

## ANNEXE

### MODALITÉS DE PRISE EN COMPTE DES FENÊTRES PARIÉODYNAMIQUES DANS LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS

#### 1/ Définition du système

Au sens du présent arrêté, une fenêtre pariéodynamique 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 pariéodynamiques en position verticale (angle entre la paroi et le plan horizontal supérieur ou égal à 60°). Les fenêtres pariéodynamiques sont de type triple vitrage.

Pour tous les types de bâtiment, le système de fenêtre pariéodynamique 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'jn ou U'w 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) pariéodynamique Q<sub>ouvrant</sub> puis de calculer les coefficients ETA et ΔSw qui dépendent de Q<sub>ouvrant</sub>.

On distingue deux valeurs de ETA et ΔSw obtenus avec ou sans protection mobile. On les nommera par la suite respectivement ETA<sub>ap</sub>, ΔSw<sub>ap</sub>, et ETA<sub>sp</sub>, ΔSw<sub>sp</sub>.

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

- Situation 1 (Type\_situation=1) : le système de ventilation du projet a été modifié par rapport à celui du bâtiment initial avant travaux.

On calcule tout d'abord SMEA<sub>4Pa</sub> qui correspond au débit de l'ensemble des entrées d'air pariéodynamiques 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 pariéodynamiques [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 supplémentaire et tous les 600 mm	2730 < L ≤ 3410	5
		> 3410	1 supplémentaire et tous les 670 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 (§ 9.2.2.1.3.3 méthode TH-C-E ex 2008, tableau 24)
- $C_{fr}$  : Coefficient de fuite du réseau (§ 9.2.2.1.3.4 méthode TH-C-E ex 2008, tableau 25)
- $Q_{base}$  : Débit de base spécifique à reprendre (§ 9.2.2.1.2 méthode TH-C-E ex)
- $Q_{pointe}$  : Débit de pointe spécifique à reprendre (§ 9.2.2.1.2 méthode TH-C-E ex)
- $Q_{v\_occ}$  : Débit en en occupation spécifique à reprendre (§ 9.2.2.1.2 méthode TH-C-E ex)
- $Q_{v\_inocc}$  : Débit en en inoccupation spécifique à reprendre (§ 9.2.2.1.2 méthode TH-C-E ex)

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

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

- *Situation 2 (Type\_situation=2) : le système de ventilation est inchangé.*

Dans le cas où le système de ventilation est inchangé entre le bâtiment initial avant travaux et le projet (après rénovation), le module des entrées d'air et la perméabilité sous 4 Pa du bâtiment sont conventionnels (cf. §9.2.3.2.2 méthode TH-C-E ex). Pour évaluer les performances des fenêtres pariétodynamiques dans un projet rénové sans changement du système de ventilation, il conviendra donc de reprendre les débits par les entrées d'air et les défauts d'étanchéité conventionnels.

Pour les sommes des modules d'entrées d'air on définit la répartition des débits entre entrées d'air pariétodynamiques ( $SMEA_{4Pa}$ ) et non pariétodynamiques ( $SMEA_{np4Pa}$ ) :

$$SMEA_{4Pa} = SMEA_{conv} * \left(\frac{4}{20}\right)^{0,5} * A_z * \frac{N_{entrée\_d'air}}{N_{entrée\_d'air} + N_{entrée\_d'air\_np}}$$

$$SMEA_{np4Pa} = SMEA_{conv} * \left(\frac{4}{20}\right)^{0,5} * A_z * \frac{N_{entrée\_d'air\_np}}{N_{entrée\_d'air} + N_{entrée\_d'air\_np}}$$

Avec :

- $N_{entrées\_d'air}$  : 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  $N_{entrées\_d'air}$ .
- $N_{entrées\_d'air\_np}$  : Nombre d'entrée d'air non pariétodynamique de la zone [-].
- $Q_{extrait}$  est fixé conventionnellement dans TH-C-E ex. Le débit conventionnel par les défauts d'étanchéité  $Q_{def\_etanch}$  [m<sup>3</sup>/h] est défini comme suit :

$$Q_{def\_etanch} = A_{Tbat\_z} * qv_{4Pa\_conv/m^2}$$

- *Pour les situations 1 et 2 :*

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 :

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

Avec  $N_{\text{entrées\_d'air}}$ , 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  $N_{\text{entrées\_d'air}}$ .

### 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 pariétodynamique. 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 ( $Q_{\text{ouvrant}}$ ). 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 :

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

Les valeurs des coefficients polynomiaux  $m_3$ ,  $m_2$ ,  $m_1$  et  $b$  pour le calcul de  $ETA_{sp}$  et  $ETA_{ap}$  sont définies dans le Tableau 2 et 3 suivants :

$Q_{\text{ouvrant}}$ [m <sup>3</sup> /h]	Protection	Fenêtre à un vantail				Fenêtre à deux vantaux			
		Coefficients ETA							
$0 \leq Q \leq 5$	sans	(-0,136 x Q) + 1				(-0,140 x Q) + 1			
	avec								
$5 < Q \leq 40$		Coefficients des polynômes pour ETA							
		$m_3$	$m_2$	$m_1$	$b$	$m_3$	$m_2$	$m_1$	$b$
	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

$Q_{\text{ouvrant}}$ [m <sup>3</sup> /h]	Protection	Porte-fenêtre			
		Coefficients ETA			
$0 \leq Q \leq 5$	sans	(-0,130 x Q) + 1			
	avec				
$5 < Q \leq 40$		Coefficients des polynômes pour ETA			
		$m_3$	$m_2$	$m_1$	$b$
	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 $\Delta S_w$

Pour chaque type de baie, des équations polynomiales donnent la valeur des suppléments de facteur solaire  $\Delta S_{w_{sp}}$  et  $\Delta S_{w_{ap}}$  en fonction du débit d'air ( $Q_{ouvrant}$ ). 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 :

$$\Delta S_{w_{sp}} \text{ ou } \Delta S_{w_{ap}} = m_2 * Q_{ouvrant}^2 + m_1 * Q_{ouvrant} + b$$

Les équations et les valeurs des coefficients polynomiaux  $m_2$ ,  $m_1$  et  $b$  sont définies dans le tableau 4.

$Q_{ouvrant}$ [m <sup>3</sup> /h]	Saison	Protection	Fenêtre à un vantail			Fenêtre à deux vantaux			Porte-fenêtre		
			Coefficients $\Delta S_w$								
$0 \leq Q \leq 5$	Hiver	Sans	0,0156 x Q			0,0165 x Q			0,0127 x Q		
	Été										
			Coefficients des polynômes pour $\Delta S_w$								
			$m_2$	$m_1$	$b$	$m_2$	$m_1$	$b$	$m_2$	$m_1$	$b$
$5 < Q \leq 40$	Hiver	Sans	-6.34E-05	4.85E-03	6.84E-02	-6.34E-05	4.86E-03	7.37E-02	-6.34E-05	4.85E-03	5.10E-02
	Été										
$0 \leq Q \leq 40$	Hiver	Avec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Été		-2.30E-05	1.83E-03	0	-2.45E-05	1.91E-03	0	-1.16E-05	1.23E-03	0

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

### 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 :

$$U'_w = U_w - \frac{0,34 * Q_{ouvrant} * ETA_{sp}}{A_{pariéto}}$$

$$U'_{jn} = U_{jn} - \frac{0,34 * Q_{ouvrant} * (ETA_{sp} + ETA_{ap})}{A_{pariéto} * 2}$$

Avec :

- $A_{pariéto}$  : 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 :  $A_{pariéto} = A_w / 2$ .

Pour les composantes des facteurs solaires on a :

$$S'_{w_{sp\_hiver}} = S_{w_{sp\_hiver}} + \Delta S_{w_{sp}}$$

$$S'_{w_{sp\_été}} = S_{w_{été}} + \Delta S_{w_{sp}}$$

$$S'_{w_{ap\_été}} = S_{w_{été}} + \Delta S_{w_{ap}}$$

$$Tl'_i = Tl_i$$

Remarques : tous les coefficients  $U$ ,  $Tl$  et  $S_w$  ci-dessus sans la notation « prime » sont les caractéristiques de base de la fenêtre pariétodynamique, 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).