

## Directive technique «Vent en exploitation»

## Introduction

Sur mandat du Management Board Installations à câbles, des représentants des autorités, d'exploitants et de fabricants ont discuté de certaines problématiques liées au «vent en exploitation».

Ces discussions se sont concentrées sur les vitesses de vent comprises entre 40 et 80 km/h.

Cela a permis d'identifier une zone transitoire entre des situations où l'exploitation est dite normale et des situations où le vent est tel qu'il rend l'exploitation impossible ou difficile.

Pour les exploitants, en particulier en ce qui concerne les **nouvelles installations**, une sécurité élevée de la planification est un objectif central à l'égard des autorisations.

Les résultats sont indiqués ci-après en détail.

### 1. Application de la norme

La norme SN EN 12397-2017, chiffre 5.3.2 définit le comportement à adopter dans l'exploitation lorsque l'alarme vent (valeur limite admise pour l'exploitation) est dépassée:

L'exploitation doit être suspendue après qu'on ait récupéré les véhicules, à vitesse réduite en prenant toutes les précautions nécessaires. (Norme SN-EN 12397)

### 2. Nouvelles installations

Décision quant au système, choix du type d'installation, comportement face au vent, options pour le projet d'installation.

S'il est prévu d'exploiter une installation par de forts vents (à partir de 60 km/h) ou si l'on définit une valeur plus élevée pour le vent maximal autorisé, les exploitants et fabricants doivent trouver, lors de la planification et du choix du type d'installation, une solution adaptée à la situation d'exploitation par forts vents.

Les aspects suivants doivent être pris en compte dans cette réflexion:

- Comportement du type d'installation face au vent (véhicules, câble porteur-tracteur ou câble(s) porteur(s)/câble tracteur), longueur de la/des portée(s), nombre de pylônes, tracé dans le terrain et écartement
- Mesure d'exploitation: utilisation et évaluation de détecteurs de ligne (p. ex. RPD), mesures de stabilisation des véhicules en cas de vent, surveillance du balancement
- Réduction manuelle ou automatique de la vitesse de l'installation en cas d'alarme vent
- Exploitation accompagnée
- Temps nécessaire pour vider la ligne et mettre les véhicules au garage (attention: aux véhicules vides vers l'aval sur la ligne en cas de vent)
- Possibilités d'évacuation, selon le type d'installation et de son tracé sur le plan d'évacuation, influence du vent sur l'évacuation
- utilisation d'un outil de prévision du vent (prévisions météorologiques)
- Exigences des installations d'accès au domaine vs des installations d'activité (pratique des sports de neige, accès aux pistes)

**Alarme vent  $V_{AL}$** 

Si le choix du système ou du type d'installation a été effectué et que les bases de l'installation sont connues (avant-projet), la convention d'utilisation définit la vitesse maximale du vent à laquelle l'exploitation doit être stoppée, elle correspond à l'alarme vent  $V_{AL}$ .

Le tableau suivant résume le **comportement face au vent** pour chaque type d'installation (nouvelles installations):

Type d'installation	Données					
	Nbre de pylônes	Portée	Câble	Nbre de véhicules	Tps de mise au garage	Comportement face au vent
Télesiège à pinces fixes	moyen	courte	mouvant	élevé	/	moyen
Télesiège débrayable	moyen	courte/moyenne	mouvant	moyen/élevé	élevé	moyen
Télesiège débrayable avec bulles	moyen	courte/moyenne	mouvant	moyen/élevé	élevé	faible/moyen
Télécabine à mvt continu	moyen	moyenne	mouvant	moyen/élevé	élevé	moyen
Funitel	faible	moyenne/longue	mouvant	moyen	élevé	bon
Funifor	très faible	longue	fixe	1 à 2	faible	très bon
Funifor sans pylônes	<b>aucun</b>	longue	fixe	1 à 2	faible	très bon
Téléphérique avec 1 CP	très faible	longue	fixe	1 à 2	faible	faible/moyen
Téléphérique avec 2 CP	très faible	longue	fixe	1 à 2	faible	très bon/bon
Téléphérique avec 2 CP sans pylônes	<b>aucun</b>	longue	fixe	1 à 2	faible	très bon/bon
Inst. tricâble (3S)	faible	longue	fixe	moyen	élevé	bon
Funiculaire	/	/	/	1 à 2	faible	très bon/bon

CP = câble(s) porteur(s)

Mesures opérationnelles possibles et réserve  $V_{RES}$  (nouvelles installations):

Type d'installation	Mesures d'exploitation possibles				«Standard»			«Standard»
					$V_{AV}$	$V_{AL}$	$V_{EX}$	$V_{RES}$
	Véhicules accompagnés	Détecteurs*	Programme de course	Prévisions de vent	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]
Télesiège à pinces fixes		1	x	x	40 ... 65	60 ... 75	80	20
Télesiège débrayable		1	x	x				20
Télesiège débrayable avec bulles		1	x	x				20
Télécabine à mvt continu		1	x	x				15
Funitel			x	x	n. n.	n. n.		10
Funifor	x	(2)	x	x	aucun	80	90	10
Funifor sans pylônes	x	(2)	x	x	aucun	85	90	5
Téléphérique avec 1 CP	x	(2)	x	x	40 ... 60	60 ... 70	80	20
Téléphérique avec 2 CP	x	2	x	x	40 ... 60	60 ... 70	80	15
Téléphérique avec 2 CP sans pylônes	x	2	x	x	40 ... 60	60 ... 70	80	10
Installation tricâble (3S)		(2)	x	x	85	90 ... 95	100	10
Funiculaire	x			x	aucun	aucune	80	0

\*DéTECTEURS: 1) surveillance de la position du câble (RPD); 2) surveillance du balancement; en sus: év. poids supplémentaires, atténuateurs de balancement; forme et taille des véhicules, aérodynamisme

### 3. Définition de l'avertissement vent $V_{AV}$

*L'objectif, lorsque l'avertissement vent est atteint, est de pouvoir exploiter l'installation encore un certain temps avec des mesures de précaution, en particulier de pouvoir vider la ligne et de ramener en toute sécurité les passagers qui se trouvent encore dans le domaine, en station ou à un endroit sûr.*

La valeur de l'avertissement vent  $V_{AV}$  est définie par l'exploitant en collaboration avec le fabricant pour chaque projet. Des mesures appropriées sont fixées en sus dans le concept d'exploitation.

- Pesée des risques et évaluation du comportement de l'installation face au vent
- Expérience de l'exploitant face au vent dans son domaine, notamment quant à la direction habituelle du vent par rapport à l'axe de l'installation et/ou quant aux situations météorologiques entraînant des vents connus (vent d'ouest, foehn, bise, etc.)
- Connaissances des situations de vent locales (p. ex. dans la journée, vent de vallée, vent sur les crêtes, etc.)
- Mesures opérationnelles

Recommandations (fourchettes) pour la valeur de l'avertissement vent  $V_{AV}$ :

- Pour les installations à mouvement continu:  
 $V_{AV} = V_{AL} - (10 \text{ à } 20) \text{ km/h}$   
(dépend également du comportement aérodynamique du véhicule, de l'emploi de dispositifs de surveillance de position du câble, etc.).
- Pour les téléphériques à va-et-vient avec deux câbles porteurs:  
 $V_{AV} = V_{AL} - (10 \text{ à } 20) \text{ km/h}$ .
- Pour les systèmes d'installation développés pour des vents plus forts tels que les tricâbles (3S) et les Funifor:  
 $V_{AV} = V_{AL} - 10 \text{ km/h}$ .

Des mesures doivent être prises selon le concept d'exploitation au plus tard lorsque la valeur de l'avertissement vent est atteinte, voir point 4.

L'application de mesures opérationnelles et techniques supplémentaires (p. ex. dispositifs de surveillance de position du câble) et/ou un faible nombre de pylônes sur la ligne permettent d'augmenter la valeur de l'avertissement vent  $V_{AV}$ .

#### 4. Mesures opérationnelles et formulations dans le concept d'exploitation

Les compétences (qui, quoi, quand) et les processus internes relatifs au vent doivent être définis par écrit.

Des mesures opérationnelles recommandées d'une part lorsque la valeur de l'avertissement vent est atteint, d'autre part pour l'exploitation sous alarme vent doivent être définies pour chaque installation dans le concept d'exploitation.

a) Avant l'exploitation: déterminer les processus internes et les compétences

- Connaître les prévisions météorologiques et de vent de la journée
- Définir le processus de mise en service et la forme de l'exploitation (nombre de sièges/cabines, accompagnement, exploitation partielle, convoi, etc.)
- Définir le processus et le comportement à adopter lorsque le vent tend à augmenter
- Contrôler que les dispositifs de mesure du vent fonctionnent correctement

b) Pendant l'exploitation: observer l'évolution du vent et prendre des mesures selon le danger croissant

- Réduire la vitesse d'exploitation de l'installation
- Observer la ligne et les dispositifs de mesure du vent, observer sur l'écran d'affichage
- Envoyer des collaborateurs vers les pylônes critiques
- Vider l'installation
- Arrêter immédiatement l'installation
  
- Si plusieurs sections sont exploitées ensemble, une autre mesure peut être de séparer les sections selon l'exposition et l'effet du vent.

Pour ce qui est des installations à mouvement continu, il faut tenir compte du fait que vider la ligne prend passablement de temps et que des véhicules vides se trouvent sur la ligne pendant la mise au garage.

## 5. Définition de la réserve $V_{RES}$

Les tableaux du point 2 indiquent la réserve  $V_{RES}$  qui dépend du type d'installation. Cette valeur est calculée physiquement selon les indications de la convention d'utilisation, en particulier l'alarme vent  $V_{AL}$ , la valeur  $V_{EX}$  et la pression dynamique  $q_{EX}$  dépendant de l'altitude. On obtient ainsi la valeur du vent en exploitation ( $V_{EX}$ ).

$$V_{EX} = V_{AL} + V_{RES}$$

Les relations entre la vitesse du vent et la pression dynamique (et l'altitude) sont présentées dans différentes configurations en annexe.

## 6. Rafales

Le groupe de travail s'est aussi penché sur la question des rafales, donnant lieu à d'intenses discussions.

Il est arrivé à la conclusion que la thématique n'est généralement pas assez connue et que les rafales n'obéissent pas à des règles précises permettant d'établir des pronostics précis, lesquels pourraient être placés utilement dans le présent document.

Il n'en reste pas moins incontesté que les observations montrent que l'influence des rafales (fréquence, intensité) augmente dans l'exploitation, d'où l'importance de suivre attentivement la problématique.

Par conséquent, il y a lieu de prendre en compte, dans tout projet, les connaissances des exploitants sur les circonstances locales.

## 7. Conclusion

La présente directive porte en première ligne sur les nouvelles installations. Les résultats élaborés par les exploitants, les fabricants et les autorités visent à simplifier les discussions relatives au vent dans l'exploitation et à servir de référence dans les démarches de projets et d'autorisations.

L'objectif est d'avoir une sécurité de la planification élevée dès les premières étapes du projet.

En ce qui concerne les transformations d'installations existantes, les points relevés dans le présent document peuvent également être pris en compte dans la planification.

Remarque quant aux procédures d'autorisation :

Si les exploitants se confrontent aux explications du présent document (points 1 à 5), documentent leurs réflexions et appliquent les recommandations dans leur projet et leur concept d'exploitation, ils peuvent escompter une grande sécurité de leur planification dans le cadre d'une procédure d'approbation des plans.

## Annexe: Tableau des principaux paramètres

Interprétation des pressions dynamiques  $q_{EX}$ 

			Altitude moyenne [m]		Densité de l'air [kg/m <sup>3</sup> ]				
			1000	1500	2000	2500	3000		
			1,11	1,06	1,01	0,96	0,91		
$V_{AL}$ (km/h)	$V_{RES}$ (km/h)	$V_{EX}$ (km/h)	Pression dynamique dans l'exploitation $q_{EX}$ (N/m <sup>2</sup> )						
60	20	80	274	262					
	15	75							
	10	70							
	5	65							
	0	60							
70	20	90	347	331	316	300	284		
	15	85							
	10	80							
	5	75							
	0	70							
80	20	100	428	409	390	370	351		
	15	95							
	10	90							
	5	85							
	0	80							
90	20	110	518	495	471	448	425		
	15	105							
	10	100							
	5	95							
	0	90							
100	20	120	617	589	561	533	506		
	15	115							
	10	110							
	5	105							
	0	100							

$V_{AL}$ : alarme vent

$V_{RES}$ : réserve

$V_{EX}$ : vitesse du vent à dimensionner, donnant la pression dynamique  $q_{EX}$  selon l'altitude

Les valeurs inférieures à  $V_{EX} = 80$  km/h ne sont pas calculées.

Les valeurs inférieures à  $q_{EX} = 250$  N/m<sup>2</sup> ne sont pas autorisées.

Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées de façon linéaire.

**Éditeur**

Remontées Mécaniques Suisses (RMS), Giacomettistrasse 1, 3006 Berne

**Auteurs**

Andrea Beck, Bartholet AG  
Urs Bürgi, Office fédéral des transports (OFT)  
Christoph Egger, LSMS (Schiltornbahn AG)  
Serge Guntern, Nendaz Veysonnaz Remontées Mécaniques SA  
Fritz Jost, Remontées Mécaniques Suisses (RMS)  
Bernd Populorum, Garaventa AG  
Hans-Baptist Seeberger, CITT

**Mandant**

Management Board Installations à câbles (OFT / CITT / IARM Suisse / RMS),  
ayant approuvé le document le 22 avril 2021.

**Fichier**

Directive vent en exploitation 2021-12-20 V1-2\_f

**Version**

Version 1.0 du 8 décembre 2020

<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Auteur</b>	<b>Remarques</b>	<b>Statut</b>
1.1	13.04.2021	RMS	Modifications rédactionnelles	Approuvé
1.2	16.12.2021	RMS	Correction erreur page 7	Approuvé