

## ANNEXE

### MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DES FENÊTRES PARIOTÉDYNAMIQUES DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

#### 1/ Définition du système

Au sens du présent arrêté, une fenêtre pariétodynamique est un système qui permet à l'air extérieur d'entrer par des entrées d'air situées dans le haut de la menuiserie, de circuler dans deux lames d'air formées par un triple vitrage et de pénétrer dans le local par l'intermédiaire d'une bouche d'entrée d'air en partie haute de la menuiserie. Par ce système l'air circulant se réchauffe du fait de deux phénomènes : la récupération d'énergie sur la déperdition de la fenêtre et le rayonnement solaire absorbé.

#### 2/ Domaine d'application

La présente méthode s'applique à l'ensemble des bâtiments équipés de fenêtres pariétodynamiques en position verticale (angle entre la paroi et le plan horizontal supérieur ou égal à 60°). Les fenêtres pariétodynamiques sont de type triple vitrage.

Pour tous les types de bâtiment, le système de fenêtre pariétodynamique doit être utilisé avec une ventilation de type VMC simple flux par extraction (y compris hygro-réglable) ou avec une ventilation hybride.

#### 3/ Méthode de prise en compte dans les calculs pour la partie non directement modélisable

La méthode de calcul consiste pour les déperditions à répercuter la récupération de chaleur par l'air sur le coefficient de transmission thermique U. Le nouveau coefficient de transmission thermique ainsi calculé est noté U'ap\_vert ou U'sp\_vert selon que la fenêtre est avec ou sans protection mobile.

L'impact sur les apports solaires sera quant à lui imputé sur le facteur solaire Sw d'une fenêtre classique par un supplément de facteur solaire ΔSw.

La méthode de calcul consiste d'abord à évaluer le débit circulant par vantail (ouvrant) pariétodynamique Qouvrant puis de calculer les coefficients ETA, ΔSw2 et ΔSw3 qui dépendent de Qouvrant.

On distingue deux valeurs de ETA, ΔSw2 et ΔSw3 obtenus avec ou sans protection mobile. On les nommera par la suite respectivement ETAap, ΔSw2ap, ΔSw3ap et ETAsp, ΔSw2sp, ΔSw3sp.

#### **3.1 Calcul du débit d'air par ouvrant Qouvrant**

On calcule tout d'abord SMEA<sub>4Pa</sub> qui correspond au débit de l'ensemble des entrées d'air pariétodynamiques sous 4 Pa :

$$SMEA_{4Pa} = SMEA_{20Pa} * \left(\frac{4}{20}\right)^{0,5}$$

Avec :

- SMEA<sub>20Pa</sub> : Somme des modules d'entrée d'air à 20 Pa des ouvrants pariétodynamiques [m<sup>3</sup>/h]

Pour les vitrages dont la largeur est supérieure à 620 mm, le nombre et le type d'entrée d'air doit être adapté en fonction de la largeur du vitrage. Les deux lames d'air ayant la même largeur, les mortaises côté intérieur (sortie d'air) seront identiques aux mortaises côté extérieur (entrée d'air). Le Tableau 1 indique le type de mortaise, soit 250x15 mm, soit 354x12 mm et leur nombre minimal nécessaires en fonction de la largeur du vitrage. Il est possible de remplacer une entrée d'air 250x15 mm par une entrée d'air 354x12 mm.

| Largeur vitrage [mm] | Nombre de mortaises 250x15 mm                | Largeur vitrage [mm] | Nombre de mortaises 354x12 mm                |
|----------------------|--|----------------------|--|
| ≤ 620                | 1  | ≤ 680                | 1  |
| 620 < L ≤ 1240       | 2  | 680 < L ≤ 720        | -  |
| 1240 < L ≤ 1860      | 3  | 720 < L ≤ 1360       | 2  |
| 1860 < L ≤ 2480      | 4  | 1360 < L ≤ 2050      | 3  |
| 2480 < L ≤ 3100      | 5  | 2050 < L ≤ 2730      | 4  |
| > 3100               | 1<br>supplémentaire<br>et tous les 600<br>mm | 2730 < L ≤ 3410      | 5  |
|                      |  | > 3410               | 1<br>supplémentaire<br>et tous les 670<br>mm |

**Tableau 1 : Nombre d'entrées d'air en fonction de la largeur du vitrage et du type d'entrée d'air**

Ainsi, dans le cas d'un ouvrant pariétodynamique muni de plusieurs entrées d'air pour le calcul de  $SMEA_{20Pa}$  il faut prendre la somme des modules d'entrées d'air équipant l'ouvrant.

$SMEA_{np4Pa}$  correspond au débit de l'ensemble des entrées d'air non pariétodynamiques sous 4 Pa :

$$SMEA_{np4Pa} = SMEA_{np20Pa} * \left( \frac{4}{20} \right)^{0,5}$$

Avec :

- $SMEA_{np20Pa}$  : Somme des modules d'entrée d'air à 20 Pa non pariétodynamiques [ $m^3/h$ ]

Le débit total extrait  $Q_{\text{extrait}}$  pour le bâtiment étudié dépend de l'usage du bâtiment. On utilise les formules suivantes (VMC simple flux par extraction ou ventilation hybride) :

- En résidentiel :

$$Q_{\text{extrait}} = C_d * C_{fr} * \left( \frac{11}{12} * Q_{\text{base}} + \frac{1}{12} * Q_{\text{pointe}} \right)$$

- En tertiaire :

$$Q_{\text{extrait}} = C_d * C_{fr} * \left( \frac{1}{3} * Q_{v\_occ} + \frac{2}{3} * Q_{v\_inocc} \right)$$

Avec :

- $C_d$  : Coefficient de dépassement (§ 8.2.3.3 méthode Th-BCE, tableau 59)
- $C_{fr}$  : Coefficient de fuite du réseau (§ 8.2.3.4 méthode Th-BCE, tableau 60)
  - o En résidentiel :

$$C_{fr} = 1 + \frac{3600 * K_{res} * A_{cond,rep} * dP^{0,667}}{C_d * \left( \frac{11}{12} * Q_{base} + \frac{1}{12} * Q_{pointe} \right)}$$

- o En tertiaire :

$$C_{fr} = 1 + \frac{3600 * K_{res} * A_{cond,rep} * dP^{0,667}}{C_d * \left( \frac{1}{3} * Q_{v\_occ} + \frac{2}{3} * Q_{v\_inocc} \right)}$$

- $Q_{base}$  : Débit de base spécifique conventionnel repris (§ 8.2 méthode Th-BCE, tableau 56, aussi nommé  $q_{spec,rep,conv\_base}^{g.s}$ )
- $Q_{pointe}$  : Débit de pointe spécifique conventionnel repris (§ 8.2 méthode Th-BCE, tableau 56, aussi nommé  $q_{spec,rep,conv\_pointe}^{g.s}$ )
- $Q_{v\_occ}$  : Débit en en occupation spécifique conventionnel repris (§ 8.2 méthode Th-BCE, tableau 56, aussi nommé  $q_{spec,rep,occ}^{g.s}$ )
- $Q_{v\_inocc}$  : Débit en en inoccupation spécifique conventionnel repris (§ 8.2 méthode Th-BCE, tableau 56, aussi nommé  $q_{spec,rep,inocc}^{g.s}$ )

Le débit par les défauts d'étanchéité  $Q_{def\_etanch}$  [ $m^3/h$ ] se calcule comme suit :

$$Q_{def\_etanch} = A_{Tbat} * Q_{4Pa\_surf}$$

Suite à ces différents calculs, il est possible de calculer le débit par ouvrant pariétodynamique  $Q_{ouvrant}$  :

- Si le bâtiment est à usage « Logement collectif » et est équipé d'une ventilation hybride :

$$Q_{ouvrant} = 1,03 * \frac{Q_{extrait}}{N_{entrées\_d'air}} * \frac{SMEA_{4Pa}}{SMEA_{4Pa} + SMEA_{np4Pa} + Q_{def\_etanch}}$$

- Sinon :

$$Q_{ouvrant} = \frac{Q_{extrait}}{N_{entrées\_d'air}} * \frac{SMEA_{4Pa}}{SMEA_{4Pa} + SMEA_{np4Pa} + Q_{def\_etanch}}$$

Avec  $N_{entrées\_d'air}$ , le nombre d'entrée d'air pariétodynamique de la zone. Si un ouvrant possède plusieurs entrées d'air (voir Tableau 1), celui-ci compte pour une seule entrée d'air pour le calcul de  $N_{entrées\_d'air}$ .

### 3.2 Calcul des coefficients ETA

La récupération de chaleur par renouvellement d'air est modélisée par un coefficient ETA qui correspond à une Efficacité de Transfert d'Air. Le coefficient ETA se calcule en fonction du type

de baie et du débit d'air traversant un ouvrant parietodynamique. Les trois types de baie pris en compte sont les suivants :

- Fenêtre à un vantail
- Fenêtre à deux vantaux
- Porte-fenêtre

Pour chaque type de baie, une équation linéaire ou polynomiale donne la valeur du coefficient ETA en fonction du débit d'air (Ouvrant). Pour les débits d'air de 0 à 5 m<sup>3</sup>/h, on le calcule selon la formule donnée dans le Tableau 2 et 3. Pour les débits supérieurs, on le calcule à partir de la formule suivante :

$$ETA_{sp} \text{ ou } ETA_{ap} = m_3 * Q_{ouvrant}^3 + m_2 * Q_{ouvrant}^2 + m_1 * Q_{ouvrant} + b$$

Les valeurs des coefficients polynomiaux m<sub>3</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>1</sub> et b pour le calcul de ETAsp et ETAap sont définies dans le Tableau 2 et 3 suivants :

| Q <sub>ouvrant</sub><br>[m <sup>3</sup> /h] | Protection | Fenêtre à un vantail                | Fenêtre à deux vantaux |                  |           |                |                |                |           |          |
|---|------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|-----------|----------|
|   |            | Coefficients ETA                    |                        |                  |           |                |                |                |           |          |
| 0 ≤ Q ≤ 5                                   | sans       | (-0,136 x Q) + 1                    |                        | (-0,140 x Q) + 1 |           |                |                |                |           |          |
|   | avec       |                                     |                        |                  |           |                |                |                |           |          |
| 5 < Q ≤ 40                                  |            | Coefficients des polynômes pour ETA |                        |                  |           |                |                |                |           |          |
|   |            | m <sub>3</sub>                      | m <sub>2</sub>         | m <sub>1</sub>   | b         | m <sub>3</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>1</sub> | b         |          |
|   |            | sans                                | 1,33E-07               | 1,02E-04         | -1,03E-02 | 3,40E-01       | -5,41E-07      | 1,61E-04       | -1,18E-02 | 3,50E-01 |
|   |            | avec                                | -2,34E-06              | 3,10E-04         | -1,56E-02 | 3,63E-01       | -2,94E-06      | 3,60E-04       | -1,68E-02 | 3,66E-01 |

Tableau 2 : Coefficients des polynômes pour ETA

| Q <sub>ouvrant</sub><br>[m <sup>3</sup> /h] | Protection | Porte-fenêtre                       |                |                |           |          |
|---|------------|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------|----------|
|   |            | Coefficients ETA                    |                |                |           |          |
| 0 ≤ Q ≤ 5                                   | sans       | (-0,130 x Q) + 1                    |                |                |           |          |
|   | avec       |                                     |                |                |           |          |
| 5 < Q ≤ 40                                  |            | Coefficients des polynômes pour ETA |                |                |           |          |
|   |            | m <sub>3</sub>                      | m <sub>2</sub> | m <sub>1</sub> | b         |          |
|   |            | sans                                | 3,50E-06       | -1,80E-04      | -4,05E-03 | 3,80E-01 |
|   |            | avec                                | 9,04E-07       | 4,69E-05       | -1,00E-02 | 4,00E-01 |

Tableau 3 : Coefficients des polynômes pour ETA

### 3.3 Calcul des coefficients ΔSw

Pour chaque type de baie, des équations polynomiales donnent la valeur des suppléments de facteur solaire ΔSw2 et ΔSw3 en fonction du débit d'air (Ouvrant). Pour les débits d'air de 0 à 5 m<sup>3</sup>/h, on le calcule selon la formule donnée dans le Tableau 4 et 5. Pour les débits supérieurs, on le calcule à partir de la formule suivante :

$$\Delta Sw2 \text{ ou } \Delta Sw3 = m_3 * Q_{ouvrant}^3 + m_2 * Q_{ouvrant}^2 + m_1 * Q_{ouvrant} + b$$

Les équations et les valeurs des coefficients polynomiaux m<sub>3</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>1</sub> et b sont définies dans le Tableau 4 et le Tableau 5.

| Q <sub>ouvrant</sub><br>[m <sup>3</sup> /h] | Saison | Protection | Fenêtre à un vantail                 | Fenêtre à deux vantaux | Porte-fenêtre  |   |                |                |                |   |                |                |                |   |
|---|--------|------------|--------------------------------------|------------------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|---|
|   |        |            | Coefficients des polynômes pour ΔSw2 |                        |                |   |                |                |                |   |                |                |                |   |
|   |        |            | m <sub>3</sub>                       | m <sub>2</sub>         | m <sub>1</sub> | b | m <sub>3</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>1</sub> | b | m <sub>3</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>1</sub> | b |
| 0 ≤ Q ≤ 40                                  | Hiver  | Sans       | 0                                    | 1,63E-05               | -2,24E-03      | 0 | 0              | 1,82E-05       | -2,35E-03      | 0 | 0              | 4,21E-06       | -1,38E-03      | 0 |

|  |       |      |          |           |           |   |          |           |           |   |          |           |           |   |
|--|-------|------|----------|-----------|-----------|---|----------|-----------|-----------|---|----------|-----------|-----------|---|
|  | Eté   |      | 0        | 1,72E-05  | -2,45E-03 | 0 | 0        | 1,97E-05  | -2,59E-03 | 0 | 0        | 4,38E-06  | -1,55E-03 | 0 |
|  | Hiver | Avec | 2,73E-07 | -2,27E-05 | 4,93E-04  | 0 | 2,95E-07 | -2,41E-05 | 5,10E-04  | 0 | 5,70E-08 | -8,52E-06 | 3,06E-04  | 0 |
|  | Eté   |      |          |           |           |   |          |           |           |   |          |           |           |   |

Tableau 4 : Coefficients des polynômes pour  $\Delta Sw2$

| $Q_{\text{ouvrant}}$<br>[m <sup>3</sup> /h] | Saison | Protection | Fenêtre à un vantail                         |          |          | Fenêtre à deux vantaux |          |          | Porte-fenêtre |          |          |
|---|--------|------------|--|----------|----------|------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
|   |        |            | Coefficients $\Delta Sw3$                    |          |          |                        |          |          |               |          |          |
| $0 \leq Q \leq 5$                           | Hiver  | Sans       | 0,0178 x Q                                   |          |          | 0,0189 x Q             |          |          | 0,0143 x Q    |          |          |
|   | Eté    |            |  |          |          |                        |          |          |               |          |          |
|   |        |            | Coefficients des polynômes pour $\Delta Sw3$ |          |          |                        |          |          |               |          |          |
|   |        |            | $m_2$  | $m_1$    | $b$      | $m_2$                  | $m_1$    | $b$      | $m_2$         | $m_1$    | $b$      |
| $5 < Q \leq 40$                             | Hiver  | Sans       | -7,87E-05                                    | 7,03E-03 | 6,91E-02 | -8,05E-05              | 7,15E-03 | 7,53E-02 | -6,34E-05     | 4,85E-03 | 5,10E-02 |
|   | Eté    |            |  |          |          |                        |          |          |               |          |          |
| $0 \leq Q \leq 40$                          | Hiver  | Avec       | -5,32E-06                                    | 8,15E-04 | 0        | -6,00E-06              | 8,93E-04 | 0        | -6,25E-06     | 7,47E-04 | 0        |
|   | Eté    |            | -1,07E-05                                    | 1,39E-03 | 0        | -1,18E-05              | 1,47E-03 | 0        | -1,16E-05     | 1,23E-03 | 0        |

Tableau 5 : Coefficients des polynômes pour  $\Delta Sw3$

### 3.4 Calcul des coefficients de transmission thermique et des facteurs solaires équivalents

Le calcul réglementaire pour une fenêtre pariétodynamique est ensuite mené en utilisant les valeurs suivantes en données d'entrée :

$$U'_{\text{ap\_vert}} = U_{\text{ap\_vert}} - \frac{0,34 * Q_{\text{ouvrant}} * ETA_{\text{ap}}}{A_{\text{pariéto}}}$$

$$U'_{\text{sp\_vert}} = U_{\text{sp\_vert}} - \frac{0,34 * Q_{\text{ouvrant}} * ETA_{\text{sp}}}{A_{\text{pariéto}}}$$

Avec :

- $A_{\text{pariéto}}$  : surface d'un vantail de la fenêtre (avec le dormant correspondant) [m<sup>2</sup>]. En général pour une fenêtre à deux vantaux,  $A_w$  étant la surface totale de la fenêtre :  $A_{\text{pariéto}} = A_w / 2$ .

Pour les composantes des facteurs solaires on a :

- $Sw1'_{\text{ap}} = Sw1_{\text{ap}}$
- $Sw1'_{\text{sp}} = Sw1_{\text{sp}}$
- $Sw2'_{\text{ap}} = Sw2_{\text{ap}} + \Delta Sw2_{\text{ap}}$
- $Sw2'_{\text{sp}} = Sw2_{\text{sp}} + \Delta Sw2_{\text{sp}}$
- $Sw3'_{\text{ap}} = Sw3_{\text{ap}} + \Delta Sw3_{\text{ap}}$
- $Sw3'_{\text{sp}} = Sw3_{\text{sp}} + \Delta Sw3_{\text{sp}}$
- $Tl'_{\text{ap}} = Tl_{\text{ap}}$
- $Tl'_{\text{sp}} = Tl_{\text{sp}}$

Pour les calculs en mode Th-E, Th-EB et Th-EC, il est nécessaire d'utiliser des facteurs solaires différents de ceux utilisés pour les calculs Th-B et Th-C. On prend en compte les coefficients  $\Delta Sw2_{\text{eap}}$ ,  $\Delta Sw2_{\text{esp}}$ ,  $\Delta Sw3_{\text{eap}}$  et  $\Delta Sw3_{\text{esp}}$  pour effectuer les calculs des facteurs solaires été de la baie pariétodynamique :

- $Sw1e'_{\text{ap}} = Sw1_{\text{ap}}$
- $Sw2e'_{\text{ap}} = Sw2_{\text{eap}} + \Delta Sw2_{\text{eap}}$

- $Sw3e'_{ap} = Sw3e_{ap} + \Delta Sw3e_{ap}$
- $Sw1e'_{sp} = Sw1_{sp}$
- $Sw2e'_{sp} = Sw2e_{sp} + \Delta Sw2e_{sp}$
- $Sw3e'_{sp} = Sw3e_{sp} + \Delta Sw3e_{sp}$

Remarques : tous les coefficients U, Tl et Sw ci-dessus sans la notation « prime » sont les caractéristiques de base de la fenêtre parietodynamique, c'est-à-dire sans circulation d'air. Ces caractéristiques de base sont celles d'une fenêtre triple vitrage identique (même composition de vitrage et même menuiserie). Pour les facteurs solaires Sw et suppléments  $\Delta Sw$  la notation e signifie « été ».