

**Roger Cadiergues**

**MémoCad nE04.a**

# L'ATMOSPHERE EXTÉRIEURE

## SOMMAIRE

**nE04.1.** La perméabilité à l'air

**nE04.2.** L'action du tirage

**nE04.3.** La structure du vent

**nE04.4.** L'action du vent

**nE04.5.** La vitesse du vent



La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et d'autre part que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration «toute reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite».

## nE04.1. LA PERMÉABILITÉ À L'AIR

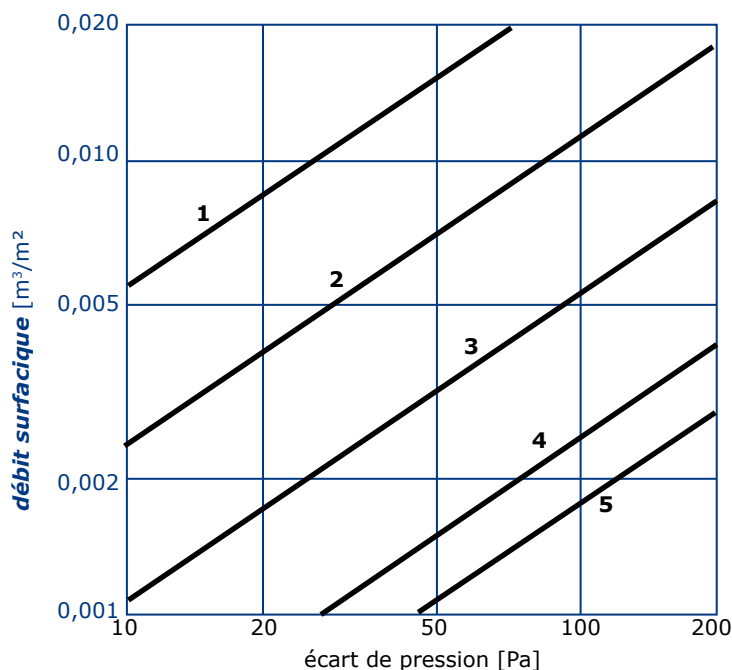
### PRESSION EXTÉRIEURE ET PRESSION INTÉRIEURE

Bien que dans tous **les calculs** aérauliques la pression de l'air soit toujours prise égale à la pression atmosphérique normale (fonction de l'altitude) il peut exister entre différentes ambiances des écarts de pression de quelques pascals, sinon de quelques dizaines de pascals. C'est une donnée généralement importante, en particulier lorsqu'il s'agit d'évaluer la différence de pression existant entre l'extérieur et l'intérieur. Dans ce cas trois paramètres jouent un rôle fondamental :

- . la différence de pression (effet de tirage) due à la **différence de température** entre l'intérieur et l'extérieur (voir fiche **nE04.2**),
- . la différence de pression due à l'effet du **vent** sur les parois (voir fiche **nE04.3**),
- . la plus ou moins grande **perméabilité à l'air** des parois extérieures (voir ci-dessous).

### LA PERMÉABILITÉ AÉRAULIQUE

La manière la plus productive d'exprimer cette perméabilité des parois extérieures est d'utiliser un diagramme tel que celui figurant ci-dessous, reprenant statistiquement les données recueillies par J. Mouret et par l'auteur sur des constructions classiques (pour la norme d'essai voir la fiche **mE04.4**)



Signification des symboles du schéma ci-dessus :

1. fenêtre moyenne classe A0 (ancienne norme)
2. fenêtre moyenne classe A1 (ancienne norme)
3. fenêtre moyenne classe A2 (ancienne norme)
4. paroi en bois assez peu étanche
5. fenêtre moyenne classe A3 (ancienne norme)

### OBSERVATIONS PRATIQUES

D'une manière générale ce sont les fenêtres, les portes défaillantes, et surtout les coffres de rideaux mal surveillés qui sont à la source des inétanchéités les plus marquantes. D'une manière générale, la mauvaise étanchéité est due :

- . soit à des parois mal conçues ou mal réalisées,
- . soit à des parois ayant mal vieilli.

Pour plus de détails, en particulier sur les contrôles normalisés, consultez les livrets adéquats de la famille **F**.

## nE04.2. L'ACTION DU TIRAGE

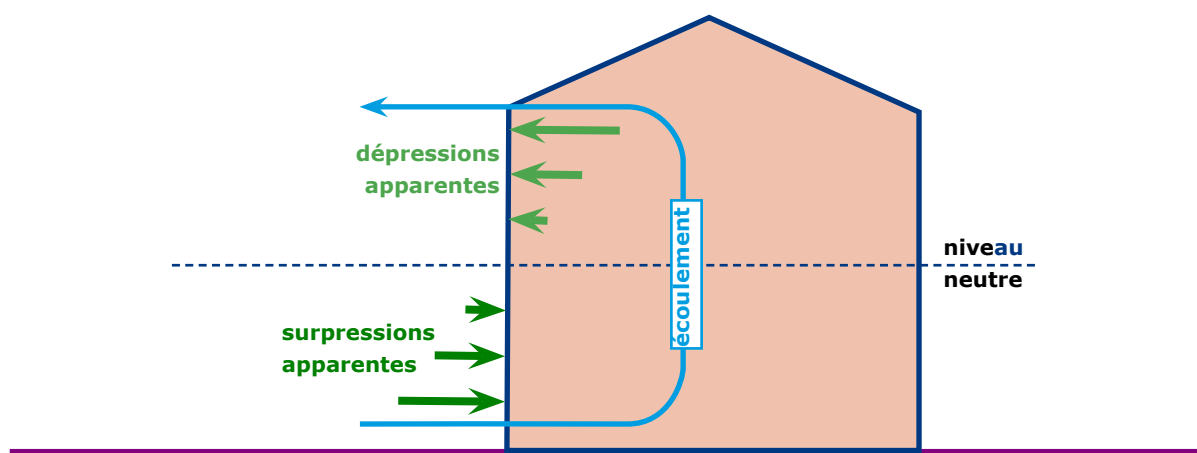
### LE PHÉNOMÈNE DE TIRAGE

Les différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur peuvent provenir, au moins en partie, des différences de densité dues aux différences de température. C'est cette situation qui crée le phénomène de **tirage**, aboutissant aux situations suivantes.

1. Dans le cas d'un local chauffé l'air extérieur s'évacue par les orifices supérieurs, ce qui entraîne un appel d'air vers l'intérieur par les orifices inférieurs (voir schéma ci-dessous). Ce phénomène qui dépend des hauteurs en cause (voir plus loin) est particulièrement important :

- . dans les locaux de grande hauteur,
- . dans les cages d'escalier des immeubles un peu hauts.

N.B. *Dans certains cas, très particuliers, le même phénomène d'écart de densité peut exister entre deux faces d'un même bâtiment, mais cette situation est souvent négligée par suite de sa faible importance.*



### LES EFFETS DU TIRAGE

Sur le plan pratique, pour déterminer les pressions dues au tirage vous pouvez utiliser les valeurs types de la table ci-dessous, la valeur indiquée correspondant à la différence globale de pression (bas+haut), en valeur moyenne.

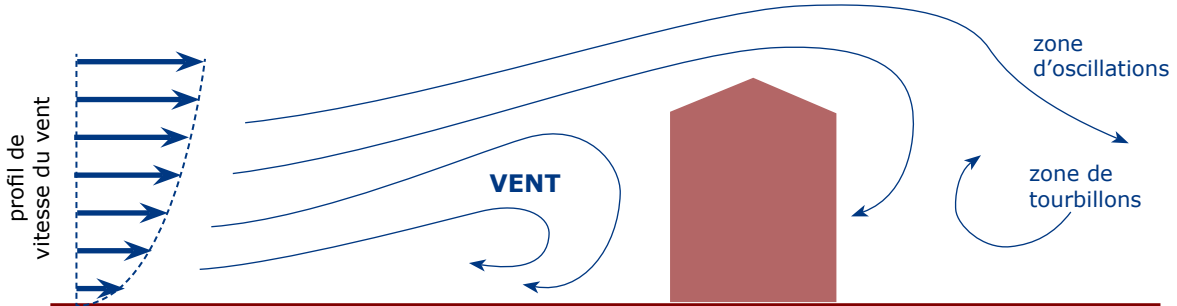
<b>PRESSIONS DUES AU TIRAGE</b>						
écart de température intérieur-extérieur	<i>hauteur de bâtiment</i>					
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
± 5 [K]	1	2	3	4	5	6
± 10 [K]	2	4	6	9	11	13
± 15 [K]	3	6	10	13	16	19
± 20 [K]	4	9	13	17	22	26
± 25 [K]	5	11	16	22	27	32
± 30 [K]	6	13	19	26	32	39

*Les pressions sont indiquées en pascal [Pa]*

## nE04.3. LA STRUCTURE DU VENT

### LA VITESSE DU VENT

D'une manière générale la vitesse du vent croît au fur et à mesure qu'on s'éloigne du sol, mais le profil dépend du relief et des obstacles rencontrés. En rase campagne le profil se présente comme suit.



Afin d'éviter les confusions, par définition la vitesse du vent est celle qui règne à 10 [m] au-dessus du sol. Les valeurs types de cette vitesse, mesurées en site météorologique, sont indiquées à la table suivante.

### CLASSEMENT TYPE DES INTENSITÉS DU VENT

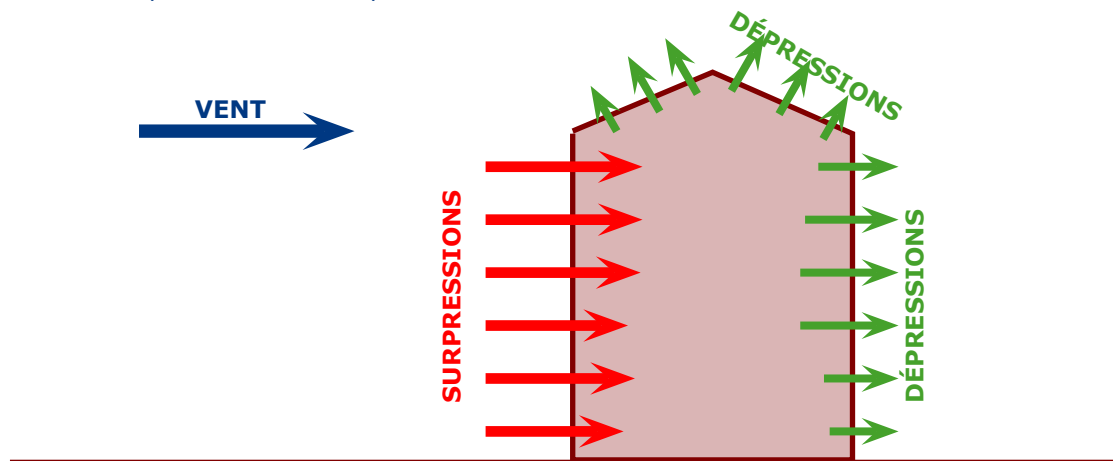
Echelle Beaufort	Nom	Vitesse du vent [m/s]	Manifestations
0	calme	moins de 0,45	fumées s'élevant verticalement
1	brise très légère	de 0,45 à 1,34	direction du vent = direction des fumées (pas les girouettes)
2	brise légère	de 0,8 à 3,1	vent perçu au visage, frémissement des feuilles, girouette ordinaire
3	petite brise	de 3,6 à 5,4	agitation des feuilles et petites branches, déploiement drapeaux légers
4	jolie brise	de 5,8 à 8	poussières et papiers soulevés,
5	bonne brise	de 8,5 à 10,7	début de balancement arbres feuillus, petites vagues (eaux intérieures)
6	vent frais	de 11,2 à 13,9	grandes branches agitées, sifflements fils télégraphiques
7	grand frais	de 14,3 à 17	arbres agités en entier, marche contre le vent assez difficile
8	coup de vent	de 17,4 à 20,6	bris de rameaux, marche contre le vent très difficile

### LES PRESSIONS DUES AU VENT

Dans le cas d'un corps de bâtiment relativement isolé, situé en plaine, l'écoulement global de l'air (voir le schéma en haut de page) est fortement affecté, mais crée généralement :

- . une surpression sur la façade place au vent,
- . des dépressions sur les autres faces,

dont vous trouverez les valeurs page suivante, le schéma ci-dessous se bornant à indiquer la répartition générale de la surpression et des dépressions.



## nE04.4. L'ACTION DU VENT

### A. LA VITESSE DU VENT

Comme indiqué précédemment la vitesse du vent est celle prise à 10 [m] au-dessus du sol. Nous la nommons ici :  $w_w$ . Elle est mesurée en mètre par seconde [m/s].

### B. SURPRESSION ET DÉPRESSIONS

1. Les façades situées **face au vent** subissent une **surpression** partout sensiblement égale à :

$$0,6 w_w^2$$

2. Les façades **sous le vent** connaissent une **dépression** assez variable, valant :

$$\text{de } 0,2 w_w^2 \text{ à } 0,4 w_w^2$$

avec une valeur moyenne égale à  $0,3 w_w^2$ .

Pour des vitesses de vent assez fréquentes de 5 m/s (= 18 km/h) la surpression est de l'ordre de 15 [Pa], la dépression moyenne sous le vent étant de l'ordre de 5 à 10 [Pa].

### C. CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Pour choisir la valeur de référence nous vous proposons deux solutions :

1. Ou bien adopter une valeur type, comme celle indiquée dans la table ci-dessous, fournissant directement la pression due au vent **en fonction du site et de la hauteur du bâtiment**, toutes régions confondues ;
2. Ou bien utiliser les formules (surpression et dépressions) fournies en **B**, avec une **vitesse de vent** (moyenne climatique) dépendant de la région tout autant que de l'exposition, selon les formules et la table indiquées à la fiche suivante (**mE045**).

PRESSIONS DUES AU VENT						
Site	hauteur de bâtiment					
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
Ile ou sommet en altitude :	112	136	154	167	178	188
Zone côtière :	41	51	57	62	66	70
Plateau très dégagé :	41	51	57	62	66	70
Plaine dégagée :	24	29	33	36	38	40
Petite ville :	6	8	10	12	14	15
Zone suburbaine	6	8	10	12	14	15
Centre urbain :	4	5	6	8	10	10

*Les pressions sont indiquées en pascal [Pa]*

## nE04.5. LA VITESSE DU VENT

### L'INFLUENCE DU SITE ET DE LA HAUTEUR

La vitesse «météorologique»  $w_{\text{met}}$  [m/s] étant celle mesurée à 10 [m] au-dessus du sol, vous pouvez évaluer la vitesse  $w$  [m/s] à une hauteur  $z$  [m] au-dessus du sol grâce à la formule suivante :

$$w = b (z/d)^a \cdot w_{\text{met}}$$

les paramètres  $b$ ,  $d$ ,  $a$  étant fixés par le tableau ci-dessous.

N.B. Cette formule permet, en particulier, de calculer ma vitesse au niveau du toit ou de la terrasse

site	$b$	$d$	$a$
. grande ville où au moins la moitié des immeubles sont de grande hauteur (> 20 m) . au voisinage (à moins de 2 km) de grande ville	<b>3,54</b>	<b>460</b>	<b>0,33</b>
. zone urbaine ou suburbaine, ou au voisinage (< 2 km) . zone boisée ou avec de nombreux obstacles, ou au voisinage (< 2 km)	<b>2,21</b>	<b>370</b>	<b>0,22</b>
. terrain dégagé ou très faibles obstructions (moins de 10 m)	<b>1,59</b>	<b>270</b>	<b>0,14</b>
. zone très exposée au vent (ile, etc)	<b>1,36</b>	<b>210</b>	<b>0,10</b>

### L'ÉVALUATION DE LA VITESSE MÉTÉOROLOGIQUE

Les tables ci-dessous permettent d'évaluer les vitesses météorologiques types :  $w_{\text{met}}$  [m/s].

01. Ain	<b>3,5</b>	33. Gironde	<b>4,0</b>	65. Hautes Pyrénées	<b>3,0</b>
02. Aisne	<b>4,5</b>	34. Hérault	<b>5,0</b>	66. Pyrénées Orientales	<b>5,5</b>
03. Allier	<b>4,0</b>	35. Ille et Vilaine	<b>5,0</b>	67. Bas Rhin	<b>3,0</b>
04. Alpes de Haute Provence	<b>4,0</b>	36. Indre	<b>4,0</b>	68. Haut Rhin	<b>3,0</b>
05. Hautes Alpes	<b>4,0</b>	37. Indre et Loire	<b>4,0</b>	69. Rhône	<b>3,5</b>
06. Alpes Maritimes	<b>4,0</b>	38. Isère	<b>3,5</b>	70. Haute Saône	<b>3,5</b>
07. Ardèche	<b>3,5</b>	39. Jura	<b>3,0</b>	71. Saône et Loire	<b>3,5</b>
08. Ardennes	<b>4,0</b>	40. Landes	<b>4,0</b>	72. Sarthe	<b>4,0</b>
09. Ariège	<b>3,0</b>	41. Loir et Cher	<b>4,0</b>	73. Savoie	<b>3,5</b>
10. Aube	<b>3,5</b>	42. Loire	<b>4,0</b>	74. Haute Savoie	<b>3,5</b>
11. Aude	<b>5,5</b>	43. Haute Loire	<b>4,0</b>	75. Paris	<b>4,0</b>
12. Aveyron	<b>4,5</b>	44. Loire Atlantique	<b>4,5</b>	76. Seine Maritime	<b>5,0</b>
13. Bouches du Rhône	<b>5,0</b>	45. Loiret	<b>4,0</b>	77. Seine et Marne	<b>4,0</b>
14. Calvados	<b>5,0</b>	46. Lot	<b>3,5</b>	78. Yvelines	<b>4,0</b>
15. Cantal	<b>4,0</b>	47. Lot et Garonne	<b>3,5</b>	79. Deux Sèvres	<b>4,5</b>
16. Charente	<b>4,0</b>	48. Lozère	<b>4,0</b>	80. Somme	<b>4,5</b>
17. Charente Maritime	<b>4,0</b>	49. Maine et Loire	<b>4,0</b>	81. Tarn	<b>3,5</b>
18. Cher	<b>4,0</b>	50. Manche	<b>5,5</b>	82. Tarn et Garonne	<b>3,0</b>
19. Corrèze	<b>4,0</b>	51. Marne	<b>4,0</b>	83. Var	<b>4,5</b>
20. Corse	<b>5,5</b>	52. Haute Marne	<b>4,0</b>	84. Vaucluse	<b>4,0</b>
21. Côte d'Or	<b>3,5</b>	53. Mayenne	<b>4,0</b>	85. Vendée	<b>4,5</b>
22. Côtes d'Armor	<b>5,0</b>	54. Meurthe et Moselle	<b>3,5</b>	86. Vienne	<b>4,0</b>
23. Creuse	<b>4,0</b>	55. Meuse	<b>3,5</b>	87. Haute Vienne	<b>4,0</b>
24. Dordogne	<b>4,0</b>	56. Morbihan	<b>5,0</b>	88. Vosges	<b>3,0</b>
25. Doubs	<b>3,0</b>	57. Moselle	<b>3,5</b>	89. Yonne	<b>3,5</b>
26. Drôme	<b>4,5</b>	58. Nièvre	<b>4,0</b>	90. Territoire de Belfort	<b>3,0</b>
27. Eure	<b>4,0</b>	59. Nord	<b>5,0</b>	91. Essonne	<b>4,0</b>
28. Eure et Loir	<b>4,0</b>	60. Oise	<b>4,0</b>	92. Hauts de Seine	<b>4,0</b>
29. Finistère	<b>5,0</b>	61. Orne	<b>4,5</b>	93. Seine Saint Denis	<b>4,0</b>
30. Gard	<b>5,0</b>	62. Pas de Calais	<b>5,0</b>	94. Val de Marne	<b>4,0</b>
31. Haute Garonne	<b>4,0</b>	63. Puy de Dôme	<b>4,0</b>	95. Val d'Oise	<b>4,0</b>
32. Gers	<b>3,0</b>	64. Pyrénées Atlantiques	<b>4,0</b>		