

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe spécialisé n° 7 Produits et systèmes
d'étanchéité et d'isolation
complémentaire de parois verticales

Détermination de la sollicitation du vent selon les Règles NV 65 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant

Ce document a été entériné par le Groupe Spécialisé n° 7 le 9 février 2012.

Acteur public indépendant, au service de l'innovation dans le bâtiment, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) exerce quatre activités clés - recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances - qui lui permettent de répondre aux objectifs du développement durable pour les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Le CSTB contribue de manière essentielle à la qualité et à la sécurité de la construction durable grâce aux compétences de ses 850 collaborateurs, de ses filiales et de ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2012

Détermination de la sollicitation du vent selon les Règles NV 65 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant

SOMMAIRE

PRÉAMBULE

Ce document a pour objet de déterminer la sollicitation du vent en dépression selon les règles NV 65 dans le cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant pour les configurations les plus courantes de bâtiment.

1. Introduction.....	2
1.1 Objet	2
1.2 Domaine d'application	2
2. Sollicitation du vent déterminée selon les Règles NV 65	2
2.1 Sollicitation de calcul.....	2
2.2 Sollicitation caractéristique.....	2
3. Définitions des coefficients d'effet et de pression – valeurs retenues	3
3.1 Coefficient d'effet de site.....	3
3.2 Coefficient d'effet de masque	3
3.3 Coefficient d'effet de réduction.....	4
3.4 Coefficient de pression intérieure	4
3.5 Coefficient de pression extérieure en partie courante.....	4
3.6 Coefficient de pression extérieure en rive de paroi.....	4
4. Valeurs de sollicitations de calcul du vent	5
5. Références	5
Annexe 1 : Sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression S_d.....	6
Annexe 2 : Exemples de cas particuliers nécessitant de prendre en compte des sollicitations plus importantes.....	11

1. Introduction

1.1 Objet

Le présent document a pour objet de déterminer la sollicitation du vent en dépression selon les Règles NV 65 dans le cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, pour les configurations les plus courantes de bâtiment.

Ce document renvoie particulièrement aux *Cahiers du CSTB* 3701 « Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant fixés mécaniquement par chevilles » et 3702 « Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé fixés mécaniquement par profilés ».

Les calculs de l'action du vent ont été réalisés selon les Règles NV 65 (DTU P 06-002) dans le cadre restrictif d'hypothèses simplificatrices qui sont présentées dans le corps de ce document. Les résultats de ces calculs sont donnés en *Annexe 1*.

1.2 Domaine d'application

Le présent document concerne les systèmes d'isolation thermique extérieure qui relèvent du guide d'Agrément Technique Européen n° 004 (ETAG 004).

Il n'est qu'une interprétation restrictive des Règles NV 65 appliquée aux cas les plus simples et destinée à calculer la stabilité des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant. Par conséquent, les bâtiments concernés doivent répondre à la liste des exigences ci-dessous. En dehors de cette configuration, il convient de se référer aux Règles NV 65 ou à l'Eurocode 1 pour déterminer l'action du vent.

Les bâtiments concernés répondent à l'ensemble des conditions suivantes :

Position de la construction dans l'espace

- Bâtiment situé entre 0 et 1 000 m d'altitude.
- Sol environnant la construction supposé sensiblement horizontal dans un grand périmètre en plaine autour de celle-ci.
- Bâtiment non situé dans une zone de sillage turbulent.
- Bâtiment reposant sur le sol ou accolé à un plan de grandes dimensions.

Forme d'ensemble de la construction

- Bâtiment constitué d'un bloc unique à toiture unique.
- Bâtiment prismatique à base rectangulaire de longueur a , de largeur b et de hauteur h (cf. *Figure 1*).
- Hauteur du bâtiment n'excédant pas 60 m.
- Hauteur du bâtiment inférieure ou égale à trois fois la largeur du bâtiment : $\frac{h}{b} \leq 3$.

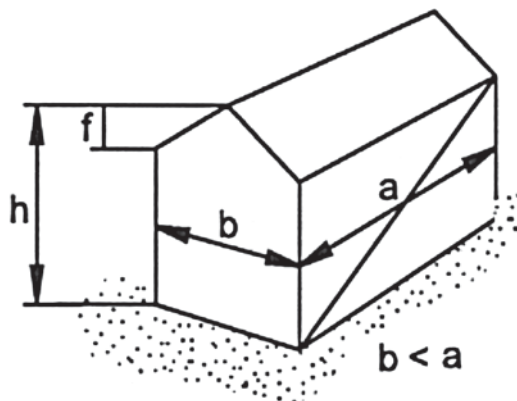


Figure 1 – Grandeurs dimensionnelles du bâtiment
 a : longueur ; b : largeur ; h : hauteur ; f : flèche

Les bâtiments qui ne répondent pas à l'une ou plus des conditions précitées ne sont pas concernés par le présent cahier, et les valeurs de la sollicitation du vent en dépression données en *Annexe 1* ne peuvent pas s'appliquer.

L'*Annexe 2* donne par ailleurs des exemples particuliers de configurations pour lesquels les valeurs données dans l'*Annexe 1* ne peuvent pas s'appliquer.

2. Sollicitation du vent déterminée selon les Règles NV 65

2.1 Sollicitation de calcul

La sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression S_d (exprimée en N/m² ou Pa) est donnée par la relation :

$$S_d = \gamma_F \cdot W_n$$

W_n : sollicitation due à un vent normal, déterminée selon les Règles NV 65⁽¹⁾.

γ_F : coefficient partiel de sécurité sur la sollicitation du vent, égal à 1,75.

2.2 Sollicitation caractéristique

La sollicitation caractéristique est égale à la sollicitation due à l'action du vent normal W_n . Elle s'exprime en N/m² ou Pa, et est donnée par la relation :

$$W_n = k_s \cdot k_m \cdot \delta \cdot (c_e - c_i) \cdot q_H$$

k_s : coefficient d'effet de site

k_m : coefficient d'effet de masque

δ : coefficient d'effet de réduction

c_e : coefficient de pression extérieure

c_i : coefficient de pression intérieure

q_H : pression dynamique agissant à la hauteur H (Pa)

La pression dynamique q_H agissant à la hauteur H au-dessus du sol est donnée par la relation suivante :

$$q_H = q_{10} \cdot 2,5 \cdot \frac{H + 18}{H + 60}$$

q_{10} : pression dynamique de base normale à 10 m de hauteur (Pa). Elle varie en fonction de la zone géographique

H : hauteur de l'élément au-dessus du sol (m)

1. Dans ce document, la notation S_d correspond à la notation W_{ed} des règles NV 65. Il en est de même pour les *e-Cahiers du CSTB* n° 3701 et 3702.

La répartition des zones de vent est représentée sur la Figure 2. Les valeurs de pression dynamique correspondant à ces zones sont données dans le Tableau 1⁽²⁾.

Pour les constructions en bordure immédiate du littoral, une pression constante entre 0 et 10 m égale à celle régnant à 10 m doit être adoptée.

Tableau 1 – Pressions dynamiques de base normale q_{10} par zone

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
q_{10} (Pa)	500	600	750	900	1 200

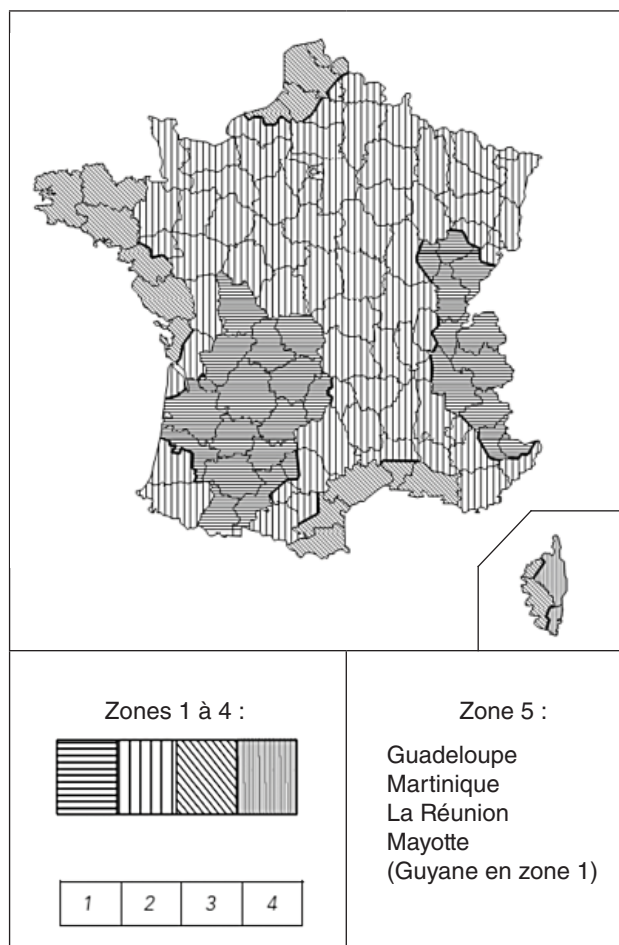


Figure 2 – Carte des zones de vent

3. Définitions des coefficients d'effet et de pression – valeurs retenues

Les valeurs retenues dans ce document pour les coefficients d'effet et de pression ne sont valables que pour les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant mis en œuvre sur des bâtiments définis au paragraphe 1.2. Pour toute autre configuration, il y a lieu de se référer aux Règles NV 65.

2. Extrait des Règles NV 65, paragraphe 1.2.3.2.

3.1 Coefficient d'effet de site

À l'intérieur d'une région à laquelle correspondent des valeurs déterminées par des pressions dynamiques de base, il convient de tenir compte de la nature du site d'implantation de la construction. Les sites sont répartis en trois types présentés dans le Tableau 2. Les coefficients d'effet de site k_s appliqués sont présentés dans le Tableau 3.

L'application des valeurs en site protégé présentées dans ce document n'est pas possible pour des éléments situés à une hauteur supérieure à 30 m au-dessus du sol. En effet, l'application du coefficient de site protégé aux constructions de hauteur supérieure à 30 m doit être expressément justifiée⁽³⁾.

Par ailleurs, la notion de site protégé n'est pas prise en compte dans la zone 5.

Tableau 2 – Types de site et exemples

Site protégé⁽⁴⁾	Fond de cuvette bordée de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi pour toutes les directions du vent
Site normal	Plaine ou plateau de grande étendue pouvant présenter des dénivellations peu importantes, de pente inférieure à 10 % (vallonnement, ondulations)
Site exposé	En bord de mer : – le littoral sur une profondeur d'environ 6 km – le sommet des falaises – les îles ou presqu'îles étroites À l'intérieur du pays : – vallées étroites où le vent s'engouffre – montagnes isolées ou élevées et certains cols

Tableau 3 – Valeurs du coefficient d'effet de site k_s en fonction du type de site

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Site protégé	0,8	0,8	0,8	0,8	(*)
Site normal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Site exposé	1,35	1,3	1,25	1,2	1,2

* La notion de site protégé n'est pas prise en compte dans cette zone.

3.2 Coefficient d'effet de masque

Il y a effet de masque lorsqu'une construction est masquée partiellement ou totalement par d'autres constructions ayant une grande probabilité de durée. Ce coefficient est très difficile à définir et est favorable dans la majorité des cas. Dans ce document, l'effet de masque n'est pas pris en compte.

Un coefficient d'effet de masque $k_M = 1$ est donc appliqué.

3. Cf. Règles NV 65, paragraphe 1.2.4.2.

4. Il existe très peu de sites protégés en France, c'est pourquoi en cas de doute entre un site normal et un site protégé, il faudra préférer le site normal.

3.3 Coefficient d'effet de réduction

Le coefficient d'effet de réduction δ tient compte de la variation de la pression dynamique moyenne du vent en fonction de la dimension de la surface frappée. En effet, la structure du vent n'étant pas uniforme, les tourbillons locaux influencent les pressions dynamiques moyennes qui, toutes choses égales par ailleurs, sont plus faibles sur les grandes surfaces que sur les surfaces réduites. Pour des panneaux isolants de dimensions 1 000 x 500 mm et 1 200 x 600 mm, ce coefficient vaut respectivement 0,97 et 0,96.

Un coefficient d'effet de réduction $\delta = 1$ est appliqué.

3.4 Coefficient de pression intérieure

Dans le cas du calcul de la stabilité des panneaux isolants des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, l'action du vent sur la paroi intérieure du bâtiment n'intervient pas.

Un coefficient de pression intérieure $c_i = 0$ est donc appliqué.

3.5 Coefficient de pression extérieure en partie courante

Le coefficient de pression extérieure est donné pour la face sous le vent car la stabilité au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant est calculée en traction (suction). Dans ce document, les résultats sont donnés pour des bâtiments dont la hauteur est inférieure à trois fois la largeur du bâtiment (la largeur étant le plus petit des deux côtés du rectangle formant la base du bâtiment). Dans ces conditions, et pour le cas le plus défavorable où la hauteur est égale à trois fois la largeur du bâtiment, le coefficient de pression extérieure donné par les Règles NV 65 en partie courante est égal à -0,52.

Un coefficient de pression extérieure en partie courante $c_e = -0,52$ est donc appliqué.

3.6 Coefficient de pression extérieure en rive de paroi

Les actions locales intéressent particulièrement les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant. Elles sont à prendre en compte à partir de l'arête des dièdres formés par deux façades consécutives sur une profondeur égale au 10^e de la plus petite dimension horizontale b (cf. Figure 3)⁽⁵⁾. Le coefficient à adopter pour déterminer la suction dans cette zone est le double du coefficient moyen applicable aux parties courantes.

Un coefficient de pression extérieure en rive de paroi $c_e = 1,04$ est donc appliqué.

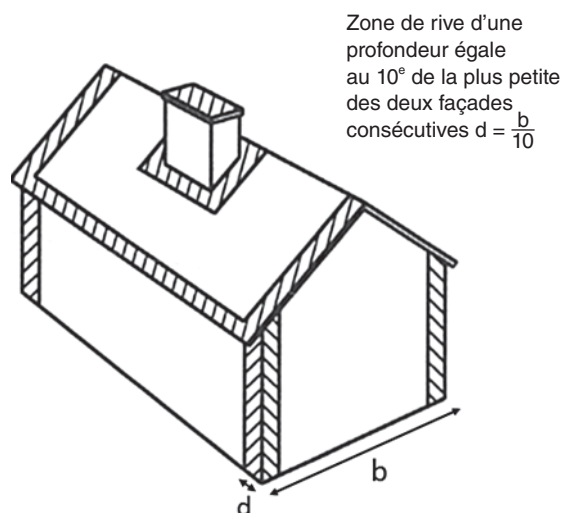


Figure 3 – Illustration des zones de rive sur un bâtiment

4. Valeurs de sollicitations de calcul du vent

Les valeurs de sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression, sur les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, sont données en Annexe 1. Un tableau spécifique à chaque zone de vent (cf. Figure 2) a été établi. Chaque tableau indique la sollicitation due au vent en fonction du type de site et de la hauteur de l'élément au-dessus du sol.

Les valeurs, exprimées en Pa, sont arrondies au multiple de 5 immédiatement supérieur.

Les tableaux donnés en Annexe 1 permettent d'accéder directement à la valeur S_d qui est mentionnée au paragraphe 3.1 des Cahiers du CSTB 3701 et 3702, sans qu'il soit nécessaire de multiplier cette valeur par un coefficient de sécurité supplémentaire.

5. Références

- DTU P 06-002, février 2009 : Règles NV 65 - Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions
- NF EN 1991-1-4, novembre 2005 : Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent
- European Technical Approval Guideline n° 004 (ETAG 004), édition August 2011 : *External thermal insulation composite systems with rendering*
- Cahier du CSTB 3035, avril 1998 : Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre des systèmes d'isolation thermique extérieure avec enduit mince sur polystyrène expansé
- Cahier du CSTB 3399, mars 2002 : Modificatif n° 1 au Cahier du CSTB 3035
- Cahier du CSTB 3696, août 2011 : Modificatif n° 2 au Cahier du CSTB 3033
- Cahier du CSTB 3701, janvier 2012 : Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant fixés mécaniquement par chevilles
- Cahier du CSTB 3702, janvier 2012 : Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé fixés mécaniquement par profilés

5. Les arêtes formées par une façade verticale et un plan horizontal ou oblique (toiture, décrochement) sont à traiter en zones de rive.

Annexe 1 : Sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression S_d

Cette annexe spécifie les valeurs de sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression S_d pour les bâtiments répondant au *paragraphe 1.2* et pour les valeurs de coefficients d'effet et de pression données au *paragraphe 3*.

Pour chaque zone de vent (zones 1 à 5), les valeurs sont données en fonction du type de site (protégé, normal, exposé) et de la hauteur de l'élément au-dessus du sol. Pour les constructions en bordure immédiate du littoral, une pression constante entre 0 et 10 m égale à celle régnant à 10 m doit être adoptée.

Les valeurs de S_d sont exprimées en N/m² ou Pa.

ZONE 1	Partie courante			Rive de paroi		
Hauteur	Protégé	Normal	Exposé	Protégé	Normal	Exposé
3 m	305	380	515	610	760	1 025
6 m	335	415	560	665	830	1 120
9 m	360	450	605	715	895	1 205
12 m	380	475	640	760	950	1 280
15 m	405	505	680	805	1 005	1 355
18 m	420	530	710	840	1 055	1 420
21 m	440	550	740	880	1 100	1 480
24 m	455	570	770	910	1 140	1 540
27 m	475	590	795	945	1 180	1 590
30 m	490	610	820	975	1 215	1 640
33 m	–	625	845	–	1 250	1 685
36 m	–	640	865	–	1 280	1 730
39 m	–	655	885	–	1 310	1 770
42 m	–	670	905	–	1 340	1 810
45 m	–	685	925	–	1 365	1 845
48 m	–	700	940	–	1 395	1 880
51 m	–	710	955	–	1 415	1 910
54 m	–	720	970	–	1 440	1 940
57 m	–	730	985	–	1 460	1 970
60 m	–	740	1 000	–	1 480	2 000

ZONE 2	Partie courante			Rive de paroi		
Hauteur	Protégé	Normal	Exposé	Protégé	Normal	Exposé
3 m	365	455	595	730	915	1 185
6 m	400	500	650	795	995	1 295
9 m	430	535	695	855	1 070	1 390
12 m	455	570	740	910	1 140	1 480
15 m	485	605	785	965	1 205	1 565
18 m	505	630	820	1 010	1 260	1 640
21 m	530	660	855	1 055	1 315	1 710
24 m	550	685	890	1 095	1 370	1 775
27 m	565	710	920	1 130	1 415	1 840
30 m	585	730	950	1 165	1 460	1 895
33 m	–	750	975	–	1 500	1 950
36 m	–	770	1 000	–	1 540	2 000
39 m	–	790	1 025	–	1 575	2 045
42 m	–	805	1 045	–	1 610	2 090
45 m	–	820	1 065	–	1 640	2 130
48 m	–	835	1 085	–	1 670	2 170
51 m	–	850	1 105	–	1 700	2 210
54 m	–	865	1 125	–	1 725	2 245
57 m	–	875	1 140	–	1 750	2 280
60 m	–	890	1 155	–	1 775	2 310

ZONE 3	Partie courante			Rive de paroi		
Hauteur	Protégé	Normal	Exposé	Protégé	Normal	Exposé
3 m	455	570	710	915	1 140	1 425
6 m	495	620	775	995	1 245	1 555
9 m	535	670	835	1 070	1 340	1 670
12 m	570	710	890	1 140	1 425	1 780
15 m	600	750	940	1 205	1 505	1 880
18 m	630	790	985	1 260	1 575	1 970
21 m	655	820	1 025	1 315	1 645	2 055
24 m	685	855	1 065	1 370	1 710	2 135
27 m	705	885	1 105	1 415	1 770	2 210
30 m	730	910	1 140	1 460	1 825	2 280
33 m	–	935	1 170	–	1 875	2 340
36 m	–	960	1 200	–	1 920	2 400
39 m	–	980	1 230	–	1 965	2 460
42 m	–	1 005	1 255	–	2 010	2 510
45 m	–	1 025	1 280	–	2 050	2 560
48 m	–	1 045	1 305	–	2 090	2 610
51 m	–	1 060	1 325	–	2 125	2 655
54 m	–	1 080	1 345	–	2 160	2 695
57 m	–	1 095	1 365	–	2 190	2 735
60 m	–	1 110	1 385	–	2 220	2 775

ZONE 4	Partie courante			Rive de paroi		
Hauteur	Protégé	Normal	Exposé	Protégé	Normal	Exposé
3 m	545	685	820	1 095	1 370	1 640
6 m	595	745	895	1 195	1 490	1 790
9 m	640	800	960	1 285	1 605	1 925
12 m	685	855	1 025	1 365	1 710	2 050
15 m	720	900	1 080	1 445	1 805	2 165
18 m	755	945	1 135	1 515	1 895	2 270
21 m	790	985	1 185	1 580	1 975	2 370
24 m	820	1 025	1 230	1 640	2 050	2 460
27 m	845	1 060	1 270	1 695	2 120	2 545
30 m	875	1 090	1 310	1 750	2 185	2 625
33 m	–	1 125	1 345	–	2 250	2 695
36 m	–	1 150	1 380	–	2 305	2 765
39 m	–	1 180	1 415	–	2 360	2 830
42 m	–	1 205	1 445	–	2 410	2 895
45 m	–	1 230	1 475	–	2 460	2 950
48 m	–	1 250	1 500	–	2 505	3 005
51 m	–	1 275	1 525	–	2 550	3 055
54 m	–	1 295	1 550	–	2 590	3 105
57 m	–	1 315	1 575	–	2 625	3 150
60 m	–	1 330	1 595	–	2 665	3 195

ZONE 5	Partie courante			Rive de paroi		
Hauteur	Protégé	Normal	Exposé	Protégé	Normal	Exposé
3 m	–	910	1 090	–	1 820	2 185
6 m	–	995	1 190	–	1 985	2 385
9 m	–	1 070	1 280	–	2 135	2 565
12 m	–	1 140	1 365	–	2 275	2 730
15 m	–	1 200	1 440	–	2 400	2 885
18 m	–	1 260	1 510	–	2 520	3 025
21 m	–	1 315	1 575	–	2 630	3 155
24 m	–	1 365	1 640	–	2 730	3 280
27 m	–	1 410	1 695	–	2 825	3 390
30 m	–	1 455	1 745	–	2 910	3 495
33 m	–	1 495	1 795	–	2 995	3 595
36 m	–	1 535	1 845	–	3 070	3 690
39 m	–	1 570	1 885	–	3 145	3 775
42 m	–	1 605	1 925	–	3 210	3 855
45 m	–	1 640	1 965	–	3 275	3 935
48 m	–	1 670	2 000	–	3 335	4 005
51 m	–	1 695	2 035	–	3 395	4 075
54 m	–	1 725	2 070	–	3 450	4 140
57 m	–	1 750	2 100	–	3 500	4 200
60 m	–	1 775	2 130	–	3 550	4 260

Annexe 2 : Exemples de cas particuliers nécessitant de prendre en compte des sollicitations plus importantes

Cette annexe décrit des configurations particulières pour lesquelles les valeurs de S_d spécifiées dans l'Annexe 1 ne s'appliquent pas. Il s'agit d'exemples qui ne constituent en aucun cas une liste exhaustive. De manière générale, toutes les configurations qui ne répondent pas à l'une ou plus des conditions citées dans le paragraphe 1.2 ne sont pas concernées par le présent cahier, et les valeurs de l'action du vent en dépression données en Annexe 1 ne peuvent pas s'appliquer.

Constructions éloignées du sol et aérodynamiquement isolées

Les valeurs indiquées dans ce document ne s'appliquent pas pour les constructions éloignées du sol et les constructions isolées aérodynamiquement telles qu'illustrées sur la Figure 4.

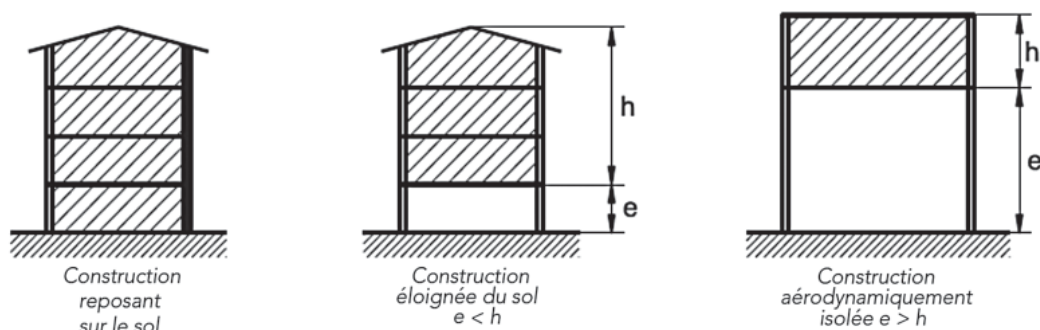


Figure 4 – Illustration des positions du bâtiment par rapport au sol
h : hauteur ; e : distance entre le sol et le plancher bas du bâtiment

Constructions situées sur un terrain présentant des dénivellations supérieures à 30 %

Les valeurs indiquées dans ce document ne s'appliquent pas si la pente est supérieure à 30 % et que la construction est située dans la zone définie par la Figure 5.

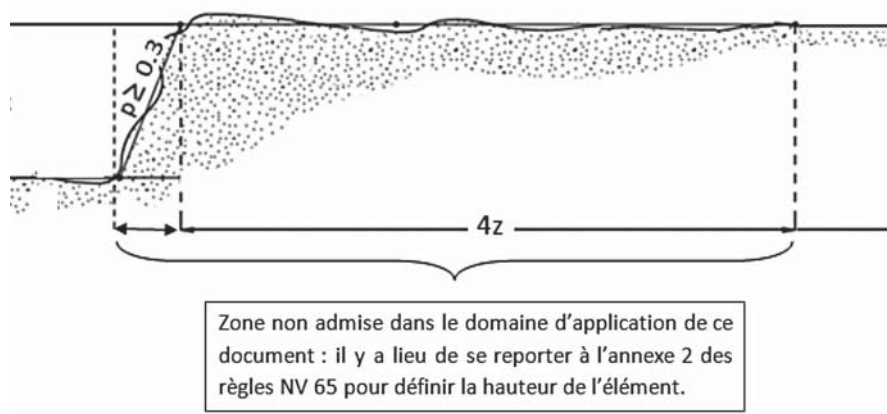


Figure 5 – Cas d'une pente supérieure à 30 %
p : pente ; z : dénivellation

Constructions à base non quadrangulaire

Les valeurs indiquées dans ce document ne s'appliquent pas pour les constructions à base non quadrangulaire (par exemple à base prismatique à plus de quatre faces, à base cylindrique, à base elliptique, etc.). En effet, les coefficients de dépression pour ces configurations géométriques peuvent être aggravés.

Constructions situées entre deux plans parallèles de grandes dimensions

Les valeurs indiquées dans ce document ne s'appliquent pas dans le cas d'une construction située entre deux plans parallèles de grandes dimensions (cf. *Figure 6*). C'est le cas par exemple d'une construction formant passerelle entre deux autres constructions.

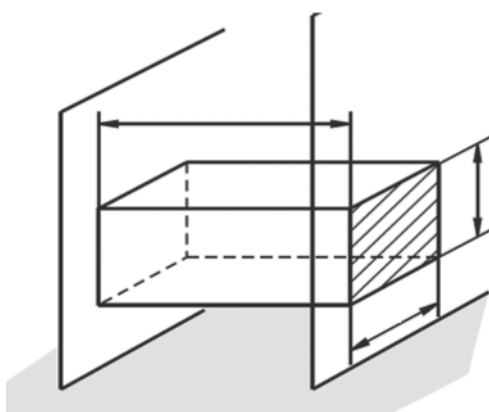


Figure 6 – Cas d'une construction située entre deux plans parallèles

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr



CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS