



TENUE AU VENT DES STORES EXTÉRIEURS

SYNTHESE D'UNE CAMPAGNE D'ESSAIS EN SOUFFLERIE

Tenue au vent des stores extérieurs

Synthèse d'une campagne d'essais en soufflerie

Introduction :

Le choix d'un store extérieur doit être adapté aux caractéristiques du bâtiment et aux sollicitations auxquelles il sera soumis, notamment en matière de vent. **Le FD DTU 34.4 P3** précise, en fonction notamment de la hauteur du bâtiment et de sa localisation géographique, la **classe de résistance au vent à retenir**. Cette classe correspond à une résistance à une **pression statique du vent**. Le produit choisi doit ainsi présenter une classe de résistance au moins égale à celle requise pour le projet. En outre concernant les stores en toile, une vitesse minimale de tenue au vent est imposée (§5.4.3)

Cette classe de résistance est déterminée par les fabricants à partir d'essais normalisés, conformément aux normes **NF EN 13659** pour les brise-soleil orientables (BSO) et **NF EN 13561** pour les autres stores extérieurs.

Cependant, lors d'épisodes de vents forts, des dommages ont été constatés sur certains stores extérieurs. Ces observations ont conduit à s'interroger sur la pertinence des critères actuellement utilisés pour caractériser leur tenue au vent, notamment ceux définis dans les normes **NF EN 13659** et **NF EN 13561** et dans le **FD DTU 34.4 P3**.

Afin de mieux comprendre le comportement des stores extérieurs soumis à des sollicitations de vent importantes et d'évaluer la pertinence des méthodes actuelles de caractérisation de leur tenue au vent, Le Groupement Actibaie a décidé de faire réaliser par le CSTB une campagne d'essais dans la soufflerie Jules Verne à Nantes.

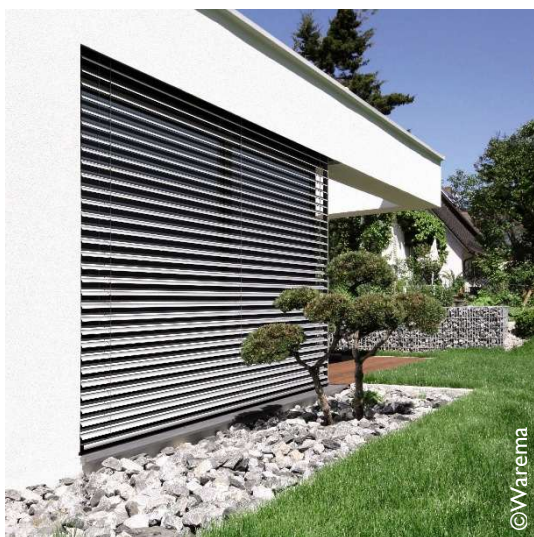
Cadre de l'étude :

Les produits testés

Les essais ont été réalisés pour mesurer la **résistance au vent** de différents **modèles de stores extérieurs** fournis par neuf fabricants.

Les 4 familles de stores testés sont les suivantes :

- Les stores vénitiens extérieurs (BSO)
- Les stores à toile guidée par ZIP (Stores ZIP)
- Les stores à toile classique (non-ZIP dont seule la barre de charge est guidée)
- Les stores à projection (à l'italienne)



Store vénitien (BSO)



Store toile guidée ZIP



Store à projection



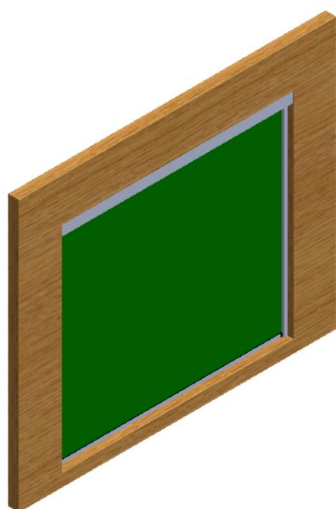
Store toile classique non-ZIP

Les tests ont simulé des conditions réelles avec les configurations suivantes :

- 2 **largeurs** de stores : **1350 mm** et **2700 mm**
- 2 types de **poses** :

- Pose en **tableau** :

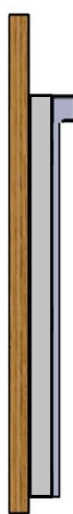
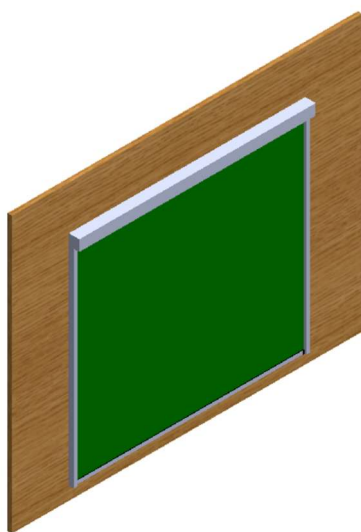
Store extérieur installé directement dans l'encadrement de la fenêtre.



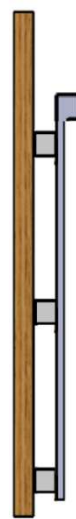
- Pose en **applique extérieure** :

Store monté à l'extérieur du bâtiment, posé de face.

On distingue le cas « cloisonné » (joints latéraux) et le cas « non cloisonné ».



a) Cloisonné



b) Non cloisonné

Les paramètres variables

- Le **déploiement du tablier** (50% ou 100%)



a) Tablier déployé à 50%



b) Tablier déployé à 100%

- L'**ouverture des lames** pour les BSO (45° ou 90°)



a) Lame à 45°



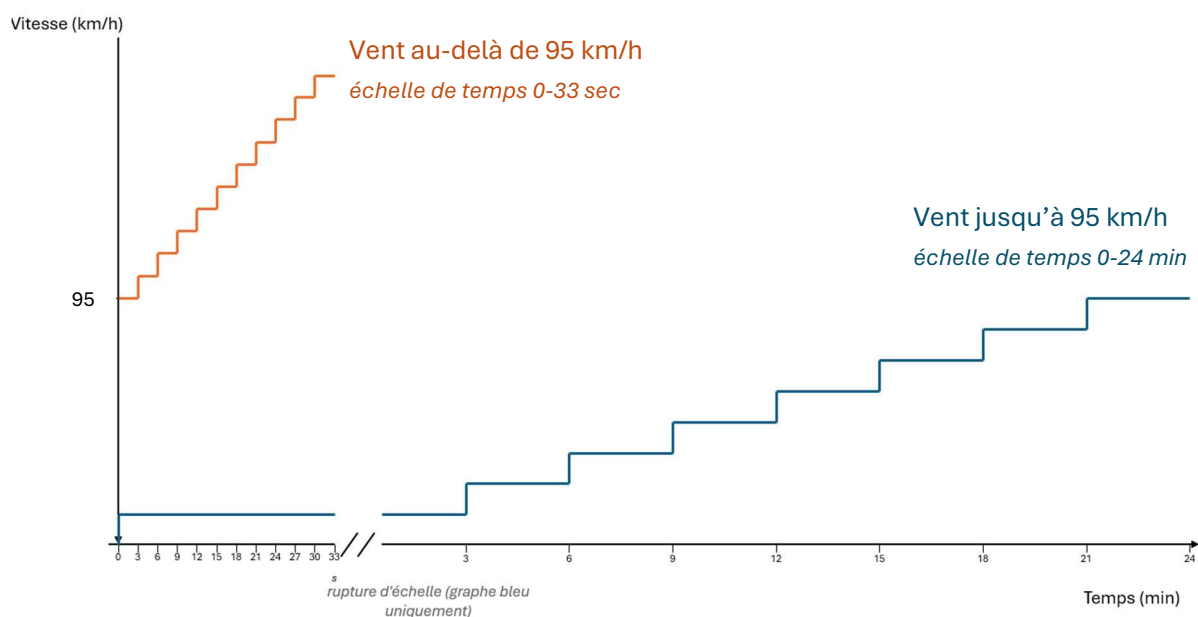
b) Lame à 90°

- La **vitesse et la direction du vent**.

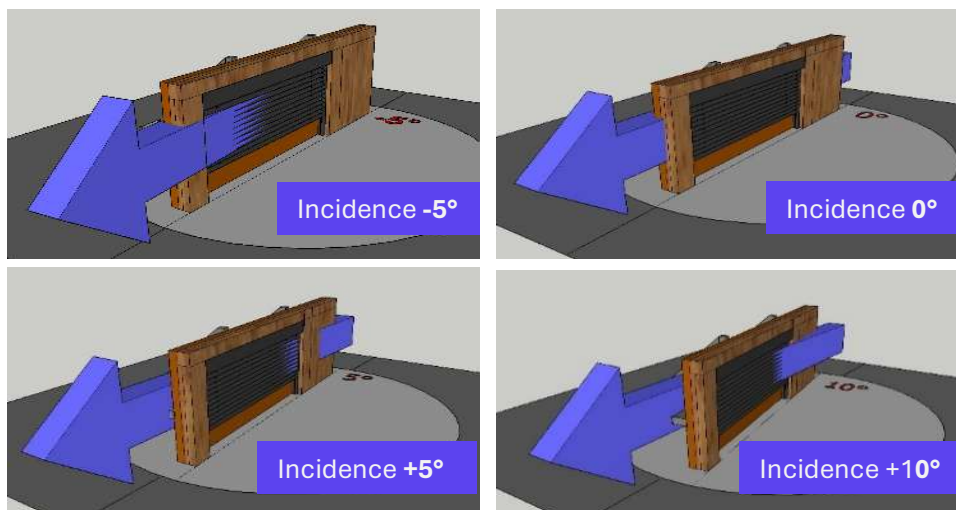
Vitesse : Deux scénarii de vent ont été appliqués sur les stores :

- 1) Vent jusqu'à 95 km/h maintenu pendant trois minutes pour chaque palier.
- 2) Vents forts au-delà de 95 km/h maintenus pendant trois secondes par palier.

Vitesse de vent appliqué en fonction du temps :



Direction : Pour chaque famille de produits, une recherche de l'angle d'incidence du vent le plus pénalisant a été réalisée sur le premier produit testé, au moyen d'un balayage angulaire. Cette recherche a montré que le cas le plus défavorable correspond à un vent rasant, avec un angle d'incidence compris entre -5° et $+10^\circ$, la direction du vent étant variable. Les essais sur les stores extérieurs ont ensuite été réalisés selon la configuration la plus défavorable pour chaque type de stores.



Les éléments mesurés

Les mesures réalisées au cours des essais ont porté sur les trois points suivants :

- Possibilité de **déploiement/repliement** du store extérieur en présence de vent (hors vent fort) : c'est la **manœuvrabilité**.
- La mesure du **coefficient de pression** (C_p) : il quantifie la pression due au vent que supporte chaque face du store.
- Le **déplacement** du tablier par rapport à la façade.

Recommandation du Groupement Actibaie pour le choix du produit par les prescripteurs en fonction de la zone géographique

De manière générale, les stores extérieurs doivent être sélectionnés en fonction de :

- Leur vitesse de vent admissible communiquée par le fabricant.
- Des exigences de vitesse de vent minimales propres au lieu d'utilisation que doivent supporter sur site les stores extérieurs. Elles sont données dans le paragraphe 5 « Stores extérieurs » du FD DTU 34.4 P3.

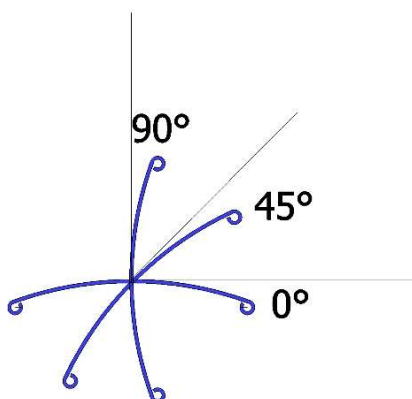
IMPORTANT

- La classe de vent indiquée dans le cadre du marquage CE des stores extérieurs dont les BSO ne constitue pas un critère **suffisant** pour choisir un produit en fonction de son lieu d'utilisation. En revanche, elle peut être utilisée comme un élément de comparaison entre différents produits, sous réserve d'en préciser les limites et les conditions d'interprétation.
- Le choix des volets et stores s'entend pour une utilisation « fenêtres fermées ». En cas d'ouverture d'une fenêtre et de présence de vent, ils devront être repliés.
- L'utilisateur doit suivre les notices d'utilisation et de maintenance des fabricants et régler chaque anémomètre à la vitesse qui lui est communiquée.

I - Stores vénitiens extérieurs (BSO)

Particularités des tests

- Les stores vénitiens extérieurs dits BSO ont été testés pour deux inclinaisons des lames :
 - Inclinaison à 45°
 - Verticales à 90°



- Les BSO ont été testés pour une distance du tablier par rapport au « vitrage » de 100 mm.

Résultats

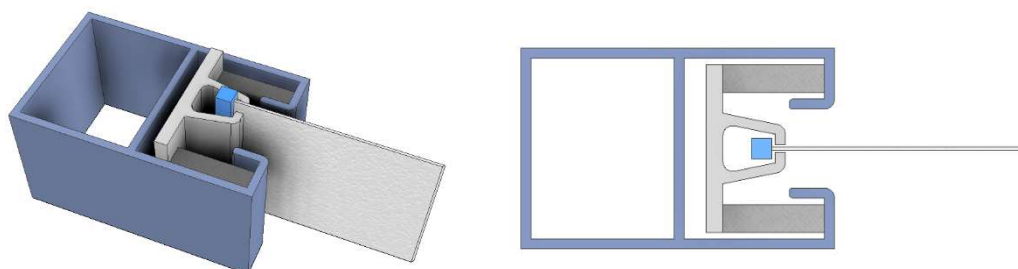
- **Stabilité au vent** : les BSO testés montrent une bonne résistance au vent dans des conditions de laboratoire et pour des vents forts de trois secondes maximum pour les grandes vitesses. Les BSO avec **un guidage par coulisses** (plutôt que par câble) offrent une stabilité accrue, réduisant les mouvements indésirables sous l'effet du vent.
- **Déploiement et angle d'ouverture des lames** : les stores déployés à **100%** avec des lames inclinées à **45°** sont plus sujets à des déplacements importants. Les lames verticales (fermées) à **90°** permettent de moins solliciter le BSO.
- **Coefficient de pression** : on observe une grande variabilité des pressions mesurées de part et d'autre des BSO, il n'est donc pas possible de traduire les effets dynamiques du vent par une pression statique appliquée sur le store.
- **Incidence du vent** : les tests montrent que les angles d'incidence positive du vent compris entre **0° et 10°** sont les plus critiques, entraînant des déplacements plus importants et des différences de pression accrues.
- **Manœuvrabilité** : il ressort de ces essais que tous les BSO restent repliables aux vitesses de vent maximales auxquelles ils ont été testés.

Recommandations pour le choix des BSO

Pour garantir une performance optimale en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques du bâtiment, plusieurs **bonnes pratiques** doivent être prises en compte :

1. **Dans les situations de vent fort : il est nécessaire de replier le store.**
2. **Privilégier le guidage par coulisses** : le guidage par coulisses offre une meilleure résistance au vent et limite le déplacement du tablier par rapport à la façade, en particulier pour les installations situées dans des zones exposées. À l'inverse, le guidage par câbles permet des déplacements plus importants, qui varient notamment selon les dimensions du produit et la situation de pose (en tableau ou en applique extérieure). Les systèmes à câbles sont également plus sensibles à l'usure dans le temps et à une éventuelle baisse de tension, susceptibles d'altérer leur efficacité et leur tenue au vent. Les coulisses assurent ainsi un guidage plus stable et durable.
3. **Lorsque les lames sont à 90°**, elles ont une portance moindre et se comportent mieux au vent.
4. **Choisir la pose en tableau ou en applique extérieure cloisonnée** plutôt qu'en applique extérieure non cloisonnée dans les environnements exposés aux vents latéraux : la pose en tableau limite les effets du vent sur le tablier du BSO. Le type de pose qui permet une entrée latérale du vent est plus défavorable.
5. **En cas de pose en applique extérieure**, les stores dans les angles des bâtiments devront être protégés par des joues latérales.
6. **Adapter les dimensions des BSO** à l'intensité de la sollicitation du vent : les BSO de grande largeur (2700 mm) peuvent être plus sensibles aux déformations sous l'effet du vent et nécessitent des systèmes de guidage renforcés.
7. **Résistance au vent** : la diversité des coefficients de pression C_p mesurés ne permettant pas d'obtenir un C_p de référence, il n'est pas pertinent de sélectionner un produit sur sa simple classe de résistance aux charges de vent au sens de la norme NF EN 13569. Il faut se référer à la vitesse déclarée par le fabricant.
8. **Une moindre distance à la façade** favorise la résistance au vent du store.

II - Stores à toile guidée par ZIP “Stores ZIP”



Particularités des tests

- Les “stores ZIP” ont été testés pour deux distances du tablier par rapport au « vitrage » :
 - 70 mm (pose en applique extérieure et en tableau)
 - 25 mm (pose en applique extérieure)
- Les essais ont été réalisés sur des “stores ZIP” d’une hauteur de 2,5 m.
- Recherche de l’angle le plus sollicitant pour un vent latéral
- Incidence latérale du vent : les “stores ZIP” ne disposent pas tous d’une coulisse ou d’un système de cloisonnement qui permettrait d’empêcher que le vent ne pénètre par le côté entre la toile et la fenêtre.
- Choix du textile avec un coefficient d’ouverture de 4% ou opaque.

Résultats

- **Stabilité au vent** : les “stores ZIP” testés montrent une excellente résistance au vent dans des conditions de laboratoire et pour une durée de vents forts de trois secondes maximum pour les grandes vitesses.
- **Manœuvrabilité** : les vitesses limites de résistance au vent pour les stores déployés peuvent être supérieures aux vitesses de manœuvrabilité des produits. Dans tous les cas, les stores doivent être remontés avant que le vent n’ait atteint la vitesse maximale déclarée par le fabricant.
- **Coefficient de pression** : on observe une grande variabilité des pressions mesurées de part et d’autre des “stores ZIP”, il n’est donc pas possible de traduire les effets dynamiques du vent par une pression statique appliquée sur le store.
- **Incidence du vent** : les tests montrent que les angles d’incidence positive du vent compris entre **0° et 10°** sont les plus critiques, entraînant des déplacements plus importants et des différences de pression accrues.

Recommandations pour le choix des “ stores ZIP ”

Pour garantir une performance optimale en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques du bâtiment, plusieurs **bonnes pratiques** doivent être prises en compte :

1. **Dans les situations de vent fort : il est nécessaire de replier le store.**
2. **Réduire la largeur du store** permet de réduire l’amplitude des déplacements.
3. **Résistance au vent** : la diversité des coefficients de pression C_p mesurés ne permettant pas d’obtenir un C_p de référence, il n’est pas pertinent de sélectionner un produit sur sa simple classe de résistance aux charges de vent au sens de la norme NF EN 13561. Il faut se référer à la vitesse déclarée par le fabricant.
4. **Une moindre distance à la façade** favorise la résistance au vent du store.

III - Stores toiles classiques (non-ZIP dont seule la barre de charge est guidée)

Particularités des tests

- Les stores toiles ont été testés pour deux distances du tablier par rapport au « vitrage » :
 - 70 mm (pose en tableau)
 - Distance minimum selon l'épaisseur de la coulisse ou de la pièce qui guide le câble
- Déploiement du tablier : 50% ou 100%
- Choix du textile avec un coefficient d'ouverture de 4%
- Guidage par câble ou coulisse

Résultats

- **Stabilité au vent** : la résistance au vent et la manœuvrabilité sont très variables. La conception des produits est un facteur clé qui assure ou non une meilleure stabilité au vent.
- **Coefficient de pression** : on observe une grande variabilité des pressions mesurées de part et d'autre des stores toiles classiques, il n'est donc pas possible de traduire les effets dynamiques du vent par une pression statique appliquée sur le store.
- **La vitesse de résistance au vent** du produit est supérieure à sa vitesse de manœuvrabilité (risque d'enroulement en hélice de la toile).
- **Incidence du vent** : les tests montrent que les angles d'incidence du vent compris entre **-5° et 10°** sont les plus critiques, entraînant des déplacements plus importants et des différences de pression accrues.
- Grande dispersion des **vitesse de résistance au vent** : les barres de charge de masse plus élevée contribuent à une meilleure mise en tension de la toile en conditions de vent fort. Cette tension renforcée améliore le comportement du store face aux sollicitations du vent et permet de conserver une manœuvrabilité y compris pour des vitesses de vent plus élevées.

Recommandations pour le choix des stores toile (non-ZIP)

1. **Dans les situations de vent fort : il est nécessaire de replier le store.**
2. **Privilégier le guidage par coulisse.**
3. **Choisir la pose en tableau** plutôt qu'en applique extérieure dans les environnements exposés aux vents latéraux : la pose en tableau limite les effets du vent sur le tablier du store toile.
4. **Résistance au vent** : la diversité des coefficients de pression C_p mesurés ne permettant pas d'obtenir un C_p de référence, il n'est pas pertinent de sélectionner un produit sur sa simple classe de résistance aux charges de vent au sens de la norme NF EN 13561. Il faut se référer à la vitesse déclarée par le fabricant.
5. **Le déplacement du tablier par rapport à la façade** : le déplacement est moins important pour le guidage par coulisse que par câble et pour des barres de charge de poids plus important. Le déplacement varie en fonction des dimensions du produit et de la situation de pose (en tableau ou en applique extérieure).
6. **Une moindre distance à la façade** favorise la résistance au vent du store.

Autres recommandations (non liées directement aux tests) :

- Il est conseillé de choisir un store dont la hauteur est inférieure à trois fois la largeur pour favoriser un bon enroulement.
- En pose en tableau et guidage par câble, il est préférable de fractionner les stores de grande largeur en plusieurs éléments.

IV- Stores à projection (à l'italienne)

Particularités des tests

- Les stores toiles sont équipés de bras sans ressort (par gravité) ou avec ressort.
- Angle de projection des bras par rapport à la verticale (store déployé) : 90° ou 120°.
- Choix du textile avec un coefficient d'ouverture de 4%.

Résultats

- **Stabilité au vent** : Les vitesses de vent et de manœuvrabilité des stores à projection sont sensiblement inférieures à celle des autres produits.
- **Le vent latéral** sollicite davantage ces produits que les autres types de stores qui sont verticaux.
- **Les bras avec ressort** améliorent la tenue au vent.
- **Coefficient de pression** : on observe une grande variabilité des pressions mesurées de part et d'autre des stores à projection, il n'est donc pas possible de traduire les effets dynamiques du vent par une pression statique appliquée sur le store.
- **Incidence du vent** : Les tests montrent que l'angle d'incidence négative du vent de -5° est le plus critique, entraînant des déplacements plus importants et des différences de pression accrues.

Recommandations pour le choix des stores à projection

1. **Dans les situations de vent fort : il est nécessaire de replier le store.**
2. **Les bras avec ressort permettent** au store à projection de résister à une vitesse de vent plus élevée.
3. **Diminuer la largeur du store** à projection améliore la manœuvrabilité en présence du vent.
4. Il est préférable d'utiliser le store à projection pour des applications **en rez-de-chaussée/R+I**. Au-delà, une surveillance de l'utilisateur est nécessaire. Il est donc déconseillé d'utiliser le store à projection au-delà du R+I.
5. **Résistance au vent** : la diversité des coefficients de pression C_p mesurés ne permettant pas d'obtenir un C_p de référence, il n'est pas pertinent de sélectionner un produit sur sa simple classe de résistance aux charges de vent au sens de la norme NF EN 13561. Il faut se référer à la vitesse déclarée par le fabricant.

Conclusion

Les essais en soufflerie avaient pour objectif de mieux comprendre le comportement des stores extérieurs soumis à des sollicitations de vent intenses, de courte durée et d'évaluer la pertinence des méthodes actuellement utilisées pour caractériser leur tenue au vent. S'ils ne permettent pas, à eux seuls, de préjuger de la durabilité ni du vieillissement des produits en conditions réelles d'exploitation, ils ont néanmoins apporté des enseignements déterminants sur la résistance mécanique des produits, leur manœuvrabilité et ont notamment permis d'examiner les limites d'une approche fondée sur les seules classes de résistance au vent, définies à partir de pressions statiques appliquées aux stores.

Les essais ont montré que, du fait de la perméabilité à l'air des tabliers de stores, les coefficients de pression C_p ne permettent pas de déterminer directement une vitesse de vent admissible en utilisation à partir des seules pressions statiques exercées sur la façade, contrairement à ce qui se fait pour les volets. Or, à ce jour, l'approche « pression » constitue la seule méthode dont disposent les bureaux d'études pour estimer le comportement des éléments de façade vis-à-vis des sollicitations du vent. La classe de résistance statique au vent définie dans les normes NF EN 13659 et NF EN 13561 ne doit donc pas être convertie en une vitesse maximale de vent admissible en situation d'exploitation, mais elle constitue avant tout un indicateur de performance permettant de comparer les produits dans des conditions d'essais normalisées.

Au-delà de ces enseignements sur les méthodes de caractérisation, la campagne d'essais a permis de dégager plusieurs bonnes pratiques de conception et d'utilisation. Il convient notamment de replier le store avant que la vitesse du vent n'atteigne la valeur limite indiquée par le fabricant. L'utilisation d'anémomètres de façade, positionnés à proximité des stores concernés, peut faciliter cette gestion et contribuer à automatiser leur mise en sécurité. Lorsque les sollicitations au vent sont susceptibles d'être importantes, notamment lorsque les conditions d'usage peuvent s'écarter des prescriptions habituelles, le recours à des solutions présentant une meilleure tenue au vent, telles que les stores ZIP ou les BSO, doit être privilégié. Le guidage par coulisses, la pose en tableau et la limitation des dimensions constituent également des dispositions favorables à l'amélioration de la résistance au vent.

Ces conclusions doivent toutefois être interprétées dans le périmètre des configurations étudiées. Les résultats obtenus sont applicables aux stores posés devant des vitrages et ne peuvent être directement extrapolés aux stores installés en baies libres, tels que les pergolas, ni aux stores installés dans des loggias, dont les conditions d'exposition au vent peuvent être différentes.

Ainsi, ces résultats ont permis de consolider les connaissances sur le comportement des stores soumis au vent et d'identifier plusieurs leviers susceptibles d'améliorer leur sécurité en exploitation. Ils mettent en évidence l'intérêt de faire évoluer les prescriptions du NF DTU 34.4 afin de mieux prendre en compte les conditions réelles d'exposition des stores au vent, notamment les conditions de repliement, la distinction entre résistance et manœuvrabilité, ainsi que le rôle de l'automatisation et des dispositifs de détection du vent. Ces enseignements pourront contribuer aux futurs travaux d'évolution des prescriptions et à la sécurisation des installations.



GROUPEMENT ACTIBAIE
10 rue du Débarcadère - 75852 Paris Cedex 17
Tél. 01 40 55 13 00
E-mail : contact@groupement-actibaie.org
www.groupement-actibaie.org