ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNATIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Recommandations techniques en vigueur

CAHIER N° 8-2
(Edition 2025)

RECOMMANDATIONS POUR LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION DES TELEPHERIQUES A MOUVEMENT UNIDIRECTIONNEL ET A VA ET VIENT, BLONDINS ET FUNICULAIRES DESTINES AU TRANSPORT DE MATERIAUX

La présente recommandation n'est pas d'application obligatoire, mais constitue un document de travail mis á disposition de la profession.
Il serait souhaitable d'appliquer dans tous les pays, sous réserve de normes nationales et dispositions administratives chi prévvvalent.

ROMA 1957
PARIS 1963
LUZERN 1969
WIEN 1975
MÜNCHEN 1981
GRENOBLE 1987
BARCELONA 1993
SAN FRANCISCO 1999
INNSBRUCK 2005
RIO DE JANEIRO 2011
BOLZANO / BOZEN 2017
VANCOUVER 2024

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TRANSPORTES POR CABLE

Sede: I-00144 ROMA – Viale Pasteur 10

O. I. T. A. F.

CAHIER N° 8-2

Edition 2025

RECOMMANDATIONS POUR LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION DES TELEPHERIQUES A MOUVEMENT UNIDIRECTIONNEL ET A VA ET VIENT, BLONDINS ET FUNICULAIRES DESTINES AU TRANSPORT DE MATERIAUX

1ere édition révisée 2010
(articles révisés: 1.1.2.12; 2.1.2.3.; 2.2.2.3; 2.1.7.16; Tableau 3.8.1)
2ème édition révisée 2013
(articles révisés: 2.1.6.3.1c; 2.1.7.8; 2.2.5.1.3)
3ème édition révisée 2016
(articles révisés: préambule, 2.1.6.2, 2.1.6.4, 2.2.5.1.6, 2.2.5.2.3, 2.2.5.3.3, 2.2.5.4.1,2.3.6.2, 3.8.1, 3.8.3, Annexe B: 1; 14 -avant 13- ; Annexe C: 12.9; 13)
4ème édition révisée 2018
(articles ajoutés 2.1.6.3.5 et 2.2.3.4)
5ème édition révisée 2025
(articles révisés : préambule, 2.1.2.4, 2.1.6.2, 2.1.6.2.a, 2.1.6.2.b, 2.1.6.3, 2.1.6.3.1, 2.1.6.3.2, 2.1.6.3.5, 2.1.6.3.6, 2.1.6.3.6, 2.1.6.7, 2.2.2.4, 2.2.5.1.6, 2.2.5.2.3, 2.2.5.3.3, 2.2.5.4, 2.2.5.4.1, 2.2.5.5.3, 2.3.2.4, 2.3.6.2)

Sommaire

PREAMBULE **5**

CHAPITRE I - RECOMMANDATIONS GENERALES **7**

1.1 Dispositions générales 7
1.1.1. Domaine d'application 7
1.1.2. Terminologie 7
1.2 Aspects techniques 11
1.2.1. Informations de base 11
1.2.2. Etude et documentation 12
1.2.3. Généralités 14
1.2.4. Essais de réception et de l'installation 15
1.2.5. Analyse de sécurité 15
1.3 Exploitation 16
1.3.1. Gestion de l'exploitation 16
1.3.2. Instructions d'entretien et de maintenance 17
1.3.3. Règlement d'exploitation 17

CHAPITRE II – TELEPHERIQUES A MATERIAUX FIXES **19**

2.1 TELEPHERIQUES MONOCABLES ET BI-CABLES A MOUVEMENT CONTINU OU A VA-ET-VIENT 19
2.1.1 Généralités 19
2.1.2 Niveau de sécurité 19
2.1.3 Hauteurs de survol 20
2.1.4 Ligne 20
2.1.5 Les stations 20
2.1.6 Les câbles 21
2.1.7 Les pylônes et leurs équipements 25
2.1.8 Entraînements 26
2.1.9 Dispositifs de mise en tension 27
2.1.10 Les véhicules 28
2.1.11 Dispositifs de sécurité 28
2.1.12 Transport de personnes (voir point 1.3.1.8.b) 30
2.2 BLONDINS, GRUES A CABLE ET GRUES A CÂBLE A VA ET VIENT 31
2.2.1 Généralités 31
2.2.2 Niveau de sécurité 32
2.2.3 Champ d'action et distances de garde 33
2.2.4 Cabine de conduite et salle machines 34
2.2.5 Les câbles 34
2.2.6 Pylônes ou mâts 38
2.2.7 Entraînements (Motrice pour le câble de levage, motrice pour le câble tracteur, motrice du câble d'inclinaison des mâts 40
2.2.8 Cavaliers 41
2.2.9 Voie 41
2.2.10 Chariots 42
2.2.11 Dispositifs de sécurité 42
2.2.12 Transport de personnes (voir point 1.3.1.8.b) 44
2.3 FUNICULAIRES POUR LE TRANSPORT DE MATERIAUX 45
2.3.1 Généralités 45
2.3.2 Niveau de sécurité 45
2.3.3 Distances de garde et croisements 46
2.3.4 La voie 46
2.3.5 Les stations 46
2.3.6 Les câbles 47
2.3.7 Voie et équipement de la voie 48
2.3.8 Entraînements 48
2.3.9 Dispositifs de mise en tension 49
2.3.10 Les véhicules 50

2.3.11 Dispositifs de sécurité 51
2.3.12 Transport de personnes (voir point 1.3.1.8.b) 52

CHAPITRE III - TELEPHERIQUES A MATERIAUX DEPLACABLES 53

3.1 Définitions et généralité 53
3.2 Voie a courbes 53
3.3 Les stations 53
3.4 Les câbles 54
3.5 Les pylônes 54
3.6 Entraînements et dispositifs de securite 54
3.7 Trasport de personnes (voir point 1.3.1.8.b) 55
3.8 Critères de dimensionnement et degrés de sécurite 56
3.8.1 Tableau des grandeurs de calcul 57
3.8.2 Tableau des facteurs d'influence 58
3.8.3 Tableau des formules de calcul 59

ANNEXE A 60

ANNEXE B 78

ANNEXE C 88

Préambule

L'Organisation Internationale des Transports à Câbles a décidé de procéder à un re-écriture du Cahier n° 8 « Recommandations pour la construction et l'exploitation des téléphériques et blondins destinés au transport de marchandises et matériaux » pour tenir compte de l'évolution qui a eu lieu depuis la première publication de ce cahier.

La version actuelle est une mise à jour du cahier précèdent qui s'imposait pour adapter les recommandations à l'évolution de la technique et l'introduction de nouvelles technologies, ainsi qu'à l'expérience acquise depuis la première publication de ces recommandations. On a décidé en outre d'y ajouter deux chapitres, soit le chapitre de recommandations pour les funiculaires à matériaux et un chapitre de recommandations pour les téléphériques et blondins à matériaux déplaçables eu égard à la vaste diffusion et importance croissante de ces appareils comme moyen de transport destiné au transport de matériaux.

La nouvelle version de la présente recommandation est le résultat de la coopération entre les experts désignés par les fabricants, concepteurs, exploitants et représentants des autorités de surveillance des pays européens suivants: Allemagne, Autriche, Italie, Portugal et Suisse. Le groupe de travail chargé de la mise à jour du document qui s'est conclue en 2025 a compris des membres suivants :

Alberto Contin, animateur	*Leitner SpA, Turin (I)*
Mathias Aberer	*LCS Cable Cranes GmbH, Lorüns (A)*
Roman Andersag	*Gantner Seilbahnbau GmbH, Sulz (A), retraité*
Raffaele Antoniazzi	*Seik GmbH, Truden (I)*
Stefan Essl	*Seilbahnbüro SCHUPFER GmbH & CO KG, Mieming (A)*
Alberto Fonseca	*CATIM, Porto (PT)*
Pier Giorgio Graziano	*Ingénieur-conseil spécialisé des remontées mécaniques, Turin (I)*
Elias Imgrüth	*Histec Engineering AG, Buochs (CH)*
Werner Haecki	*KWO, Innertkirchen (CH)*
Oskar Mader	*Seik GmbH, Truden (I)*
Roberto Morra	*Leitner SpA, Turin (I)*
Martin Oberhuber	*Ingénieur-conseil spécialisé des remontées mécaniques, Lagundo (I)*
Markus Pitscheider	*Directeur Bureau Téléphériques Provence de Bozen (I), retraité*
Matthias Spanke	*FLSmidth GmbH, Rohrbach (D), retraité*

Le document, conçu sous forme de guide pratique en trois chapitres

I. recommandations générales ;

II. installations fixes, à savoir, téléphériques monocâbles et bi-câbles, à mouvement continu ou à va-et-vient, blondins, grues à câbles à va-et-vient et funiculaires ;

III. installations déplaçables, à savoir téléphériques, blondins, grues à câbles et grues à câbles à va-et-vient déplaçables.

est destiné aux différents acteurs du secteur des installations à câbles pour le transport de matériaux dans le but de faciliter la mise en œuvre de leurs compétences de conception, construction, exploitation et maintenance etc. des installations tout en tenant compte des exigences de sécurité et du respect de l'environnement.

Les recommandations ne s'appliquent pas aux installations à câbles destinées au transport de personnes ni aux installations destinées au transport de matériaux de charge utile inférieure à 2000 kg qui font l'objet de dispositions spécifiques.

CHAPITRE I - RECOMMANDATIONS GENERALES

INTRODUCTION

Ces recommandations complètent, sans pour autant remplacer, les normes qu'auraient éventuellement publié les différents pays. Il est cependant souhaitable de donner dans tous les pays, le moment venu, le statut des normes techniques officielles aux recommandations contenues dans ce document.
Ces recommandations n'imposent pas des règles contraignantes rigoureuses, mais indiquent les principes qui devraient être respectés dans le but de promouvoir le progrès de la techniques et des technologies. Les matériaux nouveaux, les solutions nouvelles, les théories nouvelles et les méthodes de construction nouvelles ne doivent pas être rejetées tout simplement parce que au moment de la rédaction de ces recommandations ils n'existaient pas encore ou on ne les connaissait pas.

Si par conséquent on estime que les recommandations contenues dans ce document ne sont pas suffisamment élastiques et n'ont pas une portée suffisamment vaste, une interprétation valable de ces recommandations ne peut être faite qu'en tenant dûment compte des conditions locales. Les dérogations aux règles recommandées dans ce document, dûment justifiées et motivées, peuvent toujours être soumises à l'examen et à l'approbation des autorités de surveillance locales. Afin de faciliter leur tâche et leur permettre de prendre une décision il convient de leur faire avoir une documentation technique commentée et explicative ou bien leur faire connaître les résultats des essais qui ont été effectués ou vérifiés et approuvés par une institution officiellement reconnue.

1.1 Dispositions générales

1.1.1. Domaine d'application

Les recommandations s'appliquent à tous les types et systèmes d'appareils destinés au transport de matériaux. Il est entendu qu'elles sont valables pour les installations nouvelles, mais devraient dans la mesure du possible également être respectées par les installations existantes.

Note : L'annexe A contient un aperçu des différents types d'appareils pris en considération lors de l'élaboration de ces recommandations et contient en outre un certain nombre de définitions complémentaires et des schémas illustratifs des appareils.

1.1.2. Terminologie

1.1.2.1 Installation de transport par câbles destinée au transport de matériaux. Toute installation dont les véhicules sont sustentés ou guidés au sol par des câbles.

1.1.2.2 Téléphérique à mouvement unidirectionnel ou à va et vient. Installation destinée au transport de charges entre deux stations d'extrémité, le transport étant assuré par un ou plusieurs câbles porteurs et câbles tracteurs aériens (téléphérique bi-câble) ou un ou plusieurs câbles porteurs-tracteurs aériens (téléphérique monocâble). De manière générale les charges transportées sont relativement petites (maximum 5 000 kg). Lorsque les charges doiventêtre

transportées sur une grande distance les câbles reposent sur plusieurs pylônes. L'installation comprend en principe deux stations (station motrice et station de renvoi) et éventuellement des stations intermédiaires. Des mouvements verticaux de la charge ne sont pas prévus.
Une distinction est faite entre les téléphériques à matériaux à attaches fixes dont les véhicules restent solidaires du câble en permanence et les téléphériques à matériaux à attaches découplables dont le câble se déplace avec une vitesse constante et les véhicules sont découplés automatiquement du câble lors du passage en station.
Le fonctionnement en est dit continu lorsque les véhicules sont entraînés par un mouvement de déplacement continu ou dit intermittent si les véhicules sont entraînés par un mouvement intermittent.

1.1.2.2.1 **Installation monocâble.** Téléphérique sur lequel la sustentation et la traction des véhicules sont assurées par un ou plusieurs câbles porteurs-tracteurs.

1.1.2.2.2 **Installation à double monocâble.** Téléphérique sur lequel la sustentation et la traction des véhicules sont assurées par deux câbles porteurs-tracteurs ou un seul câble porteur-tracteur formant une double boucle.

1.1.2.2.3 **Installation bi-câble.** Téléphérique sur lequel la sustentation des véhicules est assurée par un câble ou un groupe de câbles distinct du câble ou groupe de câbles qui en assure la traction. Le câble assurant la sustentation est appelé câble porteur, celui qui en assure la traction câble tracteur.

1.1.2.3 **Blondin.** Installation bi-câble constitués de deux mâts qui sont éventuellement mobiles et/ou inclinables par des câbles. Le câble porteur qui est tendu entre ces deux mâts sert de voie de roulement. Le chariot est attaché à la boucle du câble tracteur qui en assure le déplacement par un mouvement à va-et vient. Les mouvements verticaux du crochet sont transmis par le câble de levage. Le champ d'action de levage et de descente des charges peut être une ligne droite (voie de roulement fixe) ou un aire (mouvement parallèle ou radial de la voie de roulement)

Note : Blondin est le nom de famille de l'acrobate français qui a traversé les chutes du Niagara sur un câble tendu sur les chutes.

1.1.2.4 **Grue à câble.** Installation bi-câble constituée par un câble porteur tendu qui sert de voie de roulement et d'un câble (câble tracteur / câble de levage combiné) qui assure le translation de la charge par un mouvement à va-et- vient, ainsi que son soulèvement ou sa descente.
Lorsque le câble effectue le mouvement de soulèvement le chariot est bloqué en demeure sur le câble porteur ou le câble lest par un crochet dit pince du câble porteur, lorsque il effectue le mouvement d'entraînement la charge est bloquée sur le véhicule par le crochet de verrouillage de la charge.
La charge peut être chargée et déchargée sur toute la longueur du tracé.

Remarque: les grues à câbles utilisées dans les forêts sont généralement appelées "skyline crane" en anglais

1.1.2.5 **Grue à câble à mouvement à va-et vient.** Ces grues peuvent être conçues comme appareil monocâble ou appareil bi-câble.
Chaque véhicule a son propre treuil à tambour pour le câble de levage équipé en principe d'une commande à distance du levage et de la descente de la charge sur toute la longueur du tracé.
Sur les appareils bi-câbles le câble porteur qui est tendu sert de voie de roulement. Le mouvement à va-et vient du chariot sur le câble porteur est assuré par le câble tracteur ou dans le cas des installations à faible pente par un câble lest ou une boucle du câble tracteur.
Sur les appareils monocâbles le câble porteur-tracteur assure le mouvement à va-et-vient du chariot et en assure en même temps la sustentation.

1.1.2.6 **Funiculaire.** Installation dans laquelle le ou les véhicules sont tractés par un ou plusieurs câbles et se déplacent sur une voie posée sur le sol ou portée par des ouvrages

1.1.2.7 **Installations déplaçables.** Téléphériques, grues à câble, grues à câble à mouvement à va-et-vient et blondins dont l'utilisation prévue sur le même tracé est en principe inférieure à **24 mois et le nombre de cycles de travail inférieur à 16 000 cycles.**

Note : Les constituants, tels que entraînement, chariot, treuil de levage, galets, poulies, supports de ligne et autres accessoires sont en principe des constituants de type courant à application générale et réutilisables.

1.1.2.8 **Véhicule composé des constituants suivants:**

a) le chariot et / ou une attache;

b) le réceptacle, soit une benne, une caisse ou une platte-forme;

c) une suspente qui assure la liaison entre le réceptacle et son chariot et dans le cas des blondins, un câble qui assure la liaison entre le moufle inférieur et le chariot;

Note: Le véhicule des funiculaires est constitué d'une caisse montée sur un train de roulement. Le véhicule des blondins est constitué par le chariot et le moufle inférieur.

1.1.2.8.1 **Crochet de verrouillage de la charge.** Dispositif du chariot ayant la fonction de bloquer le crochet de levage sur le chariot et de permettre ainsi le déplacement du chariot le long du câble porteur par l'action du câble tracteur/câble de levage combiné.

1.1.2.8.2 **Pince pour le câble porteur.** Dispositif ayant la fonction de bloquer le chariot sur le câble porteur afin de permettre le mouvement vertical de la charge par l'action du câble tracteur / câble de levage combiné.

1.1.2.9 **Câbles.** On distingue les câbles suivants **:**

1.1.2.9.1 **Câble dormant.** Câble ancré à l'une de ces extrémités au moins et reposant éventuellement sur un ou des supports intermédiaires.

1.1.2.9.2 **Câble porteur.** Câble dormant ayant la fonction de sustentation de véhicules dont le chariot muni de roues de roulement et d'appui se déplace sur le câble.

1.1.2.9.3 **Câble de tension**. Câble utilisé pour assurer la liaison entre l'extrémité non ancré d'un câble dormant ou la poulie d'un câble disposé en boucle et le

contrepoids ou le dispositif de mise en tension.

1.1.2.9.4 **Câble d'ancrage.** Câble qui transmet à l'ancrage les forces engendrées par les câbles porteurs, les mâts ou les autres parties de l'installation.

1.1.2.9.5 **Câble de signalisation.** Câble dormant utilisé uniquement pour transmettre des signaux électriques de commande et des communications téléphoniques.

1.1.2.9.6 **Câble de balisage.** Câble dormant pour suspendre des sphères colorées facilitant aux pilotes le repérage des installations de transport à câbles.

1.1.2.10 **Câble mobile.** Câble destiné notamment à des mouvements longitudinaux de grande amplitude.
Note : Les câbles mobiles sont généralement attachés à un ou plusieurs véhicules ou sont susceptibles de l'être.

1.1.2.10.1. **Câble porteur-tracteur.** Câble mobile disposé de façon à transmettre son mouvement aux véhicules qui lui sont attachés et en assurent la sustentation.

1.1.2.10.2 **Câble tracteur.** Câble mobile disposé de façon à transmettre son mouvement aux véhicules qui lui sont attachés sans en assurer la sustentation.
Note: Dans le cas des blondins le terme fréquemment utilisé en allemand à la place du terme Zugseil = câble tracteur est le terme « Katzfahrseil ».

1.1.2.10.3 **Contre-câble.** Dans un funiculaire ou téléphérique à va-et-vient câble mobile qui est fixé aux véhicules par des attaches d'extrémité sans passer par la poulie motrice.
Note: L'expression « câble-lest » peut être utilisée en français au lieu de « contre-câble » et l'expression « ballast rope » au lieu de « counter rope » en anglais lorsque la station motrice est à l'amont.

1.1.2.10.4 **Câble d'inclinaison.** Câble ayant la fonction d'incliner latéralement le mât.

1.1.2.10.5 **Câble lest.** Câble tracteur qui assure la liaison entre le véhicule ou le chariot en passant sur un deuxième treuil à tambour pour assurer leur déplacement dans les deux sens, même lorsque la pente du câble est faible.

1.1.2.10.6 **Câble tracteur / câble de levage combiné.** Câble qui outre à assurer le déplacement du véhicule assure aussi le levage et la descente du véhicules / de la charge, le levage et la descente étant déterminées par l'ouverture ou la fermeture du système utilisé pour bloquer le chariot ou la charge.

1.1.2.10.7 **Câble de levage.** Câble qui assure le levage vertical ou la descente verticale de la charge.

1.1.2.10.8 **Câble disposé en boucle.** Câble fermé sur lui-même par une épissure.
Note : Les extrémités d'un câble disposé en boucle ouverte sont attachées au véhicule ou au chariot.

1.1.2.11 **Poulie.** Appui rotatif du câble qui impose son rayon de courbure au câble.

1.1.2.12 **Galet.** Appui rotatif du câble dont le rayon en son point de contact avec le câble est inférieur au rayon de courbure du câble.
Note: Déviation en général inférieure à 5°.

1.1.2.13 **Train de galets.** Ensemble de galets et de leur structure portante disposés les uns à la suite des autres pour assurer la déviation d'un câble mobile.

1.1.2.14 **Structures.** Stations, pylônes intermédiaires en acier, bois ou béton armé et voie des funiculaires à matériaux.

1.1.2.15 **Equipement mécanique.** L'équipement mécanique comprend les entraînements, les dispositifs de mise en tension, l'équipement des têtes des pylônes (sabots, galets et leurs supports, trains de galets), poulies, freins, rampes d'accélération, rampes de décélération etc.

1.1.2.16 **Equipement électrique et électronique.** Il comprend les dispositifs de commande, de surveillance et de sécurité, lignes de communication et d'information, l'installation de protection contre la foudre, ainsi que les moteurs électriques.

1.1.2.17 **Entraînement auxiliaire.** Entraînement permettant l'exploitation en remplacement de l'entraînement principal à débit réduit, mais avec le même niveau de sécurité que l'entraînement principal.

1.1.2.18 **Constituant de sécurité.** Constituant dont la défaillance ou dysfonctionnement présente un risque pour la sécurité et la santé des personnes.

Note: Le constructeur doit établir une procédure écrite et en assurer la mise à jour régulière au niveau plus avancé de l'art pour garantir:

- l'identification des constituants de sécurité et
- l'enregistrement de l'identification

Le constructeur établit tous les documents qui sont nécessaires pour effectuer l'assemblage et le montage, soit :

- un plan qui indique la séquence de toutes les opérations et les dispositions à prendre dans chaque cas spécifique.
- un plan qui précise les contrôles qui doivent être effectués pendant et à la fin de chaque phase de la procédure d'exécution.

1.1.2.19 **Registre d'exploitation**. Registre où sont consignés tous les contrôles et travaux de maintenance.

1.2 ASPECTS TECHNIQUES

1.2.1. Informations de base

Il est recommandé de fournir au constructeur les informations suivantes afin de lui permettre de présenter son offre ou d'élaborer son projet:

- destination de l'installation,
- type et nature du matériau à transporter, sa granulométrie, son poids spécifique ou ses dimensions ou poids maximal,
- débit horaire ou annuel,
- durée prévue d'utilisation de l'installation,
- profil en long représenté à une échelle appropriée, par ex. 1 : 2000 (*),
- levé topographique représenté à une échelle appropriée comportant l'indication des croisements éventuels avec des lignes électriques, lignes téléphoniques, des routes, des voies ferrées, rivières etc et versants

transversaux,

- etude géologique sur la stabilité du terrain à traverser et, au besoin, une étude nivologique et des informations sur les phénomènes sismiques,
- informations sur le climat,
- sources d'énergie disponibles (nature et emplacement),
- informations sur les conditions locales : moyens de transport, disponibilité de logements, limite maximale des poids pouvant être transportés sur les routes et gabarit de chargement maximal,
- main d'œuvre disponible sur place (main d'œuvre spécialisée, manœuvres etc) et les salaires horaires de chaque catégorie,
- les lois, normes et prescriptions locales applicables.

(*) Note concernant le levé de terrain et le profil

- Le profil en long définitif doit être établi par un expert qui doit y indiquer tous les points indispensables pour l'établissement d'un projet qui se veut impeccable (élévations, cimes des montagnes, rochers, édifices et autres obstacles).
- Le profil en long doit également fournir des indications sur l'emplacement possible des pylônes, la nature du sol, les pentes transversales, pentes exposées aux dangers d'avalanches, les croisements avec les lignes électriques, le cours d'eaux, lacs, chemins, possibilité de cheminement le long du tracé etc.
- Les points caractéristiques du levé du profile en long doivent être indiqués sur le tracé de façon indélébile.

1.2.2. Etude et documentation

1.2.2.1 La conception de tous les constituants de l'installation, des ouvrages du génie, de l'équipement électrique et électronique de l'installation et leur réalisation doivent respecter les règles de l'art afin de garantir le bon fonctionnement de l'installation. Le calcul des sollicitations des matériaux doit être fait conformément aux spécifications des normes et recommandations pertinentes. Le résultat du calcul du niveau de sécurité des constituants ne doit pas être inférieur aux valeurs précisées dans les différents chapitres de ce document. Les méthodes de calcul doivent être des méthodes reconnues et dans la mesure du possible celles spécifiées par les normes pour les appareils de levage ou celles définies dans les normes relatives aux transports.

1.2.2.2 La construction des fondations des stations, des pylônes, de la voie, des blocs d'ancrage et des autres ouvrages doit être réalisée en respectant les prescriptions des lois, règlements et normes locales tout en tenant compte des spécificités de l'installation concernée.

1.2.2.3 Le calcul des toutes les parties de l'installation doit être fait en tenant compte des masses maximales des charges à transporter, ainsi que de l'action des forces extérieures, qui, elles, dépendent des conditions locales, telles que le vent, la neige, le givrage etc. Pour la pression du vent appliquée horizontalement sur les câbles, les véhicules, les structures etc d'une installation en service on assumera une valeur au moins égale à 250 N/m^2.

1.2.2.4 Les hypothèses de calcul doivent être choisies de sorte que compte tenu de la charge utile et de l'action des forces extérieures la sécurité et la stabilité de

l'installation puissent être garanties pour toute la durée de service prévue.

1.2.2.5 Les critères de sélection et de calcul des câbles doivent être choisis de sorte à satisfaire les exigences minimales imposées par le niveau de sécurité exigé.

1.2.2.6 Les stations doivent être conçues de manière à garantir le déroulement parfait des opérations de chargement ou de déchargement des matériaux et la sécurité de l'exploitation.

1.2.2.7 Les fondations et les ancrages doivent être calculés pour résister au renversement et au glissement dans toutes les conditions prévisibles, le calcul étant fait avec un coefficient de sécurité égal à 1,5. Ce critère est valable pour les deux cas de charge, en service et hors service. La pression du sol ne doit pas être supérieure à la valeur maximale admissible précisée dans l'étude géologique /géotechnique dans aucun cas de charge.

1.2.2.8 Le gabarit de passage des véhicules doit être déterminé de façon à exclure le long trajet du véhicule tout accrochage et collision avec des obstacles ne faisant pas partie de l'installation, ainsi qu'avec les autres parties de l'installation.

1.2.2.9 Les véhicules doivent être conçus pour garantir la sécurité de guidage et pour permettre d'y fixer de manière sûre la charge à transporter.

1.2.2.10 Le projet de construction ou de modification substantielle d'une installation doit comprendre un dossier de tous les documents dont on doit disposer pour pouvoir juger de la sécurité de l'installation, procéder à la construction de l'installation, effectuer des modifications importantes.
De manière générale les documents à présenter sont les suivants, notamment pour les installations d'une certaine taille et à condition qu'il n'y ait pas des dispositions contraires prises de commun accord avec l'autorité de surveillance ou le directeur technique de l'installation.

- Rapport technique qui comprend aussi une description du projet,
- Plan du site à une échelle de 1 : 25000 ou 1: 5000 avec indication du tracé,
- Profil de long avec inscrites les courbes de niveau, configuration du terrain, configuration de la ligne des câbles, les stations, les pylônes, la voie, les croisements avec les lignes électriques, autres téléphériques, les routes publiques ou privées, la voie ferrée, les rivières etc. ainsi qu'indication des édifices qui se trouvent en proximité de l'installation,
- Etude géotechnique, et au besoin, rapport d'enneigement et d'avalanches et rapport sur l'activité sismique,
- Calcul des câbles et de la ligne, calcul de la puissance motrice,
- calcul de la puissance d'entraînement de la poulie motrice nécessaire pour assurer la transmission des efforts,
- Dessin de la station à l'échelle non inférieure à 1 : 100 avec projection horizontale, coupe, projection verticale, y compris l'équipement technique de l'installation,
- Equipement mécanique,
- Pylônes ou voie de roulement,
- Véhicules avec leur attaches au câble et vérification par dessin du gabarit libre

des véhicules, le cas échéant des freins de chariot ou frein de voie,

- Dispositifs électrotechniques, y compris les circuits de sécurité et dispositifs de communication et d'information, dispositifs de protection contre la foudre et de mise à la terre,
- Analyse de sécurité (voir point 1.2.5),
- Instructions de maintenance.

1.2.3. Généralités

1.2.3.1 Sur demande de l'autorité de surveillance ou de l'exploitant, le constructeur doit fournir pour les matériaux constitutifs de tous les constituants de sécurité des certificats d'essais sur matériaux ou des certificats de conformité.

1.2.3.2 La sécurité de l'installation doit être garantie dans toutes les conditions qui peuvent se présenter lorsque l'installation est en service. Des mesures doivent être prises pour éviter les situations dangereuses qui pourraient se présenter lorsque l'installation se trouve hors exploitation.

1.2.3.3 Tous les constituants de l'installation doivent être protégés contre la corrosion. Tous les constituants qui exigent des interventions fréquentes de maintenance doivent être facilement accessibles.

1.2.3.4 Tous les constituants et équipements métalliques doivent être mis à la terre conformément aux règles en vigueur et celles de la protections du personnel et des tiers.

1.2.3.5 La sécurité de fonctionnement de tous les dispositifs et des systèmes électriques et mécaniques doit être garantie.

1.2.3.6 Les systèmes d'entraînement automatiques et leur commandes doivent être conçus et réalisés de façon à garantir la sécurité de fonctionnement de l'installation et éviter de provoquer des situations dangereuses pendant l'exploitation.

1.2.3.7 Il est recommandé d'installer des anémomètres sur les points les plus exposés de l'installation. Lorsque la force du vent risque de préjuger la sécurité de l'exploitation l'installation doit être arrêtée.

1.2.3.8 Tous les croisements avec des routes, voies ferrées, lignes électriques et téléphoniques, rivières etc doivent être autorisés par l'autorité compétente et protégés de façon appropriée par des protections, ponts, filets etc. Les croisements avec les routes secondaires et les embranchements pour lesquels aucune protection n'est exigée doivent être signalés par des panneaux d'avertissement. Lorsque les lignes électriques ne peuvent pas être enterrées, l'installation doit passer en-dessous de la ligne électrique aérienne. Toute solution doit en tout cas être autorisée par l'autorité compétente, notamment lorsque son exécution exige la coupure temporaire ou le déplacement partiel de la ligne.

1.2.3.9 La sécurité et le bon fonctionnement de l'installation doivent être assurés par une maintenance appropriée. La maintenance doit être simple et pouvoir être

réalisée en sécurité.

1.2.4. Essais de réception et de l'installation

Avant sa mise en service et pour pouvoir garantir la sécurité de fonctionnement, toute installation doit être soumise à des essais et effectuer des courses de contrôle pour vérifier la parfaite conformité avec le projet qui a été approuvé et les spécifications du cahier de charge. Des essais complets de fonctionnement à pleine charge et charge partielle doivent être effectués afin d'identifier les conditions de charge les plus défavorables. Le programme d'essais doit comprendre des essais de fonctionnement à puissance maximale, des essais d'accélération et de décélération et de freinage dans les conditions les plus sévères et en outre des essais des freins, des dispositifs automatiques, des boutons poussoirs, des systèmes de communication, des commandes à distance et des différents dispositifs de sécurité. Les essais doivent avoir une durée égale à au moins 2 heures de fonctionnement ; cette durée est nécessaire pour pouvoir contrôler l'échauffement des pièces tournantes, déterminer les vibrations et déformations excessives et vérifier la libre course du dispositif de mise en tension.

1.2.5. Analyse de sécurité

Le concepteur et / ou le constructeur devraient effectuer une analyse de sécurité de tous les facteurs de danger prévisibles et rédiger un rapport de sécurité.
L'analyse de sécurité est obligatoire dans les cas où l'installation est prévue pour transporter également des personnes dans les conditions prévues au point 1.3.1.8 b.
Note : Un exemple de la procédure d'évaluation des risques à suivre dans le cas des installations de transport des matériaux est joint en annexe. (Annexe B).

1.3 EXPLOITATION

1.3.1. Gestion de l'exploitation

1.3.1.1 La direction technique doit être confiée à une personne compétente, appelé par la suite « chef d'exploitation ».

1.3.1.2 Le chef d'exploitation est tenu à rédiger le règlement d'exploitation. Pour ce faire il doit bien connaître l'installation et les conditions d'exploitation et respecter les instructions de service et de maintenance fournies par le constructeur. Ce règlement doit être remis à tous les employés et si les autorités compétentes l'exigent, soumis également à l'autorité compétente.

1.3.1.3 Pour garantir la sécurité de l'exploitation et éviter de mettre en cause l'intégrité des tiers, le chef d'exploitation doit employer un nombre suffisant d'agents d'exploitation.

1.3.1.4 Le chef d'exploitation doit vérifier la qualification professionnelle de ses collaborateurs, pourvoir à leur instruction professionnelle et préciser leur domaine de compétence.

1.3.1.5 Le chef d'exploitation doit prendre toutes les mesures de prévention nécessaires pour éviter des situations dangereuses comportant des risques pour la vie et la santé des personnes et l'intégrité des biens.

1.3.1.6 Le chef d'exploitation doit prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir une exploitation conforme au règlement, son inspection régulière ainsi qu'une maintenance conforme aux instructions.

1.3.1.7 Le chef d'exploitation ou son remplaçant, ainsi que tous les agents d'exploitation qualifiés pour le faire doivent vérifier avant chaque mise en service de l'installation l'état de parfait fonctionnement de l'installation, et notamment le bon fonctionnement des dispositifs de signalisation et de communication radio.

1.3.1.8 Tout transport de personnes est défendu, exception faite des transports :

a) Pour effectuer des travaux de maintenance ou effectuer des inspections.

b) pour se rendre à son poste de travail.

Dans ces cas d'exception le transport de personnes ne peut être effectué que si les aménagements nécessaires permettant de transporter des personnes ont été prévus et qu'à condition de respecter toutes les dispositions de sécurité complémentaires précisées dans le règlement d'exploitation et si le chef d'exploitation a donné l'autorisation de transporter des personnes.

**) Pour les instructions de service complémentaires voir point 12 de l'annexe C*

1.3.1.9 Des panneaux d'avertissement doivent être installés dans les stations, stations intermédiaires, le long de la voie et sur les véhicules pour signaler la défense de transporter les personnes et y indiquer la charge utile, la défense d'accéder à la station ou monter sur les pylônes aux personnes non autorisées, la défense de d'accéder à l'aire de passage des véhicules dans les stations intermédiaires et de s'y arrêter, ainsi que tous les autres avertissements et instructions que le chef d'exploitation estime utiles. Tous les avertissements doivent être facilement

lisibles et indélébiles. Il en est de même pour les panneaux indiquant la hauteur maximale de passage placés sur les croisements avec les voies de passage.

1.3.2. Instructions d'entretien et de maintenance

1.3.2.1 Le constructeur rédige et remet les instructions d'entretien et de maintenance.

1.3.2.2 Les instructions de maintenance doivent comprendre toutes les informations nécessaires et notamment les données techniques suivantes :

- Longueur [m], ……
- Dénivellement [m], ……
- Charge maximum [t], ……
- Dimensions géométriques maximales de la charge transportée,

  Longueur ….. [m],, largeur ….. [m], Hauteur ….. [m],
- Vitesse de marche maximale [m/s], ……
- Données techniques des câbles …….…..…...
- données du moteur …….……
- Nombre de pylônes.....Nr.
- etc.

1.3.2.3 Le constructeur peut également y préciser les exigences concernant le nombre d'agents d'exploitation et leur qualification professionnelle.

1.3.3. Règlement d'exploitation

Dans le règlement d'exploitation sont définies les conditions qui doivent être respectées et les mesures à prendre ainsi que les règles de comportement du personnel. Il fournit également des informations sur différents sujets dont au moins les sujets suivants :

- La gestion de l'exploitation,
- Les caractéristiques techniques de l'installation,
- Les instructions, consignes et défenses à prévoir sur les panneaux d'avertissement,
- Mesures techniques complémentaires qui s'ajoutent à celles définies dans le manuel des instructions de service et de maintenance,
- Aperçu des instructions de service et de maintenance du constructeur,
- Télécommande et signalisation,
- Règles de comportement pour l'exploitation dans des conditions météorologiques défavorables,
- Mesures de prévention et de lutte contre les incendies,
- Maintenance des câbles,

- Transport de personnes,
- Traction oblique des charges,
- Accrochage des charges coincées,
- Etc.

Note : Un modèle de règlement d'exploitation est joint en annexe C.

CHAPITRE II – TELEPHERIQUES A MATERIAUX FIXES

2.1 TELEPHERIQUES MONOCABLES ET BI-CABLES A MOUVEMENT CONTINU OU A VA-ET-VIENT

2.1.1 Généralités

Les téléphériques monocâbles et bi-câbles à mouvement continu sont le système de transport à câble destiné au transport de matériaux le plus usité. Les téléphériques va-et-vient, monocâbles et bi-câbles, sont utilisés de préférence pour le transport de capacité modeste ou pour le transport de charges individuelles très lourdes.

2.1.2 Niveau de sécurité

2.1.2.1 Tous les constituants de l'installation doivent être conçus et réalisés conformément aux règles de l'art, und règle qui est valable tant pour la réalisation des différents constituants que pour la qualité des différents matériaux utilisés.

2.1.2.2 Le constructeur doit respecter les normes générales de calcul et les normes pour les matériaux de construction. (à savoir les normes en vigueur dans le pays du constructeur ou les normes du pays de destination de l'installation).

2.1.2.3 Le niveau de sécurité des constituants mécaniques doit être défini par rapport à l'élasticité apparente des matériaux. Le coefficient de sécurité des structures doit être au moins égal à 1,7 et celui des constituants mécaniques mobiles sollicités par la traction du câble (chariots, poulies etc.) au moins égal à 2,5.
La justification du calcul de la résistance à la fatigue doit être effectuée conformément à une méthode de calcul reconnue et déclarée en tenant compte au moins des facteurs suivants.

- Nombre probable de cycles alternés de fatigue au cours de la vie du constituant
- Facilité d' accès au constituant permettant l'exécution des contrôles périodiques non destructifs
- Concentration des tensions dues aux effets des encoches, des soudures et dues aux variations de la section
- Facteurs de correction qui doivent être appliqués dans le cas de constituants de sécurité

A titre d'exemple on donne un exemple de justification du calcul de la résistance à la fatigue spécifié dans l'Eurocode 3 EN 1993-1-9

2.1.2.4 Action du vent
L'action du vent doit être calculée en tenant compte des valeurs de pression dynamiques suivantes :

1. hors exploitation : minimum 1200 N/m^2
2. en exploitation : minimum 250N/m^2

Le calcul pour les sites situés dans les régions à vents forts doit être fait avec

des valeurs plus élevées.

L'action du vent hors exploitation sur portées de longueur de plus de 400 m peut être calculée en considérant une longueur conventionnelle de portée égale à 240 + 0,4 L.

2.1.3 Hauteurs de survol

2.1.3.1 Les hauteurs de survol suivants doivent être respectés :
La distance verticale entre le point le plus bas des constituants mobiles du téléphérique lorsqu'ils se trouvent dans le point plus bas de la configuration de la ligne et le sol ou les autres obstacles ne doit pas être inférieure à 2,5 m, en tenant compte de la couche de neige et des actions dynamiques prévisibles. Il est admis de réduire la hauteur de survol sur les sections du tracé qui sont protégées par une enceinte ou qui ne sont pas praticables.
Une hauteur de survol au moins égale à 4,5 m doit être respectée au-dessus des endroits parcourus par des véhicules à moteur ou de croisement avec des routes. Les hauteurs de survol par rapport aux lignes électriques ou lignes parallèles au tracé de l'installation à câbles doivent respecter les exigences applicables à ces lignes.
Dans le cas de croisement avec d'autres téléphériques ou d'un téléphérique parallèle au tracé du téléphérique destiné au transport de matériaux la hauteur de survol à respecter dépend des exigences imposées par le gabarit libre du téléphérique et celles éventuellement imposées par les oscillations verticales du câble.
Si nécessaire, les prescriptions de la navigation aérienne devront être respectées.

2.1.3.2 En principe la hauteur de survol maximale n'est limitée vers le haut que si le téléphérique est utilisé pour transporter des personnes et dans les cas prévus au point 1.3.1.8. b, et à condition que les mesures appropriées ont été prises

2.1.4 Ligne

Le tracé de la ligne doit en principe être rectiligne. Des déviations horizontales aux pylônes sont admises à condition que la composante de la force de déviation du câble porteur ou du câble porteur-tracteur est inférieure de l'ordre de 5 % à la force d'appui minimale. Des stations d'angles sont à prévoir dans tous les cas où les circonstances imposent des angles de déviations plus grands.

2.1.5 Les stations

2.1.5.1 Lors de la conception de la station et de son aménagement il faut notamment tenir compte des modalités de chargement et de déchargement qui doivent être garanties pour assurer le transport du matériau. Par conséquent les stations doivent être conçues da manière à pouvoir assurer le bon chargement et déchargement du matériaux et garantir une bonne exploitation et la bonne maintenance de l'installation.

2.1.5.2 Les locaux de service auxquels accèdent les agents d'exploitation doivent avoir une hauteur supérieure à 2,5 m.

2.1.5.3 Des dispositions appropriées doivent être prises pour empêcher l'accès de personnes non autorisées aux postes de commande, salles machines, locaux des dispositifs de mise en tension et salles électriques.

2.1.5.4 Un éclairage approprié doit être assuré dans tous les locaux de la station.

2.1.5.5 Pour les téléphériques à attaches découplables des mesures appropriées doivent être prises pour empêcher les véhicules mal accouplés de quitter la station.

2.1.5.6 La conception et la réalisation des stations doivent respecter les exigences définies dans les normes et règlements pour les constructions industrielles. Le poids des véhicules chargés alignés l'un à la suite de l'autre doit être pris en compte comme valeur hypothétique de la charge qui agit sur la structure portante des rails de la station.

2.1.5.7 L'équipement mécanique et électrotechnique des stations doit être conçu de manière à pouvoir résister aux intempéries ou à être protégé contre les intempéries tout en restant facilement accessible pour la maintenance.

2.1.5.8 Il faut prévoir dans les stations des rails de garage pour les véhicules, des entrepôts pour les pièces de rechange, des outils pour les travaux de montage, les lubrifiants et autre matériel, ainsi qu'un atelier de réparation et de maintenance.

2.1.5.9 Afin de faciliter l'inspection et les travaux de réparation et maintenance des câbles il convient de prévoir dans les stations des points d'accrochage appropriés pour la reprise de la tension et le soulèvement des câbles.

2.1.5.10 La distance de garde latérale à prévoir entre les réceptacles (fermés ou ouverts) des véhicules le long de leur cheminement en station et autres obstacles et les structures fixes de la station, ainsi que la distance entre deux véhicules, doit être au moins égale à 0,5 m. Pour déterminer la distance requise il faut également tenir compte des oscillations que peuvent avoir les véhicules sur les sections de leur cheminement sur lequel ils ne sont pas guidés, soit une oscillation de 20 %.

2.1.5.11 Une évacuation d'eau appropriée doit être prévue dans tous les locaux exposés au risque d'infiltrations d'eau.

2.1.5.12 Les mesures de prévention et de protection contre les incendies et de protection contre la foudre doivent tenir compte des conditions locales et notamment respecter les normes et règlements locaux.

2.1.6 Les câbles

2.1.6.1 Les câbles doivent avoir une composition appropriée pour l'application à laquelle ils sont destinés.

Pour le câble porteur il est recommandé d'utiliser des câbles clos ou semi- clos, pour le câble tracteur ou porteur-tracteur il convient d'utiliser des câbles à torons

à câblage parallèle et contact linéaire des fils dans les torons. Pour le câble de tension on doit prendre des câbles à torons, de préférence galvanisés.

2.1.6.2 Le coefficient de sécurité à la traction des câbles est défini par le rapport entre la charge de rupture minimale et la tension maximale du câble tout en tenant compte du rendement des attaches d'extrémité.

2.1.6.2.1 En exploitation, le coefficient de sécurité ne devra jamais être inférieur aux valeurs suivantes :

- Câble porteur	2,5
- Câble tracteur disposé en boucle fermée	3,5
- Câble tracteur sur tambour	4,4
- Câble porteur-tracteur	4,0
- Câble de levage	4,4
- Câble de tension	3,5
- Câble de signalisation	2,2
- Câble de balisage	2,2
- Câble de ancrage	2,5

2.1.6.2.2 Hors exploitation, le coefficient de sécurité ne devra jamais être inférieur à 1,7 pour tous les types de câble, en tenant compte de toutes les influences climatiques les plus défavorables.

2.1.6.3 Le calcul du câble doit prendre en compte les valeurs les plus défavorables de charges, positions de charge et frottements soit pour les câbles vides soit pour les câbles en pleine charge. Il faut tenir compte des valeurs/actions suivantes.

2.1.6.3.1 Câbles porteurs

a) tension nominale du câble ;

b) composante de dénivelé ;

c) frottement sur le dispositif de mise en tension et sur les sabots du câble porteur ;

d) position des véhicules le long de la ligne ;

e) dans le cas des câbles à double ancrage : variations de la température, module élastique et allongement permanent ;

f) actions du vent et manchon de glace.

2.1.6.3.2 Câbles tracteurs et câbles porteurs-tracteurs

a) tension nominale du câble

b) composante de dénivelé

c) composante poids des véhicules

d) frottement entre le câble et les galets et entre les véhicules et le câble porteur ;

e) action des forces d'inertie au démarrage et pendant le freinage en exploitation normale ;

f) dans le cas des câbles à double ancrage : variations de la température, module élastique et allongement permanent ;

g) actions du vent et manchon de glace.

2.1.6.3.3 Câbles de levage

a) composante de dénivelé

b) charge sur le brin considéré du câble

c) frottement entre le câble et les galets

d) action des forces d'inertie au démarrage et pendant le freinage en exploitation normale

2.1.6.3.4 Câbles de tension

a) tension nominale du câble

b) frottement dans le dispositif de mise en tension

2.1.6.3.5 Câbles de signalisation et de balisage

a) tension nominale du câble ;

b) composante de dénivelé du câble et des sphères de balisage ;

c) frottement dans les dispositif de mise en tension et le long de la ligne ;

d) dans le cas des câbles à double ancrage : variations de la température, module élastique et allongement permanent ;

e) actions du vent et manchon de glace.

2.1.6.3.6 Câbles d'ancrage

a) tension nominale du câble ;

b) inclinaison et poids des éléments ancrés (pylônes, câbles),

c) positions des véhicules le long de la ligne (amont, mi-portée, aval etc…) ;

d) actions externes (p.ex. vent, manchon de glace, neige) sur les parties ancrés (pylônes, câbles).

2.1.6.3.7 Distance entre câbles

Dans le cas de téléphériques à deux voies la distance prévue entre les câbles porteurs ou les câbles porteur tracteurs dans le point de croisement doit être suffisamment grande pour éviter des collisions ou l'accrochage des câbles dans les conditions d'exploitation prévues dans la convention d'utilisation.
Si la distance minimale entre les véhicules dont l'inclinaison latérale est égale à 0,20 rad est inférieure à 0,5 m une vérification s'impose.
Sur les téléphériques à une voie avec câble tracteur ou porteur-tracteur en boucle, l'espace horizontal entre le véhicule incliné de 0,20 rad et le câble tracteur ou porteur-tracteur opposé doit être au moins égal à 1,0 m pour des portées allant jusqu'à 300 m. Pour les portées dont la longueur de la corde dépasse les 300 m, la distance doit être augmentée au moins de 0,20 m par 100 m de portée supplémentaire.
Si le véhicule ne peut pas toucher le câble tracteur ou porteur-tracteur opposé, des distances inférieures sont admissibles.
La distance des câbles déportés ou celle des véhicules déportés par une oscillation transversale de 0,20 rad des objets qui ne constituent pas une partie intégrante du téléphérique doit être au moins égale à 1,50 m. Une vérification de la sécurité d'exploitation est nécessaire. Pour tenir dument compte du déport latéral des câbles provoqué par l'action du vent il faut adopter comme hypothèse de calcul une pression dynamique du vent au moins égale à 150 N/m^2 ou adaptée aux conditions spécifiques d'exploitation conformément aux spécifications de la convention d'utilisation afin de garantir la sécurité d'exploitation.
Il est nécessaire de justifier que les distances admises entre les câbles de signalisation ou de balisage installés à proximité des câbles et/ou les véhicules d'un téléphérique sont respectés lorsque le vent latéral provoque le déport maximal admissible des câbles.

2.1.6.4 Le nombre de roues du chariot doit être choisi de manière à obtenir un rapport au moins égal à 50 entre la tension minimale du câble porteur et la composante de la force d'appui perpendiculaire à l'axe du câble de chaque roue du chariot en tenant compte de la composante de force transmise au chariot par le câble tracteur. Dans un nombre limité de cas (par exemple, un nombre de cycles de flexion du câble inférieur à 100 000 pendant la période de service prévue), il est possible de réduire le rapport, comme ci-dessus, entre la tension minimale du câble et le composant normal à la même corde transmise par chaque roue de chariot. Dans de tels cas, on entend par nombre de cycles de flexion le nombre de passages des roues du chariot à un certain point du câble porteur.

2.1.6.5 Il est recommandé de concevoir l'appareil de manière à assurer un rapport inférieur à 1/10 entre le poids total de la charge perpendiculaire à l'axe du câble et la tension axiale minimale du câble porteur-tracteur des téléphériques monocâble.

2.1.6.6 Les attaches d'extrémité du câble porteur peuvent être confectionnées soit en enroulant le câble autour d'un tambour d'ancrage, soit par culottage avec un matériaux de remplissage approprié, soit à l'aide de mordaches. Il incombe au constructeur de l'installation de choisir la solution la plus appropriée. Il est admis d'adopter d'autres systèmes d'attaches d'extrémité à condition d'avoir vérifié par une analyse de sécurité qu'ils garantissent le même niveau de sécurité.

2.1.6.7 Il est nécessaire de protéger les attaches d'extrémité des câbles contre la corrosion et de les rendre facilement accessibles pour l'inspection visuelle. Le calcul de la charge minimale de rupture / coefficient de sécurité du câble doit tenir compte du rendement des attaches d'extrémité.

2.1.7 Les pylônes et leurs équipements

2.1.7.1 La hauteur des pylônes et la distance entre pylônes doivent être déterminés pour éviter tout soulèvement du câble dans les conditions de charge les plus défavorables.

2.1.7.2 Sur toute la longueur du tracé il est nécessaire d'aménager un accès facile à chaque pylône.

2.1.7.3 Les agents d'exploitation qui doivent effectuer des travaux de maintenance ou des inspections doivent pouvoir accéder facilement et dans des conditions de sécurité à tous les pylônes et leur équipement, par exemple à l'aide d'échelles ou des plateformes.

2.1.7.4 Pour faciliter le montage, le déplacement et la maintenance des câbles il est nécessaire des points d'accrochage pour soulever les câbles.

2.1.7.5 Tous les pylônes doivent pouvoir être identifiés à l'aide d'une numérotation progressive.

2.1.7.6 La distance de garde entre les pylônes et véhicules déportés de 20 % doit être au moins égale à 0,20 m. La distance prévue dans le sens longitudinal doit être suffisamment grande pour accepter des oscillations longitudinales de 20 %. Au besoin on doit y installer des citres.

2.1.7.7 Les fondations des pylônes doivent être calculées avec un coefficient de sécurité contre le renversement, le glissement et le soulèvement au moins égal à 1,5 dans les conditions les plus défavorable en exploitation et hors exploitation; l'apport de la surcharge du remblai peut être pris en compte. D'autres hypothèses de calcul peuvent être appliquées à condition d'en prouver la validité.

2.1.7.8 La rigidité des pylônes sera telle que la stabilité et l'appui des câbles soient garantis dans les conditions d'exploitation normales de déformations élastiques des pylônes en particulier en torsion et sous l'action latérale du vent.

2.1.7.9 Des citres doivent être installés sur les téléphériques bi-câbles à câble tracteur bas pour assurer le guidage parfait des câbles sur les galets support.

2.1.7.10 Les sabots des câbles porteurs doivent avoir une forme appropriée afin de garantir le passage aisé et silencieux du chariot.
Le rayon de la gorge du sabot doit être de l'ordre de 10 % plus grand que le rayon du câble. La lubrification devrait être aisée. Afin de faciliter l'alignement du sabot du câble porteur à l'axe du téléphérique le système de sa fixation au pylône doit être un système réglable. Le rayon de courbure des sabots des câbles porteurs doit être au moins égal à 150 fois le diamètre du câble et ne doit pas engendrer une accélération centrifuge du chariot supérieure à 2,5 m/s^2.

2.1.7.11 Les trains de galets et les balanciers doivent être montées sur des supports réglables afin d'en permettre l'alignement à l'axe du câble.

2.1.7.12 Les trains de galets des téléphériques monocâbles doivent avoir au moins deux galets. Des trains de galets constitués par un seul galet ne peuvent être utilisés qu'à l'entrée sur les poulies de renvoi ou poulies de déviation pour assurer le guidage du câble.

2.1.7.13 La pression exercée sur les galets de support des téléphériques monocâbles ne doit pas être inférieure à 500 N.
Une augmentation de la tension du câble de 40% ne doit pas pouvoir provoquer le soulèvement du câble et la perte du contact entre câble et galet au passage des pylônes dont la tête se situe au dessous de la corde qui relie les deux pylônes voisins.

2.1.7.14 La déviation des câbles porteurs-tracteurs et des câbles tracteurs sur les galets de support ne doit pas être supérieure à 10%.

2.1.7.15 L'angle de déviation des câbles sur les pylônes doit être inférieur aux valeurs de conception des sabots et des galets du pylône.

2.1.7.16 Le diamètre « D » [cm] des galets de ligne doit être détermine en fonction de l'angle de déviation « ϕ », du diamètre du câble « d » [cm] et de la tension du câble « S » (N) à l'aide de la relation suivante :

$$S * \tan \phi / (d * D) \cong 50 \text{ à } 80 \text{ N/cm}^2$$

D'autres valeurs peuvent être choisies à condition de prouver que le matériau choisi résiste à des charges supérieures.
Le diamètre « D » ne doit pas être inférieur à 10 d

2.1.8 Entraînements

2.1.8.1 Les entraînements principaux doivent être conçus et réalisés de manière à pouvoir assurer un démarrage sûr du téléphérique dans les conditions de charge les plus défavorables. La condition de charge la plus défavorables des téléphériques à mouvement continu à attaches débrayables dont les véhicules sont découplés lorsqu'ils arrivent en station est en règle générale le démarrage à charge pleine. Pour déterminer les conditions les plus défavorables il faut tenir compte des caractéristiques du tracé et des instructions de service.

2.1.8.2 L'état de l'art actuel admet les suivantes vitesses de marche maximales des véhicules :

- Téléphériques bi-câble à mouvement continu 6 m/s
- Téléphériques monocâbles à mouvement continu 6 m/s
- Téléphériques monocâbles à va et vient 8 m/s
- Téléphériques bi-câbles à va et vient 12 m/s

L'entraînement doit en outre pouvoir assurer une marche à la vitesse réduite de 0,3 à 0,5 m/s, dite marche d'entretien. Entraîné avec cette vitesse réduite un véhicule doit pouvoir faire le tour complet de l'installation sans interruption.

2.1.8.3 L'angle d'enroulement sur la poulie motrice doit être suffisamment grand pour pouvoir assurer la transmission de la force motrice au câble dans les conditions les plus défavorables. Pour en déterminer l'ordre de grandeur il faut tenir compte du rapport de la force de traction des deux brins (un brin transportant des véhicules vides et un brin avec des véhicules chargés), ainsi que de la force d'inertie au démarrage et pendant le freinage.

La vérification de l'adhérence entre câble et la gorge de la poulie peut être faite avec les coefficients de frottement suivants

- Gorge acier 0,10
- Gorge avec garniture en caoutchouc 0,20 – 0,25

Le choix des coefficients de frottement d'autres matériaux non compris dans cette liste doit être justifié.

2.1.8.4 Le diamètre des poulies motrices et des poulies de renvoi doit être au moins égal à 60 fois le diamètre du câble, le diamètre du tambour d'entraînement au moins égal à 40 fois le diamètre du câble.

2.1.8.5 Chaque entraînement doit être équipé d'au moins deux freins indépendants l'un de l'autre dont un doit agir directement sur la poulie motrice. L'action du frein doit être produite par un ressort comprimé ou un contrepoids, donc à action dite « négative ». Si nécessaire il faut également installer un frein à réglage manuel. Les téléphériques non entraînants n'ont besoin que d'un frein qui doit tomber à l'arrêt de l'installation et qui peut en outre être déclenché à la main.

2.1.8.6 Dans les conditions les plus défavorables de charge descendante tous les systèmes de freinage doivent pouvoir arrêter l'installation avec une décélération moyenne de 0,2 à 2 m/s2. La décélération est le rapport entre le carré de la vitesse et le double de la distance de freinage. La détermination des valeurs de décélération doit être faite en tenant compte des résultats de l'analyse des risques.

2.1.9 Dispositifs de mise en tension

2.1.9.1 Le maintien de la tension des câbles tracteurs et des câbles porteurs- tracteurs doit être assuré par des contrepoids ou par d'autres dispositifs appropriés.

2.1.9.2 La tension des câbles tracteurs à double ancrage doit pouvoir être mesurée et réglée.

2.1.9.3 Il est nécessaire d'installer des dispositifs de guidage des contrepoids suspendus afin d'en contrarier des mouvements de rotation.

2.1.9.4 Des butoirs doivent être installés aux extrémités de la course du contrepoids et du dispositif de mise en tension pour en limiter le débattement.

2.1.9.5 La liberté de mouvement du contrepoids doit être assurée et sa position indiquée par une règle graduée. La position extrême doit être marquée en tenant compte d'une distance du fond du puit qui ne doit pas être inférieure à 0,20 m.

2.1.9.6 Le diamètre des poulies de tension doit être au moins égal à 40 fois le diamètre du câble.

2.1.10 Les véhicules

2.1.10.1 La conception et la réalisation des véhicules doivent assurer la sécurité du transport de matériaux.

2.1.10.2 Dans le cas des téléphériques bi-câbles il faut veiller à ce que la charge totale du matériau transporté soit uniformément distribuée sur toutes les roues du chariot.

2.1.10.3 Les oscillations du véhicule, quelles qu'elles soient, ainsi que celles provoquées au passage des pylônes, ne doivent pas provoquer le soulèvement du chariot.

2.1.10.4 Les réceptacles basculants doivent être équipés de dispositifs empêchant le retournement accidentel du véhicule.

2.1.10.5 La conception et la réalisation des attaches doivent pouvoir garantir une sécurité contre le glissement sur le câble au moins égal à 1,5 compte tenu de l'action de toutes les forces qui sollicitent le véhicule et d'une réduction éventuelle du diamètre du câble. La résistance au glissement doit être vérifiée par des essais. Lors de la construction des attaches il faut veiller à ce que, compte tenu de la réduction progressive du diamètre du câble au cours de sa vie utile et des tolérances de fabrication, la liberté de passage soit assurée pendant l'ouverture et la fermeture de l'attache. L'utilisation de l'attache sur un câble déterminé est admise tant que les travaux de maintenance et l'entretient prévus par les instructions de service et de maintenance en garantissent la résistance nécessaire au glissement.

2.1.10.6 Les attaches fixes (par exemple celles des téléphériques à va et vient) doivent pouvoir être déplacées facilement.

2.1.11 Dispositifs de sécurité

2.1.11.1 L'installation doit être équipée d'un interrupteur général à clef et d'un interrupteur différentiel qui coupent l'alimentation de l'équipement électrique.

2.1.11.2 Les schémas de l'équipement hydraulique, ainsi que les schémas de l'équipement pneumatique et électrique doivent être tenus à disposition des techniciens de la maintenance dans la station motrice du téléphérique. Il faut veiller à ce que l'identification des différents constituants soit indiquée avec grande précision sur les différents schémas et les repères du schéma affichée de façon durable et indélébile sur les constituants.

2.1.11.3 Il faut prévoir un circuit d'arrêt d'urgence qui doit pouvoir être interrompu à partir de tous les points critiques par l'actionnement des interrupteurs d'arrêt d'urgence marqués conformément et identifiables comme tels. Ce circuit doit déclencher l'arrêt du téléphérique dans le plus court délai et sur la plus courte distance possible et raisonnablement acceptable. La remise en marche ne doit pouvoir être possible que moyennant une intervention manuelle du conducteur. Ce circuit doit également déclencher l'arrêt automatique du téléphérique en cas

de coupure du réseau.

2.1.11.4 Tous les circuits de sécurité (y compris le circuit d'arrêt d'urgence) doivent être conçus en tant que circuits de repos. A l'extérieur de la station motrice l'alimentation des circuits doit être assurée à basse tension. Les dispositifs d'arrêt doivent pouvoir garantir un arrêt sûr, par exemple par des contacts liés ou des techniques de circuits spéciales, telles que le dédoublement des circuits et les contrôles de fonctionnement. Les boutons d'arrêt doivent être des boutons à réarmement manuel.
Note : Le circuit dit de repos est un circuit normalement parcouru par du courant. La fonction souhaitée est déclenchée par une interruption du courant.

2.1.11.5 Toutes les causes de l'arrêt doivent être signalées individuellement et le signal maintenu jusqu'à la remise en marche du téléphérique.

2.1.11.6 Un système de protection contre les foudres et un système de mise à la terre doivent être installés.
Touts les conducteurs électriques qui entrent dans la station motrice doivent etre protégés contre les surtensions.

2.1.11.7 Toutes les parties métalliques (gare motrice, câbles portuers, pylônes, gare de renvoi, etc.) de l'installation doivent être reliées galvaniquement entre eux avec des conducteurs suffisant de section.

2.1.11.8 L'installation doit être équipée de tous les instruments indicateurs nécessaires, par exemple consommation de courant, vitesse, pression hydraulique, compteur d'heures de fonctionnement, compteur des courses etc.

2.1.11.9 L'installation doit de préférence être équipée d'un automate programmable à sécurité intrinsèque pour surveiller et enregistrer les événements et défauts. Il est recommandé de prévoir également un système d'interrogation à distance.

2.1.11.10 Si la mise en marche de l'installation peut constituer un risque pour les personnes, les personnes concernées doivent en être dûment informées.

2.1.11.11 Une surveillance de la vitesse doit être installée qui déclenche le frein de secours de l'entraînement et provoque en outre l'interruption du circuit d'arrêt d'urgence.

2.1.11.12 Toute surcharge doit déclencher l'arrêt de l'entraînement.

2.1.11.13 L'actionnement des différents systèmes de freinage, et notamment ceux déclenchés par une panne du réseau ou arrêt d'urgence ne doit pas provoquer une décélération excessive de l'installation.

2.1.11.14 La communication entre les stations doit être assurée par une liaison téléphonique sûre.

2.1.11.15 Sur les installations fonctionnant en va et vient il faut prévoir un dispositif qui surveille la vitesse à l'entrée en station et assure l'arrêt de l'installation en cas de dépassement de la vitesse de consigne ou bien prévoir des butoirs ayant les dimensions appropriées.

2.1.11.16 Un arrêt de service automatique doit être prévu à la fin de la course des téléphériques fonctionnant à va et vient. En outre on doit y prévoir un système

d'arrêt d'urgence qui intervient en cas de défaillance de l'arrêt de service en agissant directement sur le frein de secours.

2.1.12 Transport de personnes (voir point 1.3.1.8.b)

2.1.12.1 Des mesures additionnelles appropriées doivent être prises dans tous les cas où les circonstances imposent la nécessité de transporter des personnes (voir Annexe C, point 12).

2.1.12.2 Le véhicule doit satisfaire les exigences qu'impose le transport de personnes et le cas échéant son utilisation pour le transport de personnes doit être autorisée par les autorités compétentes.

2.1.12.3 Le véhicule utilisé pour transporter des personnes doit être identifié par une plaquette d'avertissement fixée sur le véhicule indiquant le nombre de personnes qui peuvent être transportées, la charge utile ainsi que la défense de transporter simultanément des personnes et des matériaux.

2.2 BLONDINS, GRUES A CABLE ET GRUES A CÂBLE A VA ET VIENT

2.2.1 Généralités

2.2.1.1 Ces recommandations traitent de la construction de blondins utilisés pour transporter, soulever et déposer des matériaux le long de l'axe de l'appareil ou sur une aire rectangulaire ou circulaire. Le véhicule roule sur une voie de roulement constituée par un ou plusieurs câbles porteurs. Le véhicule est entraîné par un câble tracteur et le déplacement du chariot est assuré par un câble de translation du chariot (câble tracteur). Le mouvement vertical de la charge est assuré par un câble de levage. Les blondins équipés d'un seul câble qui assure le déplacement, le soulèvement et la descente de la charge sont définis par le terme « grue à câble». En outre il peut y avoir encore d'autres câbles qui assurent des fonctions complémentaires.

Note : Dans ce chapitre le terme allemand «Kabelkran» est utilisé pour définir également le système appelé «Seilkran» soit grue à câble et le système «Kranpendelbahn», soit grue à câble à mouvement à va et vient.

2.2.1.2 Ces recommandations concernent les systèmes de blondins suivants:

- blondins à voie de roulement fixe, grues à câbles, grues à câbles à mouvement à va et vient,
- blondins à mâts inclinables,
- blondins à tour qui circule sur une voie radiale,
- blondins avec des chariots circulant sur des voies parallèles.

2.2.1.3 L'axe et le choix du système des blondins destinés à la construction des ponts et viaducs sont imposés à l'avance par les exigences du site et du projet de construction (en règle générale des blondins fixes ou blondins à mâts inclinables) il en est de même pour les blondins destinés à des sites de stockage (en règle générale des blondins à voie de déplacement parallèles ou des blondins à mâts inclinables).

2.2.1.4 Le système de blondins destiné à la construction des digues doit être choisi en fonction des conditions locales, en principe en fonction des dimensions de la digue, de la topologie du chantier, de la position des bétonnières, de la position du réseau d'alimentation de courant et des routes d'accès. Pour cette raison le système de blondins doit être choisi dans les premières phases de conception de la digue. Le système est défini par le nombre de blondins, leur position sur le site et ses données techniques. Pour déterminer la position du câble porteur le constructeur de blondins doit tenir compte du trajet que doit faire la benne chargée de béton pour qu'on ait la certitude qu'elle traversera toute l'étendue du chantier et passera au-dessus de la crête de la digue dans la phase finale des travaux.

2.2.2 Niveau de sécurité

2.2.2.1 Tous les constituants de l'installation doivent être conçus et réalisés conformément aux règles de l'art, exigence valable pour la réalisation des différents constituants et pour la qualité des différents matériaux utilisés.

2.2.2.2 Le constructeur doit respecter les normes générales de calcul et les normes pour les matériaux de construction. (à savoir les normes en vigueur dans le pays du constructeur ou les normes du pays de destination du blondin).

2.2.2.3 Le niveau de sécurité des constituants mécaniques doit être défini par rapport à l'élasticité apparente des matériaux. Le coefficient de sécurité des structures doit être au moins égal à 1,7 et celui des constituants mécaniques mobiles sollicités par la traction du câble (chariots, poulies etc.) au moins égal à 2,5.
La justification du calcul de la résistance à la fatigue doit être effectuée conformément à une méthode de calcul reconnue et déclarée en tenant compte au moins des facteurs suivants.

- Nombre probable de cycles alternés de fatigue au cours de la vie du constituant
- Facilité d'accès au constituant permettant l'exécution des contrôles périodiques non destructifs
- Concentration des tensions dues aux effets des encoches, des soudures et dues aux variations de la section

Facteurs de correction qui doivent être appliqués dans le cas de constituants de sécurité

2.2.2.4 Action du vent :

Le calcul doit tenir compte des valeurs de pression dynamiques suivantes :

1. hors exploitation : chariot en position de stationnement (position qui correspond en règle générale au point de chargement des bennes): minimum 1200 N/m^2

2. en exploitation : minimum 250N/m^2

Pour les sites situés dans les régions à vents forts le calcul doit considérer des valeurs plus élevées. L'action du vent hors exploitation sur des portées de longueur de plus de 400 m peut être calculée en considérant une longueur conventionnelle de portée égale à 240 + 0,4 L.

2.2.3 Champ d'action et distances de garde

2.2.3.1 Le champ d'action des blondins s'étend du terrain jusqu'au câble porteur. Il est déterminé par la flèche maximale du câble porteur sous l'action de la benne à pleine charge (en position de travail plus haute) et les distances de garde minimale à respecter par rapport à l'espace occupé par la digue, le terrain ou les autres équipements du chantier.

2.2.3.2 La charge étant réduite dans les dernières phases du travail, et de ce fait aussi la flèche du câble porteur, il est admis de réduire dans ces conditions la hauteur des pylônes.

2.2.3.3 En outre il est admissible d'augmenter dans la phase finale des travaux la tension du câble porteur à condition que, tenu compte de la réduction de la charge, cette augmentation ne soit pas supérieure au maximum de tension du câble porteur admissible dans les conditions de charge réduite et de maintenir constante la réduction de la charge.

2.2.3.4 Distance entre câbles

Dans le cas de téléphériques à deux voies la distance prévue entre les câbles porteurs ou les câbles porteur tracteurs dans le point de croisement doit être suffisamment grande pour éviter des collisions ou l'accrochage des câbles dans les conditions d'exploitation prévues dans la convention d'utilisation.

Si la distance minimale entre les véhicules dont l'inclinaison latérale est égale à 0,20 rad est inférieure à 0,5 m une vérification s'impose.

Sur les téléphériques à une voie avec câble tracteur ou porteur-tracteur en boucle, l'espace horizontal entre le véhicule incliné de 0,20 rad et le câble tracteur ou porteur-tracteur opposé doit être au moins égal à 1,0 m pour des portées allant jusqu'à 300 m. Pour les portées dont la longueur de la corde dépasse les 300 m, la distance doit être augmentée au moins de 0,20 m par 100 m de portée supplémentaire.

Si le véhicule ne peut pas toucher le câble tracteur ou porteur-tracteur opposé, des distances inférieures sont admissibles.

La distance des câbles déportés ou celle des véhicules déportés par une oscillation transversale de 0,20 rad des objets qui ne constituent pas une partie intégrante du téléphérique doit être au moins égale à 1,50 m. Une vérification de la sécurité d'exploitation est nécessaire. Pour tenir dument compte du déport latéral des câbles provoqué par l'action du vent il faut adopter comme hypothèse de calcul une pression dynamique du vent au moins égale à 150 N/m2 ou adaptée aux conditions spécifiques d'exploitation conformément aux spécifications de la convention d'utilisation afin de garantir la sécurité d'exploitation.

La valeur de 150 Pa ne s'applique qu'au dimensionnement de la largeur de voie.

2.2.4 Cabine de conduite et salle machines

2.2.4.1 La hauteur libre des locaux accessibles aux personnes doit être au moins égale à 2,5 m.

2.2.4.2 L'accès aux pupitres, salles machines, puits des dispositifs de mise en tension et locaux de l'équipement électriques doit être défendu aux non autorisés.

2.2.4.3 Dans tous les locaux il faut prévoir un éclairage approprié.

2.2.4.4 Il faut prévoir un drainage de l'eau dans les locaux dans lesquels il pourrait y avoir des infiltrations d'eau.

2.2.4.5 Les mesures nécessaires de prévention des incendies et de protection contre la foudre doivent être conformes aux dispositions locales.

2.2.4.6 La cabine de conduite devrait de préférence être installée en proximité de la station de chargement du blondin afin de garantir au conducteur du blondin la meilleure vue possible du champ d'action. Dans la mesure du possible on veillera à choisir une position et une orientation de la cabine de conduite qui permette d'éviter l'aveuglement du conducteur, donc une bonne vision sans que le conducteur soit obligé de regarder dans le soleil. En outre il faut veiller à réduire au maximum l'angle de vision entre la station de chargement du béton et l'aire de déchargement.

2.2.4.7 Da manière générale les commandes de tous les entraînements se trouvent dans la cabine de conduite. L'utilisation de systèmes de commande à distance par radio est admissible.

2.2.4.8 Il convient cependant de prévoir également des postes de conduite locaux en proximité de la motrice pour le câble de levage, de la motrice pour le chariot, des chariots, ainsi que des véhicules ou pylônes mobiles ou mâts inclinables afin de faciliter les travaux d'entretien ou de maintenance. Tous les dispositifs électriques du blondin devraient être verrouillés électriquement les uns par rapport aux autres.

2.2.5 Les câbles

2.2.5.1 Les câbles porteurs

2.2.5.1.1 Les câbles porteurs doivent de préférence être des câbles clos. Les autres types de câble qu'on pense utiliser doivent avoir une âme en acier.

2.2.5.1.2 En principe les raboutements du câble porteur à l'intérieur du champ d'action du blondin ne sont pas permis. Si, tenu compte des exigences de transport ou de montage, on ne peut pas respecter cette règle, le passage sur les raboutements doit être fait avec une charge et une vitesse réduite.

2.2.5.1.3 L'ancrage double du câble porteur est permis. Il est cependant recommandé de prévoir à une extrémité du câble porteur un dispositif de réglage de la tension pour pouvoir, en cas de besoin, compenser facilement les variations du module d'élasticité et l'allongement permanent du câble.

2.2.5.1.4 Dans le calcul qui est fait pour déterminer le coefficient de sécurité du câble porteur et sa flèche il est admis de tenir compte de l'apport assuré par le câble de levage et le câble tracteur à la sustentation de la charge roulante.

2.2.5.1.5 La charge d'appui du câble sur les sabots qui se trouvent en proximité de l'ancrage doit être suffisamment grande pour assurer un contact permanent entre le câble et le sabot dans les conditions les plus défavorables.

2.2.5.1.6 La charge de rupture minimale du câble porteur, tenant compte du rendement des attaches d'extrémité, doit être au moins égale à 2,4 fois la tension maximale du câble dans les conditions normales d'exploitation. Un coefficient de sécurité plus grand doit être utilisé dans le cas des portés ayant une longueur inférieure à 900 m, soit

$$k = 2{,}8 - 0{,}00044 \times l$$

Où l = la longueur de la portée du câble porteur, exprimée en mètres.

Le coefficient de sécurité minimal des câbles porteurs dont l'appui d'extrémité n'est pas articulé doit être augmenté pour tenir compte des contraintes de flexion additionnelles.

2.2.5.1.7 Pour le calcul de la tension maximale du câble porteur il faut tenir compte des valeurs suivantes :

a) la charge nominale maximale au centre de la portée,

b) lorsque la distance entre les points d'ancrage du câble porteur subit des variations comme par exemple dans le cas des blondins à mâts inclinables et des blondins à pylônes multiples qui circulent sur une seule voie radiale, la distance maximale entre points d'ancrage,

c) La hauteur maximale de levage (poids du câble de levage),

d) Température ambiante minimale.

Il est admis de négliger les facteurs suivants :

a) les forces dynamiques engendrées par l'accélération des entraînements et les oscillations du câble qui en résultent,

b) des écarts de la flèche mesurée par rapport à la flèche nominale allant jusqu'à 4 %.

2.2.5.1.8 La flexion maximale du câble porteur engendrée par la charge des roues du chariot varie avec les variations du rapport entre la tension minimale du câble porteur et la charge maximale des roues correspondante.
Ce rapport devrait en principe être supérieur à 50. Le nombre de roues doit de ce fait être fixé en conséquence.
Des rapports inférieurs à 50 allant jusqu'à la valeur minimum de 30 sont admissibles à condition qu'il s'agisse de rapports qui ne se vérifient que pour un nombre restreint de cycles de travail. En outre il est admissible de faire les calculs avec un rapport tension / charge d'appui de la roue inférieur à 50 si l'on accepte d'avoir une durée de vie du câble moins longue.

2.2.5.1.9 Pour le calcul de la tension minimale du câble porteur il faut tenir compte des valeurs suivantes:

a) la charge nominale maximale sur la distance minimale qui sépare le champ d'action du chariot du point d'ancrage du câble porteur,

b) lorsque la distance entre les points d'ancrage du câble porteur subit des variations,

c) comme par exemple dans le cas des blondin à mâts inclinables et des blondins à pylônes multiples qui circulent sur une seule voie radiale, la distance minimale entre points d'ancrage,

d) la hauteur de levage maximale sur la plus petite distance du champ d'action telle que définie en a) (poids du câble de levage),

e) la température ambiante maximale.

Il est admis de négliger les facteurs suivants:

a) Les forces dynamiques engendrées par l'accélération des entraînements et les oscillations du câble qui en résultent,

b) Des écarts de la flèche mesurés par rapport à la flèche nominale allant jusqu'à 4 %.

2.2.5.1.10 Le rapport entre la longueur de la portée du câble porteur et la plus grande flèche devrait en règle générale être compris entre 17 et 22.

2.2.5.1.11 Afin de réduire l'usure du câble porteur il est recommandé de varier le point de chargement afin d'éviter de charger toujours le chariot dans le même point.

2.2.5.1.12 L'ancrage du câble porteur et le guidage du câble de levage et du câble tracteur doivent pouvoir être modifiées pour s'adapter au changement de direction des câbles. Des flexions inadmissibles du câble doivent être évitées.

2.2.5.2 Câbles tracteurs

2.2.5.2.1 Les câbles à utiliser comme câbles tracteurs doivent en principe être des câbles à torons à câblage parallèle.

2.2.5.2.2 Les blondins dont la tension du câble tracteur n'est pas assurée par un contrepoids doivent être équipés d'un système de réglage de la tension du câble afin d'assurer l'adhérence du câble tracteur à la poulie motrice et le respect du niveau de sécurité.

2.2.5.2.3 La charge de rupture minimale du câble tracteur, tenant compte du rendement des attaches d'extrémité, doit être au moins égale à 3,5 fois la tension maximale du câble des blondins à poulie motrice et 4,0 fois la tension maximale du câble des blondins entraînées par un treuil à tambour, compte tenu des accélérations et décélérations courantes en exploitation normale. Les oscillations de la charge et les tensions engendrées par un arrêt d'urgence peuvent être négligées.

2.2.5.2.4 Le diamètre des poulies du câble tracteur et du tambour (rapporté à l'axe du câble) doit être au moins égal à 40 fois le diamètre du câble tracteur. Il est recommandé d'adopter des diamètres des poulies et des tambours plus grands pour prolonger la durée de vie des câbles.

2.2.5.3 Câbles de levage

2.2.5.3.1 On doit utiliser de préférence des câbles à torons à câblage croisé et en tout cas des câbles résistants au vrillage.

2.2.5.3.2 Les extrémités du câble de levage doivent être fixées l'une sur le tambour du câble de levage et l'autre sur l'ancrage du câble porteur qui se trouve du côté opposé.

2.2.5.3.3 La charge de rupture minimale du câble de levage, tenant compte du rendement des attaches d'extrémité, doit être au moins égale à 4,4 fois la tension maximale du câble de levage dans les conditions normales d'exploitation et compte tenu des forces d'accélération et de décélération dans les conditions normales d'exploitation. A titre d'alternative à cette dernière condition on peut adopter comme valeur de calcul la charge utile globale majorée de 15%. En outre il faut également tenir compte de la tension du câble de levage engendrée par le poids propre du câble de levage, à savoir celle qui correspond à la longueur maximale de levage.

2.2.5.3.4 Le diamètre des poulies et des tambours du câble de levage rapporté à l'axe du câble doit être au moins égal à 40 fois le diamètre du câble de levage. Il est recommandé d'adopter, dans la mesure du possible, des diamètres de poulie plus grands afin de prolonger la durée de vie du câble.

2.2.5.4 Câble d'inclinaison et d'haubanage des mâts.

2.2.5.4.1 La charge de rupture minimale des câbles d'inclinaison des mâts, tenant compte du rendement des attaches d'extrémité, doit être au moins égale à 4,4 fois la tension du câble d'inclinaison dans les conditions normales d'exploitation, compte tenu de la charge du vent en exploitation. Quant au vent hors exploitation on assume pour le calcul de vérification du coefficient de sécurité mentionnée ci-dessus que le vent agit sur le pylône en position verticale (il est recommandé de préciser cette règle dans les instructions de service et de maintenance et dans le règlement d'exploitation). Cependant même en position inclinée le système d'inclinaison des mâts doit pouvoir résister au vent hors exploitation. Dans ce cas le coefficient de sécurité du câble d'inclinaison des mâts ne doit pas être inférieur à 3,1.

2.2.5.4.2 Le diamètre de la poulie du câble d'inclinaison, rapporté à l'axe du câble, doit être au moins égal à 20 fois le diamètre du câble d'inclinaison. La déviation latérale du câble doit être inférieure à 3%.

2.2.5.4.3 Le diamètre du tambour d'ancrage du câble d'inclinaison doit être au moins égal à 30 fois le diamètre du câble d'inclinaison.

2.2.5.5 Haubans et câbles d'ancrage

2.2.5.5.1 Les haubans arrière et latéraux ont la fonction de consolider les mâts auxquels est fixé le câble porteur.

2.2.5.5.2 Pour l'ancrage des haubans et des câbles d'ancrage il faut adopter une méthode d'ancrage qui ne provoque pas des flexions excessives des câbles et permet d'éviter les ruptures des fils qui en sont la conséquence.

2.2.5.5.3 Le coefficient de sécurité des haubans et des câbles d'ancrage, tenant compte du rendement des attaches d'extrémité, doit être au moins égal au coefficient du câble porteur, compte-tenu de toutes les forces statiques, de la charge du vent, des différentes positions des pylônes, de l'inclinaison du câble et de tous les autres facteurs qui déterminent la tension maximale du câble.

2.2.5.5.4 Les câbles d'ancrage doivent être fixées aux pylônes à l'aide d'un système qui en contrarie les torsions.

2.2.5.5.5 L'ancrage des câbles dans le terrain à l'aide de tambours en béton armé revêtus de douves en bois est admis. Dans ce cas le câble doit faire au moins trois tours sur le tambour. Les extrémités libres du câble doivent être fixées à l'aide de serre-câbles dont la résistance au glissement doit être calculée avec un coefficient de sécurité 3. En outre il faut prévoir une mordache qui permet de détecter des glissements éventuels à l'aide d'un contrôle visuel.

2.2.5.5.6 Les tambours d'ancrage doivent être dimensionnés pour résister au glissement, renversement et soulèvement avec un coefficient de sécurité au moins égal à 1,5.sans tenir compte de l'apport latéral passif du terrain, faite exception de l'ancrage dans un terrain rocheux. Les ancrages dans le rocher sont admis.

2.2.5.5.7 Le diamètre du tambour, rapporté à l'axe du câble, doit être au moins égal a 30 fois le diamètre des câbles à torons, au moins égal à 40 fois le diamètre des câbles hélicoidaux ouverts et au moins égal à 50 fois le diamètre des câbles hélicoidaux clos.

2.2.5.5.8 Les attaches articulées des câbles d'ancrage peuvent être réalisées avec des têtes coulées.

2.2.6 Pylônes ou mâts

2.2.6.1 Les grandeurs suivantes doivent être prises en compte dans le calcul des pylônes: le poids propre du pylône, les contraintes transmise par les câbles et la pression dynamique du vent, ainsi que l'action éventuelle des phénomènes sismiques.

2.2.6.2 Dans la structure des pylônes on doit prévoir des aménagements appropriés pour y installer les dispositifs de montage et de maintenance. L'accès aux pylônes doit être facile et conçu de façon à garantir la sécurité des personnes.

2.2.6.3 Pylônes ou mâts mobiles

2.2.6.3.1 Les contrepoids doivent être conçus et réalisés conformément aux règles de l'art pour pouvoir garantir leur bon fonctionnement dans toutes les conditions de

travail.

2.2.6.3.2 Dans les conditions de charge les plus défavorables (charge statique nominale maximale et vent en exploitation) la résistance au renversement de tous les pylônes mobiles ou fixes sans câbles d'ancrage doit être calculée avec un coefficient de sécurité 1,5.

2.2.6.3.3 Pour déterminer le nombre des roues de roulement et des roues de guidage qu'on doit placer dans le balancier pour assurer une distribution uniforme des charges sur les rails et déterminer la disposition des balanciers, il faut tenir compte des variations des forces qui agissent dans le différents points de l'appareil, à savoir des forces qui varient avec le changement de la position du blondin. Les roues de roulement peuvent être motorisées.

2.2.6.3.4 La résistance au glissement des pylônes provoquée par le vent (dérive) doit être calculée avec un coefficient de sécurité 1,2. En exploitation les freins des entraînements des véhicules mobiles opposent en principe une résistance suffisante à la dérive provoquée par le vent.
A fin de garantir une résistance suffisante contre la dérive des installations hors exploitation il convient d'installer en outre des freins embarqués automatiques ou des freins manuels ou bien des systèmes de verrouillage.
Les dispositifs de sécurité doivent empêcher la mise en marche de l'installation tant que les freins embarqués serrent le rail ou que le système de verrouillage est activé.

2.2.6.3.5 Des interrupteurs de fin de course doivent être installes. Ils ont la fonction de prévenir des collisions entre pylônes et butoirs de fin de course.

2.2.6.3.6 Des butoirs doivent être installés à l'extrémité de la voie de roulement et sur les pylônes afin de réduire au minimum l'impact en cas de défaillance de l'interrupteur de fin de course.

2.2.6.3.7 En règle générale les pylônes mobiles se déplacent à un vitesse comprise entre 9 et 18 m/min.

2.2.6.3.8 Toutes les dispositions nécessaires doivent être prises pour garantir le synchronisme des mouvements des pylônes (blondins avec des chariots circulant sur des voies parallèles et / ou blondins à mâts inclinables).

2.2.6.4 Pylônes et mâts fixes

2.2.6.4.1 Dans les conditions de charge les plus défavorables la structure des pylônes fixes doit avoir une résistance au glissement, renversement et soulèvement qui est calculée avec un coefficient de sécurité 1,5, sans tenir compte de l'apport du terrain, faite exception du terrain rocheux. L'ancrage dans le rocher est admis.

2.2.6.4.2 Les pylônes fixes reposent en général sur un joint à rotule. De ce fait les sollicitations qui agissent sur les pylônes sont pour la plupart des contraintes en compression. Les conséquences des autres solutions qui auraient été adoptées (en particulier conséquences des flexions) doivent être prises en compte.

2.2.7 Entraînements (Motrice pour le câble de levage, motrice pour le câble tracteur, motrice du câble d'inclinaison des mâts

2.2.7.1 La vitesse maximale du chariot doit être choisie en tenant compte de la nécessité de garantir le fonctionnement parfait et régulier des cavaliers. Vitesse et accélération doivent pouvoir être réglées graduellement. L'exécution simultanée des mouvements de translation du chariot et de levage ou de descente de la charge est permise.

2.2.7.2 Il est recommandé de choisir un système de commandes électriques qui puisse assurer le démarrage et l'arrêt graduel sans provoquer des fortes oscillations de la charge et permettre de réduire la vitesse à la vitesse qui est nécessaire pour effectuer les courses d'inspection des câbles.

2.2.7.3 Le fonctionnement des entraînements doit pouvoir être assuré dans les conditions les plus défavorables. Les moteurs doivent pouvoir assurer une décélération suffisante.

2.2.7.4 Le force de freinage doit être produite par des poids ou des ressorts de compression. Toute perte de pression doit faire tomber les freins qui sont maintenus ouverts par l'air comprimée ou un liquide comprimé.

2.2.7.5 Motrice pour câble tracteur

2.2.7.5.1 La motrice pour câble tracteur doit en principe être constitué d'une poulie motrice à gorges. Il faut veiller à choisir un matériau de garniture qui puisse s'opposer au glissement du câble sur la poulie motrice dans toutes les conditions d'exploitation et d'accélération ou décélération normales. Il est recommandé d'adopter un matériau élastique ayant un facteur de frottement au moins égal à 0,20.

2.2.7.5.2 Le motrice pour câble tracteur doit être équipée d'un frein de service qui doit intervenir automatiquement en cas de panne de courant ou dès que le chariot touche le fin de course.
Si le tracé comporte des fortes pentes la motrice doit être équipée d'un frein de secours. qui intervient automatiquement en agissant directement sur la poulie motrice dans le cas d'une défaillance du frein de service. En tombant, l'un comme l'autre frein doivent couper la traction. Les deux freins doivent pouvoir être ouverts manuellement.

2.2.7.5.3 Dans certains cas bien déterminés le conducteur doit avoir la possibilité de porter le chariot hors du champ d'action normal du blondin.

2.2.7.6 Motrice pour câble de levage

2.2.7.6.1 Afin de prolonger la durée de vie du câble de levage il est recommandé d'installer une motrice constituée d'un treuil à tambour à gorges auquel est attachée l'extrémité du câble de levage.

2.2.7.6.2 La motrice pour câble de levage doit être équipée d'un frein de service qui intervient automatiquement en cas de panne du réseau ou dès que le véhicule touche le fin de course. La motrice du câble de levage doit en outre être équipée d'un frein de secours qui intervient en cas de défaillance du frein de service et agit directement sur le tambour du câble. Tant le frein de service que le frein de secours doivent entraîner immédiatement la coupure de la source d'alimentation

de la force d'entraînement. Pour le transport de béton il est recommandé d'installer un frein de service et un frein de secours qui peuvent être ouverts manuellement.

2.2.7.6.3 Les motrices pour câbles de levage à tambour long doivent être équipées d'un guide d'enroulement si la déviation du câble est supérieure à 2,5 °.

2.2.7.6.4 La motrice pour câble de levage doit être équipée d'une surveillance mécanique de la survitesse ou d'une surveillance électrique de la survitesse redondante qui agit directement sur le treuil qui à son tour déclenche le frein de secours dès que la vitesse dépasse de 20 % la vitesse nominale.

2.2.7.7 Motrices pour pylônes mobiles et mâts inclinables
Les chariots des pylônes mobiles et des mâts inclinables doivent être équipés de freins dont l'action est déclenchée par coupure du courant.

2.2.8 Cavaliers

2.2.8.1 En règle générale le câble tracteur et le câble de levage doivent être soutenus par des cavaliers placés à distances régulières l'un de l'autre ayant la fonction d'empêcher des flèches excessives des câbles, d'éviter des chevauchements des câbles et des variations brutales de la vitesse lorsque les conditions d'exploitation sont défavorables.

2.2.8.2 Les cavaliers peuvent être des cavaliers mobiles ou des cavaliers attachés de manière fixe au câble porteur. On doit choisir une conception qui puisse garantir la sécurité de fonctionnement.

2.2.8.3 Dans toutes les conditions d'exploitation les cavaliers doivent pouvoir assurer le guidage correct du câble tracteur et du câble de levageet leur position correcte dans la gorge de leurs galets respectifs. Des collisions entre chariot et cavaliers doivent être évitées.

2.2.9 Voie

2.2.9.1 On doit choisir un tracé de la voie radiale qui permette de réduire au minimum les variations de la distance entre les deux ancrages du câble porteur (corde du câble porteur). La voie horizontale décrit un arc de cercle. La voie inclinée développe une surface sphérique autour de son point d'ancrage fixe qui se trouve au centre de la sphère. Lorsqu'une seule voie radiale est utilisée par plusieurs blondins la distance entre les deux points d'ancrage du câble porteur varie forcément étant donné que dans ce cas l'ancrage fixe des blondins ne coïncide pas avec le centre de la sphère ou le centre du cercle. Les tensions des câbles et les forces d'ancrage doivent être calculées pour chaque blondin et toutes les situations spécifiques déterminantes le long de la voie. Les variations de l'inclinaison des mâts inclinables des blondins provoquent elles aussi des variations des cordes du câble porteur dont il faut également tenir compte.

2.2.9.2 La réalisation du tracé et la pose des rails de la voie exigent une attention particulière. La précision du positionnement des rails de roulement et des rails de support est un facteur de grande importance et une exigence qui doit être

satisfaite si l'on veut éviter le glissement latéral des roues de roulement.

2.2.9.3 Il faut toujours veiller à maintenir un rapport correct entre la force d'appui des rails sur les fondations et la résistance à la compression du béton utilisé et le cas échéant intercaler une plaque en acier qui assure une meilleure distribution de la pression. La résistance à la compression maximale du béton doit être vérifiée ä l'aide de normes reconnues.

2.2.9.4 Pour déterminer la pression exercée par les roues sur les rails il faut tenir compte des caractéristiques physiques de l'acier des roues et des rails, ainsi que de l'intensité et de la durée de l'exploitation du blondin. Il est recommandé d'utiliser des rails dont l'acier est moins dur que celui des roues. Le calcul de la pression admissible, du coefficient de sécurité, ainsi que la détermination du rapport entre la pression spécifique de contact rail / roue doivent être fait sur la base des spécifications d'une norme reconnue.

2.2.10 Chariots

2.2.10.1 Il est recommandé d'attacher un soin particulier à la décision concernant le nombre de roues de chariot nécessaires et leur diamètre, la dureté de la garniture des roues et de prévoir le cas échéant un nombre plus élevé, des diamètres plus grands ou des exigences de dureté plus sévères pour prolonger la durée de vie du câble porteur et des roues et assurer leur tenue pour toute la durée probable de l'utilisation du blondin sur le même site.

2.2.10.2 Les chariots doivent être équipés d'un dispositif antidérailleur.

2.2.10.3 Toutes les roues de roulement doivent avoir une garniture en caoutchouc ou matériau résilient. Elles doivent être montées dans un balancier qui assure une distribution uniforme de la charge d'appui des roues.

2.2.10.4 La même exigence s'applique à la poulie de renvoi du câble de levage et à toutes les roues qui doivent toutes être revêtues d'une garniture résiliente.

2.2.10.5 Le câble tracteur peut être fixé au chariot à l'aide d'un culot coulée, un culot à coin ou d'un ancrage sur tambour.

2.2.10.6 Le chariot doit être équipé de passerelles pour faciliter les travaux d'inspection et de maintenance.

2.2.11 Dispositifs de sécurité

2.2.11.1 L'installation doit être équipée d'un interrupteur général à clef et d'un interrupteur différentiel qui assurent la coupure de l'alimentation en énergie électrique.

2.2.11.2 Les schémas de l'équipement hydraulique, ainsi que les schémas de l'équipement pneumatique et électrique doivent être tenus à disposition des techniciens de la maintenance dans la station motrice. Il faut veiller à ce que l'identification des différents constituants soit indiquée avec grande précision sur les différents schémas et les repères du schéma affichée de façon durable et indélébile sur les constituants.

2.2.11.3 Il faut prévoir un circuit d'arrêt d'urgence qui doit pouvoir être interrompu à partir de tous les points critiques par l'actionnement des interrupteurs d'arrêt d'urgence marqués conformément et identifiables comme tels. Ce circuit doit déclencher l'arrêt de l'appareil dans le plus court délai et sur la plus courte distance possible et raisonnablement acceptable. La remise en marche ne doit pouvoir être possible que moyennant une intervention manuelle du conducteur. Le circuit doit également déclencher l'arrêt automatique de l'appareil en cas coupure du réseau.

2.2.11.4 Tous les circuits de sécurité (y compris le circuit d'arrêt d'urgence) doivent être conçus comme des circuits de repos. A l'extérieur de la station motrice l'alimentation des circuits doit être assurée à basse tension. Les dispositifs d'arrêt doivent pouvoir garantir un arrêt sûr, par exemple par des contacts liés ou des techniques de circuits spéciales, telles que par exemple le dédoublement des circuits et les contrôles de fonctionnement. Les boutons pression d'arrêt d'urgence doivent être des boutons pression à réarmement manuel.
Note : Le circuit dit de repos est un circuit normalement parcouru par du courant. La fonction souhaitée est déclenchée par une interruption du courant.

2.2.11.5 Toutes les causes de l'arrêt doivent être signalées individuellement jusqu'à la remise en marche de l'installation.

2.2.11.6 Toutes les connections électriques qui sortent de la station motrice doivent être protégées par des surveillances de surtension.

2.2.11.7 L'installation doit être équipée de tous les instruments indicateurs nécessaires, par exemple consommation de courant, vitesse, pression hydraulique, compteurs des heures de fonctionnement, compteurs des courses etc.).

2.2.11.8 L'installation doit de préférence être équipée d'un automate programmable à sécurité intrinsèque pour surveiller et enregistrer les évènements et les défauts. Il est recommandé de prévoir également un système d'interrogation à distance com.

2.2.11.9 Si la mise en marche de l'installation peut constituer un risque pour les personnes, les personnes concernées doivent en être dûment informées.

2.2.11.10 Une surveillance de la vitesse doit être installée qui assure le déclenchement du frein de secours de l'entraînement et provoque en outre l'interruption du circuit d'arrêt d'urgence.

2.2.11.11 Toute surcharge doit déclencher l'arrêt de l'entraînement.

2.2.11.12 L'actionnement des différents systèmes de freinage, et notamment ceux déclenchés par une panne du réseau ou arrêt d'urgence ne doit pas provoquer une décélération excessive de l'installation.

2.2.11.13 Un système de communication efficace entre le conducteur du blondin et les différents postes de chargement ou de déchargement et la salle machines doit être prévu.

2.2.11.14 Dans la cabine de conduite doivent être installés des indicateurs de la distance parcourue par le chariot et du mouvement du câble de levage.

2.2.11.15 Sur les installations fonctionnant en va et vient il faut prévoir un dispositif qui surveille la vitesse à l'entrée en station et assure l'arrêt de l'installation en cas de dépassement de la vitesse de consigne ou bien prévoir des butoirs ayant les dimensions appropriées.

2.2.11.16 Un arrêt de service automatique doit être prévu à la fin de la course des appareils fonctionnant à va et vient. En outre on doit y prévoir un système d'arrêt d'urgence qui intervient en cas de défaillance de l'arrêt de service en agissant directement sur le frein de secours.

2.2.12 Transport de personnes (voir point 1.3.1.8.b)

2.2.12.1 Des mesures additionnelles appropriées doivent être prises dans tous les cas où les circonstance imposent la nécessité de transporter des personnes (voir Annexe C, point 12).

2.2.12.2 Le véhicule doit satisfaire les exigences qu'impose le transport de personnes et le cas échéant son utilisation pour le transport de personnes doit être autorisée par les autorités compétentes.

2.2.12.3 Le véhicule utilisé pour transporter des personnes doit être identifié par une plaquette d'avertissement fixée sur le véhicule indiquant le nombre de personnes qui peuvent être transportées, la charge utile ainsi que la défense de transporter simultanément des personnes et des matériau.

2.3 FUNICULAIRES POUR LE TRANSPORT DE MATERIAUX

2.3.1 Généralités

Les funiculaires pour le transport de matériaux sont des installations de transport à câbles dont les véhicules qui ont des roues en acier ou roues revêtues d'une garniture en caoutchouc roulent sur une voie de roulement propre qui est constituée par des rails ou une piste en béton.
Les funiculaires destinés au transport de matériaux peuvent avoir un seul véhicule tracté par un câble tracteur entraîné par un treuil à tambour sur lequel il forme plusieurs tours ou par une poulie motrice, cas dans lequel le câble est rattaché à un contrepoids mobile. Les funiculaires à matériaux peuvent aussi avoir deux véhicules qui se déplacent selon le principe de « va et vient » sur deux rails ou un seul rail avec une section d'évitement dans sa partie centrale.
De manière générale les funiculaires à matériaux n'ont qu'un seul câble tracteur.
Les seules limites de charge utile sont celles imposées par l'état de l'art et les normes de construction.

2.3.2 Niveau de sécurité

2.3.2.1 Tous les constituants de l'installation doivent être conçus et réalisés en respectant da manière absolue les règles d'art de construction et celles relatives au choix et à la qualité des matériaux utilisés.

2.3.2.2 Le constructeur doit respecter les normes de calcul générales et celles relatives aux matériaux (normes valables dans le pays du constructeur ou celles valables dans le pays de destination de l'installation).

2.3.2.3 Le niveau de sécurité des structures et constituants métalliques est déterminé par rapport à la limite élastique des matériaux utilisés. Le calcul des structures métalliques doit être fait avec un coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique au moins égal à 1,7 et au moins égal à 2,5 lorsqu'il s'agit de constituants métalliques mobiles sollicités par la traction du câble (chariot, poulies etc). La résistance à la fatigue devrait être calculée avec un coefficient de sécurité au moins égal à 1,8.

2.3.2.4 Action du vent :
Le calcul doit tenir compte des valeurs de pression dynamiques suivantes :

1. hors exploitation minimum 1200 N/m^2

2. en exploitation minimum 250 N/m^2

Pour les sites situés dans les régions à vents forts le calcul doit considérer des valeurs plus élevées.

L'action du vent en condition hors exploitation sur portées de longueur de plus de 400 m peut être calculée en considérant une longueur conventionnelle de portée égale à 240 + 0,4 L.

2.3.3 Distances de garde et croisements

Des distances de sécurité plus petites ou des croisements sur le même plan sont possibles à condition d'avoir pris les mesures nécessaires pour garantir un niveau approprié de sécurité.

2.3.4 La voie

2.3.4.1 La voie des funiculaires devrait dans la mesure du possible avoir une pente uniforme ; des courbes de la ligne, tant dans le plan vertical, que dans le plan horizontal sont admises.

2.3.4.2 Des fortes variations de la pente doivent être évitées. Pour ce faire il convient de faire faire des terrassements ou de construire des ouvrages d'art. S'il n'y pas moyen de remédier on doit faire passer le câble sur des galets de guidage.

2.3.4.3 Le soulèvement excessif du câble doit être évité par des roues placées le long de la voie de roulement.

2.3.4.4 Des panneaux d'avertissement doivent être installés pour avertir les personnes non autorisées que tout accès à la voie leur est défendu.

2.3.4.5 Des mesures appropriées doivent être prises pour protéger le tracé contre les risques dérivant de la chute d'arbres, d'autres objets etc.

2.3.5 Les stations

2.3.5.1 Lors de la conception de la station et de son aménagement il faut notamment tenir compte des modalités de chargement et de déchargement qui doivent être garanties pour assurer le transport du matériau. Par conséquent les stations doivent être conçues da manière à pouvoir assurer le bon chargement et déchargement du matériaux et garantir une bonne exploitation et la bonne maintenance de l'installation.

2.3.5.2 Les locaux de service auxquels accèdent les agents d'exploitation doivent avoir une hauteur libre supérieure à 2,5 m.

2.3.5.3 Des dispositions appropriées doivent être prises pour empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux postes de commande, salles machines, locaux des dispositifs de mise en tension et salles des dispositifs électriques d'entraînement.

2.3.5.4 Un éclairage approprié doit être assuré dans tous les locaux de la station.

2.3.5.5 La conception et la réalisation des stations doivent respecter les exigences définies dans les normes et règlements pour les constructions industrielles.

2.3.5.6 L'équipement mécanique et électrotechnique des stations doit être conçu de sorte à pouvoir résister aux intempéries ou être protégé contre les intempéries tout en restant facilement accessible pour la maintenance.

2.3.5.7 Au besoin il convient de prévoir dans les stations une fosse pour les réparations

des véhicules, des rails de garage pour les véhicules, des entrepôts pour les pièces de rechange, des outils pour les travaux de montage, les lubrifiants et autre matériel, ainsi qu'un atelier de réparation et de maintenance.

2.3.5.8 Afin de faciliter l'inspection et les travaux de réparation et de maintenance des câbles il convient de prévoir dans les stations des points d'accrochage appropriés pour soulever les câbles.

2.3.5.9 Une évacuation d'eau appropriée doit être prévue dans les locaux exposés au risque d'infiltrations de l'eau.

2.3.5.10 Des mesures appropriées de prévention et de protection contre les incendies et de protection contre la foudre doivent être prises conformément aux prescriptions des normes et règlements locaux.

2.3.6 Les câbles

2.3.6.1 Les câbles doivent avoir une composition appropriée pour l'application à laquelle ils sont destinés. Il est recommandé d'utiliser des câbles à torons à câblage parallèle, ainsi que des câbles galvanisés.

2.3.6.2 Le coefficient de sécurité à la traction des câbles est défini par le rapport entre la charge de rupture minimale et la tension maximale du câble. Le coefficient de sécurité ne devra jamais être inférieur aux valeurs suivantes

- Câble tracteur et câble lest 3,5
- Câble tracteur pour treuil à tambour 4,4
- Câble de tension 3,5

La tension maximale calculé comme indiqué ci-dessus ne comprendra aucun effet dû aux sollicitations dynamiques.
Le calcul doit tenir compte du rendement des attaches d'extrémité.

2.3.6.3 Les valeurs dont il faut tenir compte pour déterminer le coefficient de sécurité des câbles sont les suivantes:

2.3.6.3.1 Câble tracteur et câble tracteur pour treuil à tambour:

a) tension nominale du système de mise en tension, s'il y en a un

b) composante du poids du véhicule dans sa position la plus défavorable,

c) composante du poids du câble (y compris du câble lest, s'il y en a un),

d) frottement du véhicule, y compris celui des courbes,

e) frottement des roues de support et de guidage, ainsi que le frottement de la poulie de renvoi,

f) inertie du système dont la valeur est déterminée par convention à partir des valeurs de l'accélération moyenne positive ou négative dans des conditions de démarrage ou de freinage normales.

Lorsque la tension maximale est déterminée en tenant compte de tous ces facteurs les autres sollicitations dynamiques peuvent être négligées.

2.3.6.3.2 Câble lest

a) Tension nominale du système de mise en tension,

b) Résistance du système de mise en tension,

c) Composante maximale du poids du câble,

d) Résistance des roues de la voie,

e) inertie du système calculée par convention comme pour le câble tracteur.

Lorsque la tension maximale est déterminée en tenant compte de tous ces facteurs les autres sollicitations dynamiques peuvent être négligées.

2.3.6.3.3 Câbles de tension

a) Tension nominale,

b) Frottement du dispositif de mise en tension.

2.3.7 Voie et équipement de la voie

2.3.7.1 La stabilité de la voie et de son ancrage au sol doit être garantie pour toutes les sollicitations prévisibles dans les conditions normales d'exploitation.

2.3.7.2 La déviation maximale du câble sur les roues de support doit être inférieure à une déviation de 5,7 °.

2.3.7.3 Le diamètre des roues de la voie « D » [cm] doit être choisi en tenant compte de l'angle de déviation « ϕ », du diamètre du câble « d » [cm] et de la tension du câble « S » [N] en respectant les conditions données par la formule suivante :

$S * \tan \phi / (d * D) \cong 50$ à $80\ N/cm^2$

D'autres valeurs peuvent être utilisées à condition de prouver que le matériau utilisé résiste à des charges supérieures.

Le diamètre « D » ne doit jamais être inférieur à 8 d.

2.3.8 Entraînements

2.3.8.1 Conception et construction des entraînements doivent assurer le démarrage parfait de l'installation dans les conditions de charge les plus défavorables, soit celles déterminées par la nature du parcours.

2.3.8.2 L'état de l'art actuel admet les vitesses de marche maximales des véhicules suivantes :

- funiculaires entraînés par poulie motrice 14 m/s

- funiculaires entraînés par treuil à tambour 8 m/s

Les entraînements doivent en outre pouvoir assurer une vitesse de révision d'environ 0,3 à 0,5 m/s

2.3.8.3 L'angle d'enroulement sur la poulie motrice doit être suffisamment grand pour pouvoir assurer la transmission de la force motrice au câble. Pour en déterminer l'ordre de grandeur il faut tenir compte du rapport le plus défavorable de la force de traction des deux brins, ainsi que de la force d'inertie au démarrage et au freinage.

La vérification de l'adhérence entre câble et la gorge de la poulie peut être faite avec les coefficients de frottement suivants :

- Gorge en acier nue 0,10
- Gorge en acier avec garniture en caoutchouc 0,20 - 0,25

Le choix des coefficients de frottement des autres matériaux non compris dans cette liste doit être justifié.

2.3.8.4 Le diamètre des poulies motrices et des poulies de renvoi doit être au moins égal à 60 fois le diamètre du câble, le diamètre du tambour d'entraînement au moins égal à 40 fois le diamètre du câble.

2.3.8.5 Chaque entraînement doit être équipé d'au moins deux freins indépendants l'un de l'autre, dont un doit agir directement sur la poulie motrice. L'action du frein doit être produite pa un contrepoids ou un ressort de compression. Au besoin il convient de prévoir en outre un frein à réglage manuel.

2.3.8.6 Tous les systèmes de freinage doivent pouvoir garantir une décélération moyenne de 0,2 à 2 m/s dans les condition les plus défavorables avec une charge descendante. La décélération est le rapport entre le carré de la vitesse et le double de la distance de freinage. Pour en déterminer les valeurs il faut tenir compte des résultats de l'analyse du risque.

2.3.9 Dispositifs de mise en tension

2.3.9.1 Le maintien de la tension du câble lest, s'il y en a un, doit être assuré par des contrepoids ou par d'autres dispositifs appropriés.

2.3.9.2 Il est nécessaire d'installer des dispositifs de guidage des contrepoids suspendus afin d'en contrarier des mouvements de rotation.

2.3.9.3 Des butoirs doivent être installés aux extrémités de la course du contrepoids et du chariot de mise en tension pour en limiter le débattement.

2.3.9.4 La liberté de mouvement du contrepoids doit être assurée et sa position indiquée par une règle graduée. La position extrême doit être marquée en tenant compte d'une distance du fond du puit qui ne doit pas être inférieure à 0,20 m.

2.3.9.5 Le diamètre des poulies de tension doit être au moins égal à 40 fois le diamètre du câble.

2.3.10 Les véhicules

2.3.10.1 La conception et la réalisation des véhicules doivent assurer la sécurité du transport des matériaux.
Il est nécessaire de prévoir un système de verrouillage de sécurité qui prévient tout basculement accidentel des réceptacles culbutables.

2.3.10.2 Il faut vérifier que l'accélération, le vent latéral et le passage dans les courbes avec une vitesse égale à 1,5 fois la vitesse de marche nominale ne provoquent pas le soulèvement des roues de roulement. Le cas échant il faut installer des dispositifs qui en empêchent le déraillement et/ou le soulèvement.

2.3.10.3 Les roues de roulement doivent être des roues à rebord en acier ou des rouleaux en acier, caoutchouc, vulkolan ou autre matériau équivalent.

2.3.10.4 L'extrémité du câble tracteur peut être fixée au véhicule à l'aide d'une mordache, d'un culot à coin, d'attaches à tambour ou de culots coulés. D'autres systèmes d'attaches peuvent être utilisés à condition d'avoir effectué au préalable une analyse de sécurité pour démontrer qu'ils garantissent un niveau de sécurité équivalent.

2.3.10.5 Conformément aux spécifications du point 1.3.1.8 lorsqu'on transporte des personnes la vitesse de marche ne doit pas être supérieure à 50 % de la vitesse de marche nominale et jamais supérieure à 2,0 m/s. Des dispositions appropriées doivent être prises pour protéger les personnes contre le danger d'une chute. Les personnes transportées doivent toujours avoir la possibilité de déclencher le frein de voie, pour autant qu'il y en a un. Les agents qui effectuent des travaux de révision ou de maintenance doivent en outre avoir la possibilité de communiquer directement avec le conducteur par interphone ou radio.

2.3.10.6 Des freins de voie doivent être installés si l'analyse de sécurité en démontre la nécessité.

2.3.10.6.1 Le déclenchement du frein de voie doit être garanti dans le cas d'une rupture du câble tracteur ou du câble lest. L'action du frein ne doit pas provoquer le déraillement ou le soulèvement des roues de roulement.

2.3.10.6.2 Selon la solution choisie, le frein de voie produit son effet sur la voie, son propre rail ou le câble frein. La sécurité requise doit être vérifiée dans tous les cas où il y a risque potentiel que l'action du frein engendre une force qui agit disymetriquement sur le véhicule.

2.3.10.6.3 Dans le cas d'une rupture du câble le frein de voie doit pouvoir arrêter le véhicule avec une décélération égale au moins à 0,5 m/s2 sur la section la plus raide du tracé et compte tenu, entre autres, d'une usure probable des sabots du frein et de la surface des rails.

2.3.10.6.4 L'actionnement du dispositif de freinage doit automatiquement déclencher l'arrêt de l'entraînement. (interrupteur du mou du câble).

2.3.10.6.5 L'intervention accidentelle du dispositif de freinage, notamment pendant la montée, ne doit pas donner lieu à une situation dangereuse (rupture du câble, déraillement ou perte de la charge etc.). Si nécessaire on peut réduire le force de freinage de la montée ou installer un frein à action retardée.

2.3.10.6.6 Il faut prévoir un accès sûr au véhicule (plateformes de révision, véhicule de révision, échelle etc.).

2.3.11 Dispositifs de sécurité

2.3.11.1 L'installation doit être équipée d'un interrupteur général verrouillable et d'un interrupteur différentiel qui coupent l'alimentation de l'équipement électrique de l'installation.

2.3.11.2 Les schémas de l'équipement hydraulique, ainsi que les schémas de l'équipement pneumatique et électrique doivent être tenus à disposition des techniciens de la maintenance dans la station motrice de l'installation. Il faut veiller à ce que l'identification des différents constituants soit indiquée avec grande précision sur les différents schémas et les repères du schéma affichée de façon durable et indélébile sur les constituants.

2.3.11.3 Il faut prévoir un circuit d'arrêt d'urgence qui doit pouvoir être interrompu à partir de tous les points critiques de l'installation par l'actionnement de boutons à pression d'arrêt d'urgence marqués conformément et identifiables comme tels. Ce circuit doit déclencher l'arrêt de l'installation dans le délai le plus bref possible et sur une distance la plus courte acceptables. La remise en marche ne doit pouvoir être possible que moyennant une intervention manuelle du conducteur. Le circuit doit également déclencher l'arrêt automatique de l'installation en cas de coupure du réseau.

2.3.11.4 Tous les circuits de sécurité (y compris le circuit d'arrêt d'urgence) doivent être conçus en tant que circuits de repos, ce qui veut dire que tous les dispositifs de sécurité sont déclenchés par une interruption du courant ou par un court-circuit. A l'extérieur de la station motrice la tension utilisée doit être inférieure à 42 V. Les dispositifs d'arrêt doivent pouvoir garantir un arrêt sûr, par exemple par des contacts liés ou des techniques de circuits spéciales, telles que le dédoublement des circuits et des contrôles de fonctionnement. Les boutons d'arrêt doivent être des boutons à réarmement manuel.

2.3.11.5 Toutes les causes de l'arrêt doivent être signalées individuellement et le signal maintenu jusqu'à la remise en marche de l'installation.

2.3.11.6 Tous les conducteurs électriques qui entrent dans la station motrice doivent être protégés contre les surtensions.

2.3.11.7 L'installation doit être équipée de tous les instruments indicateurs nécessaires, par exemple consommation de courant, vitesse, pression hydraulique, compteur d'heures de fonctionnement, compteur des courses etc.

2.3.11.8 L'installation doit de préférence être équipée d'un automate programmable à sécurité intrinsèque pour surveiller et enregistrer les événements et défauts. Il est recommandé de prévoir également un système d'interrogation à distance.

2.3.11.9 Si la mise en marche de l'installation peut constituer un risque pour les personnes, les personnes concernées en doivent être dûment informées.

2.3.11.10 Une surveillance de la vitesse doit être installée qui déclenche le frein de secours de l'entraînement et provoque en outre l'interruption du circuit d'arrêt

d'urgence.

2.3.11.11 Toute surcharge doit provoquer l'arrêt de l'entraînement.

2.3.11.12 L'actionnement des différents systèmes de freinage, et notamment ceux déclenchés par une panne du réseau ou arrêt d'urgence ne doit pas provoquer une décélération excessive de l'installation.

2.3.11.13 La communication entre les stations doit être assurée par une liaison téléphonique sûre.

2.3.11.14 Un dispositif qui surveille la vitesse à l'entrée en station et assure l'arrêt de l'installation en cas de dépassement de la vitesse admissible ou des butoirs ayant les dimensions appropriées doivent être installés sur les installations à fonctionnement à va et vient.

2.3.11.15 Un arrêt de service automatique doit être prévu à la fin de la course funiculaire fonctionnant à va et vient. En outre on doit y prévoir un système d'arrêt d'urgence qui intervient en cas de défaillance de l'arrêt de service en agissant directement sur le frein de secours.

2.3.12 **Transport de personnes** (voir point 1.3.1.8.b)

2.3.12.1 Des mesures additionnelles appropriées doivent être prises dans tous les cas où les circonstance imposent la nécessité de transporter des personnes.

2.3.12.2 Le véhicule doit satisfaire les exigence qu'impose le transport de personnes et le cas échéant son utilisation pour le transport de personnes doit être autorisé par les autorités compétentes.

2.3.12.3 Les véhicules utilisés pour transporter des personnes doivent être identifiés par une plaquette d'avertissement fixée sur le véhicule indiquant le nombre de personnes qui peuvent être transportées, la charge utile ainsi que la défense de transporter simultanément des personnes et des matériaux.

CHAPITRE III - TELEPHERIQUES A MATERIAUX DEPLACABLES

3.1 Définitions et généralité

Téléphériques à matériaux déplaçables : blondins, grues à câble, grues à câble à mouvement va et vient dont l'utilisation sur le même site est limitée dans le temps à 24 mois ou limitée à 16 000 cycles de travail.

En principe n'importe quel type de téléphérique à matériaux peut être construit comme un téléphérique déplaçable. Les exigences à satisfaire correspondent pour la plupart aux exigences que doivent satisfaire les téléphériques à matériaux fixes, raison pour laquelle dans ce chapitre ne sont traitées que les recommandations qui diffèrent des recommandations définies dans le chapitre II pour les téléphériques à matériaux fixes.

Note :

- Ce chapitre ne concerne pas les funiculaires à matériaux.
- N'importe quel système de téléphérique à matériaux peut être conçu comme installation déplaçable. Pour cette raison lors de l'élaboration des projets on cherche d'habitude des solutions qui permettent de réduire au minimum les mouvements de terre et les opérations de montage et de démontage de l'installation.
- Dans la mesure du possible on utilisera pour les construire des constituants courants qu'on adaptera si nécessaire aux exigences de l'application prévue. Le chariot, le dispositif de levage, roues et galets, poulies, pylônes, ainsi que leurs accessoires, sont pour la plupart des constituants à usage général et réutilisables. On choisira le système le plus approprié à l'application donnée et on dimensionnera les constituants en tenant compte de la durée de vie et de la capacité requises pour l'installation.

3.2 Voie a courbes

Le parfait fonctionnement d'une installation dont le tracé n'est pas rectiligne doit être vérifié. Les courbes du tracé peuvent être réalisées sans stations d'angle en utilisant tout simplement des sabots ayant un rayon de courbure approprié pour réaliser la courbe et une gorge suffisante pour assurer le bon guidage du câble porteur. Le passage dans les courbes exige une attention particulière et doit être contrôlé fréquemment.

3.3 Les stations

Les installations déplaçables sont en règle dépourvues de stations. Au besoin on construit des abris pour protéger les entraînements et le conducteur contre les intempéries. Pour le chargement et le déchargement des véhicules on aménage d'habitude différentes aires situées le long du tracé. En outre il faut aménager des aires facilement accessibles pour faciliter et rendre sûrs les contrôles et les travaux de maintenance de l'installation.

3.4 Les câbles

Les câbles porteurs sont souvent des câbles qui ont déjà été utilisés auparavant sur une autre installation. Si pour ces câbles on ne dispose pas les documents nécessaires pour en déterminer les caractéristiques essentielles, la charge de rupture des câbles doit être déterminée par des essais. Ils doivent aussi être soumis à un contrôle visuel avant leur mise en service et par la suite à des contrôles visuels qui sont effectués à des intervalles réguliers. Pour ce faire il est recommandé de soumettre toute la longueur libre du câble à un contrôle magnétographique.
Note: Les câbles tracteurs ont souvent une vie utile relativement courte.

3.5 Les pylônes

En règle générale on utilise des pylônes en acier ou en bois qui ont la stabilité requise. Ils sont montés de préférence sur des supports articulés enterrés et sont retenus par des haubans. La résistance des différents systèmes d'ancrage (fondation en béton, ancrage par corps mort, arbres, piquets, ancrage dans le rocher etc.), doit être déterminée par le calcul en tenant compte des efforts appliqués. Il est nécessaire de prévoir un nombre suffisant de points d'accrochage pour l'équipement de protection individuelle des techniciens qui doivent monter sur les pylônes pour y effectuer des contrôles ou des travaux de maintenance.
Note: Les ancrages dits de corps mort sont réalisés à l'aide de traverses enterrées et stabilisés par le remblais.

3.6 Entraînements et dispositifs de securite

Tous les constituants utilisés doivent satisfaire aux prescriptions de sécurité respectives.
Les entraînements des téléphériques à matériaux déplaçables sont dans la plupart des cas des unités compactes polyvalentes. Etant donné que dans la plupart des cas leur champ d'action se situe à l'intérieur du champ visible leur commande est assurée sur place par le conducteur de l'appareil ou par télécommande comme dans le cas des grues ; il est admis de renoncer à certains dispositifs de sécurité qui déclenchent automatiquement l'arrêt de l'appareil tels que par exemple la surveillance de la survitesse, l'interrupteur de fin de course aux deux extrémités du tracé qui déclenche l'arrêt d'urgence etc.).

Par contre il suffit d'équiper la motrice du câble de levage avec un seul frein de service automatique et non deux comme dans le cas des téléphériques fixes. Il n'est pas obligatoire, mais il est recommandé, de mettre à disposition du conducteur des instruments indicateurs, tels que, par exemple, l'indicateur de position, l'indicateur de vitesse, un ampèremètre ou autres).

3.7 **Trasport de personnes** (voir point 1.3.1.8.b)

3.7.1 Le transport de personnes (voir point 1.3.1.8 b) ne peut avoir qu'une fonction secondaire. En principe en peut dire que le transport de personnes a une fonction secondaire lorsque le nombre des courses transportant des personnes est inférieur à 10 % du nombre total des courses de l'installation.

3.7.2 Le transport de personnes n'est admis qu'à condition de satisfaire toutes les exigences et mesures relatives au transport de personnes définies dans le point 1.2.5 et dans le point 12 de l'annexe C, y compris celles relative à l'obligation d'effectuer une analyse de sécurité.

3.7.3 Il est défendu de transporter avec le même véhicule des personnes et des matériaux, exception faite de l'outillage nécessaire pour effectuer les travaux de maintenance et les pièces des rechange. Outillage et pièces de rechange doivent être dûment arrimées pour en éviter tout déplacement.

3.7.4 La charge totale des transports de personnes (80 kg par personne) et de leur outillage ne doit pas dépasser 30 % de la charge utile prescrite pour le transport de matériaux.

3.7.5 Les personnes ne peuvent être transportées que dans des véhicules qui sont fermés et surs ou dans les cabines.

3.7.6 Si depuis sont poste de commande le conducteur n'a pas une vue sur toute la longueur de la ligne les personnes transportées doivent pouvoir communiquer avec le conducteur à l'aide d'un moyen de communication sûr. Un essai de communication doit être fait avant chaque départ d'un transport de personnes. Le passage sur les pylônes et l'approche de l'aire d'embarquement ou de débarquement doit être communiquée à l'avance au conducteur par interphone.

3.7.7 Des mesures appropriées doivent être prises pour éliminer toute probabilité d'une ouverture accidentelle du crochet d'attache du véhicule ou de la cabine.

3.7.8 Les véhicules et les cabines destinées au transport de personnes doivent être identifiées par une plaquette d'avertissement indiquant le nombre de personnes qui peuvent être transportées et la défense de transporter des simultanément des personnes et des matériaux dans le même véhicule.

3.7.9 Des indicateurs de vitesse et de la position du véhicule qui sont fiables et facilement lisibles doivent être prévus sur le poste de commande du conducteur.

3.7.10 Il faut prévoir des fins de course qui limitent la longueur de la course de l'appareil. Aux deux extrémités de la ligne il faut prévoir des surcourses entre le point de déclenchement de la commande d'arrêt et les butoirs. Sur les installations dépourvues d'une surveillance d'entrée les butoirs doivent être dimensionnés pour pouvoir résister et amortir l'énergie cinétique. Les oscillations du véhicule qui atteint la position terminale ne doivent pas dépasser les limites du gabarit d'oscillation possible. Des mesures doivent être prises pour y assurer le bon guidage du câble et éviter le déraillement.

3.8 Critères de dimensionnement et degrés de sécurite

En égard à leur exploitation qui est limitée dans le temps et leurs applications spéciales les grandeurs de calcul, coefficients et facteurs de sécurité des constituants des installations à câbles déplaçables énumérés dans les tableaux qui suivent sont moins sévères que les grandeurs de calcul, coefficients et facteurs de sécurité des installations à câbles fixes.

L'ordre de grandeur des minorations et par conséquent, les grandeurs de calcul est défini en tenant compte des facteurs qui jouent un rôle de première importance pour la sécurité.

La grandeur de calcul W1 est la grandeur qui doit être utilisée pour dimensionner les installations fixes et doit de ce fait être utilisée dans les calculs des installations déplaçables comme valeur de base à partir de laquelle on calcule les facteurs de réduction des valeurs de calcul qu'il est admis d'utiliser pour projeter les installations déplaçables.

Dans les tableaux qui suivent la grandeur de calcul W2 représente un minimum absolu qui doit être respecté même si la valeur qui résulte des calculs est plus petite que celle indiquée dans le tableau.

3.8.1 Tableau des grandeurs de calcul

			Grandeurs de calcul																	
			Plus petit coefficient de sécurité du câble tracteur disposé en boucle fermée		Plus petit coefficient de sécurité du câble tracteur des installations à treuil à tambour		Plus petit coefficient de sécurité du câble porteur tracteur	Plus petit coefficient de sécurité du câble de levage		Plus petit coefficient de sécurité du câble d' inclinaison	Plus petit rapport entre ∅ des galets et le ∅ du câble tracteur ou le câble de levage		Plus petit rapport entre ∅ des poulies et le∅ du câble tracteur oudu câble de levage		Plus petite coefficient de sécurité du câble porteur		Plus petit rapport entre le rayon du sabot et le ∅ du câble porteur	Plus petit rapport entre la tension du câble porteur tracteur et la charge suspendue	Plus petit rapport entre la tension du câble porteur et la plus grande charge d' appui desroues du	
			Sich. C.t.		Sich. C.t.		Sich. C.pt.	Sich. C.l.		Sich. C.i.	Fak. D/d		Fak. D/d		Sich. C.p.		Fak. Rs/d	Fak. Tp/Q	Fak. Tp/qn	
			MSB	KK	MSB	KK	MSB	MSB	KK	KK	MSB	KK	MSB	KK	MSB	KK	MSB	MSB	MSB	KK
W1	Valeurs maxi = installations fixes = base		3.5	3.5	4.4	4.0	4.0	4.4	4.4	4.4	8.0	8.0	60	40	2.5	2.4	150	10	50	50
W2	Valeurs mini pour installations pour durée limitée d'utilisation		2.7	2.7	3.1	3.1	2.7	3.1	3.1	3.1	5.0	5.0	15	15	2.5	2.4	50	7	15	15
Facteurs d' influence	Nombre cycles de travail	ΣLS									ΣLS		ΣLS		Aucune réduction		ΣLS	ΣLS	ΣLS	
	Spectre de charge	LK	LK_1		LK_1		LK	LK		LK	LK		LK				LK	LK	LK	
	Structure du câble porteur	MT															MT			
	Structure des câbles	MA	MA		MA		MA	MA		MA	MA		MA					MA	MA	
	Durée de service	Σt	$Σt_1$		$Σt_1$		Σt	Σt		Σt										
	Plus petit ∅ des galets	SRD	SRD		SRD		SRD	SRD		SRD										
	Levage direct	ES						ES												
Nombre de facteurs d'influence			4		4		4	5		4	3		3		0		3	3	3	

Legende:

Sich. = degré de sécurité

Fak. = facteur

MSB = téléphériques à matériaux, soit téléphériques à va et vient, grues à câbles à mouvement va et vient, funiculaires et téléphériques à mouvement continu

KK = blondins, y compris les grues à câbles et grues à câbles à mouvement va et vient

3.8.2 Tableau des facteurs d'influence

Tabellen Einflussfaktoren

1	**Nombre de cycles de travail**	2000	4000	8000	16000	=>16000
	ΣLS	0.85	0.9	0.94	0.975	1

2	**Spectre de charge**	léger	mittel	schwer
		Basse fréquence des charges les plus lourdes	Fréquence quasi identique des charges légères, moyennes et lourdes	Presque toujours les charges les plus lourdes
	LK	0.85	0.925	1

3	**Structure du câble porteur**	Câble clos	Câble hélicoidal à torons	Câble à torons
	MT	1	0.95	0.85

4	**Structure du câble tracteur, de levage, d'inclinaison et porteur tracteur**				
	Résistance du fil N/mm²	1570	1770	1960	2160
	MA	0.85	0.925	0.975	1

5	**Heures d'exploitation**	500	1000	2000	4000	=>8000
	Σt	0.85	0.905	0.945	0.975	1

6	**Plus petit rapport ∅ de la poulie de renvoi / ∅ du câble**				
	Rapport	60	50	40	=>30
	SRD	0.8	0.9	0.95	1

7	**Guidage du câble de levage**	Traction directe (1 câble)	à plusieurs câbles
	ES	1.5	1

Legende:

ΣLS = Nombre de cycles de travail (max. 24 mois sur le même site et max 16 000 cycles de travail)
LK = spectre de charge (nature des sollicitations)
MT = structure du câble porteur (prise en compte des caractéristiques du câble porteur qui en déterminent la résistance à l'usure)
Σt = durée d'exploitation prévue (durée des sollicitations)
SRD = rapport diamètre de la poulie de renvoi / diamètre du câble (contraintes de flexion des câbles mobiles)
ES = guidage du câble de levage (prise en compte de la liberté de rotation du câble de levage)

3.8.3 Tableau des formules de calcul

					Valeur mini
Grandeur de calcul	Plus petit coefficient de sécurité du câble tracteur disposé en boucle fermée	MSB	Sich. Zse	= 3.50 x LK^2 x MA x Σt xSRD^2	min. = 2.7
		KK	Sich. Zse	= 3.5 x LK x MA x Σt x SRD	min. = 2.7
	Plus petit coefficient de sécurité du câble tracteur d'un appareil entraîné par treuil à tambour	MSB	Sich. ZSw	= 4.4 x LK^2x MAx Σt xSRD	min. = 3.1
		KK	Sich. ZSw	= 4.0 x LK^2 x MA x Σt xSRD	min. = 3.1
	Plus petit coefficient de sécurité du câble porteur tracteur	MSB	Sich. FS	= 4.0 x LK^2 x MA x Σt xSRD^2	min. = 2.7
	Plus petit coefficient de sécurité du câble de levage	MSB	Sich. HS	= 4.4 x LK^2 x MA x Σt xSRD^2 x ES	min. = 3.1
		KK	Sich. HS	= 4.4 x LK^2 x MA x Σt xSRD^2 x ES	min. = 3.1
	Plus petit coefficient de sécurité du câble d'inclinaison	KK	Sich. SS	= 4.4 x LK^2 x MA x Σt xSRD	min. = 3.1
	Plus petit rapport ∅ galet / ∅ câble tracteur ou de levage	MSB	Fak. R/S	= 8.0 x $ΣLS^2$ x LK^2 x MA	min. = 5.0
	Plus petit rapport ∅ poulie / ∅ câble de lavage ou tracteur	MSB	Fak. S/Z	= 60 x $ΣLS^4$ x LK^4 x MA^2	min. = 15
		KK	Fak. S/Z	= 40 x $ΣLS^2$ x LK^2x MA	min. = 15
	Plus petit coefficient de sécurité du câble porteur	MSB	Sich. TS	= 2.5	aucune réduction
		KK	Sich. TS	= 2.4 2.8	aucune réduction
	Plus petit rapport rayon du sabot / ∅ câble porteur	MSB	Fak. TR/TS	= 150 x $ΣLS^2$ x LK^2 x MT^2	min. = 50
	Plus petit rapport entre tension minimale du câble porteur tracteur / effort transversal du à la charge	MSB	Fak. TS/Q	= 10 x $ΣLS^2$ x LK x MA	min. = 7
	Plus petit rapport entre tension mini du câble porteur / charge d'appui maxi des roues du chariot	MSB	Fak. TS/LR	= 50 x $ΣLS^3$ x LK^3 x MT^3	min. = 15
		KK	Fak. TS/LR	= 50 x $ΣLS^3$ x LK^3 x MT^3	min. = 15

L'utilisation de valeurs inférieures aux valeurs minimales est inacceptable même lorsque la valeur qui résulte du calcul selon la formule de calcul est inférieure.

ANNEXE A

Terminologie et plans

1. Téléphérique va et vient

1.1.1 Téléphérique monocâble va et vient à attaches fixes
1.2.1 Téléphérique bi-câble va et vient

2. Grue à câble à mouvement va et vient

2.1.1 Grue à câble monocâble va et vient à attaches fixes, Entraînement par poulie
2.2.1 Grue à câble bi-câble va et vient, Voie de roulement à un câble porteur, entraînement par poulie
2.2.2 Grue à câble bi-câble va et vient, Voie de roulement à un câble porteur, entraînement par treuil à tambour
2.2.3 Grue à câble bi-câble va et vient, Voie de roulement à un câble porteur, entraînement par treuil à tambour et câble lest

3. Téléphérique à mouvement continu unidirectionnel

3.1.1 Téléphérique monocâble à mouvement continu à attaches fixes
3.1.2 Téléphérique monocâble à mouvement continu à attaches découplables
3.2.1 Téléphérique bi-câble à mouvement continu à attaches découplables

4. Blondin

4.1.1 Voie de roulement fixe entre deux ancrages fixes
4.1.2 Voie de roulement fixe entre deux pylônes fixes et ancrages fixes
4.1.3 Voie de roulement fixe entre deux pylônes fixes haubanés
4.2.1 Voie de roulement entre deux pylônes inclinables
4.3.1 Chariot circulant sur une voie radiale
4.3.2 Tour circulant sur une voie radiale
4.4.1 Chariots circulant sur des voies parallèles

5. Grue à câble

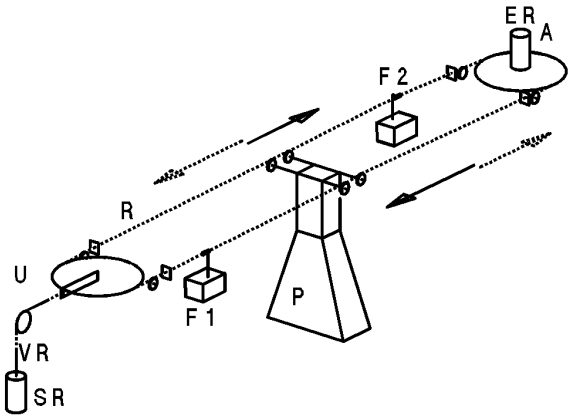
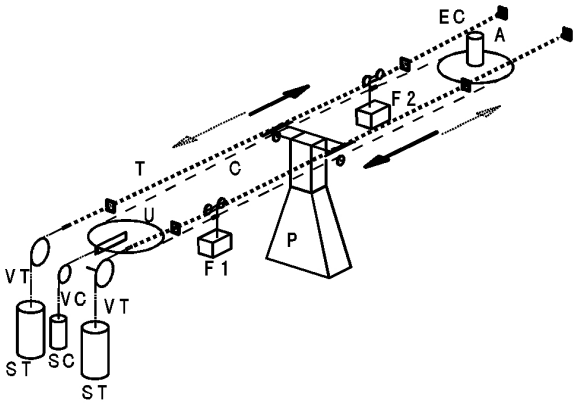
5.1.1 Avec câble tracteur/câble de levage combiné, voie inclinée
5.2.1 Avec câble tracteur/câble de levage combiné, avec câble lest, voie horizontale ou inclinée

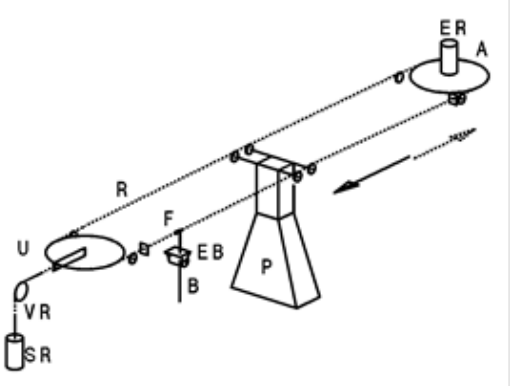
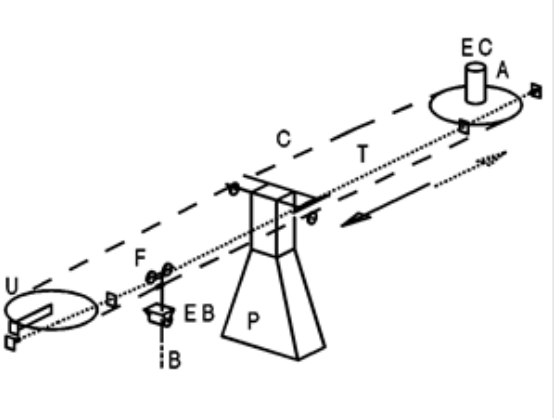
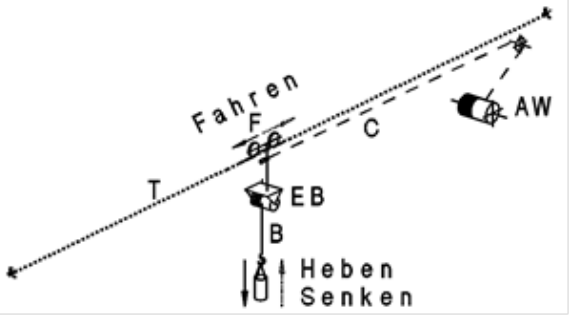
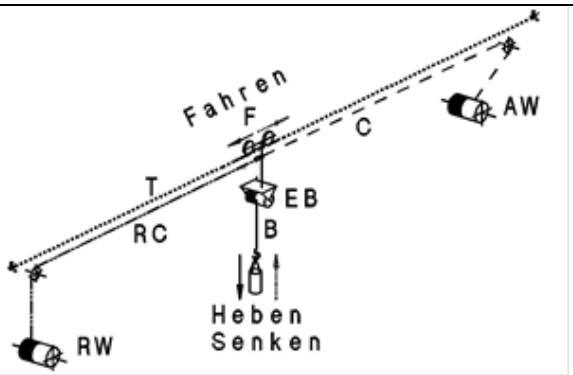
6. Funiculaire

6.1.1 une voie, un véhicule, entraînement par treuil à tambour
6.1.2 une voie, un véhicule, entraînement par câble en boucle
6.2.1 deux véhicules, avec évitement, sans câble lest
6.2.2 deux véhicules avec évitement avec câble lest
6.2.3 deux véhicules, deux voies parallèles, sans câble lest
6.2.4 deux véhicules, deux voies parallèles, avec câble lest

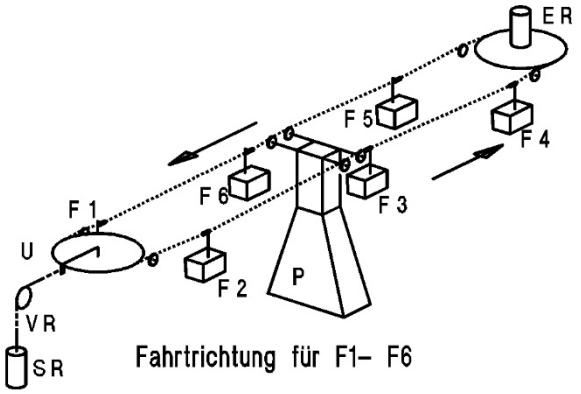
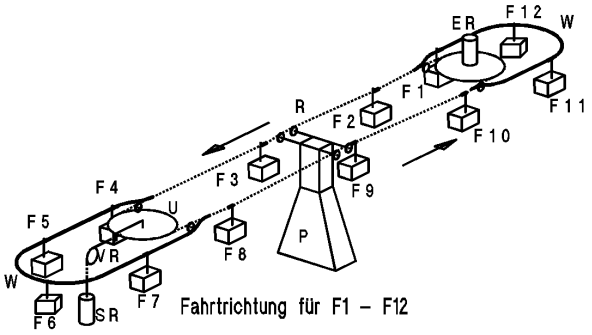
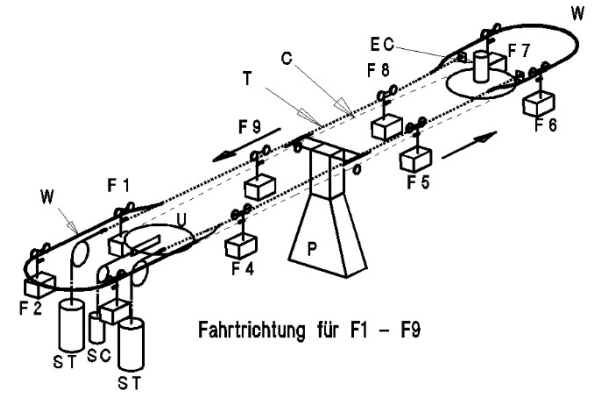
2 Grue à câble à mouvement va et vient

1 Téléphérique à va et vient

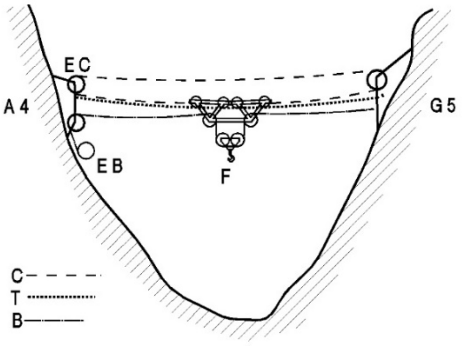
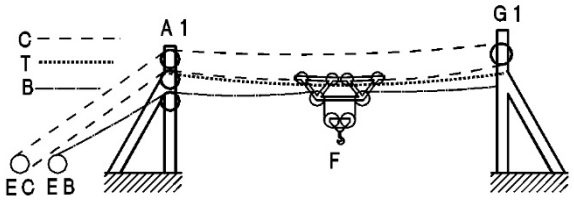
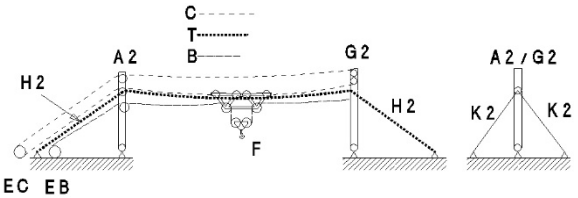
Nr.	Désignation	Système	Type de véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
1.1.1	Téléphérique va et vient (1)	Téléphérique monocâble a va et vient (1.1)	Avec attaches découplables	A poulie motrice ER motrice pour câble porteur tracteur F1 Véhicule Nr. 1 F2 Véhicule Nr. 2 P Pylône R Câble porteur tracteur SR Contrepoids pour câble porteur tracteur U poulie de renvoi VR Câble de tension pour câble porteur tracteur	
1.2.1	Téléphérique à va et vient (1)	Téléphérique bi-câble à va et vient (1.2)	Voie de roulement à un câble porteurl	A Poulie motrice C Câble tracteur T Câble porteur EC Motrice pour câble tracteur F1 Véhicule Nr. 1 F2 Véhicule Nr. 2 P Pylône U Poulie de renvoi VT Câble de tension pour câble porteur VC Câble de tension pour câble tracteur ST Contrepoids pour câble porteur SC Contrepoids pour câble tracteur	

Nr.	Désignation	Système	Type de véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
2.1.1	Grue à câble à mouvement va et vient (2)	Téléphérique monocâble à va et vient (2.1)	Avec attaches fixes	A poulie motrice B câble de levage F véhicule EB motrice pour câble de levage ER motrice pour câble porteur tracteurl P pylone R cable porteur tracteur SR contrepoids pour câble porteur tracteur U poulie motrice VR câble de tension pour câble porteur tracteur	
2.2.1	Grue à câble à mouvement à va et vient (2)	Téléphérique bi-câble à va et vient (2.2)	Voie de roulement avec un câble porteur	A poulie motrice B câble de levage C câble tracteur EC motrice pour câble tracteur EB motrice pour câble de levage F véhicule T câble porteur P pylône U poulie de renvoi	
2.2.2	Grue à câble à mouvement va et vient (2)	Téléphérique bi-câble à va et vient (2.2)	Voie de roulement avec un câble porteur et entraînement par treuil à tambour	AW Tambou d'entraînement B câble de levage C câble tracteur EB motrice pour câble de levage F véhicule T câble porteur	
2.2.3	Grue à câble à mouvement va et vient (2)	Téléphérique bi-câble à va et vient (2.2)	Voie de roulement avec un câble porteur et entraînment par treuil à tmbour et câble lest	AW tambour d'entraînement B câble de levage C câble tracteur EB motrice pour câble de levage F véhicule T câble porteur RC câble lest RW tambour d'entraînement (pour câble lest)	

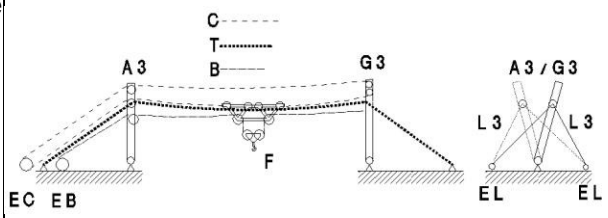
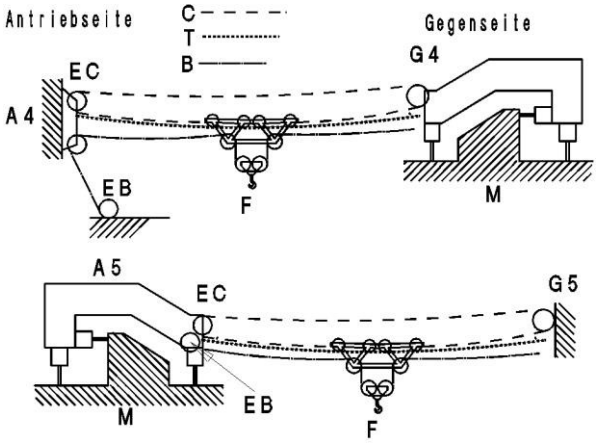
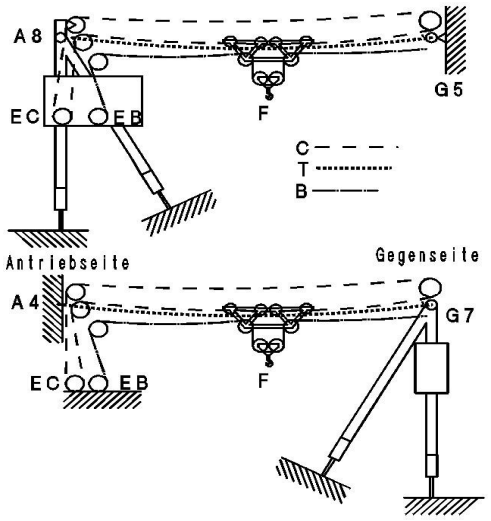
3 Téléphérique à mouvement continu unidirectionnel

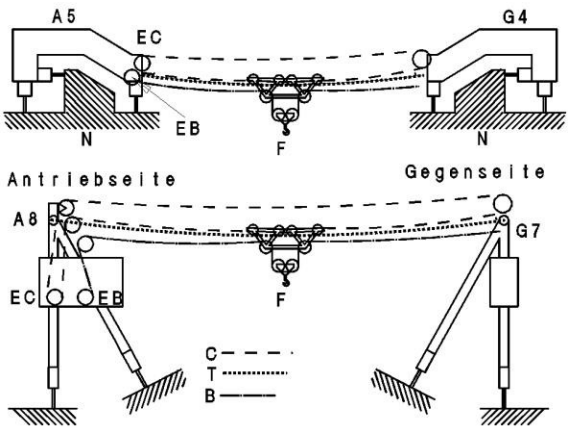
Nr.	Désignation	Système	Type de véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
3.1.1	Téléphérique à mouvement continu unidirectionnel (3)	Téléphérique monocâable à mouvement continu (3.1)	À attaches fixes	ER motrice pour câble porteur tracteur F1-6 véhicules P pylône R câble porteur tracteur U poulie de renvoi SR contrepoids pour câble porteur tracteur VR câble de tension pour câble porteur tracteur	
3.1.2	Téléphérique à mouvement continu (3)	Téléptérique monocâble à mouvement continu (3.1)	À attacjes dàcpiüöables	ER motrice pour câble porteur tracteur F1-12 véhicules P pylône R câble porteur tracteur SR contrepoids pour câble porteur tracteur U poulie de renvoi W rail de la station VR cable de tension pour câble porteur tracteur	
3.2.1	Téléphrique à mouvement continu (3)	Téléphérique bi-câble (3.2)	À attaches découplables	EC motrice pour câble tracteur C câble tracteur F1-9 véhicules P pylône SC contrepoids pour câble tracteur ST contrepoids pour câble porteur T câble porteur U poulie de renvoi W rail de la station	

4 Blondin

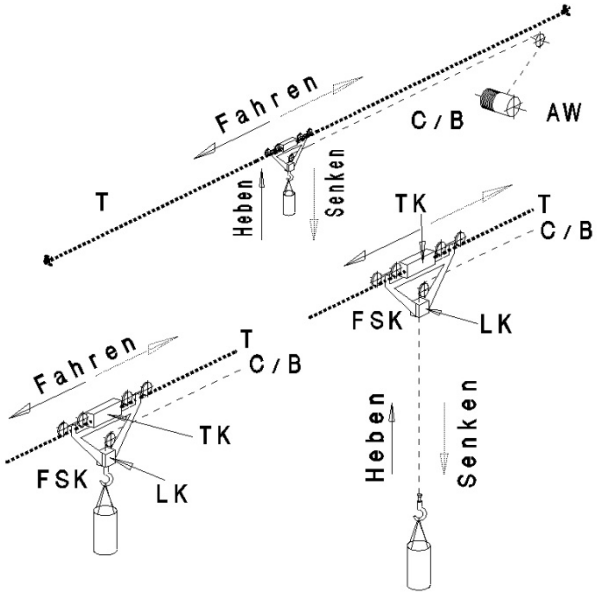
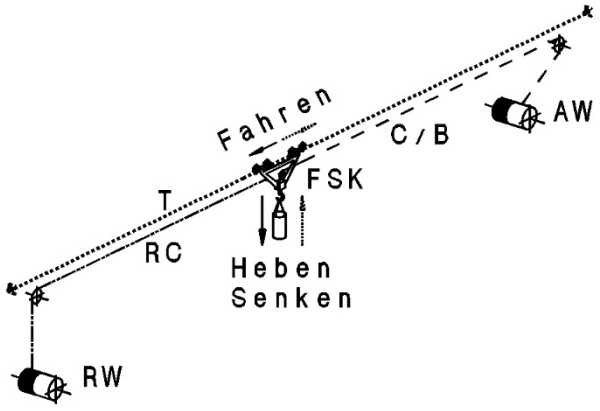
Nr.	désignation	Système	Type du véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
4.1.1	Blondin (4)	Voie de roulement fixe (4.1)	Câble porteur entre deux ancrages fixes	A4 Motrice fixe B câble de levage C câble tracteur ou câble de translation du chariot EC motrice pour câble tracteur ou chariot EB motrice pour câble de levage F véhicule ou chariot G5 retour fixe T câble porteur	
4.1.2	Blondin (4)	Voie de roulement fixe (4.1)	Câble entre deux pylônes fixes	A1 pylône côté motrice G1 pylône côté retour B câble de levage C câble tracteur ou câble de translation du chariot EC motrice pour câble tracteur ou du chariot EB motrice pour câble de levage F véhicule ou chariot T câble porteur	
4.1.3	Blondin (4)	Voie de roulement fixe (4.1)	Câble porteur entre deux mâts haubanés fixes	A2 pylône côté motrice B câble de levage C câble tracteir ou câble de translation du chariot EC motrice pour câble tracteur ou chariot EB motrice pour câble de levage F véhicule ou chariot G2 pylône côté retour H2 hauban arrière K2 hauban latéral T câble porteur	

4 Blondin

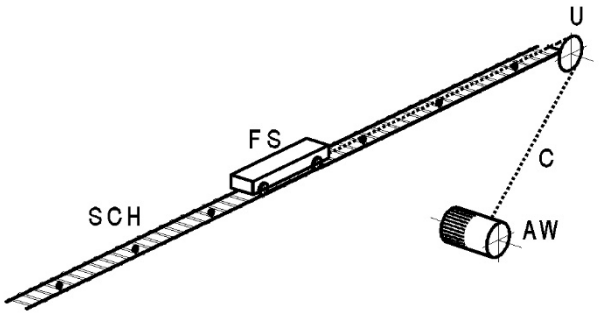
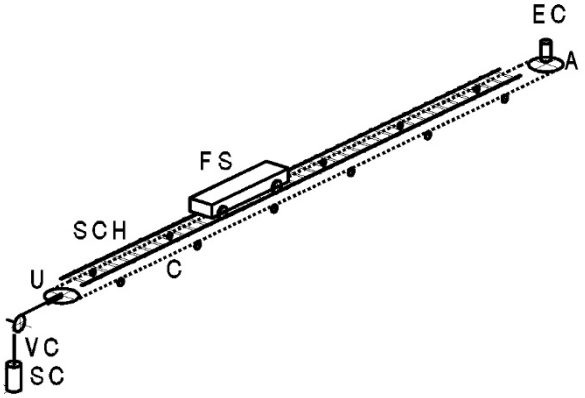
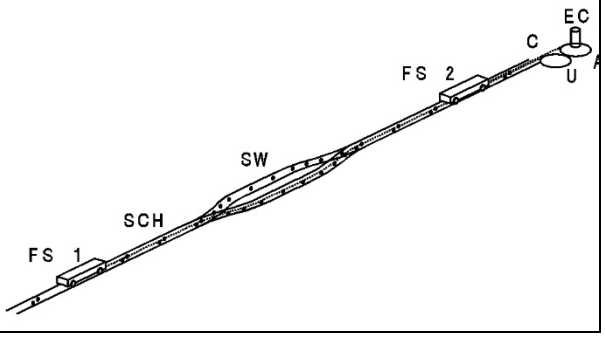
Nr.	Désignation	Système	Type du véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
4.2.1	blondin (4)	Mâts inclinables (4.2)	Câble porteur entre deux mâts inclinables	A3 mât côté motrice inclinable B câble de levage C câble tracteur ou de translation du chariot EC motrice pour câble tracteur ou chaariot EB motrice pour câble de levage EL motrice pour câble d'inclinaison F véhicule ou chariot G3 mât côté retour inclinable L3 câble d'inclinaison T câble porteur	
4.3.1	Blondin (4)	Chariot circulant sur une voie radiale (4.3)	Câble porteur entre un ancrage fixe et un ancrage mobile	A4 Motrice fixe A5 chariot de motrice B câble de levage C câble tracteur ou de translation du chariot EB motrice pour câble de levage EC motrice pour câble tracteur ou chariot F véhicule ou chariot G4 chariot retour G5 retour fixe M voie de roulement radiale T câble porteur	
4.3.2	Blondin (4)	Tour circulant sur une voie radiale (4.3)	Câble porteur entre un ancrage fixe et un ancrage mobile	A4 Motrice fixe A8 pylône déplaçable avec motrice B câble de levage C câble tracteur ou de translation du chaariot EB motrice pour câble de levage EC motrice pour câble tracteur ou chariot F véhicule ou chariot G7 pylône retour déplaçable G5 retour fixe T câble porteur	

Nr.	Désignation	Système	Type du véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
4.4.1	Blondin (4)	Tour circulant sur des voies parallèles (4.4)	Câble porteur entre deux ancrages mobiles	A5 chariot de motrice A8 pylône déplaçable avec motrice B câble de levage C câble tracteur ou de translation du chaariot EB motrice pour câble de levage EC motrice pour câble tracteur ou pour chariot F véhicule ou chariot G4 chariot retour G7 pylône retour déplaçable N voies parallèles T câble porteur	

5 Grue à câble

Nr.	Désignation	Système	Type de véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
5.1.1	Grue à câble (5)	Sans câble lest (5.1)	Voie inclinée, câble tracteur / câble de levage combinés	T câble porteur FSK chariot de levage AW tambour d'entrainement C/B câble tracteur / câble de levage combiné TK pince pour le câble porteur LK crochet de verrouillage de la charge <u>Fonction:</u> translater TK ouverte, FSK peut rouler sur T La charge est verrouillée par LK . <u>Fonction:</u> Lever / descendre FSK est bloqué sur T par TK ; LK est ouvert. LK .	
5.2.1	Grue à câble (5)	Avec câble lest (5.2)	Voie horizontale ou inclinée avec câble tracteur / câble de levage combinés	T câble porteur FSK chariot de levage AW tambour d'entrînement C/B câble tracteur / câble de levage TK pince pour le câble porteur LK crochet de verrouillage de la charge RC câble lest RW tambour d'entraînement (pour câble lest)	

6 Funiculaire

Nr.	Déösignation	Système	Type de véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
6.1.1	Funiculaire (6)	1 véhicule va et vient (6.1)	Voie inclinée sans câble lest	AW tambour d'entraînement C câble tracteur FS véhicule SCH voie U poulie de renvoi	
6.1.2	Funiculaire (6)	1 véhicule va et vient (6.1)	Voie horizontale ou inclinée, câble tracteur en boucle	A poulie motrice C câble tracteur EC motrice pour câble tracteur FS véhicule SCH voie U poulie de renvoi SC contrepoids pour câble tracteur VC câble de tension pour câble tracteur	
6.2.1	Funiculaire (6)	2 véhicules va et vient (6.2)	2 véhicules, Voie inclinée avec évitement sans câble lest	A poulie motrice C câble tracteur EC motrice pour câble tracteur FS1 véhicule FS2 véhicule SCH voie SW èvitement U poulie de renvoi	

6 Funiculaire

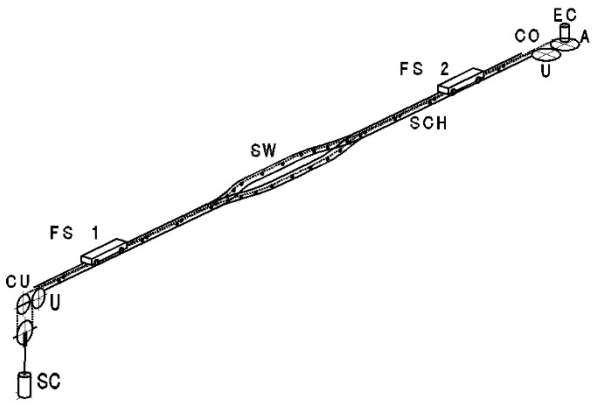
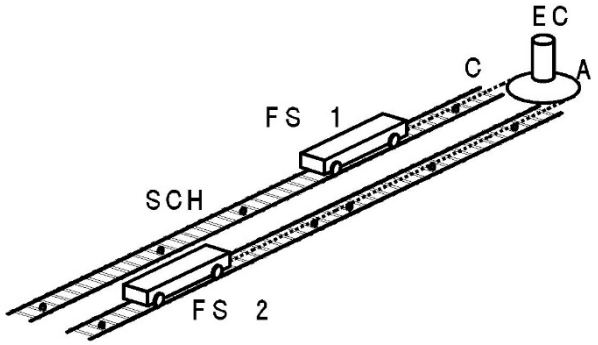
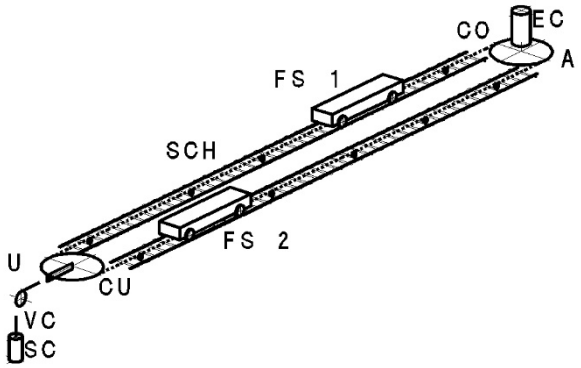
Nr.	Désignation	Système	Type du véhicule ou type de voie de roulement	Légende	Schéma
6.2.2	Funiculaire (6)	2 véhicules va et vient (6.2)	Voie horizontale ou inclinée avec évitement et câble lest	A poulie motrice CO câble tracteur amont CU câble tracteur aval EC motrice pour câble tracteur FS1 véhicule FS2 véhicule SCH voie SW évitement U poulie de renvoi SC contrepoids pour câble tracteur	
6.2.3	Funiculaire (6)	2 véhicules va et vient (6.2)	Voie horizontale ou inclinée sans câble lest	A poulie motrice C câble tracteur EC motrice pour câble tracteur FS1 véhicule FS2 véhicule SCH voie	
6.2.4	Funiculaire (6)	2 vöhicules travaillant en va et vient (6.2)	2 voies parallèles horizontales ou inclinées avec câble lest	A poulie motrice EC motrice pour câble tracteur FS1 véhicule FS2 véhicule SCH voie U poulie de renvoi CO câböe tracteir amont CU câble tracteur aval SC contrepoids pour câble tracteur VC câble de tension pour câble tracteur	

Tableau		1.1.1	1.2.1	2.1.1	2.2.1	2.2.2	2.2.3	3.1.1	3.1.2	3.2.1	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.2.1	4.3.1	4.3.2	4.4.1	5.1.1	5.2.1	6.1.1	6.1.2	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.2.4
		Téléphérique monocâble va et vient à attaches fixes	Téléphérique bi-câble va et vient	Téléphérique bi-câble va et vient	Téléphérique bi-câble va et vient t	Téléphérique bi-câble va et vient	Téléphérique bi-câble va et vient	Téléphérique monocâble à mouvement continu à attaches fixes	Téléphérique monocâble à mouvement continu à attaches découplables	Téléphérique bi-câble à mouvement continu à attaches découplables	Blondin	Blondin	Blondin	Blondin	Blondin	Blondin	Blondin	Grue à câble	Grue à câble	Funiculaire	Funiculaire	Funiculaire	Funiculaire	Funiculaire	Funiculaire
A	Poulie motrice	X	X	X	X			X	X	X											X	X	X	X	X
A1	Tour coté motrice											X													
A2	Mât coté motrice												X												
A3	Mât coté motrice inclinable													X											
A4	Motrice fixe										X				X	X									
A5	Chariot de motrice														X		X								
A8	Pylône déplaçable avec motrice															X	X								
AW	Entraînement par treuil à tambour					X	X											X	X	X					
B	Câble de levage			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X								
C	Câble tracteur ou de translation du chariot		X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X	
CO	Câble tracteur amont																						X		X
CU	Câble tracteur aval																						X		X
C/B	Câble tracteur- levage																	X	X						
EB	Motrice pour câble de levage			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X								
EC	Motrice pour câble tracteur ou chariot		X		X					X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X
EL	Motrice du câble d'inclinaison du mât													X											
ER	Motrice pour câble porteur-tracteur	X		X				X	X																
F	Véhicule ou chariot			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X								
F1-n	Véhicule	X	X					X	X	X															
FS	Véhicules de funiculaire																			X	X				
FS1-n	Véhicules de funiculaire																					X	X	X	X
FSK	Chariot de levage																	X	X						
G1	Tour coté retour											X													
G2	Mât coté retour												X												
G3	Mât retour inclinable													X											
G4	Chariot retour														X		X								
G5	Retour fixe										X				X	X									
G7	Pylône retour déplaçable															X	X								
H2	Hauban arrière												X												
K2	Hauban latéral												X												
L3	Câble d'inclinaison du mât													X											
LK	Crochet de verrouillage de la charge																	X	X						
M	Voie de roulement radiale														X	X									
N1	Voie coté motrice																X								
N2	Voie coté retour																X								
P	Pylône	X	X	X	X	X	X	X	X	X															
R	Câble porteur-tracteur	X		X				X	X																

RC	Câble lest						X												X						
RW	Tambour d'entraînement pour câble lest						X												X						
S	Contrepoids																								
SC	Contrepoids pour câble tracteur		X							X											X		X		X
SCH	voie																			X	X	X	X	X	X
SR	Contrepoids pour câble porteur-tracteur	X		X				X	X																
ST	Contrepoids pour câble porteur		X							X															
SW	Evitement																					X	X		
T	Câble porteur		X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
TK	Pince pour câble porteur																	X	X						
U	Poulie retour	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	X	X		X
VC	Câble de tension pour câble tracteur		X							X											X		X		X
VR	Câble de tension pour câble porteur-tracteur	X		X				X	X																
VT	Câble de tension pour câble porteur		X							X															
W	Voie de roulement coté motrice ou coté retour								X	X															

Terminologie

Type d'installation		
Téléphérique		(en anglais: aerial ropeway; en américain: aerial tramway; en Suisse: Luftseilbahn; en Allemagne et en Autriche: Seilschwebebahn): Installation où la voie est constituée par un câble porteur (T) ou par un câble porteur-tracteur (R) en monocâble.
1	**Téléphérique va et vient**	Téléphérique où sur chaque voie un véhicule (F) ou un groupe de véhicule (F1-Fx) fait des aller-retour entre les deux gares d'extrémité.
Classification des téléphériques va et vient		primaire >>> suivant le type de système secondaire >>> suivant la fonction des câbles
1.1	Téléphérique monocâble va et vient	Téléphérique va et vient, où sur chaque voie un véhicule (F) mu et porté par un câble porteur-tracteur (R) fait des aller-retour entre les deux gares d'extrémité.
1.2	Téléphérique bi-câble va et vient	Téléphérique va et vient où la voie de roulement est un câble porteur (T) (fonction de portage) et où le mouvement est assuré par un câble tracteur (C) (fonction tracteur).
2	**Grue à câble à mouvement va et vient**	Téléphérique va et vient où le véhicule (chariot) (F) est équipé d'un treuil autonome pour le câble de levage (EB). Ceci permet de monter ou descendre la charge sur toute la longueur de la ligne. Si les charges sont uniquement prises où déposées dans les gares , l'installation sera classée comme téléphérique va et vient. Le treuil est radio-commandé.
2.1	Grue à câble monocâble va et vient	Grue à câble va et vient, où sur chaque voie un véhicule (F) mu et porté par un câble porteur-tracteur (R) fait des aller-retour entre les deux gares d'extrémité.
2.2.1	Grue à câble bi-câble va et vient	Grue à câble va et vient où la voie de roulement est un câble porteur (T) (fonction de portage) et où le mouvement est assuré par un câble tracteur (C) (fonction tracteur).
2.2.2	Grue à câble bi-câble va et vient, Entraînement par treuil à tambour	Grue à câble va et vient où la voie de roulement est un câble porteur (T) (fonction de portage) et où le mouvement est assuré par un câble tracteur (C) (fonction tracteur) entraîné par un treuil à tambour (AW). La descente du chariot se fait par gravité.
2.2.3	Grue à câble bi-câble va et vient, Entraînement par treuil à tambour et câble lest	Grue à câble va et vient où la voie de roulement est un câble porteur (T) (fonction de portage) et où le mouvement est assuré par un câble tracteur (C) (fonction tracteur) entraîné par un treuil à tambour (AW). La descente du chariot est assurée par un deuxième treuil à tambour (RW) synchronisé avec le treuil à tambour (AW).

3	**Téléphérique à mouvement continu**	Téléphériques à véhicules (F1) dont le mouvement est continu et unidirectionnel utilisé pour effectuer des transports des matériaux en vrac entre les deux gares d'extrémité. Il y a des systèmes dont les véhicules sont découplés (attaches découplables) dans les stations et des systèmes dont les véhicules restent attachés de façon permanente au câble (attaches fixes).
Classification des téléphériques à mouvement continu		primaire >>> suivant le type d'attaches secondaire >>> suivant le nombre de câbles
3.1.1	Téléphérique monocâble à mouvement continu à attaches fixes	Téléphérique monocâble à mouvement continu où les véhicules (F1-Fx) sont solidarisés à un câble porteur-tracteur (R) et restent solidaires de ce câble porteur – tracteur lors du passages dans les gares.
3.1.2	Téléphérique monocâble à mouvement continu et attaches découplables	Téléphérique monocâble à mouvement continu où les véhicules (F1-Fx) sont désolidarisés du câble porteur-tracteur (R).lors du passage en gare pour le chargement ou le déchargement.
3.2.1	Téléphérique bi-câble à mouvement continu à attaches découplables	Téléphérique bi-câble à mouvement continu où la voie de roulement est un câble porteur (T) (fonction de portage) et où le mouvement est assuré par un câble tracteur (C) (fonction tracteur) et où les véhicules (F1-Fx) sont désolidarisés du câble porteur-tracteur (R).lors du passage en gare.
4	**Blondin**	Grue, constituée de deux tours déplaçables. et/ou de deux mâts inclinables ou haubannés dont les têtes sont reliées par un câble en acier (câble porteur). Le transport des charges se fait au moyen d'un chariot circulant sur le câble porteur.
4.1	Voie de roulement fixe	Voie de roulement constituée de un ou plusieurs câbles porteurs dont les extrémités ne sont pas déplaçables.
4.2	Voie de roulement entre deux pylônes inclinables	Mâts qui peuvent être inclinés dans un sens perpendiculaire à l'axe de la ligne de sorte que les câbles porteurs peuvent être déplacés parallèlement.
4.3	Chariot circulant sur une voie radiale	Blondin , dont une extrémité du câble porteur est à ancrage fixe et dont l'autre est attachée sur un chariot ou une tour qui est déplaçable.
4.4	Chariots circulant sur des voies parallèles	Blondin , dont les deux extrémités sont déplaçables de manière synchrone.
5	**Grue à câble**	Les grues à câble sont équipés d'un câble qui assure les fonctions de translatio et de levage à l'aide de dispositifs mécaniques. Lorsque le câble est utilisé pour lever des charges le chariot est retenu en ligne par des dispositifs mécaniques ou par un câble lest. Lorsque le câble est utilisé pour translater la charge celle-ci est arrimée au véhicule par un dispositif mécanique. .
5.1	Sans câble lest	Voie inclinée, la descente du chariot se fait par gravité
5.2	Avec câble lest	Le chariot de levage est tracté dans les deux sens par le câble tracteur, respectivement par le câble lest, de ce fait une voie horizontale est possible. Le treuil amont et le treuil retour sont synchronisés.

6	**Funiculaire**	Téléphérique dont les véhicules (FS) sont tractés par un câble tracteur (C) sur une voie (SCH) (fonction de sustentation) posée sur un plan incliné ou horizontal. Le ou les véhicule(s) (FS) circulent en va et vient entre les deux gares d'extrémité.
Classification des funiculaires		Suivant le nombre de véhicules.
6	Voie avec évitement	Funiculaire où deux véhicules qui circulent en va et vient sur la même voie (même rails) sur la plus grande partie du trajet. Pour se croiser, les véhicules circulent sur deux voies parallèles grâce à un aiguillage.
6	Voies parallèles	Funiculaires où deux véhicules circulent en va et vient entre les gares d'extrémité sur deux voies parallèles.
6	Avec câble lest	Funiculaires à voie horizontale ou faiblement inclinée où pour un fonctionnement correct un câble tracteur aval (ZU) ou câble lest est nécessaire.

Terminologie des constituants

Repères	**Constituants et sous-ensembles**	
A	Poulie motrice	Poulie motorisée pour l'entraînement du câble
A1	Tour coté motrice	Structure fixe sans câbles d'ancraage qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté motrice à une certaine hauteur au-dessus du terrain.
A2	Mât coté motrice	Structure ayant la forme d'un poteau de forme cylindrique maintenu en position par des câbles d'ancrage qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté motrice à une certaine hauteur au dessus du terrain. Le mât côté motrice est fixé au sol à l'aide d'un palier à rotule.
A3	Mât coté motrice inclinable	Mât côté motrice qui peut être incliné par rapport à sont point d'ancrage au sol à l'aide d'un câble d'inclinaison motorisé pour consentir le déplacement du câble porteur.
A4	Ancrage fixe coté motrice	Structure fixe qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté motrice au ras du terrain.
A5	Chariot de motrice	Structure roulant sur rail permettant de fixer et de déplacer l'extrémité du câble porteur côté motrice au ras du sol.
A8	Pylône déplaçable avec motrice	Pylône pouvant être déplacé sur des rails pour le déplacement horizontal du câble porteur.
AW	Entraînement par treuil à tambour	Cylindre motorisé pour l'enroulement du câble.
B	Câble de levage	Câble des grues à câbles à va et vient (2.2),des blondins (5) et des grues à câbles pour en assurer la fonction de levage. Le câble de levage (B) s'enroule sur et se déroule d'un tambour.
C	Câble tracteur	Câble des téléphériques, grues et blondins pour en assurer la fonction de tractioni. Le câble tracteur (C) est mu par un entraînement, il transmet l'effort de translation au véhicule (F).

CU	Câble tracteur aval	Câble fixé au véhicule coté aval.
C/B	Câble tracteur- levage	Câble des grues à câble assurant le fonction de translation et de levage.
EB	Motrice pour câble de levage	Dispositif de levage motorisé assurant l'en-traînement du câble de levage. Dans la plupart des cas on utilise un treuil d'entraînement à tambour.
EC	Motrice pour câble tracteur	Dispositif motorisé qui transmet des forces mécaniques au câble tracteur. Dans la plupart des cas on utilise un système qui assure l'entraînement du câble tracteur par à son adhérence dans la gorge de la poulie motrice.
EL	Motrice pour câble d'inclinaison du mât	Dispositif motorisé pour l'entraînement du câble d'inclinaison des mâts. Dans la plupart des cas on utilise un système de treuil à tambour.
ER	Motrice pour câble porteur-tracteur	Dispositif motorisé qui transmet des forces mécaniques au câble porteur-tracte. Dans la plupart des cas on utilise un système qui assure l'entraînement du câble porteur tracteur par adhérence dans la gorge de la poulie motrice.
F	Véhicule	Constituants des installations de transport pour matériaux destinés à recevoir ou prendre en charge les marériaux à transporter.
F1 -n	Véhicules	Ensemble des véhicules d'une installations assurant le transport des matériaux.
FS	Véhicules de funiculaire	Type de véhicules utilisés par les funiculaires pour transporter les matériaux.
FSK	Chariot de levage	Chariot qui circule sur le câble d'une grue à câble, le chariot est équipé des dispositifs nécessaires pour l'utilisation du câble pour la fonction de translation et de levage.
G1	Tour coté retour	Structure fixe sans câbles d'ancrage qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté retour à une hauteur déterminée au-dessus du sol.
G2	Mât coté retour	Structure ayant la forme d'un poteau de forme cylindrique maintenu en position par des câbles d'ancrage qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté retour à une certaine hauteur au dessus du terrain. Le mât côté retour est fixé au sol à l'aide d'un palier à rotule.
G3	Mât retour inclinable	Mât côté retour qui peut être incliné par rapport à sont point d'ancrage au sol à l'aide d'un câble d'inclinaison motorisé pour consentir le déplacement le câble porteur.
G4	Chariot retour	Structure roulant sur rail qui permet de fixer et de déplacer l'extrémité du câble porteur côté retour au ras du terrain.
G5	Retour fixe	Structure fixe qui permet de fixer l'extrémité du câble porteur côté retour au ras du sol.
G7	Pylône retour déplaçable	Pylône côté retour qui se déplace sur des rails pour permettre le déplacement horizontal du câble porteur.
H2	Hauban arrière	Câble qui oppose sa résistance à l'action de la tension du câble porteur qui agit sur les mâts fixes et

		inclinables dans le sens de la ligne.
K2	Hauban latéral	Câble qui oppose sa résistance à l'action de la tension du câble porteur et du vent qui agissent sur un mât perpendiculairement à l'axe du câble porteur.
L3	Câble d'inclinaison du mât	Câble utilisé pour incliner le mât.
LK	Crochet de verrouillage de la charge	Dispositif mécanique du chariot de grue à câble utilisé pour arrimer la charge au véhicule pendant le trajet.
N1	Voie coté motrice	Voie de roulement équipée de rails sur laquelle se déplace la structure à laquelle est fixée l'extrémité du câble porteur côté motrice.
N2	Voie coté retour	Voie de roulement équipée de rails sur laquelle se déplace la structure à laquelle est fixée l'extrémité du câble porteur.coté retour
M	Voie de roulement radiale	Voie de roulement équipée de rails sur laquelle se déplacent le pylône ou le chariot des blondins radiaux.
P	Pylône	Structure portante permettant de maintenir les câbles à une hauteur déterminée.
R	Câble porteur-tracteur	Câble des installations monocâble ayant la fonction d'assurer les fonctions de translation et de levage.
RC	Câble lest	Câble qui assure la translation du et qui relie la motrice au chariot en passant par la station retour.
RW	Motrice pour Câble lest	Dispositif motorisé qui assure l'entraînement du câble lest et son synchronisme avec le câble tracteur et de levage. Dans la plupart des cas on utilise un entraînement par treuil à tambour.
S	Contrepoids	Masse attachée à l'extrémité du câble pour en assurer la tension.
SC	Contrepoids pour câble tracteur	Masse attachée à l'extrémité du câble tracteur pour en maintenir la tension.
SCH	Voie	Voie formée par des rails et des traverses
SR	Contrepoids pour câble porteur-tracteur	Masse attachée à d'autres constituants pour assurer la tension du câble porteur-tracteur.
ST	Contrepoids pour câble porteur	Masse attachée directement ou à d'autres constituants pour assurer la tension du câble porteur.
SW	Evitement	Section de la voie formée par dédoublement des rails sur laquelle les véhicules se croisent en s'évitant. Les rails extérieurs sont continus et assurent le guidage des véhicules.
T	Câble porteur	Câble des téléphériques à va et vient, grues à câbles et blondins qui assure la fonction de sustentation.
TK	Pince pour le câble porteur	Dispositif mécanique des véhicules des grues à câbles assurant la solidarisation du véhicule avec le câble porteur pendant les opérations de descente et de levage de la charge.
U	Poulie de renvoi	Corps tournant qui repose sur une structure portante et assure l'inversion de la direction d'un câble mobile de plus de 5°

VC	Câble de tension pour le câble tracteur	Section de câble entre le contrepoids et la poulie qui assure la transmission de la force nécessaire pour maintenir constante la tension du câble tracteur.
VR	Câble de tension pour le câble porteur tracteur	Section de câble entre le contrepoids et la poulie qui assure la transmission de la tension nécessaire pour maintenir constante la tension du câble porteur tracteur.
VT	Câble de tension pour câble porteur	Section de câble entre le contrepoids et le câble porteur. La liaison des extrémités du câble de tension et du câble porteur est assurée par des mordaches ou des manchons.
W	Rails de station	Constituants de la voie sur lesquels se déplacent en station les véhicules désaccouples du câble à leur entrée en station pour se présenter au poste de chargement ou de déchargement.

ANNEXE B

Exemple d'analyse du risque pour les installations de transport à câbles

Introduction

Le développement des installations de transport à câbles connaît d'incessants changements. Ces installations doivent satisfaire à des exigences très diverses. Souvent, il n'existe pas de dispositions concrètes en matière de sécurité. Il est donc nécessaire de procéder à une analyse du risque pour chaque installation de transport à câbles pour pouvoir trouver les solutions appropriées.

Les installations de transport à câbles doivent respecter les exigences de base en matière de sécurité et de protection de la santé et être construites selon les règles reconnues de la technique. Il va de soi qu'elles ne doivent pas pouvoir mettre en danger et nuire à la santé des opérateurs, des passagers et des tiers lors de leur fonctionnement correct et conforme aux règles en vigueur.

Il est expliqué ci-après comment procéder avec méthode à une analyse du risque et recenser tous les risques pour les opérateurs et l'installation. Cette analyse se fonde sur la norme «Sécurité des machines – Évaluation des risques - Partie 1: Principes: EN ISO 14121-1». Elle s'applique aux grues à câbles et aux installations à câble temporaires ou permanentes pour le transport de matériel.

La qualité d'une appréciation du risque dépend fortement de son exhaustivité. Il n'est possible d'être exhaustif que lorsque les différents spécialistes connaissant le produit en question travaillent ensemble. Il est donc souhaitable que des experts de la conception, du montage, des achats, des commandes et de la sécurité, voire aussi le futur utilisateur, participent à l'appréciation.

Pour pouvoir utiliser un programme informatique disponible dans le commerce pour l'analyse du risque, il faut disposer des connaissances de base sur les liens entre risques, causes et événements. Ces programmes sont conçus en général sur la base de la norme EN ISO 14121-1 déjà mentionnée. Ils constituent un outil, certes précieux, mais seulement d'accompagnement puisque les personnes effectuant l'analyse doivent procéder elles-mêmes par exemple à la formulation des objectifs de protection, à la répartition des risques dans la matrice et à l'évaluation de leur acceptation.

1 *Procédure*

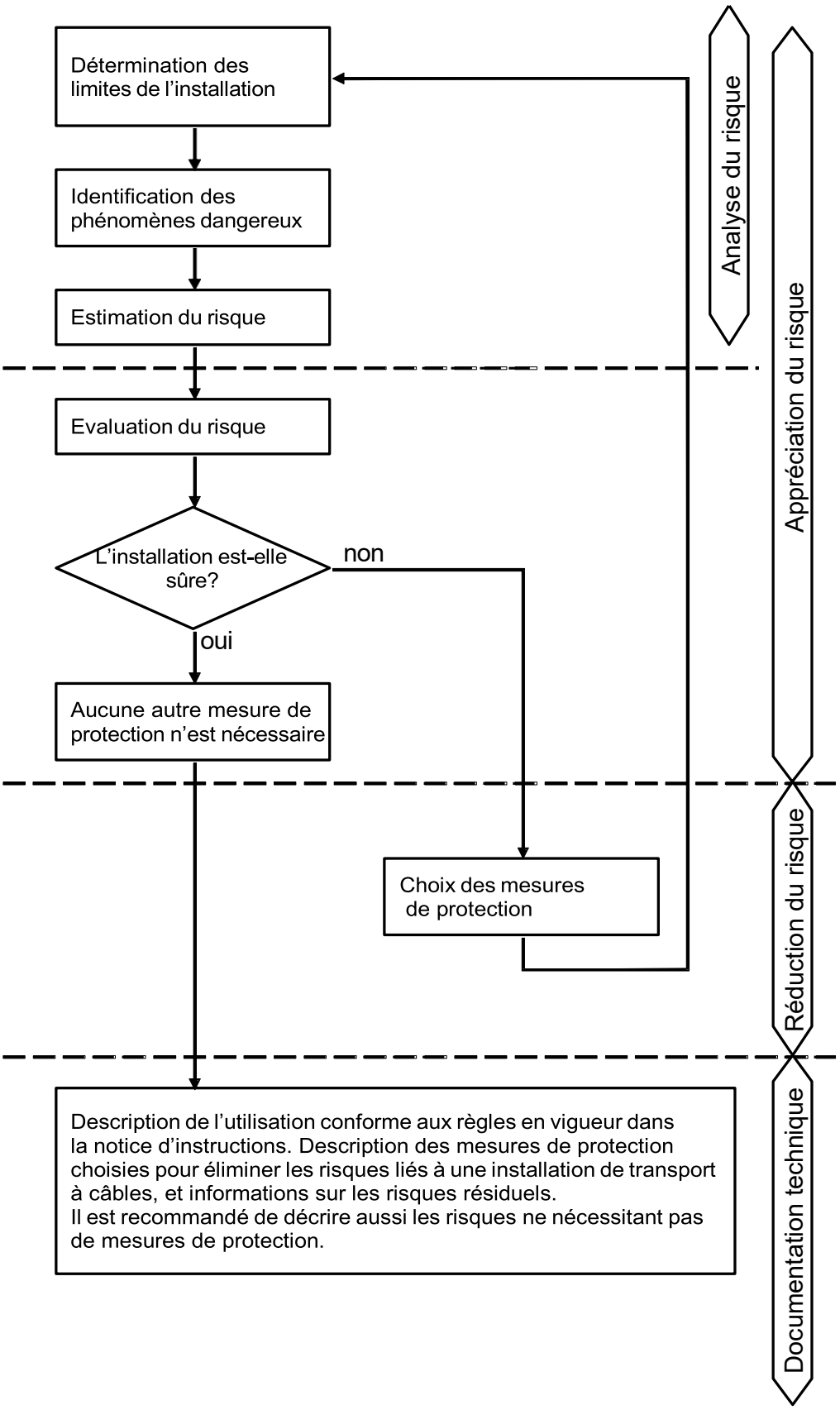


Illustration 1: représentation schématique de la procédure d'appréciation du risque

2 *Condition d'apparition d'un événement*

Pour qu'un événement se produise, par exemple un accident, il faut qu'une partie de l'installation de transport à câbles ou qu'une personne soit exposée à un effet dommageable (risque).

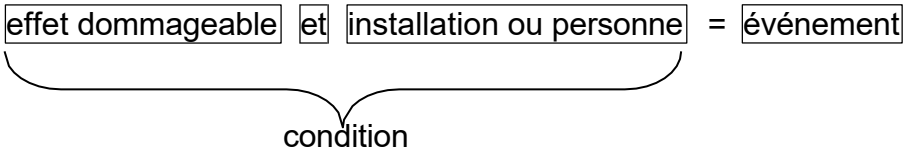


Illustration 2: condition d'apparition d'un événement

3 *Causes*

La construction d'une installation de transport à câbles peut faire apparaître des situations dangereuses. L'installation de transport à câbles doit donc être conçue de manière à réduire au maximum l'occurrence probable d'un événement. En outre, les personnes pouvant se trouver dans une situation dangereuse doivent recevoir une formation appropriée pour éviter que surviennent d'éventuels événements résiduels. Par conséquent, toutes les causes pouvant créer un événement dépendent des capacités, des connaissances et de la volonté des individus. Il faut donc chercher, selon l'approche de l'analyse, tous les risques liés à l'installation de transport à câbles ou aux personnes et tous leurs effets.

4 *Système*

Une appréciation du risque correcte nécessite de recenser toutes les situations dangereuses prévisibles liées à l'installation de transport à câbles.

4.1 Type de l'installation

Teleférique pour transport a càbles
La description de l'installation de transport à câbles doit indiquer clairement le type de l'installation et si elle est utilisée pour le transport de personnes ou de matériel/matériaux ou les deux à la fois.

4.2 Domaine d'utilisation

La définition du domaine d'utilisation doit indiquer le type de marchandises transportées et à quelle fréquence ainsi que la durée de vie de l'installation prévue à sa conception. Il convient de décrire aussi le transport du personnel de maintenance. Ces données permettent de déterminer la sollicitation du véhicule de transport, des organes de commande, des câbles et des systèmes porteurs.

5 *Etendue du système et interaction de chaque sous-ensemble*

Les limites spatiales de l'installation de transport à câbles sont déterminées à partir de l'étendue du système. Il convient donc d'indiquer si le système comprend par exemple une station inférieure et/ou supérieure, des installations de chargement ou de déchargement, d'alimentation ou de décharge; le nombre de pylônes, toutes les stations intermédiaires, le câble tracteur, etc. L'interaction de chaque sous-ensemble est à décrire de façon appropriée.

6 *Identification des personnes exposées*

Il est important de savoir pour l'analyse du risque quelles sont les personnes qui circulent ou séjournent à proximité de l'installation de transport à câbles. Elles sont là soit au cours du fonctionnement normal de l'installation, c'est-à-dire conforme à sa destination, soit au cours d'un fonctionnement particulier tel que contrôle, montage, maintenance, nettoyage, entretien. Il ne faut pas oublier de tenir compte de la présence éventuelle de tiers, par exemple randonneurs, curieux ou animaux.

7 *Identification des situations dangereuses*

Il est nécessaire de recenser et de consigner tous les dangers liés à une utilisation de l'installation de transport à câbles conforme à sa destination et pouvant se produire au sein des différents systèmes partiels ainsi que dans leurs interfaces.

7.1 Exemples de dangers liés aux installations de transport à câbles:

Environnement	Fonctionnement	Personnes	Charge
pluie	forces mécaniques	espace libre	perte de matériel
eau	forces hydrauliques		poids de la charge
neige	vitesse	fausse manœuvre	dimensions de la charge
glace, gel	électricité		
vent	électricité statique		
température	vibrations		
foudre			
éboulement			
avalanche			
feu			
coulée de boue			
tremblement de terre			
rayonnement			
bruit			

7.2 Exemples de dangers liés aux personnes:

- mécanique
- énergie thermique
- vibrations
- substances, matériaux
- démarrage intempestif
- panne de l'alimentation en énergie
- montage défectueux
- électricité
- bruit
- rayonnement
- modification de la vitesse
- panne de l'alimentation de la commande
- type des marchandises transportées
- glissades, faux pas, chutes

8 *Recensement des situations dangereuses*

Il convient de déterminer si un danger existant peut avoir des effets négatifs sur des personnes ou l'installation de transport à câbles au cours de son fonctionnement normal et particulier ainsi que lors de travaux de maintenance, d'entretien et de révision.

9 *Recensement des événements et de leurs causes*

Il convient de recenser les causes pouvant provoquer un événement (accident), c'est-à-dire de voir ce qui doit se passer pour que l'installation de transport à câbles ou une personne soit mise en danger. L'identification des causes permet de déterminer ensuite les événements.

Ce travail de recensement doit être effectué pour tous les systèmes, les systèmes partiels et leurs interfaces au cours des divers fonctionnements de l'installation. Il est ainsi possible de connaître les événements concernant l'installation, la marchandise transportée ou les opérateurs.

Quelques exemples de causes:

Les causes déterminantes pour un possible événement peuvent apparaître au cours de l'étude du projet, de la conception, de la construction ou du fonctionnement de l'installation de transport à câbles. Elles sont de trois types:

Ne pas pouvoir	**Ne pas savoir**	**Ne pas vouloir**
corpulence	(in)formation insuffisante	apathie
handicap	manque d'expérience	manque de discernement
défaut de fabrication	notice d'instructions incomplète	volonté de s'économiser
manque de temps		solution de facilité
surestimation		
ergonomie inadaptée		
compréhension insuffisante		

10 *Définition du risque*

Toute situation dangereuse spécifique implique une certaine probabilité qu'un événement se produise.

Le

risque relatif au phénomène dangereux considéré

est fonction de la

gravité du dommage possible pouvant résulter du phénomène dangereux considéré

et de la

probabilité d'occurrence de ce dommage.

Les facteurs suivants déterminent la probabilité d'occurrence:
- fréquence et durée d'exposition,
- probabilité d'occurrence d'un événement dangereux,
- possibilité d'éviter ou d'éliminer le dommage.

Illustration 3: éléments du risque.

11 *Estimation du risque*

Il convient d'estimer pour chaque situation dangereuse le dommage le plus important possible et sa probabilité d'occurrence. La gravité du dommage peut être classée en différentes catégories sur la base, par exemple, du dommage occasionné à l'installation de transport à câbles (dommages matériels), de la blessure ou de l'atteinte à la santé des personnes concernées (dommages corporels).

Dommages matériels (installation)	***Dommages corporels (personnes)***
1. dommage sans interruption du fonctionnement de travail	1. blessure sans arrêt
2. dommage réparable en une journée au maximum	2. blessure réversible
3. dommage réparable en plusieurs jours	3. blessure irréversible
4. dommage irréparable	4. décès

Probabilité d'occurrence

La probabilité d'occurrence dépend de la situation dangereuse spécifique. Lors de la phase de conception d'une installation de transport à câbles, la probabilité d'occurrence est souvent trop abstraite. Il est donc recommandé de choisir une valeur assez élevée. La représentation graphique ci-dessous peut être utilisée pour des dommages matériels (installation) ou corporels (personnes).

A. improbable (1 événement pendant toute la durée de vie de la machine)
B. rare (1 événement tous les 1/10e de la durée de vie de la machine)
C. occasionnelle (1 événement tous les 1/50e de la durée de vie de la machine)
D. fréquente (> 1 événement tous les 1/250e de la durée de vie de la mchine)

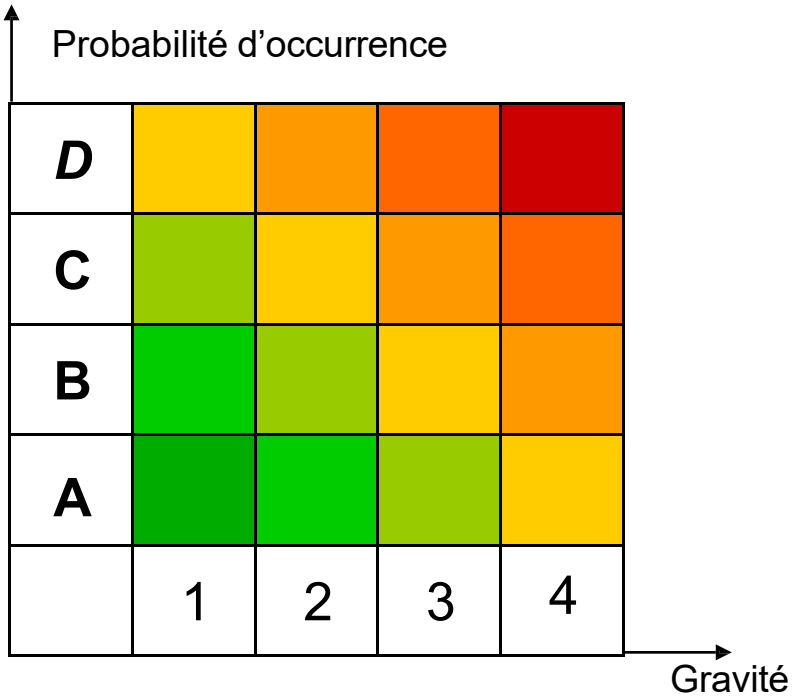


Illustration 4: représentation du risque dans une matrice.

12 *Fixation d'objectifs de protection*

Il faut fixer un objectif de protection pour chaque événement. Il s'agit de décrire les conditions nécessaires pour que les solutions choisies puissent empêcher l'occurrence d'événements éventuels. Une définition neutre et précise des objectifs accroît le nombre de solutions (mesures) possibles.

13 *Mesures de protection*

Lors du choix des solutions (mesures de protection), le fabricant doit procéder comme suit:

1. **élimination ou réduction des dangers**
   intégration du concept de sécurité dans la conception et la construction de l'installation de transport à câbles;

2. **prise des mesures de protection nécessaires**
   contre les dangers ne pouvant être éliminés;

3. **information de l'utilisateur sur les risques résiduels**
   en raison de l'efficacité partielle des mesures de protection prises, il faut signaler à l'utilisateur qu'il a besoin d'une formation spéciale ou d'équipements de protection individuelle.

14 *Evaluation des mesures de protection*

L'efficacité de chaque mesure de sécurité envisagée doit être évaluée selon la procédure décrite, de manière à garantir qu'elle atteigne l'objectif souhaité. C'est le seul moyen de garantir que la mesure est adaptée à l'objectif et ne crée pas de danger supplémentaire. Il est toujours nécessaire de mentionner, par ex. dans une colonne spécifique, pour chaque mesure, les documents de référence, de sorte que chaque élément de la chaîne de risque est fermé. De cette manière, il est clair que les mesures de sécurité adoptées, spécifiées dans les documents de référence

Exemple

L'exemple ci-après illustre l'analyse du risque d'un téléphérique à va-et-vient monocâble pour le transport de matériaux. L'analyse se limite à un pylône et au fonctionnement normal. Le tableau intitulé «Influences» présente les interactions. Le tableau intitulé «Appréciation du risque» recense les causes, les dangers, les événements ainsi que les risques avant et après la prise de mesures.

Installation			Téléphérique à va-et-vient monocâble pour le transport de matériaux en vrac (gravier, 5 000 kg)																									
Utilisation			12 h/j, 6 j par semaine; plein vers le sommet, à vide vers la vallée; durée de vie de 20 ans, vitesse maximale du vent de 100 km/h.																									
Auteurs			Fritz Meyer, technique; Ruedi Neumach, conception; Hans Kerbholz, fabrication; Kari Pfiffig, montage; 7 avril 2002																									
			Influences	**Environnement**															**Fonctionnement**						**Personnes**		**Charge**		
Composants			**Types**	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
			Fonctions	**Pluie**	**Eau**	**Neige**	**Glace, gel**	**Vent**	**Température**	**Foudre**	**Eboulement**	**Avalanche**	**Feu**	**Coulée de boue**	**Tremblement de terre**	**Rayonnment**	**Bruit**	**mécaniques**	**Forces hydrauliques**	**Vitesse**	**Electricité**	**Electricité statique**	**Vibrations**	**Gabarit**	**Fausse**	**Perte de matériel**	**Poids de la**	**Dimensions charge**
Station inf.	1																											
Station sup.	2																											
Pylône	3	1	Fondations				x				x	x			x													
	3	2	Structure					x			x													x				
	3	3	Tête					x																				x
	3	4	Poulies			x																x	x					
	3	5	Accès				x																		x			
	3	6	Passerelle			x	x																x					

Tableau "Influences"

Tableau Appréciation du risque

Installation	Téléphérique à va-et-vient monocâble pour le transport de matériaux en vrac(gravier, 5 000 kg)
Utilisation	12 h/j, 6 j par semaine; plein vers le sommet, vide vers la vallée; durée de vie de 20 ans, vitesse maximale du vent de100 km/h.
Auteurs	Fritz Meyer, technique; Ruedi Neumach, conception; Hans Kerbholz, fabrication; Kari Pfiffig, montage; 7 avril 2002

Dommages occasionnés à'iInstallation de transport à câbles	**Dommages de personnes**	**Probabilité d'occurrence**
1. dommage sans interruption du fonctionnement	1. blessure légère sans arrêt de travail	A. improbable (1 événement pendant toute la durée de vie de l'installation ou tous les20 ans)
2. dommage réparable en une journée au maximum	2. blessure réversible	B. rare (1 événement tous les 1/10e de la durée de vie de l'installation ou tous les2 ans)
3. dommage réparable en plusieurs jours	3. blessure irréversible	C. occasionnelle (1 événement tous les 1/50e de la durée de vie de l'installation ou tous les6 mois)
4. dommage irréparable	4. décès	D. fréquente (> 1 événement tous les 1/250e de la durée de vie de l'installation ou une fois par mois)

Interaction	Composants	Sous-composants	Influences	Phénomènes dangereux	Causes	Evénements	Risques 1	Risques 2	Risques 3	Risques 4	Objectifs de protection	Mesures	Remarques	Risques 1	Risques 2	Risques 3	Risques 4	Références:
3.1.d	Pylône	Fondations	Glace, gel	Mouvements des fondations	Profondeur insuffisante des fondations	Déplacement des fondations	D	C	B	A	Empêcher le gel d'agir sur la stabilité des fondations	Positionnement hors-gel des fondations	Déterminer la zone hor-sgel	D	C	B	A	Calculs dans la section n. ...
3.1.h	Pylône	Fondations	Eboulement	Eboulement, chute de pierres	Présence d'animaux à proximité du pylône	Endommagement des fondations	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement des fondations par des chutes de pierres	Mise en place d'une paroi de protection	Prendre en compte d'autres emplacements	D	C	B	A	Instructions dans le doc. n. ...
3.1.i	Pylône	Fondations	Avalanche	Accumulation de neige	Pylône sur un terrain exposé	Déplacement des fondations au contact de la masse de neige	D	C	B		Empêcher le déplacement des fondations consécutivement aux mouvements de la neige	Mise en place d'une paroi de protection	Prendre en compte d'autres emplacements	D	C	B		Instructions dans le doc. n. ...
3.1.l	Pylône	Fondations	Tremblement de terre	Secousses sismiques	Pression de gaz sous la surface de la Terre	Déplacement des fondation,s rupture du pylône	D	C	B	A	Empêcher que les fondations soient endommagées par un tremblement de terre d'une magnitude ?4 sur l'échelle de Richter	Dimensionnement des fondations en conséquence	Analyser les zones sismiques	D	C	B	A	Calculs dans la section n. ...
3.2.e	Pylône	Conception	Vent	Pression dynamique du vent	Vitesse du vent supérieure à la valeur acceptée de100 km/h	Rupture et renversement du pylône	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement par un vent fort	Mise en place d'un anémomètre permettant 'larrêt de l'installation	Effectuer des contrôles réguliers de fonctionnement	D	C	B	A	
3.2.h	Pylône	Conception	Eboulement	Eboulement, chute de pierres	Présence d'animaux à proximité du pylône	Déformation du pylône, dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement du pylône par des chutes de pierres	Mise en place d'un filet de protection du pylône jusqu'uà la paroi de protection	Utiliser un filet de protection amovible	D	C	B	A	
3.2.u	Pylône	Conception	Gabarit	Heurt du pylône par un véhicule ou une charge	Conception ou chargement inadaptés	Déformation du pylône, dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement du pylône par un véhicule ou une charge	Mise en place de butoirs et de glissières		D	C	B	A	
3.3.e	Pylône	Tête	Vent	Pression dynamique du vent	Vitesse du vent supérieure à la valeur indiquée de100 km/h	Déformation de la tête du pylôn,e dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement du pylône par un vent fort	Mise en place d'un anémomètre permettant 'larrêt de l'installation	Effectuer des contrôles réguliers de fonctionnement	D	C	B	A	
3.3.y	Pylône	Tête	Dimensions de la charge	Heurt de la tête par une charge	Chargement inapproprié	Déformation de la tête du pylôn,e dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher tout endommagement du pylône par une charge	Répétition régulière de l'information auprès du personnel	(In)formation périodique du personnel	D	C	B	A	
3.4.c	Pylône	Poulies	Neige	Neige dans la zone des poulies	Accumulation de neige dans les poulies	Blocage des poulies, dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher le blocage du fonctionnement des poulies ou le remplissage de leurs gorges par l'accumulation de neige	Installation de dispositifs de raclage de la neige		D	C	B	A	
3.4.s	Pylône	Poulies	Electricité statique	Décharge d'électricité statique	Accumulation de charges liée à des contacts de matériaux différents ou à des frictions(vent)	Dysfonctionnement de la commande	D	C	B	A	Empêcher tout dysfonctionnement de la commande en raison d'une accumulation de charges électriques	Capacité du train de poulies à conduire l'électricité, mise à la terre de tous les composants		D	C	B	A	
3.4.s	Pylône	Poulies	Electricité statique	Décharge d'électricité statique	Accumulation de charges liée à des contacts de matériaux différents ou à des frictions(vent)	Opérateur reçoit une décharge électrique	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger des opérateurs par une accumulation de charges électriques	Capacité du train de poulies à conduire l'électricité, mise à la terre de tous les composants		D	C	B	A	
3.4.t	Pylône	Poulies	Vibrations	Entrée en résonnance des poulies	Structure sous-dimensionnée, oscillations du câble	Rupture de la poulie, dégorgement du câble	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger de personnes par la chute d'éléments de 'linstallation	Installation sur le support des jies d'un dispositif pour d'amortissement des vibrations		D	C	B	A	
3.5.d	Pylône	Accès	Glace	Surface glissante (glace)	Présence de glace dans la zone d'accès	Chute de hauteur de personnes, blessures dues à la chute de glace	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger des personnes par la présence de glace	Interdiction de monter sur les pylônes en présence de glac;e (in)formation	(In)formation périodique du personnel	D	C	B	A	
3.5.v	Pylône	Accès	Manœuvre erronée	Danger pour sa propre personne	Manque de concentration, stress; grande fatigue	Chute de hauteur de personnes	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger de personnes par une manœuvre erronée de dispositifs	Mise à disposition d'EPI en bon état, (in)formation		D	C	B	A	
3.6.c	Pylône	Passerelle	Neige	Surface glissante (neige)	Accumulation de neige	Chute de hauteur de personnes	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger des personnes par la neige	Utilisation de caillebotis à grosses mailles		D	C	B	A	
3.6.d	Pylône	Passerelle	Glace, gel	Surface glissante (neige)	Présence de glace sur la passerelle	Chute de hauteur de personnes	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger des personnes par la présence de glace	Mise en place de garde-corps et d'œillets d'accrochage pour les équipements de protection contre les chutes en nombre suffisant		D	C	B	A	
3.6.t	Pylône	Passerelle	Vibrations	Entrée en résonnance de la passerelle	Structure sous-dimensionnée, oscillations du câble	Rupture de la passerelle, chute de hauteur de personnes	D	C	B	A	Empêcher la mise en danger de personnes par les vibrations	Installations sur la fixation des échelles d'un dispositif d'amortissement des vibrations		D	C	B	A	

Tableau "Appréciation du risque" Depuis: Fritz Meyer, secteur technique, guide sur les téléphériques, 29 mai 2002, Berne

ANNEXE C

Exemple de reglement d'exploitation

(Cette annexe a la valeur d'un texte de référence. Elle constitue un exemple qui doit être adapté au cas spécifique de chaque installation)

1 Conduite de l'exploitation

1.1 Direction technique : chef d'exploitation nn ……..
adjoint du chef d'exploitation nn ……..

1.2 Autres membres du personnel : conducteur nn ……...
agents de gare nn ……...

1.3 Les modalités d'exploitation ne doivent pas constituer un risque pour la vie et la santé de personnes et ne pas préjuger l'intégrité des choses.

1.4 Le chef d'exploitation est tenu à prendre les mesures nécessaires pour assurer une exploitation conforme à la réglementation, un contrôle permanent et la maintenance régulière de l'installation conformément aux instructions de service et de maintenance du constructeur.

1.5 Le bon fonctionnement de l'installation doit être vérifié avant chaque mise ou remise en service de l'installation et notamment le bon fonctionnement des installations de communication par radio et des installations de signalisation.

1.6 Le transport de personnes est défendu, faite exception du transport de personnes qui

a) doivent effectuer une course pour assurer la maintenance et l'inspection de l'installation,
b) doivent être transportées jusqu'à leur poste de travail,

à condition que les installations soient dûment équipées et aménagées pour pouvoir transporter des personnes et que les dispositions complémentaires nécessaires pour en assurer le transport aient été prises et que le chef d'exploitation ait autorisé ce transport.
Pour les mesures complémentaire à prendre voir le point 12.
Le cas échéant et dans les cas prévus une demande d'autorisation doit être présentée à l'autorité compétente.

2 Données techniques

Longueur _____ m
Dénivelé _____..m
Charge utile maximale _____..t
Dimensions géométriques maximales du matériel à transporter:
Longueur _____m; largeur _____m; hauteur _____m

Vitesse de marche maximale _____m/s
Liste et caractéristiques techniques des câbles:

3 Instructions, panneaux d'avertissement et de défense

Des mesures appropriées doivent être prises pour assurer la lisibilité parfaite des panneaux d'avertissement de la défense de transporter de personnes, des panneaux d'avertissement de la défense d'accès à la station et aux supports de lignes pour les non-autorisés, des panneaux d'avertissement de la défense de demeurer dans la zone réservée au passage des véhicules dans les stations intermédiaires, des panneaux indicateurs de la charge utile. Toutes les instructions et défenses que le chef d'exploitation estime nécessaires doivent être installées et affichées dans les stations, stations intermédiaires ou sur les véhicules. Il en est de même pour les panneaux indicateurs de la hauteur maximale admissible des croisements avec d'autres moyens de transport et lignes.

4 Les stations

4.1 Il est défendu de garder dans les stations ou le poste de commande du conducteur des objets qui ne sont pas indispensables pour le bon fonctionnement de l'installation. Tous les constituants de l'installation qui exigent une maintenance et des contrôles ininterrompus doivent être facilement accessibles. Des mesures doivent être prises pour garantir que l'accès à la zone de chargement et à la voie réservée au passage des véhicules restent toujours dégagés et libres de tous obstacles.

4.2 L'entreposage de matériaux combustibles doit être conforme aux prescriptions en vigueur et la quantité des matériaux combustibles entreposés réduite au minimum nécessaire.

4.3 Tout obstacle pouvant entraver le libre mouvement du contrepoids et de la poulie de tension doit être évitée. Le fonctionnement parfait des protections des puits des contrepoids et le bon état des garde-corps et de l'accès au puit du contrepoids, ainsi que l'élimination de l'eau éventuellement pénétrée dans le puits du contrepoids doivent être garantis.

4.4 Les câbles doivent être raccourcis à temps afin de garantir, compte tenu de la charge et de la température, le libre mouvement du contrepoids.

4.5 Des mesures appropriées doivent être prises pour empêcher les personnes non autorisées d'accéder à l'installation après l'arrêt du service.

4.6 Les dispositions nécessaires doivent être prises pour être sûr d'avoir toujours à disposition des extincteurs et le matériel de pansement de secours, ainsi qu'un plan d'action pour les cas d'urgence.

5 Dispositifs d'entraînement et de renvoi

5.1 Il faut choisir une conception de poulie qui puisse assurer le bon guidage et la position centrée du câble du côté entrée et du côté sortie de la poulie.

5.2 Les garniture et les sabots des freins doivent être remplacés à temps pour prévenir l'endommagement potentiel des tambours et des disques des freins.

5.3 Des dispositions doivent être prises pour assurer le fonctionnement parfait des dispositifs de protection contre les accidents pouvant être provoqués par un contact accidentel.

5.4 Des dispositions doivent être prises pour maintenir la tension des câbles à un niveau satisfaisant.

5.5 La longueur du câble tracteur des installations entraînées par un treuil à tambour doit être choisie de sorte à avoir trois tours de câble sur le tambour dans toutes les conditions d'exploitation.

5.6 Des mesures appropriées doivent être prises pour garantir l'enroulement correcte des câbles sur les tambours du treuil.

6 Le tracé

6.1 L'action provenant de l'extérieur (par exemple chutes de pierres, végétation, chute des arbres, éboulements, avalanches, nouvelles constructions et routes) ne doit pas pouvoir préjuger la sécurité de l'installation ou empiéter sur le gabarit libre de l'installation.

Il est défendu: a) d'allumer des feux le long du tracé de l'installation ou à une distance telle que l'action de la chaleur risque de provoquer des dommages aux supports de ligne et / ou la voie et aux câbles de l'installation.

b) d'entreposés les objets qui ne sont pas indispensables pour le bon fonctionnement de l'installation dans le voisinage immédiat des supports de ligne et / ou de la voie.

7 Exploitation

7.1 La sécurité de l'installation doit être assurée par un système bien défini de signaux et de communications radio.

7.2 L'avertissement de l'imminence de la mise en marche de l'installation doit être assuré par des communications radio ou des dispositifs de signalisation, notamment lorsque les zones dangereuses ne sont pas surveillées.

7.3 Pour chaque installation il faut choisir un système de signaux qui lui est propre.

7.4 Lorsque l'installation est en service les agents doivent à tout instant avoir la possibilité d'intervenir pour régler son fonctionnement.

7.5 Les prescriptions de vitesse de marche du constructeur de l'installation et ces prescriptions relatives à la charge utile et les dimensions des charges admissibles doivent être respectées.

7.6 Tous les transports exceptionnels dont la vitesse, les charges utiles et les dimensions des charges dépassent les valeurs prescrites doivent être autorisés au préalable par le constructeur et le cas échéant aussi par l'autorité compétente.

8 Interruption et reprise du service

8.1 La constatation de désordres de fonctionnement qui risquent de préjuge de la sécurité de l'installation doit provoquer à l'arrêt de l'installation.

8.2 Il est défendu de continuer l'exploitation en cas de tempêtes ou d'autres situations qui constituent un risque inadmissible pour la sécurité de l'installation.

8.3 Après un arrêt prolongé de l'installation ou arrêt dû aux circonstances mentionnées ci-dessus au point 8.2 la sécurité de l'installation doit être vérifiée avant la reprise du service. Quelques exemples de constituants dont la sécurité de fonctionnement doit être vérifiée sont indiqués ci après:
- Les ancrages des câbles,
- Attache du câble tracteur au chariot,
- L'état du câble dans le voisinage de l'attache,
- La position du câble sur toute la longueur de la ligne,
- Le gabarit libre le long de la ligne (branches, arbres et enceintes),
- Dispositifs de signalisation et de communication par interphone,
- Interrupteurs différentiels,
- Dispositifs de protection contre la foudre.

9 Maintenance

9.1 Les instructions de service et de maintenance du constructeur doivent être respectées.

9.2 Des dispositions appropriées doivent être prises pour éviter toute mise en marche accidentelle de l'installation pendant les travaux de maintenance, par exemple prévoir l'interruption de l'alimentation de courant, et éviter ainsi des situations dangereuses que peut provoquer une mise en marche accidentelle.

9.3 Tous les travaux de maintenance doivent être enregistrés sur le journal d'exploitation et documentés.

9.4 Les agents qui effectuent des travaux de maintenance et / ou des contrôles doivent utiliser leur équipement de protection. Lorsque ces travaux sont effectués en hauteur avec risque de chutes les agents doivent utiliser en outre un équipement de protection individuelle contre les chutes.

9.5 En principe les courses de maintenance et de contrôle ne peuvent être effectuées qu'après une vérification préalable de l'état satisfaisant de l'installation et notamment l'état satisfaisant des attaches du véhicule au câble porteur tracteur.

9.6 Les travaux de maintenance et les inspections sont classifiés en fonction de leur importance et de leur fréquence; ils doivent être effectués

conformément aux instructions du constructeur

9.7 Sans porter préjudice à la règle établie au point précédent il est nécessaire de procéder au moins une fois par an à une révision minutieuse de l'installation et prendre immédiatement toutes les mesures nécessaires pour éliminer les défauts constatés au cours de la révision. Les vérifications qui doivent être faites dans le cadre de ces révisions sont par exemple les vérifications suivantes:

- Vérification de l'intégrité de la structure des stations, des supports de ligne et / ou de la voie et des fondations, ainsi que de leur conformité avec les prescriptions,
- Vérification de l'alignement et nivellement des fondations,
- Vérification de l'inclinaison longitudinale et transversale, de la torsion et de l'alignement des supports de ligne et de la voie,
- Vérification de la tenue des suspensions des sabots des câbles tracteurs, de la position correcte des câbles tracteurs et des câbles porteurs, de la liberté de rotation et de l'alignement des galets,
- Vérification de la fixation des câbles téléphoniques dans les stations et sur les supports de ligne,
- Vérification des fissurations et tassements du puit du contrepoids et des fondations,
- Vérification des constituants mécaniques et des dispositifs de sécurité, de la bonne tenue des vis et de leurs rondelles de sécurité, de l'état intact des soudures, de l' engrènement correct des engrenages directs et des engrenages coniques, l'état des freins, des garnitures des freins et des leviers de commande ainsi que du dispositif de débrayage de la commande à courroie, tension correcte des courroies trapézoïdales et des courroies plates, vérification de l'état du dispositif de mise en tension et des ancrages du câble porteur et du câble tracteur, vérification de l'attache du chariot au câble tracteur,
- Vérification de l'état intact des dispositifs de protection contre les constituants mobiles et des garde-corps,
- Vérification de l'état des passerelles,
- Vérification de tous les constituants caractérisés par une forte usure (galets du câble tracteur, anneaux de garniture, garnitures des freins, garnitures des poulies,
- Vérification de la lubrification régulière de tous les constituants mobiles,
- Vérification de l'existence et de la bonne lisibilité de toutes les instructions et inscriptions et de tous les panneaux indicateurs de défenses et des instructions sur panneaux,
- Vérification de l'état satisfaisant du matériel de secours et des extincteurs
- Inspection de tous les câbles (voir point 10),
- Vérification de l'équipement électrique.

L'élimination des défauts constatés de l'équipement électrique au cours de la vérification doit être confiée à une personne habilitée.

9.8 Le dispositif de protection contre la foudre doit être vérifié au moins tous les trois ans et sinon immédiatement après une décharge de foudre ou une modification de l'installation. Les défauts constatés doivent être éliminés immédiatement. Un procès-verbal détaillé des résultats de la vérification doit être rédigé et conservé.

9.9 Les disjoncteurs de protection des interrupteurs différentiels doivent être actionnés au moins tous les trois ans pour en vérifier le parfait fonctionnement.

9.10 Il est défendu d'installer des fusibles différents des fusibles originaux. Il est nécessaire de constituer une réserve adéquate de fusibles.

9.11 Une maintenance régulière et fréquente des tubes d'échappement, s'il y en a, doit être prévue afin de garantir l'évacuation inoffensive des gaz dans l'atmosphère.

9.12 Le système de balisage pour la navigation aérienne doit être soumis à une maintenance fréquente afin d'en assurer la conformité avec les prescriptions relatives à la navigation aérienne.

10 Les câbles

10.1 Dispositions générales

Les modalités et la fréquence des inspections des câbles prescrites par le constructeur doivent être respectées.
Les inspections des câbles en acier doivent en tout cas respecter au moins les exigences et les indications de fréquence suivantes (**d** = diamètre nominal du câble).

10.2 Câbles porteurs et câbles d'ancrage

10.2.1 Un contrôle visuel du câble doit être effectué au moins une fois par an pour vérifier la présence éventuelle de fils cassés. Au besoin les câbles doivent être nettoyés le avant le contrôle visuel.

10.2.2 **Câbles hélicoïdaux.** Il faut remplacer les câbles ou tronçons de câble sur lesquels l'inspection a mis en évidence sur une longueur égale à 40 d une réduction de la section du câble de 10 % ou autres dommages ayant des conséquences préjudiciables pour la sécurité, tels que forte usure, corrosion interne ou désordre de la structure du câble.

10.2.3 **Câbles à torons.** Il faut remplacer les câbles ou sections de câble sur lesquels l'inspection a mis en évidence sur une longueur de câble égale à 40 d un nombre de fils cassés supérieur à 15 % : ou autres dommages ayant des conséquences préjudiciables pour la sécurité, tels que forte usure, corrosion interne ou désordre de la structure du câble.

10.2.4 **Câbles porteurs :** Les câbles porteurs doivent être lubrifiés avec un lubrifiant approprié au moins une fois par an, la lubrification ne devant être faite que pendant la période de temps sec et chaud. Une attention particulière doit être attachée à la bonne lubrification des sections de câble qui reposent sur les sabots et raccordements avec le système de mise en tension.
Les fils cassés doivent être immédiatement bloqués, ligaturés et recouverts aussi vite que possible d'un accouplement d'obturation.

10.3 Câbles tracteurs, câbles porteurs tracteurs, câbles de levage, câbles tracteurs / câbles de levage combinés, câbles d'inclinaison

10.3.1 Une inspection visuelle méticuleuse du câble tracteur doit être faite au moins tous les six mois pour constater la présence éventuelle de fils

cassés. La fréquence des inspections peut être réduite à une inspection par an dans le cas des installations qui ne sont pas exploitées tout le long de l'année. Au besoin il faut faire nettoyer les câbles avant de procéder à l'inspection visuelle.

10.3.2 Dans le cadre des inspections mentionnés ci-dessus au point 10.3.1 on doit également vérifier les attaches qui unissent le câble avec le chariot. Pour éliminer les défauts et dommages constatés au cours de cette vérification il faut ouvrir les attaches et enlever les tronçons de câble défectueux ou endommagés. Après quoi les attaches doivent être reconstituées dans un autre point du câble.

10.3.3 Il faut remplacer les câbles ou les tronçons de câble sur lesquels on aura constaté une réduction de la section métallique du câble supérieure à 15% sur une longueur du câble égale à 40 d ou autres dommages ayant des conséquences préjudiciables pour la sécurité, tels que par exemple une forte usure, corrosion interne et désordres de la structure du câble.

10.3.4 Les câbles doivent être lubrifiés avec un lubrifiant approprié au moins une fois par an pendant une période de temps sec et chaud.

10.3.5 Il est interdit de nettoyer ou lubrifier le câble tracteur en son point d'entrée sur la poulie ou sur le tambour.

10.4 Câbles de tension

Une inspection visuelle doit être effectuée au moins une fois par an. Il faut remplacer les câbles ou les tronçons de câble sur lesquels on aura constaté une réduction de la section métallique du câble supérieure à 15% sur une longueur du câble égale à 40*d ou autres dommages ayant des conséquences préjudiciables pour la sécurité, tels que par exemple une forte usure, corrosion interne et désordres de la structure du câble.

10.5 Câbles de signalisation, câbles de commande et câbles de balisage

10.5.1 L'inspection des attaches, des surfaces d'appui, des flèches et de la corrosion doit être effectué au moins une fois par an.

10.5.2 La visibilité des sphères de signalisation doit être vérifiée au moins une fois par an et une couche de couleur appliquée en cas de visibilité insuffisante.

10.6 Attaches d'extrémité

10.6.1 Les câbles sur lesquels on aura constaté des ruptures de fils en proximité des attaches d'extrémité doivent être raccourcis pour éliminer la section endommagée.

10.6.2 Le glissement éventuel des attaches d'extrémité doit être vérifié conformément aux instructions du constructeur au moins une fois par an.

11 Dispositions générales

11.1.1 L'exploitant de l'installation est tenu à consentir aux représentants de l'autorité de surveillance compétente d'accéder à toutes les parties de

l'installation qui doivent être contrôlées, de leur fournir toutes les informations nécessaires, leur permettre de prendre connaissance de tous les documents et journaux d'exploitation. Il est tenu de leur fournir l'assistance nécessaire et sur leur demande faire aussi marcher l'installation.

11.1.2 Les contrôles effectués par l'autorité de surveillance ne dégagent pas le propriétaire et / ou l'exploitant, le chef d'exploitation et le directeur technique de la responsabilité qu'ils ont d'assurer la surveillance permanente de l'installation.

11.1.3 Tous les accidents et incidents provoqués par l'installation même doivent être communiqués immédiatement à l'autorité de surveillance.

11.2 Aucune modification de l'installation ne peut être faite sans l'autorisation préalable du constructeur et au besoin de celle de l'autorité compétente.

11.3 Les mesures nécessaires doivent être prises pour protéger les agents d'exploitation contre les intempéries, le bruits et les gaz d'échappement.

12 **Transport de personnes** (voir point 1.3.1.8 b)

12.1 Le chef d'exploitation est tenu à fournir au conducteur toutes les informations nécessaires sur les conditions particulières qui doivent être respectées lorsqu'on transporte des personnes.

12.2 Seules les personnes qui ont reçu du chef d'exploitation les informations nécessaires sur les spécificités de l'installation et les instructions sur le comportement à respecter pendant le trajet peuvent utiliser ces installations.

12.3 Il est interdit de charger des matériaux sur les véhicules occupés par des personnes.

12.4 Une course d'essais et d'inspection avec le véhicule vide doit être effectuée avant tout transport de personnes.

12.5 Si le conducteur n'a pas la possibilité de voir et de surveiller toute la longueur du parcours depuis son poste de commande les personnes transportées doivent avoir la possibilité de communiquer par interphone avec le conducteur.. Un essais de communication par interphone doit être fait avant chaque transport de personnes. Le passage sur les supports de ligne et l'arrivée au point d'embarquement ou de débarquement doit être communiqué par interphone au conducteur de l'installation.

12.6 L'embarquement et le débarquement ne peut être fait que dans les endroits spécifiés par le chef d'exploitation.

12.7 Les personnes ne peuvent être transportées que dans les véhicules spécialement aménagés pour le transport de personnes.

12.8 Les dispositifs de sauvetage (cablette de descente, dispositif de sauvetage) doivent être installés dans les véhicules destinés au transport de personnes

12.9 Règles d'exploitation complémentaires pour les blondins. La vitesse de translation et de levage ne doit pas être supérieure à 50% de la vitesse nominale de l'installation et jamais supérieure à 1,5 m/s.

Il faut prendre soin de choisir une configuration de trajet du chariot et du crochet qui offre une possibilité suffisante pour effectuer les opérations de sauvetage nécessaires à tout moment du voyage. Lorsque la ligne de blondin traverse un barrage, l'opérateur doit choisir l'itinéraire de manière à minimiser la distance verticale, si cela est avantageux, afin de simplifier les opérations d'évacuation / sauvetage.

12.10 Règles d'exploitation complémentaires pour les funiculaires à matériaux La vitesse maximale de déplacement ne doit pas être supérieure à 50 % de la vitesse nominale du funiculaire et jamais supérieure à 2 m/s.

12.11 Règles d'exploitation complémentaire pour les installations de transport des matériaux déplaçables

La charge utile des transports de personnes (80 kg par personnes) ne doit pas être supérieure à 30% de la charge utile admise pour le transport de matériaux.

La vitesse de translation maximale ne doit pas être supérieure à 1,5 m/s et la vitesse maximale de levage pas supérieure à 0,5 m/s.

13 Informations concernant les opérations d'évacuation / sauvetage à fournir aux personnes transportées

Toutes les personnes à bord doivent recevoir les informations nécessaires à l'opération d'évacuation / sauvetage et à l'utilisation des dispositifs de descente verticale.