

# Installations à câbles

## Directive

### Corrélation entre les normes nationales SIA et les normes EN harmonisées concernant le vent hors exploitation




Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Mentions légales

Editeur : Office fédéral des transports, 3003 Berne

Auteurs : cf. Annexe 2  
Traducteurs/lecteurs : Services linguistiques OFT

Nom du fichier : NAGrW - Directive Corrélation - V 1.0\_f  
(publié comme fichier PDF)

Niveau plan Q: Directive, publiée  
Accolage QM-SI :  [NAGrWind - Directive : version 1.0 F/D pour publication](#)

Domaine d'utilisation : OFT processus 344, 354

Distribution : Publication sur la page internet de l'OFT

Autres versions : allemand (original)  
français  
italien

La présente notice explicative entre en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2015.

Office fédéral des transports  
Division Sécurité

Sig.

Sig.

Pieter Zeilstra, sous-directeur

Laurent Queloz, chef de section

## Adaptations

Version	Date	Auteur	Remarques	Etat <sup>1</sup>
V 1.0_f	31.12.2014	Laurent Queloz		Remplacé
V 1.1_f	01.02.2015	Laurent Queloz	Corrections du chap. 3.4 et 4	En vigueur (ZEP)

<sup>1</sup> État du document; sont prévus: en chantier / en révision / en vigueur (avec visa) / remplacé

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Sommaire

1. Fondements.....	4
1.1 Situation initiale.....	4
1.2 Situation dans les pays limitrophes à la Suisse.....	4
1.3 Position de la présente directive.....	5
2. Définition de la pression dynamique.....	5
2.1 Normes techniques à appliquer.....	5
2.2 Corrélation entre les normes nationales SIA et les normes EN harmonisées.....	5
2.3 Expertise Vent.....	5
3. Processus de corrélation et de détermination.....	6
3.1 Constructeur : choix de la pression dynamique.....	6
3.2 Ingénieur civil : choix de la pression dynamique.....	6
3.3 Détermination de la pression dynamique.....	6
3.3.1 Valeurs identiques ou similaires.....	6
3.3.2 Valeurs divergentes.....	6
3.3.3 Processus de détermination.....	8
3.4 Grandes différences de distance au sol.....	9
4. Tableau de corrélation.....	10
Annexe 1 – Facteur de calcul U et sous-facteurs.....	11
Annexe 2 – Elaboration / perfectionnement de la directive.....	16

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## 1. Fondements

### 1.1 Situation initiale

La directive européenne 2000/9/CE<sup>2</sup> précise à l'article 2.4 de son annexe II concernant les exigences essentielles qu'une installation à câbles doit être conçue en tenant compte des caractéristiques du terrain et de l'environnement, des conditions atmosphériques et météorologiques de manière à ne causer ni une gêne ni un danger, cela dans toutes les conditions d'exploitation, d'entretien ou d'évacuation des personnes.

En ce qui concerne les actions locales du vent à prendre en compte sur les ouvrages, la norme EN 13107<sup>3</sup> harmonisée « Ouvrage de génie civil », découlant de la directive européenne, renvoie dans son annexe nationale NA à la norme SIA 261<sup>4</sup>.

Pour les constructeurs, les valeurs de pression dynamique  $q_p$  hors exploitation proposées par la norme SIA 261 dans son annexe E (« Valeur de référence de la pression dynamique ») sont :

- difficiles à déterminer compte tenu des grandes marges d'interprétation indiquées/proposées,
- complètement différentes d'un projet à l'autre selon l'interprétation des projeteurs et des ingénieurs en génie civil,
- une source de problèmes entre les constructeurs, les ingénieurs en génie civil et les autorités dans le cadre des procédures de demandes d'approbation des plans; ce qui nécessite de nombreuses corrections/adaptations ultérieures des projets présentés,
- largement supérieures à celles utilisées jusqu'au début des années 2000 et qui ont fait à ce jour leurs preuves sur les installations existantes,
- un facteur de surdimensionnement inutile de la partie mécanique des installations avec comme corollaire un surcoût d'achat important pour l'exploitant.

C'est pourquoi, à la demande de la branche, un groupe de travail sur le sujet du vent (NAGrWind) a été constitué afin de trouver puis de mettre en place une solution permettant de régler de manière satisfaisante et pragmatique pour tous la définition des valeurs de pression dynamique  $q_p$  hors exploitation à appliquer aux nouvelles installations à câbles ou à celles devant être transformées.

### 1.2 Situation dans les pays limitrophes à la Suisse

Les pays limitrophes à la Suisse (Allemagne, Autriche, France et Italie) ont fixé des valeurs en partie standardisées de pression dynamique à appliquer aux constructions d'installations à câbles sur leur territoire. Bien que ces valeurs reposent sur l'expérience, elles sont en contradiction — à moins que cette démarche soit suffisamment motivée — avec les exigences essentielles de la directive 2000/9/CE qui demandent la prise en compte des conditions locales (environnement des constructions).

A remarquer que les valeurs fixées pour chaque coefficient varient d'un pays à l'autre. Cependant, elles sont légèrement inférieures ou égales aux valeurs minimales proposées dans l'annexe E de la norme SIA 261 appliquée en Suisse.

---

<sup>2</sup> Directive 2000/9/CE du parlement européen et du conseil du 20 mars 2000 relative aux installations à câbles transportant des personnes, L 106/21 du 03.05.2000

<sup>3</sup> Norme EN 13107 Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes - Ouvrage de génie civil, SNV 2005

<sup>4</sup> Norme SIA 261 Actions sur les structures porteuses, SIA 2003

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## 1.3 Position de la présente directive

La présente directive constitue une mise en corrélation des normes nationales SIA et des normes EN harmonisées concernant le vent hors exploitation; elle a été élaborée en commun par des représentants des exploitants, de l'industrie, des associations et des autorités, au plus près de leur conscience et de leurs compétences techniques.

## 2. Définition de la pression dynamique

### 2.1 Normes techniques à appliquer

Les exigences essentielles décrites dans la directive 2000/9/CE demandent que les conditions environnementales locales soient prises en considération.

Concernant le vent, les normes SIA 261 doivent être appliquées à toutes les constructions réalisées en Suisse.

Pour les constructeurs d'installations à câbles (parties mécaniques), les valeurs de pressions dynamiques préconisées dans les normes SIA sont parfois en contradiction avec les normes EN 12930<sup>5</sup> et 13107 harmonisées gérant le domaine.

### 2.2 Corrélation entre les normes nationales SIA et les normes EN harmonisées

Afin de permettre aux ingénieurs en génie civil et aux ingénieurs-constructeurs de discuter et de travailler sur des valeurs de pressions dynamiques identiques, un tableau de corrélation entre les valeurs a été établi.

Ce tableau permet à l'ingénieur-constructeur de comparer la valeur de pression dynamique choisie dans les normes EN avec une valeur équivalente qui serait définie par l'ingénieur en génie civil via les normes SIA (cf. chapitre 4).

Cette corrélation entre les valeurs des deux normes passe par l'introduction d'un facteur U de corrélation. Le facteur U se compose de différents sous-facteurs (cf. annexe 1) calculés à partir des divers coefficients ou facteurs issus des deux séries de normes.

Les valeurs affectées aux sous-facteurs du facteur U de corrélation sont basées sur la pratique actuelle auprès des constructeurs et ont fait l'objet de discussions et d'adaptations par le groupe de travail qui a établi la présente directive (voir Annexe 2). Ces valeurs pourront en tout temps être corrigées, après discussion au sein du groupe de travail, afin de répondre au mieux à la réalité pratique.

### 2.3 Expertise Vent

Les valeurs de pression dynamique et, le cas échéant, d'autres valeurs requises dans ce contexte peuvent également être définies par une expertise Vent. Dans ce cas, la pression dynamique doit correspondre à la vitesse de pointe (rafales de vent de quelques secondes) pour une période de retour de 50 ans et tenir compte de la hauteur par rapport au sol, de la rugosité de celui-ci et des conditions particulières telles que sur un sommet, sur une arête montagneuse ou sur une pente. La pression dynamique est une action fixe variable au sens de la norme SIA 260<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Norme EN 12930 Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes - Calculs, SNV 2005

<sup>6</sup> Norme SIA 260 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses (ch. 2.2 et 2.5), SNV 2003

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

### **3. Processus de corrélation et de détermination**

#### **3.1 Constructeur : choix de la pression dynamique**

Lors du développement de son projet, le constructeur choisira la ou les valeurs de  $q_{p-seil}$  à appliquer en fonction de la position du tracé de la nouvelle installation et du type d'installation à construire.

Pour cela, il choisira les valeurs correspondantes à son projet dans la colonne Système « Seilbahnen » du tableau de corrélation se trouvant au chapitre 4 du présent document.

Les valeurs retenues sont utilisées pour un (premier) dimensionnement des parties mécaniques (tous les câbles de la ligne, les balanciers et les véhicules complets) de l'installation prévue.

Au chapitre 4 de la présente directive, la colonne « Système SIA » du tableau de corrélation offre simultanément les valeurs  $q_p$  correspondant au système « installation à câbles » (Seilbahn) sur les ouvrages.

Pour cela, le constructeur utilisera le tableau de corrélation en partant de la gauche de celui-ci vers la droite, comme indiqué par les flèches au sommet des 3 colonnes du tableau.

#### **3.2 Ingénieur civil : choix de la pression dynamique**

Concernant les ouvrages de génie civil, l'ingénieur en génie civil définira, en fonction de la position du tracé de la nouvelle installation, la ou les valeurs de  $q_p$  ( $q_{po} * c_h$ ) à appliquer en se référant aux valeurs de la norme SIA 261 « Actions sur les structures porteuses », au document « Vent » SIA D0 188 et à son expérience.

Dans son approche de spécialiste, l'ingénieur en génie civil ne fait pas appel au tableau de corrélation du présent document. La ou les valeurs de  $q_p$  qu'il aura déterminée(s) ne se trouvent donc pas dans ledit tableau.

#### **3.3 Détermination de la pression dynamique**

Une fois que le constructeur et l'ingénieur en génie civil auront déterminé leur valeur, celle-ci sera comparée.

Dès cet instant, deux scénarii sont donc possibles.

##### **3.3.1 Valeurs identiques ou similaires**

Les valeurs déterminées par l'ingénieur en génie civil selon la norme SIA 261 et les valeurs déterminées par corrélation de la part du constructeur sont identiques ou similaires.

Dans ce cas, aucune correction des valeurs n'est nécessaire, et celles-ci sont reprises telles quelles dans la base de projet et la convention d'utilisation<sup>7</sup> qui seront établies par l'ingénieur en génie civil.

##### **3.3.2 Valeurs divergentes**

Les valeurs déterminées par l'ingénieur en génie civil selon la norme SIA 261 et les valeurs déterminées par corrélation de la part du constructeur sont divergentes.

Dans ce cas, le constructeur corrige sa ou ses valeurs de  $q_{p-seil}$  à appliquer en prenant comme référence la ou les valeurs déterminées par l'ingénieur en génie civil et en les appliquant au tableau de corrélation.

A cet effet, le constructeur utilisera le tableau de corrélation en partant de la droite de celui-ci vers la gauche, comme indiqué par les flèches se trouvant au bas des 3 colonnes du tableau.

<sup>7</sup> Norme SIA 260 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses (ch. 2.2 et 2.5), SNV 2003

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

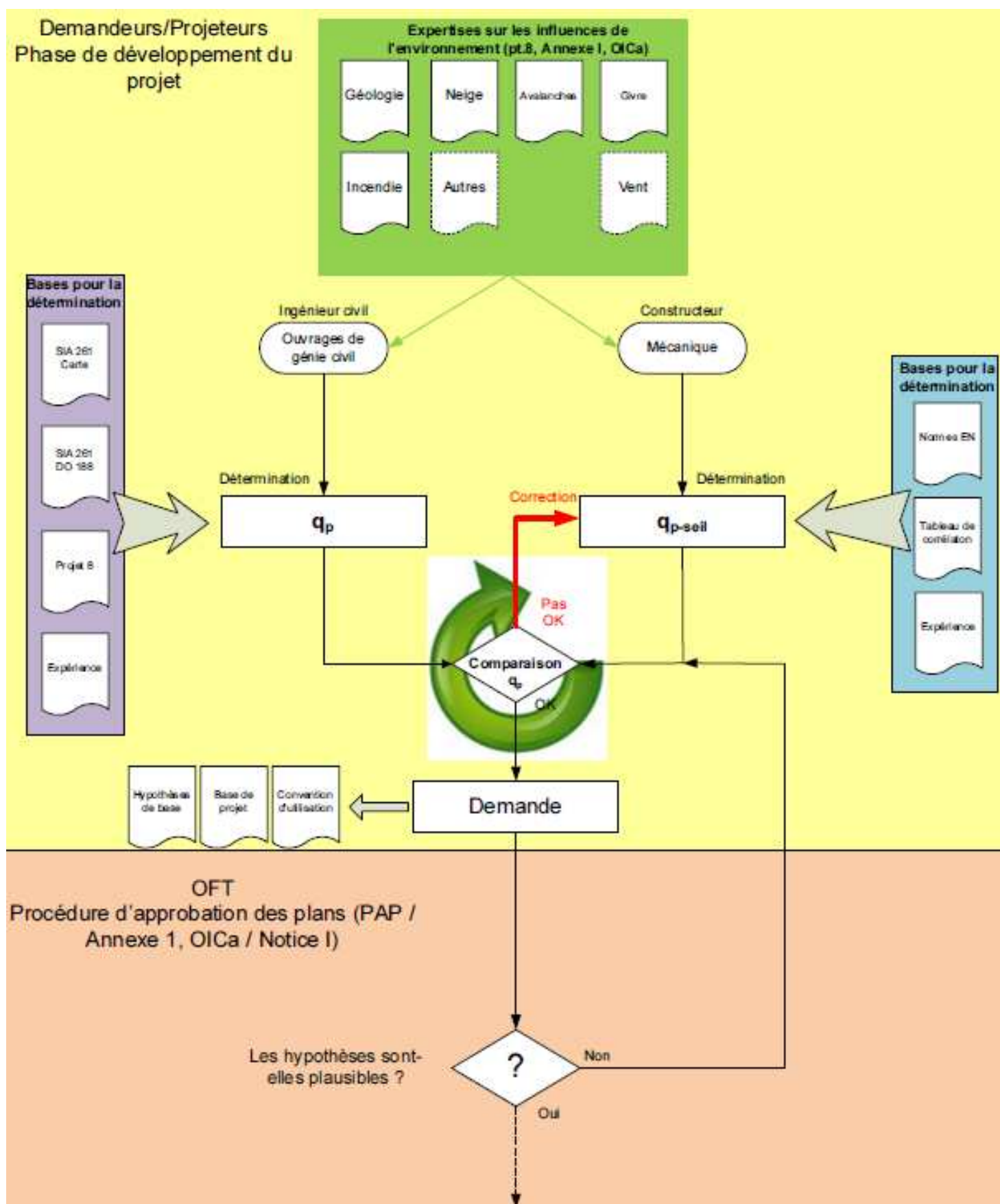
Afin de répondre aux prescriptions en vigueur, ce seront les valeurs de  $q_p$  déterminées par l'ingénieur en génie civil qui seront reprises.

Dans le cas où le constructeur et l'ingénieur en génie civil ne sont pas d'accord sur la ou les valeurs de  $q_p$  à appliquer, ils doivent faire appel à un spécialiste « Vent » pour déterminer les valeurs de  $q_p$ .

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

### 3.3.3 Processus de détermination

Les processus de détermination de la ou des valeurs de  $q_p$  (cf. ch. 3.3.1 et 3.3.2) sont représentés dans la figure ci-après.



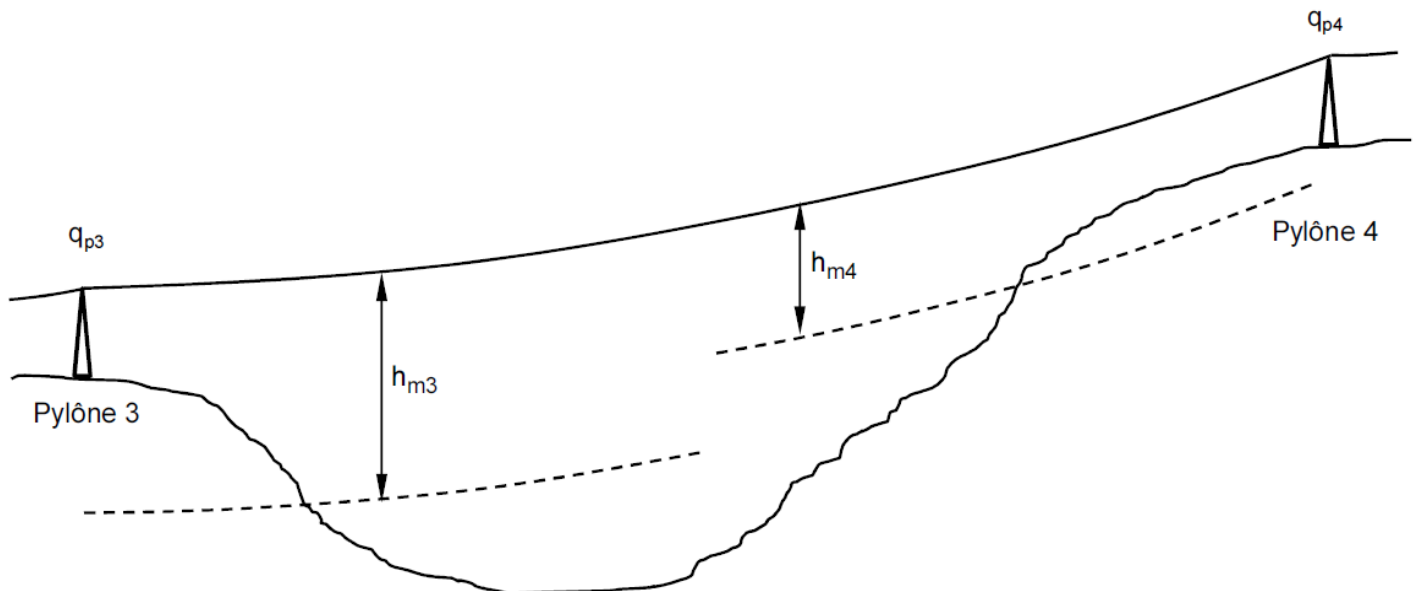


Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

### 3.4 Grandes différences de distance au sol

Si la différence entre la hauteur des pylônes attenants à une structure porteuse et la distance entre le câble et le sol est importante, il y a lieu d'appliquer la règle suivante:

- La pression dynamique  $q_p$  ( $q_p = q_{p0} * c_h$ ) pour la portée est calculée à l'aide du coefficient du profil de la portée. Ce coefficient se calcule à l'aide de la hauteur moyenne approximative de la portée au-dessus du sol pour la moitié inférieure et la moitié supérieure de la portée. Le tableau de corrélation doit, dans ce cas, être appliqué avec la pression dynamique  $q_p$  pour la portée (ou les moitiés de portée) ; ce tableau ne doit donc pas être appliqué avec les pressions dynamiques des pylônes attenants.
- Si ce procédé semble trop imprécis ou inapproprié pour une situation particulière, une expertise éolienne déterminera les valeurs. Ladite expertise devra toutefois reposer sur des mesures locales ou des modélisations.

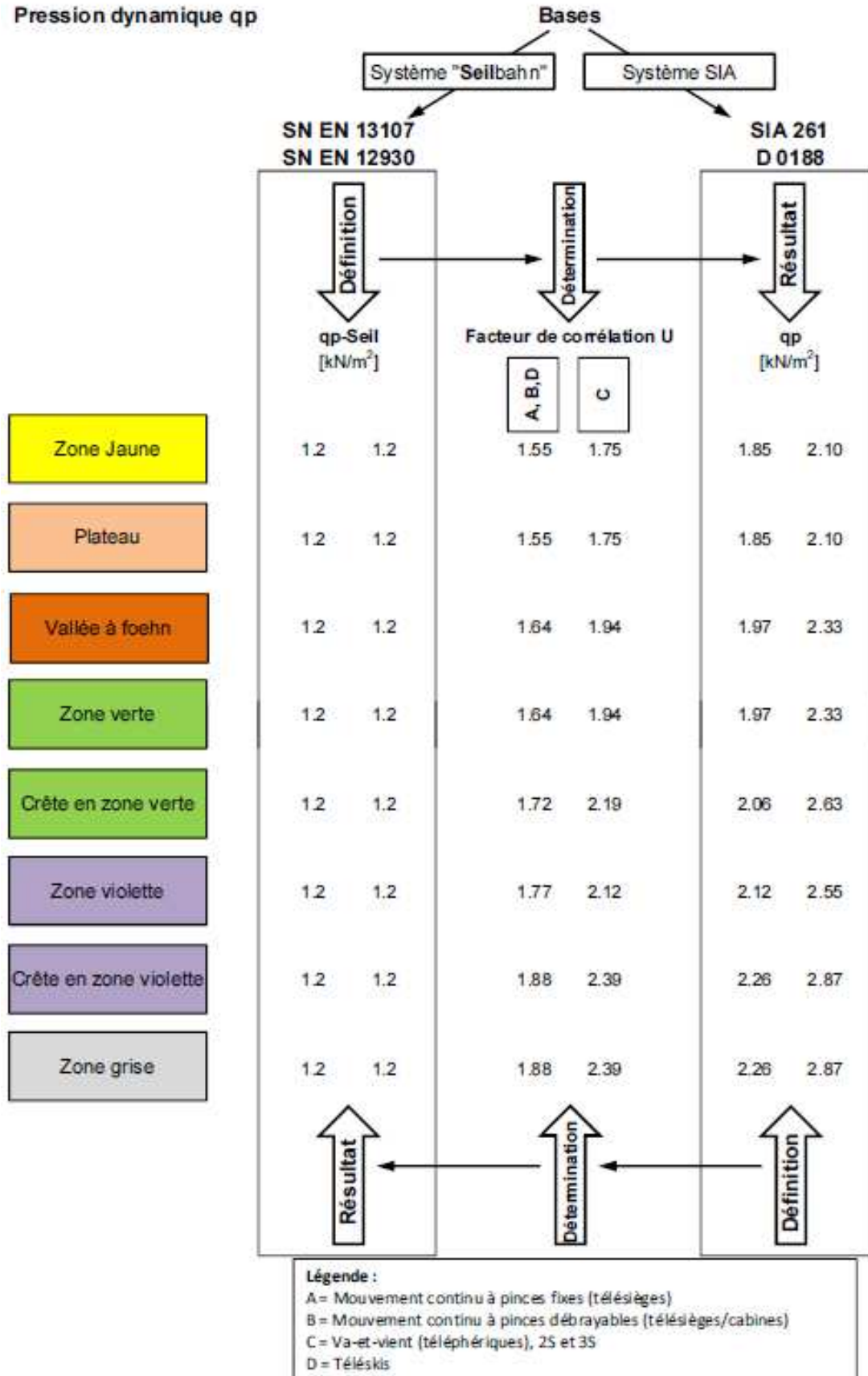


Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## 4. Tableau de corrélation

Dans la mesure où la pression dynamique  $q_p$  l'autorise dans l'application du tableau de corrélation, il est possible d'admettre 1.0 kN/m<sup>2</sup> comme pression dynamique minimale du câble («qp-Seil» ci-dessous) pour mesurer les trains de galets conformément à la norme EN 13223.

### Pression dynamique $q_p$



Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Annexe 1 – Facteur de calcul U et sous-facteurs

### Légende :

↗ = Facteur de direction

A = Mouvement continu à pinces fixes (télésièges)

B = Mouvement continu à pinces débrayables (télésièges/cabines)

C = Va-et-vient (téléphériques), 2S et 3S

D = Téléskis

#### Zone jaune, Plateau

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.20	1.20	1.38	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.1	1.1	1.1	
<b>u</b>	<b>1.52</b>	<b>1.58</b>	<b>1.75</b>	

#### Vallée à foehn

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.26	1.26	1.54	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.1	1.1	1.1	
<b>u</b>	<b>1.60</b>	<b>1.67</b>	<b>1.94</b>	

#### Zone verte

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.26	1.26	1.54	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.1	1.1	1.1	
<b>u</b>	<b>1.60</b>	<b>1.67</b>	<b>1.94</b>	

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

**Légende :**

↗ = Facteur de direction

A = Mouvement continu à pinces fixes (télésièges)

B = Mouvement continu à pinces débrayables (télésièges/cabines)

C = Va-et-vient (téléphériques), 2S et 3S

D = Téléskis

**Crête en zone verte**

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.33	1.33	1.73	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.1	1.1	1.1	
<b>u</b>	<b>1.69</b>	<b>1.76</b>	<b>2.19</b>	

**Zone violette**

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.26	1.26	1.54	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.2	1.2	1.2	
<b>u</b>	<b>1.74</b>	<b>1.82</b>	<b>2.12</b>	

**Crête en zone violette**

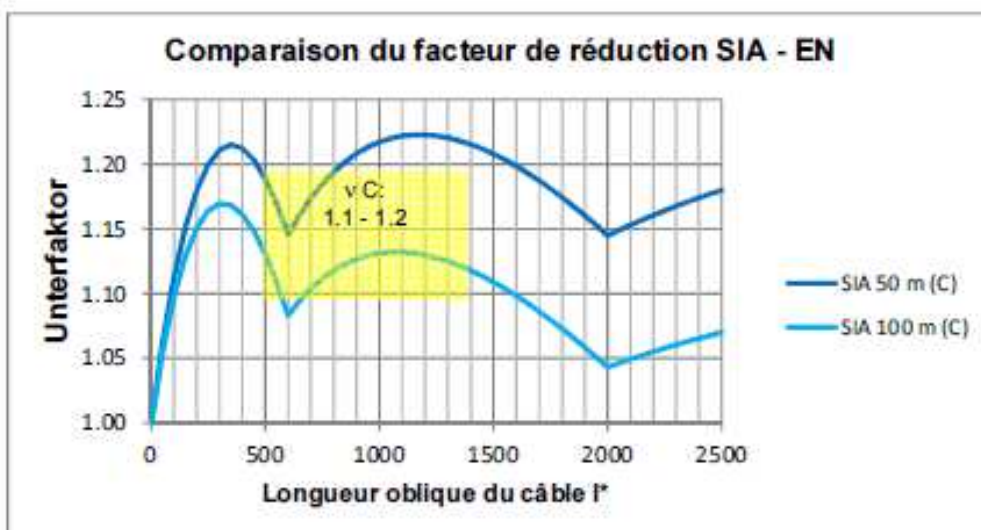
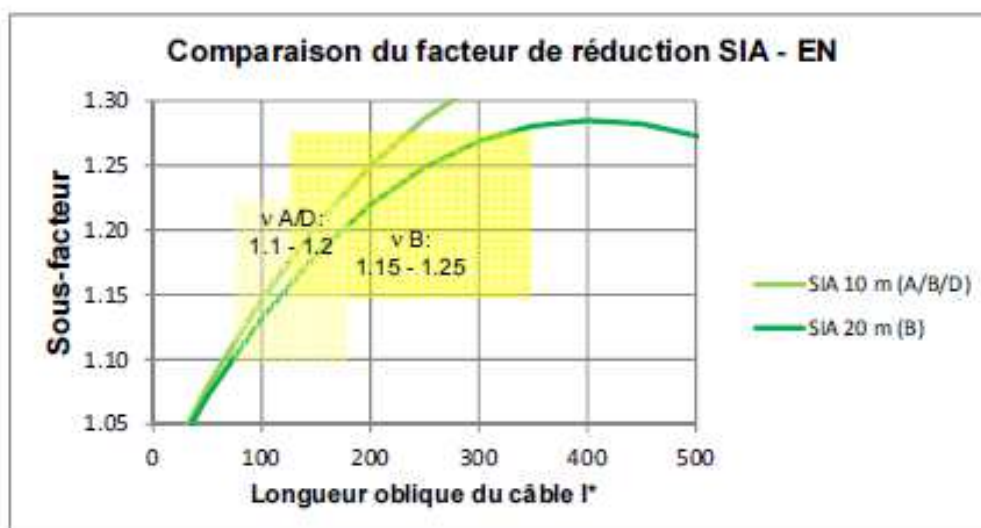
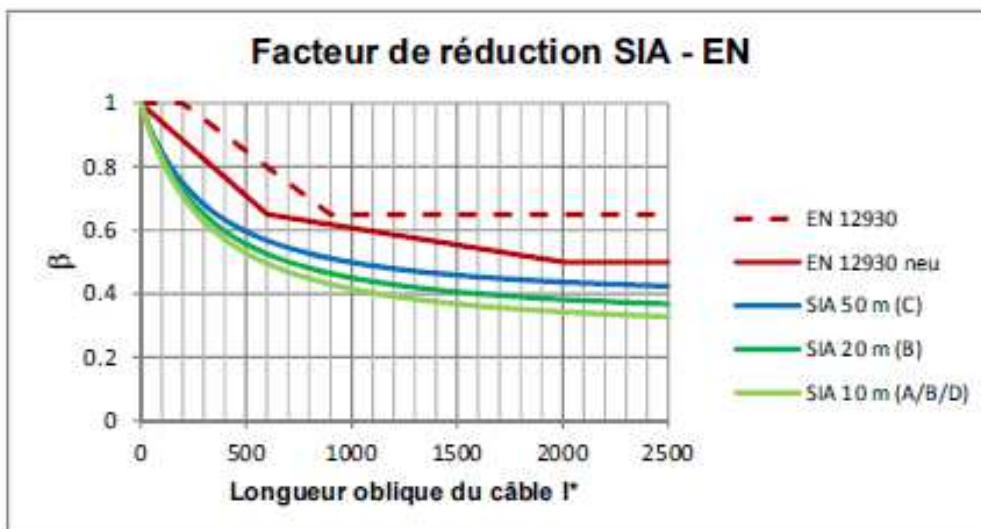
	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.33	1.33	1.73	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.2	1.2	1.2	
<b>u</b>	<b>1.84</b>	<b>1.92</b>	<b>2.39</b>	

**Zone grise**

	A, D	B	C	
$C_{red}$	1.15	1.2	1.15	
$C_f$	1.33	1.33	1.73	
↗	1	1	1	(< 1.0)
$\rho$	1.2	1.2	1.2	
<b>u</b>	<b>1.84</b>	<b>1.92</b>	<b>2.39</b>	

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

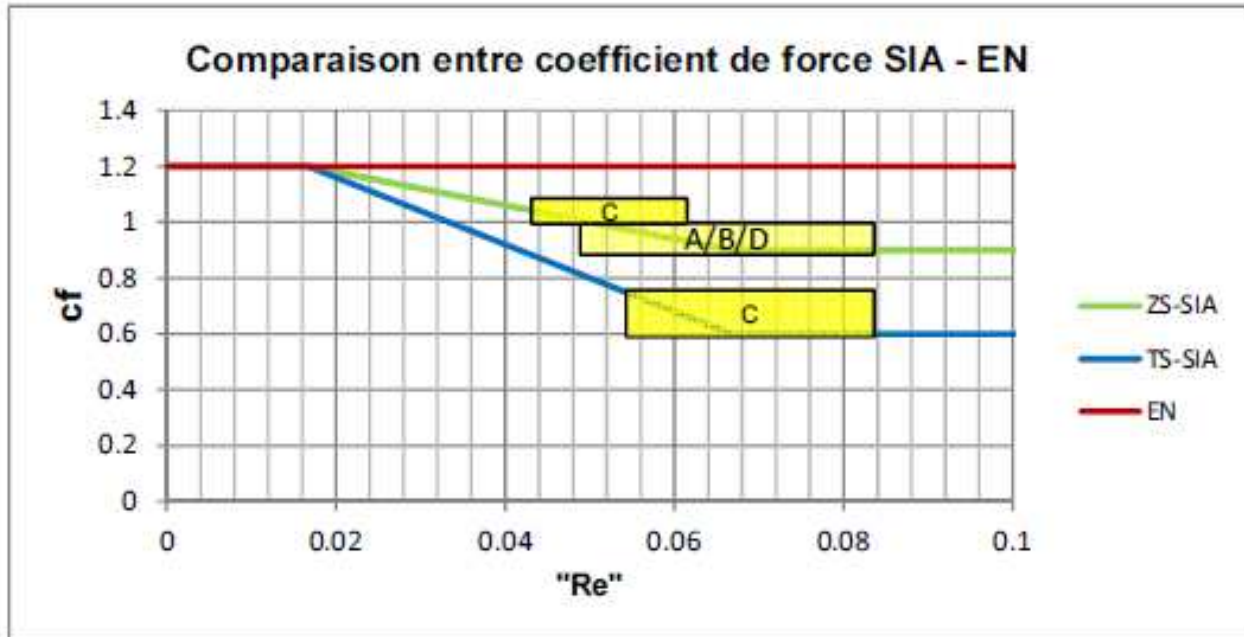
### Sous-facteur $c_{red}$



**Légende :**  
 A = Mouvement continu à pinces fixes (télésièges)  
 B = Mouvement continu à pinces débrayables (télésièges/cabines)  
 C = Va-et-vient (téléphériques), 2S et 3S  
 D = Téléskis

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Sous-facteur $c_f$



### Vitesse du vent - valeur "Basse"

	EN	SIA	Valeur médiane A/B/C	Valeur médiane C*
Câble à torons	1.2	0.9 - 1.2	1	1.1
Câble porteur	1.2	0.6 - 1.2	/	0.8
<b>Sous-facteur Coefficient de force</b>			<b>1.20</b>	<b>1.38</b>

### Vitesse du vent - valeur "Moyenne"

	EN	SIA	Valeur médiane A/B/C	Valeur médiane C*
Câble à torons	1.2	0.9 - 1.2	0.95	1.05
Câble porteur	1.2	0.6 - 1.2	/	0.7
<b>Sous-facteur Coefficient de force</b>			<b>1.26</b>	<b>1.54</b>

### Vitesse du vent - valeur "Haute"

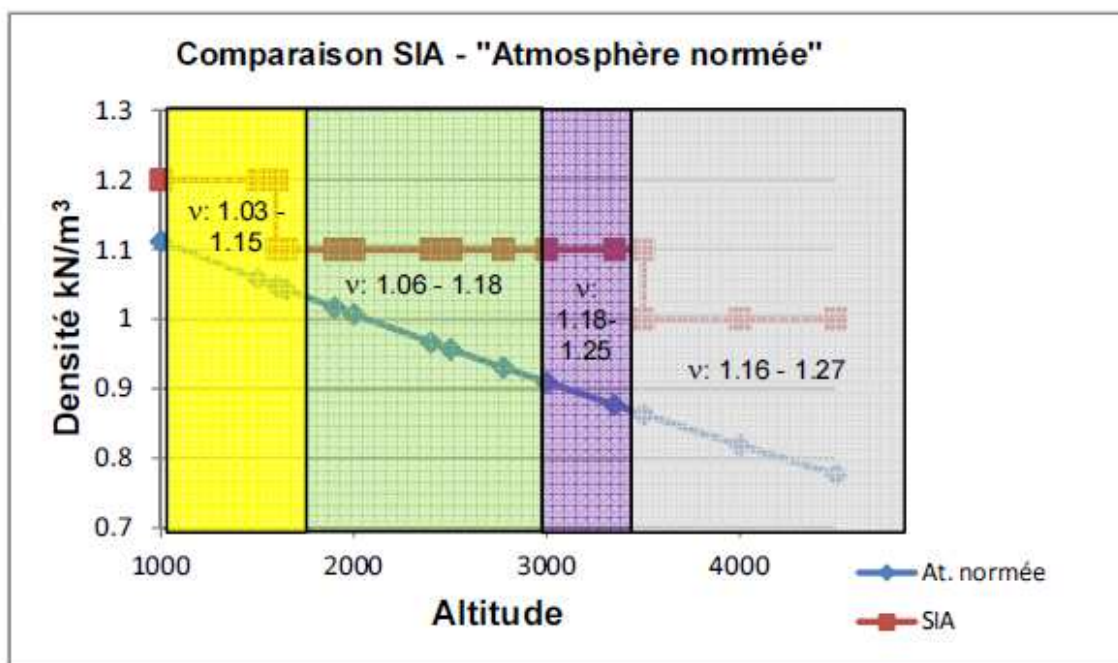
	EN	SIA	Valeur médiane A/B/C	Valeur médiane C*
Câble à torons	1.2	0.9 - 1.2	0.9	1
Câble porteur	1.2	0.6 - 1.2	/	0.6
<b>Sous-facteur Coefficient de force</b>			<b>1.33</b>	<b>1.73</b>

\*Diamètre du câble (ZS) équivalent à 60% du diamètre du câble porteur (TS)

Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Sous-facteur $\rho$

Altitude [m]	"Atmosphère normée"		SIA Densité [kg/m3]	v [l]	Zone Nord [m]	Zone Sud [m]
	Densité [kg/m3]	Température [°]				
0	1.225	15	1.2	0.98		
500	1.1673	11.75	1.2	1.03	< 1650 m	< 1900 m
1000	1.1116	8.5	1.2	1.08		
1500	1.0581	5.25	1.2	1.13		
1600	1.04759	4.6	1.2	1.15		
1600	1.04759	4.6	1.1	1.05		
1650	1.04239	4.275	1.1	1.06	1650 - 2775 m	1900 - 2400 m
1900	1.01665	2.65	1.1	1.08		
2000	1.0065	2	1.1	1.09		
2400	0.966632	-0.6	1.1	1.14		
2500	0.95686	-1.25	1.1	1.15	2775 - 3350 m	2400 - 3350 m
2775	0.930373	-3.0375	1.1	1.18		
3000	0.90912	-4.5	1.1	1.21		
3350	0.876806	-6.775	1.1	1.25	> 3350 m	> 3350 m
3500	0.86323	-7.75	1.1	1.27		
3500	0.86323	-7.75	1	1.16		
4000	0.81913	-11	1	1.22		
4500	0.77677	-14.25	1	1.29		



Référence du dossier: BAV-041.4-00003/00005/00004/00020

## Annexe 2 – Elaboration / perfectionnement de la directive

### Elaboration

La présente directive a été élaborée en commun dans le cadre de 5 séances du groupe de travail vent (NAGrWind) qui ont eu lieu entre mars 2014 et novembre 2014.

Première révision de la notice : juillet – novembre 2016, ou avant, en cas d'introduction des nouvelles normes EN.

Liste actualisée des participants au groupe de travail NAGrWind

Prénom Nom	Employeur	Représentant	Rôle
Ulrich Blessing	CITT	Autorité	Chef Organe de contrôle
Alain Gilliland	OFT	Autorité	Ingénieur GC
Christian Hassler	Steurer Seilbahnen AG	Industrie	Ingénieur GC
Niklaus Imthurn	OFT	Autorité	Ingénieur en mécanique
Stefan Kunz	Meteotest	Industrie	Expert Vent
Erich Megert	SISAG	Industrie	Ingénieur en électrotechnique
Peter Meier	Bartholet AG	Industrie	Ingénieur GC
Renzo Pescallo	RMS	Association	Ingénieur en mécanique
Bernd Populorum	Garaventa AG	Industrie	Ingénieur GC
Samuel Pulver*	ES Pulver Bauingenieure AG	Industrie	Ingénieur GC
Patrick Schibli	Baco AG (Poma - Leitner)	Industrie	Ingénieur en mécanique
Laurent Vaucher	UCT	Association	Exploitant
Laurent Queloz	OFT	Autorité	Modérateur

<sup>1)</sup> en tant que représentant du CITT

### Perfectionnement

Etant donné que cette directive constitue une interprétation commune de tous les participants et qu'elle n'est pas exhaustive, une adaptation périodique ou selon les besoins a été convenue, sous l'égide de l'OFT. Il est possible à cet égard d'y apporter des adaptations ou des compléments si nécessaire. Lors de son développement, tous les participants doivent à nouveau être impliqués. La collaboration se déroule sur une base volontaire.