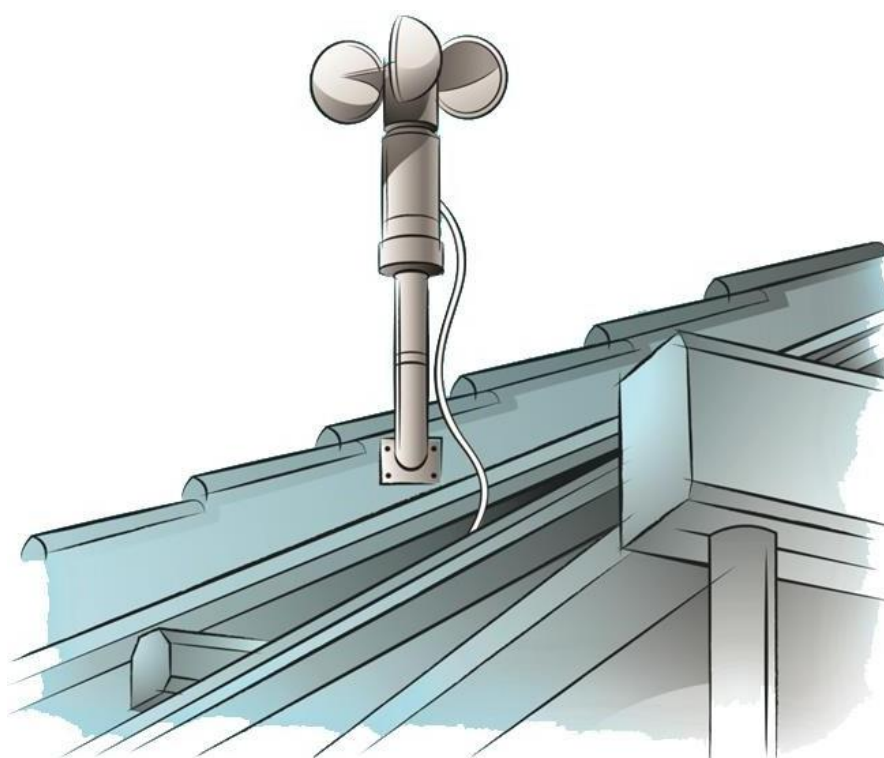


Guide pour l'utilisation des capteurs de vent



Version : octobre 2022

Editeur :



1.	Avant-propos VSR.....	4
2.	Avant-propos.....	4
3.	Principes fondamentaux.....	4
4.	Directives, normes, assurances	5
4. 1.	Généralités	5
4. 2.	Les vents qui causent des dommages en Suisse	6
4. 3.	Effet visuel sur le terrain des vents de force 0 à 12 Beaufort	7
4. 4.	Classe de résistance au vent et vitesses du vent	8
4. 5.	Comportement au vent des stores à lamelles et des volets roulants.....	10
4. 6.	Comportement au vent des stores en toile	11
4. 7.	Comportement au vent des stores verticaux ZIP	11
4. 8.	Comportement au vent des stores bannes.....	12
4. 9.	Les assurances et leur gestion des dommages causés par le vent aux protections solaires	12
4. 10.	Dommages causés par le vent malgré un anémomètre	13
5.	Mécanique des fluides	13
5. 1.	Caractéristiques du vent (rafales)	13
5. 2.	Flux autour du bâtiment.....	14
5. 3.	Pression du vent exercée sur une façade.....	15
5. 4.	Influence des bâtiments environnants sur le flux autour du bâtiment et sur la pression du vent exercée sur la façade.....	16
5. 5.	Simulation du vent et du flux autour des bâtiments	17
6.	Positionnement de l'anémomètre sur le bâtiment.....	18
6. 1.	Type de bâtiment	18
6. 2.	Planification de la configuration de pose.....	19
6. 3.	Conditions limites applicables à la planification	19
6. 4.	Positionnement des capteurs de vent	19
6. 5.	Etudes de cas.....	21
6. 6.	Montage de l'anémomètre	25
7.	Entretien.....	25
7. 1.	Maintenance/maintien en bon état (consignes).....	25
7. 2.	Prescriptions d'essai.....	25

8.	Réglage de la commande	25
8. 1.	Priorité des capteurs de vents.....	25
8. 2.	Délais de temporisation	25
8. 3.	Contraintes imposées à la domotique	26
8. 4.	Positionnement de l'anémomètre radio par rapport au récepteur radio (actionneur, entraînement)	26
9.	Responsabilités.....	26
9. 1.	Mise en service (réglage de base)	26
9. 2.	Détermination des valeurs limites	26
10.	Conclusion	27
11.	Croquis des produits.....	28
11.1.	Stores à lamelles	28
11.2.	Volets roulants	28
11.3.	Store banne à bras articulé	28
11.4.	Store en toile vertical ZIP	29
11.5.	Store en toile vertical guidé par câble et par profilé	29
11.6.	Store à projection, store banne à projection	29
12.	Glossaire	30

1. Avant-propos VSR

Les protections contre le soleil sont susceptibles d'être endommagées par de fortes intempéries comme la tempête ou la grêle. Il incombe à leur utilisateur d'assurer qu'elles ne subissent aucun dommage lors de tels événements. Les capteurs de vent peuvent aider l'utilisateur à mettre la protection solaire suffisamment à temps en sécurité. Ce guide s'appuie sur le « Guide pour l'utilisation des capteurs de vent » de l'IVRSA (association industrielle allemande pour l'automatisation des volets roulants et protections solaires) et a été adapté aux conditions suisses. Nous remercions l'IVRSA de nous avoir accordé l'autorisation d'utiliser cette documentation et apporté sa précieuse collaboration.

2. Avant-propos

La commande des systèmes de protection solaire extérieurs en cas de vent est un aspect important de la planification et de la réalisation des bâtiments. Les anémomètres sont ici des produits utiles car ils assurent aux systèmes solaires extérieurs une durée maximale d'utilisation en fonction de la vitesse du vent prévue tout en contribuant à économiser de l'énergie.

Cette directive servira de base aux prestations conseil des distributeurs et des monteurs en leur permettant d'identifier la qualité et les limites des possibilités techniques et d'expliquer à l'utilisateur les spécificités du produit.

Elle a également pour objectif d'aider les experts à évaluer les limites d'utilisation des capteurs de vent et aussi d'éviter les litiges et les désaccords. Cette directive s'adresse donc aux planificateurs, aux fabricants, aux commerçants, aux sociétés de montage, aux entreprises électriques ainsi qu'aux utilisateurs et aux exploitants.

Le guide s'applique aux bâtiments de plus petite taille ou à géométrie simple. Les bâtiments plus importants devront obligatoirement faire l'objet d'une étude des vents qui sera réalisée par un organisme spécialisé.

Merci tout particulièrement à la société allemande Wacker Ingenieure GmbH, 75217 Birkenfeld, www.wacker-ingenieure.de, la rédaction de cette directive n'aurait pas été possible sans son savoir-faire et ses conseils.



3. Principes fondamentaux

Les anémomètres servent à envoyer en cas de vent excessif un signal qui entraînera la mise en sécurité des dispositifs de protection solaire. Pour remplir cette fonction, l'anémomètre doit être monté dans une position où il sera exposé aux mêmes conditions de vent que les dispositifs de protection solaire. En alternative, il suffit à la commande de la protection solaire de savoir convertir la vitesse et la direction du vent mesurées à l'anémomètre pour connaître la vitesse du vent agissant sur la protection solaire.

Les capteurs de vent sont très souvent utilisés associés à un capteur solaire. L'association anémomètre, capteur solaire et capteur de pluie est également proposée.

Il existe une multitude de produits et de fournisseurs qui fabriquent et proposent des capteurs de vent. Indépendamment de son mode de fonctionnement, un anémomètre indique la vitesse de vent mesurée sur le lieu de son montage et en option la direction du vent. Lors du choix du capteur, les aspects suivants doivent être pris en compte pour la planification :

- **Alimentation** : un anémomètre requiert une alimentation électrique. Une ligne d'alimentation de 230 V ou 24 V est requise en fonction du modèle. Certains modèles sont alimentés par des cellules photovoltaïques intégrées. Pour bien fonctionner, ces modèles doivent être exposés à la lumière directe du soleil. Il est également possible de recourir à un capteur fonctionnant à pile, celle-ci devant toutefois être régulièrement remplacée. Le capteur sera choisi en fonction de sa capacité à s'intégrer au mieux dans l'infrastructure déjà en place ou prévue.
- **Communication** : un anémomètre émet un signal destiné à une commande. Ce signal peut être analogique ou numérique, la connexion entre le capteur et la commande peut se faire par câble ou radio. Il est important d'assurer, lors de la planification, que la commande puisse recevoir et traiter les données de l'anémomètre.
- **Direction du vent** : selon le bâtiment et le lieu où l'anémomètre y est monté, la direction du vent peut être un critère pertinent pour la commande. Si tel est le cas, la commande doit savoir traiter la direction du vent et être dotée d'une logique capable de transposer ces informations en ordres de commande significatifs.
- **Informations complémentaires** : en fonction de son modèle, un anémomètre peut également fournir d'autres informations météorologiques telles que l'ensoleillement ou les précipitations. Ces informations peuvent servir à une commande entièrement automatique de la protection solaire. Il faudra clarifier, lors de la planification, si elles sont utiles pour la protection solaire du bâtiment et voir ce que le client souhaite.

Le partenaire spécialisé en protection solaire offre son aide pour le choix des composants et la conception de l'automatisme.

4. Directives, normes, assurances

4. 1. Généralités

En Suisse, les directions de vent générales ou dominantes sont bien documentées lieu par lieu. Le site Internet [map.geo.admin](https://map.geo.admin.ch/) (<https://map.geo.admin.ch/>)¹⁾ fournit de précieuses informations sur les vents qui sont à prendre en compte lors de la planification. Il est à noter que la distribution des vents est indiquée pour une hauteur de 50 m au-dessus du sol et que les obstacles ou circonstances locales comme la présence de bâtiments ne sont pas pris en compte (voir également le chapitre 5).

1) *Marche à suivre sur map-geo. admin : chercher d'autres cartes, saisir «vitesse du vent à 50 m du sol», la carte s'affiche au menu en haut à gauche. Saisir le lieu voulu. Les conditions de vent s'affichent dans la fenêtre Information objet*

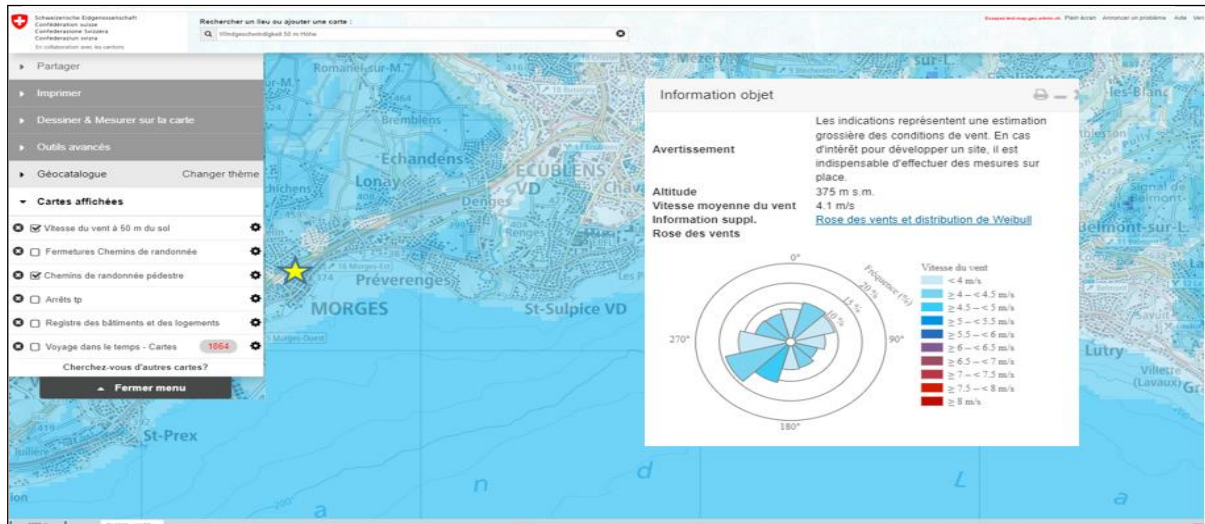


Figure 1 : Les informations sur les directions de vent dominantes se trouvent sur le site Internet de la Confédération suisse. (Source : map.geo.admi.ch)

4. 2. Les vents qui causent des dommages en Suisse

Tempête hivernale

Venant de l'ouest (nord-ouest jusqu'au sud-ouest). La tempête hivernale (également appelée tempête de vent d'ouest) est susceptible de causer des dommages sur des centaines de kilomètres carrés.



Violent orage

Type de tempête le plus fréquent en Suisse. Tempête survenant lors d'orages locaux/régionaux



Bise

Vent frais venant du nord-est balayant le plateau suisse. Vent régulier, peut durer plusieurs jours



Foehn

Vent descendant impétueux qui souffle sur le versant nord des Alpes en traversant les « vallées à foehn » en direction de la bordure nord des Alpes. «Foehn nord» sur le versant sud des Alpes.



Photos:
J.-A. Hertig,
H.-P. Milt,
A. Walker

Tornado

Très violent tourbillon très localisé. Frappe avant tout le Jura et le nord de la Suisse



« Protection des toits et des façades contre les dommages dus au vent »
Fondation de prévention des Etablissements cantonaux d'assurance des bâtiments

(Source : Brochure « Protection des toits et des façades contre les dommages dus au vent »
Etablissements cantonaux d'assurance des bâtiments

4. 3. Effet visuel sur le terrain des vents de force 0 à 12 Beaufort

Evaluation des vitesses du vent sans dispositifs techniques à l'aide de l'échelle Beaufort

Echelle Beaufort	Appellation	Vitesse du vent	Effet sur le terrain
0	Absence de vent	0	<ul style="list-style-type: none"> • La fumée s'élève verticalement
1	Très légère brise	1 à 5 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Dérive de la fumée à peine perceptible
2	Brise légère	6 à 11 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Vent perceptible au visage • Les feuilles frémissent • La girouette bouge
3	Brise faible	12 à 19 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les feuilles s'envolent • Les drapeaux flottent
4	Brise modérée	20 à 28 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • La poussière et les papiers se soulèvent • Les brindilles et les fines branches bougent
5	Brise fraîche	29 à 38 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les petits arbres à feuilles se balancent • Moutons sur les lacs
6	Vent fort	39 à 49 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les grandes branches sont agitées • Les parapluies sont difficiles à utiliser
7	Vent raide	50 à 61 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les arbres entiers sont agités • Il est difficile de marcher
8	Vent impétueux	62 à 74 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les grands arbres sont agités • Les volets s'ouvrent • Les petites branches tombent des arbres • Les piétons ont beaucoup de mal à se déplacer
9	Tempête	75 à 88 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les grosses branches tombent des arbres • Risque de petits endommagements des maisons • Les tuiles et les chapeaux de cheminées sont soulevés • Les meubles de jardin sont renversés et emportés par le vent • Les piétons ont énormément de mal à se déplacer
10	Tempête violente	89 à 102 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Les arbres tombent et sont déracinés • De gros dégâts sont causés aux maisons
11	Tempête cyclonique	103 à 117 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Violentes rafales • Arbres déracinés sur une large superficie • Dégâts importants causés aux maisons • Toits arrachés • Voitures déviées de leur trajectoire • Impossible de marcher
12	Ouragan	A partir de 118 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Ravages importants et étendus causés aux forêts et maisons

Tableau 1 : Tableau sur les effets du vent en fonction de ses forces selon l'échelle de Beaufort (source : le service météorologique allemand « Deutscher Wetterdienst »).

4. 4. Classe de résistance au vent et vitesses du vent

Lors de la planification, il tient lieu de déterminer d'abord une protection solaire adaptée au bâtiment. Non seulement le type et la couleur du produit sont importants mais aussi son comportement au vent. Les fabricants sont obligés par la loi d'indiquer la classe de résistance au vent de leurs produits. La classe de résistance au vent est un critère indiquant la capacité à résister au vent d'un produit donné qui est correctement monté. Ces mesures sont spécifiques aux produits et aux fabricants. Plus la classe de résistance est élevée, plus le produit résiste aux vents forts.

Les classes de résistance sont définies dans la norme SN EN 13659:2004 & A1:2008 applicable aux stores à lamelles, aux volets roulants et aux volets battants ainsi que dans la norme SN EN 13561:2004 & A1:2008 applicable aux stores bannes et en toile. Les stores à lamelles, les volets roulants et les volets battants ont une classe de résistance de vent de 0 à 6 ; les stores bannes et les stores en toile ont une classe de résistance au vent de 0 à 3.

Sous certaines conditions, la classe de résistance au vent permet de déduire la vitesse maximale du vent à laquelle une protection solaire peut être exposée. Cette corrélation, qui est décrite dans la norme SIA 342:2009, est reprise ci-dessous dans le tableau 2 et le tableau 3 . Les valeurs indiquées dans les tableaux sont les vitesses maximales de vent (pointes de rafale) mesurées directement sur le produit.

Stores à lamelles, volets roulants,

Classes de résistance au vent	1	2	3	4	5	6
Vitesse du vent ¹⁾	9,0 m/s 32,5 km/h	10,7 m/s 38,5km/h	12,8 m/s 46,0 km/h	16,7 m/s 60,0 km/h	21,0 m/s 76,0 km/h	25,6 m/s 92,0
Pression d'essai nominale d'après SN EN 13659+A1	50 N/m ²	70 N/m ²	100 N/m ²	170 N/m ²	270 N/m ²	400 N/m ²

1) vitesse du vent (pointes de rafale) mesurée sur le produit.

Formule de conversion de la pression d'essai nominale en vitesse du vent : Pression d'essai nominale = $\frac{1}{2}$

$$p = \rho \cdot v^2$$

v vitesse du vent en m/s

p pression de l'air ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$)

Tableau 2 : Vitesses de vent maximales admises pour une classe de vent donnée selon la norme SIA 342 applicable aux stores à lamelles, aux volets roulants et aux volets battants.

Stores bannes, stores en toile, (stores

Classes de résistance au vent	0	1	2	3
Vitesse du vent ¹⁾	< 7,8 m/s	7,8 m/s	10,6 m/s	13,3 m/s
1) vitesse du vent mesurée sur le produit	< 28 km/h	28 km/h	38 km/h	48 km/h

Tableau 3 : Vitesses de vent maximales admises pour une classe de vent donnée selon la norme SIA 342 applicable aux stores bannes.

Pour la détermination de la classe de vent, le produit est testé en conditions statiques dans une configuration de pose idéale. Pour certaines configurations spéciales de pose (notamment en angle ou à une distance relativement importante de la façade), les classes de résistance au vent ne permettent pas de déterminer la vitesse du vent maximale admise. C'est pour ces raisons que les fabricants donnent des recommandations spécifiques à l'utilisation de leurs produits en cas de vent dans les Instructions de service. Ces recommandations doivent être impérativement prises en compte lors de la planification de la protection solaire et des commandes associées à des capteurs de vent.

En règle générale, les fabricants indiquent les conditions d'utilisation en mentionnant les réserves suivantes (selon la norme SIA 342:2009)

- Le montage est effectué par un personnel formé à cet effet et respectant la notice de montage et d'emploi.
- Le support de montage permet de réaliser une pose dans les règles de l'art et peut supporter les forces spécifiées.
- Les produits sont montés dans l'embrasure ou directement sur la façade avec la toile, le tablier ou le rideau se trouvant à une distance < 100 mm.
- Si la distance à la façade est de 100 à 300 mm, on passera à la classe de résistance en dessous de celle indiquée au tableau. En cas de distance à la façade supérieure à 300 mm, les tableaux ne seront plus applicables.
- Les tableaux ne sont pas non plus applicables aux emplacements particulièrement exposés (pergolas ou pose en angle par exemple).
- La Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) élabore, entretient et publie les prescriptions pertinentes pour l'industrie suisse du bâtiment (normes, règlements, directives, recommandations et documentations). Les prescriptions importantes à cet égard sont spécifiées dans la norme SIA 342:2009.

Choisir le produit en tenant compte que la SIA prévoit des protections solaires dotées d'une classe de résistance au vent spécifique en fonction de la catégorie du terrain et du type du bâtiment.

Classes de résistance au vent en fonction de la catégorie du terrain et de la hauteur de pose.

Zone de charge de vent	Catégorie de terrain selon SIA 261	Hauteur de pose en m			
		6	18	28	50
Plateau, jusqu'à 600 m d'altitude Vallées, jusqu'à 850 m d'altitude	II Rive de lac	5	5	5	6
	Ila Grande plaine	4	5	5	5
	II Localités, champ libre	4	4	5	5
	III Vastes zones urbaines II	3	4	4	5
Préalpes, jusqu'à 1100 m d'altitude	Rive de lac	5	6	6	6
	Ila Grande plaine	5	5	5	6
	III Localités, champ libre	4	5	5	5
	IV Vastes zones urbaines II	4	4	5	5
Vallées à foehn, jusqu'à 850 m d'altitude	Rive de lac	6	6	6	> 6
	Ila Grande plaine	5	6	6	6
	III Localités, champ libre	5	5	5	6
	IV Vastes zones urbaines	4	5	5	6

Tableau 4: Recommandation de la SIA pour l'utilisation de protections solaires en fonction de la catégorie du terrain et de la hauteur de pose (Norme SIA 342:2009, classes de résistance au vent en fonction de la catégorie du terrain et de la hauteur de pose).

4. 5. Comportement au vent des stores à lamelles et des volets roulants

La classe de résistance au vent des stores à lamelles et des volets roulants doit être déterminée sur un échantillon aux dimensions définies de 2 m x 2,5 m. La classe de résistance au vent indiquée par les fabricants ne donne aucune indication pour les toiles ou tabliers d'une autre dimension. Les fabricants compensent généralement ce manque d'indication en émettant une recommandation sur l'exposition au vent sous forme d'un tableau. Le tableau 5 en est un exemple. Ce type de tableau affiche la vitesse du vent que peut supporter un produit d'une certaine taille. Ces indications sont déterminantes pour la valeur limite d'un anémomètre. De par le principe de construction, plus le produit est grand, plus la vitesse de vent maximale admise est faible. Si les protections solaires du bâtiment sont de différentes tailles, il faudra en tenir compte pour définir la valeur limite de l'anémomètre.

	Largeur en millimètres					
Hauteur en millimètres	<1000	<2000	<3000	<4000	<5000	<6000
<1000	A	A	A	B	C	D
<2000	A	A	B	B	C	D
<3000	A	B	B	C	D	E
<4000	A	B	C	D	E	F
<5000	B	C	C	D	E	F
<6000	C	D	D	D	E	F

Tableau 5 : Tableau type des vitesses de vent maximales admises A – F (en m/s) pour un store à lamelles d'une certaine taille de tablier.

Ces tableaux diffèrent toujours en fonction des fabricants et des produits et montrent que les vitesses des vents dépendent des dimensions. Ces tableaux sont à prendre en compte lors de la planification de la protection solaire et le choix de la commande / des capteurs de vent.

4. 6. Comportement au vent des stores en toile

Les stores en toile relèvent en principe des classes de résistance allant de 1 à 3. Les conseils d'utilisation sont indiqués dans leurs tableaux spécifiques en fonction des dimensions, du produit et du fabricant, comme au tableau 5.

4. 7. Comportement au vent des stores verticaux ZIP

Les produits ZIP constituent un cas à part car les normes de produits actuellement en vigueur ne prévoient pas pour eux d'essai de contrôle (voir à ce sujet la [fiche de la VSR](#) portant sur ce thème). Ces produits doivent être actuellement déclarés par les fabricants comme appartenant à la classe de vent 0, ce qui ne signifie toutefois pas qu'ils ont un mauvais comportement au vent. Les produits ZIP sont testés par les fabricants selon une toute nouvelle norme qui n'est pas encore harmonisée. Les valeurs admissibles sont généralement ajoutées par les fabricants sous forme de remarque à la mention de la classe de vent 0.

Comme pour les autres protections solaires, les fabricants prodiguent ici un conseil d'utilisation en matière de vent en indiquant les vitesses de vent maximales admises pour le produit en fonction de sa taille. Ce conseil se présente pour l'essentiel comme pour les stores à lamelles et les volets roulants (tableau 5) et dépend du produit et du fabricant.

4. 8. Comportement au vent des stores bannes

Les stores bannes sont en principe de grandes voiles textiles fixées au bâtiment sur quelques points de fixation. Ils offrent une grande prise au vent pour les vents constants et les rafales. Les forces exercées sur les points de fixation sont donc énormes. Il est important d'en tenir compte lors de la planification et de la pose des produits. Si le produit est planifié et posé par un partenaire professionnel, il est permis de penser que le store banne pourra être utilisé en toute sécurité jusqu'à la vitesse maximale de vent indiquée.

Les fabricants de stores bannes prodiguent également un conseil d'utilisation. Ce conseil indique selon les produits et les fabricants à partir de quelle vitesse de vent un produit d'une taille spécifique doit être rentré.

4. 9. Les assurances et leur gestion des dommages causés par le vent aux protections solaires

Selon la définition de l'Union intercantonale de réassurance (UIR), une tempête est un « mouvement de l'air d'une extraordinaire violence ». Ce mouvement de l'air est suffisamment fort « pour découvrir entièrement ou partiellement la toiture de plusieurs bâtiments construits et entretenus correctement ou pour endommager fortement des arbres sains dans une région donnée ». Si, dans un secteur donné, un bâtiment est isolé, qu'il n'y a donc ni autre bâtiment ni arbre aux alentours, la tempête même la plus violente n'occasionnera aucun dommage collectif au sens de l'UIR. Dans ce cas, l'Etablissement d'assurance des bâtiments peut couvrir un sinistre subi par un bâtiment isolé si la vitesse moyenne du vent était au minimum de 63 km/h pendant dix minutes ou si des rafales d'une vitesse d'au minimum 100 km/h ont été mesurées.

Des rafales de 48 km/h, susceptibles d'endommager même les stores solaires les plus résistants, sont beaucoup trop faibles pour générer le dommage collectif décrit précédemment. Elles sont aussi beaucoup trop faibles pour être considérées à proprement parler comme des « forces de la nature génératrices de dommages ». Si elles sont capables d'abîmer des stores solaires, c'est seulement parce qu'ils sont extrêmement fins par rapport à d'autres éléments de l'enveloppe du bâtiment. C'est pourquoi plusieurs Etablissements cantonaux d'assurance des bâtiments ne remboursent pas les dommages aux stores solaires dus au vent. Source : [\[Protection des toits et des façades contre les dommages dus au vent\]](#) Déclaration ASA / SSV Association suisse d'assurances : Dans les cantons ne régissant pas eux-mêmes l'assurance contre le feu et les dommages dus aux éléments mais où l'assurance bâtiment et l'assurance contre le feu et les dommages dus aux éléments est couverte par des assureurs privés (canton Appenzell Rhodes-Intérieures, Genève, Tessin, Valais, Uri, Schwyz et Obwald), les dommages causés aux protections solaires par des vents forts sont indemnisés aux assurés par les Etablissements privés d'assurance des bâtiments s'il s'agit d'une tempête au sens de l'article 173 alinéa 2 de l'ordonnance sur la surveillance du 9 novembre 2005 (des rafales d'au moins 75 km/h, qui renversent les arbres ou qui découvrent les maisons dans le voisinage des choses assurées). En cas de prévision de vent fort, les stores de protection solaire et les stores bannes doivent donc être remontés suffisamment à temps.

Si l'assuré ne le fait pas et que ces stores sont endommagés, l'assureur vérifiera cas par cas si la prestation sera ou non réduite.

Ce sont les formulations des Conditions générales d'assurance qui sont déterminantes.

En cas d'un sinistre, il est avantageux de pouvoir lire dans la commande les vitesses de vent qui régnaient au moment du sinistre et de disposer ainsi de valeurs consignées par écrit.

4. 10. Dommages causés par le vent malgré un anémomètre

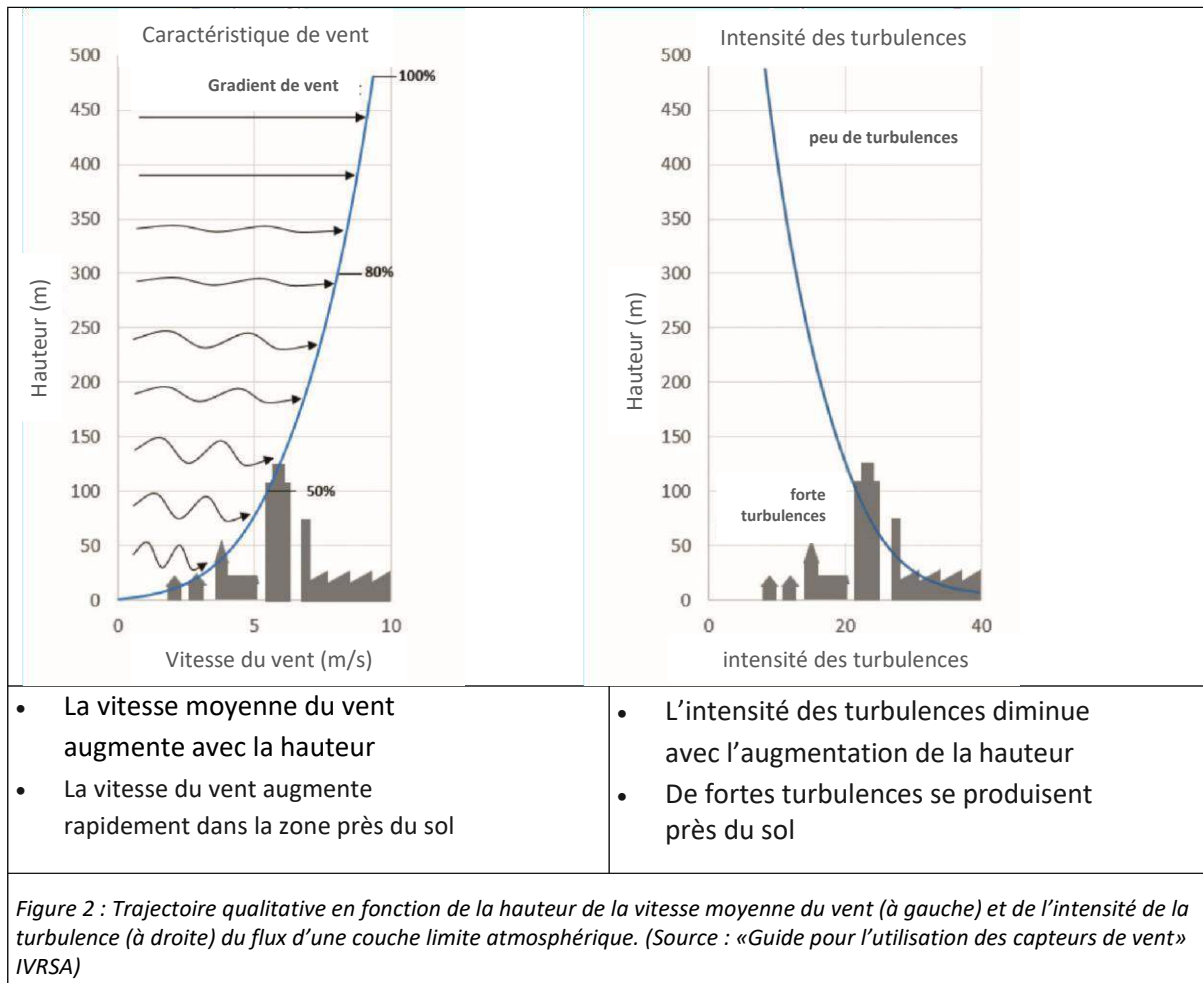
Il convient de noter que les produits ont besoin d'un certain temps pour se rétracter lors du déclenchement, ce qui peut éventuellement entraîner des dommages aux produits en cas d'augmentation rapide des valeurs de vent, malgré le signal émis par le détecteur de vent.

5. Mécanique des fluides

5. 1. Caractéristiques du vent (rafales)

Le vent est le terme utilisé en météorologie pour décrire les mouvements d'air qui sont principalement causés par des différences de pression atmosphérique. A proximité du sol, les particules d'air se dirigent des zones à haute pression vers les zones à basse pression. Le flux de vent n'est pas ici uniforme mais dépend de la hauteur au sol. La figure 6 montre à gauche une évolution qualitative typique qui dépend de la hauteur, de la vitesse du vent d'un flux de la couche limite atmosphérique (flux de la couche limite atmosphérique = flux du vent dans la zone proche du sol jusqu'à une hauteur d'environ 300 m à 400 m). L'intensité de la turbulence (comme mesure de la rafale) du vent sur la hauteur est également indiquée sur la droite.

La figure 2 montre que la vitesse du vent augmente avec la hauteur alors que l'intensité de la turbulence du vent diminue avec la hauteur. Le flux de vent près du sol est caractérisé par de fortes turbulences, c'est-à-dire de fortes fluctuations de vitesse. Plus la hauteur augmente, plus le flux du vent est uniforme et plus la vitesse du vent est élevée.



5. 2. Flux autour du bâtiment

Comme le montre la figure 3, les bâtiments représentent un obstacle à la circulation libre et non perturbée du vent. Si le vent rencontre un bâtiment, il est déplacé, dévié, accéléré ou ralenti par celui-ci. Il en résulte différents effets de contournement au niveau du bâtiment lui-même et à sa proximité.

Ceux-ci peuvent être rendus visibles en soufflerie par des essais réalisés avec le brouillard et sont esquissés à la figure 3.

Les figures montrent les effets suivants :

1. **Zone de stagnation du flux de vent (point de stagnation) :** le flux frappe la façade du bâtiment de front (plus ou moins à angle droit) à la perpendiculaire et en est fortement ralenti. La pression du vent est maximale et sa vitesse minimale à environ 80% de la hauteur de la façade du bâtiment exposée au vent (valable pour les bâtiments relativement élevés exposés sans obstacle au vent).
2. **Vents descendants :** le flux en dessous du point de stagnation est dévié vers le bas.

3. **Accélération du flux** : surtout aux angles des bâtiments et aux bords des toits. Grand effet de succion et grande vitesse du vent. Fluctuations de pression et de vitesse provoquant de fortes turbulences.
4. **Tourbillonnements et refolements** : dans la zone sous le vent du bâtiment.

Remarque : les effets de contournement représentés dans la figure 3 sont typiques pour un bâtiment indépendant. La proximité de bâtiments environnants peut entraîner d'autres effets de contournement qui se superposent à ceux présentés ici. Il en est question au chapitre 5.4.

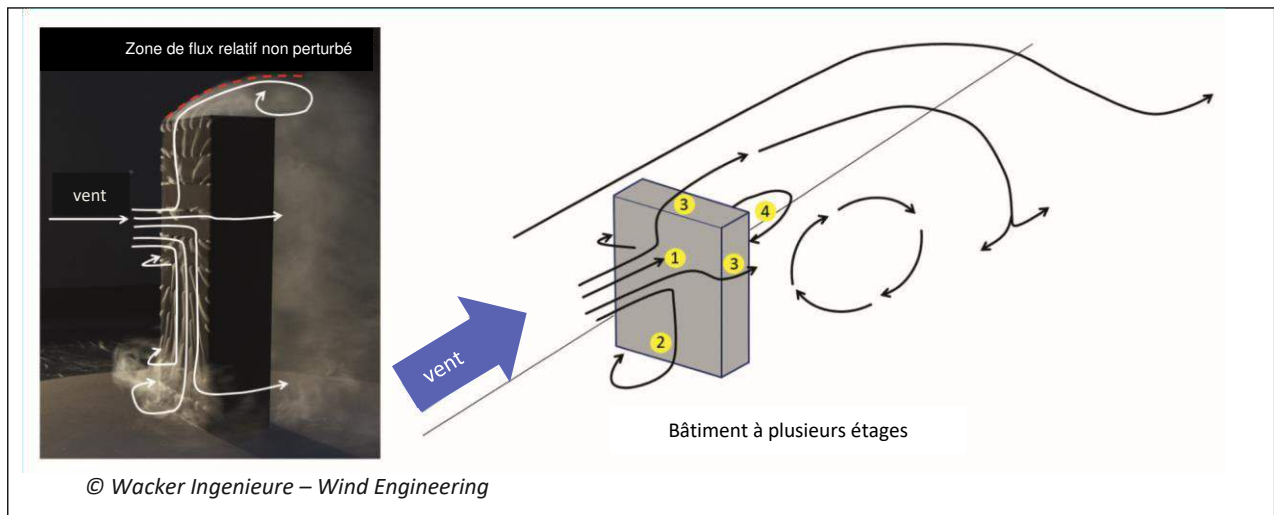


Figure 3 : Visualisation du flux contournant un bâtiment indépendant (à gauche : essai réalisé en soufflerie avec du brouillard, à droite : esquisse du flux). (Source : «Référentiel pour l'utilisation d'anémomètres» IVRSA)

5. 3. Pression du vent exercée sur une façade

Les effets de contournement décrits ici exposent le bâtiment contourné à différentes vitesses et directions de flux locales. Les façades sont donc, en fonction du flux, plus ou moins fortement soumises à la pression (+) ou à la succion (-), une succion élevée étant à attendre aux angles des bâtiments. Voir ici également la figure 4.

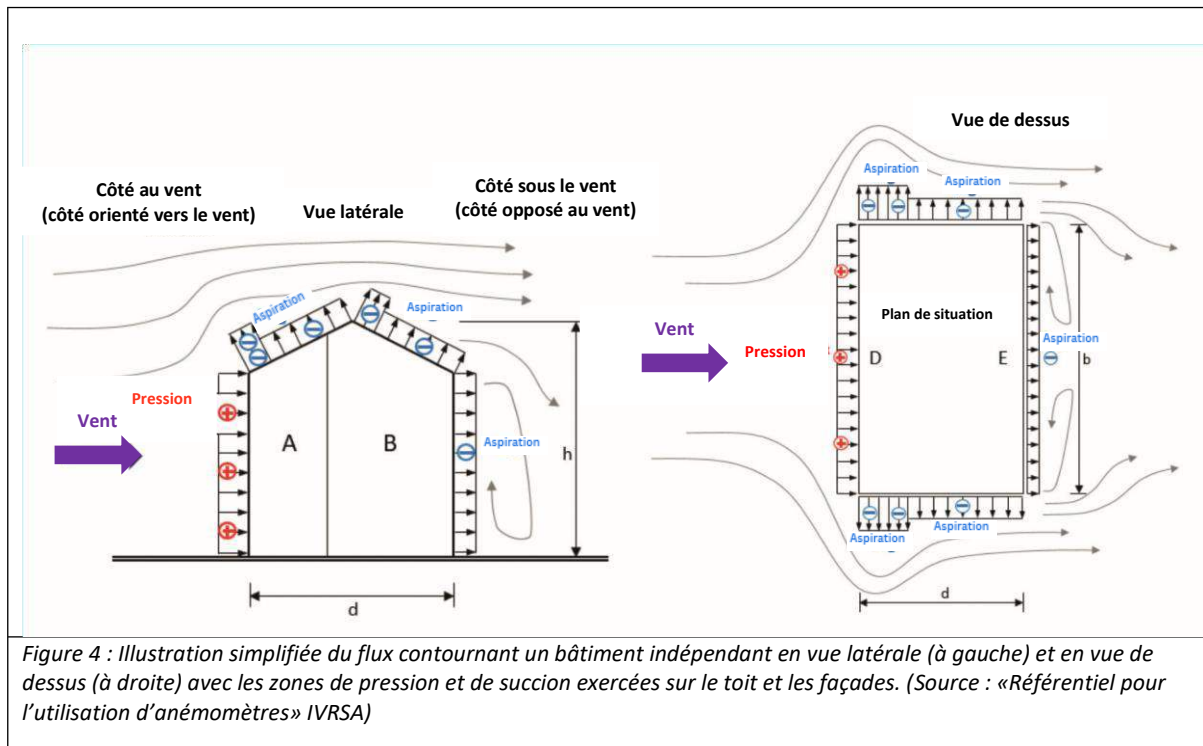


Figure 4 : Illustration simplifiée du flux contournant un bâtiment indépendant en vue latérale (à gauche) et en vue de dessus (à droite) avec les zones de pression et de succion exercées sur le toit et les façades. (Source : «Référentiel pour l'utilisation d'anémomètres» IVRSA)

5. 4. Influence des bâtiments environnants sur le flux autour du bâtiment et sur la pression du vent exercée sur la façade

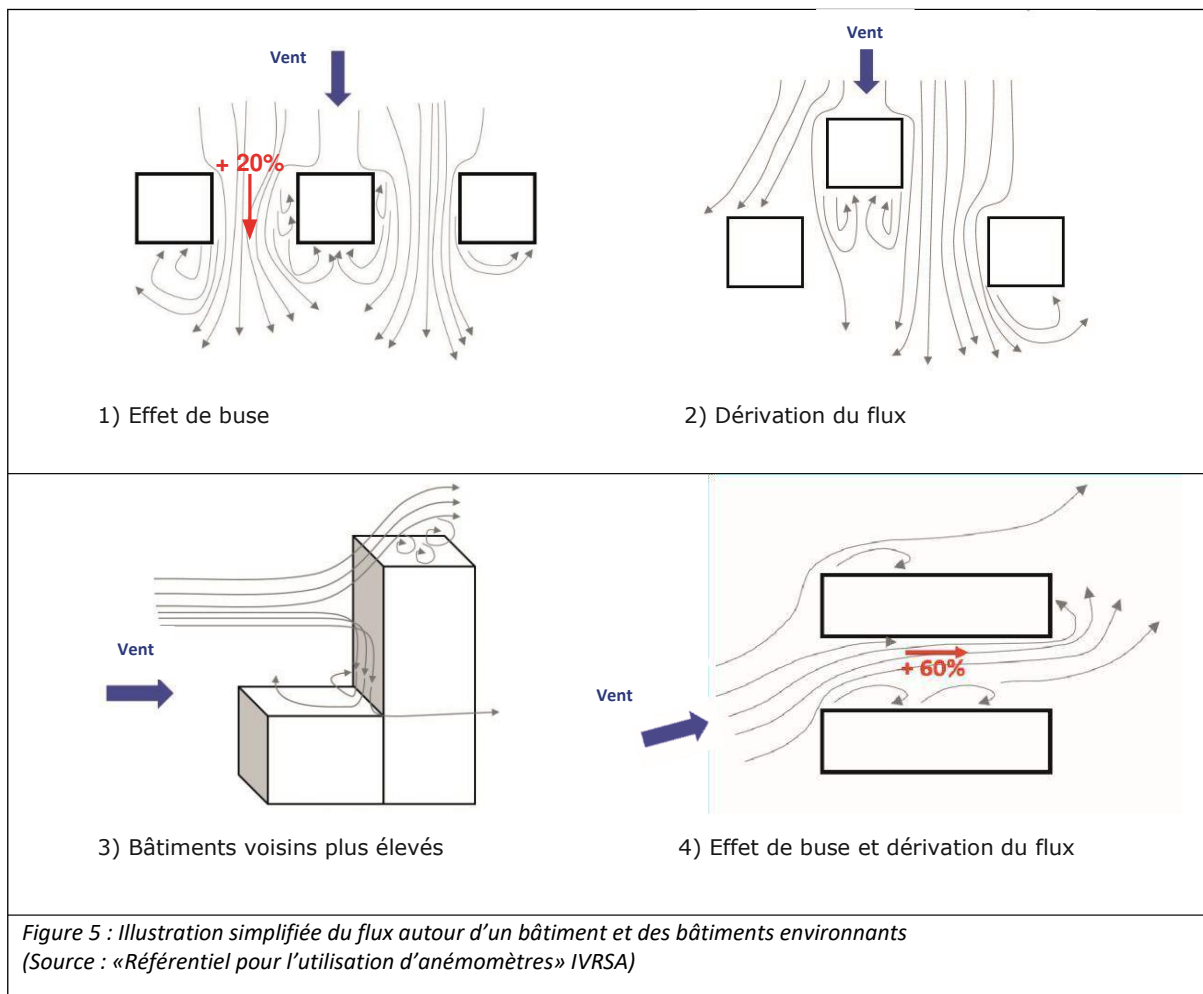
Les bâtiments environnants ou la construction dense influencent également le flux autour d'un bâtiment et peuvent le rendre extrêmement complexe et difficile à prévoir. La figure 5 montre trois effets typiques causés par les bâtiments environnants :

1. **Effet de buse** (exemples 1 et 4) : canalisation du flux de vent traversant un bâti voisin dense. Accélération significative du flux dans les passages entre les bâtiments.

Exemple 1 : taille du bâtiment de $l \times L \times h = 15 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, distance entre les bâtiments 20 m, augmentation de la vitesse de 20% (valeur indicative approximative)

Exemple 4 : taille du bâtiment de $l \times L \times h = 15 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, distance entre les bâtiments 20 m, augmentation de la vitesse près de la façade de jusqu'à 60% (valeur indicative approximative)

2. **Déviation du flux** (exemple 2) : le flux de vent est dévié par un bâtiment en amont. Augmentation de la charge de vent exercée sur le bâtiment arrière et changement local de la direction du flux.
3. **Bâtiments voisins plus élevés** (exemple 3) : le vent fort provenant du haut est « capté » par le bâtiment et dévié vers le bas. Augmentation de la charge de vent sur le bas du bâtiment.



5. 5. Simulation du vent et du flux autour des bâtiments

Le flux autour des bâtiments (même aux cubatures supposées simples) est souvent très complexe et difficile à prévoir sans investigations supplémentaires. Il peut au mieux faire l'objet d'une estimation approximative, mais la simulation assistée par ordinateur du flux du vent ou (mieux encore) les études en soufflerie permettent de le déterminer avec plus de précision. Pour les problèmes complexes, les essais en soufflerie sont souvent le seul moyen fiable de reproduire le flux autour du bâtiment de manière aussi précise et réaliste que possible et de déterminer la pression du vent exercée sur la façade.

Les essais en soufflerie présentent de grands avantages par rapport aux calculs numériques stationnaires du flux (en anglais Computational Fluid Dynamics, CFD), car ils prennent notamment en compte les fluctuations de la vitesse du vent (rafales) sur la façade. La qualité des résultats en est fortement améliorée car les courtes rafales peuvent avoir un impact décisif sur les toiles ou tabliers des protections solaires et y causer des dommages.

La *figure 6* l'illustre bien en montrant un signal de vitesse du vent typique exercée sur une façade. Il y est également manifeste que la vitesse du vent n'est pas une variable continue. La vitesse du vent près de la façade fluctue autour d'une valeur moyenne et présente des pics de vent (rafales) clairement reconnaissables.

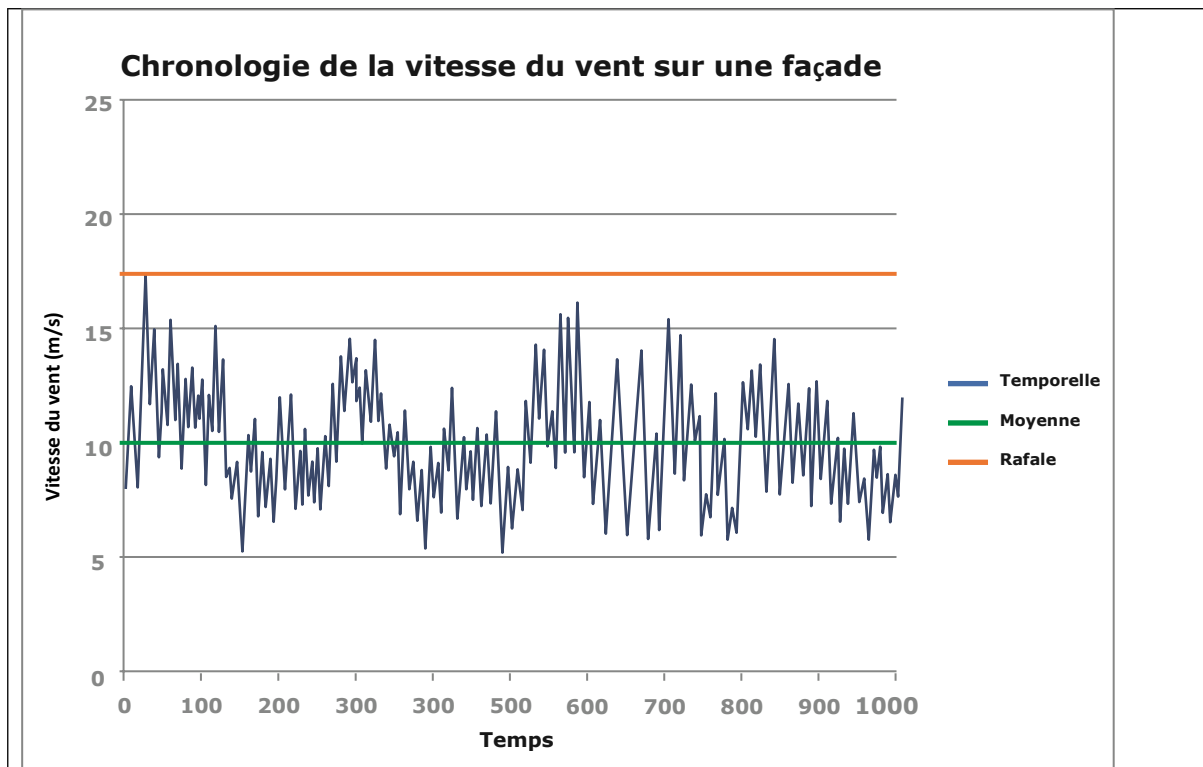


Figure 6 : Représentation d'un exemple de signal de mesure de la vitesse du vent sur la façade du bâtiment (Source : «Référentiel pour l'utilisation d'anémomètres» IVRSA)

6. Positionnement de l'anémomètre sur le bâtiment

6. 1. Type de bâtiment

Le code de la construction, le type de construction d'un bâtiment ou l'utilisation d'un bâtiment comme bâtiment résidentiel ou non résidentiel n'exige aucune installation de dispositifs de surveillance du vent pour les produits couverts par les normes DIN EN 13561 et DIN EN 13659¹.

¹ Une protection solaire automatique est certes exigée pour les bâtiments censés remplir un certain standard Minergie mais l'utilisation d'capteurs de vent n'est pas mentionnée.

Dans le cadre du marquage CE, la résistance au vent des produits susmentionnés est déclarée comme une caractéristique essentielle par les fabricants. Celle-ci est déterminée en fonction de l'utilisation prévue. Il incombe à l'entreprise de Normes d'assurer que le produit soit conforme aux fins d'utilisation prévues.

La bonne utilisation des produits susmentionnés relève de la seule responsabilité de l'utilisateur ou de l'exploitant.

6. 2. Planification de la configuration de pose

Il convient de veiller à ne pas dépasser la résistance au vent ou la vitesse maximale du vent admissible qui a été spécifiée par le fabricant des protections solaires qui sont installées sur un bâtiment. Il est nécessaire à cet effet de saisir correctement les vitesses ou pressions du vent qui agissent réellement sur le bâtiment ou la façade. Les spécifications et recommandations du fabricant doivent toujours être respectées.

6. 3. Conditions limites applicables à la planification

Le fournisseur des stores indique les classes de vent de la protection solaire et émet une recommandation sur l'exposition au vent. Le fournisseur de la commande convient avec l'architecte ou le planificateur du nombre d'capteurs de vent et de leur emplacement. Il est impératif de planifier le système de surveillance du vent, en particulier le positionnement de l'anémomètre en tenant concrètement compte de la situation du bâtiment. Le bâtiment lui-même est soumis à différentes conditions aérodynamiques selon

- la nature du terrain Flux de couche limite ou les particularités géographiques (comme à flanc de colline, mer ouverte)
- les bâtiments environnants (bâtiments isolés ou accolés)
- la forme du bâtiment
- les dimensions du bâtiment (hauteur, largeur, longueur)
- l'orientation au vent (zones de façade opposées ou exposées au vent)

Les conditions aérodynamiques différentes du bâtiment (voir chapitre 5). Les façades ou les zones de façades sont donc plus ou moins sujettes aux intempéries.

6. 4. Positionnement des capteurs de vent

Un anémomètre doit être positionné de manière à capter directement la vitesse et la direction du vent. Dès que la vitesse limite du vent est atteinte, la protection solaire installée sur la partie de façade concernée est rentrée ou remontée. Une zone de façade se définit par des conditions de vent similaires. Ces zones de façade servent de base aux types de commande décrits ci-dessous et doivent être définies au préalable.

Deux types de commande sont généralement utilisés pour la surveillance du vent dédiée aux protections solaires :

Commande décentralisée : chaque zone de façade qui a été définie reçoit un, ou le cas échéant, plusieurs capteurs de vent. Dès que l'anémomètre mesure la vitesse limite du vent, la protection solaire installée sur la partie de façade concernée est rentrée ou remontée.

Remarque : Lors de l'installation des capteurs de vent, il faut veiller à ce que les équipements d'entretien ou de nettoyage n'entrent pas en collision avec ceux-ci.

Commande centrale : la saisie des vitesses et des directions du vent s'effectue uniquement par un, ou le cas échéant, plusieurs capteurs de vent positionnés sur le toit (aucun n'est monté sur la façade).

Les mesures prises à l'anémomètre central du toit servent ensuite de base pour calculer la vitesse du vent sur les différentes façades en fonction de la direction du vent via des facteurs dits de transfert. Dès que la vitesse limite du vent est atteinte ou dépassée, la protection solaire installée sur la partie de façade concernée est rentrée ou remontée. Les facteurs de transfert qui sont regroupés dans une matrice de transfert remplacent ainsi les capteurs de vent décentralisés des façades. Cette version de la commande peut uniquement être mise en œuvre sur la base d'analyses en soufflerie. Pour les deux types de commande, ce sont des analyses (en soufflerie) qui permettent au mieux de déterminer les zones des façades et le positionnement des capteurs de vent en fonction des conditions de vent spécifiques au site.

Le positionnement des capteurs de vent ne peut être en principe évalué que pour des bâtiments de forme simple situés sur un terrain simple ne présentant aucun obstacle. En cas de bâtiments de grande taille et d'un environnement complexe, il est vivement recommandé de laisser déterminer le positionnement par une entreprise spécialisée qui aura recours à des simulations ou des mesures en soufflerie.

Remarque : De plus, les temps d'arrêt théoriques de la protection solaire dus au vent peuvent être déterminés afin d'avoir une plus grande sécurité de planification au préalable quant au produit de protection solaire à choisir en fonction de la résistance au vent. Un produit de protection solaire avec une classe de résistance au vent plus élevée entraîne des temps d'arrêt plus faibles.

Afin de montrer les problèmes spécifiques du positionnement d'un anémomètre de toit, la *figure 7* illustre une fois de plus les passages d'air sur un bâtiment. Elle montre clairement que la distance au bord du bâtiment et la hauteur sont des critères importants pour choisir l'emplacement de l'anémomètre de toit. L'anémomètre devrait toujours être positionné de telle sorte que le capteur/détecteur de vent soit situé là où le vent circule librement sans perturbation.

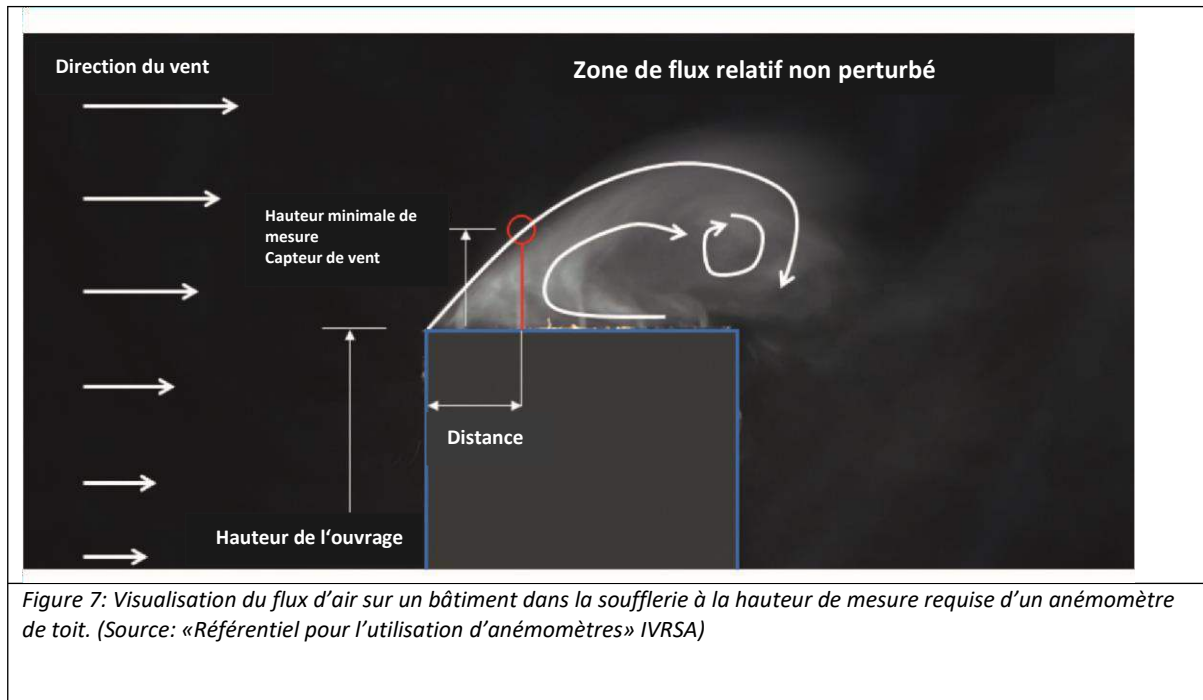


Figure 7: Visualisation du flux d'air sur un bâtiment dans la soufflerie à la hauteur de mesure requise d'un anémomètre de toit. (Source: «Référentiel pour l'utilisation d'anémomètres» IVRSA)

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

Les points suivants doivent toujours être respectés lors du positionnement des capteurs de vent :

- Possibilité d'une libre circulation de l'air et prise en compte d'écrans contre le vent par des installations structurales sur le bâtiment lui-même ou par des bâtiments voisins.
- Les vitesses et les turbulences les plus élevées se produisent aux angles des bâtiments et aux bords des toits.
- Les caractéristiques saisonnières (par exemple, la chute des feuilles, le gel, la hauteur de neige) doivent être prises en compte lors de la sélection de la position.

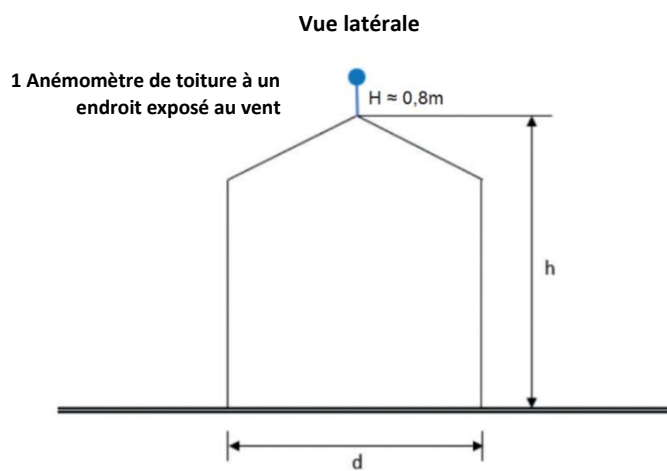
Les recommandations du fabricant concernant le positionnement des capteurs de vent doivent être respectées.

6. 5. Etudes de cas

Certaines études de cas sont résumées ci-dessous. Les exemples 1 à 4 représentent des cas standard pour lesquels le positionnement optimal de l'anémomètre ne fait pas l'objet d'une étude spécifique au projet. Les positions des capteurs de vent indiquées sont données uniquement à titre indicatif.

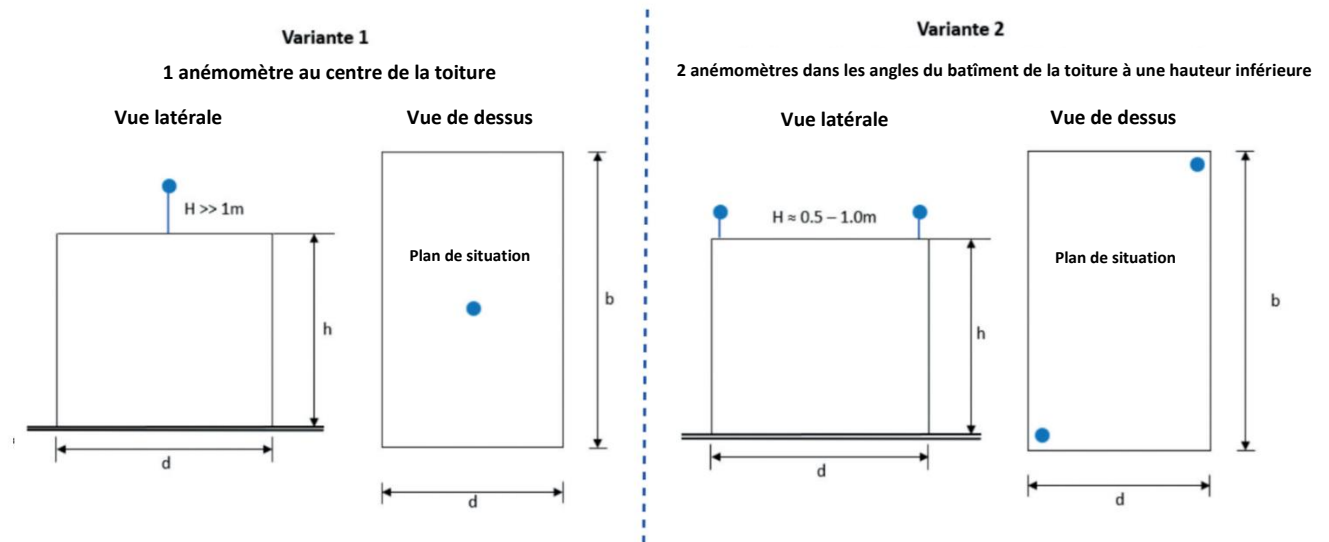
L'exemple 5 montre un bâtiment plus grand, géométriquement complexe situé au milieu d'un bâti dense. Dans ce cas, des simulations de flux liées au projet ont été réalisées dans la soufflerie afin d'optimiser les capteurs de vent (nombre et position).

En cas d'incertitude dans un cas particulier, il convient de demander des expertises Partenaires à un spécialiste du vent..

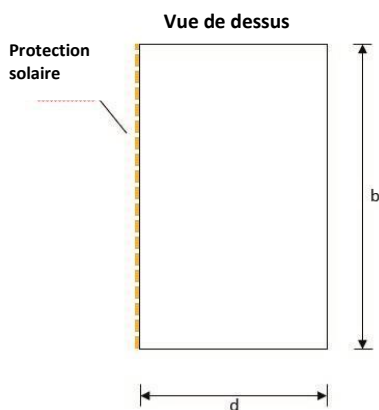
Exemple 1 : maison individuelle à deux versants

(Source : «Guide pour l'utilisation des capteurs de vent» IVRSA)

Exemple 2 : maison individuelle à toit plat

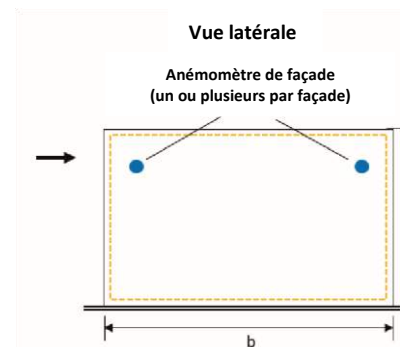


Exemple 3 : bâtiment simple et indépendant ; protection solaire sur 1 seule façade



Une commande par anémomètre de toit est ici également recommandée comme dans les exemples 1 et 2.

Important : les capteurs de vent doivent être exposés à une libre circulation de l'air. Un anémomètre de façade doit être monté à 50 cm de la façade

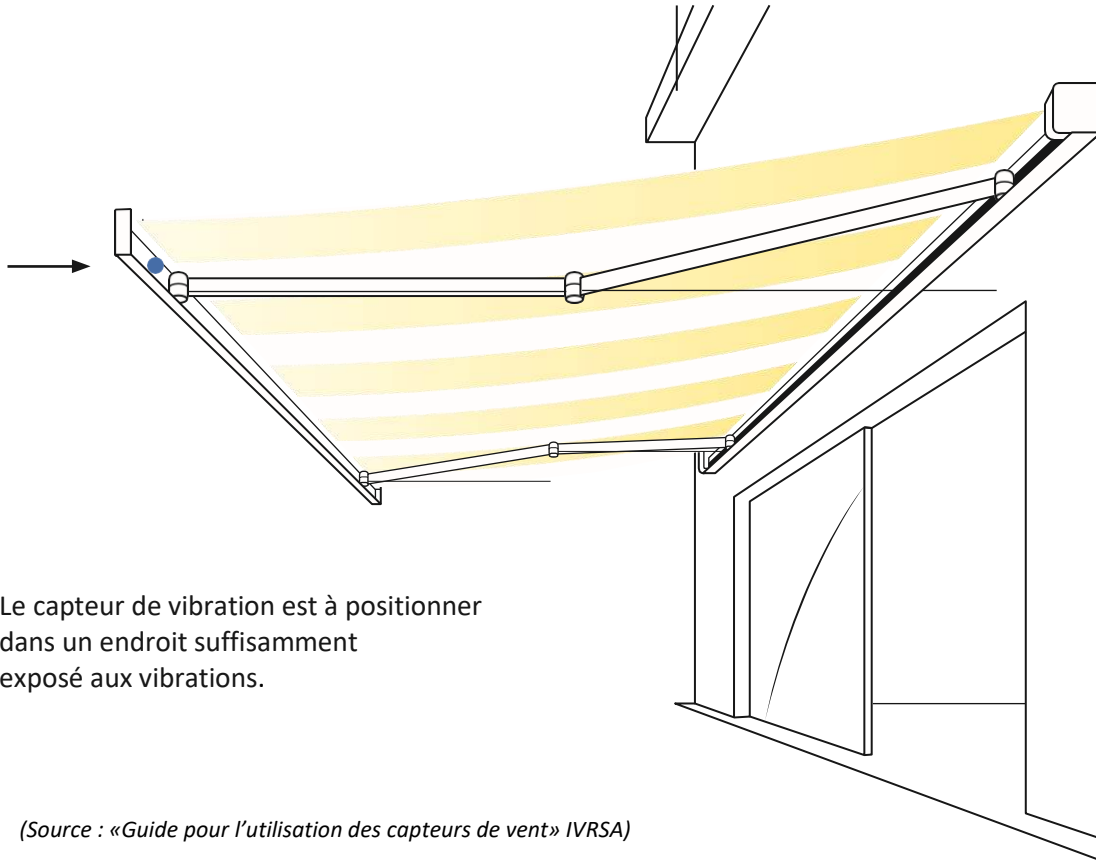


(Source : «Guide pour l'utilisation des capteurs de vent» IVRSA)

Exemple 4 : bâtiment simple et indépendant : store banne à bras articulé

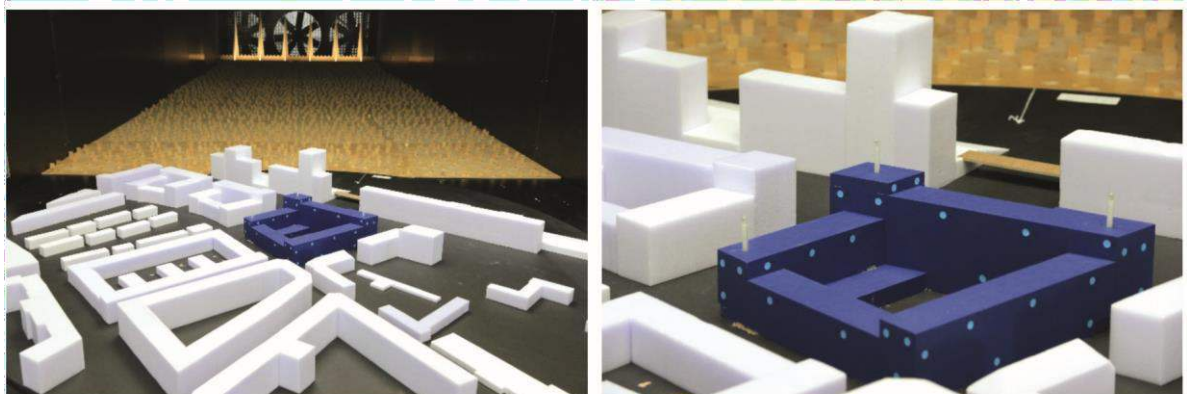
Une commande par anémomètre de toit est ici également recommandée comme dans les exemples 1 et 2.

En raison des conditions de flux complexes et non uniformes, des capteurs de vibrations sont éventuellement conseillés (voir chapitre 2.3).



Le capteur de vibration est à positionner dans un endroit suffisamment exposé aux vibrations.

(Source : «Guide pour l'utilisation des capteurs de vent» IVRSA)

Exemple 5 : complexe immobilier situé en centre-ville

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

Complexe immobilier situé en centre-ville avec des bâtiments voisins de hauteur égale ou supérieure

Document de la VSR rédigé en collaboration avec l'IVRSA.



Tous les droits, en particulier de reproduction et de diffusion intégrales ou partielles, sont réservés à l'éditeur.

- Une commande centralisée via un anémomètre de toit n'était pas possible car le signal reçu n'aurait pas été sans perturbation aux vues des influences environnementales
- Solution : commande décentralisée avec plusieurs capteurs de vent de façade

Remarque : 16 capteurs de vent de façade ont été ici mis en œuvre et commandent séparément les zones de façade (les points bleus du modèle indiquent les positions de mesure pendant les essais en soufflerie).

6. 6. Montage de l'anémomètre

En fonction du lieu et de la surface d'installation, il sera nécessaire de recourir à des dispositifs auxiliaires (comme équerre, mât, matériel de fixation ou autre).

Les recommandations du fabricant pour le montage des capteurs de vent doivent être respectées.

7. Entretien

7. 1. Maintenance/maintien en bon état (consignes)

Les capteurs doivent toujours être maintenus propres et exempts de feuilles, de neige ou autres débris et leur bon fonctionnement doit être vérifié lors de l'entretien.

Les piles des capteurs fonctionnant à pile doivent être régulièrement changées. Les consignes du fabricant sont ici à respecter.

L'accès aux capteurs de vent doit être garanti pour permettre les opérations de maintenance.

7. 2. Prescriptions d'essai

Le bon fonctionnement de l'anémomètre peut être vérifié à l'aide d'un souffleur de feuilles alimenté par batterie.

Consigne de sécurité : s'assurer d'une bonne stabilité (pour sécuriser la personne effectuant le test). En outre, une distance minimale de 1 mètre par rapport à l'anémomètre est recommandée.

8. Réglage de la commande

8. 1. Priorité des capteurs de vents

Les capteurs de vent ont toujours la priorité sur les autres capteurs tels que les capteurs de soleil et de pluie ainsi que sur le fonctionnement manuel.

8. 2. Délais de temporisation

Un parcours de sécurité (rétractation) est effectué immédiatement après le déclenchement. Afin d'éviter des rétractions de sécurité pour cause de vent qui se répètent trop, la sortie s'effectue toujours en respectant un certain délai.

Si le système se rétracte à la suite d'un signal de l'anémomètre, il restera bloqué sur la durée de temporisation choisie. Il en est de même pour le mode manuel.

8. 3. Contraintes imposées à la domotique

L'automatisme doit pouvoir gérer plusieurs zones de façade qui sont soumises à des conditions de vent différentes et donc à des valeurs limites différentes.

Remarque : la fonction d'alerte au vent est toujours prioritaire aux autres signaux.

8. 4. Positionnement de l'anémomètre radio par rapport au récepteur radio (actionneur, entraînement)

Priorité absolue : déterminer la position exposée de l'anémomètre par rapport au système.

Deuxième priorité : vérifier le signal radio envoyé au récepteur radio et l'amplifier si nécessaire.

Veiller à ce que la communication entre le capteur et l'unité commande ou le produit soit toujours garantie.

9. Responsabilités

9. 1. Mise en service (réglage de base)

Les capteurs de vent ont un réglage de base en usine qui est défini par le fabricant et décrit dans les instructions de montage.

Remarque : un ajustement de la vitesse du vent adapté au bâtiment et au produit doit être effectué par l'installateur ou l'ingénieur en charge de l'automatisme (en fonction de la complexité de l'automatisme).

9. 2. Détermination des valeurs limites

Le fournisseur de la protection solaire informe le fournisseur de l'automatisme sur la force de vent limite du produit (conseil d'utilisation en cas de vent). Lors de la mise en service, le programmeur / l'intégrateur / l'installateur règle les valeurs limites garantissant la sécurité du fonctionnement. La valeur limite admise doit être déterminée pour la hauteur et la configuration de pose (voir chapitre 6). Il est recommandé que les appareils enregistrent ou sauvegardent les pics de vent afin que ces derniers soient disponibles en cas de plaintes.

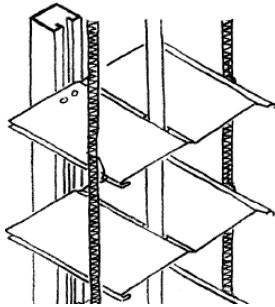
10. Conclusion

Il convient de noter que la charge de vent sur les bâtiments doit être considérée individuellement. Des corrections sont par exemple nécessaires en fonction des différentes conditions et/ou de la situation du terrain. Il faut veiller à ce que le capteur de vent

- soit monté si possible à l'endroit le plus exposé au vent soit si possible complètement dégagé et non à l'abri du vent soit installé au moins de 0,9 à 1 m du bord supérieur l'appentis.

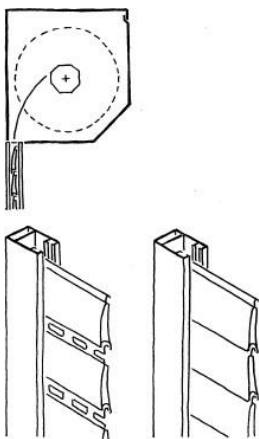
11. Croquis des produits

11.1. Stores à lamelles



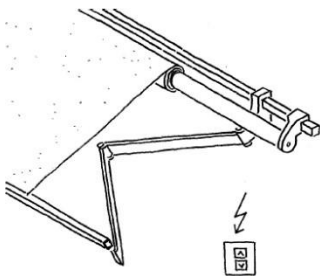
Protection métallique contre le soleil et les intempéries composée d'un cadre avec organe de manœuvre, tablier à lamelles réglables et guidage vertical par profilé ou câble

11.2. Volets roulants



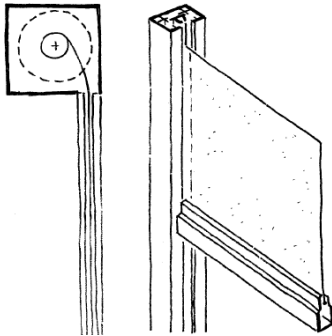
Protection métallique contre le soleil et les intempéries composée d'un cylindre, d'un tablier à lames et de coulisses latérales

11.3. Store banne à bras articulé



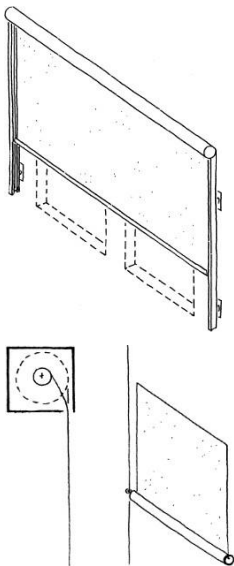
Protection solaire en toile composée d'un cylindre à toile, de bras articulés avec tige en tissu et de toile. Protection solaire en surplomb pour ombrage de surfaces

11.4. Store en toile vertical ZIP



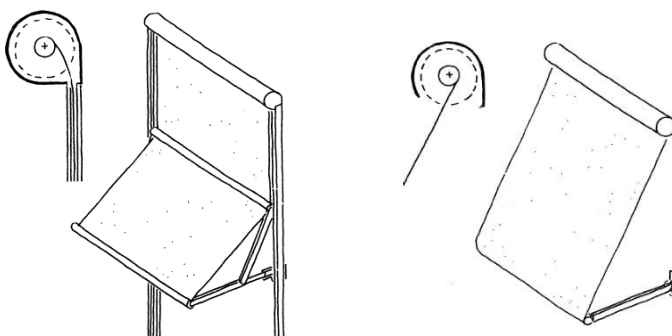
Protection solaire textile composée d'un cylindre à toile, d'une toile maintenue par les coulisses latérales et tige en tissu

11.5. Store en toile vertical guidé par câble et par profilé



Protection solaire textile comprenant un cylindre avec tissu, au choix avec coffre et guidage par rail ou câble et tige en tissu

11.6. Store à projection, store banne à projection



Protection solaire textile comprenant un cylindre avec tissu, au choix avec coffre et guidage par rail avec mécanisme et bras de projection

12. Glossaire

Accélération du flux.....	15	Fonction d'alerte.....	26
Accès.....	25	Forme de bâtiment.....	19
Alimentation.....	5	Fournisseur de la commande.....	19
Analyses en soufflerie.....	20	Intensité de la turbulence.....	13, 14
Anémomètre.....	4, 5, 10, 19, 26	Ligne d'alimentation.....	5
Angles de bâtiment.....	15, 21	Logique.....	5
Assurances.....	5, 12	Maintenance.....	25
Bâti environnants.....	16, 19	Mise en service.....	26
bâtiment.....	16, 19	Nature du terrain.....	19
Bords des toits.....	15, 21	Normes.....	5, 9
Calculs du flux.....	17	Partenaires spécialisés.....	5
Capteur de pluie.....	5	Pile.....	5
Capteur de soleil.....	25	Point de stagnation.....	14
Classe de résistance au vent.....	8, 9, 10, 20	Positionnement.....	18, 19, 20, 21
Commande centrale.....	20	Précipitations.....	5
Communication.....	5, 26	Pression.....	13, 15, 16
Décentralisée.....	19	Protection solaire.....	4, 5, 8, 18, 19, 20
Délais de temporisation.....	25	Rafales.....	7, 12, 17, 18
Déviations de flux.....	16	Refoulement.....	15
Dimensions de bâtiment.....	19	Responsabilités.....	26
Direction du vent.....	4, 5, 19	Signal.....	4, 5, 25
Distribution des vents.....	5	Signal de la vitesse du vent.....	18
Domages.....	6	Standard Minergie.....	18
Domotique.....	26	Succion.....	15
Effets de contournement du vent.....	14, 15	Succion du vent.....	15
Effets de flux.....	15	Taille de bâtiment.....	16
Entretien.....	25	Test en Soufflerie.....	17
Etudes de cas.....	21	Tourbillonnements.....	15
Expertises.....	21	Turbulence.....	13
Facteurs de transfert.....	20	Valeur limite.....	10, 26
Flux.....	15, 21	Vent.....	4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20
Flux autour de bâtiment.....	17	Vents descendants.....	14
Flux de couche limite.....	19	Vitesses des vents.....	5, 7, 8, 11, 18
Flux de vent autour d'un bâtiment.....	16	ZIP.....	11
Flux de vent autour d'un obstacle.....	14	zone de façade.....	19, 20
Flux du vent.....	26	Zone de stagnation.....	14
Flux du vent.....	13, 17	Zone sous vent.....	15