné à l'article R. 342-25 du code du tourisme chargé par le maître d'ouvrage de contrôler la conception et l'exécution des fondations, ancrages et superstructures, à l'exclusion des parties mobiles ou sujettes à l'usure ;
3. Le dossier de récolement comprenant notamment les notes de calculs, le rapport de sécurité de l'installation, les déclarations de conformité et documentations techniques relatives aux constituants et aux sous-systèmes prévus par le décret n° 2003-426 du 9 mai 2003 relatif à la mise sur le marché des constituants et sous-systèmes assurant la sécurité des remontées mécaniques, les plans d'exécution et tous documents justificatifs relatifs à l'installation et à la bonne exécution du projet ;
4. La désignation de l'exploitant ;
5. Les propositions pour :
  - a) Un règlement d'exploitation et un règlement de police particuliers,
  - b) Un plan d'évacuation des usagers, le cas échéant,
  - c) Le programme des essais définis par les règles techniques et de sécurité en vigueur,
  - d) Les consignes pour le personnel d'exploitation.
6. Une attestation d'assurance garantissant la responsabilité civile de l'exploitant.

Le dossier de récolement comprend :

N°	Documents	Précisions
<b>SOMMAIRE GÉNÉRAL du Dossier de Récolement</b>		
<b>Da - DOCUMENTS GÉNÉRAUX</b>		
	Plan de situation	
	Profil en long	
	Note ou document de justification des gabarits en ligne et en gare (y compris pour les câbles aériens entre les voies)	
	Note d'analyse sur les dispositifs de mesure du vent	
	Note de calcul de ligne pour l'ensemble des cas de charge envisagés	
	Analyse de sécurité	
	Le cas échéant, analyse de risque spécifique au risque incendie	
	Rapport de sécurité	
	Documents justificatifs relatifs au respect des prescriptions émises dans le dossier d'autorisation des travaux (DAET ou DPS)	

N°	Documents	Précisions
	Plan des zones d'embarquement et de débarquement	
	Plan d'aménagement des gares	
	Note sur la prise en compte de la sécurité des travailleurs	
	Rapport de l'essai probatoire	
	Liste des sous-systèmes et des constituants de sécurité	Avec les références spécifiques des constituants et sous-systèmes affectés à l'installation
	Documents justificatifs relatifs à la mise en œuvre de la qualité	Lot unique : Certificat ISO9001 Lots séparés : PAQI et ses attestations contrôleur externe et maître d'ouvrage
	Attestation V0	
	Justifications récupération de matériel le cas échéant	
	Proposition de protocole pour le point 0 à réaliser à l'issue de la première année d'exploitation	Pour les téléphériques bicâbles
<b>Db - GÉNIE CIVIL BÉTON</b>		
Db1- Géotechnique	Rapport de l'étude géotechnique	
Db2.1 - Béton de convenue	Dossier du béton de convenue et certificats des aciers à béton utilisés	
Db2.2 - Béton gare G1	Notes de calculs par ouvrages	
	Plans de coffrage	
	Plans de ferrailage	
	Plans et NDC des ancrages, butées	
	Documents de suivis de chantier	Contrôle par géomètre des ouvrages PV de réception des fouilles, des ferrailages et des contrôles des bétonnages Affectation des bétons Carnet de chantier de l'entreprise
	Document de traçabilité des non conformités	
Db2.3 - Béton Ligne	Notes de calculs par ouvrages	
	Plans de coffrage	
	Plans de ferrailage	
	Plans et NDC des ancrages, butées	
	Documents de suivis de chantier	Contrôle par géomètre des ouvrages PV de réception des fouilles, des ferrailages et des contrôles des bétonnages Affectation des bétons Carnet de chantier de l'entreprise
	Document de traçabilité des non-conformités	
Db2.4 - Béton gare G2	Notes de calculs par ouvrages	
	Plans de coffrage	

N°	Documents	Précisions
	Plans de ferrailage	
	Plans et NDC des ancrages, butées	
	Documents de suivis de chantier	Contrôle par géomètre des ouvrages PV de réception des fouilles, des ferrailages et des contrôles des bétonnages Affectation des bétons Carnet de chantier de l'entreprise
	Document de traçabilité des non-conformités	
<b>Db3 - GÉNIE CIVIL MÉTALLIQUE</b>		
Db3.1 Pylônes et Potences	Plans des pylônes	
	Plans des potences	
	Plans des collerettes	
	Notes de calculs (y compris passerelles)	
	Plans des passerelles	
Db3.2 A Gare G1	Plans généraux des gares	
	Autres plans de la structure porteuse	
	Notes de calculs	
Db3.2 A Gare G2	Plans généraux des gares	
	Autres plans de la structure porteuse	
	Notes de calculs	
<b>Dc - SOUS SYSTEMES ET CONSTITUANTS DE SECURITE</b>		
Dc1-Câbles et attaches des câbles	Déclaration de conformité CE sous-systèmes Déclaration de conformité CE des constituants Documentation technique, dossiers d'utilisation et documents référencés dans ces documents Certificat d'essai du câble Rapport de CND du câble Contrôle dimensionnel de l'épissure	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange
Dc2-Gares	Déclaration de conformité CE sous-systèmes Déclaration de conformité CE des constituants Documentation technique, dossiers d'utilisation et documents référencés dans ces documents Documents (plans, notices...) nécessaires à l'exploitation et à la maintenance	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange
Dc3-Ligne	Déclaration de conformité CE sous-systèmes Déclaration de conformité CE des constituants Dossiers d'utilisation et documents référencés dans le dossier d'utilisation Plans nécessaires à l'exploitation et à la maintenance	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange

N°	Documents	Précisions
Dc4-Véhicules et véhicules de service	Déclaration de conformité CE sous-système Déclaration de conformité CE des constituants Dossiers d'utilisation et documents référencés dans le dossier d'utilisation Plans nécessaires à l'exploitation et à la maintenance PV de pesée de véhicules	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange Au moins 3 véhicules si pertinent
Dc5-Dispositifs électrotechniques	Déclaration de conformité CE sous-système Déclaration de conformité CE des constituants Dossiers d'utilisation et documents référencés dans le dossier d'utilisation Notices de conduite Procédures d'essais probatoires et annuels Organigramme de freinage	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange
Dc6-Dispositifs d'évacuation	Déclaration de conformité CE sous-système Déclaration de conformité CE des constituants Dossiers d'utilisation et documents référencés dans le dossier d'utilisation	La documentation doit permettre : - l'identification des constituants installés et de leurs caractéristiques techniques - la gestion de la maintenance courante des constituants - l'identification et la commande des pièces de rechange
<b>Dd - ASSEMBLAGE DES SOUS-SYSTÈMES</b>		
	LOMC renseignées Justification des gabarits singuliers	
<b>De - EXPLOITATION DES SOUS-SYSTÈMES</b>		
	Notices d'exploitation et de maintenance	

(\*) Visite initiale des composants de sécurité (visite V0)

Des contrôles non destructifs sont effectués, avant leur mise en service, sur tous les composants de génie-civil qui doivent être soumis à de tels contrôles lors des grandes inspections.

qu'il s'agisse de contrôles en cours ou en fin de fabrication réalisés par le ou les constructeurs, leurs sous-traitants ou leurs fournisseurs, l'ensemble est regroupé sous le vocable « visite initiale » ou « V0 ».

La nature des contrôles à effectuer et les critères d'acceptation de défauts à respecter sont définis par le ou les constructeurs en se référant aux normes applicables.

Les procès-verbaux d'essais et de contrôle doivent être établis par des agents certifiés par la Confédération française des essais non destructifs (Cofrend) ou par un organisme équivalent.

Les contrôles par sondages sont admissibles dans la mesure où ils sont prévus par les normes ou spécifications susvisées, et où il est fait usage de techniques statistiques choisies parmi celles définies par les normes en vigueur.

Ces différents contrôles font l'objet d'une attestation dite V0 fournie dans le dossier de récolement du DAME.

## **Chapitre A9 - DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LA MODIFICATION ET LA MAINTENANCE**

Se reporter aux PARTIES G et H du guide RM1 du STRMTG « Exploitation, modification et maintenance des téléphériques » .

## Chapitre A10 - PARAMÈTRES À PRENDRE EN COMPTE POUR LES CALCULS ET VÉRIFICATIONS DANS LE CAS D'UN TÉLÉPHÉRIQUE MONOCÂBLE

**Tableau A : Vérification des coefficients de sécurité du câble porteur-tracteur d'un téléphérique monocâble**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires								Critères de vérification	Précision
			Tension	Vent	Givre	Delta T°C	Effets dynamiques	Cas de charge	Exploitation			
									En	Hors		
Sécurité du câble à la traction	<a href="#">A5 - 5.3.3.1.2</a>	1	Système de tension à tension nominale	0	0	0 (sauf si tension fixe)	X (Dans les cas d'accélération et de freinage normaux prévus)	Vide_Vide Charge_Vide Vide_Chargé Chargé_Chargé Autres cas spécifiques si profil spécifique	X		$S_{min} = \frac{F_{min}}{T_{max}} \geq 4$	Cas d'accélération et freinage normaux : valeurs maximales prévues à la conception par le constructeur et vérifiées lors des essais.
	<a href="#">A5 - 5.3.3.1.2</a>	2	Système de tension à tension nominale	0	0	0 (sauf si tension fixe)	0	Vide_Vide Charge_Vide Vide_Chargé Chargé_Chargé Autres cas spécifiques si profil spécifique	X		$S_{max} = \frac{F_{min}}{T_{min}} \leq 20$	Néant
	<a href="#">A5 - 5.3.3.1.2</a>	3	Système de tension à l'arrêt, bloqué	X	X	0 (sauf si tension fixe)	0	Cas de charges hors exploitation		X	$S_{min} = \frac{F_{min}}{T_{max}} \geq 2,25$	Ces calculs ne sont pas dimensionnants dans les conditions réglementaires pour des appareils « standards » pour des portées inférieures à 400 m. Les TSF, TSD, TC, TSCD, « standards » sont exonérés de cette vérification.
	<a href="#">A5 - 5.3.3.1.2</a>	4	Système de tension à l'arrêt, bloqué	0	0	X	0	Cas de charges hors exploitation		X	$S_{min} = \frac{F_{min}}{T_{max}} \geq 2,25$	Ces calculs ne sont pas dimensionnants dans les conditions réglementaires pour des appareils « standards » pour des portées inférieures à 400 m. Les TSF, TSD, TC, TSCD « standards » sont exonérés de cette vérification.

**Légende :**
**0 = Non pris en compte**
**X = Pris en compte**

**Tableau B : Vérification des distances de sécurité verticales d'un téléphérique monocâble**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires								Critères de vérification	Précision	
			Tension	Vent (véhicule)	Vent (câble)	Delta T°C	Effets dynamiques	Cas de charge	Exploitation				Véhicule
				Transversal	Transversal				En	Hors			Zone VMPS
Distance de sécurité mini avec les éléments survolés	<a href="#">A3-7.4</a>	1	Système de tension à tension nominale	0 (sauf localement si dévers important ou obstacle)	0 (sauf localement si dévers important ou obstacle)	0 (sauf si tension fixe)	_forfait +20 % _ou suivant les cas d'accélération et de freinage normaux prévus en charges concentrées	Dans le cas de tension mini de la portée considérée avec le plus grand poids au mètre linéaire. Exemple: - Si tension aval : 1 portée chargée (celle considérée) - Si tension amont : 1 brin de câble chargé - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		X	Respect des distances de sécurité, selon l'article <a href="#">A3-7.4</a> de tout élément d'une remontée mécanique survolée dont le câble se trouve dans la position la plus haute. (Cf. ci-dessous)	_Cas d'accélération et freinage normaux: Valeurs maximales prévues à la conception par le constructeur et vérifiées lors des essais _Le calcul s'effectue avec le câble en position normale sur ses galets _Si la distance entre l'appui normal et le câble dans le rattrape câble est supérieure à 50cm, la vérification se fera avec le câble dans le rattrape câble
	<a href="#">A3-7.4</a>	2	En position stabilisée résultant d'une fuite d'huile	0	0	0	0	Dans le cas de tension mini de la portée considérée avec le plus grand poids au mètre linéaire. Exemple: - Si tension aval : 1 portée chargée (celle considérée) - Si tension amont : 1 brin de câble chargé - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		X	Non-contact avec tout obstacle ou autres points singuliers à considérer	_Appareil "en exploitation" à l'arrêt _Points singuliers, exemple: Croisement d'une autre RM, gabarit routier, ... sans considération de distance de sécurité
Distance de sécurité mini avec les éléments survolant l'appareil	<a href="#">A3-7.4</a>	3	Système de tension à tension nominale	0 (sauf localement si surplomb)	0 (sauf localement si surplomb)	0 (sauf si tension fixe)	_forfait -20 % _ou suivant les cas d'accélération et de freinage normaux prévus en charges concentrées	Dans le cas de tension maxi de la portée considérée avec le plus petit poids au mètre linéaire. Exemple: - Si tension amont : Vide - Si tension aval : 1ou 2 brin de câble chargé ( sauf la portée considérée) - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X	X	X	Respect de l'art. <a href="#">A3-7.4</a>	_Cas d'accélération et freinage normaux : Valeurs maximales prévues à la conception par le constructeur et vérifiées lors des essais _Le calcul s'effectue avec le câble en position normale sur ses galets _Si la distance entre l'appui normal et le câble dans le rattrape câble est supérieure à 50 cm, la vérification se fera avec le câble dans le rattrape câble _Cas d'une remontée mécanique survolant l'appareil : le câble de l'appareil du dessus se trouve dans la position la plus basse à tension nominale
Hauteur maximale au-dessus du sol	<a href="#">A3-7.8</a>	4	Système de tension à tension nominale	0	0	0 (sauf si tension fixe)	0	Vide_Vide	X		X	Respect de l'art. <a href="#">A3-7.8</a>	Le survol est vérifié à l'axe de l'appareil

**Légende :**

0 = Non pris en compte

X = Pris en compte

NB : Le calcul s'effectue en charges concentrées. On considère uniquement le vent transversal, on ne considère ni le givre ni l'inclinaison du véhicule.

**Tableau C : Vérification des distances de sécurité transversales d'un téléphérique monocâble**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires									Critères de vérification	Précision
			Tension	Vent (véhicule)	Vent (câble)	Delta T°C	Cas de charge	Exploitation		Véhicule			
				Transversal	Transversal			En	Hors	Angle d'inclinaison	Zone VMPS		
Distance de sécurité mini par rapport aux éléments fixes internes à l'installation en station	<a href="#">A3-7.3.1</a>	0	Système de tension à tension nominale	0	0	0 (sauf si tension fixe)	0	X		X 0,2 rad	X	Pas de contact entre zone VMPS et élément fixe (article <a href="#">7.3.1</a> )	
										X 0,3 rad	0		
Distance de sécurité mini par rapport aux éléments fixes de l'installation en ligne	<a href="#">A3-7.3.2</a>	1	Système de tension à tension nominale	X (vent maximal en exploitation qexpl, spécifique à chaque installation, minimum 250 Pa)	0 (sauf en cas de brin de câble dans une portée avec pylône débridé)	0 (sauf si tension fixe)	0	X		X (avec excentrement + vent) max [0,3 rad ; $\alpha+0,1$ si $\alpha$ sous qexpl > 0,2 rad]	0	Pas de contact entre pylône et véhicule (article <a href="#">A3-7.3.2 a)</a> )	Véhicule avec charge non maxi mais excentrée la plus défavorable
										X (avec excentrement + vent) min [ $\alpha$ sous qexpl si $\alpha$ sous qexpl $\alpha < 0,2$ rad ; 0,2 rad]	X		
Distance de sécurité mini par rapport aux éléments fixes externes à l'installation en ligne	<a href="#">A3 - 7.4.1.1</a>	2	Système de tension à tension nominale	X (vent maximal en exploitation qexpl, spécifique à chaque installation, minimum 250 Pa)	X (200 Pa)	0 (sauf si tension fixe)	Dans le cas de tension mini de la portée considérée, exemple: - Si tension aval : Ligne vide - Si tension amont: 1 brin de câble chargé sauf la portée considérée - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		X 0,2 rad (ou valeur calculée sous qexpl si celle-ci est supérieure à 0,2 rad)	X	Distance de sécurité de 1,5 m entre espace enveloppe et élément externe ('art. <a href="#">A3 - 7.4.1.1</a> )	Si le croisement s'effectue à moins de 50 m d'un pylône, distance de sécurité peut être ramenée à valeur de déviation latérale du câble sans être inférieure à 0,5 m
Largeur de la voie	<a href="#">A3-7.6</a>	3	Système de tension à tension nominale	X En vent contraire sur les 2 véhicules mis en opposition (vent maximal en exploitation qexpl, spécifique à l'installation considérée, minimum 250 Pa)	X sur le brin de câble de la portée la plus défavorable, dans le cas de tension le plus défavorable (200 Pa)	0 (sauf si tension fixe)	Dans le cas de tension mini de la portée considérée, exemple: - Si tension aval : Ligne vide - Si tension amont: 1 brin de câble chargé sauf la portée considérée - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		X 0,2 rad pour chaque véhicule (ou valeur calculée sous qexpl si le vent est supérieur à 20 m/s, avec un minimum de 0,2 rad)	X suivant cas de charge possible	Non-contact entre les zones considérées.	Dans la portée la plus défavorable (en milieu de portée)

Distance horizontale de sécurité mini entre un véhicule de l'installation et un autre véhicule externe à l'installation	<a href="#">A3-7.4.1.2</a>	4	Système de tension à tension nominale	X en vent contraire sur les 2 véhicules mis en opposition (vent maximal en exploitation qexpl, spécifique à l'installation considérée, minimum 250 Pa)	X sur le brin de câble de la portée considérée, dans le cas de tension le plus défavorable 200 Pa	0 ( sauf si tension fixe)	Cas le plus défavorable	X		X 0,2 rad pour chaque véhicule (ou valeur calculée sous qexpl si le vent est supérieur à 20 m/s, avec un minimum de 0,2 rad)	X suivant cas de charge possible	Distance de sécurité de 1,5 m entre espaces enveloppes (art. <a href="#">A3-7.4.1.2</a> )	Néant
---	----------------------------	---	---------------------------------------	--	---	---------------------------	-------------------------	---	--	--	----------------------------------	---	-------

**Légende :**

**0 = Non pris en compte**

**X = Pris en compte**

**NB : Le calcul s'effectue en charges concentrées.** On considère uniquement le vent transversal, on ne considère ni le givre ni l'inclinaison du véhicule.

**Tableau D : Vérification des appuis d'un téléphérique monocâble**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires							Critères de vérification	Précision	
			Tension	Vent sur le câble et le véhicule	Delta T°C	Effets dynamiques	Cas de charge	Exploitation				
								En	Hors			
Coefficient de force transversale sur appui ponctuel	<a href="#">A5 - 5.3.3.2.2</a>	1	Système de tension à tension nominale	0	0 (sauf si tension fixe)	0		Cas de charge en exploitation	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.2.2</a> valeur minimale de 15	Néant
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.1</a> Charge minimale appuis support	2	Plage de tension surveillée	X (pour le calcul de la force aérodynamique résultante)	0 (sauf si tension fixe)	0		vide	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.1</a>	Les efforts du vent ne sont pas pris en compte pour la tension dans le câble
		3	Plage de tension surveillée	X (pour le calcul de la force aérodynamique résultante)	0 (sauf si tension fixe)	0		Nu ou vide		X	Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.1</a>	Les efforts du vent ne sont pas pris en compte pour la tension dans le câble
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.2</a> Charge minimale appuis compression	4	Plage de tension surveillée	X (pour le calcul de la force aérodynamique résultante)	0 (sauf si tension fixe)	0		Chargé	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.2</a>	Les efforts du vent ne sont pas pris en compte pour la tension dans le câble Pas de calcul hors exploitation
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.3</a> Charge minimale appuis support	5	Plage de tension surveillée	0	0 (sauf si tension fixe)	0		Dans le cas de tension maxi des portées adjacentes considérées avec le plus petit poids au mètre linéaire, exemple: - Si tension amont : Vide - Si tension aval : 1 ou 2 brins de câble chargé (sauf les portées adjacentes considérées) - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.3</a>	+ 40 % de la tension ainsi obtenue sur les portées adjacentes
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.4</a> Charge minimale appuis compression	6	Plage de tension surveillée	0	0 (sauf si tension fixe)	0		Dans le cas de tension mini de la portée considérée avec le plus grand poids au mètre linéaire, exemple: - Si tension aval : 2 portées adjacentes chargées - Si tension amont : 1 brin de câble chargé - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3.4</a>	- 20 % de la tension ainsi obtenue sur les portées adjacentes, Augmentation simultanée de 25 % de la charge utile sur les portées adjacentes.

Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 4.</a> Charge minimale appuis compression	7	En position stabilisée résultant d'une fuite d'huile	0	0	0 (s'il est prévu de récupérer à l'aide du treuil en mode secours, la vérification avec effets dynamiques doit être effectuée, Les conditions de la partie <a href="#">D1 du RM2</a> concernant les fonctions pontables seront respectées)	Dans le cas de tension mini de la portée considérée avec le plus grand poids au mètre linéaire, exemple: - Si tension aval : 2 portées adjacentes chargées - Si tension amont : 1 brin de câble chargé - Si tension fixe ou profil particulier : Cas le plus défavorable			Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 4.</a>	Augmentation de 25 % de la charge utile du véhicule sous l'appui.
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 6.</a> Charge mini sur galet	8	Plage de tension surveillée	0	0 (sauf si tension fixe)	X	Cas de charge en exploitation	X		Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 6.</a>	Charge mini 500 N sur les galets
	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 7.</a> Charge mini sur galet	9	Plage de tension surveillée	0	0 (sauf si tension fixe)	X	Cas de charge vide		X	Cf. Art. <a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 7.</a>	Charge mini 250 N sur les galets
Sécurité d'appui sur les ouvrages de ligne	<a href="#">A5 - 5.3.3.3.3 8.</a> Charge maximale sur galet	10	Système de tension à tension nominale	0	0 (sauf si tension fixe)	0	Cas de charge en exploitation	X		Domaine d'utilisation de l'attestation CE de l'appui	Néant

**Légende :**

**0 = Non pris en compte**

**X = Pris en compte**

**NB :** On considère uniquement le vent transversal. Le givre n'est pas considéré.

**Tableau E : Vérification de l'adhérence des poulies d'un téléphérique monocâble**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires				Critères de vérification	Précision
			Tension	Delta T°C	Effets dynamiques	Cas de charge		
Adhérence poulie	<a href="#">A5 - 5.3.3.4</a>	1	Seuil bas d'arrêt	0 (sauf si tension fixe)	X (Dans les cas d'accélération et de freinage normaux prévus)	Le plus défavorable des cas suivants: - Vide_Vide - Chargé_Vide - Vide_Chargé - Chargé_Chargé - Autres cas spécifiques si profil spécifique - Autres cas spécifiques prévus en exploitation. Exemple : Exploitation pendant le cyclage des véhicules...	$\mu_{adm} = 0,67 \mu \geq \mu_{nec} = \frac{1}{\alpha} \times \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$	_Cas d'accélération et freinage normaux : Valeurs maximales prévues à la conception par le constructeur et vérifiées lors des essais
		2	En position stabilisée résultant d'une fuite d'huile	0	0 (S'il est prévu d'évacuer à l'aide du treuil en mode secours, la vérification avec effets dynamiques doit être effectuée. Les conditions de la partie <a href="#">D1 du RM2</a> concernant les fonctions pontables seront respectées)	<u>Le plus défavorable des cas suivants:</u> - Vide_Vide - Charge_Vide - Vide_Chargé - Chargé_Chargé - Autres cas spécifiques si profil spécifique - Autres cas spécifiques prévus en exploitation. Exemple : Exploitation pendant le cyclage des véhicules...	$\mu_{adm} = 0,73 \mu \geq \mu_{nec} = \frac{1}{\alpha} \times \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$ à l'arrêt ; $\mu_{adm} = 0,80 \mu \geq \mu_{nec} = \frac{1}{\alpha} \times \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$ s'il est prévu d'évacuer à l'aide du treuil en mode secours.	_En exploitation à l'arrêt sauf s'il est prévu d'évacuer _La position d'arrêt en cas de fuite d'huile dépend de la technologie du constructeur (exemple : blocage vérins ou non...)

Légende :

0 = Non pris en compte

NB : On ne considère ni le vent, ni le givre.

X = Pris en compte

**Tableau F : Vérifications diverses en exploitation**

Objet de la vérification	Article RM2	Cas n°	Paramètres dans le cas de données réglementaires			Critères de vérification
			Tension	Delta T°C	Cas de charge	
Accélération centripète	<a href="#">A4</a>	1	Système de tension à tension nominale	0 (sauf si tension fixe)	Le plus défavorable des cas suivants: - Charge_Vide - Vide_Chargé - Chargé_Chargé - Autres cas spécifiques si profil spécifique - Autres cas spécifiques prévus en exploitation. Exemple : Exploitation pendant le cyclage des véhicules...	Cf. <a href="#">A4</a>
Coefficient de force transversal en ligne (véhicule)	<a href="#">A5 - 5.3.3.2.2</a>	2	Système de tension à tension nominale	0 (sauf si tension fixe)	Le plus défavorable des cas suivants: - Vide_Vide - Chargé_Vide - Vide_Chargé - Chargé_Chargé - Autres cas spécifiques si profil spécifique - Autres cas spécifiques prévus en exploitation. Exemple : Exploitation pendant le cyclage des véhicules...	Cf. <a href="#">A5 - 5.3.3.2.2</a>

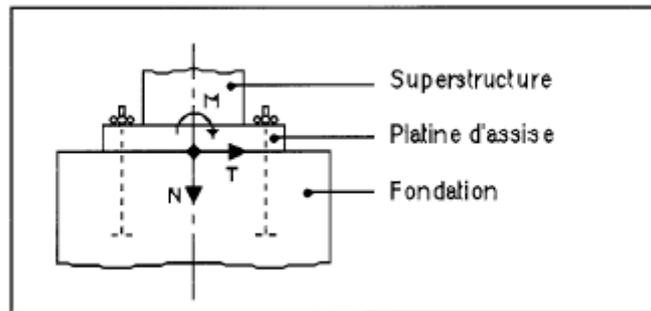
**Légende :****0 = Non pris en compte****NB :** On ne considère ni le vent ni le givre, ni les effets dynamiques. Calcul effectué en exploitation.**X = Pris en compte**

## Chapitre A11 - ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR LA RÉALISATION DU GÉNIE-CIVIL

Les dispositions présentes dans le présent chapitre sont issues du « guide pratique des fondations de remontées mécaniques » (juillet 1993).

### A11 – 1 – Ancrage des superstructures

#### A11 - 1.1 - Généralités



Définition de l'interface entre superstructure et fondation (voir schéma).  
Les différents calculs sont menés sous les différents états limites.

En règle générale la liaison est assurée par des tiges d'ancrage précontraintes.

Les platines d'assise sont conçues pour être considérées comme indéformables (très épaisses ou comportant des raidisseurs).

Il est recommandé d'utiliser des tiges d'ancrage à filetage roulé (diminution des concentrations de contrainte et conservation de la continuité des fibres du métal).

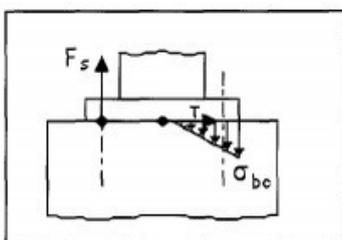
#### Application aux chandelles d'ancrage

#### **Distribution et équilibre des forces**

Le torseur  $M$ ,  $N$  et  $T$  pour chaque état limite équilibré sur le massif béton par un effort de traction sur les ancrages, et un effort de compression sur le béton ; l'effort tranchant peut être équilibré de deux manières possibles, par frottement ou par butée.

La pression exercée sur le béton ( $\sigma_{bc}$  ci dessous) par le coté le plus chargé de la platine ne doit pas dépasser les contraintes admissibles (le cas échéant en intégrant la notion de pression localisée) aux différents états limite, dans l'hypothèse d'une répartition linéaire.

Les boulons d'ancrage sont sollicités en traction ( $F_s$ ) seulement, et ne doivent pas subir d'effort de cisaillement ou de flexion.



Lorsque la conception de l'ancrage recourt à la précontrainte, le calcul de cette précontrainte doit intégrer les éléments suivants :

- les différentes pertes prévisibles (fluage, relaxation, retrait...) ;
- les pondérations afférentes à la précontrainte et aux différents états limite ;
- la prise en compte des surfaces de contact soumises à la précontrainte (présence d'éléments à l'interface béton / métal) ;
- la vérification de tous les éléments soumis à cette précontrainte (par exemple béton, boulon, ferrailage, collerettes, plaques noyées...).

En ce qui concerne la reprise d'effort tranchant (T), il faut distinguer deux cas d'application :

#### Application aux pylônes de lignes

En général, l'effort tranchant T généré par le vent est faible et non permanent.

Le moment induit une résultante normale importante vis-a-vis de T, à l'interface platine-béton. On peut donc mobiliser les forces de frottement pour reprendre l'effort tranchant.

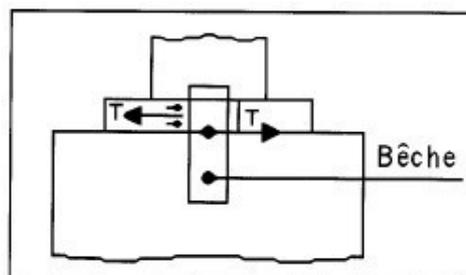
Les règles de frottement couramment admises sont :

- s'il n'y a pas de calage :  $\text{tg}\varphi = 0,4$  entre platine et béton;
- s'il y a calage : se référer aux coefficients de l'Eurocode

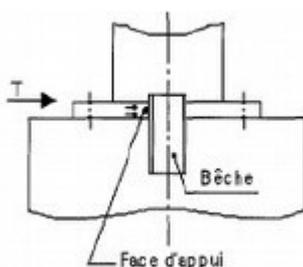
#### Application aux stations d'extrémité

L'effort tranchant T dû à la tension des câbles est important et permanent : les forces de frottement peuvent être insuffisantes pour reprendre les efforts horizontaux. Les tiges d'ancrage ne peuvent alors pas transmettre au béton un effort tranchant important, car ce dernier résiste mal à la pression diamétrale. La reprise de cet effort doit en conséquence être réalisée par un système mécanique tel que bèches ou butées par exemple.

Dans ce type de reprise, il est impératif de mettre en contact les faces d'appui avant le serrage des boulons.



Un tel dispositif de reprise par système mécanique peut également être envisagé sur des massifs de ligne dans le cas de fortes sollicitations transversales autres que la tension, ne pouvant pas être reprises par adhérence (fortes avalanches ou reptations par exemple).



Elles sont mises en place avec les ancrages avant le coulage du béton. La liaison avec la platine est une ou plusieurs faces d'appui.

En règle générale, les bèches sont constituées par des profilés du commerce type HE ou IPE.

Les méthodes de calcul des bèches et des butées sont données plus loin dans cet article.

## **A11 - 1.2 - Méthodes de calculs**

### ***A11 – 1.2.1 - Justification des platines d'ancrage***

#### **Hypothèses**

- Les sections planes restent planes.
- Le diagramme contrainte-déformation du béton est linéaire.
- Le coefficient d'équivalence est  $n = 15$ .
- l'effort tranchant est équilibré par adhérence ou par une bêche.
- Le calcul est présenté ici dans une seule direction.

Lorsque le moment d'encastrement n'est pas dirigé suivant l'un des axes principaux d'inertie de la surface d'appui, on peut, à défaut de calcul complet en flexion déviée, admettre que les pressions maximales sur le béton, et les tractions maximales sur les boulons d'ancrage, s'obtiennent en additionnant les effets des composantes du moment dans les deux plans principaux.

#### **Calcul**

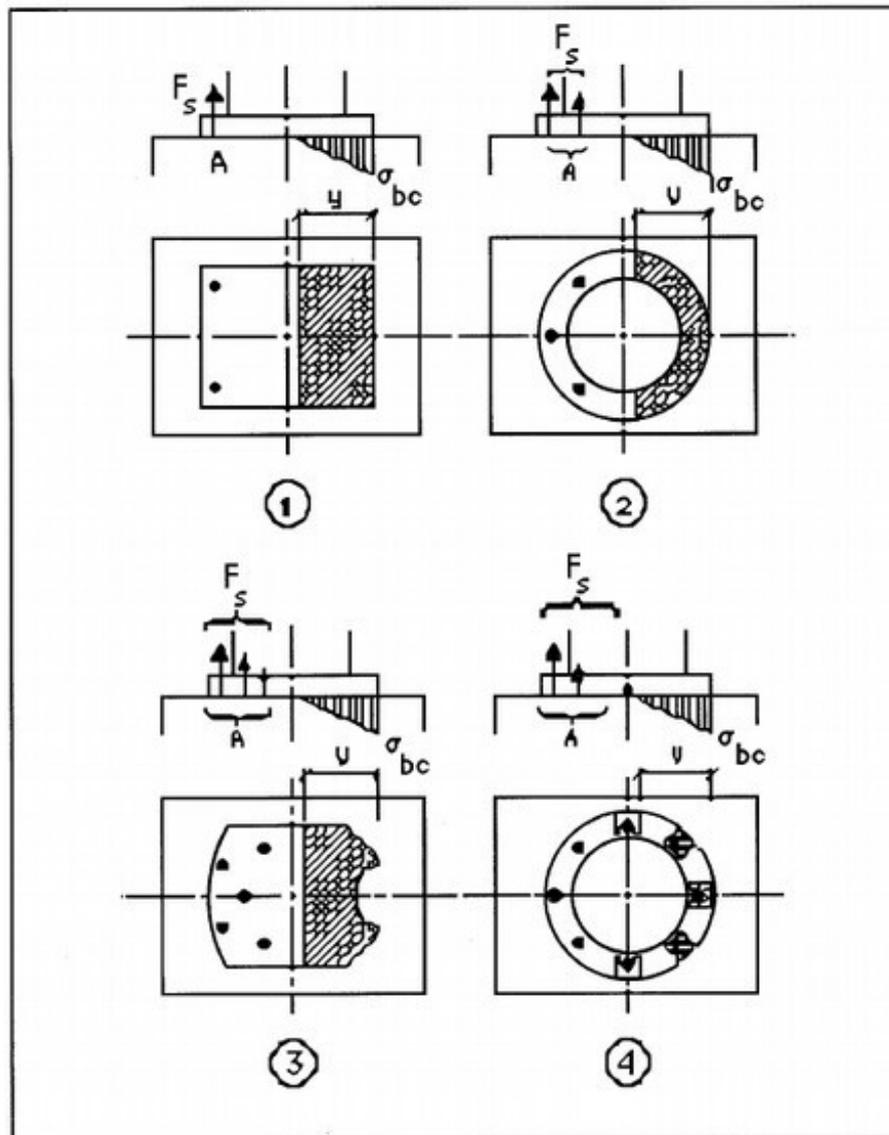
Il s'agit d'un calcul mené dans le domaine élastique, avec des sollicitations « ELU », qui sont comparées aux contraintes mobilisables à 1'ELU.

Les relations pour calculer  $\sigma_{bc}$ ,  $F_s$  et  $A$  sont fonctions de la géométrie de la platine.

Il conviendra le cas échéant de tenir compte de la précontrainte.

Différents schémas (page suivante) peuvent se présenter tels que :

1. Platine rectangulaire
2. Circulaire, couronne circulaire
3. Quelconque
4. Avec calage



### Vérifications

5.

#### 1) Vis-a-vis du béton

On vérifie que les contraintes  $\sigma_{bc}$  restent inférieures aux contraintes admissibles dans chacun des états limites conformément à l'Eurocode 2.

#### 2) Vis-a-vis des tiges d'ancrage

On vérifie que les efforts  $F_s$  restent inférieurs aux efforts admissibles dans chacun des états limites conformément à l'Eurocode 3.

#### Calcul des tiges d'ancrage

La tige d'ancrage transmet son effort de traction au béton par l'un des deux modes suivants : adhérence ou compression du béton par plaque d'appui. Sauf justification particulière, un abattement de 2,25 sera appliqué dans le calcul de la contrainte limite d'adhérence (Eurocode 2, chapitre 8.4 .2) dans le cas d'utilisation de rond lisse ou d'acier fileté (ceux-ci ne permettant pas de développer une adhérence équivalente à celle des aciers HA).

### Liaison acier - béton

La liaison acier - béton s'effectue en mobilisant des forces qui s'opposent au glissement du boulon dans le béton qui l'enserme.

Ces forces augmentent avec :

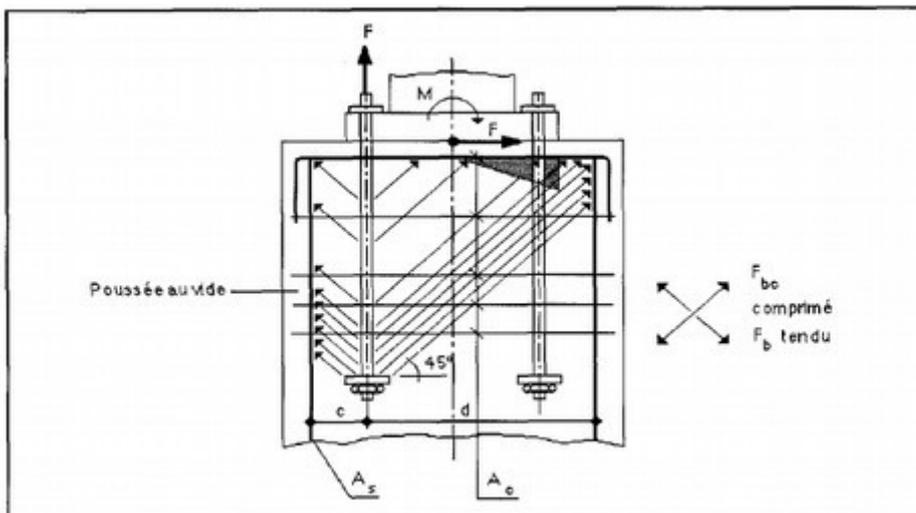
- la rugosité des tiges, la qualité du béton, l'épaisseur de l'enrobage, d'une part,
- la présence d'aciers de couture et l'existence de contraintes normales à la surface de contact acier-béton, d'autre part.

*Hypothèses de fonctionnement des tiges d'ancrage dans le béton:*

La force F de traction sur les tiges induit des bielles comprimées à 45° (ou inclinaison différente selon eurocode 2) dans le béton qui transmettent la traction aux aciers principaux. On a donc un état bi-axial de contraintes dans le béton générant une poussée au vide qu'il y a lieu de reprendre par des cadres et des coutures.

On voit que F se répartit sur les deux côtés, en fonction de la distance de la tige d'ancrage aux deux parements latéraux (distances c et d).

On définit le pourcentage de F transmis aux aciers principaux les plus proches.



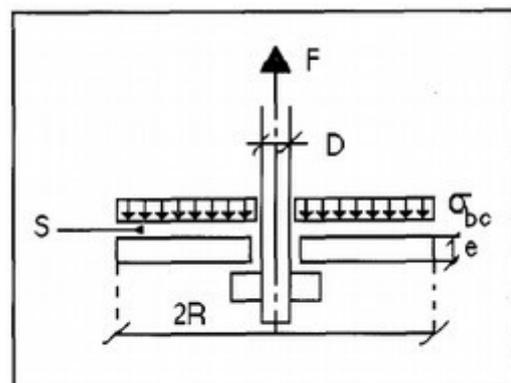
### **A11 – 1.2.2 - Justification des plaques d'ancrage**

On vérifie que les contraintes  $\sigma_{bc}$  du béton restent inférieures aux contraintes admissibles dans chacun des états limites conformément à l'Eurocode 2.

#### Épaisseur minimale de la plaque d'appui

$$e \geq 8R \left( \frac{\sigma_{bc}}{E_s} \right)^{0,33}$$

Avec : R= rayon de la plaque  
 $E_s$ = module d'élasticité de la plaque



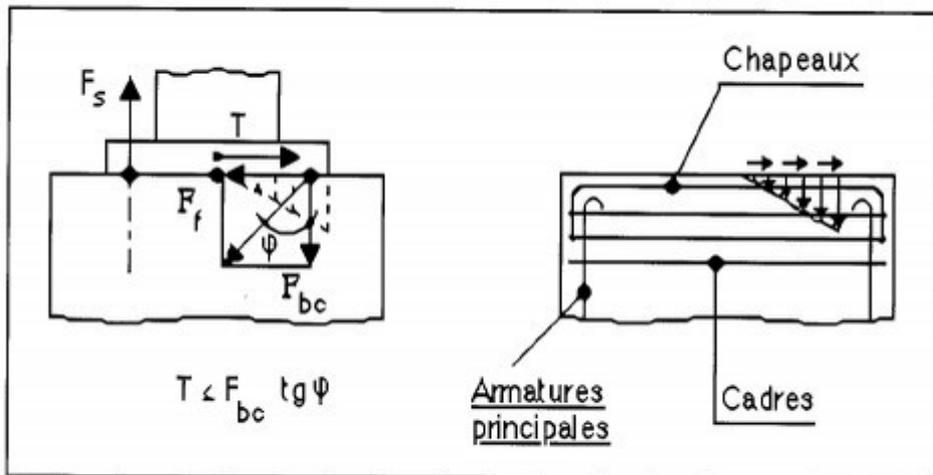
Il s'agit d'un critère de rigidité, obtenu en considérant la plaque appuyée sur ses bords, avec application de la force  $F$  en son centre et limitation de la flèche à  $1/100^e$  de  $R$ .

Cette épaisseur minimale peut être justifiée par d'autres moyens, sans être inférieure à :

$$e \geq 0,3 R$$

### A11 – 1.2.3 – Justification de l'effort tranchant

La mise en place de chapeaux, dans le parement supérieur, et de cadres transversaux permet de ramener l'effort tranchant vers les armatures principales.



### A11 – 1.2.4 - Justification des bêches et des butées

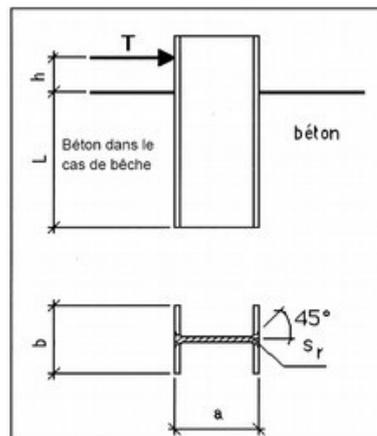
L'objectif est de déterminer la capacité de reprise de l'effort tranchant vis-a-vis de :

- la résistance du profil de butée,
- la compression maxi du béton.

Ce calcul est effectué pour les différents états limites.

Hypothèses généralement prises en compte :

#### Bêche ou butée



La bêche est considérée comme rigide, cette notion de rigidité étant liée au rapport  $L/a < 3$  (profilés standards) à 4 (profilés renforcés).

Les sections planes restent planes.

La répartition des contraintes sur le béton est linéaire.

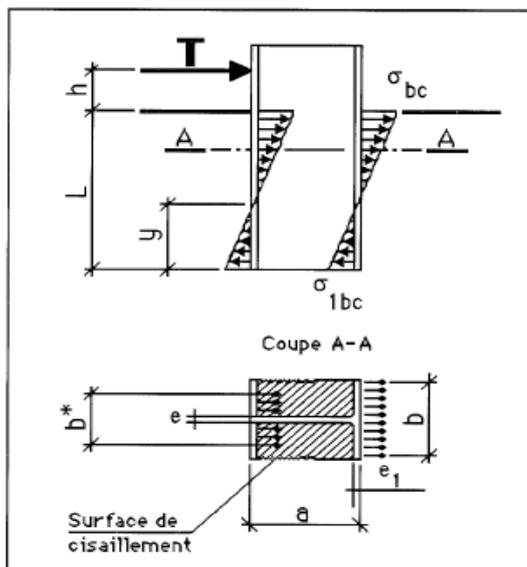
La valeur  $h$  prend en compte un calage éventuel.

d'autres hypothèses de comportement peuvent être envisagées ; notamment celles basées sur la notion de ressorts équivalents.

### a) Bêches

#### 1) Compression maximale du béton

Le modèle de comportement est celui d'un poteau noyé dans le béton, soumis à un effort horizontal.



Les ailes de la bêche sont soumises à la pression du béton, mais la flexion locale par rapport à un axe vertical des éléments de plaque que constituent ces ailes est partiellement empêchée par le béton qui les entoure, et qui s'oppose à toute déformation appréciable de ces éléments.

On se limitera à vérifier que le rapport  $\frac{b}{e_1} \leq 20$

Le contact profile-béton s'effectue sur l'extérieur et l'intérieur des ailes :  $b$  et  $b^*$ ,  $b^*$  correspondant à la capacité de cisaillement du béton confiné ( $b^* = 0,32 a$ ).

On aura donc une largeur efficace  $B = b + 0,32 a$ .

Les calculs donnent :  $y = \frac{L(L+3h)}{3(L+2h)}$

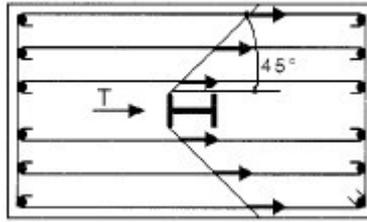
$$\sigma_{bc} = \frac{T}{BL^2}(4L+6h) \quad \sigma_{1bc} = \frac{T}{BL^2}(2L+6h)$$

On vérifie que les contraintes  $\sigma_{bc}$  du béton restent inférieures aux contraintes admissibles dans chacun des états limites conformément à l'Eurocode 2.

2) Vérification de la section de bêche

On vérifiera notamment la résistance de l'âme au cisaillement.

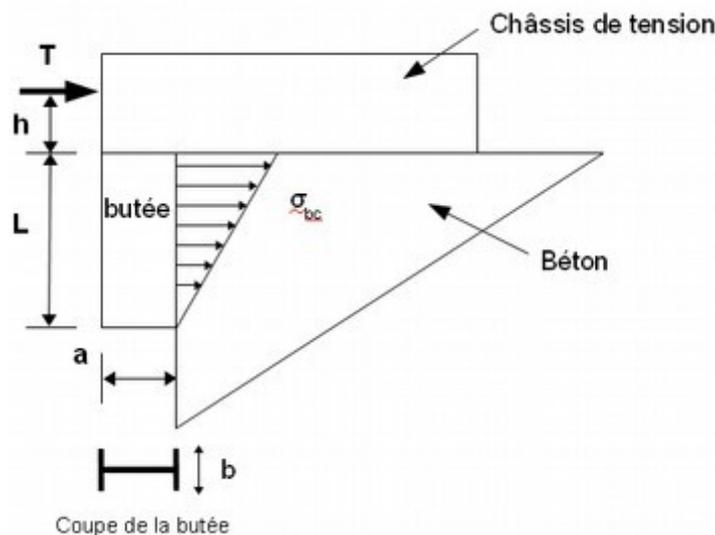
3) Transmission des efforts



Pour la transmission de l'effort tranchant, il faudra placer des aciers, chapeaux ou aciers transversaux, ramenant T vers les aciers principaux. La transmission de ces efforts se faisant par bielles, il conviendra de mettre en place des aciers de couture transversaux s'opposant à la poussée au vide.

**b) Butée**

1) comportement vis-à-vis de la compression maximale du béton



L'efficacité de la butée conduit à vérifier sa déformation maximale ou à limiter le rapport  $\frac{a}{L}$  (par exemple 0,33).

On vérifie que les contraintes  $\sigma_{bc}$  du béton restent inférieures aux contraintes admissibles dans chacun des états limites conformément à l'Eurocode 2.

2) Vérification de la section de la butée

On doit vérifier la résistance de la section à la flexion et au cisaillement.

3) Transmission des efforts au béton

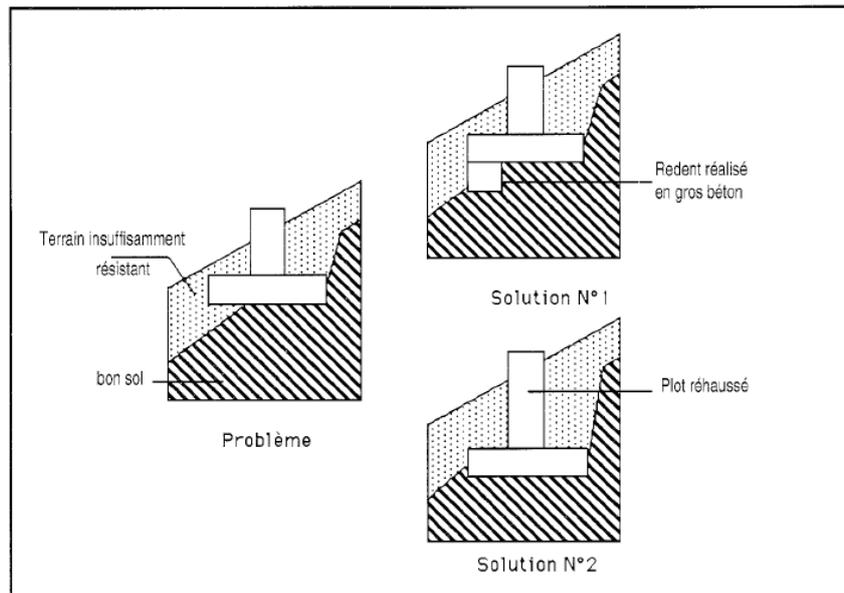
Si un calage est envisagé, il y a lieu de vérifier les contraintes localisées et le ferrailage de frettage éventuellement nécessaire.

## A11 – 2 – Réalisation du génie-civil

### A11 – 2.1 - Adaptation

Les problèmes les plus fréquemment rencontrés sur le terrain sont illustrés par les schémas qui suivent ; il ne s'agit pas d'une liste exhaustive, étant donné la variété des situations possibles. Ces cas de figure sont accompagnés d'un certain nombre de solutions possibles. Il en existe bien évidemment d'autres qui peuvent, dans certains cas, être plus adaptées. Toute adaptation doit faire l'objet d'une validation soumise au maître d'œuvre et au bureau de contrôle technique, et figurer dans le dossier de récolement.

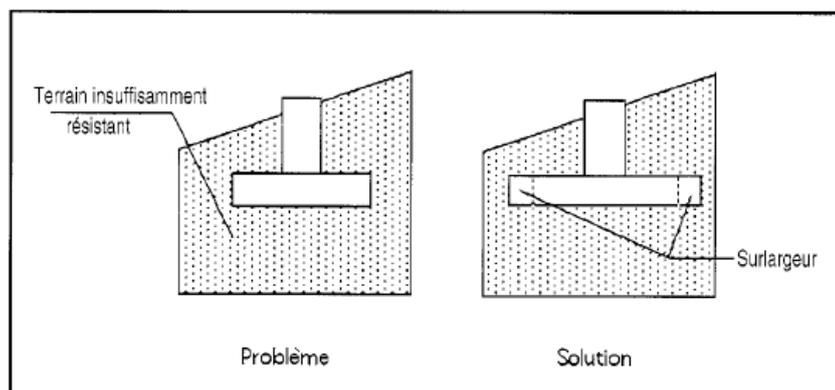
#### **A11 - 2.1.1 - Le terrain présentant les caractéristiques requises n'est pas atteint sous tout ou partie de la fondation**



Cette disposition peut également être adoptée pour atteindre le niveau hors gel sur la partie aval de la fondation.

D'une manière générale le sol de fondation doit être homogène pour prévenir tout risque de tassements différentiels. Le gros béton n'est généralement pas armé, il peut néanmoins être « solidarisé » avec la semelle par le biais de biais de fers en attente.

#### **A11 - 2.1.2 - Le terrain ne présente pas les caractéristiques requises**

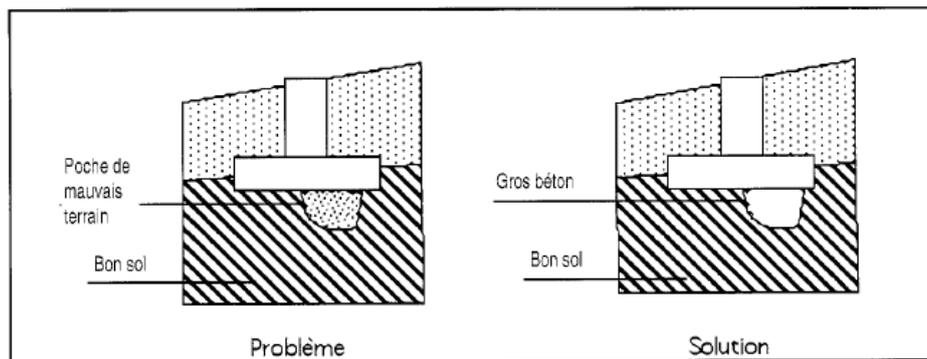


S'il n'est pas possible d'atteindre un sol de meilleure qualité, une solution consiste à augmenter les dimensions du massif jusqu'à atteindre des valeurs de pressions compatibles avec le sol rencontré.

Cette adaptation géométrique peut conduire à un épaississement de la semelle lié aux règles de calcul du béton armé. Cette surlargeur est généralement réalisée pour avoir la meilleure efficacité vis-a-vis des efforts dimensionnants, perpendiculairement à l'axe de l'appareil pour les ouvrages de ligne, dans l'axe de l'appareil pour les ouvrages d'extrémité. Toutefois les sujétions du terrain peuvent amener à d'autres dispositions.

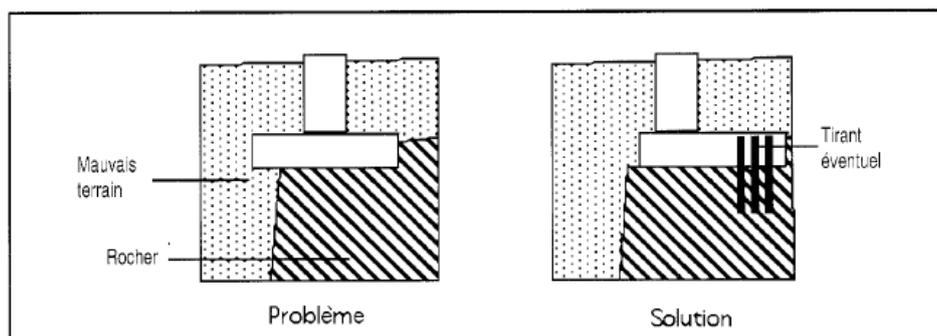
Pour des cas extrêmes il peut s'avérer nécessaire de déplacer l'ouvrage ou faire appel à des techniques particulières telles que la mise en œuvre de micropieux.

### **A11 - 2.1.3 - Une partie du sol d'assise n'est pas saine**



Un sol de bonne qualité peut présenter des hétérogénéités telles que veines d'argile ou poches de terrain à faible caractéristique mécanique. Il faut alors curer la zone en question et remplacer ce matériau par du gros béton.

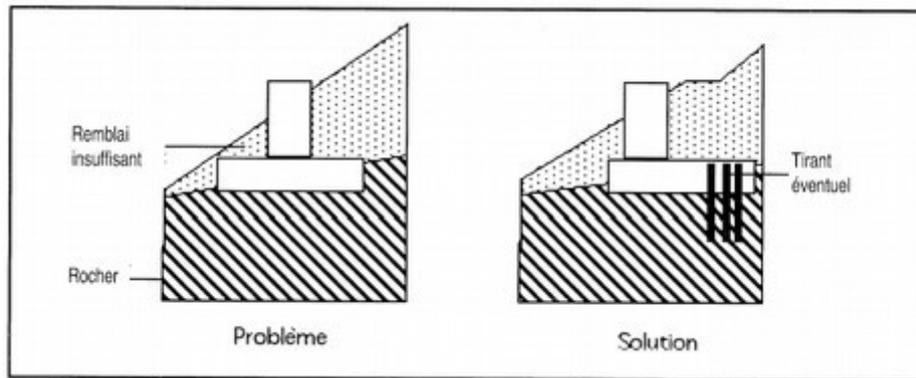
### **A11 - 2.1.4 - Le bon sol ne peut pas être atteint sur la totalité de la surface d'assise (sol rocheux)**



Ce cas de figure peut se présenter sur un sol rocheux présentant un défaut important et brusque.

La semelle peut être excentrée par rapport au plot et éventuellement ancrée au rocher pour en diminuer les dimensions (reprise des efforts hors exploitation uniquement).

l'impossibilité de remblayer la fondation en présence d'un devers important est un cas de figure équivalent comme le montre la figure suivante :



### **A11 - 2.1.5 - Drainage**

Un drainage plus ou moins sophistiqué peut être nécessaire pour assurer la pérennité de l'ouvrage. Nous distinguerons les drainages internes et externes à l'ouvrage.

- **Drainage interne**

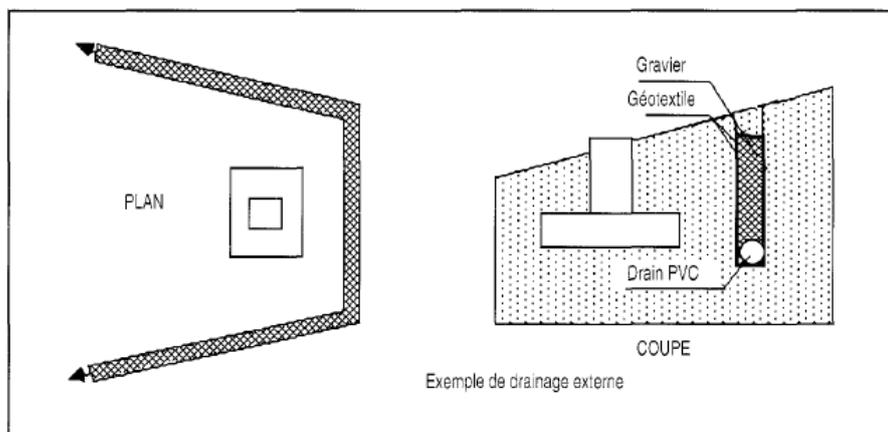
Il s'agit d'évacuer une venue d'eau à l'intérieur de la fouille pour éviter la stagnation. Il s'agit généralement de disposer un drain du commerce en fond de fouille (contre la semelle par exemple) et de prolonger celui-ci dans la pente pour obtenir une évacuation gravitaire. Le drain sera protégé efficacement vis-a-vis des risques de colmatage.

- **Drainage externe**

Ce type d'intervention est destiné à traiter la zone d'implantation de la fondation afin de prévenir des venues d'eau importantes ou agressives et garantir la stabilité de pente. Il peut s'agir de drains en pierre sèche, de drains du commerce (tuyau plastique crépiné en usine) ou d'une combinaison des deux solutions. Pour assurer l'efficacité du drainage dans le temps, il est nécessaire de protéger le drain du colmatage par le biais d'une enveloppe géotextile faisant office de filtre.

En cas d'impossibilité de mise en œuvre d'un drainage efficace, il est toutefois possible de se fonder au-dessous du niveau d'eau (niveau permanent ou exceptionnel) ; la stabilité du massif doit alors faire l'objet d'un calcul en déjaugage et toutes précautions doivent être prises pour la mise en œuvre du béton et l'évaluation de l'agressivité du milieu.

Une attention particulière doit être apportée aux exutoires des eaux de drainage afin d'éviter toute érosion en cas de débit significatif.



## **A11 – 2.2 - Réalisation et contrôle de la fondation**

Le fascicule 65 du CCTG, qui définit l'exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint, est applicable aux ouvrages de remontées mécaniques.

### **A11 - 2.2.1 - Bétonnage**

l'ordre d'exécution du bétonnage n'est donné qu'après accord du maître d'œuvre et en particulier après conclusions probantes de l'épreuve de convenance.

La norme NF EN 206/CN permet une estimation du temps de transport admissible en fonction de la température.

#### **Contrôle**

Au cours du bétonnage, des éprouvettes de contrôle seront prélevées par l'entreprise le plus près possible du lieu de coulage du béton, selon les possibilités d'accès, à raison d'une série d'au moins trois éprouvettes par lot de béton. On entend par lot un massif d'extrémité coulé d'une pièce, ou deux ou trois massifs de ligne coulés au cours d'une même demi-journée, par exemple.

### **A11 - 2.2.2 - Reprise de bétonnage**

La surface du premier coulage doit être rendue rugueuse, soit par exécution de stries ou indentations lorsque le béton est encore frais, soit par un piquage ou bouchardage lorsqu'il est durci. La surface sera propre et dépoussiérée. Le nettoyage des aciers pourra s'avérer nécessaire.

Dans tous les cas la surface de reprise sera humidifiée à saturation avant coulage du nouveau béton.

Dans la mesure du possible, les reprises de bétonnage dans les zones d'ancrages sont à proscrire.

### **A11 - 2.2.3 - Cas particulier du bétonnage par temps froid**

Le bétonnage par temps froid nécessite des précautions particulières. Le froid a tendance à ralentir, voire à stopper la prise du ciment et par conséquent du béton. Par temps de gel, l'eau de gâchage augmente de volume en passant à l'état de glace. La compacité et la cohésion du béton sont alors fortement altérées. Au-dessous de 0°C. La prise et le durcissement sont complètement arrêtés.

Les précautions à mettre en œuvre sont fonction de la sévérité du froid. D'un point de vue théorique, elles visent à assurer une résistance en compression supérieure ou égale à 5 MPa au moment où le gel survient. Cinq « classes de froid » peuvent être identifiées (dans tous les cas, un thermomètre maxi /mini sera utilisé).

#### **1. Températures positives ( $0 < T < 5^{\circ}\text{C}$ )**

- augmenter le dosage en ciment (400 kg/m<sup>3</sup> mini)
- préférer les ciments à forte chaleur d'hydratation.
- utiliser des coffrages isolants et couvrir la surface libre.
- éliminer la neige ou la glace dans les coffrages et sur les armatures.
- soigner et prolonger la cure (sans humidifier).

#### **2. Par gel faible et intermittent, on peut de plus combattre l'action du froid par des accélérateurs de prise.**

#### **3. Par temps de gel modéré et continu ( $-5 < T < 0^{\circ}\text{C}$ ), il faut que les constituants, ciment et agrégats, soient à une température supérieure à 0°C. Aux précautions précédentes, on rajoutera le chauffage de l'eau et des granulats. La centrale de béton doit être calorifugée. Les coffrages et armatures doivent être réchauffés à la vapeur, par exemple, et calorifugés.**

4. **Gel fort** ( $-10^{\circ}\text{C} < T < -5^{\circ}\text{C}$ ) : en sus des précautions précédentes, il faut absolument chauffer le béton pendant trois jours au moins et bien l'isoler.

**Pour des températures inférieures à  $-10^{\circ}\text{C}$** , le bétonnage est fortement déconseillé. s'il ne peut être évité, il est indispensable de bétonner sous abri afin de maintenir une température minimale de  $5^{\circ}$ .

#### **A11 - 2.2.4 - Bétonnage par temps chaud**

On prendra alors quelques précautions :

- utilisation d'un ciment à faible chaleur d'hydratation,
- utilisation d'un adjuvant retardateur de prise,
- utilisation d'eau froide,
- brumisation,
- bâchage,
- cure.

L'ajout d'eau est proscrit,

#### **A11 - 2.2.5 - Remblaiement**

Le remblai assure deux fonctions principales au niveau de la fondation. Il participe à la stabilité du massif par son poids propre et assure la mise hors gel. La condition de mise hors gel peut amener à remblayer rapidement des ouvrages exposés.

Il est indispensable de remblayer la fondation au niveau pris en compte dans le calcul et mentionné sur le plan de coffrage. Sauf indication contraire, ce niveau doit être atteint sur toute la surface de la semelle et pas seulement au voisinage du plot.

Un dévers important peut ainsi amener à prendre des dispositions particulières pour stabiliser le remblai, telles que mise en place de blocs ou de gabions à l'aval de la fondation. Ces dispositions doivent assurer la pérennité du remblai dans le temps et prévenir tout risque de déchaussage de la fondation.

Les matériaux mis en œuvre doivent être exempts de matières végétales (souches), et de densité voisine de celle prise en compte pour le dimensionnement du massif.

Le remblai doit être disposé symétriquement par rapport aux élévations afin de prévenir toute fissuration en cas de mise en place rapide après décoffrage. Cette disposition permet également de prévenir les tassements différentiels pouvant nuire au bon alignement des massifs.

## **A11 – 2.3 - Calage des superstructures**

### **A11 - 2.3.1 - Généralités**

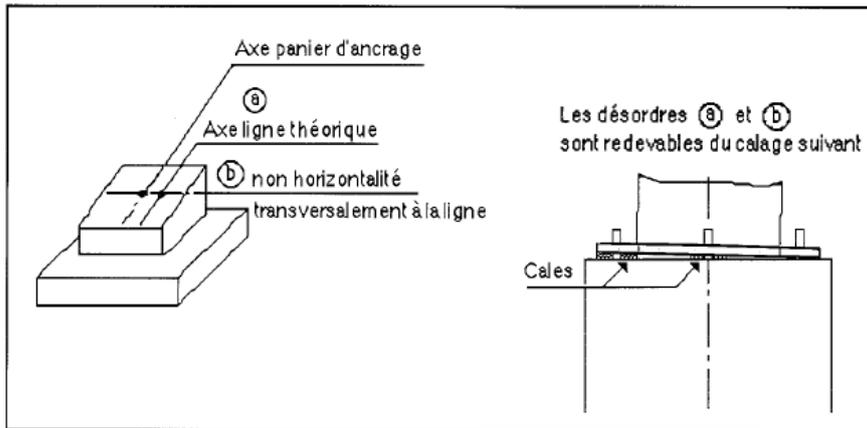
Le calage peut être un choix de conception.

Il peut également être nécessaire de réaliser un calage (en pied) pour :

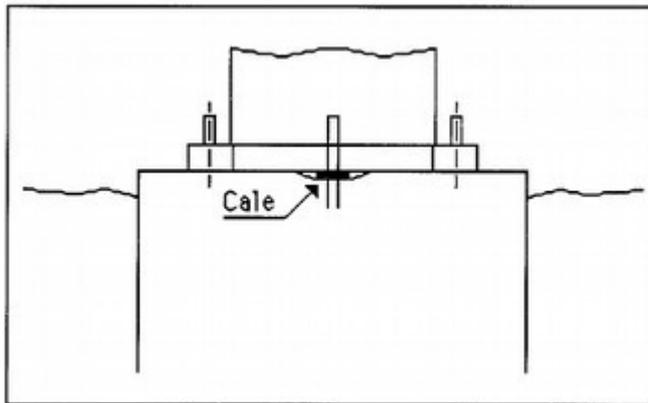
#### **1) Aligner les têtes des pylônes :**

- à cause d'un défaut d'alignement de la fondation,
- à cause d'une inclinaison transversale du dessus massif,

- à cause des imperfections de la superstructure.



- à cause d'un mauvais contact entre la platine et le massif béton



## 2) Restituer la cote théorique d'altitude de la tête de pylône

Il faut également distinguer deux types d'applications :

- Les pylônes de ligne avec portées adjacentes importantes qui peuvent être redevables du point 1 ;
- Les pylônes de gare avec des entr'axes faibles de quelques mètres ou de courtes portées qui peuvent être redevables des points 1 et 2.

La nécessité du calage ne peut être traitée qu'au cas par cas, car elle est fonction de l'aptitude des ouvrages mécaniques à accepter certaines de ces imperfections.

### **A11 - 2.3.2 - Justification du calage**

L'équilibre de l'interface calée a le même principe de fonctionnement (en ce qui concerne la pression des cales sur le béton et la traction dans les tiges) qu'une interface non calée.

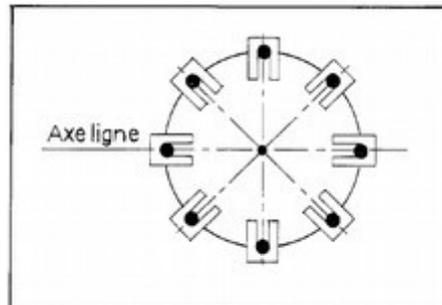
**Les tiges d'ancrage ne doivent pas travailler en cisaillement ni en flexion.**

On peut donc appliquer les règles de calcul définies au [chapitre A5 - 5.4.4](#) « ancrage des superstructures ».

### A11 - 2.3.3 - Aspect pratique

Pour assurer une bonne tenue des cales vis-a-vis des phénomènes de vibration et pour ne pas générer de flexion parasite dans les collerettes de base, il est impératif de placer les cales au droit des tiges d'ancrage et, dans ce cas, la cale « fourchette » paraît la mieux adaptée.

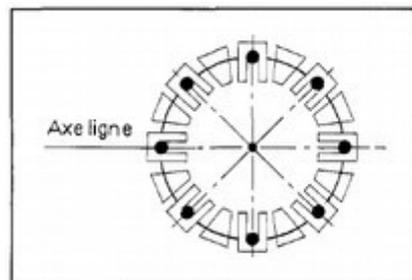
Par exemple, pour un pylône de sortie de gare, réglage d'altitude :



Par ailleurs, des jeux de cales de différentes épaisseurs permettent un ajustement précis et minimisent les empilages.

Si les cales, au droit des tiges, ne sont pas suffisantes vis-a-vis de la justification à la pression sur le béton, il peut être nécessaire de placer des cales supplémentaires entre tiges.

Ce calage supplémentaire est une opération à réaliser avant la mise en précontrainte des ancrages.



## A11 – 2.4 - Mise en charge des ouvrages

Il faut distinguer deux types de mise en charge :

- **la mise en charge réduite** pour laquelle l'ouvrage ne reçoit qu'une partie des sollicitations pour lesquelles il est dimensionné ;
- **la mise en pleine charge** correspondant en général à la mise en tension des câbles.

Un exemple de mise en charge réduite est la mise en place des pylônes de ligne sans blocage des boulons d'ancrage.

Les délais de durcissement des bétons seront respectés avant mise en pleine charge. En cas de nécessité, pour des charges réduites, ces délais pourront être diminués dès lors que les éléments d'appréciation auront été soumis au maître d'œuvre et qu'il aura donné son accord.

### **A11 – 3 – Essais et vérification du génie-civil avant mise en service**

Des contrôles non destructifs sont effectués, avant leur mise en service, sur tous les composants du génie civil qui participent à une fonction de sécurité, en particulier ceux qui doivent être soumis à de tels contrôles lors des grandes inspections (I). Les résultats des contrôles des composants qui sont soumis à de nouveaux contrôles lors des GI doivent être conservés comme références (point 0).

La nature des contrôles à effectuer et les critères d'acceptation de défauts à respecter sont définis par le constructeur.

## **PARTIE B - DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES RELATIVES AUX MESURES À METTRE EN ŒUVRE LORS DE LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION DES TÉLÉPHÉRIQUES EN VUE D'ASSURER LA SÉCURITÉ DU PERSONNEL D'EXPLOITATION**

<b>PARTIE B - Dispositions complémentaires relatives aux mesures à mettre en œuvre lors de la conception et la construction des téléphériques en vue d'assurer la sécurité du personnel d'exploitation.....</b>	<b>197</b>
préambule.....	198
Chapitre B1 - Généralités.....	198
Chapitre B2 - Pylônes.....	200
B2 - 1 - Échelles.....	200
B2 - 1.1 - Généralités.....	200
B2 - 1.2 - Prescriptions géométriques.....	201
B2 - 2 - Passerelles.....	202
B2 - 2.1 - Généralités.....	202
B2 - 2.1.1 - Spécificités des téléphériques monocâbles.....	203
B2 - 2.1.2 - Spécificités des téléphériques bicâbles.....	203
B2 - 2.1.3 - Points d'ancrage EPI.....	204
B2 - 2.2 - Prescriptions géométriques.....	205
B2 - 2.2.1 -Prescriptions pour les téléphériques monocâbles.....	205
B2 - 2.2.2 -Prescriptions pour les téléphériques bicâbles.....	207
B2 - 3 - Dispositifs de manœuvre.....	208
B2 - 3.1 - Points d'accrochage.....	208
B2 - 3.2 - Nacelle d'évacuation.....	208
Chapitre B3 – Câbles.....	209
Chapitre B4 – Gares.....	210
B4 - 1 - Généralités.....	210
B4 - 2 - Éclairage.....	212
B4 - 3 - Information, signalisation et instruments de contrôle.....	212
B4 - 4 - Dispositifs de commande et de manœuvre.....	212
B4 - 4.1 - Généralités.....	212
B4 - 4.2 - Mise en marche.....	213
B4 - 5 - Fluides sous haute pression.....	213
B4 - 6 - Protection contre les risques liés aux éléments mobiles de transmission et de tension.....	213
B4 - 6.1 - Généralités.....	213
B4 - 6.2 - Exigences générales pour les protecteurs et les dispositifs de protection.....	214
B4 - 6.3 - Exigences particulières pour les protecteurs.....	214
B4 - 6.3.1 - Protecteurs fixes.....	214
B4 - 6.3.2 - Protecteurs mobiles.....	214
B4 - 7 - Tapis d'embarquement ou de positionnement.....	215
Chapitre B5 – Véhicule de service.....	216

## **PRÉAMBULE**

Dans le cas d'une modification substantielle, l'application des règles techniques et de sécurité contenues dans cette partie B est obligatoire uniquement lorsque la demande d'autorisation des travaux de l'installation initiale est intervenue postérieurement au 04 août 2000.

La présente partie définit les dispositions constructives à mettre en œuvre pour permettre au personnel d'exploiter et maintenir en sécurité les téléphériques monocâbles et bicâbles.

Elle ne traite pas de la phase de chantier à laquelle s'applique notamment la mission de coordination de la sécurité et de la protection de la santé définie par le Code du travail (articles R. 4532-11 à R. 4532-76). La mission de coordination SPS s'applique à tout chantier clos et indépendant de bâtiment ou de génie civil où interviennent plusieurs entreprises ou travailleurs indépendants, y compris sous-traitants.

Il est rappelé que le coordinateur SPS procède à l'évaluation des risques pour le chantier et pour les interventions ultérieures, ces dernières étant formalisées au travers du dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO).

Avec le DIUO, il s'agit d'analyser les risques identifiables liés à chaque intervention ultérieure, à partir de la liste des interventions ultérieures et des documents d'esquisse remis au coordonnateur SPS. Les dispositions du présent guide sont réputées permettre la mise en œuvre des interventions classiques liées à l'exploitation et à la maintenance d'un téléphérique. Il est néanmoins nécessaire de vérifier au cas par cas que la conception intègre bien les spécificités de l'installation et le coordinateur SPS peut suggérer des dispositions constructives supplémentaires.

La protection des personnels sur les téléphériques fait largement appel aux dispositions habituellement retenues pour la sécurité des machines. Pour autant, la finalité d'une installation à câbles diffère de celle d'une machine, le transport de personnes nécessitant d'assurer la disponibilité des installations, y compris dans des conditions exceptionnelles. En effet, les risques auxquels pourraient être exposés les passagers, par exemple en cas d'arrêt brusque ou d'arrêt prolongé d'un téléphérique, doivent être pris en considération. Il peut ainsi être nécessaire d'intervenir sur des organes dont les protections ont été déposées ou ouvertes. Par ailleurs, la taille de certains éléments, la nécessité d'assurer le gabarit de passage des véhicules, la nécessité de procéder à certains réglages ou contrôles alors que l'installation est en fonctionnement, conduisent à l'adoption pour les téléphériques de principes de sécurisation spécifiques. La sécurité des personnels est alors réputée assurée par la présence de certaines dispositions techniques complémentaires, d'instructions, de consignes d'intervention et d'une formation adaptées.

## **Chapitre B1 - GÉNÉRALITÉS**

Les installations doivent, par construction, être aptes à assurer leurs fonctions, être réglées, entretenues et nettoyées sans que les personnes soient exposées à un risque lorsque ces opérations sont effectuées conformément à la réglementation en vigueur, dans le respect des notices du constructeur et dans les conditions prévues par les notices d'instruction de l'exploitant. C'est le cas notamment pour les visites périodiques telles que l'inspection annuelle. En outre, les risques identifiés non traités par des dispositions constructives doivent faire l'objet d'une information spécifique (marquage, pictogramme, etc...)

L'installation et ses parties constitutives doivent être conçues et construites en vue d'un usage normal ou raisonnablement envisageable et de façon à limiter les interventions. Les notices d'instructions et les règlements d'exploitation doivent être rédigés dans le même esprit. En particulier, les notices d'instructions doivent attirer l'attention de l'utilisateur sur les contre-indications d'emploi de certains organes qui, d'après l'expérience, pourraient se présenter.

Dans les conditions prévues d'utilisation, la gêne, la fatigue et les contraintes psychiques du conducteur et des agents d'exploitation doivent être réduites le plus possible compte tenu des principes de l'ergonomie.

La conception de l'installation et de ses composants doit prendre en compte le fait que les opérations de maintenance et d'entretien doivent s'effectuer sur une installation ou des parties d'installation arrêtées, voire consignées. Toutefois, des opérations telles que les réglages et les contrôles peuvent être effectuées sur des parties d'installations en mouvement si des protections appropriées ou des dispositifs de commande adaptés permettent de les réaliser sans risques.

Afin de permettre la préparation et la planification des opérations d'entretien et de maintenance, le constructeur indique dans des notices la nature et la fréquence de ces opérations. Ces notices doivent être suffisamment précises pour éviter les erreurs de démontage, de manipulation, ou de remontage lors des opérations de maintenance qui y sont décrites. Il en est de même pour les opérations de réglage. Les pictogrammes utilisés doivent être explicites.

L'installation ou certaines de ses parties constitutives doivent être conçues et construites compte tenu des contraintes imposées à l'opérateur par l'utilisation nécessaire ou prévisible d'équipements de protection individuelle.

L'installation doit être livrée avec tous les équipements et accessoires spéciaux et essentiels pour qu'elle puisse être réglée, entretenue, et utilisée sans risque y compris pour la manutention des composants. Toutefois des équipements communs à plusieurs installations sont admis.

L'installation doit être conçue et construite de façon telle que les fluides puissent être utilisés sans risques, notamment lors des opérations de remplissage et de vidange.

L'installation et ses composants doivent être conçus pour permettre une manutention sûre de ces derniers. Si la manutention des outils ou parties de machines, même légers, s'avère dangereuse, des dispositions particulières doivent être prévues. Les éléments de l'installation qui doivent être manutentionnés au cours de leur utilisation, avec des moyens de levage, doivent porter une indication de leur masse d'une manière lisible, durable et non ambiguë.

Les composants de l'installation ne doivent comporter, dans la mesure où leur fonction le permet, ni arêtes vives, ni angles vifs, ni surfaces rugueuses susceptibles de blesser.

Quelle que soit l'énergie utilisée, la machine doit être conçue, construite et équipée de manière à prévenir, ou permettre de prévenir, tous les risques liés à l'utilisation de cette énergie.

Les appareillages électriques incorporés dans la machine doivent, en outre, être conformes aux règles techniques de sécurité qui leur sont applicables.

L'installation doit être munie de dispositifs verrouillables permettant de l'isoler de toutes ses sources d'énergie. L'énergie résiduelle ou stockée qui subsiste après cette opération doit pouvoir être maîtrisée ou dissipée si nécessaire sans risque pour les personnes exposées. Toutefois, certains circuits électriques peuvent ne pas être séparés de leur source d'énergie afin de permettre, notamment, le maintien des pièces, la sauvegarde d'informations, l'éclairage des parties intérieures. Il en est de même pour les autres énergies. Dans ce cas, des mesures compensatoires doivent être mises en œuvre pour assurer la sécurité des opérateurs.

## Chapitre B2 - PYLÔNES

Les articles ci-après du présent chapitre constituent un ensemble cohérent de prescriptions dont la mise en œuvre au stade de la conception d'un téléphérique permet de répondre aux exigences telles qu'elles sont exposées dans le chapitre précédent, lorsque le personnel intervient sur un pylône pour effectuer des opérations de contrôle, de surveillance, de sauvetage, de réparation, de maintenance ou d'entretien dans le respect des instructions appropriées qui lui sont données, que ce soit en exploitation ou hors exploitation.

Une conception des pylônes différente de celle qui découle des articles ci-après est possible si elle résulte de la démarche suivante :

- détermination exhaustive des interventions à réaliser pour assurer les opérations de contrôle, de surveillance, de sauvetage, de réparation, de maintenance ou d'entretien ;
- définition des interventions à réaliser par le personnel d'exploitation à partir des pylônes et analyse des risques associés à ces interventions ;
- définition des interventions à réaliser par le personnel d'exploitation à partir du véhicule de service et analyse des risques associés à ces interventions ;

La répartition des interventions définies ci-dessus doit couvrir l'ensemble des interventions prévues.

- définition et justification des mesures constructives retenues pour faire face à ces risques.

### B2 - 1 - Échelles

#### B2 - 1.1 - Généralités

Une échelle installée à demeure doit permettre d'accéder aux passerelles de sommet du pylône à partir du sol non enneigé. Les autres échelles doivent respecter les dispositions pertinentes ci-dessous.

La continuité des montants de l'échelle doit être assurée de telle manière que la jonction de deux éléments consécutifs ne présente pas de risque d'accrochage des mains ou des vêtements.

Les échelles doivent dépasser de 1 m le niveau à desservir, sans gêner le passage sur les passerelles des potences transversales ou seront prolongées d'autant par deux mains courantes.

À défaut d'une crinoline, les échelles doivent être équipées de dispositifs permettant d'utiliser une protection anti-chute de façon continue entre deux plans de repos. De tels dispositifs sont obligatoires dès que la hauteur des échelles dépasse 3 mètres.

Le dispositif anti-chute doit être conforme à l'EN353-1:2014 + A1:2017. Pour les utilisations extérieures en milieu exposé aux intempéries, l'utilisation d'un rail n'est pas pertinente. Si ce dispositif utilise un câble, il doit être de préférence rectiligne. Le déclipage du câble de ses supports d'assurage doit pouvoir s'effectuer facilement. Le personnel doit pouvoir mettre en place le dispositif d'assurage qui coulisse le long du câble, à moins d'1,20 m du sol. Il faut prévoir une disposition pour privilégier quand c'est possible la continuité entre deux lignes de vie successives.

Si, en alternative aux alinéas précédents, une crinoline est prévue, sa conception doit respecter les dispositions de l'EN 14122-4:2016.

Dans les cas de pylônes de ligne inclinés de plus de 80° par rapport à l'horizontale, des paliers de repos doivent être prévus à intervalle de 15 m au maximum. Les paliers de repos doivent permettre une position debout ou assise avec sac à dos.

Le dimensionnement des échelles en ce qui concerne les sollicitations doit respecter les exigences de l'EN 14122-4:2016.

## B2 - 1.2 - Prescriptions géométriques

Les échelons ne doivent pas être lisses. Au-delà de 1 m de hauteur au-dessus du sol ou du massif béton, une distance horizontale de 150 mm libre de tout obstacle doit être préservée entre les échelons et le support de l'échelle afin de ne pas entraver l'équilibre du pied sur l'échelon. (cf. schéma ci-après). Au droit d'un point singulier, pour les cotes horizontale et verticale, cette valeur peut être ramenée à 100 mm.

L'entre-axe entre échelons doit être compris entre 250 et 280 mm et le pas doit être régulier y compris aux jonctions entre éléments d'échelles. La largeur entre montants doit être comprise entre 300 et 400 mm minimum (280 mm est admis au cas où l'environnement immédiat ne permet pas une largeur supérieure).

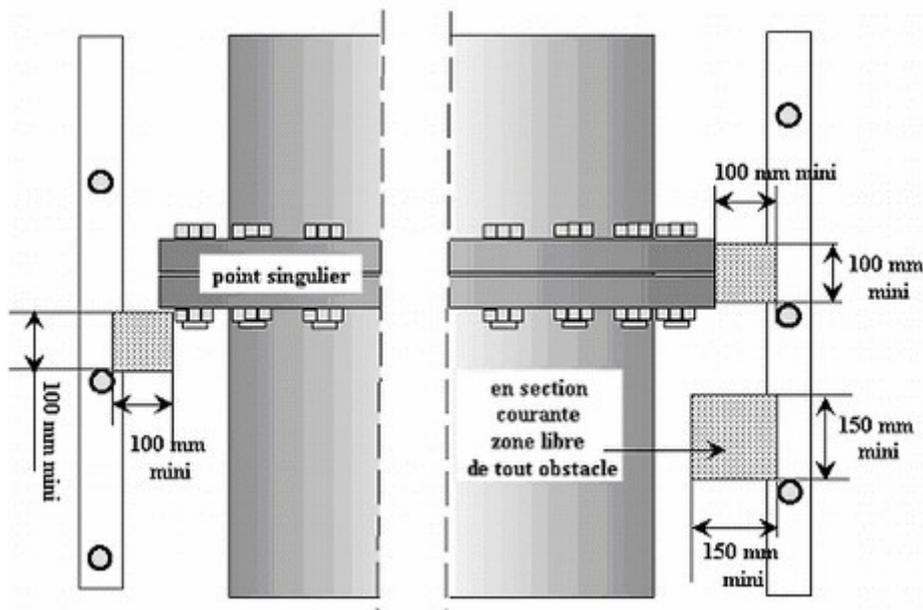
En cas de sortie frontale de l'échelle, une largeur minimale de passage de 500 mm doit être prévue.

La hauteur maximale du 1<sup>er</sup> échelon au-dessus du sol ou du massif béton doit être inférieure ou égale à 400 mm. Une hauteur maximale de 600 mm peut être admise pour tenir compte du type de conception du pylône (présence éventuelle de goussets), des éventuels calages de pylône, ...

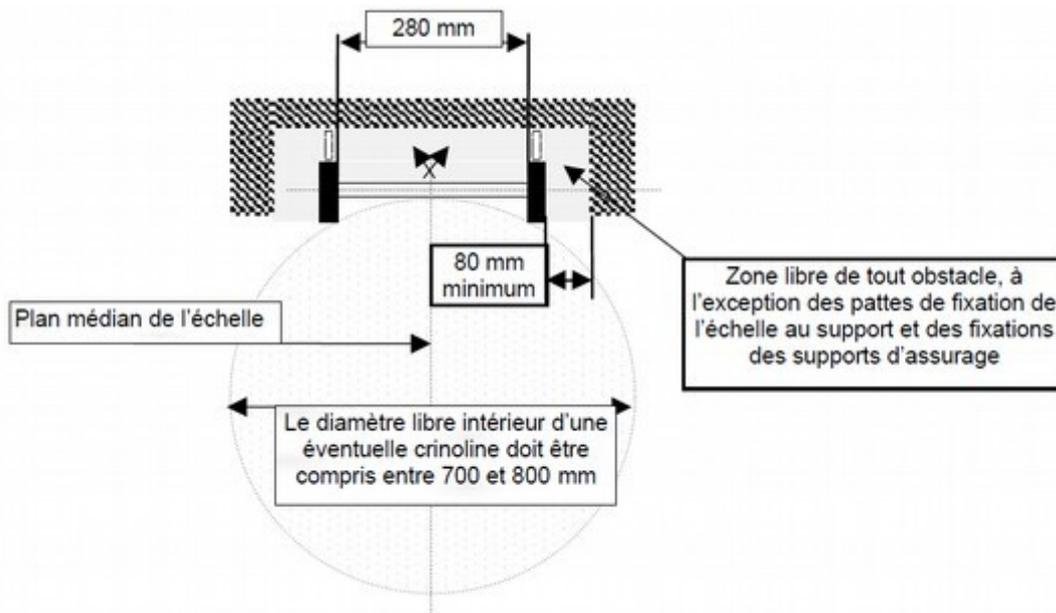
Le dégagement devant l'échelle, mesuré depuis la face avant de l'échelon doit être de 650 minimum.

Pour le franchissement d'un point singulier tel qu'une trappe, le diamètre minimum de passage est de 600 mm.

### VUE SUIVANT LE PLAN VERTICAL MÉDIAN DE L'ÉCHELLE



## COUPE SUIVANT UN PLAN HORIZONTAL



## B2 - 2 - Passerelles

### B2 - 2.1 - Généralités

Pour permettre l'exécution des visites, des contrôles et des travaux de maintenance de manière sûre, les pylônes doivent être équipés de passerelles fixes. Elles doivent être antidérapantes. Les éventuels rebords destinés à empêcher les chutes d'outils ne doivent pas avoir une hauteur supérieure à 70 mm. Les éléments agressifs ne doivent pas entraver le déplacement du personnel ni compromettre les opérations d'évacuation.

Les mains courantes et autres supports qui équipent les passerelles doivent être conçus, construits et disposés de sorte que les utilisateurs les utilisent instinctivement.

Les moyens d'accès doivent être conçus pour que le personnel, lors du passage de l'échelle d'accès à la passerelle, dispose d'au moins trois points d'appuis (au moins une main et deux pieds, ou deux mains et un pied).

Lorsque l'accès d'un sauveteur est nécessaire à l'évacuation verticale des usagers, les passerelles doivent être conçues de manière à permettre à ce sauveteur de mettre en place, depuis celle-ci, son équipement pour se déplacer sur le câble puis de s'y accrocher. Les passerelles « sauveteur » ne sont pas obligatoires sur le brin descente si l'installation n'est pas exploitée à la descente. Cette prescription n'est pas incompatible avec la descente occasionnelle de personnes.

Les marches de passerelles doivent avoir une largeur minimum, dans le sens du déplacement, de :

- 500 mm pour les passerelles de potences,
- 400 mm pour les passerelles de balanciers ou de sabots.

La maille des caillebotis ne doit pas laisser passer une bille d'un diamètre de 35 mm. Les passerelles ne doivent pas être inclinées de plus de 10 % par rapport à l'horizontale.

Les passerelles doivent être équipées de garde-corps tels que définis à l'article B2-2.2. A l'exception des bords de passerelles situés côtés câble, l'aménagement des garde-corps et des différents éléments de structure sur les passerelles doit permettre d'assurer la continuité de la protection contre les chutes sur les trois autres côtés des passerelles.

Le dimensionnement des passerelles et des garde-corps doit être réalisé en prenant en compte les règles de l'EN13107:2015.

Le plan du garde-corps ne doit pas être à plus de 50 mm de la surface qu'il protège.

L'installation de dispositifs de protection des parties mobiles de ligne n'est pas requise.

### B2 - 2.1.1 - Spécificités des téléphériques monocâbles

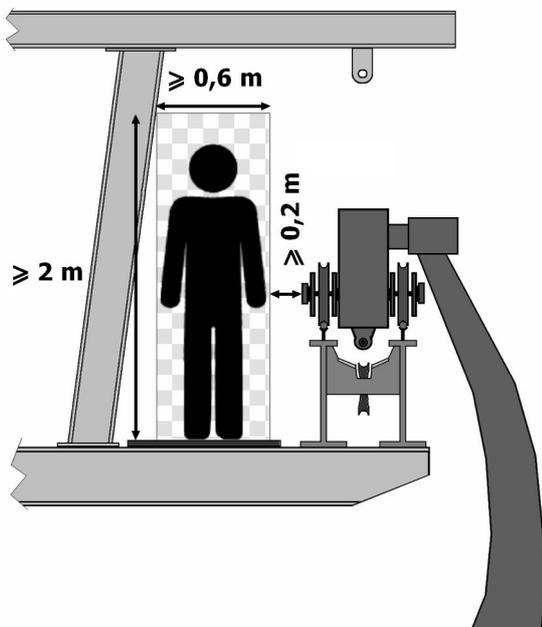
- Les surfaces des passerelles ou marche de passerelle doivent être situées à 100 mm au moins en dessous de l'axe des galets. Cette cote doit être mesurée en milieu de marche. Pour les équipements compression, les marches de passerelles peuvent être aménagées jusqu'à l'axe de rotation du galet. Cette cote peut être adaptée en cas d'incompatibilité avec le gabarit libre des véhicules.
- Pour le franchissement d'un point singulier lors du cheminement sur les passerelles, le passage aura une hauteur minimum de 800 mm comptée à partir de la surface de la passerelle et au moins 400 mm de largeur.

### B2 - 2.1.2 - Spécificités des téléphériques bicâbles

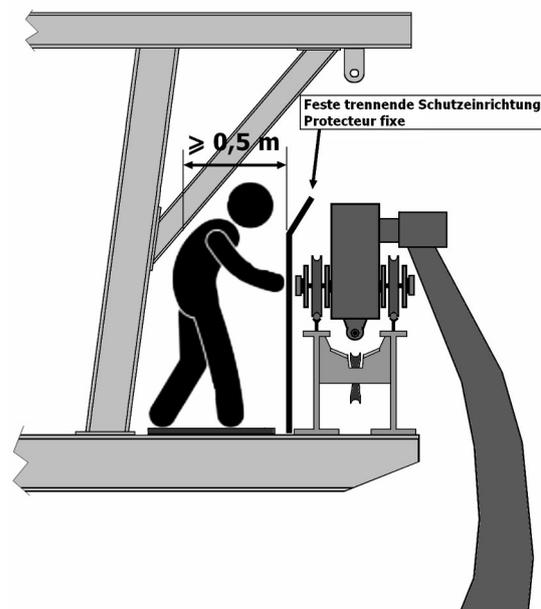
- Toute passerelle située au voisinage du passage d'un véhicule doit permettre au personnel de disposer d'un espace libre de 0,6 m de largeur et de 2 m de hauteur. Cet espace doit être situé à une distance de sécurité d'au moins 0,2 m du gabarit cinématique du véhicule.
- Pour le franchissement d'un point singulier, le passage aura une largeur minimale de 0,5 m et sa hauteur pourra être inférieure à 2 m. Dans ce cas, si la distance de sécurité de 0,2 m ne peut pas être respectée, un protecteur fixe devra être installé pour éviter le contact avec le véhicule.

#### COUPE SUR PYLÔNE :

##### EN SECTION COURANTE



##### AU DROIT D'UN POINT SINGULIER



## B2 - 2.1.3 - Points d'ancrage EPI

Des points spécifiques ou des éléments de structure situés dans l'environnement des passerelles où les équipements de protection individuelle peuvent être accrochés doivent être implantés de telle façon que le cheminement du personnel et ses interventions puissent se faire avec utilisation permanente de l'EPI. Ces points d'ancrage EPI doivent être repérés sauf s'il existe un panneau d'information récapitulatif dans la zone de travail indiquant toutes les possibilités d'ancrage.

Les points d'ancrage pour les EPI non conçus par le constructeur de l'installation à câbles doivent satisfaire aux exigences de la norme EN 795:2012.

Pour les autres points d'ancrage, de conception spécifique, les dispositions suivantes doivent être appliquées :

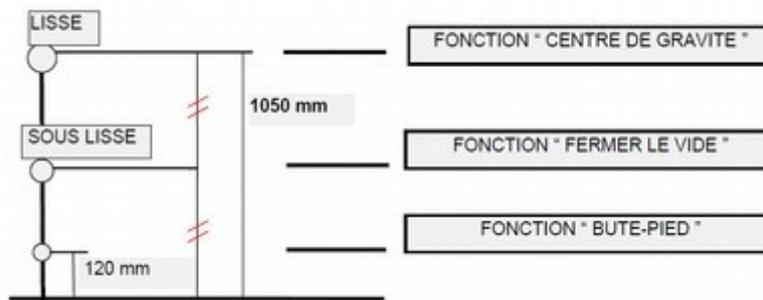
- Les dispositifs d'ancrage ne doivent pas présenter d'arête vive ou de bavures susceptibles de blesser l'utilisateur ou de sectionner, user ou endommager d'une autre façon le dispositif d'ancrage ou une partie de l'équipement de protection individuelle pouvant entrer en contact avec eux.
- Le connecteur (mousqueton, manu-croche,...) doit pouvoir bouger librement au point d'ancrage et la géométrie du point d'ancrage doit être telle que le connecteur ne doit pas être sollicité transversalement en cas de chute.
- Leur résistance doit être justifiée par un calcul statique prenant en compte une valeur de calcul de 12 kN pour un utilisateur (ou 12 kN + 1 kN par utilisateur supplémentaire) et/ou un par des essais statiques et dynamiques.

Dans le cas de la réalisation d'essais, les chargements à considérer sont indiqués dans le tableau ci-dessous en fonction du nombre de personnes utilisant simultanément le point d'ancrage. Les modalités prescrites dans l'EN 795:2012 et la spécification technique CEN/TS 16415:2013 (plusieurs utilisateurs simultanément) pourront utilement être prises en compte pour la mise en œuvre de ces essais. La résistance du point d'ancrage est considérée suffisante si la charge est maintenue à distance du sol après application des essais statiques et dynamiques.

	<b>Utilisateur unique</b>	<b>Plusieurs utilisateurs</b>
Essai statique	Charge de 12 kN pendant 3 min	Charge de 12 kN + 1 kN par utilisateur supplémentaire pendant 3 min
Essai dynamique	Force de choc de 9 kN avec une masse de 100 kg. À la fin de l'essai dynamique, ajout d'une masse statique de 200 kg pendant 3 min.	Force de choc de 12 kN avec une masse de 200 kg, puis à partir du 3 <sup>e</sup> utilisateur, force de choc supplémentaire de 9 kN avec une masse de 100 kg (à réaliser successivement pour chaque utilisateur supplémentaire, en laissant les masses précédentes suspendues). À la fin des essais dynamiques, ajout d'une masse statique de 400 kg + 50 kg par utilisateur supplémentaire à partir du 3 <sup>e</sup> utilisateur, pendant 3 min.

Quel que soit le type de point d'ancrage (conçu ou non par le constructeur de l'installation à câbles), le dimensionnement de la structure recevant ce point d'ancrage doit être vérifiée par un calcul statique ou par essai avec une charge de 12 kN pour un utilisateur ou 12 kN+ 1 kN par utilisateur supplémentaire (valeur pour une personne à considérer comme action accidentelle).

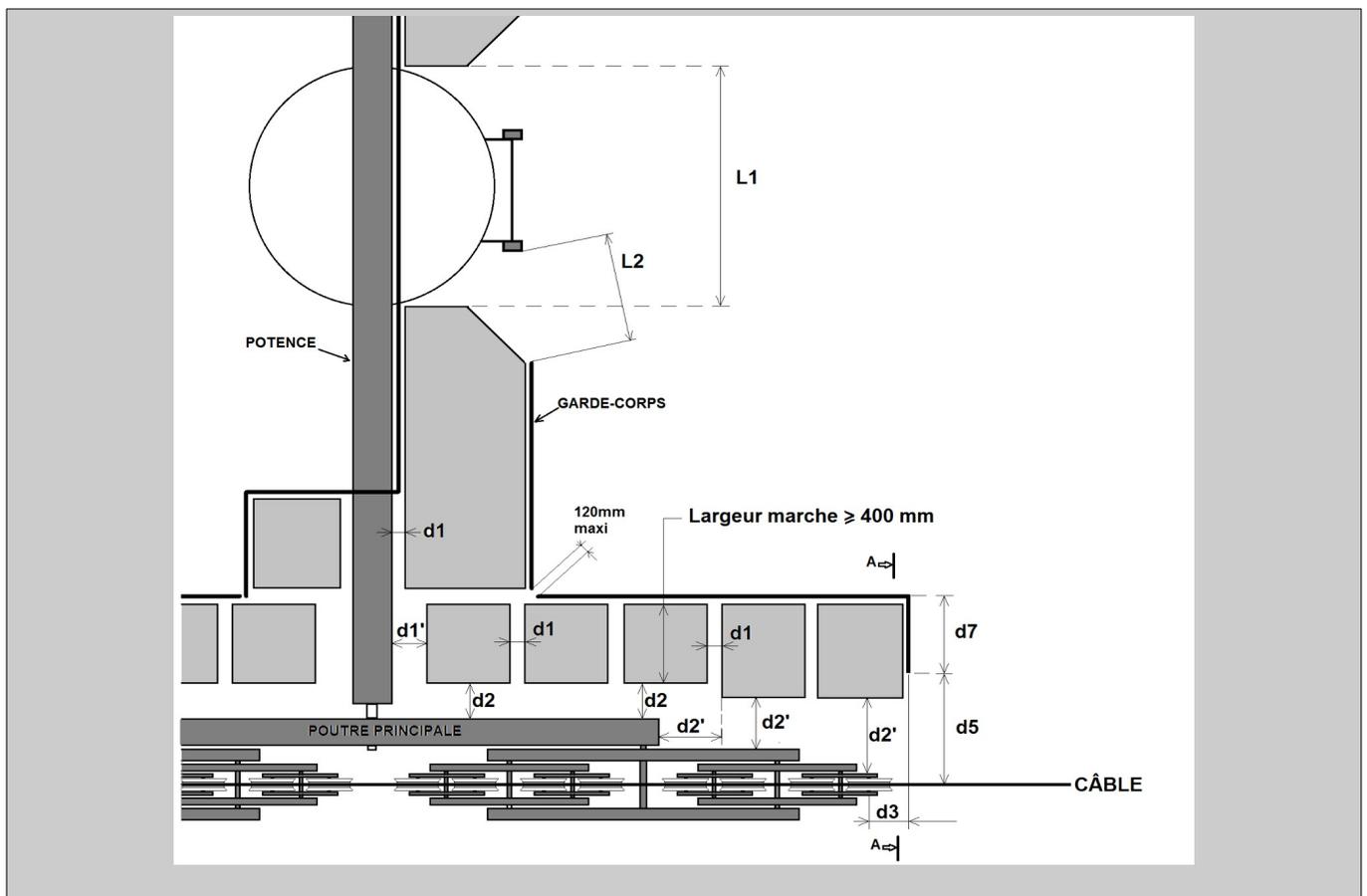
## B2 - 2.2 - Prescriptions géométriques



Pour les marches de passerelles, les hauteurs de plinthe ou de bute pied, sous-lisse et lisse se mesurent au milieu de la marche avec une tolérance de  $\pm 50$  mm. Les discontinuités de fonction ne doivent pas excéder 120 mm. La sous-lisse doit se situer sensiblement à mi-hauteur de la lisse.

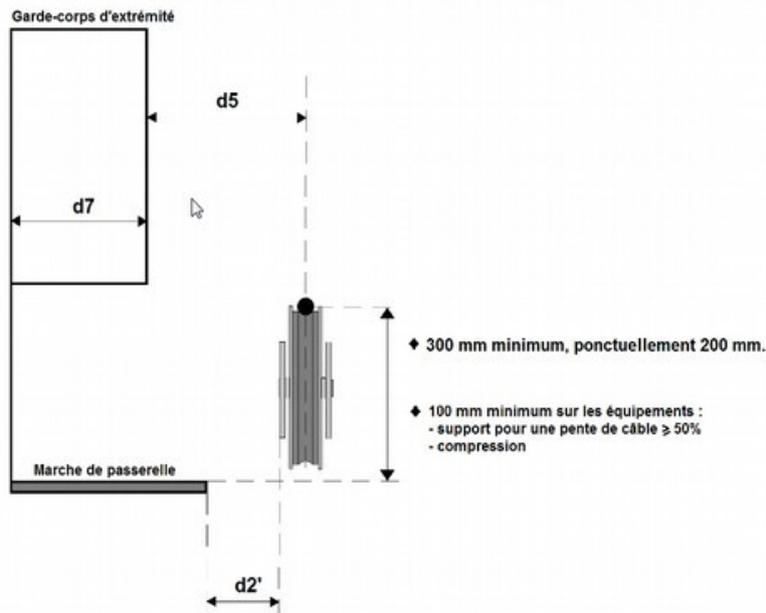
### B2 - 2.2.1 - Prescriptions pour les téléphériques monocâbles

#### PROJECTION HORIZONTALE PARTIELLE D'UN PYLÔNE ET D'UN BALANCIER (MONOCÂBLE)



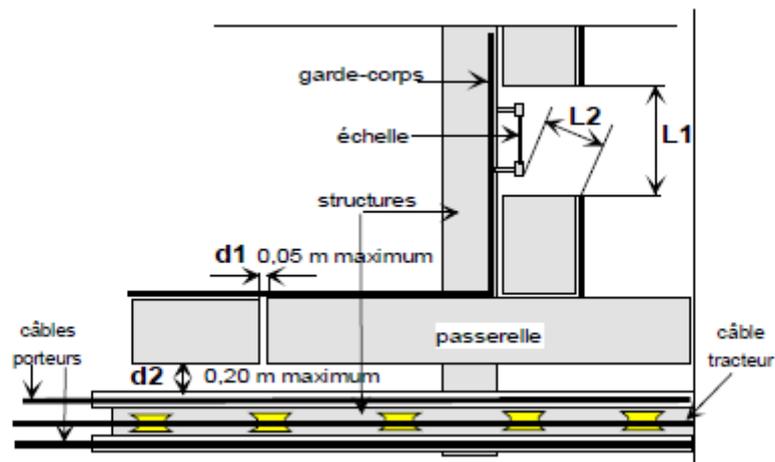
- L1** La distance entre les passerelles doit être comprise entre 700 et 800 m
- L2** La projection horizontale de la distance au niveau des pieds doit être comprise entre 300 et 600 mm.
- d1** La projection horizontale de l'intervalle entre 2 éléments de circulation consécutifs doit être au plus égale à 75 mm.
- d1'** La projection horizontale de l'intervalle entre la potence et la passerelle de balancier ou passerelle de potence peut être portée à 300 mm maximum lorsqu'il n'y a pas de cheminement direct amont-aval dans la zone concernée sans équipement particulier.
- d2** La projection horizontale de la distance entre les marches de passerelle ou structures assimilées et la poutre principale du balancier doit être au plus de 300 mm en latéral.
- d2'** La projection horizontale de la distance entre les marches de passerelle ou structures assimilées et les autres structures du balancier doit être au plus de 500 mm, ainsi qu'en longitudinal à l'extrémité de la poutre principale du balancier.
- d3** Les valeurs de d3 selon l'axe du câble sont :
- au minimum de 100 mm depuis l'axe du galet à l'extrémité du garde-corps,
  - au maximum 700 mm depuis l'axe du galet à l'extrémité du garde-corps.
- d5** La projection horizontale de la distance entre le garde-corps d'extrémité et le câble doit être supérieure ou égale à 400 mm. Afin de faciliter le passage du sauveteur de la passerelle au câble, la fonction bute pied de ce garde-corps peut être supprimée .
- d7** La longueur de garde-corps fermant le vide en extrémité de passerelle de balancier ne doit pas être inférieure à 300 mm.

## RELATIONS ENTRE LES DIVERS ÉLÉMENTS DE PASSERELLE ET LE CÂBLE EN EXTRÉMITÉ DE PASSERELLE (VUE SUIVANT AA)



### B2 - 2.2.2 -Prescriptions pour les téléphériques bicâbles

## PROJECTION HORIZONTALE PARTIELLE d'UN PYLÔNE (BICÂBLE)



- L1** La distance entre les passerelles doit être comprise entre 700 et 800 m
- L2** La projection horizontale de la distance au niveau des pieds doit être comprise entre 300 et 600 mm.
- d1** La projection horizontale de l'intervalle entre deux éléments de circulation consécutifs doit être au plus égale à 50 mm.
- d2** La projection horizontale de la distance entre les marches de passerelle ou structures assimilées et les structures du sabot ou du balancier doit être au plus de 200 mm.

## **B2 - 3 - Dispositifs de manœuvre**

### **B2 - 3.1 - Points d'accrochage**

Tout pylône support doit être équipé à demeure de points d'accrochage qui permettent de fixer des équipements de traction en vue :

- du levage du câble,
- de la manutention des balanciers, pour les téléphériques monocâbles.

Ces points d'accrochage doivent être implantés et conçus pour permettre le levage du câble sans nécessité de présence de personnel dans le véhicule de service. La mise en place de ces équipements de levage doit pouvoir s'effectuer en sécurité, en respectant les principes d'ergonomie.

Tout pylône compression doit, en outre, être équipé à demeure, sous chaque balancier ou sabot, de points d'ancrage qui permettent de fixer l'équipement nécessaire au décâblage.

Les points d'accrochage et leur structure d'accueil doivent être justifiés par calculs. Les chargements sont pris en compte avec les pondérations définies par l'EN13107.

Si des accessoires spécifiques à ces points d'accrochage sont nécessaires, ils doivent être fournis avec l'installation.

Pour chacun de ces points d'accrochage :

- le constructeur doit fournir une notice d'utilisation ;
- un pictogramme doit permettre d'informer les utilisateurs de leur fonction et de la charge maximale admissible.

Les points de fixation pour l'outillage de décâblage ou soulèvement doivent être accessibles depuis des postes de travail sûrs (si nécessaire, échelle avec protection antichute et/ou éventuellement plateforme).

### **B2 - 3.2 - Nacelle d'évacuation**

Le constructeur doit fournir avec la nacelle d'évacuation, les dispositifs nécessaires à sa mise en place sur le câble et à son retrait, ainsi que la notice d'utilisation correspondante.

## Chapitre B3 – CÂBLES

Toute installation doit comporter des moyens d'accès permanent et des postes de travail qui permettent les opérations suivantes dans des conditions satisfaisantes de sécurité :

- le contrôle magnétographique des câbles mobiles
- le déplacement et l'entretien des attaches fixes
- les essais de glissement des attaches
- le traitement éventuel de protection des câbles
- la reprise de tension des câbles par l'intermédiaire de points d'ancrage.

Les postes de travail correspondants doivent avoir une surface minimale de 0,6 m<sup>2</sup>.

Des garde-corps doivent en ceinturer tous les côtés.

Les parties tournantes doivent être rendues inaccessibles (par éloignement, voir les dispositions de l'EN ISO 13857:2019, ou protection).

Ils doivent être munis de dispositifs appropriés tels que points d'ancrage, moyens de traction ou outillage de déplacement, ainsi que d'un dispositif de commande permettant le démarrage et l'arrêt du câble.

Si le respect de l'EN ISO 13857:2019 ou la protection des parties tournantes n'est pas possible techniquement, cette commande doit être un dispositif de commande bimanuelle.

## Chapitre B4 – GARES

Au titre du présent chapitre, le terme de gare intègre la gare proprement dite ainsi que les éventuels garages, tapis de positionnement ou d'embarquement et les zones d'entretien.

### B4 - 1 - Généralités

Les zones de circulation des personnes doivent être conçues pour éviter les risques de glissade sur le sol, notamment en permettant l'évacuation des eaux de fonte et ne pas présenter de saillies susceptibles de faire trébucher le personnel.

Les prescriptions pertinentes de l'[article B2-2](#) de la présente partie sont applicables aux passerelles de gare, à l'exception de la largeur minimum des passerelles, dans le sens du déplacement, qui doit être de 600 mm.

En dehors des circulations principales, la largeur de 600 mm peut être réduite à 400 mm sur de courtes sections à proximité des points de croisement avec des éléments structurels. Cette réduction peut également être appliquée pour les passerelles ou plateformes constituant des postes de travail qui ne sont parcourues qu'occasionnellement (par exemple moins de 30 jours par an).

Les trappes d'intervention dans les planchers doivent être munies de dispositif d'assistance à la manœuvre et doivent demeurer en position stable et ouverte. Ces trappes sont normalement en position fermée, sans nécessité de verrouillage. Une signalisation d'alerte relative à la présence d'une trappe ouverte doit être disponible, de même qu'un dispositif tel qu'une barrière permettant d'empêcher l'accès à la trappe ouverte.

Des moyens d'accès permanents tels qu'escaliers, échelles ou passerelles, permettant d'atteindre, en sécurité, tous les emplacements utiles pour les opérations de conduite, de surveillance, de réglage et de maintenance doivent être prévus. Ces emplacements doivent être adaptés aux opérations pour lesquelles ils sont prévus.

En particulier, pour les installations débrayables, si un accès à l'extérieur des voies est nécessaire dans le cadre de la maintenance, il est nécessaire de prévoir :

- un accès sécurisé,
- un cheminement en protection collective vis-à-vis du risque de chute, ou à défaut aménagé de façon à permettre l'utilisation d'un EPI,
- un espace de travail au droit des points d'intervention permettant un travail dans des conditions d'ergonomie satisfaisantes.

L'accès principal à la gare lié à une structure fixe doit être du type escalier ou échelle à marche d'angle d'inclinaison maximal de 75° et répondant aux prescriptions du chapitre 6 de la NF EN ISO 14122 partie 3. Par exception aux dispositions de la norme précitée, un palier de repos n'est nécessaire que pour une hauteur d'accès supérieure à 6 m.

Pour les installations débrayables, ces moyens d'accès seront implantés par ordre de préférence :

- à l'extérieur des voies de circulation des véhicules de façon à ce que le personnel ne croise le flux de véhicules,
- dans les zones d'évolution lente des véhicules,
- à défaut, des cheminements seront matérialisés de façon à guider le personnel sur un chemin sur lequel il n'y a pas de risque de heurts avec les véhicules dans leurs zones d'évolution rapide.

Dans la gare, pour les accès secondaires, une échelle peut être prévue si la construction d'un escalier ou d'une échelle à marche n'est pas possible pour des raisons d'encombrement ou d'exploitation.

Les échelles doivent respecter les dispositions de l'article B.2.1.

Les accès aux zones dans lesquelles le personnel peut être exposé à des risques liés aux parties mobiles (absence de protection directe ou accès derrière les protections) doivent être signalés de manière visible et fermés par une porte ou un portillon dont la position est surveillée de façon à créer un arrêt en cas d'ouverture.

Les échelles présentant une hauteur de chute supérieure à 3 m doivent être équipées de dispositifs permettant d'utiliser une protection antichute mobile pendant toute l'ascension. Il faut prévoir une disposition pour privilégier quand c'est possible la continuité entre deux lignes de vie successives.

Le dispositif antichute doit être conforme à l'EN 353-1:2014+A1:2017.

Le personnel doit pouvoir mettre en place son antichute mobile sur le support d'assurance depuis le sol, une passerelle ou une plateforme de travail (c'est à dire à moins de 1,20 m du sol).

En sortie d'échelle ou d'échelle à marches, le niveau desservi doit être équipé d'un portillon. Sa fermeture doit être automatique et son sens d'ouverture doit empêcher les chutes.

Les passerelles sur lesquelles le personnel est exposé au risque de chute doivent être munies de garde-corps conformes aux prescriptions de l'article B2-2.

Il y a danger de chute dans le cas d'une hauteur de chute possible supérieure à 0,5 m ou si le terrain voisin est incliné de plus de 60 %, tout en présentant un dénivelé de plus de 0,5 m. Cette valeur peut être portée à 1 m pour les zones des bords de quais le long desquels les véhicules sont guidés ainsi que dans leur prolongement en gare, dans les zones de circulation des véhicules en gare ou dans le garage.

Les passerelles ne pouvant pas être équipées d'une protection collective du fait de l'obligation d'assurer le gabarit au passage des véhicules ou des besoins d'accès aux équipements pour leur réglage ou leur maintenance (par exemple, passerelle d'accès au réglage des freins ou passerelle d'accès à des balanciers de gare) doivent être munies de points d'ancrage EPI conformes aux dispositions mentionnées à l'article B2-2.1. Les passerelles auxquelles l'accès est rare peuvent être équipées de la même manière.

L'installation doit être conçue et construite pour que les risques résultant de l'émission du bruit aérien produit soient réduits au plus bas niveau possible compte tenu de la disponibilité de moyens de réduction de bruit, notamment à la source.

Dans les locaux et les zones où la présence continue du personnel est nécessaire (aire d'embarquement et de débarquement, salle de commande), l'exposition au bruit ne doit pas dépasser :

- $L_{ex, 8h} = 80$  dB (A) (LEX : Level EXposition)

Les zones ou locaux de travail pour lesquels le niveau de pression acoustique d'émission pondéré mesuré  $L_{A,eq}$  est supérieur à 85 dB (A) doivent être signalés à l'aide d'un pictogramme (« port de dispositifs de protection auditives »).

Les locaux abritant des batteries d'accumulateurs doivent pour le moins être équipés d'une ventilation naturelle donnant sur l'extérieur.

Dans les garages, si le personnel doit intervenir au niveau des véhicules lors de leurs opérations de stockage ou pour des opérations de maintenance (nettoyage par exemple), l'aménagement doit être tel qu'un passage libre d'une largeur minimale de 500 mm soit prévu au moins d'un côté des véhicules, afin de prévenir les risques d'écrasement et permettre les opérations prévues. Toutes les zones de circulation des véhicules doivent être, soit matérialisées au sol par un zébra jaune et noir, soit interdites. En cas d'impossibilité de matérialiser au sol les zones de circulation des véhicules, il doit être mis en place une signalisation de cheminement du personnel dans le cadre d'un plan de circulation.

## **B4 - 2 - Éclairage**

Un éclairage incorporé, adapté aux opérations, doit être fourni là où, malgré un éclairage ambiant ayant une valeur normale, l'absence d'un tel dispositif pourrait créer un risque.

L'éclairage fourni par construction ne doit créer ni zone d'ombre gênante, ni éblouissement gênant, ni effet stroboscopique dangereux.

Si certains organes intérieurs doivent être inspectés fréquemment, des dispositifs d'éclairage appropriés doivent leur être associés ; il en est de même pour les zones de réglage et de maintenance.

L'EN 12464-1:2011 donne des niveaux d'éclairement à respecter en fonction des activités considérées.

Au moins dans les locaux utilisés pour l'exploitation, la maintenance et la réception des passagers (accès et départs, aires d'embarquement et de débarquement, zones d'attente) il faut prévoir un éclairage de secours suffisant indépendant de la source d'énergie normale.

## **B4 - 3 - Information, signalisation et instruments de contrôle**

L'installation doit être munie des dispositifs de signalisation tels que cadrans, signaux et des indications dont la connaissance est nécessaire pour qu'elle puisse fonctionner de façon sûre.

Les dispositifs d'information ou d'alerte nécessaires à la conduite, doivent être sans ambiguïté et faciles à comprendre. Ils ne doivent pas être excessifs afin de ne pas surcharger l'opérateur. La permanence de l'efficacité des dispositifs d'alerte doit pouvoir être vérifiée par les agents d'exploitation.

## **B4 - 4 - Dispositifs de commande et de manœuvre**

### **B4 - 4.1 - Généralités**

Les dispositifs de commande et de manœuvre doivent être :

- clairement visibles et identifiables et, le cas échéant, marqués de manière appropriée ;
- placés pour permettre une manœuvre sûre, sans hésitation ni perte de temps et sans équivoque ;
- conçus de façon que leur mouvement soit cohérent avec l'effet commandé ;
- disposés en dehors des zones dangereuses sauf, si nécessaire, pour certains organes tels qu'un arrêt d'urgence ;
- situés de façon que leur manœuvre ne puisse engendrer de risques supplémentaires ;
- conçus ou protégés de façon que l'effet voulu, s'il peut entraîner un risque, ne puisse se produire sans une manœuvre intentionnelle ;
- fabriqués de façon à résister aux efforts prévisibles, notamment en ce qui concerne les dispositifs d'arrêt d'urgence qui risquent d'être soumis à des efforts importants ;
- rendus inaccessibles au public (la présence de personnel à même d'empêcher l'accès aux dispositifs répondant à la préoccupation)..

Lorsqu'un dispositif est conçu et construit pour permettre plusieurs actions différentes, c'est-à-dire que son action n'est pas univoque, notamment en cas d'utilisation d'un clavier, l'action commandée doit être affichée en clair et, si nécessaire, faire l'objet d'une confirmation.

Les dispositifs doivent avoir une configuration telle que leur disposition, leur course et leur effort résistant soient compatibles avec l'action commandée, compte tenu des principes de l'ergonomie. Les

contraintes dues à l'utilisation, nécessaire ou prévisible, d'équipements de protection individuelle doivent être prises en considération. Toutefois, pour les gares retour de télésièges à attache fixe, si l'exploitant choisit d'interdire toutes interventions simultanées dans les deux gares, cette prescription ne s'impose pas.

## **B4 - 4.2 - Mise en marche**

La mise en marche de l'installation ne doit être autorisée qu'à partir du seul poste de commande. Si une installation comprend, outre un poste de commande, un ou plusieurs postes de conduite, et que de ce fait, les opérateurs peuvent se mettre en danger mutuellement, des dispositifs complémentaires, tels que des dispositifs de validation ou des sélecteurs qui ne laissent en opération qu'un seul poste de commande / de conduite à la fois, doivent être prévus pour exclure ce risque.

La mise en marche de l'installation ne doit pouvoir s'effectuer que par une action volontaire sur un organe prévu à cet effet. Il en est de même pour la remise en marche après un arrêt, qu'elle qu'en soit l'origine.

La mise en marche de l'installation doit toujours être précédée d'un signal sonore audible dans toutes les zones concernées par la mise en mouvement de l'installation et susceptibles d'être occupées par du personnel.

## **B4 - 5 - Fluides sous haute pression**

Les conduites rigides ou souples véhiculant des fluides, en particulier sous haute pression, doivent pouvoir supporter les sollicitations internes et externes prévues. Elles doivent être solidement attachées et protégées contre les agressions externes de toute nature. Les dispositions nécessaires doivent être prises pour qu'en cas de rupture, ces conduites ne puissent occasionner de risques résultant notamment des mouvements brusques ou des jets à haute pression.

## **B4 - 6 - Protection contre les risques liés aux éléments mobiles de transmission et de tension**

### **B4 - 6.1 - Généralités**

Les éléments mobiles du treuil et des mécanismes de gare doivent être conçus et disposés pour éviter les risques mécaniques ou, lorsque des risques subsistent, être munis de protecteurs ou de dispositifs de protection de façon à éviter tout contact pouvant entraîner des accidents.

Les personnes exposées ne doivent pas pouvoir atteindre les éléments mobiles en mouvement.

Les protecteurs conçus pour protéger les personnes exposées contre les risques engendrés par les éléments mobiles de transmission, tels que poulies, courroies, engrenages, crémaillères, arbres de transmission, doivent être :

- soit des protecteurs fixes,
- soit des protecteurs mobiles,
- soit des barrières immatérielles
- conformes aux règles techniques définies aux articles B4-6.2 et B4-6.3.

En complément, l'EN 14120:2015 donne des règles de conception qui pourront utilement être prises en compte.

Les protecteurs mobiles ou des dispositifs de protection (barrières immatérielles par exemple) doivent être utilisés si des interventions fréquentes sont prévues. Des protecteurs fixes peuvent être utilisés pour les zones sur lesquelles des interventions sont rares.

Pour des configurations de station particulières ou des zones ponctuelles, il peut être admis de ne pas avoir de protecteurs au plus près des parties mobiles. Dans ce cas, pour l'accès à la zone considérée, une fermeture en amont, avec surveillance, doit être prévue, entraînant l'arrêt ou interdisant le démarrage de l'installation en cas d'ouverture.

Les portes d'accès et/ou barrières de délimitation doivent assurer le même niveau de sécurité que des protecteurs mobiles.

## **B4 - 6.2 - Exigences générales pour les protecteurs et les dispositifs de protection**

Les protecteurs et les dispositifs de protection :

1. Doivent être de construction robuste ;
2. Ne doivent pas occasionner de risques supplémentaires ;
3. Ne doivent pas pouvoir être facilement escamotés ou rendus inopérants ;
4. Doivent être situés à une distance suffisante de la zone dangereuse ;
5. Ne doivent pas limiter plus que nécessaire l'observation du fonctionnement ;
6. Doivent permettre les interventions indispensables pour les travaux d'entretien, en limitant l'accès au seul secteur où le travail doit être réalisé et, si cela est techniquement possible, sans démontage du protecteur ou du dispositif de protection.

## **B4 - 6.3 - Exigences particulières pour les protecteurs**

### **B4 - 6.3.1 - Protecteurs fixes**

Les protecteurs fixes doivent être maintenus en place solidement. Leur fixation doit être assurée par des systèmes nécessitant l'emploi d'outils pour leur ouverture.

Dans la mesure du possible, ils ne doivent pas pouvoir rester en place en l'absence de leurs moyens de fixation.

### **B4 - 6.3.2 - Protecteurs mobiles**

Les protecteurs mobiles doivent :

- dans la mesure du possible, rester solidaires de la machine lorsqu'ils sont ouverts ;
- être associés à un dispositif de verrouillage interdisant la mise en marche des éléments mobiles tant qu'ils permettent l'accès à ces éléments et déclenchant l'arrêt dès qu'ils ne sont plus dans la position de fermeture.

L'absence ou la défaillance d'un de leurs organes doit empêcher la mise en marche ou provoquer l'arrêt des éléments mobiles.

Par exception aux dispositions précédentes, la présence d'un dispositif de verrouillage interdisant la mise en marche des éléments mobiles pour les protecteurs mobiles, n'est pas requise si :

- l'accès aux zones considérées est interdit par une fermeture en amont, nécessitant l'utilisation d'un outil spécifique (par exemple clé),
- ou si l'ouverture de ces protecteurs mobiles nécessite l'utilisation d'un outil spécifique.

## **B4 - 7 - Tapis d'embarquement ou de positionnement**

Les éléments mobiles de transmission et support de tapis doivent répondre aux prescriptions du chapitre [B4-6](#).

Toute partie de fosse implantée sous un tapis pour en assurer la maintenance doit laisser une hauteur libre d'accès de 1,80 m minimum. Elle doit disposer d'un escalier d'accès, d'un moyen d'arrêt de l'installation et d'une évacuation des eaux de fonte.

## Chapitre B5 – VÉHICULE DE SERVICE

Ce véhicule est destiné à l'entretien et la maintenance des équipements de ligne et doit permettre le transport simultané du personnel et du matériel nécessaire. Chaque installation doit en être équipée, sauf cas particulier justifié.

Le véhicule de service doit être conçu pour permettre les interventions prévues depuis cet équipement dans le respect des exigences du chapitre 1 ci-dessus.

De même, sauf cas particulier justifié, ce véhicule comporte deux plates-formes superposées :

- une plate-forme inférieure destinée au transport du personnel et du matériel et sur laquelle le personnel doit être assis durant le transport ;
- une plate-forme supérieure destinée à permettre les interventions prévues sur les équipements de ligne, dans des conditions satisfaisantes pour le personnel.

La plate-forme inférieure doit être ceinturée d'un garde-corps conforme aux prescriptions du chapitre [B2-2](#).

A l'exception des véhicules équipant des télésièges mono ou biplaces, un accès fermé par un portillon doit être prévu, le portillon répondant aux exigences suivantes :

- il doit respecter les dispositions du chapitre B2-2 relatives aux garde-corps,
- sa conception doit s'opposer au risque d'ouverture inopinée,
- s'il dispose d'un verrouillage, celui-ci ne doit pouvoir s'effectuer que lorsque le portillon est en position fermée.

Pour les cas où un portillon n'est pas prévu, il est possible de faciliter l'embarquement par le déplacement temporaire de la lisse ou de la sous-lisse, sous réserve d'un repositionnement automatique.

La plate-forme supérieure doit être équipée :

- de points d'ancrage E.P.I. contre les chutes de hauteur, distinct pour chaque personne;
- d'un point de préhension côté suspente destiné au personnel et pour assurer sa stabilité;
- d'une plinthe périphérique;
- en général d'un garde-corps, qui ne doit pas engager les gabarits, sauf si le risque d'accrochage est maîtrisé par une fonction de sécurité.

Une fonction de sécurité équivalente doit être prévue pour la gestion de tout dispositif amovible qui engagerait le gabarit (par exemple potence de manutention).

Pour la conception des garde-corps et des points d'ancrage EPI, il faut se référer aux dispositions du chapitre B2-2.

Une échelle doit permettre le passage entre les deux plates-formes. Le personnel doit être assuré par un équipement de protection individuelle contre les chutes de hauteur lorsqu'il transite par l'échelle.

Chaque installation doit être équipée de manière à permettre, depuis le véhicule de service, d'immobiliser cette installation au moyen d'un frein de sécurité agissant directement sur la poulie motrice et empêcher son redémarrage intempestif. Pour limiter les risques d'arrêt intempestif sur perte de la liaison radio, il y a possibilité de décaler l'ordre d'immobilisation sécuritaire d'au plus 2s (paramétrage du time-out au niveau de la radiocommande de maintenance embarquée), en considérant qu'il ne s'agit pas d'un arrêt d'urgence mais d'un moyen d'immobilisation sécuritaire embarqué. Par ailleurs, il est possible de faire intervenir le frein de sécurité sur poulie motrice uniquement en fin d'arrêt, avec arrêt électrique dans un premier temps tant que la vitesse nulle n'est pas atteinte.

Chaque véhicule comportera une plaque signalétique précisant :

- la charge maximale autorisée sur chaque plate-forme et la charge maximale transportée autorisée du véhicule ;
- le gabarit ;
- le ou les noms des installations auxquelles il est affecté avec pour chacune d'elles, le diamètre et la pente du câble ;
- la vitesse maximale admissible ;
- l'obligation pour le personnel d'être assis sur la plate-forme inférieure lorsque le véhicule est en mouvement.

Le passage du personnel, de la plate-forme de travail à la passerelle des pylônes, doit être facilité, au besoin par l'équipement de la suspente avec une échelle ou des échelons. Durant cette opération, le personnel doit être assuré par un équipement de protection individuelle contre les chutes de hauteur. À cet égard, des points d'ancrage doivent être judicieusement disposés.

## **PARTIE C - DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES RELATIVES AUX MESURES À METTRE EN ŒUVRE LORS DE LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION DES TÉLÉPHÉRIQUES BICÂBLES EN VUE D'ASSURER LA SÉCURITÉ DU PERSONNEL D'EXPLOITATION**

Le contenu de cette partie a été transféré dans la partie B qui n'est plus spécifique aux téléphériques monocâbles. Les éventuelles spécificités des téléphériques bicâbles sont mises en évidence dans la partie B.

**PARTIE C - Dispositions complémentaires relatives aux mesures à mettre en œuvre lors de la conception et la construction des téléphériques bicâbles en vue d'assurer la sécurité du personnel d'exploitation.....218**

## PARTIE D - PRESCRIPTIONS RELATIVES AU DOMAINE ÉLECTRIQUE POUR LES INSTALLATIONS NOUVELLES ET LES INSTALLATIONS MODIFIÉES SUBSTANTIELLEMENT

### Sommaire

<b>PARTIE D - Prescriptions relatives au domaine électrique pour les installations nouvelles et les installations modifiées substantiellement.....</b>	<b>219</b>
Préambule.....	220
Définitions.....	220
Chapitre D1 - Exigences pour la conception générale des installations.....	223
D1 - 1 - Cas des téléphériques monocâbles.....	223
D1 - 1.1 - Configuration pour la marche avec l'entraînement principal ou auxiliaire.....	223
D1 - 1.1.1 - Pontage à mi-vitesse.....	223
D1 - 1.1.2 - Pontage des sécurités de détecteur de déraillement en pied de pylône.....	223
D1 - 1.1.3 – Possibilités de réarmement depuis les différents postes de conduite.....	224
D1 - 1.1.4 – Possibilité de démarrage depuis un poste de conduite autre que le poste de commande.....	224
D1 - 1.1.5 – Pontage de sécurités depuis une station opposée.....	224
D1 - 1.1.6 – Gestion des arrêts des actionneurs de gares.....	224
D1 - 1.1.7 – Enregistrement des données liées à l'exploitation.....	224
D1 - 1.2 - Configuration pour la marche avec l'entraînement de secours.....	225
D1 - 2 - Vérification de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation.....	226
D1 - 2.1 - Documents supports de la vérification.....	226
D1 - 2.2 - Paramétrage de l'installation.....	226
D1 - 2.3 - Vérification du câblage.....	227
D1 - 2.4 - Vérification en cas de modification en cours d'essais électriques probatoires.....	227
Chapitre D2 - Exigences complémentaires pour la récupération des architectures électriques non marquées CE.....	228
D2 - 1 - Vérification de la conception de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation.....	228
D2 - 2 - Prescriptions concernant l'utilisation d'automates programmables.....	228
D2 - 2.1 - Prescriptions concernant le matériel.....	228
D2 - 2.2 - Prescriptions concernant les logiciels.....	228
D2 - 2.2.1 - La sûreté de fonctionnement des logiciels « utilisateur ».....	228
D2 - 2.2.2 - Vérification par un organisme indépendant.....	229
D2 - 3 - Cas des téléphériques à mouvement unidirectionnel.....	229
D2 - 3.1 - Marche d'exploitation.....	229
D2 - 3.1.1 - Tableau A – Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt.....	230
D2 - 3.1.2 - Tableau B – Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer une alarme.....	232
D2 - 3.1.3 - Tableau C – Liste minimale des autres fonctions de sécurité.....	233
D2 - 3.1.1 - Prescriptions générales.....	234

D2 - 3.1.2 - Prescriptions relatives au contrôle de dévirage.....	234
D2 - 3.1.3 - Traitement des boutons d'arrêt de sécurité.....	234
D2 - 3.1.4 - Traitement de l'information vitesse et distance.....	234
D2 - 3.1.5 - Traitement de la surveillance de la tension des câbles.....	234
D2 - 3.1.6 - Inhibition temporaire du contrôle de cheminement lors de la mise en mouvement du câble sur les installations découplables.....	234
D2 - 3.1.7 - Arrêt par inertie non considéré comme arrêt au 1 <sup>er</sup> frein de sécurité.....	235
D2 - 3.1.8 - Cas particulier de la marche garage.....	235
D2 - 3.2 - Marche en cas de circonstances exceptionnelles.....	235
D2 - 3.2.1 - Généralités.....	235
D2 - 3.2.2 - Marche de récupération avec l'entraînement principal ou auxiliaire.....	238
D2 - 3.2.3 - Marche de récupération avec l'entraînement de secours.....	238

## **PRÉAMBULE**

La présente partie précise les prescriptions à respecter pour les installations électriques.

## **DÉFINITIONS**

### **Dispositif de sécurité :**

Ensemble des constituants qui sont utilisés pour réaliser toutes les opérations d'une fonction de sécurité.

### **Entraînement principal :**

Entraînement destiné à assurer l'exploitation normale.

### **Entraînement auxiliaire :**

Entraînement permettant l'exploitation en remplacement de l'entraînement principal, à débit éventuellement réduit, mais avec le même niveau de sécurité que l'exploitation normale.

### **Entraînement de secours :**

Entraînement destiné à la récupération des véhicules en cas d'indisponibilité des autres entraînements.

### **Fonction de sécurité :**

Ensemble des opérations destinées à reconnaître l'apparition de certains états ou déroulements spécifiques constitutifs d'une situation dangereuse. Ces opérations déclenchent les processus destinés à réduire les risques, en particulier l'arrêt de l'installation. Une fonction de sécurité commence par la reconnaissance des états et l'évaluation des grandeurs physiques sur la remontée mécanique. Elle se termine par le déclenchement du processus, ou par l'achèvement de celui qui a été initié.

### **Désactivation :**

Mise hors service dans des conditions préétablies d'une fonction de sécurité, sans réduction de vitesse, sur action volontaire du conducteur

### **Pontage :**

Suppression (= mise hors service) dans des conditions préétablies d'une fonction de sécurité active en exploitation normale, lors d'une marche en cas de circonstances exceptionnelles, avec réduction de vitesse associée.

**Inhibition temporaire :**

Mise hors service temporaire d'une fonction de sécurité, avec réduction de vitesse associée, soit automatique (ex : lors de la mise en mouvement du câble sur les installations découplables avec phase d'initialisation sur certaines fonctions de sécurité -cheminement, cadencement, pesage pince, fermeture/verrouillage porte-) ou sur action volontaire du conducteur (ex : défaut vent fort selon RM2 – A5 – 5.1.1, lors de la mise en mouvement du câble sur les installations découplables avec phase d'initialisation sur certaines fonctions de sécurité,...)

**Poste de conduite :** (idem A5 - 5.6.2.1 - Définitions)

On appelle poste de conduite un lieu depuis lequel une personne chargée des missions de conduite / de surveillance peut arrêter l'installation et remplir une mission de surveillance, avec sous certaines conditions accès à des fonctionnalités plus étendues (démarrage, réarmement, pontage,... cf. articles D1 – 1.1.3 et suivants). Ce poste de conduite peut être situé dans une des gares de l'installation, voire peut être extérieur à l'installation (poste de conduite déporté).

**Poste de commande :** (idem A5 - 5.6.2.1 - Définitions)

On appelle poste de commande le lieu depuis lequel une personne chargée des missions de conduite / de surveillance peut gérer les différents modes de marche, réarmer et remettre en marche l'installation en ayant accès à la totalité de l'information relative à l'état des sécurités. Il ne peut exister qu'un seul poste de commande par installation, situé en général en station motrice .

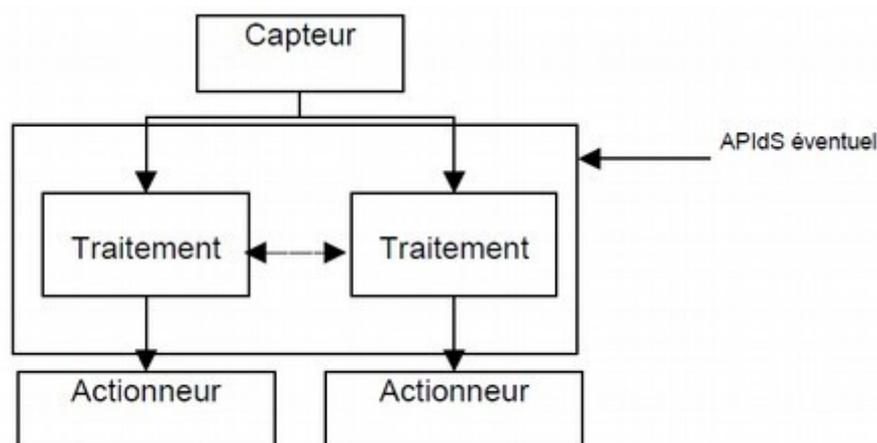
**Sécurité intrinsèque :**

Un dispositif de sécurité est considéré comme étant en sécurité intrinsèque lorsque la défaillance d'un seul composant concourant à la sécurité ne nuit pas à son fonctionnement, sauf à provoquer l'arrêt automatique de l'installation.

Dans le cas où la défaillance d'un deuxième composant indépendant est susceptible d'entraîner une situation contraire à la sécurité, toutes dispositions doivent être prises pour signaler l'état défectueux d'un circuit ou d'un composant dans un délai suffisant pour permettre de prendre les mesures d'exploitation nécessaires.

Le traitement de l'information par un automate de sécurité (APIdS) répond au principe de doublement même si le logiciel applicatif est unique.

Un tel dispositif peut être schématisé tel que ci-dessous.



Le fonctionnement de chaque chaîne de traitement doit être vérifié au moins une fois tous les ans.

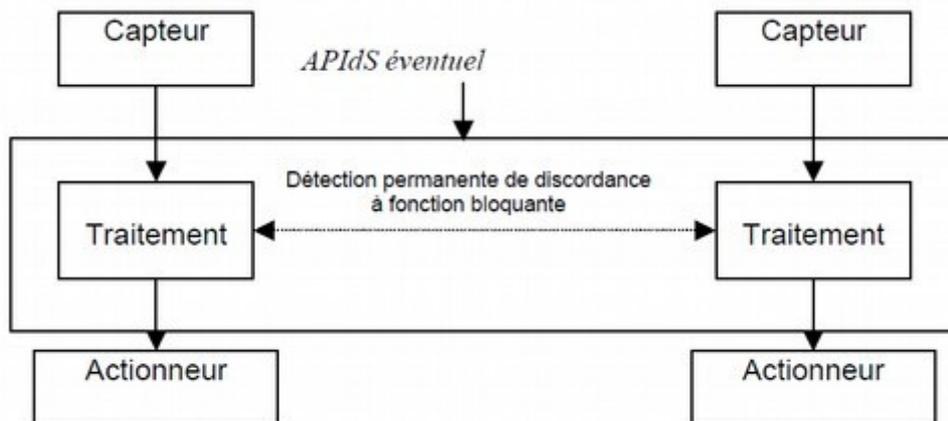
### **Sécurité intrinsèque totale :**

Un dispositif de sécurité est dit en « sécurité intrinsèque totale » si, en plus d'être en sécurité intrinsèque, ses dispositifs d'acquisition et de traitement de l'information sont doublés et s'il assure la détection de discordance permanente et à fonction bloquante. Une fonction est dite bloquante si le réarmement n'est possible que lorsque les deux voies sont revenues à leur état de fonctionnement attendu.

Si le capteur n'est pas du type tout ou rien, il doit être doublé.

Le traitement de l'information par un automate de sécurité (APIdS) répond au principe de doublement même si le logiciel applicatif est unique.

Cette fonction peut être schématisée telle que ci-dessous.



## Chapitre D1 - EXIGENCES POUR LA CONCEPTION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS

La présente partie précise les prescriptions à respecter dans le domaine électrique pour la conception générale des installations électriques.

### D1 - 1 - Cas des téléphériques monocâbles

#### D1 - 1.1 - Configuration pour la marche avec l'entraînement principal ou auxiliaire

##### D1 - 1.1.1 - Pontage à mi-vitesse

Sauf analyse de sécurité spécifique, seules les fonctions de sécurité listées dans le tableau suivant peuvent, sous certaines conditions, être pontées en entraînant le fonctionnement de l'installation avec une vitesse réduite supérieure à 1.5 m/s dans la limite de 50 % de la vitesse nominale.

Fonctions de sécurité	Conditions pour pontage mi-vitesse
Isolement des 24V	Sans condition
Cheminelements	Mesure réservée aux téléphériques équipés de véhicules fermés
Rotation pneus	
Cadencement véhicules	
Pesage pinces	Interdiction de continuer à embarquer des usagers
Fermeture portes	
Aiguillage	Sans condition si aiguillage statique
Portillon de fin de quai	Zone située après le portillon qui ne présente pas de risque de chute de hauteur
Mesure du vent (*)	Récupération des usagers Pas de poursuite de l'exploitation Surveillance accrue de la ligne

(\*) Ce cas couvre la situation d'un défaut réel sur déclenchement d'un seuil d'arrêt vent fort.

##### D1 - 1.1.2 - Pontage des sécurités de détecteur de déraillement en pied de pylône

Le pontage des sécurités de pylône depuis les pylônes est interdit.

Toutefois, afin de faciliter la recherche de panne, il est autorisé de simuler un défaut d'ouverture ou de court-circuit depuis les pylônes.

### **D1 - 1.1.3 – Possibilités de réarmement depuis les différents postes de conduite**

Le réarmement de sécurités d'une station (motrice ou retour) s'effectue en règle général en local, depuis le BP de réarmement du poste de commande (pour la station motrice) ou poste de conduite principal (pour la station retour) de la station concernée.

Le réarmement depuis un autre poste de conduite (de la station concernée ou d'une autre station) ne peut être autorisé que si cette manœuvre s'effectue tout en visualisant l'afficheur de défaut, et au vu d'une évaluation des risques liés.

Cette restriction s'applique naturellement à l'inhibition temporaire manuel du contrôle des cheminements des véhicules en gare lors de la mise en mouvement du câble sur les installations découplables (cf. RM2 – D2 – 3.1.6).

À titre d'exemple, pour une télécommande radio ou filaire, le réarmement de ses propres sécurités (ex : bouton d'arrêt de sécurité...) est autorisé.

### **D1 - 1.1.4 – Possibilité de démarrage depuis un poste de conduite autre que le poste de commande**

Le redémarrage depuis un poste de conduite est acceptable uniquement s'il est prévu un inter-verrouillage du BP de démarrage de ce poste par rapport à celui situé sur le poste de commande (cet inter-verrouillage consiste à ne rendre actif qu'un seul BP Marche à la fois, rendant alors impossible la mise en route d'une installation depuis 2 postes simultanément).

### **D1 - 1.1.5 – Pontage de sécurités depuis une station opposée**

Le pontage de sécurités d'une station depuis une station opposée (ou intermédiaire) n'est en règle général pas autorisé en exploitation, dans la mesure où la personne qui met en œuvre ce pontage doit être à même d'évaluer elle-même la situation, ou alors cela doit faire l'objet d'une évaluation des risques liés avec mesures compensatoires associées.

NB : indépendamment de ces considérations, le pontage de sécurités depuis une station opposée (ou intermédiaire) est autorisé en marche sans personnel dans une gare, donc hors exploitation (cf. article A.4.2.4 du présent guide).

### **D1 - 1.1.6 – Gestion des arrêts des actionneurs de gares**

Les actionneurs motorisés en gare (poutre à pneus, cadenceurs, tapis) pouvant être pilotés indépendamment de la marche de l'installation doivent pouvoir être arrêtés par un dispositif placé à leur voisinage (ligne de vie pour les poutres à pneus et les cadenceurs, bouton d'arrêt fosse pour les tapis), quel que soit le mode de fonctionnement de l'actionneur.

A l'exception des interrupteurs de maintenance dont le rôle est de consigner l'entraînement principal tout en permettant les opérations de maintenance, tous les dispositifs d'arrêt présents en station (ligne de vie, boutons d'arrêt, ...) doivent pouvoir interrompre la marche forcée des actionneurs.

### **D1 - 1.1.7 – Enregistrement des données liées à l'exploitation**

Pour tout téléphérique neuf ou modifié substantiellement, les données liées à son exploitation doivent être enregistrées, dans les modalités suivantes :

- Modes de marche concernés : dès lors que l'on fonctionne avec l'automate principal/maître dédié à la sécurité sous tension, et avec l'entraînement électrique principal ou auxiliaire (mode secours non concerné).
- Type de données enregistrées :

- alarmes et défauts liés à la sécurité des personnes transportées ;
- désactivations / pontages actifs ;
- état de fonctionnement de l'appareil -marche / arrêt ;
- activation / désactivation de la « marche incendie » (cf. RM2 – A3 – 7.7.4).
- Dispositions techniques associées à l'enregistrement des données :
  - la date et l'heure d'apparition / de captation de la ligne de défaut sur l'IHM doivent être enregistrées, ce qui ne garantit pas nécessairement la chronologie des événements notamment lorsque plusieurs défauts tombent en série (différent d'un horodatage) ;
  - dates et heures des différents automatismes d'une même installation doivent être synchronisées (référentiel « IHM », connexion avec l'extérieur non imposée) ;
  - privilégier la génération d'un fichier brut par l'automatisme, soit sans algorithme de traitement ou de filtrage pour éviter une perte de données (sauf au moment de la mise sous tension des armoires électriques, où l'écrasement automatique des défauts générés pendant quelques secondes est possible), sous format courant (txt, csv,...) ;
  - pas de sauvegarde externe imposée (unicité du stockage) ;
  - extraction aisée des données pour l'exploitant, avec mode opératoire à préciser dans la documentation du constructeur (notice d'utilisation,...) ;
  - garantir l'enregistrement des données pendant une période minimale d'1 an, avec stockage suffisant, et gestion de la saturation éventuelle du stockage (écrasement des données les plus anciennes, message d'alerte,...) ;
  - pas d'écrasement possible des données depuis l'écran l'IHM / la supervision ;
  - l'enregistrement des données doit être testé a minima annuellement, le moyen de test devant être précisé dans la documentation du constructeur (notice d'utilisation,...) dans le cadre des essais réalisés sous le contrôle du technicien d'inspection annuelle ;
  - en cas de remplacement d'un équipement (automate de sécurité, écran IHM,...), les données avant remplacement doivent être récupérées, sans qu'il soit nécessaire de les recharger sur le nouvel automatisme ;
  - cet enregistrement des données doit être compatible avec l'enregistrement des données « vent » exigé quant à lui sur 1 semaine (cf. RM2 – A5 – 5.1.1), le même support de stockage pouvant être utilisé mais avec génération de 2 fichiers différents.

## D1 - 1.2 - Configuration pour la marche avec l'entraînement de secours

La configuration pour la marche avec l'entraînement de secours comporte 2 pupitres :

- Le **pupitre de conduite du moteur de secours** qui est le pupitre d'où l'on peut commander et arrêter le moteur de secours (souvent à proximité immédiate de ce dernier). En outre si lors de la récupération des véhicules, un surveillant disposant d'un BP d'arrêt surveille le passage des véhicules en gare, il est admis de démarrer et d'arrêter l'installation depuis ce pupitre.
- Le **pupitre de commande de la marche de secours** qui est le pupitre d'où l'on peut au minimum :
  - arrêter en sécurité l'installation.
  - démarrer en sécurité l'installation s'il n'est pas admis de le faire depuis le pupitre de conduite du moteur de secours.
  - surveiller le passage des véhicules en gare.

## D1 - 2 - Vérification de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation

### D1 - 2.1 - Documents supports de la vérification

Les architectures électriques doivent être accompagnées de documents :

- listant les fonctions de sécurité traitées par cette architecture et leur niveau de sécurité, ainsi que leur possibilité de pontage ;
- décrivant le moyen de tester chacune d'elles du capteur à l'actionneur.
- décrivant le moyen de garantir dans le temps le maintien du niveau de sécurité de chaque fonction de sécurité à son niveau initial (moyen et périodicité de test).

Ces documents doivent être validés par un second regard qui peut être selon les cas :

- l'organisme notifié ayant attesté l'architecture électrique conforme aux exigences essentielles ;
- un organisme agréé dans le domaine électrique.

Dans le cas des architectures marquées CE, ces documents doivent accompagner la déclaration de conformité du constructeur.

Sur la base de ces documents, chaque installation doit faire l'objet :

- au titre de l'essai probatoire :
  - d'un **programme d'essais probatoires**, élaboré par le maître d'œuvre, qui définit la liste des essais à mettre en œuvre pour répondre à la réglementation en vigueur, et aux éventuelles spécificités de l'installation liées à son adaptation au terrain.
  - d'une **procédure d'essais électriques probatoires**, élaborée, soit par le constructeur de l'installation, soit par le constructeur électrique, qui :
    - décrit les modes opératoires nécessaires pour réaliser les essais électriques listés dans le programme d'essais ;
    - permet la vérification fonctionnelle des fonctions de sécurité traitées par l'architecture. Cette vérification fonctionnelle consiste à vérifier le déroulement de la fonction, son efficacité ainsi que les visualisations associées, sans vérifier son traitement, au moyen de l'actionnement de capteurs ou de BP de test.
- Au titre du maintien du niveau de sécurité des fonctions de sécurité à leur niveau initial :
  - d'une **procédure d'essais annuels**, élaborée par le maître d'œuvre, destinée à contrôler dans le cadre de l'inspection annuelle, la fonctionnalité des détecteurs de défaut et des seuils sur les circuits de surveillance et sur les dispositifs de signalisation et de télécommande, y compris dans les véhicules. Cette procédure doit également prévoir un contrôle visuel du câblage des sécurités de ligne et un essai non-destructif d'au moins une sécurité sur chaque pylône (cf. article D-2.3 du guide RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques). Cette procédure doit être remise au Technicien d'Inspection Annuelle par l'exploitant.
  - d'une **liste d'essais périodiques**, élaborée par le maître d'œuvre décrivant les essais périodiques à réaliser hors inspection annuelle, intégrant les préconisations du constructeur destinées à garantir ce maintien.

### D1 - 2.2 - Paramétrage de l'installation

Pour permettre au maître d'œuvre de vérifier et valider les paramétrages liés à la sécurité, pour chaque installation, le constructeur doit lui fournir la liste de tous les paramètres à relever lors de l'essai probatoire. Cette liste doit différencier les paramètres fonctionnels de ceux liés à la sécurité, et donner des indications sur leurs valeurs de réglage (tolérance, valeur d'encadrement, etc...). Cette liste doit être remise au Technicien d'Inspection Annuelle par l'exploitant.

## **D1 - 2.3 - Vérification du câblage**

Si le câblage de l'installation est réalisé par un constructeur bénéficiant d'une assurance de la qualité certifiée conforme à la norme NF EN ISO 9001 par tierce partie, ce dernier doit renseigner et fournir une procédure de vérification de ce câblage. Dans ce cas, le maître d'œuvre n'a pas obligation de procéder à sa vérification.

Dans le cas contraire, le câblage de l'installation doit faire l'objet d'un second regard de la part du maître d'œuvre.

## **D1 - 2.4 - Vérification en cas de modification en cours d'essais électriques probatoires**

Les essais doivent être réalisés avec une version figée du logiciel (traitement et paramètres). Dans le cas où le logiciel serait modifié durant ces essais, le constructeur doit démontrer que les modifications réalisées n'ont aucun impact sur les tests précédemment réalisés ou identifier les essais impactés qui seront alors refaits. À défaut, l'ensemble des essais de validation devront être à nouveau réalisés.

## **Chapitre D2 - EXIGENCES COMPLÉMENTAIRES POUR LA RÉCUPÉRATION DES ARCHITECTURES ÉLECTRIQUES NON MARQUÉES CE**

La présente partie précise les prescriptions complémentaires minimales à respecter lors de la récupération des architectures électriques non marquées « CE », qui sont réputées répondre aux exigences de réévaluation de la conception prévues à l'article 17 II e) de l'arrêté du 07 août 2009.

Note : ce référentiel constitue également un référentiel a minima pour une installation neuve ou modifiée substantiellement, notamment pour ce qui concerne les dispositions relatives à l'exploitation.

### **D2 - 1 - Vérification de la conception de l'architecture électrique préalablement à la mise en exploitation**

La conception de l'architecture électrique récupérée doit faire l'objet d'un second regard réalisé par un organisme agréé dans le domaine électrique.

### **D2 - 2 - Prescriptions concernant l'utilisation d'automates programmables**

Dès lors que dans un appareillage de sécurité, des automates programmables réalisent seuls une fonction de sécurité, ils doivent respecter l'ensemble des prescriptions suivantes.

Dans le cas particulier où les fonctions de sécurité traitées par l'automate sont également traitées par une chaîne relayée, et que le logiciel n'effectue qu'un traitement séquentiel, les prescriptions de l'article [D2-2.2](#) concernant le logiciel et de l'article [D2-2.3](#) concernant le deuxième frein de sécurité doivent être respectées.

#### **D2 - 2.1 - Prescriptions concernant le matériel**

L'utilisation d'un automate programmable destiné à traiter les fonctions de sécurité requises doit se faire dans les conditions suivantes :

- l'automate programmable doit être apte à traiter le niveau SIL3 (en référence à la norme NF EN 61508) et/ou PLe (en référence à la norme NF EN ISO 13849-1), par correspondance entre le niveau de sécurité maximal exigé (SIT) dans le cadre d'une récupération d'architecture électrique et ces niveaux de sécurités issus des normes génériques de sécurité des machines. Cette aptitude doit être établie sur la base d'un certificat délivré par un organisme reconnu compétent par le service de contrôle ;
- les éventuelles limitations d'utilisation liées au maintien dans le temps du niveau de sécurité de cet automate doivent par ailleurs être respectées.

#### **D2 - 2.2 - Prescriptions concernant les logiciels.**

##### **D2 - 2.2.1 - La sûreté de fonctionnement des logiciels « utilisateur »**

La sûreté de fonctionnement des logiciels « utilisateur » est réputée acceptable dès lors que :

- leur conception et leur développement respectent un processus de développement du logiciel équivalent à celui défini dans la norme NF EN 13243, la norme NF EN 13849-1 ou la norme NF EN 61508-3 ;
- un plan de développement et un plan de validation sont définis et suivis ;
- les équipes de développement, de validation et de contrôle sont indépendantes ;

- l'objectif de test défini est le plus proche possible des 100 % et que le respect de cet objectif est évalué.

### **Cas particulier**

Dans le cas où les fonctions de sécurité traitées par l'automate sont également traitées par une chaîne relayée, et que le logiciel n'effectue qu'un traitement séquentiel, le processus de développement du logiciel peut être simplifié. Dans ce cas, les documents associés au processus peuvent se limiter à :

- un cahier des charges complet ;
- un dossier détaillé de spécifications du logiciel (le traitement de chaque fonction de sécurité devra être détaillé) ;
- un dossier de tests de validation, complet et cohérent avec le dossier de spécifications.

## **D2 - 2.2.2 - Vérification par un organisme indépendant**

Un organisme indépendant du constructeur et accepté par le service du contrôle vérifie :

- la cohérence des dossiers de conception et de validation issus du cycle de développement ;
- l'exhaustivité des tests prévus ;
- la bonne écriture du code.

Remarque : dans le cas où le logiciel reprend pour partie ou entièrement un logiciel développé à l'origine sans respecter le processus de développement spécifié ci-dessus, la vérification de la bonne écriture du code doit porter sur la totalité du logiciel, en incluant donc les parties développées à l'origine.

## **D2 - 3 - Cas des téléphériques à mouvement unidirectionnel**

### **D2 - 3.1 - Marche d'exploitation**

Les tableaux suivants précisent :

- La liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt de sécurité. Ces fonctions doivent être traitées en sécurité intrinsèque.
- La liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer une alarme.
- La liste minimale des autres fonctions de sécurité à assurer. Le cas échéant, le niveau de sécurité requis pour chaque fonction est précisé dans le tableau.

#### Abréviations :

Exploit. : marche d'exploitation

C.Excep : marche en cas de circonstances exceptionnelles

F1 : premier frein de sécurité

F2 : deuxième frein de sécurité

#### Remarques :

Les désignations « frein de service », « frein 1 » et « 1er frein de sécurité » sont équivalentes.

Les désignations « frein de sécurité », « frein 2 » et « 2e frein de sécurité » sont équivalentes.

## **D2 - 3.1.1 - Tableau A – Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt**

<b>A Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt de sécurité</b>				
Réf.	Fonction de sécurité	TSF	TSD/TCD	Compléments
<b>A1 – Sécurités générales</b>				
A101	Contrôle de l'isolement des alimentations dans le cas d'un potentiel non référencé à la terre	X	X	
A102	Contrôle de la perte de la source d'énergie	X	X	L'un des deux freins de sécurité doit être actionné automatiquement dans le cas où la source d'énergie utilisée pour la traction viendrait à faire défaut.
<b>A2 – Sécurités frein motrice</b>				
A201	Contrôle de la position des freins (freins tombés)	X	X	
A202	Contrôle de non verrouillage des freins	X	X	
A203	Contrôle décélération de l'arrêt électrique si à fonction de sécurité	X	X	Des dispositions doivent être prises pour, en cas de décélération insuffisante, déclencher automatiquement l'action de l'un des freins de sécurité.
A204	Contrôle décélération du F1	X si modulé	X	La décélération du F1 doit être surveillée de façon telle que si cette dernière est ou devient insuffisante, un système déclenche l'action du 2e frein de sécurité.
A205	Contrôle décélération du F2 si modulé	X	X	La régulation du frein 2 est admise à condition que la décélération qu'il provoque soit surveillée de façon telle que si cette dernière est ou devient insuffisante, un système déclenche son action positive sans régulation. Ce système de déclenchement devra être différent et indépendant de celui prévu dans la surveillance du 1er frein de sécurité.
A206	Mise en action différée du frein 1 suite à une demande d'arrêt par le frein 2	X	X	
A207	Surveillance EV du frein de sécurité	X	X	Si EV non surveillées, elles doivent être contrôlées a minima 1 fois par jour (autotest possible)
<b>A3 – Sécurités en station</b>				
A301	BP AE dans chaque station	X	X	Si AE à fonction de sécurité qui se substitue à un F1
	BP AE à chaque poste de travail	X	X	
A302	BP F1 dans chaque station	X	X	Il doit être prévu dans chaque station, qu'elle soit surveillée ou non, un dispositif de commande d'arrêt déclenchant le premier frein de sécurité. Un BP en station retour déclenchant un arrêt au moteur électrique dont la décélération est surveillée répond à cette prescription.
	BP F1 à chaque poste de travail	X	X	Le F1 doit pouvoir être déclenché par le conducteur de l'installation depuis ses postes de travail. Un BP en station retour déclenchant un arrêt au moteur électrique dont la décélération est surveillée répond à cette prescription.

<b>A Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt de sécurité</b>				
<b>Réf.</b>	<b>Fonction de sécurité</b>	<b>TSF</b>	<b>TSD/TCD</b>	<b>Compléments</b>
A303	BP F2 sur chaque poste de travail du conducteur	<b>SIT</b>	<b>SIT</b>	Le F2 doit pouvoir être déclenché manuellement, sans régulation pour un arrêt d'urgence, par le conducteur de l'installation depuis ses postes de travail.
A304	Contrôle du changement du type et du sens de marche durant le fonctionnement de l'installation (exploitation, secours, exceptionnel)	X	X	Toutes dispositions doivent être prises pour interdire le changement inopiné de type de marche et de sens de marche durant le fonctionnement de l'installation.
A305	Contrôle des positions limites du système de tension du/des câble(s) tracteur(s) ou porteur/tracteur	X	X	Un dispositif doit provoquer l'arrêt de sécurité de l'installation lorsqu'un système de tension a atteint une position limite.
A306	Contrôle de la tension du/des câble(s) tracteur(s) ou porteur/tracteur	X	X	Ce contrôle doit garantir le non-dépassement des valeurs extrêmes de la tension, via a minima une mesure de la tension totale du câble (mesure de pression seule non acceptée)
A307	Contrôle de la position du câble porteur/tracteur		X	Des dispositifs de sécurité doivent contrôler les positions respectives du câble, des voies et des rampes d'embrayage ou de débrayage, le plus près possible de la zone de couplage et de découplage.
A312	Contrôle de la position de l'accouplement des entraînements	X	X	
A313	Contrôle du pesage des pinces		X	Cf. <a href="#">A5 – 5.1.12</a>
A314	Contrôle des gabarits d'accouplement et de désaccouplement / aux pinces		X	La position des éléments de l'attache susceptibles d'entraîner un défaut de couplage ou de découplage doit être contrôlée.
A315	Contrôle des cheminements des véhicules en stations dans les zones où la sécurité des usagers est engagée		X	Cf. <a href="#">Article 12</a> arrêté TPH
A316	Contrôle du cadencement des véhicules		X	Des dispositions doivent être prises pour assurer une répartition régulière des véhicules sur la ligne.
A317	Contrôle de sécurité d'aiguillage lorsque la sécurité des usagers est engagée		X	
A318	Contrôle de non débarquement	X	X (TSD)	Cf <a href="#">A4 – 15.5.3</a>
A320	Contrôle de la surcharge absolue moteur (Imax)		X	Des dispositions doivent être prises pour supprimer l'effort moteur et entraîner l'arrêt de sécurité lorsque la traction exercée sur le câble tracteur ou porteur-tracteur dépasse de 40 % la traction maximale en régime établi.
A321	Contrôle de la surcharge relative moteur (dl/dt)		X	Des dispositions doivent être prises pour supprimer l'effort moteur et entraîner l'arrêt de sécurité lorsque des variations anormalement rapides de l'effort de traction exercé par ces câbles sont détectées
A323	Contrôle de la présence vitesse minimum (RV0)	X	X	
A324	Contrôle de la concordance entre la vitesse du système entraînant les véhicules et celle du câble		X	Cf <a href="#">Article 13</a> arrêté TPH

<b>A Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt de sécurité</b>				
Réf.	Fonction de sécurité	TSF	TSD/TCD	Compléments
A325	Contrôle de la variation anormale de la vitesse du câble (dV/dt)	X	X	Cf <a href="#">A5 – 5.4.2.1</a> et 5.4.2.2
A326	Contrôle de survitesse en exploitation avec skieurs	X	X	Le seuil maximal de contrôle de la survitesse doit être réglé à 110 % de la vitesse maximale d'exploitation autorisée.
A327	Contrôle de survitesse en exploitation avec piétons (si marche piéton envisagée)	X		Le seuil maximal de contrôle de la survitesse doit être réglé à 110 % de la vitesse d'exploitation autorisée avec piétons.
A330	Contrôle de dévirage	X	X	2 dévirages indépendants (cf. D2 - 3.1.1 et 3.2.2)
<b>A4 – Sécurités d'accès</b>				
A401	Portillon de fin de quai (véhicule fermé)		X	Cf <a href="#">A5 – 5.1.7</a>
<b>A5 – Sécurités véhicule</b>				
A502	Contrôle de la fermeture des portes (en véhicule fermé)		X	Cf <a href="#">A5 – 5.1.6</a>
A503	Contrôle du verrouillage des portes (en véhicule fermé)		X	Cf <a href="#">A5 – 5.1.6</a>
A515	Bouton d'arrêt du véhicule de service	<b>SIT</b>	<b>SIT</b>	Cf article 70 arrêté TPH
<b>A6 – Sécurités de ligne</b>				
A601	Contrôle de la ligne de sécurité	X	X	Sur chaque ouvrage de ligne, des dispositifs doivent provoquer l'arrêt de sécurité de l'installation en cas de déraillement du ou des câbles porteurs-tracteurs
A602	Détection du blocage du galet d'entrée	X	X	Cf article 71 arrêté TPH
A603	Contrôle de la vitesse du vent	X	X	Cf <a href="#">A5 – 5.1.1</a>
A611	Sécurité de croisement d'une autre installation	X	X	Cf <a href="#">A3 – 7.4.1</a>

## **D2 - 3.1.2 - Tableau B – Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer une alarme**

<b>B Liste minimale des fonctions de sécurité qui doivent provoquer une alarme</b>				
Réf.	Fonction de sécurité	TSF	TSD/TCD	Compléments
<b>B1 – Sécurités générales</b>				
B101	Contrôle de la tension des chargeurs des batteries liées à la sécurité	X	X	
<b>B6 – Sécurités de ligne</b>				
B601	Contrôle de la vitesse du vent	X	X	Cf <a href="#">A5 – 5.1.1</a>

## **D2 - 3.1.3 - Tableau C – Liste minimale des autres fonctions de sécurité**

<b>C Liste minimale des autres fonctions de sécurité</b>				
Réf.	Fonction de sécurité	TSF	TSD/TCD	Compléments
<b>C1 – Sécurités générales</b>				
C101	Pontage d'une fonction de sécurité (implique un passage en marche exceptionnelle)	SI	SI	
C102	Non démarrage intempestif	SI	SI	En cas de coupure de la source d'énergie du moteur principal, toutes dispositions doivent être prises pour interdire la remise automatique en marche de l'installation après rétablissement de cette source d'énergie
C103	Temporisation de stabilisation de la ligne	SI	SI	Cf. pour mémoire article 16 arrêté TPH
C104	Condition d'arrêt et de disparition du défaut pour le réarmement	SI	SI	Après arrêt de l'installation sur défaut, la remise en route ne doit être possible qu'après avoir remédié à ce défaut et avoir réarmé manuellement les dispositifs de sécurité (sauf en cas de pontage). Les détecteurs de défaut et les dispositifs de signalisation doivent être maintenus en position déclenchée tant que le défaut persiste.
C105	Priorité aux modes de marche réglementaires sélectionnés dont la vitesse est la plus faible (vitesse piéton et vitesse avec tapis d'embarquement arrêté)	X		
C106	Cohérence entre l'affichage d'un défaut et le défaut réel	X	X	
C107	Coupure de la traction suite à un freinage	SI	SI	L'entrée en action de chacun des freins de sécurité doit automatiquement être conjuguée avec la suppression de l'effort moteur
C108	Anti cumul des freins du treuil	SI	SI	Cf. pour mémoire RM2 – A5 – 5.7.1.2.2 Cette fonction peut ne pas être opérante s'il est démontré par un essai que le cumul des 2 freins non modules ne présente pas de danger pour les usagers ( $Y_{max} = 2,5 \text{ m/s}^2$ et bon comportement de la ligne)
C111	Priorité à la vitesse la plus faible demandée depuis les différents postes de commande	X	X	
C112	Affichage de l'information vitesse	X	X	Au poste de commande
C114	Affichage de la valeur de courant		X	
C116	Liaison entre gares	SI	SI	
C117	Signal sonore au démarrage dans les deux stations	X	X	
<b>C4 – Sécurités d'accès</b>				
C402	Contrôle d'accès des portillons cadenceurs	X	X	

### **D2 - 3.1.1 - Prescriptions générales**

Une prise d'information vitesse liée aussi directement que possible au mouvement du câble doit provoquer l'arrêt de sécurité de l'installation par action positive d'un frein de sécurité agissant sur la poulie motrice si le sens de marche de l'installation s'inverse par rapport au sens de marche normal ou au sens qui a été choisi par le conducteur de l'appareil, ou si l'installation part en survitesse.

### **D2 - 3.1.2 - Prescriptions relatives au contrôle de dévirage**

Les installations doivent être équipées de deux dispositifs permettant de détecter l'inversion intempestive du sens d'entraînement du câble. Les dispositifs de détection doivent être indépendants. Les organes assurant la transmission des ordres d'arrêt doivent être indépendants ainsi que les dispositifs de freinage sollicités.

Le premier dispositif de dévirage doit respecter les prescriptions générales.

Le second dispositif de dévirage ne doit pas obligatoirement être réalisé en sécurité intrinsèque. Un dispositif mécanique à cliquets anti-retour répond à cette prescription. En l'absence d'un tel dispositif, une deuxième prise d'information vitesse doit être utilisée (DT câble, DT moteur, patinette sur la poulie...).

Le déclenchement du premier dispositif de dévirage doit être réglé à une valeur supérieure au déclenchement du second dispositif de dévirage lorsque ce dernier est également traité suivant l'information vitesse. La valeur du déclenchement le plus élevé ne peut toutefois dépasser 10 % de la vitesse nominale de l'installation.

### **D2 - 3.1.3 - Traitement des boutons d'arrêt de sécurité**

Tous les BP d'arrêt au 2<sup>e</sup> frein de sécurité doivent être traités en sécurité intrinsèque totale. De plus, chaque installation doit être équipée dans les zones d'embarquement et de débarquement d'au moins un BP d'arrêt au 1<sup>er</sup> frein de sécurité (arrêt électrique de sécurité éventuellement, cf. fonction A301).

### **D2 - 3.1.4 - Traitement de l'information vitesse et distance**

Le traitement de l'information vitesse doit être réalisé en sécurité intrinsèque totale. Les capteurs de mesure de vitesse (codeur, dynamo tachymétrique,...) et distance doivent être doublés.

A titre d'exemple, l'utilisation d'une prise d'information vitesse du moteur et d'une prise d'information vitesse du câble contrôlées en concordance répond à cette exigence.

Le seuil maximal d'écart entre les informations données par les capteurs doublés doit être précisé à la conception.

### **D2 - 3.1.5 - Traitement de la surveillance de la tension des câbles**

Le capteur utilisé doit être spécifique à la fonction de surveillance.

### **D2 - 3.1.6 - Inhibition temporaire du contrôle de cheminement lors de la mise en mouvement du câble sur les installations découplables**

L'inhibition temporaire du contrôle du cheminement des véhicules en gare, lors de la mise en mouvement du câble, doit activer une survitesse exceptionnelle et limiter la vitesse telle que définie au tableau 1.

L'inhibition automatique temporaire du contrôle des cheminements des véhicules en gare, lors de la mise en mouvement du câble, est autorisé.

## D2 - 3.1.7 - Arrêt par inertie non considéré comme arrêt au 1<sup>er</sup> frein de sécurité

Un arrêt par inertie, même lorsqu'il est surveillé en décélération, ne peut pas être assimilé à un freinage au 1<sup>er</sup> frein de sécurité modulé et ne peut donc pas être utilisé comme arrêt de sécurité.

## D2 - 3.1.8 - Cas particulier de la marche garage

Ce type de fonctionnement autorise le cyclage ou décyclage des véhicules pendant le fonctionnement de l'installation, y compris en marche d'exploitation.

Si la sélection « marche garage » pendant le fonctionnement de l'installation permet de ponter au moins une fonction de sécurité active en marche d'exploitation, cette sélection est considérée comme un changement de type de marche à fonction d'arrêt.

## D2 - 3.2 - Marche en cas de circonstances exceptionnelles

### D2 - 3.2.1 - Généralités

En cas de circonstances exceptionnelles, telles que définies aux articles A.2.2 et B.3.2 du guide RM1 du STRMTG « exploitation et maintenance des téléphériques », la désactivation ou le pontage de fonction de sécurité est possible. Ces possibilités doivent être prises en compte dans l'analyse de sécurité de l'installation.

Cinq niveaux de marche sont alors possibles :

- **Niveau 0** – Désactivation de dispositifs de mesure du vent sans réduction de vitesse avec poursuite de l'exploitation au moyen de l'entraînement principal ou de l'entraînement auxiliaire :
  - la désactivation est limitée à la fin de la journée d'exploitation ;
  - l'exploitant limite cette désactivation aux conditions météorologiques ne nécessitant aucune précaution particulière.
- **Niveau 1** – Poursuite éventuelle de l'exploitation au moyen de l'entraînement principal ou de l'entraînement auxiliaire :
  - les fonctions du tableau 1 doivent être pontables et seulement celles-ci ;
  - l'accès à ces pontages est protégé par une clef « pontage » ;
  - l'exploitation peut se poursuivre uniquement selon les modalités définies à l'article A.2.2 du guide RM1.
- **Niveau 2** – Récupération des véhicules avec le moteur principal ou auxiliaire :
  - toutes les fonctions peuvent être pontables ;
  - l'accès à ces pontages est protégé par une clef spécifique « récupération » ;
  - ses modalités sont définies dans la partie B et à l'article [D2 - 3.2.2](#) du présent guide.
- **Niveau 3** – Récupération des véhicules avec le moteur secours :
  - toutes les fonctions « secours » doivent être pontables ;
  - ses modalités sont définies dans la partie B et à l'article [D2 - 3.2.3](#) du présent guide.
- **Niveau 4** – Récupération ultime des véhicules avec le moteur secours :
  - aucune sécurité active, hormis les capteurs intrinsèques au moteur qui peuvent rester opérationnels ;

- utilisation d'un moyen manuel d'activation et de coupure de la traction du moteur de secours ;
- conservation d'un moyen d'ouverture et de fermeture manuelle des freins ;
- ses modalités sont définies dans la partie B.3.4 du guide RM1.

Les principes à respecter pour le pontage des fonctions de sécurité sont :

- le pontage d'une fonction de sécurité doit entraîner automatiquement une limitation de la vitesse de fonctionnement à 1,5 m/s, exception faite de certaines fonctions précisées dans le tableau 1 pour lesquelles le fonctionnement de l'installation avec une vitesse réduite à 50 % de la vitesse maximale est possible ;
- le pontage d'une fonction de sécurité doit entraîner automatiquement l'activation d'une fonction de contrôle de survitesse en fonctionnement exceptionnel (A328), avec des seuils réglés au plus à 110 % de la vitesse maximale autorisée ;
- le pontage d'une fonction de sécurité doit être signalé en permanence ;
- dès lors qu'une fonction est pontée, la conduite doit s'effectuer exclusivement depuis le poste de commande ;
- sauf dans le cas de la présence d'une marche incendie, la possibilité de désactivation/pontage simultané de toutes les fonctions de sécurité par une seule commande est interdite ;
- une même mesure d'accompagnement peut permettre de compenser le pontage de plusieurs fonctions de sécurité, comme défini dans le tableau 1 ;
- chaque mesure d'accompagnement définie dans le tableau 1 ci-après doit faire l'objet d'une procédure écrite par l'exploitant.

**Tableau 1 - Liste des fonctions de sécurité devant disposer d'une possibilité de pontage**

Réf.	Fonction de sécurité	Possibilité de pontage mi-vitesse	Conditions pour pontage mi-vitesse	Mesures d'accompagnement en cas de pontage
A101	Contrôle isolement des 24V	Oui	Sans condition	Pas de mesure
A601	Contrôle ligne de sécurité	Non		Surveillance de la ligne
A305	Contrôle position limite système de tension	Non		Surveillance du système de tension (position lorry)
A203 A204 A205 A323 A324 A325 A326 A327 + A328	Contrôles liés à la vitesse  (pontage d'une info vitesse, les fonctions restant actives sur l'autre info vitesse, cf. <a href="#">D2 – 3.1.4</a> )	Non		Surveillance du bon passage des véhicules en gare (position, vitesse, espacement, bruit)
A313	Contrôle pesage pinces	Oui	Interdiction de continuer à embarquer des usagers dans la gare concernée	Surveillance du bon passage des véhicules en gare (position, vitesse, espacement, bruit...)
A315	Contrôle cheminements	Oui, sous condition	Mesure réservée aux téléphériques équipés de véhicules fermés	Surveillance du bon passage des véhicules en gare (position, vitesse, espacement, bruit...)
A316	Contrôle cadencement véhicules			
A324	Contrôle rotation pneus			
A317	Contrôle position aiguillage	Oui	Si aiguillage statique	Surveillance de la position des aiguillages
A320 A321	Contrôle surcharge absolue et surcharge relative du moteur	Non		Surveillance de la valeur du courant Surveillance de la bonne arrivée des véhicules Surveillance de la chaîne cinématique Surveillance du comportement de la ligne
A502 A503	Contrôle fermeture portes Contrôle verrouillage portes	Oui, sous condition	Interdiction de continuer à embarquer des usagers	Surveillance fermeture et vérification verrouillage portes

## D2 - 3.2.2 - Marche de récupération avec l'entraînement principal ou auxiliaire

Cette marche a pour objet de faciliter la récupération des véhicules en permettant le pontage d'autres fonctions de sécurité que celles définies dans le [tableau 1 du D2-3.2.1](#). Si cette marche est prévue, sa mise en œuvre doit se faire par une commande spécifique accessible au moyen d'une clef spécifique « récupération » et la conduite de l'installation doit s'effectuer exclusivement depuis le poste de commande.

## D2 - 3.2.3 - Marche de récupération avec l'entraînement de secours

La marche de récupération avec l'entraînement de secours doit s'effectuer avec les fonctions de sécurité listées dans les [tableaux 3 et 4](#) ci-après. Dans le souci d'éviter autant que possible une évacuation, chacune des fonctions d'arrêt de la marche avec l'entraînement de secours doit pouvoir être pontée individuellement. Le pontage d'une ou plusieurs fonctions de sécurité en marche de secours doit impliquer une mesure d'accompagnement telle que définie dans le [tableau 1 du D2 – 3.2.1](#).

Tout pontage effectué en marche secours doit être signalé en permanence, même après être passé en marche d'exploitation afin que l'action corrective ne soit pas différée.

Nota : Si la vitesse peut excéder 1,5 m/s dans la tolérance de 20 % permise par la survitesse, les fonctions de sécurité sont les mêmes qu'en marche d'exploitation.

Les prescriptions ci-après ne sont applicables qu'aux installations dont la vitesse en marche de secours est inférieure ou égale à 1,5 m/s.

Tous les B.P. d'arrêt, à l'exception du B.P. frein 1 situé sur le pupitre de commande, et toutes les fonctions de sécurité exigées en marche secours, à l'exception du contrôle du non verrouillage du frein 2 (cf. [tableau 3](#)), doivent déclencher un frein agissant sur la poulie motrice avec mise en action différée du frein de service, ce qui de fait dispense de réaliser la fonction d'anti-cumul.

**Tableau 2 - Liste des fonctions de sécurité qui doivent provoquer un arrêt de sécurité en marche de secours**

Réf.	Fonctions de sécurité	Remarques
A202	Contrôle de non verrouillage du frein 2	Contrôle à effectuer à l'arrêt et en marche Une consigne d'exploitation doit définir les conditions de pontage de cette fonction.
A302	Accès direct au frein 1 installé sur le pupitre de commande de la marche de secours.	Accès soit par B.P. soit par vanne hydraulique.
A303	Accès direct au frein 2 installé sur les pupitres de conduite et de commande du moteur de secours.	Accès soit par B.P. soit par vanne hydraulique Une consigne d'exploitation doit définir les conditions de pontage de cette fonction.
A306	Contrôle de la tension du/des câble(s) tracteur(s) ou porteur(s)/tracteur(s) (pression du système de tension)	Sur les installations pour lesquelles l'adhérence n'est pas assurée dans toute la plage de fonctionnement du lorry, une consigne d'exploitation doit définir les conditions de pontage de cette fonction.
A329	Contrôle de survitesse en fonctionnement de secours	Ce contrôle n'est pas imposé sur les installations exploitées uniquement à la montée et dont l'évacuation s'effectue également à la montée. Cette survitesse peut être soit électrique soit mécanique avec seuil de déclenchement à +20 % de la vitesse de secours.
A330	Anti-retour mécanique (cliquets) ou électrique sur frein 2	

A601	Contrôle de la ligne de sécurité (coffret de sécurité).	En station retour, un et un seul B.P. d'arrêt intégré dans la ligne de sécurité ne doit pouvoir être ponté qu'avec celle-ci.
	Tous les autres B.P. d'arrêt électrique, frein 1 et frein 2.	Tous ces B.P. (sauf A302 A303 et A601) peuvent être pontés à condition de respecter les points suivants: - pontage globalisé par gare - information du personnel quant au pontage de ces B.P. et liaison phonique permanente avec le conducteur au pupitre de conduite

**Tableau 3 - Liste des autres fonctions de sécurité qui doivent être opérantes en marche de secours**

Réf.	Fonctions de sécurité	Mise en œuvre
A201	Contrôle de non levée du frein 1.	Visualisation de la position du frein 1 située sur le pupitre de conduite de la marche de secours
A201	Contrôle de non levée du frein 2.	Visualisation de la position du frein 2 située sur le pupitre de conduite de la marche de secours
A202	Contrôle du non verrouillage des freins	Visualisation située sur les pupitres de conduite du moteur de secours
C106	Affichage de l'état des fonctions de sécurité mentionnées au tableau 3	
C107	Coupure traction	
C112	Affichage de l'information vitesse	

## Annexe 1 - Élaboration du guide RM2

Conformément au décret n° 2010-1580 du 17 décembre 2010, portant création du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés, le STRMTG est chargé de produire des guides et référentiels.

Sauf exception, le STRMTG élabore ses guides en collaboration avec les différents acteurs de la profession. Pour cela, il met en place et anime des groupes de travail représentatifs de ces différents acteurs.

L'historique des groupes mis en place par le STRMTG pour produire les différentes versions du guide RM2 est le suivant :

- Version 3 du 12 juillet 2023

La version 3 du guide RM2 a été élaborée par le groupe de travail national Guides Téléphériques mis en place par le STRMTG.

Pilote : M. RIOULT Gaëtan - STRMTG – Département Installations de Transport par Câbles  
Secrétaire : M. CHATELUS Thibault - STRMTG – Département Installations de Transport par Câbles

Membres du groupe de travail (partie RM2) :

M.	ABINAL Fabien	ERIC
M.	ALLAIN Benoit	TRANSCABLE-HALEC
M.	AMAR Mamadou	STRMTG - GACC
Mme	ARNAUD Julie	DSF
M.	AUBONNET David	RATP DEV - DSF
Mme	BABEAU Marie	EFFECTIS
M.	BAPTISTE Fabrice	ALPES VERIF
M.	BAUDICHON Jean-Pierre	DOPPELMAYR
M.	BAPTISTE Fabrice	ALPESVERIF
M.	BERNOT Rémy	DSTRMTG - GM
M.	BERTOLAMI Olivier	GMM
M.	BOTTOLLIER Christophe	DCSA
M.	BOUCHET-MARQUIS Camille	INGELO
M.	BOUCHET-MICHOLIN Patrick	STRMTG - BSE
M.	BOUCHEX Victor	POMA
Mme	BROI Cécile	INGELO
M.	CARAUD Bruno	DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL
M.	CARREL Yann	SATA - DSF
M.	CHAPUIS Nicolas	MND ROPEWAYS
M.	CHARROT Sylvain	GMM
M.	CAILLEAU Benoit	STRMTG - GACC
M.	CASTELLAZZI Clément	POMA
M.	COMBAZ Olivier	O CONSULTING - DSF

M.	CONTARDO Stéphane	STRMTG - GM
M.	COUTURE Olivier	SAEM LIORAN - DSF
M.	DE LABONNEFON Arnaud	DCSA
M.	DELEVAL Flavien	INGELO
M.	DORLY Jérôme	INGELO
M.	DRONIOU Yoann	MND ROPEWAYS
M.	DURAND Jean-Pierre	GMM
M.	ESTIEU Fabrice	RM MEGEVE - DSF
M.	ETAIX Jean-Marc	STRMTG - BS
M.	FAMEY Patrick	EGIS
M.	FAURE Eric	DOPPELMAYR
M.	FAVRE Pierre	TIM
M.	FENEROL François	POMA
M.	FERRAND Yannick	POMA
M.	FERRE Christophe	CARSAT RHÔNE ALPES
M.	FIVEL-DEMORET Yannick	JACQUARD
M.	FURIC Jean-Marc	STRMTG - BHS
Mme	GAGNIERE Pauline	DCSA
M.	GERARD Damien	BE2GC
M.	GERBER Loïc	MND ROPEWAYS
M.	GILLARD Michel	DCSA
M.	GOETZ Frank	SOPEMEA
M.	GUIGNIER Guillaume	CNA
M.	GUILLOIN Emmanuel	MND ROPEWAYS
M.	HABATJOU Cyril	SEMER
M.	HOTELLIER David	SEMER
M.	IUNDT Igor	POMA
M.	JACQUIN Christophe	LEITNER
M.	JURINE Bruno	SETAM - DSF
M.	KRAAN Gilles	GMM
M.	LAFFORGUE Laurent	EGIS
M.	LAINÉ Sylvain	LEITNER
M.	LAMBERT Sébastien	ERIC
M.	LAURET Jean-Sébastien	STRMTG - GACC
M.	LESOT Jean-Pascal	IDFM
M.	LOPEZ Maïkel	EFFECTIS
M.	MARCIEN Fabrice	STRMTG - BAS
M.	MARECHAL Lionel	DEKRA
M.	MATHEVON Cédric	LEITNER
M.	MEYNET-MEUNIER Damien	JACQUARD
M.	MICHON François	DOPPELMAYR

M.	MERLE Claude	STRMTG - BS
M.	MOTTIER Philippe	S3V - DSF
M.	MOUNIER Damien	STRMTG - DITC
M.	NORROY Manuel	TRANSCABLE-HALEC
M.	PASCAL Sébastien	SEVABEL - DSF
M.	PELTIER Fabien	MND ROPEWAYS
M.	PFEIFFER Daniel	STRMTG
M.	POINCIGNON Nicolas	ADS-DSF
M.	PROUST Mathieu	TIM
M.	RAYNAUD Philippe	EFFECTIS
M.	REIGNIER Sébastien	POMA
M.	REMIGNON Sébastien	BUREAU VERITAS
M.	REY Alexandre	DCSA
M.	RENAUD Olivier	MND ROPEWAYS
M.	ROLLAND Edouard	LEITNER
M.	ROUMEGAS Sylvain	MND ROPEWAYS
M.	SAISSI Pierre	DOPPELMAYR
M.	SAVIN Thomas	SEIREL
M.	TAMBOURIN Christophe	DCSA
M.	TARDIEU Robert	DSF
M.	VALAYER Sylvain	POMA
M.	VALDENAIRE Vivien	STRMTG - BAS
M.	VITAL Axel	GMM
M.	VOILLOT Marc	LEITNER
M.	WEISS Mathieu	STRMTG - GM

- Version 2 du 18 mai 2016

La version 2 du guide RM2 a été élaborée par le groupe de travail national Guides Téléphériques mis en place par le STRMTG.

Pilote : M. RIOULT Gaëtan - STRMTG – Division Transports à Câbles  
Secrétaire : M. CHATELUS Thibault - STRMTG – Division Transports à Câbles

Membres du groupe de travail :

M.	BAUDICHON Jean-Pierre	DOPPELMAYR
M.	BERNARD Didier	SEIREL
M.	BIBOLLET Ludovic	LST
M.	BOTTOLLIER Christophe	DCSA
M.	BRUN Paul	HALEC - TRANSCABLE
M.	CAILLEAU Benoit	STRMTG - DEE
M.	CHAPUIS Nicolas	BMF

M.	ESTIEU Fabrice	RM MEGEVE - DSF
M.	FAUCHE Michaël	POMA
M.	FENEROL François	POMA
M.	FURIC Jean-Marc	STRMTG - BHS
M.	GEORGES Jean-Claude	DOPPELMAYR
M.	GODET Florent	STRMTG - BHS
M.	JACQUIER Fabrice	SEMER
M.	JACQUIN Christophe	LEITNER
M.	JOUVE Pierre	STRMTG - DEE
M.	JURINE Bruno	SETAM - DSF
M.	LAGOUTTE Rémy	GMM
M.	LAINÉ Sylvain	LEITNER
M.	MERLE Claude	STRMG - BS
M.	MOTTIER Philippe	S3V - DSF
M.	PACHOD Denis	S3V - DSF
M.	PELTIER Fabien	BMF
M.	PHILIP Guy	SCV - DSF
M.	REY Alexandre	DCSA
M.	SAISSI Pierre	DOPPELMAYR
M.	TARDIEU Robert	DSF
M.	VALDENAIRE Vivien	STRMTG - BAS
M.	VIBERT Christin	SAP - DSF
M.	VICHIER-GUERRE Jean-Pierre	LST

- Version 1 du 20 avril 2010

La version 1 du guide RM2 a été élaborée par le groupe de travail national Guides Téléphériques mis en place par le STRMTG.

Pilote : M. PETIT Hervé - STRMTG – Division Téléphériques  
Secrétaire : M<sup>elle</sup> GONIN Emilie – STRMTG

Membres du groupe de travail :

	<b>NOM Prénom</b>	<b>SOCIETE</b>
M.	BLANDON Noël	DCSA
M.	BONNEFOIS David	POMA
M.	CARREL Yann	SATA - SNTF
M.	COMBAZ Olivier	TRANSCABLE - BUREAU VERITAS
M.	CORNET Jean-Pierre	BUREAU VERITAS
M.	DE LABONNEFON Arnaud	BIRMTG SUD-EST
M.	ESTIEU Fabrice	BDRM SAVOIE
M.	FAUCHE Michael	POMA

M.	FAVRE Pierre	TIM
M.	GILLARD Michel	DCSA
Mme	MANUEL Élodie	DOPPELMAYR
M.	MICHON François	DOPPELMAYR
M.	PERRIER Raphaël	DEKRA
M.	RIOULT Gaëtan	BDRM HAUTE-SAVOIE
M.	SAISSI Pierre	DOPPELMAYR
M.	SOUCHAL Jean	POMA
M.	TARDIEU Robert	SNTF