Construction
paracyclonique
P. QUISTIN

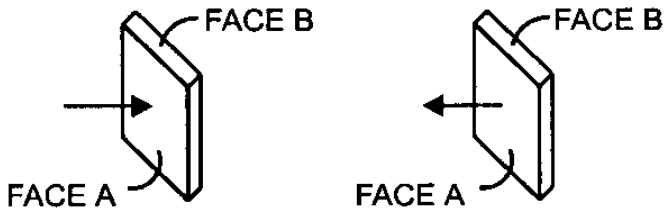
Sommaire

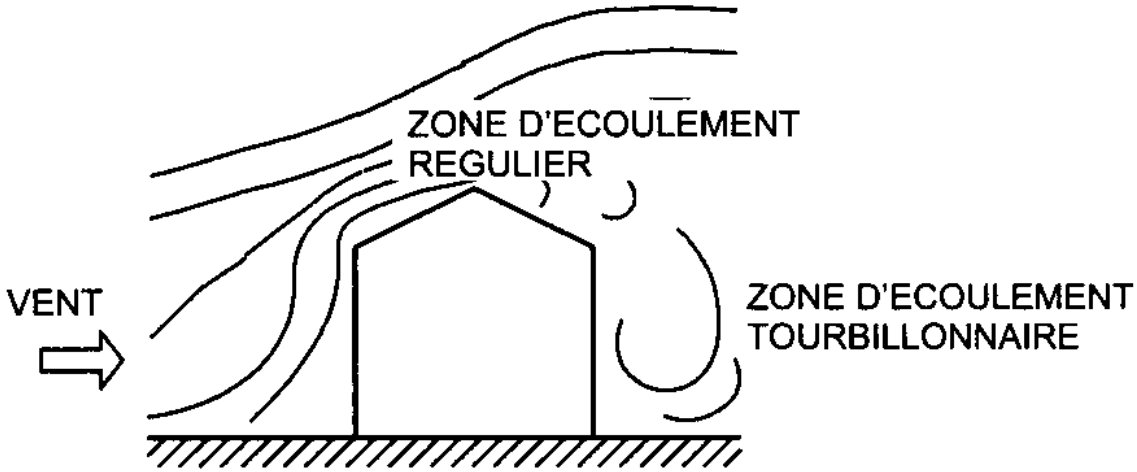
- 1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions
- 2/ Règles de conception para cyclonique
- 3/ Normes et Règles de calcul au vent
  - ➢ Dimensionnement de la construction
    - – Norme actuelle (DTU NV65 mod99)
    - – Norme Européenne (Eurocode EC1-4)
  - ➢ Exigences sur les menuiseries (DTU 37-1/36-1…)

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

❑Action sur les parois du bâtiment

- Pression (surpression)
- Succion (dépression)





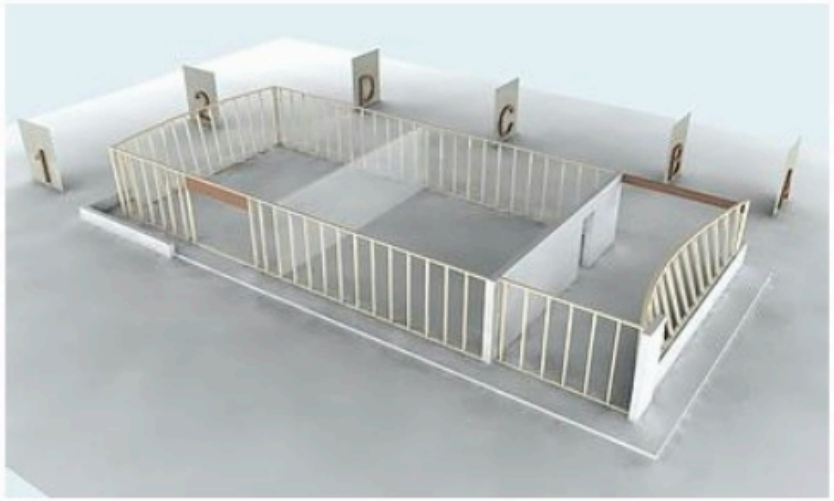
1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

❖Actions locales sur un élément de la construction

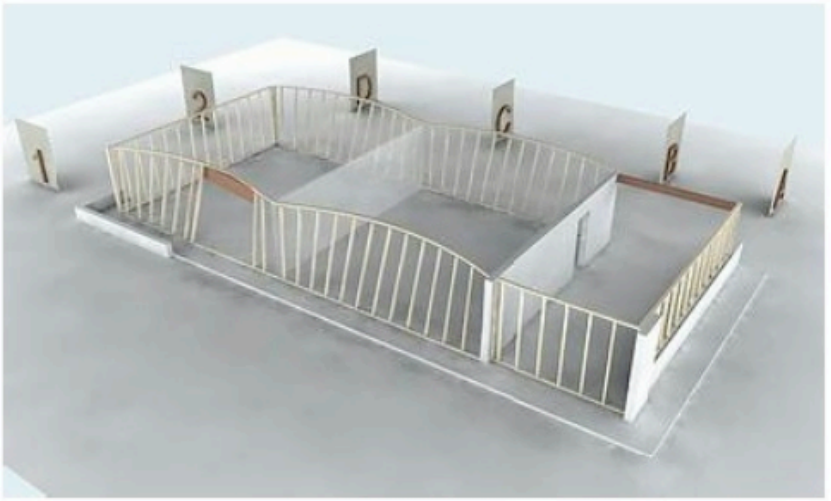
L'Action exercée par le vent sur 1 des faces d'un élément d'une paroi est une pression fonction:

- » De la vitesse du vent
- » De la catégorie de la construction (proportion d'ensemble: hauteur, longueur..)
- » De l'emplacement de l'élément dans la construction et son orientation / au vent
- » Des dimensions de l'élément considéré
- » De la forme de la paroi (courbe, plane) à laquelle appartient l'élément considéré

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions



perpendiculairement à la petite façade

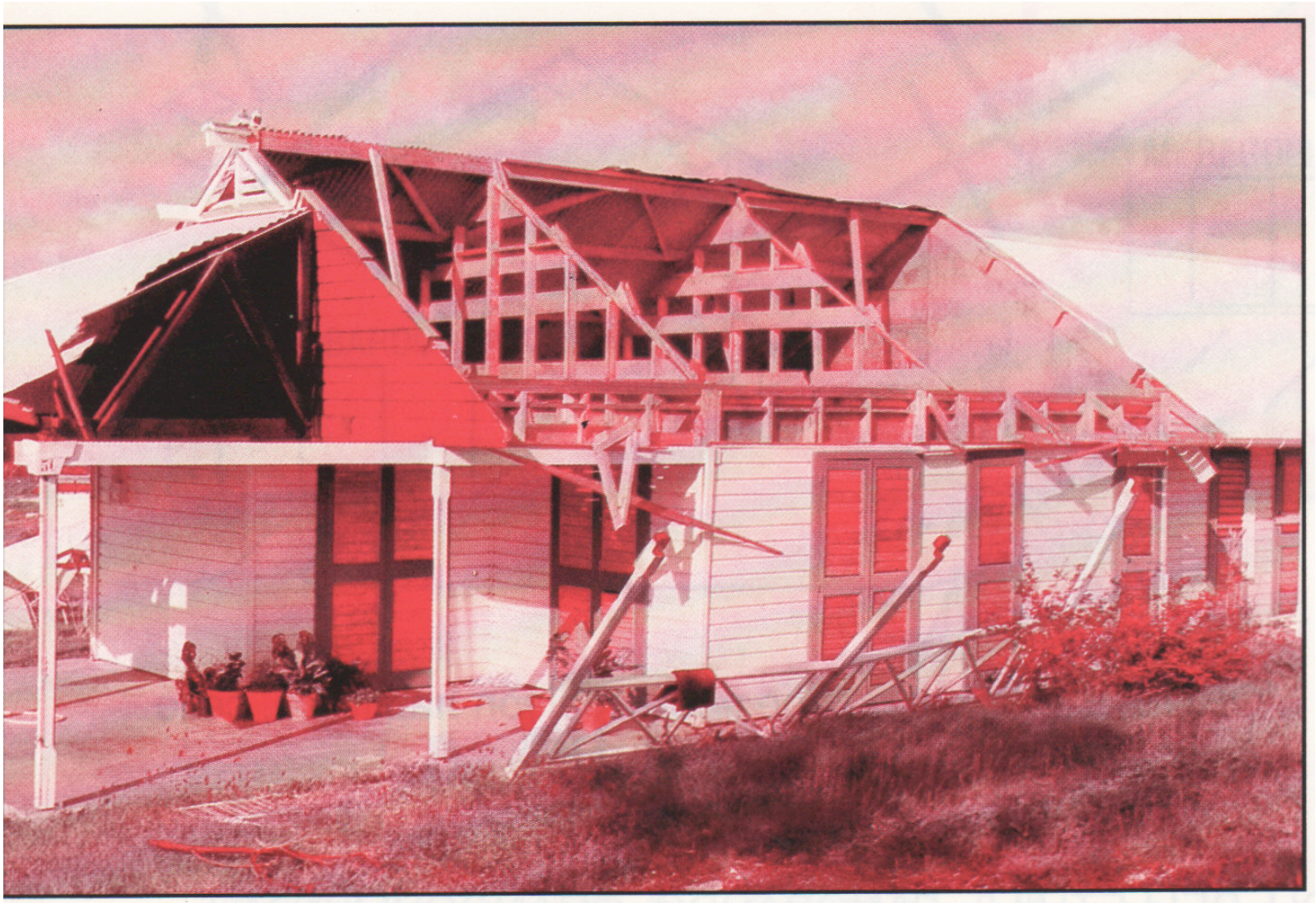


perpendiculairement à la grande façade

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

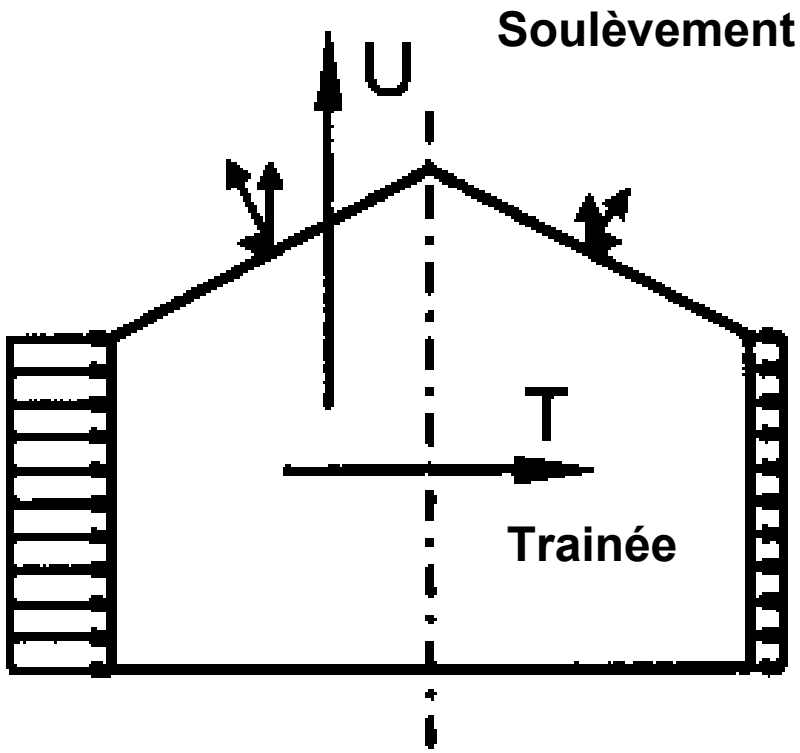
1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

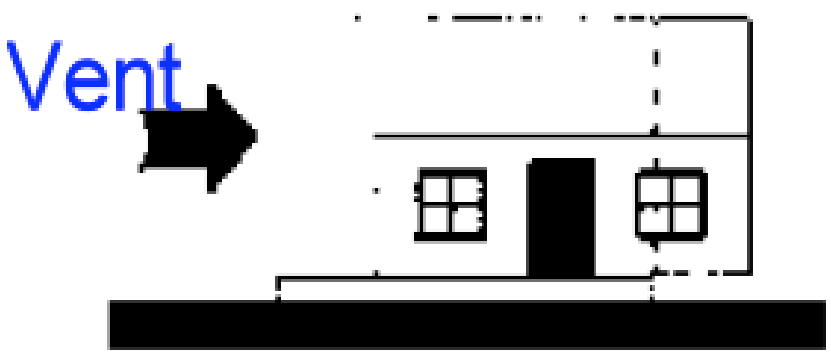


1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

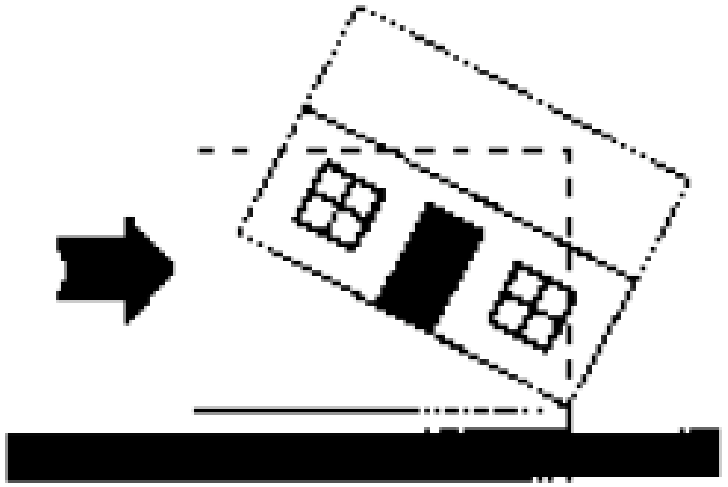
❖Actions d'ensemble sur la construction



1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

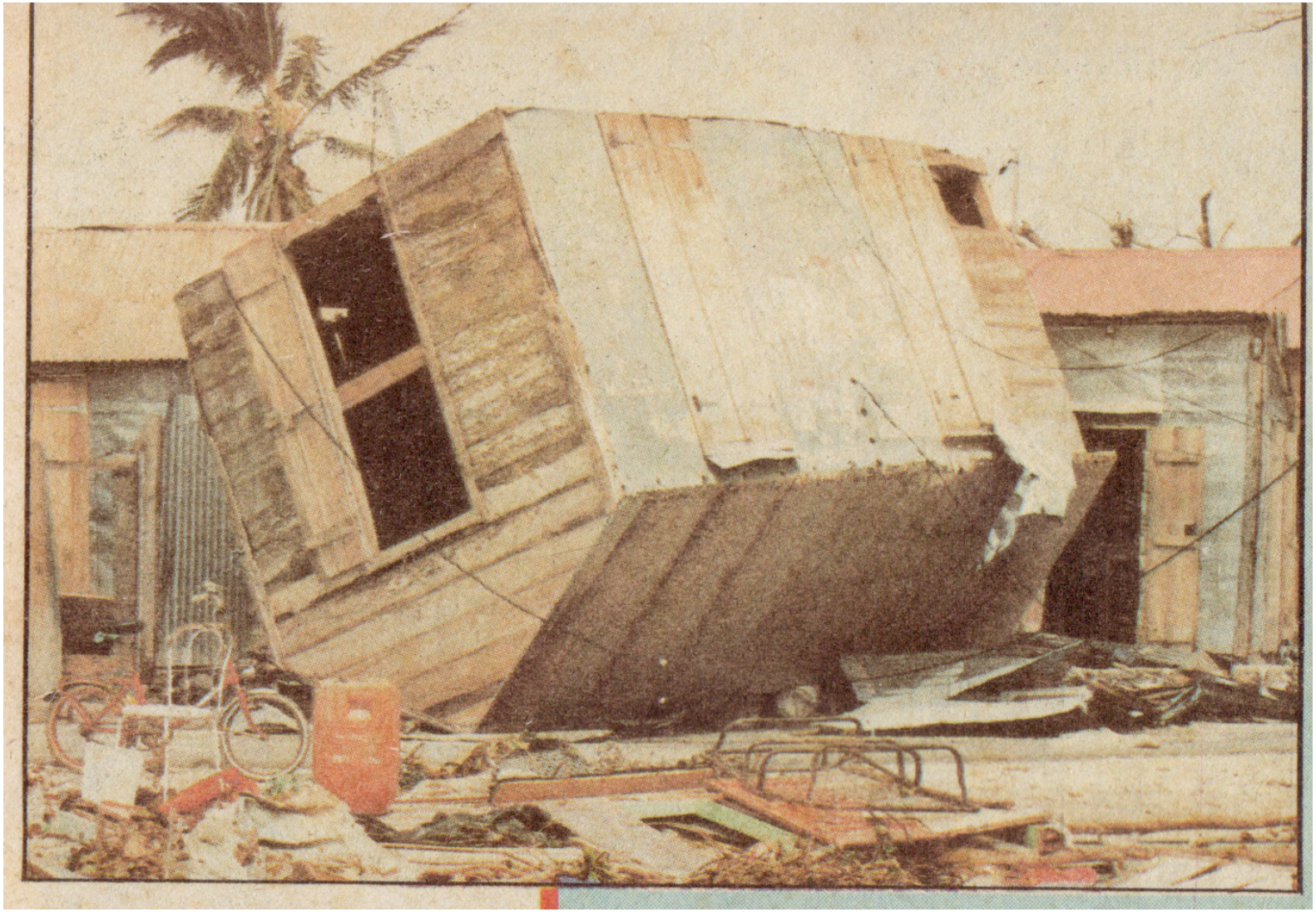


Glissement



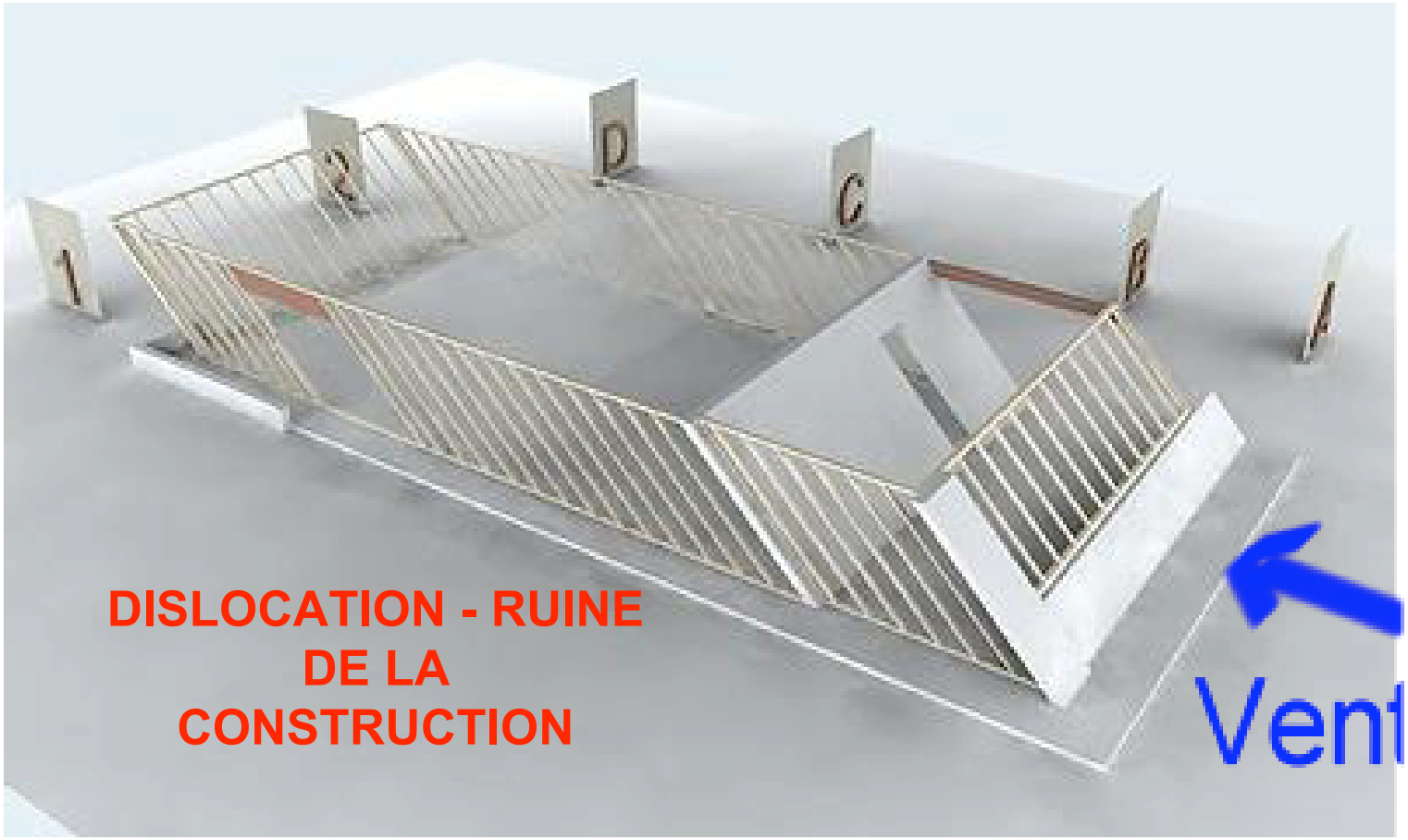
Renversement

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions



1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

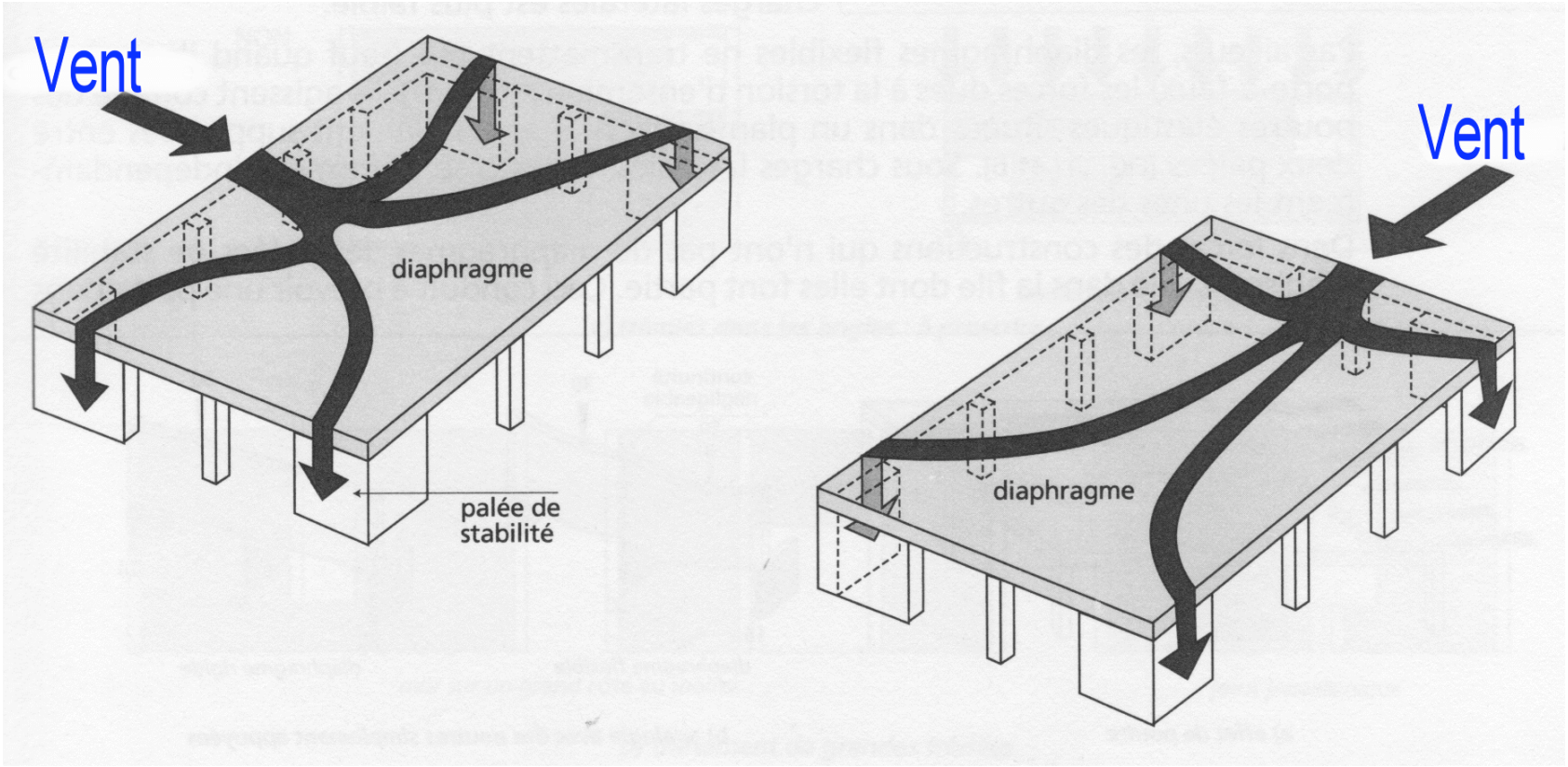


voiles (1) et (2), vent perpendiculaire à la petite façade,

1/ Effets du vent cyclonique sur les constructions

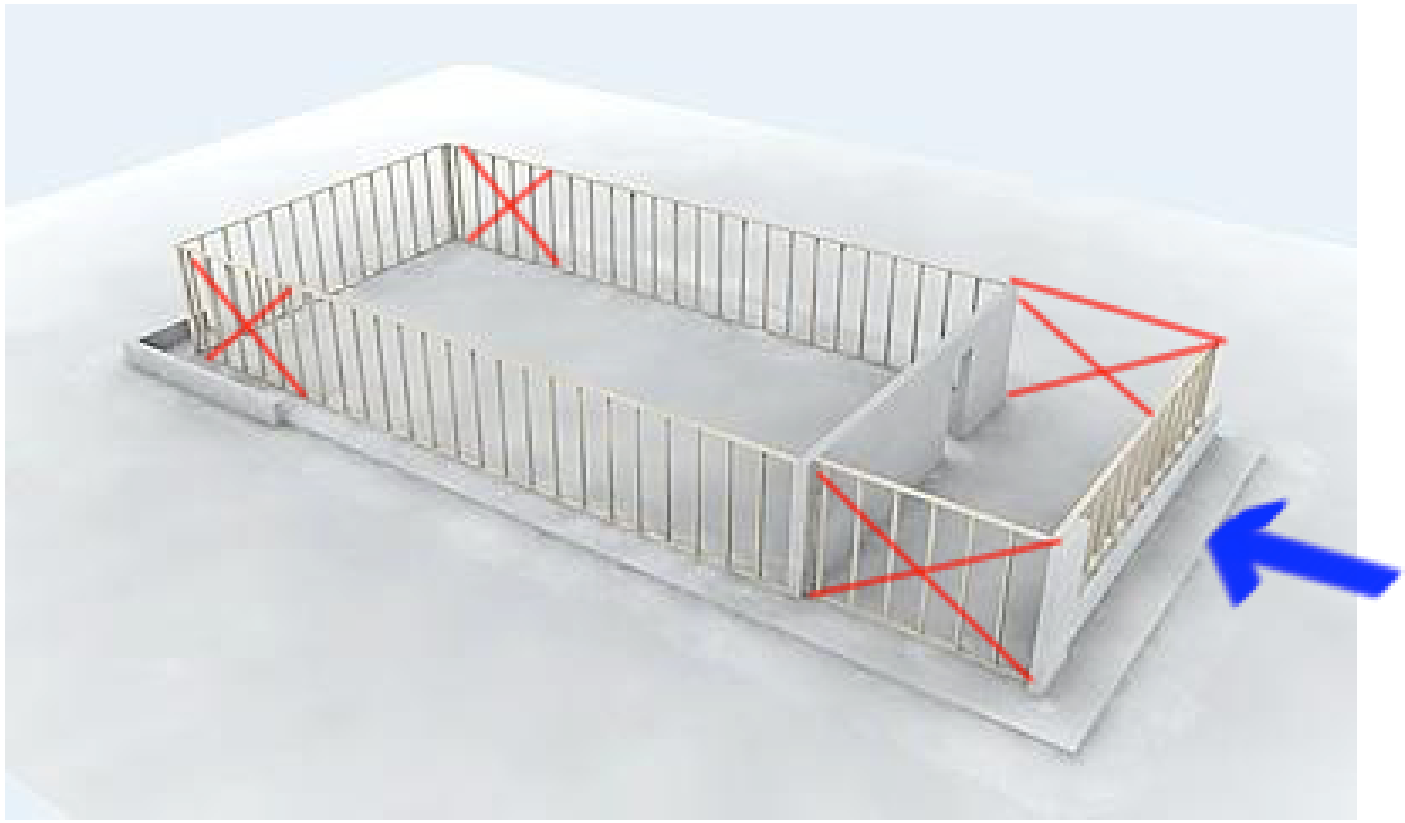
2/ Règles de conception paracylonique

- **STABILITE GLOBALE**
- **STABILITE GLOBALE**
  - Principe du contreventement

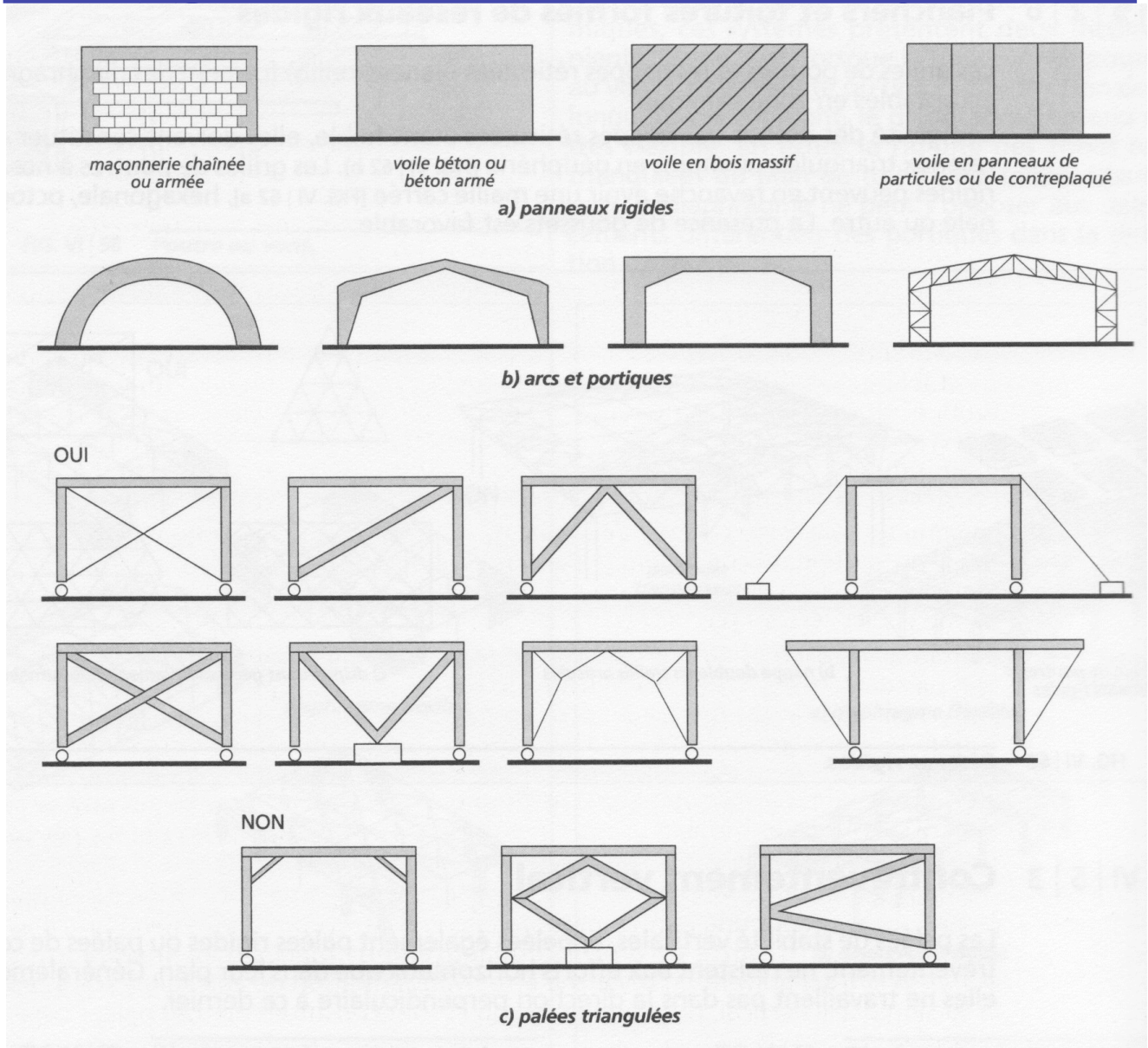


2/ Règles de conception paracylonique

❖Contreventement vertical



2/ Règles de conception paracylonique



2/ Règles de conception paracylonique

2/ Règles de conception paracylonique

❖Contreventement horizontal-Diaphragme rigide

➢ Plancher

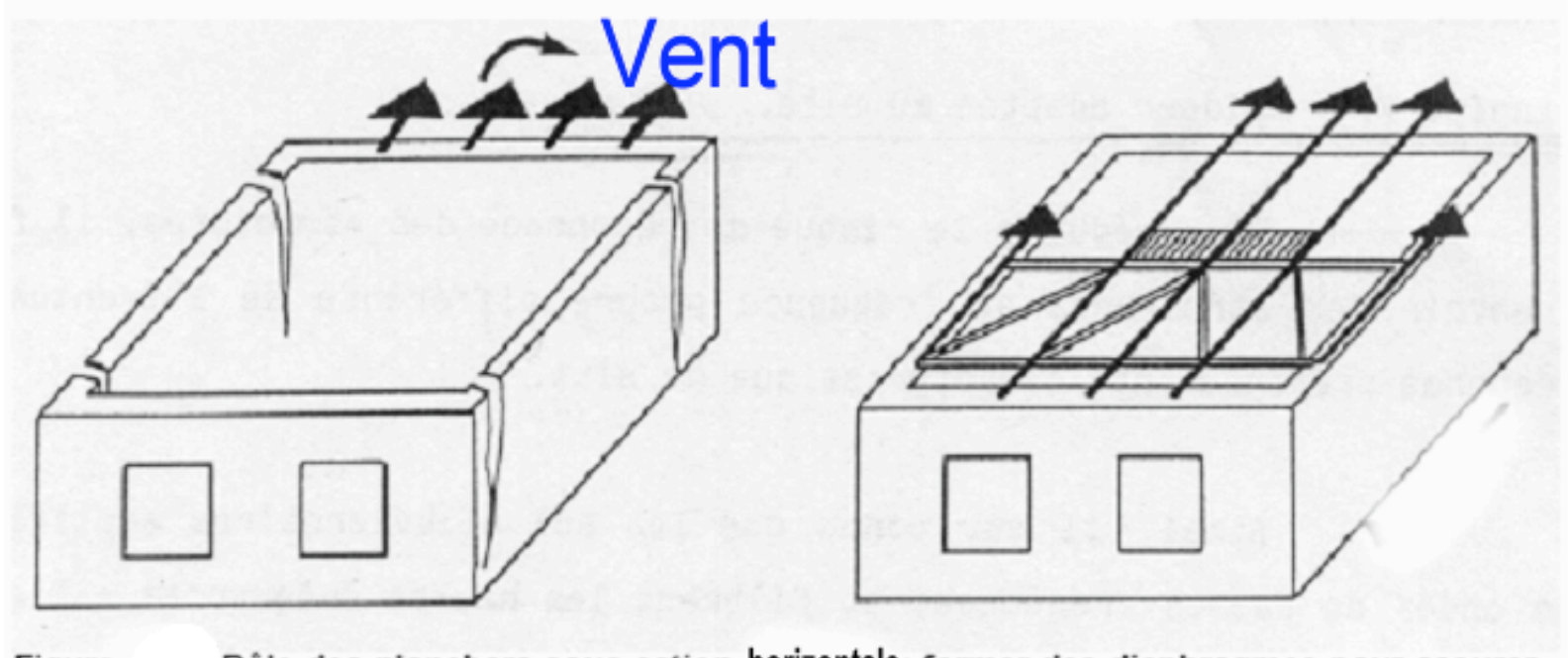
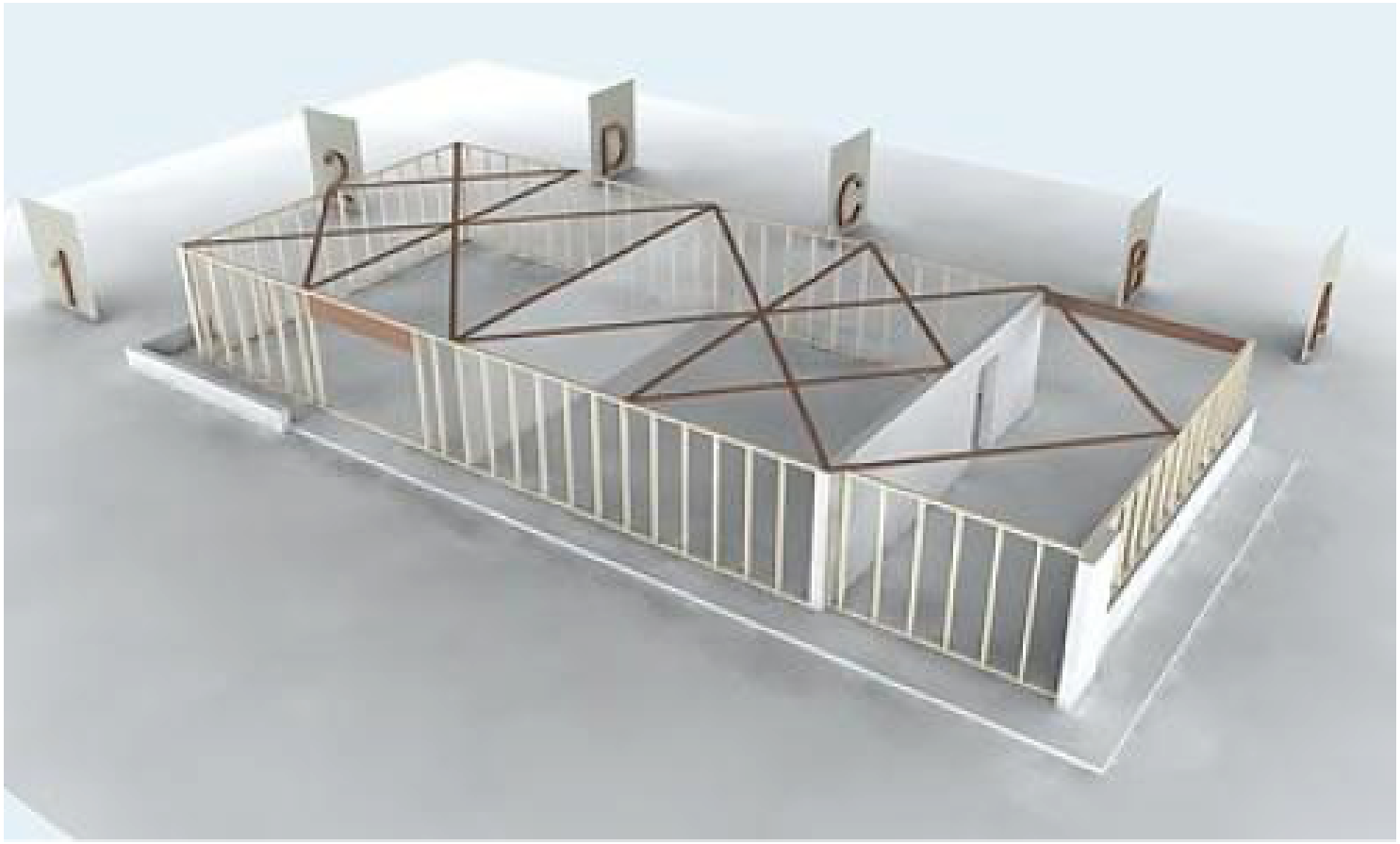


Figure Rôle des planchers sous action horizontale: former des diaphragmes pour assurer la cohésion de la structure

2/ Règles de conception paracylonique



2/ Règles de conception paracylonique

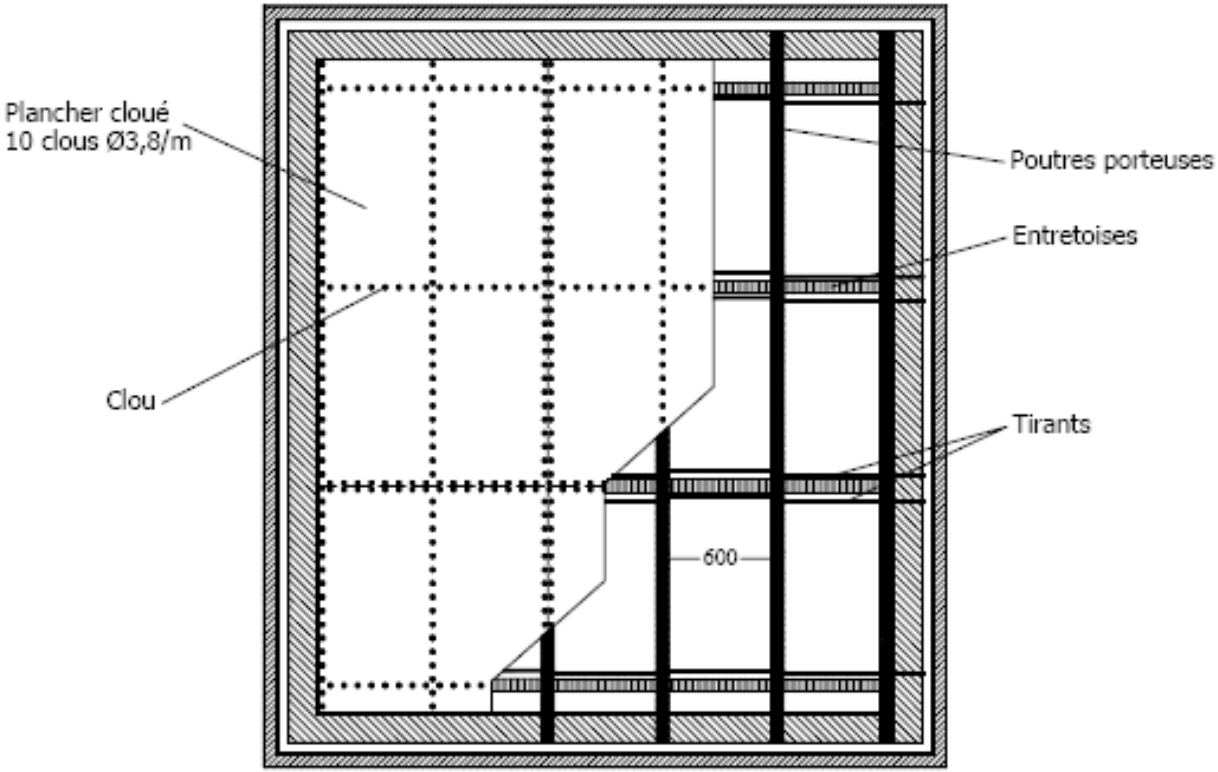


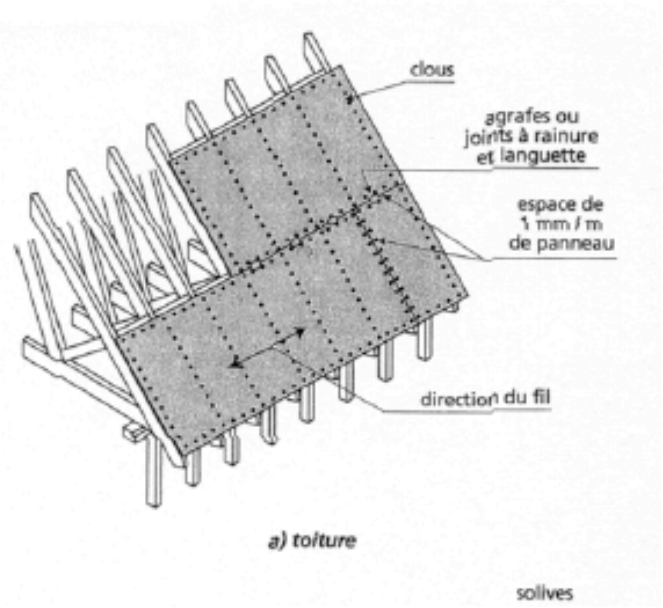
Figure 7.3.4. Planchers en bois constitués de poutres (direction x), entretoises et tirants (direction y) et couvert d'éléments en contreplaqué cloués aux poutres et entretoises.

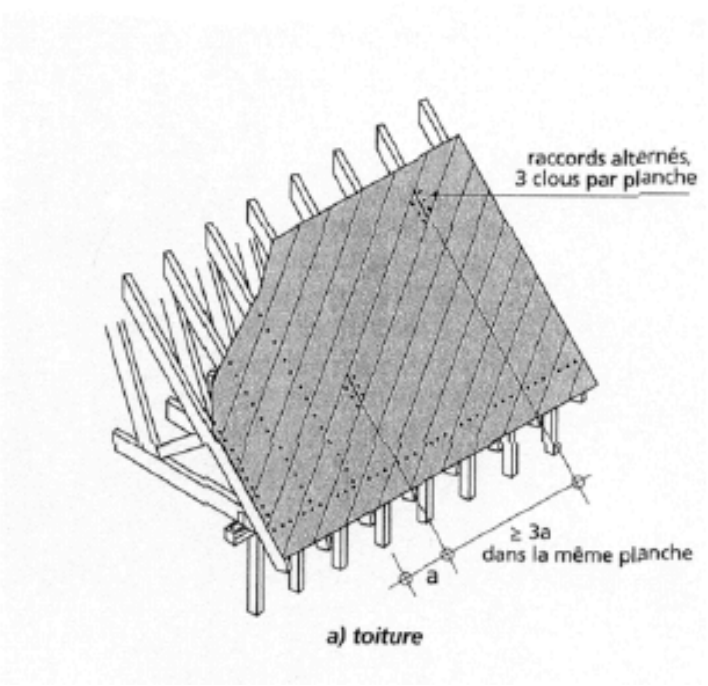
2/ Règles de conception paracylonique

➢ Toiture

de toiture peuvent être réalisés à l'aide de panneaux de contreplaqués ou d'agglomérés.

cf. Figure 7.6.2.





2/ Règles de conception paracylonique

❑ STABILITE INTERNE LOCALE

Par un dimensionnement approprié

- ❖ Résistance des éléments de structure:
  - ➢ Façades: Murs, montants bois ou métalliques, portiques
  - ➢ Toiture: pannes, chevrons
- ❖ Résistance des organes de fermetures
  - ➢ Menuiseries: Fenêtres, portes (mise en œuvre de Volets de protection)
  - ➢ Couverture : tôle, dalle

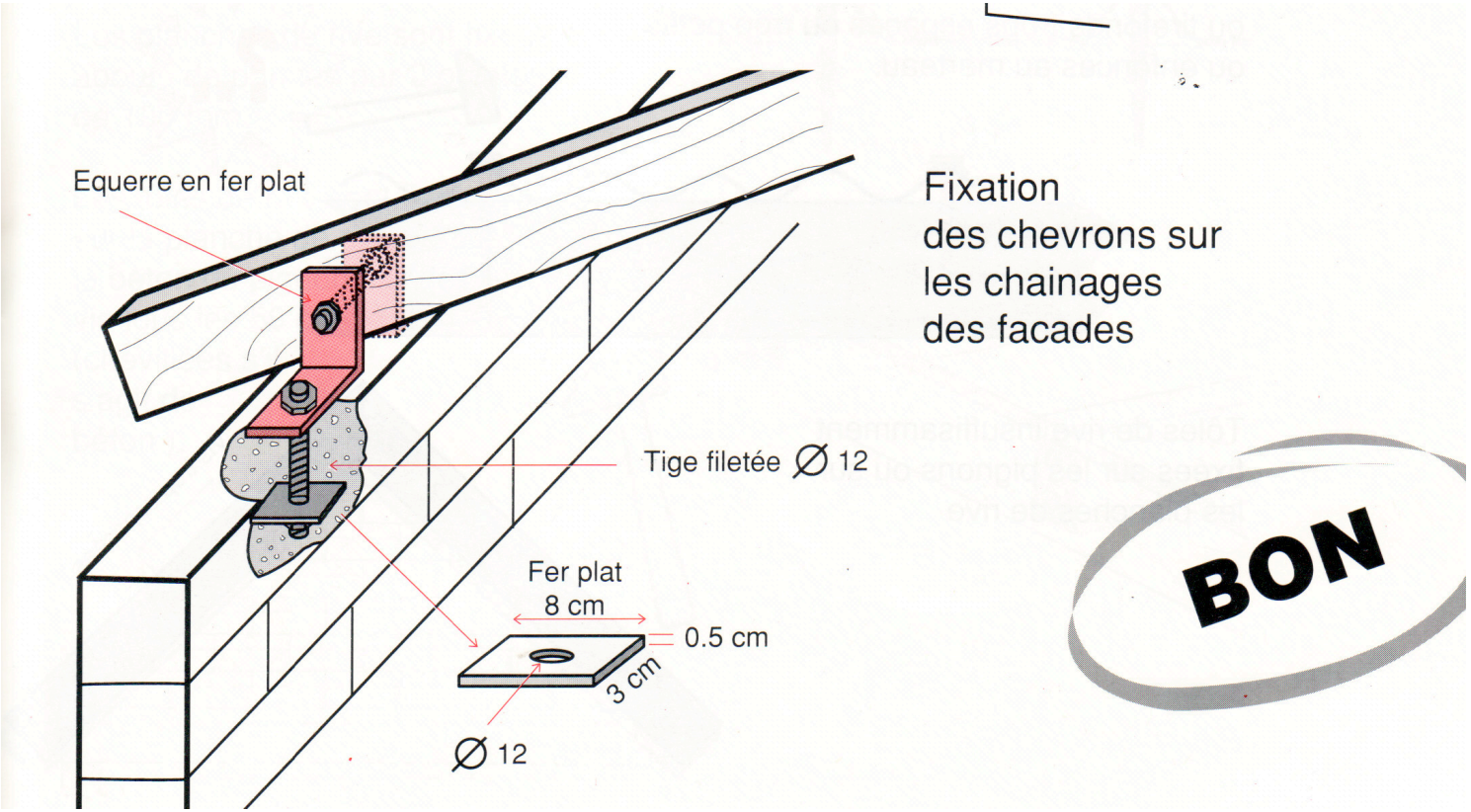
Par un choix de matériaux résistants et durables

- ❖ Éléments métalliques, organes métalliques d'assemblage et d'ancrage inoxydables ou galvanisés
- ❖ Bois de structure traités anti-termite et pourriture

2/ Règles de conception paracylonique

❑ ANCRAGE ET FIXATIONS

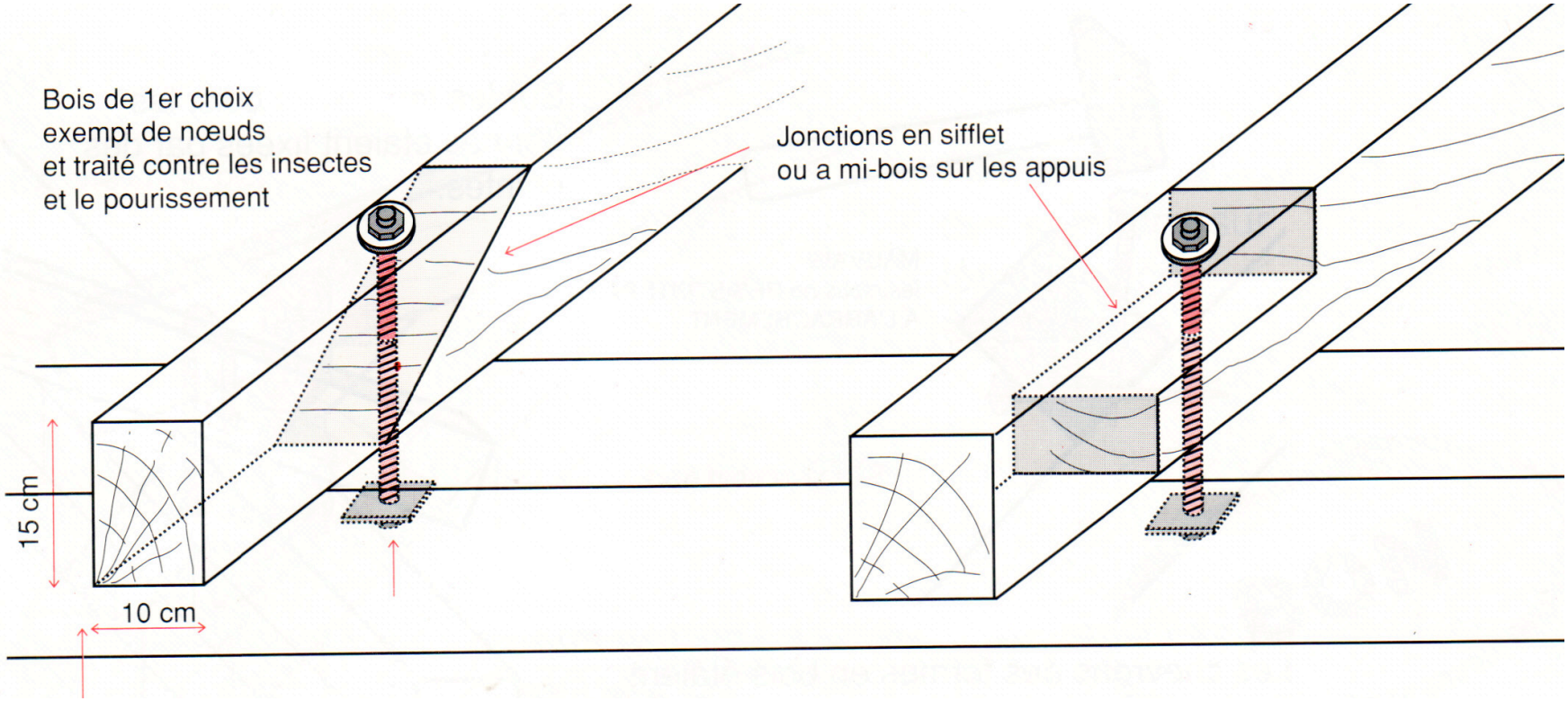
❖ Ancrage de la structure porteuse / palées de contreventement aux fondations



2/ Règles de conception paracylonique

❖Fixation et solidarisation des éléments d'ossature entre eux

Clous travaillant à l'arrachement INTERDITS!

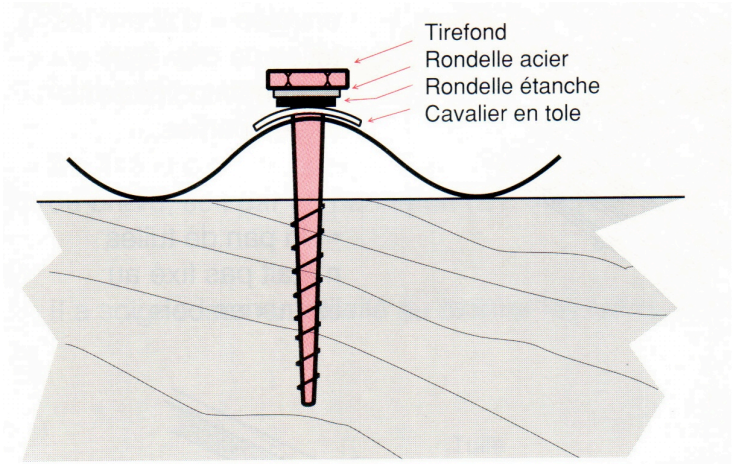


2/ Règles de conception paracylonique

❖Fixation des éléments de « clos-couvert » à l'ossature

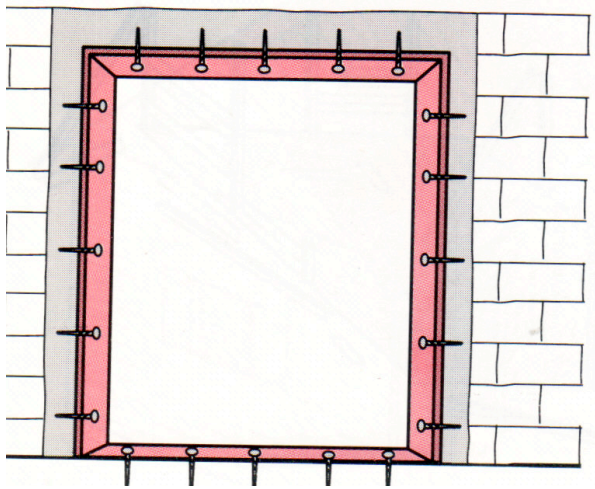
➢ Tôles

Clous interdits!



L'intervalle entre 2 tirefonds ne dépasse pas 4 ondes

➢ Menuiseries Extérieures



2/ Règles de conception paracylonique

❑ ENTRETIEN REGULIER

- ❖ Révision annuelle du serrage des fixations des tôles (tirefonds)
- ❖ Vérification et serrage des organes métalliques d'assemblage, fixations/ancrages
- ❖ Vérification de l'état du bois de structure
- ❖ Vérification et réparation des dégâts occasionnés par la carbonatation du béton et foisonnement des aciers (éclats béton, corrosion armatures)

3/ Normes et Règles de calcul

❑ Normes *en vigueur :NV65 modifiées 99*

❖ Représentation des actions du vent

- ➢ Les actions du vent varient en fonction du temps et s'appliquent directement sur les surfaces extérieures des constructions fermées, et, du fait de la porosité de la surface extérieure, agissent également indirectement sur les surfaces intérieures.
- ➢ L'action du vent est représentée par un ensemble simplifié de pressions ou de forces dont les effets sont équivalents aux effets extrêmes du vent turbulent.

❖ Base de calcul

- ➢ Introduction en 1999 d'une nouvelle carte de zonage géographique, issue d'une étude statistiques en 1993, des données météorologiques du vent cinquantennal, séparant la France en 5 régions; mais les valeurs de base de la vitesse normale n'ont pas été modifiées
- ➢ Vent=action variable

3/ Normes et Règles de calcul

- La pression dynamique de base définie est celle exercée à 10m 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.
- Pression dynamique normale de base $q^{10}_n = \rho * V_/20$
- Pression dynamique extrême de base $q^{10}_e = 1.75\ q_n$

- En Guadeloupe et Martinique(région 5):
  - q^{10}_n=120 daN/m_ (V=44.2m/s---159.2Km/h
  - q^{10}_e =210 daN/m_ (V=58.5m/s----210.6km/h)

- La pression dynamique de base est affectée d'un coefficient de site k_s et d'un coefficient de hauteur de la construction par rapport au sol k_h
- Pour les constructions en bordure du littoral sous effet du vent bord de mer, on majore la pression de base par ks =1.20

(TOUTE la Guadeloupe et la Martinique sont concernées: q^{10}_n=144 daN/m_; q^{10}_e =252 daN/m_)

3/ Normes et Règles de calcul

- Pression dynamique de calcul
  - L'action élémentaire unitaire exercée par le vent sur une face d'un élément de paroi est : $C*q*k_s*k_h$

    avec C coefficient de pression fonction des paramètres géométriques de la construction

- Vérification des conditions de résistance/stabilité/déformations
  - sous l'action de la charge normale q_n : Etat limite de service ELS (déformations)
  - sous l'action de la charge extrême q_e :Etat limite Ultime ELU (rupture ou déformation plastique excessive, instabilité de forme, équilibre statique non assuré, fissuration excessive)

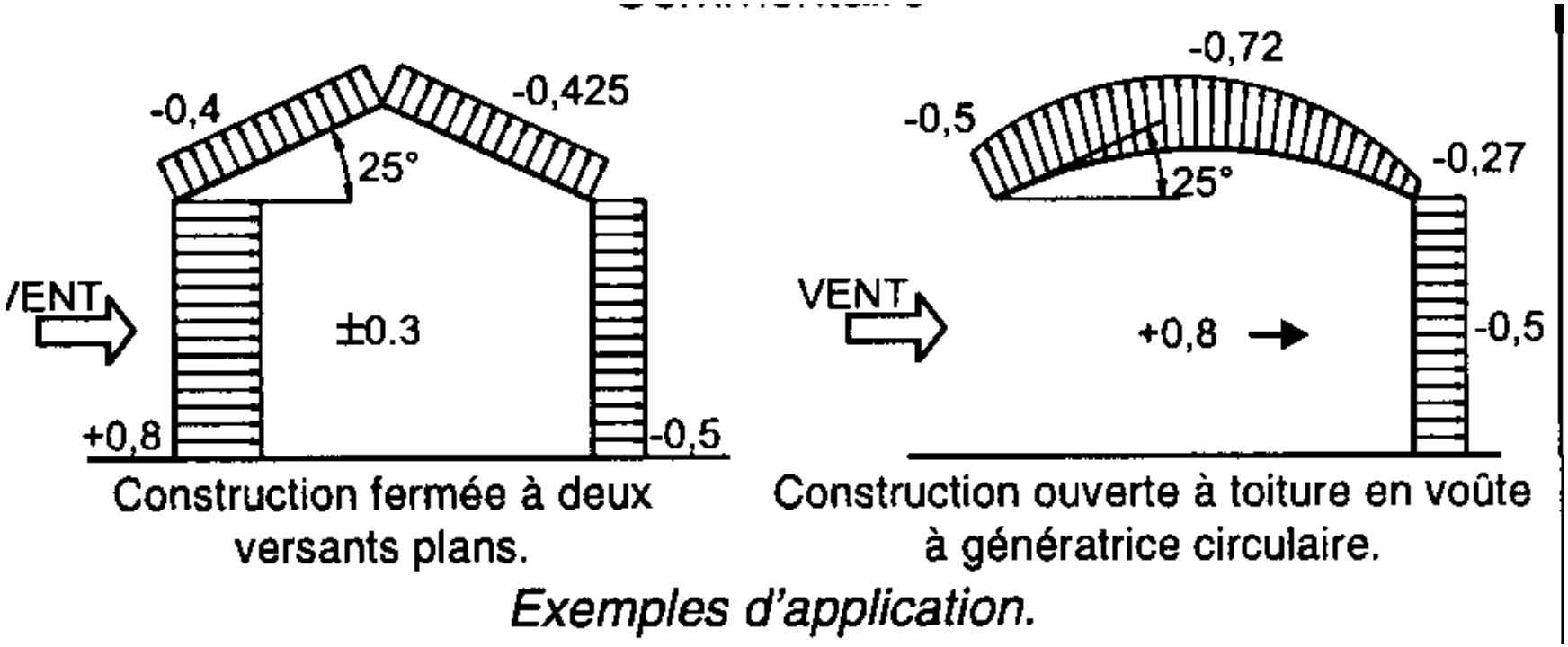
3/ Normes et Règles de calcul

❖ Coefficients de pression C=(Ce-Ci)

- Coefficient pression extérieure Ce
  - ✓ Définit par les NV65 pour plusieurs cas de figures

- Coefficient pression intérieure Ci
  - ✓ Fonction de la perméabilité des parois du bâtiment

3/ Normes et Règles de calcul



Construction fermée à deux versants plans.

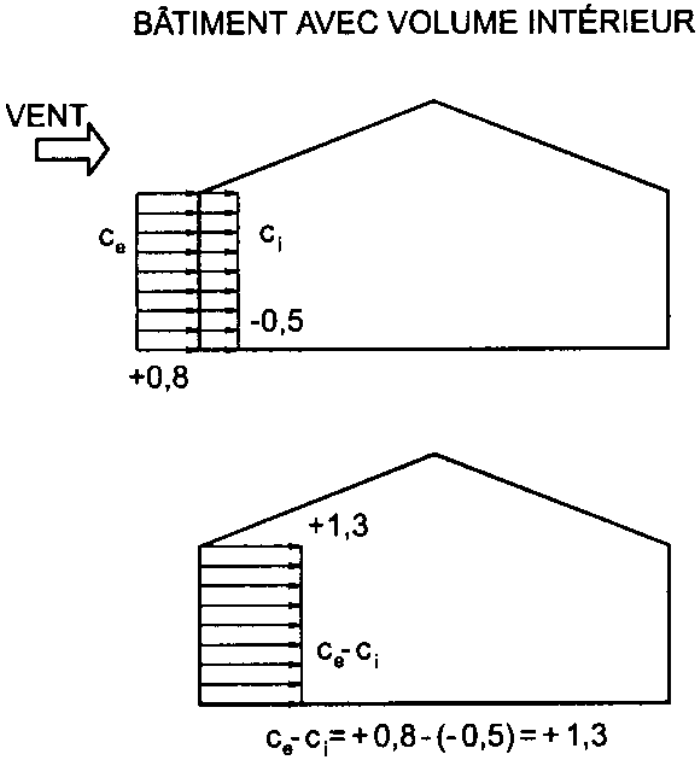
Construction ouverte à toiture en voûte à génératrice circulaire.

Exemples d'application.

3/ Normes et Règles de calcul

❖ Actions statiques

➢ Action résultante unitaire sur une paroi

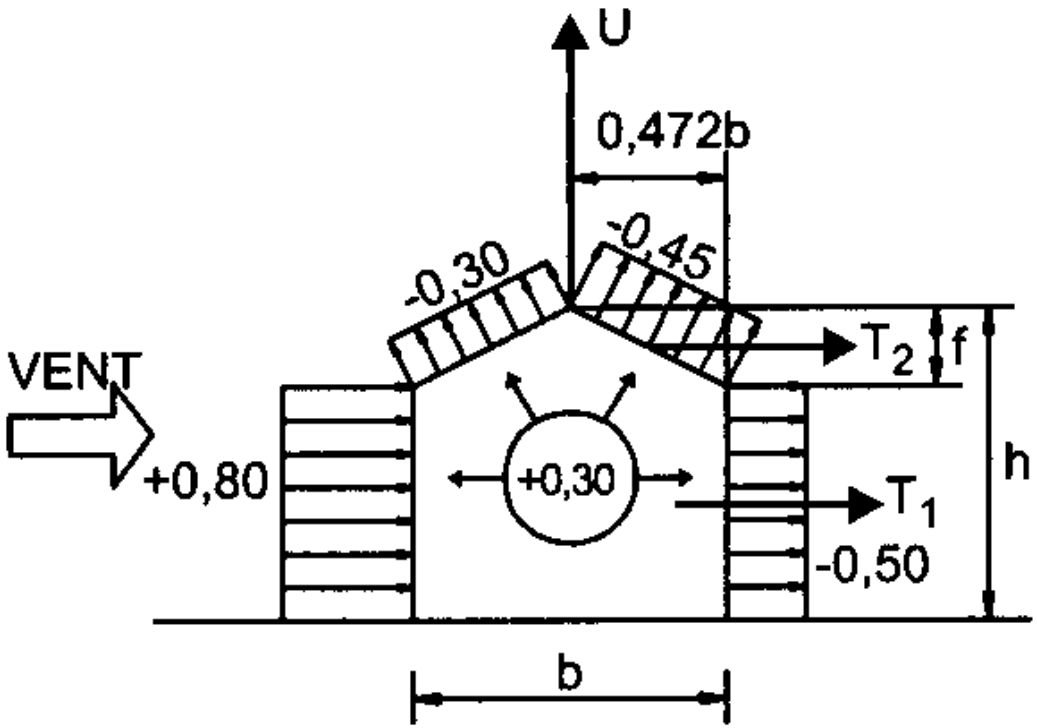


->***Dimensionnement d'un élément d'une paroi (toiture, murs façade et pignon)***

3/ Normes et Règles de calcul

- Action d'ensemble sur une construction

  Sommation des actions sur les surfaces de parois + les forces d'entraînement :



→ *dimensionnement des éléments de stabilité du bâtiment (contreventement)*

→ *vérification de la stabilité globale (non glissement , non renversement, non soulèvement)*

3/ Normes et Règles de calcul

❖ Actions dynamiques

- ➢ Action parallèle à la direction du vent (rafales)
  - ✓ Majoration sensible des actions du vent sur les constructions de grande hauteur (tours, clochers,mâts…)
  - ✓ Rafales → Oscillations aggravants les déformations des structures élancées et flexibles
  - ✓ *Majoration des pressions dynamiques qw pour vérification stabilité d'ensemble par un Coefficient β fct° de la période propre du mode fondamental du bâtiment*

- ➢ Actions perpendiculaires à la direction du vent régulier
  - ✓ Oscillations forcées de structures élancées, flexibles dues aux sollicitations dynamiques qui agissent perpendiculairement à la direction du vent
  - ✓ Phénomènes de galop, de battement, de tourbillons
  - ✓ *Étude spécifique par des modèles mathématiques*

3/ Normes et Règles de calcul

❑ Norme EUROCODE EC1-4 (Eurocode Vent)

❖ Représentation des actions du vent

➢ L'action du vent est représentée par un ensemble simplifié de pressions ou de forces dont les effets sont équivalents aux effets extrêmes du vent turbulent.

❖ Base de calcul

➢ Vent = action fixe variable horizontale selon EN 1990

➢ Valeurs caractéristiques cinquantennales

Les actions du vent EC1-4 sont des valeurs caractéristiques. Elles sont déterminées à partir des valeurs de référence de la vitesse ou de la pression dynamique. (Cf EN 1990, les valeurs de référence sont des valeurs caractéristiques dont la probabilité de dépassement sur une période d'un an, est égale à 0,02, ce qui équivaut à une ***période moyenne de retour de 50 ans.)***

3/ Normes et Règles de calcul

- La carte de zonage Introduit en 1999 dans les NV65 donne la valeur de base de la vitesse de référence $v_{b,0}$

NOTA: l'enquête publique de l' AN de l'EC1-4 est en cours;

L'AN introduit une carte révisée en remplacement du zonage des Règles NV65mod99 ; modification suite aux violentes tempêtes de décembre1999

- $v_{b,0}$ est la vitesse moyenne sur 10 min caractéristique indépendamment de la direction du vent et de la période de l'année, mesurée à une hauteur de 10 m au-dessus du sol en terrain dégagé, de type " rase campagne "

En Guadeloupe et Martinique $V_{b,0}$=34m/s

- Pression dynamique de référence q_b

$q_b = 1/2\ \rho*(V_{b0}*C_{dir}*C_{season})$_

En Guadeloupe et Martinique :q_b =71 daN/m_

3/ Normes et Règles de calcul

❖Vitesse du vent

- La vitesse du vent comprend une composante moyenne et une composante fluctuante.
- La Vitesse moyenne Vm(z) dépend de $V_{b,0}$ et de
  - ✓ la hauteur au dessus du sol
  - ✓ la rugosité du terrain (catégorie 0, II, IIIa, IIIb, IV)
  - ✓ l'orographie du terrain (falaises, collines…)
- La turbulence du vent est fonction de l'intensité de la turbulence I v(z) définie comme l'écart type de la turbulence divisé par la vitesse moyenne du vent

❖Pression dynamique de pointe :

$q_p(z) = q_b * C_e(z)$ avec Ce(z) cœfficient d'exposition

[Ce(z) varie de 1.3 à 3 pour h=10m]

3/ Normes et Règles de calcul

- Calcul des pressions nettes exercées par le vent sur les éléments de construction : $W=q_p(z)*(C_{pe}-C_{pi})$
- Calcul de la force globale exercée par le vent sur la construction : $F_w=(cs*cd)\ *SOMME[q_p(z)*(C_{pe}-C_{pi})]$

  *(Cs*cd :coeff structural prend en compte l'aspect dynamique)*
- Vérification des conditions de résistance/stabilité/déformations
  - Etat limite de service ELS
  - Etat limite Ultime ELU
  - Etat limite accidentelle (cas de portes ou fenêtres supposées fermées et se brisant ou s'ouvrant en situation de tempête)
- Coefficients de pression de surface
  - Coefficients de pression extérieure C_{pe} :donnent l'effet du vent sur les surfaces ext. des bâtiments (C_{pe1}; $C_{pe,10}$)
  - Cœfficients de pression intérieure C_{pi} : donnent l'effet du vent sur les surfaces intérieures des bâtiments

3/ Normes et Règles de calcul

❑ Normes FD 20-201(DTU 36.1/37.1)/ NF P20-302 / NF DTU 39 P1àP5

- ❖ Exigences sur les fenêtres extérieures (NF P20-201 et 302)
  - ➢ essais sur les menuiseries donnant une classification
    - ✓ Perméabilité à l'air :A*
    - ✓ Étanchéité à ,l'eau: E_A* ou E_B*
    - ✓ Résistance au vent : V*
  - ➢ basées sur la carte de zonage des NV65mod99
  - ➢ fonction de la situation géographique du bâtiment (dito EC1-4 catégorie de terrain)
  - ➢ fonction hauteur fenêtre au dessus du sol

3/ Normes et Règles de calcul

- Résistance au vent
  - ✓ Exigences de sécurité sous pression P3
  - ✓ Exigences de service

    *exigence de rigidité/flèche sous P1=1/3P3

    *exigence de résistance à la pression répétée sous P2=2/3P3

❖ Exigences sur les vitrages de fenêtres extérieures (NF DTU 39 P1à5)

En l'absence de protection ou de fermetures extérieures, des vitrages spéciaux sont à prévoir:

- ✓ Vitrages feuilletés de sécurité
- ✓ Vitrages trempés
- ✓ Les parois vitrées empêchant la pénétration de débris doivent avoir un classement P2A
- ✓ Pression de calcul : 2500Pa pour un vitrage vertical

CONCLUSIONS

- Des Règles de conception paracyclonique existent
- Des Règles de calcul et dimensionnement existent
  - Elles évoluent pour se rattacher à la réalité du terrain
  - Elles sont modifiées pour tenir compte des nouvelles tempêtes (reclassement de certains départements dans la carte de zonage pour prise en compte des tempêtes de décembre1999)
  - Mais toujours à l'issue de catastrophes et de changement climatique notoire
- Une étude montre que les nouvelles Règles EC1-4 plus précises donnent en France des pressions dynamiques de référence supérieures à leur homologues des Règles NV65 de 23 à 42% (Eurocode Vent bcp plus sévère pour petits bâtiments en bordure littoral-→SURCOUT)

ANNEXES

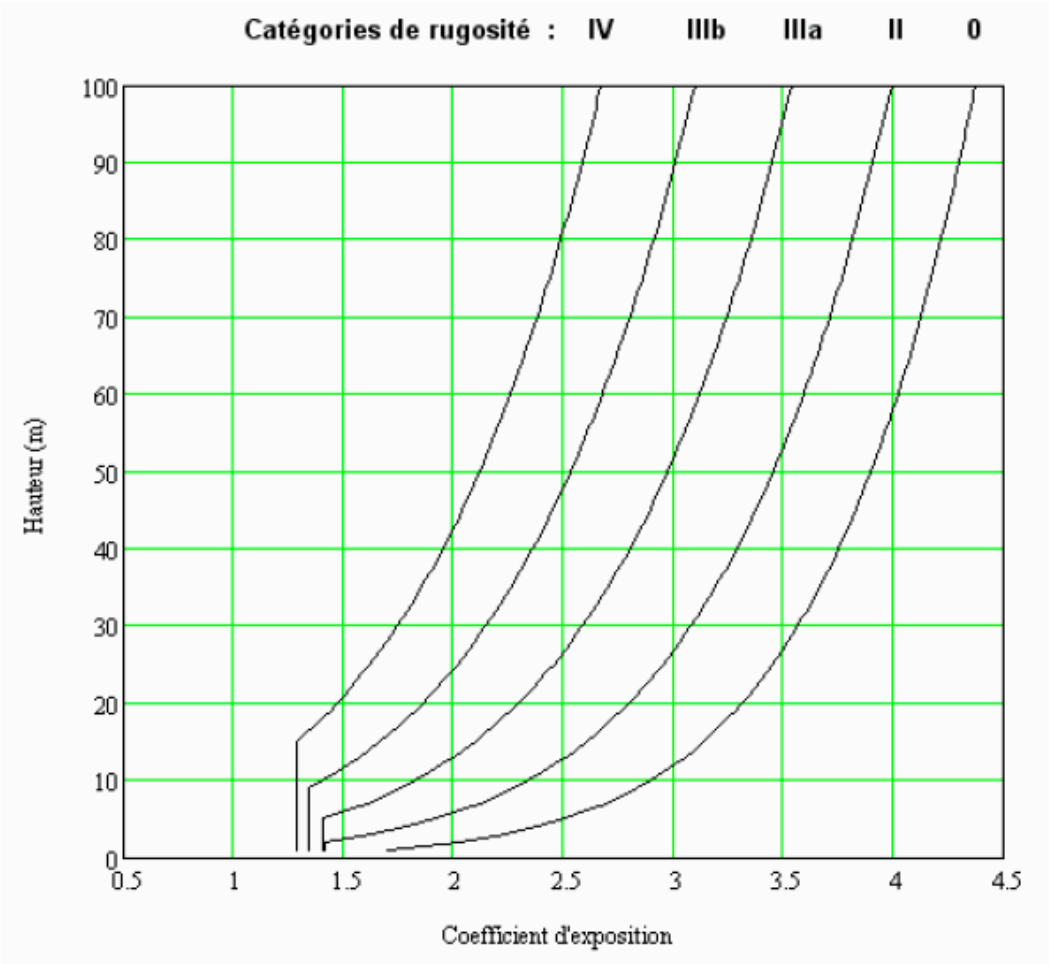
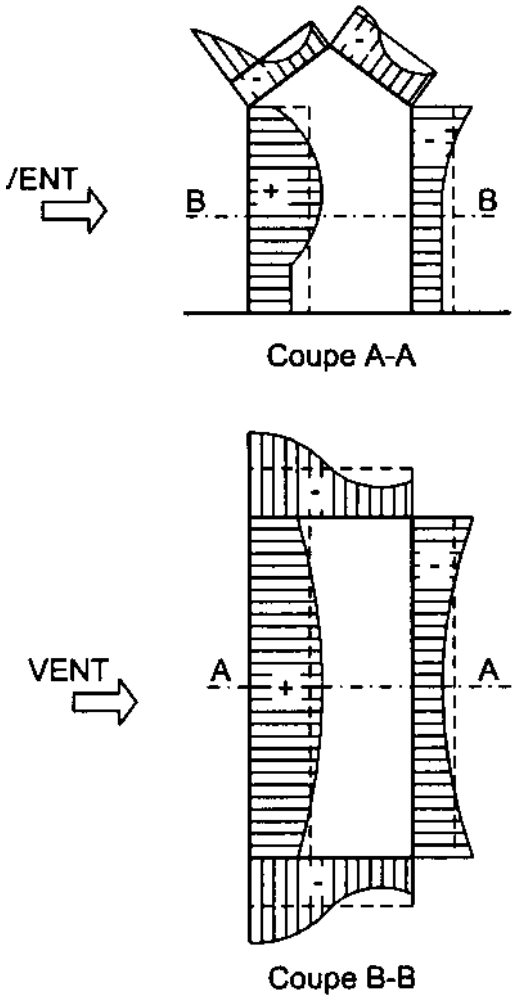


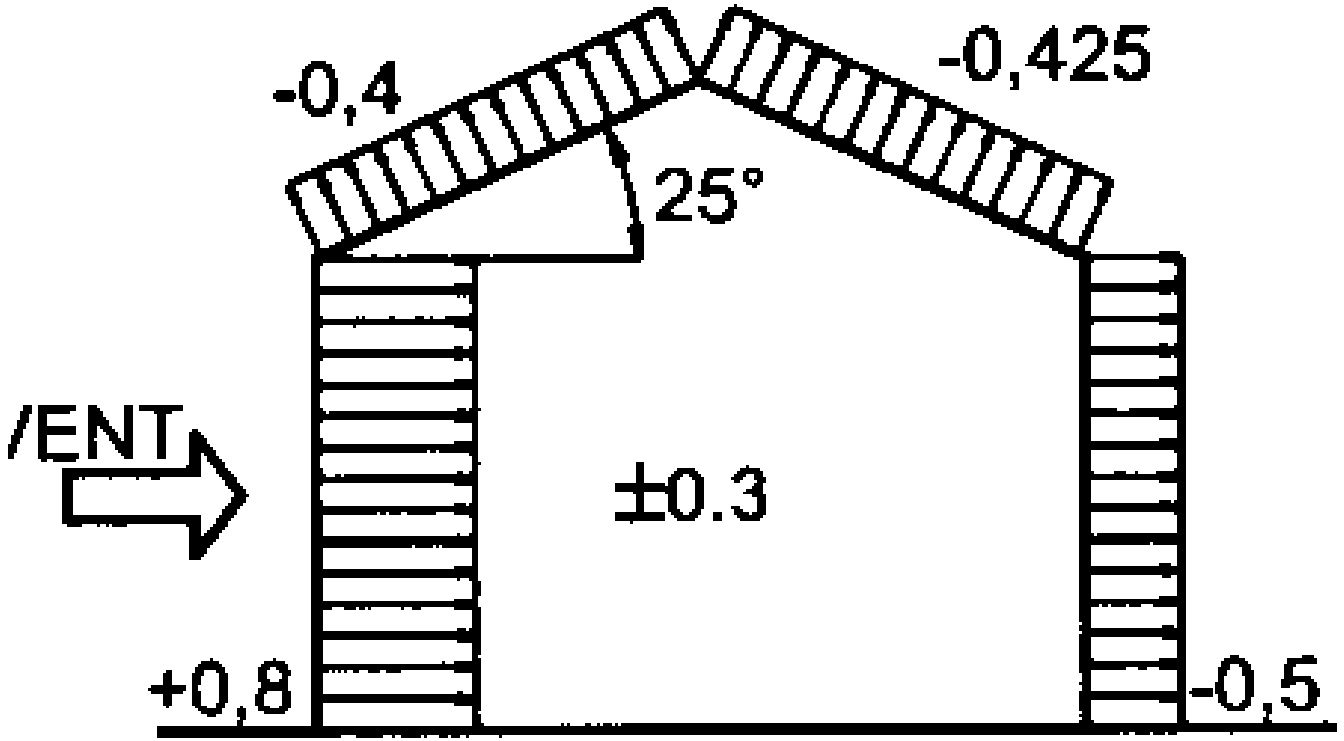
Figure 4.2(NA) — Représentation du coefficient d'exposition $c_e(z)$ pour c_o = 1,0

ANNEXES



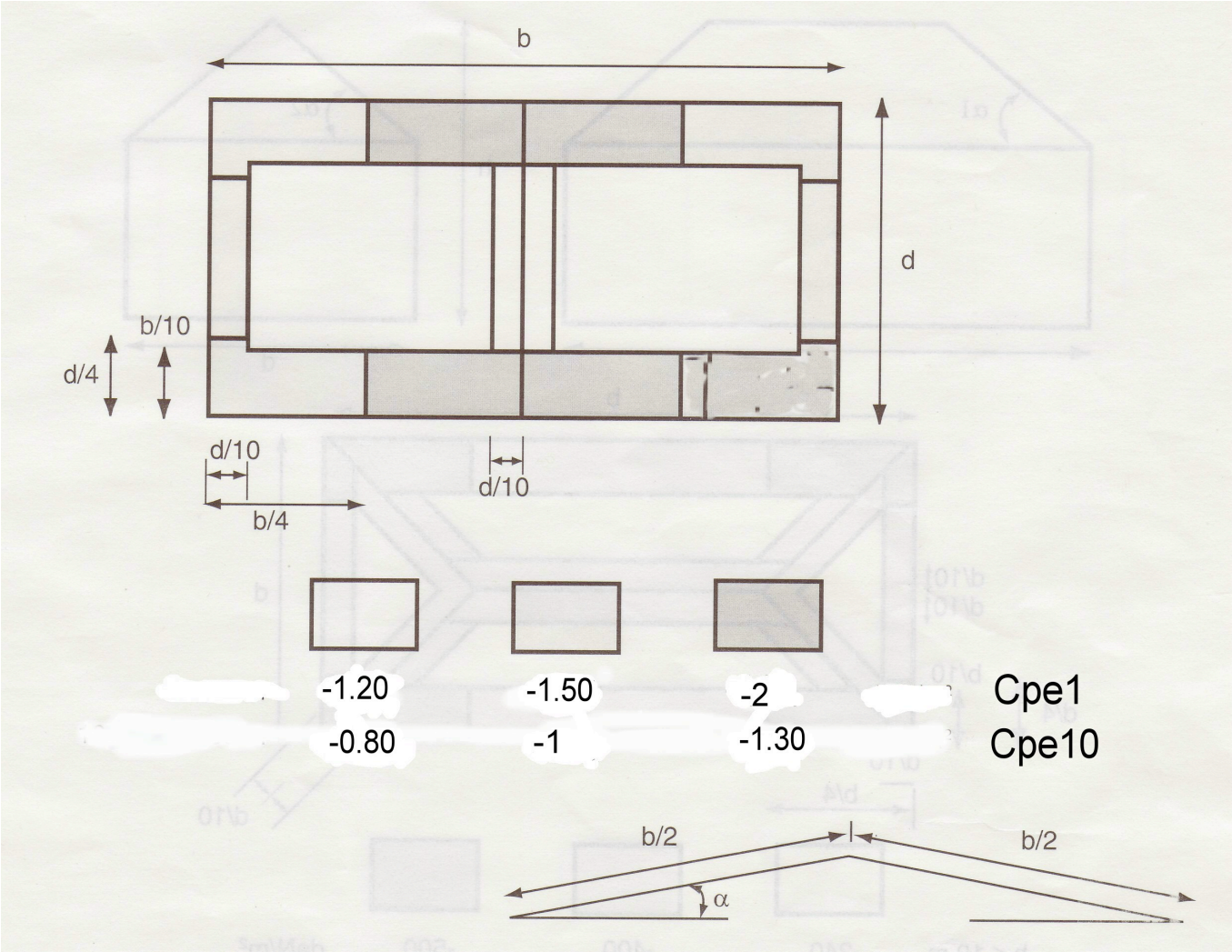
En réalité, sur des surfaces planes appartenant à une construction, l'action élémentaire unitaire varie d'un point à un autre, comme sur une surface courbe (fig. C-III-15), mais pour simplifier les calculs il a paru préférable d'adopter, pour chaque surface, une valeur moyenne et constante de la pression et par suite du coefficient c correspondant.

ANNEXES



Construction fermée à deux versants plans.

ANNEXES



ANNEXES

Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au-dessus du sol				
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 18	28 < H ≤ 50	50 < H ≤ 100
1	a	2	2	2	2	2
	b	2	2	2	2	2
	c	2	2	2	2	3
	d	2	2	2	3	3
2	a	2	2	2	2	2
	b	2	2	2	2	2
	c	2	2	2	3	3
	d	2	2	3	3	3
3	a	2	2	2	2	2
	b	2	2	2	2	3
	c	2	2	3	3	3
	d *)	2	3	3	3	4
4	a	2	2	2	2	2
	b	2	2	2	2	3
	c	2	3	3	3	4
	d *)	3	3	3	4	4
5	a	2	2	2	2	3
	b	2	2	3	3	4
	c	3	3	4	4	5
	d	3	4	4	5	5

**) Sur le littoral méditerranéen, hors Corse, les fenêtres en situation d des zones 3 et 4 sont considérées comme en situation c.*

Les classes étant celles définies dans la NF EN 12210. De façon générale, les classes indiquées sont les classes V^*_{A2} à V^*_{A5} avec le critère du 1/150e.

Si le critère est celui du 1/300e selon l'exigence indiquée en 6.1.2.1.2 ces classes sont les classes V^*_{C2} ou V^*_{C3} (limite supérieure de rigidité).

ANNEXES

Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au-dessus du sol				
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	28 < H ≤ 50	50 < H ≤ 100
1	a	1200	1 200	1 200	1 200	1 200
	b	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	c	1 200	1 200	1 200	1200	1 300
	d	1 200	1 200	1 200	1 250	1 400
2	a	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	b	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	c	1 200	1 200	1 200	1 350	1 550
	d	1 200	1 200	1 300	1 450	1 650
3	a	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	b	1 200	1 200	1 200	1 200	1 300
	c	1 200	1 200	1 350	1 550	1 800
	d *)	1 200	1 400	1 550	1 700	1 900
4	a	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
	b	1 200	1 200	1 200	1 200	1 500
	c	1 200	1 400	1 550	1 750	2 050
	d *)	1 300	1 600	1 750	1 950	2 200
5	a	1 200	1 200	1 200	1 200	1 550
	b	1 200	1 200	1 250	1 550	1 900
	c	1 350	1 800	2 000	2 250	2 650
	d	1 700	2 100	2 250	2 500	2 800

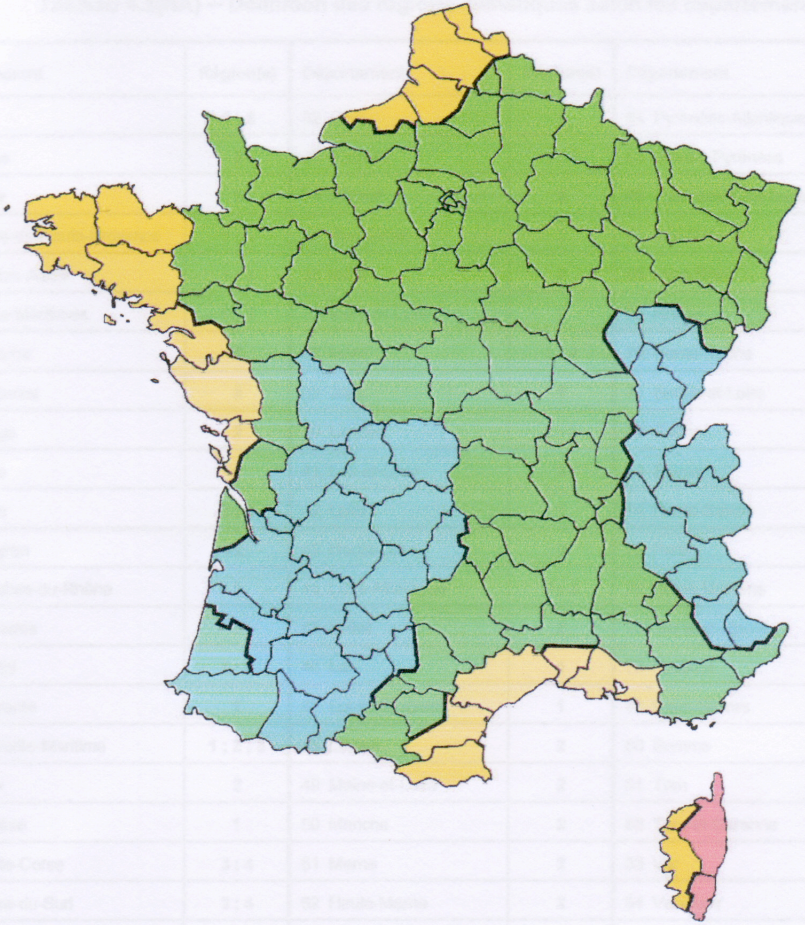
**) Sur le littoral méditerranéen, hors Corse, les fenêtres en situation d, des zones 3 et 4 sont considérées comme en situation c.*

ANNEXES

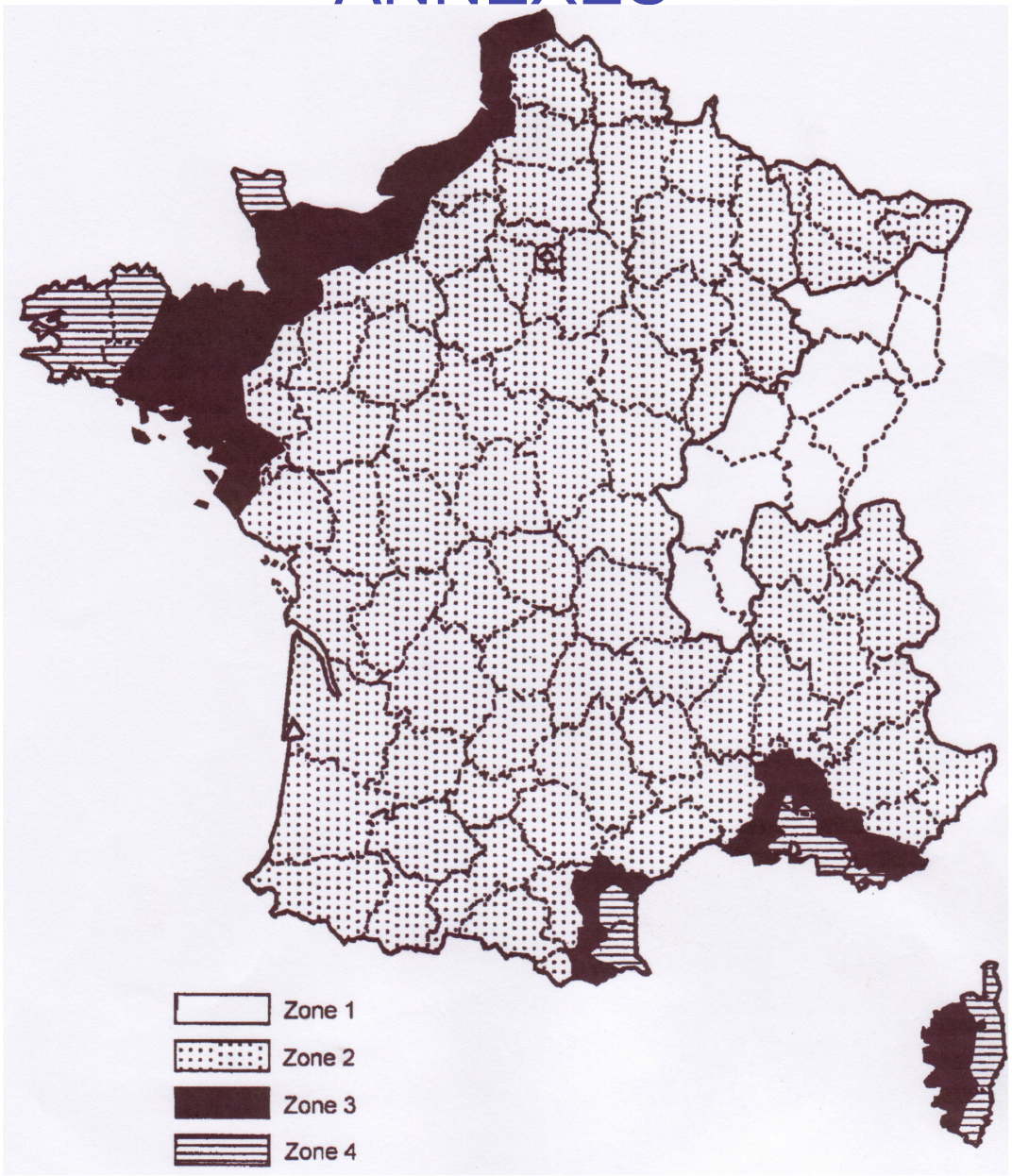
Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au-dessus du sol				
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	28 < H ≤ 50	50 < H ≤ 100
1	a	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$
	b	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$
	c	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$
	d	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$
2	a	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$
	b	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$
	c	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$
	d	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$
3	a	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$
	b	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$
	c	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$
	d*)	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$
4	a	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$
	b	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$
	c	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$
	d*)	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$
5	a	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_5\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$
	b	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A2}$	$A^*_3\ E^*_6\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_7\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$
	c	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_4\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A5}$
	d	$A^*_2\ E^*_4\ V^*_{A3}$	$A^*_3\ E^*_4\ V^*_{A4}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A4}$	$A^*_3\ E^*_8\ V^*_{A5}$	$A^*_3\ E^*_9\ V^*_{A5}$

**) Sur le littoral méditerranéen, hors Corse, les fenêtres en situation d des zones 3 et 4 sont considérées comme en situation c.*

ANNEXES



Régions :	1	2	3	4	Guyane	Gpe/Mque
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]	22	24	26	28	17	34

Figure 4.3(NA) — Carte de la valeur de base de la vitesse de référence en France

ANNEXES