

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

RÉSUMÉ THÉORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE N° : 14	METRISER LES REGLES DU VENT
---------------------------------	----------------------------------------------

Secteur : CONSTRUCTION METALLIQUE

Spécialité : TSBECEM

Niveau : TECHNICIEN SPECIALISE

Document élaboré par :

Nom et prénom

EFP

DR

MOKHTAR . EL HAOUARI

ISTA GM

Grand Casablanca

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme

DRIF

SOMMAIRE

- **OBJET DES REGLES :**
- **VERIFICATION DES CONDITIONS DE RESISTANCE ET DE STABILITE :**
- **DEFINITIONS ET PRINCIPES GENERAUX**
- **PRESSION DYNAMIQUE**
- **Provinces-Région du vent :**
- **DISPOSITIONS DES CONSTRUCTIONS**
- **ACTIONS STATIQUES EXERCEES PAR LE VENT**
- **CONSTRUCTIONS PRISMATIQUES A BASES QUADRANGULAIRE**
- **EXEMPLE DE DETERMINATION DES ACTIONS INTERIEURES POUR DES CONSTRUCTIONS COMPORTANT DES PAROIS PARTIELLEMENT OUVERTES**
-

MODULE 14 : METRISER LES REGLES DU VENT

CODE :	THEORIE :	75 % 30 H
DUREE : 40 HEURES	TRAVAUX PRATIQUES :	20 % 8 H
RESPONSABILITE : D'ETABLISSEMENT	ÉVALUATION :	5 % 2 H

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU

DE COMPORTEMENT

PRESENTATION

Le module «Maitriser les règles du vent » est étudié au cours de la deuxième année de formation.

DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de rendre le stagiaire capable de déterminer les surcharges climatiques et de maitriser les méthodes d'évaluation des efforts correspondants sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties.

CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

A l'aide d'exemples appropriés, faire ressortir les raisons pour lesquelles la maitrise des règles du vent est indispensable à l'exercice du métier de dessinateur d'études en construction métallique.

CONDITIONS DELVATION

- Travail individuel
- A partir :
 - D'u cahier de charge.
 - De plans, de croquis ou directives.
 - De problèmes posés par le formateur.
- A l'aide :
 - De règles et de normes.
 - Des documents et catalogues.

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

OBJECTIFS	ÉLÉMENTS DE CONTENU
A. Connaître la carte des régions des vents	-Connaître les différentes régions du vent au Maroc. -Déterminer les différentes pressions dynamiques normales et extrêmes relatives aux différentes régions.
B. Application sur les constructions prismatiques à base rectangulaire.	-Déterminer les coefficients de : Site. Dimensions. Masque. Hauteur. -Déterminer les coefficients des : Actions internes. Actions externes. Actions combinées : Vent en pression. Vent en dépression. -Déterminer les charges de vent appliquées.
C. Application des règles aux constructions fermées.	-Déterminer les coefficients de : Site. Dimensions. Masque. Hauteur. -Déterminer les coefficients des : Actions internes. Actions externes. Actions combinées : Vent en pression. Vent en dépression. -Déterminer les charges de vent appliquées.
D. Application des règles aux constructions fermées ouvertes comportant une paroi ouverte.	-Déterminer les coefficients de : Site. Dimensions. Masque. Hauteur. -Déterminer les coefficients des : Actions internes. Actions externes. Actions combinées : Vent en pression. Vent en dépression. -Déterminer les charges de vent appliquées.

METRISER LES REGLES DU VENT

1. OBJET DES REGLES :

Les présentes règles ont pour objet de fixer les valeurs des surcharges climatiques (vent) et de donner les méthodes d'évaluation des efforts correspondants sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties.

2. VERIFICATION DES CONDITIONS DE RESISTANCE ET DE STABILITE :

La vérification des conditions de résistance et de stabilité d'une construction sous l'action des surcharges climatiques doit être faite obligatoirement dans les deux hypothèses suivantes :

- a) sous l'action de surcharges normales,
- b) sous l'action de surcharges extrêmes,

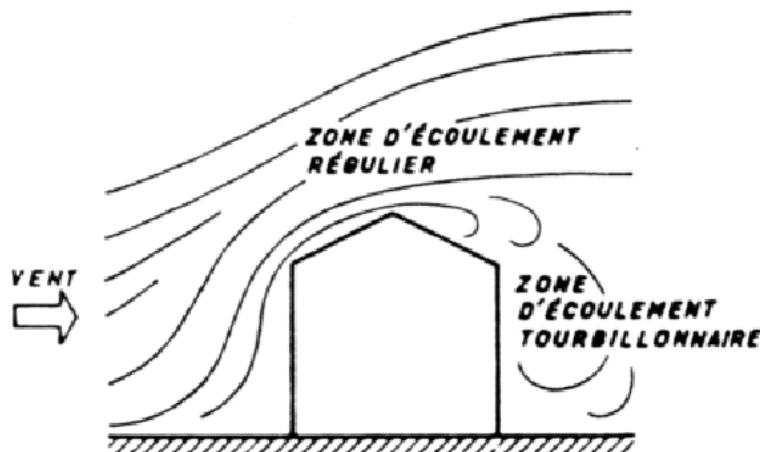
3. DEFINITIONS ET PRINCIPES GENERAUX :

3.1 DIRECTION DU VENT

Pour le calcul des constructions, on suppose que la direction d'ensemble moyenne du vent est horizontale.

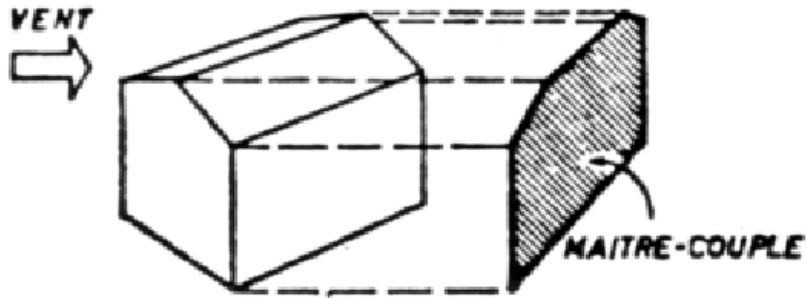
3.2 EXPOSITION DES SURFACES

- les surfaces exposées au vent sont dites « au vent » ;
- les surfaces non exposées au vent ou parallèles à la direction du vent sont dites « sous le vent ».



3.3 MAITRE-COUPLE

Le maître couple est la projection orthogonale de la surface considérée ou de l'ensemble de la construction sur un plan normal à la direction du vent.



3.4 ACTION EXERCEE PAR LE VENT SUR UNE DES FACES D'UN ELEMENT DE PAROI :

L'action exercée par le vent sur une des faces d'un élément de paroi est considérée comme normale à cet élément.

Elle est fonction de :

- a) de la vitesse du vent
- b) de la catégorie de la construction et de ses proportions
- c) de l'emplacement de l'élément considéré dans la construction et de son orientation par rapport au vent
- d) des dimensions de l'élément considéré
- e) de la forme de la paroi (plane ou courbe)

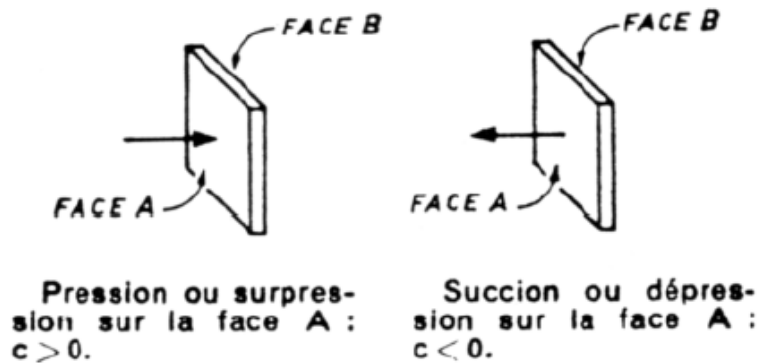
3.5 PRESSION DYNAMIQUE ET COEFFICIENT DE PRESSION

L'action élémentaire unitaire exercée par le vent sur une des faces d'un élément de paroi est donnée par un produit $C \times q$, dans lequel :

- **q** désigne la pression dynamique fonction de la vitesse du vent ;
- **C** un coefficient de pression fonction des dispositions de la construction définies en (3.4).

Une des faces d'un élément appartenant à une construction est dite soumise à une pression (ou à une surpression) lorsque la force normale à cette face est dirigée vers elle. Dans ce cas, par convention, C est positif.

Elle est dite soumise à une suction (ou à une dépression) lorsque la force est dirigée en sens contraire. Dans ce cas, par convention, C est négatif.



4. PRESSION DYNAMIQUE

4.1 Définition

La pression dynamique q en (daN / m²) est donnée en fonction de la vitesse V du vent en (m /s) par la formule : **$q = v^2 / 16.3$**

4.2 Pression dynamique normale et pression dynamique extrême

On doit envisager dans les calculs une pression dynamique normale et une pression dynamique extrême ; le rapport de la seconde à la première est égal à 1.75.

Régions	Vitesses extrêmes	
	m/s	Km/h
-I.....	39	140
-II.....	44	158
-III.....	62	223
-IV.....	-	-

4.3 PRESSIONS DYNAMIQUES DE BASE

4.3.1 Définition

Par convention, les pressions dynamiques de base normale et extrême sont celles qui s'exercent à une hauteur de 10 m au-dessus du sol, pour un site normal, sans effet de masque sur un élément dont la plus grande dimension est égale à 0.50 m.

4.3.2 Valeurs

Elles varient avec les régions et à une altitude inférieure ou égale à 1000 m sont données par le tableau suivant :

régions	Pression dynamique de base normale (daN/m ²)	Pression dynamique de base extrême (daN/m ²)
- Région 1	53.5	93.6
- Région II	68	119
- Région III	135	236
- Région IV	-	-

Carte des regions

Provinces-Région du vent :

<i>Provinces</i>	<i>Municipalités-Cercles</i>	<i>Régions</i>
Ad-Dakhla	Ad-Dakhla; Al-Argoub; Bir Gandoui	1
	Bir Anzarane; Aousard	4
Agadir	Agadir;Inzegane;Biougra	1
Al Hoceïma	Al Hoceïma;B.Boufran ;Ajdît	1
Azilal	Azilal ; Damnat ; Ouaouizarht	4
Beni-Maellal	Beni-Mallal; Had Ould Ben Moussa;Fkih Ben Salah;Kasb-Tadla	1
Ben Slimane	Ben Slimane; Bouznika	1
Boulmane	Boulmane ; Missouri ; Outate El Haj	4
Boujdour (*)	Boujdour ; La partie Est	1
Casablanca	Casa ; Mouhamadia ;TitMellil ;Nouasser ; dar Bouazza ; Ain Harrouda	1
Chefchaoun	Chefchaoun; Mokrissat; Bab Berred; Sidi Bennour	4
El Jadida	El Jadida ; Azemmour ; Sidi Smail ; Sidi Bennour	1
El Kelaâ	El Kelaâ ; Attaouia; Sidi Bou Othmane; Ben Querir	1
Errachidia (*)	Errachidia ; Rich – Assoï ; Goulmima	3
	Erfoud - Rissani	4
Essaouira	Essaouira ; Tamaner	3
Essemara	Essemara	4
Fés	Fés ; Sefrou	2
Figuig	Figuig ; Beni Tajjit	4
Ifrane	Ifrane ; Azrou	3
Goulmime(*)	Goulmime; Bou Zekarn	2
	Assa Zag	4
Khemissat	Khemissat ; Tiflet ; Romani ;Oulmes	1
Kenitra	Kenitra ; Sidi Slimane ; Souk El Arba du Gharbe	1
		1
Khenifra(*)	Khenifra ; El Kbab	4
	Midelt	3
Khouribga	Khouribga ; Oued Zem ; Boujad	1
Laâyoune(*)	Laâyoune ; daoura	2
Marrakech	Marrakech ; Ait Ourir ; Tahannaoute ;Amzmiz ; Imin-tanoute ; Chechaoua	1
Meknes	Meknes ; El hajeb	1
Nador	Nador ; Zaïon ; Zghanghane; Driouch ; Mider	1
Ouarzazat	Ourzazat ; Boumalne; Ane;	3
	Zagora	4
Oujda (*)	Oujda; Berkane ; Taourirt	3
	Jerada	4
Rabat	Rabat ; Salé	1
Safi	Safi ; Jamaâ Shaim ;Chemaia	1
Settat	Settat; Ben Ehmed; Berrechid; El Bourouj	1
Sidi Kacem	Sidi Kacem; Machraâ Bel Le Ksiri; Had Kourt; Ouazzane	1
Skhirate	Skhirate ; Temara	1
Tanger	Tanger ; Asila	3
Tan-Tan	Tan-Tan	2
Taroudant	Taroudant ; Ouled Taima; Irherm; Taliouine	4
Tata	Tata; Akka; Fom Zguid	4
Taounate	Taounate; Tissa; Kariet Ba Mohamed; Ghfsai	4
Taza	Taza; Thsia; Gercif ; Aknouï ; Taineste	3
Tetouan	Tetouan ; Lrache	2
	Ksar El Kebir	1
Tiznit (*)	Tiznit; Ifni; Anezi	2
	Tafraoute	4
	Tleta des Akhasass	4

4.4 MODIFICATION DES PRESSIONS DYNAMIQUES DE BASE

4.4.1 Effet de la hauteur au dessus du sol

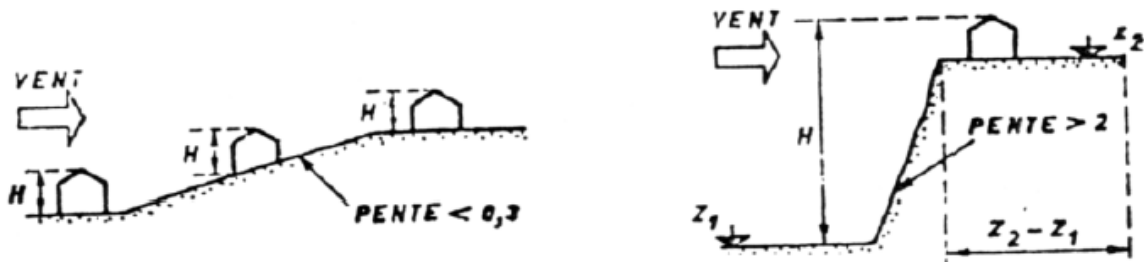
Soit Q_h la pression dynamique agissant à la hauteur H au-dessus du sol exprimée en mètre, Q_{10} la pression dynamique de base à 10 m de hauteur.

Pour H compris entre 0 et 500 m, le rapport entre Q_h et Q_{10} est défini par la formule :

$$q_h / q_{10} = 2,5 (H+18) / (H+60)$$

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

Lorsque le sol environnant la construction présente des dénivellations avec fortes pentes, la hauteur H est comptée à partir d'un niveau intérieur à celui du pied de la construction.



4.4.2 Effet de site

A l'intérieur d'une région à laquelle correspondent des valeurs déterminées des pressions dynamiques de bases, il convient de tenir compte de la nature du site d'implantation de la construction.

Les règles considèrent trois types de sites :

- Site protégé : fond de cuvette bordé 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%.
- Site exposé : au voisinage de la mer : le littoral en général (sur une profondeur d'environ 6 Km) ; le sommet des falaises ; les îles et presqu'îles

Les valeurs des pressions dynamiques de base normale et extrême doivent être multipliées par un coefficient de site K_s , égal à :

	Région I	Région II	Région III	Région IV
Site protégé	0,80	0,80	0,80	
Site normal	1,00	1,00	1,00	1,00
Site exposé	1,35	1,30	1,25	1,25

4.4.3 Effet de masque

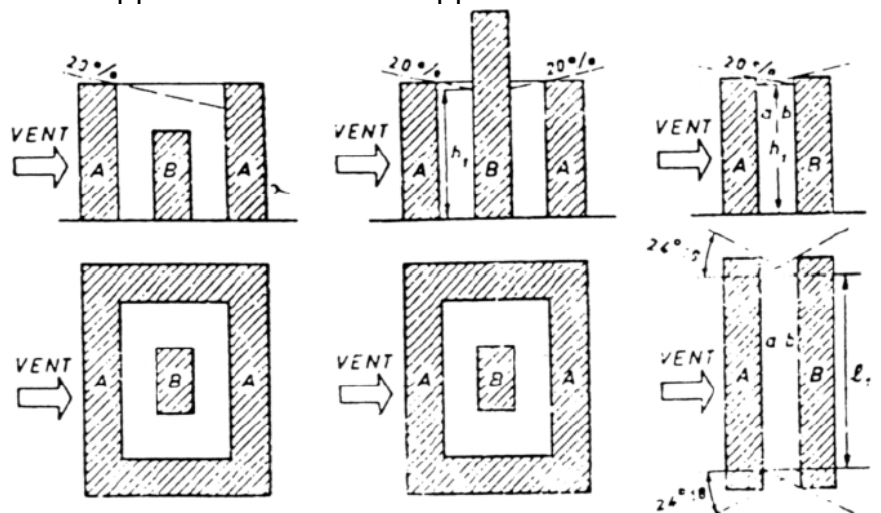
Il y a effet de masque lorsqu'une construction est masquée partiellement ou totalement par d'autres constructions ayant une grande probabilité de durée.

L'effet de masque peut se traduire :

- soit par une aggravation des actions du vent, lorsque la construction située derrière le masque se trouve dans une zone de sillage turbulent. Dans ce cas, il n'est pas possible de formuler des règles ; seuls des essais en soufflerie peuvent donner des renseignements précis.
- soit par une réduction des actions du vent dans les autres cas. Les pressions dynamiques de base peuvent alors être réduites de 25 %

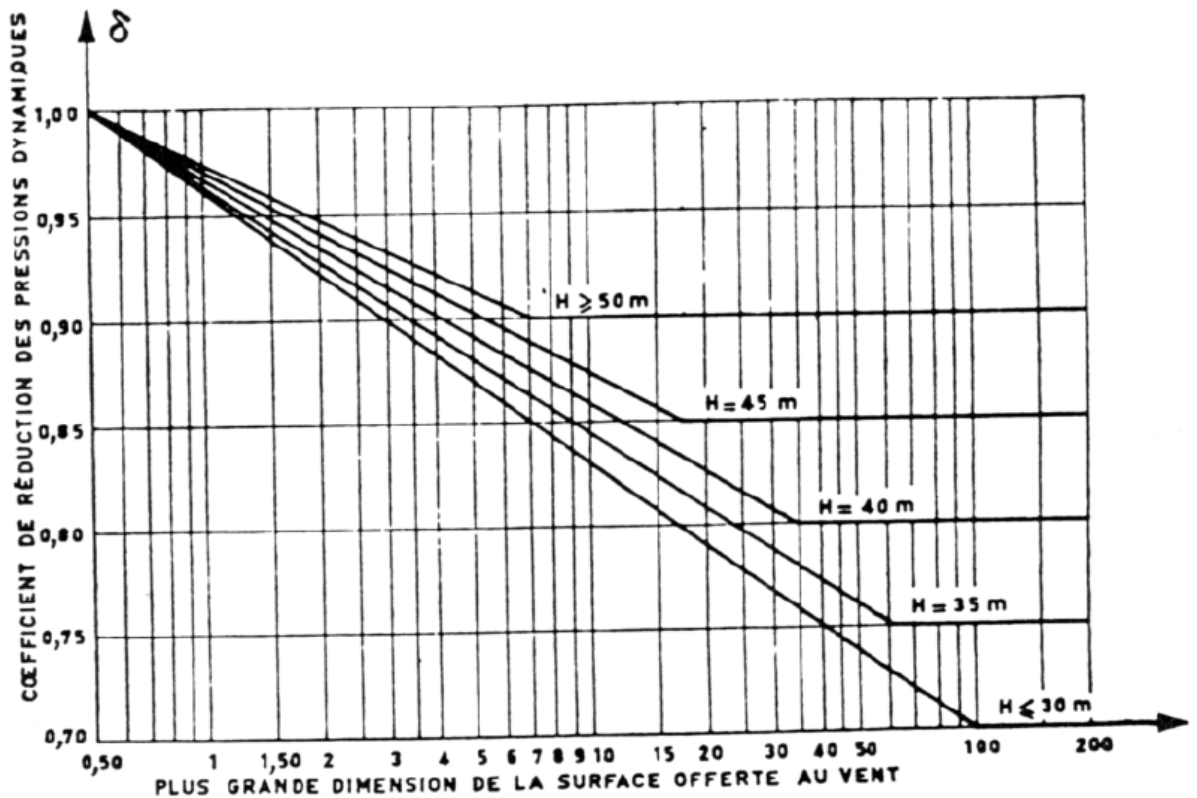
Les surfaces intéressées doivent remplir simultanément les deux conditions suivantes :

- ✓ être abritées entièrement par le masque pour toutes les directions du vent dans le plan horizontal ;
- ✓ être situées au-dessous de la surface décrite par une génératrice ayant une pente de 20 % vers le sol, dirigée vers l'intérieur du masque et prenant appui sur le contour apparent des constructions protectrices.



4.4.4 Effet des dimensions

Les pressions dynamiques s'exercent sur les éléments constitutifs d'une construction doivent être affectées d'un coefficient de réduction fonction de la plus grande dimension (horizontale ou verticale) de la surface offerte au vent (maitre-couple) interessant l'élément considéré, et de la cote H du point le plus haut de cette surface.



4.4.5 Réduction maximale des pressions dynamiques de bases

Les réductions autorisées par les règles « effet de masque » et « effet des dimensions » ne doivent en aucun cas, dépasser 33%.

5. DISPOSITIONS DES CONSTRUCTIONS

5.1 CLASSEMENT DES CONSTRUCTIONS EN CATEGORIES

Les règles définissent les constructions d'après :

- leur forme d'ensemble,
- leur position dans l'espace,
- la perméabilité de leurs parois

5.1.1 Forme d'ensemble

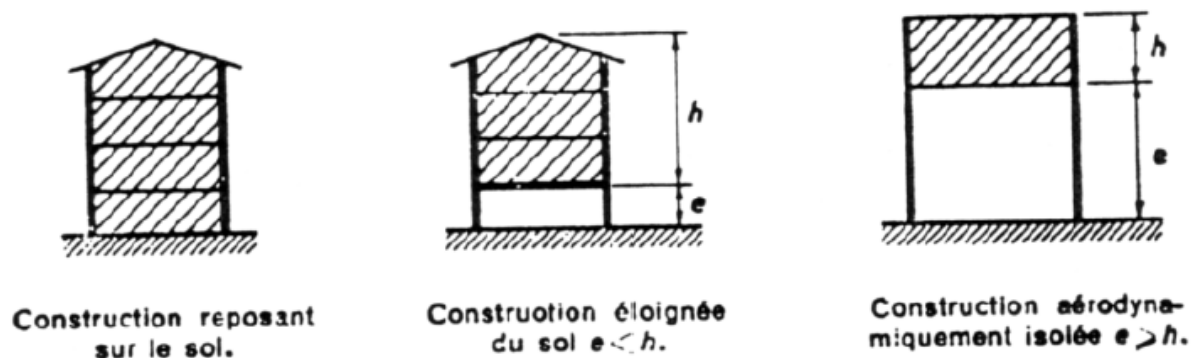
Les règles distinguent :

- les constructions prismatiques à base quadrangulaire
- les constructions prismatiques à base polygonale régulière ou circulaire
- les panneaux pleins et les toitures isolées
- les constructions ajourées et les constructions en treillis
- les constructions diverses ne rentrant pas dans les catégories précédentes.

5.1.2 Position dans l'espace

Les règles envisagent :

- les constructions reposant sur le sol ou accolées à un plan de grandes dimensions (immeuble ou mur) ;
- les constructions aérodynamiquement isolées dans l'espace, pour lesquelles les distances au sol et à une paroi voisine sont respectivement supérieures ou égales à leur dimension suivant la verticale ou suivant une perpendiculaire à cette paroi ;
- les cas intermédiaires entre le cas a) et le cas b) ;
- les constructions comprises entre deux plans parallèles de grandes dimensions (immeubles ou mur).



5.1.3 Perméabilité des parois

Une paroi a une perméabilité au vent de $\mu \%$ si elle comporte des ouvertures de dimensions quelconques dont la somme des aires représente $\mu \%$ de son aire total.

D'après le degré de perméabilité des parois, les règles considèrent trois types de constructions. Une construction est dite :

- **Fermée**, si ses parois présentent des fuites et des petites ouvertures uniformément réparties, la perméabilité moyenne de ces parois étant inférieure ou égale à 5 %.
- **Partiellement** ouverte, si l'une des parois au moins présente où peut présenter une perméabilité moyenne comprise entre 5 % et 35 % ;
- **Ouverte**, si l'une des parois au moins présente où peut présenter à certains moments une perméabilité égale ou supérieure à 35 %.

6. ACTIONS STATIQUES EXERCEES PAR LE VENT

6.1 ACTIONS EXTERIEURES ET ACTIONS INTERIEURES

Quelle que soit la construction, la face extérieure de ces parois est soumise :

- à des succions, si les parois sont « sous le vent » ;
- à des pressions ou à des surpressions, si elles sont « au vent ».

Ces actions sont dites actions extérieures.

Dans les constructions fermées, ouvertes ou partiellement ouvertes, les volumes intérieurs compris entre les parois peuvent être dans un état de surpression ou de dépression suivant l'orientation des ouvertures par rapport au vent et leur importance relative. Il en résulte sur les faces intérieures des actions dites actions intérieures.

Les actions extérieures sont caractérisées par un coefficient C_e , les actions intérieures par un coefficient C_i .

6.2 ACTION RESULTANTE UNITAIRE SUR UNE PAROI

Elle est donnée par l'expression : $p_r = q (C_e - C_i)$

6.3 ACTION RESULTANTE TOTALE SUR UNE PAROI

L'action résultante totale exercée sur une paroi plane de surface S est donnée par la l'expression $P = p_r \cdot S$

CONSTRUCTIONS PRISMATIQUES A BASES QUADRANGULAIRE

1. PRESCRIPTIONS COMMUNES

Pression dynamique

Direction du vent

D'une manière générale la direction du vent est supposée normale aux parois verticales de la construction.

Rapport de dimensions λ

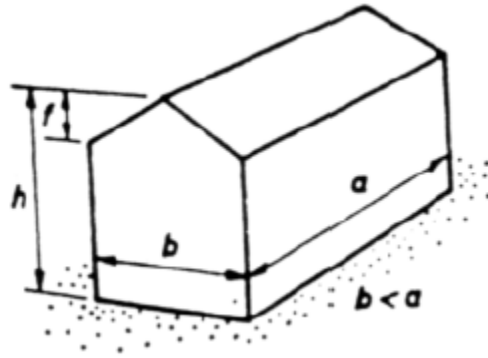
Pour une direction de vent donnée, le rapport de dimensions λ est le rapport de la hauteur h de la construction à la dimension horizontale de la face frappée :

$$\lambda_a = h / a \quad \text{et} \quad \lambda_b = h / b$$

2. CONSTRUCTIONS PRISMATIQUES A BASE RECTANGULAIRE REPOSANT SUR LE SOL

Caractéristiques

- leur forme générale en plan est un rectangle de dimensions a et b ($a > b$) ;
- leur hauteur totale est désignée par h et la flèche de leur toiture par f ;
- leur couverture est :
 - soit une toiture-terrasse,
 - soit une toiture à un, deux ou plusieurs versant plans,
 - soit une toiture en voûte ;
- toutes leurs parois verticales sont planes et reposent sur le sol ;
- leurs parois verticales peuvent être fermées ou bien partiellement ouvertes ou ouvertes sous réserve qu'une paroi au moins sur les quatre soit fermée.



Coefficient γ_0

La valeur du coefficient γ_0 est donnée par le diagramme de la figure ci-dessous :