
Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

$f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ et $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$

1 Définitions et conventions

Système de ventilation à la demande : système de ventilation avec une gestion (à la demande) automatique, équipée au moins des éléments suivants :

- une **détection** des besoins en ventilation ;
- une **régulation** du débit de ventilation en fonction de ces besoins.

Espaces secs : espaces où des exigences d'alimentation en air neuf sont d'application, tels que : un séjour, une chambre à coucher, une chambre d'étude, une chambre de loisirs, et espaces similaires.

Espaces humides : espaces où des exigences d'évacuation en air vers l'extérieur sont d'application, tels que : une cuisine, une salle de bain, une buanderie, une toilette, et espaces similaires.

Débit d'alimentation : débit d'alimentation mécanique (des systèmes B et D) et capacité des ouvertures d'alimentation réglables (systèmes A et C).

Débit d'évacuation : débit d'évacuation mécanique (des systèmes C et D) et capacité des ouvertures d'évacuation réglables (systèmes A et B).

Concentration en CO₂ : dans la suite du texte, les valeurs de concentration en CO₂ sont exprimées en valeur absolue (en ppm). On considère une concentration en CO₂ conventionnelle de 350 ppm dans l'air extérieur. Si le système de ventilation à la demande est également équipé d'un capteur de la concentration en CO₂ dans l'air extérieur ($[CO_2]_{\text{out}}$), les valeurs de concentration en CO₂ mentionnées dans les exigences ci-dessous ($[CO_2]$) peuvent être corrigées pour en tenir compte comme suit :

$$\text{Eq. 1} \quad [CO_2]_{\text{corr}} = [CO_2] - 350 + [CO_2]_{\text{out}} \quad (\text{ppm})$$

Position nominale : la position nominale du système de ventilation visée à l'annexe B de l'annexe PER. Le débit en position nominale est le débit lorsque le système de ventilation est en position nominale.

Période hivernale : période de l'année comprise entre le 1^{er} novembre et le 30 avril, ou période de l'année où la température extérieure est inférieure à 15°C, telle que mesurée par un capteur de la température de l'air extérieur.

Zone jour : partie de l'unité PER, qui contient un ou plusieurs séjours, un ou plusieurs espaces humides et ne contient aucune chambre à coucher. Plusieurs zones jour sont autorisées ; ces zones jour doivent contenir ensemble tous les séjours.

Zone nuit : partie de l'unité PER, qui contient une ou plusieurs chambres à coucher, un ou plusieurs espaces humides et ne contient aucun séjour. Plusieurs

zones nuit sont autorisée ; ces zones nuit doivent ensemble contenir toutes les chambres à coucher.

2 Principe général

L'influence d'un système de ventilation à la demande sur la performance énergétique est exprimée par les facteurs de réduction pour la ventilation, $f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ et $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$ (§ 7.8.4 de l'annexe PER).

Ce texte présente la détermination de ces facteurs de réduction dans les calculs pour les bâtiments résidentiels.

Le facteur de réduction pour la ventilation du secteur énergétique i est égal au facteur de réduction pour la ventilation de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie, pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur du risque de surchauffe respectivement :

$$\text{Eq. 2} \quad f_{\text{reduc,vent,heat,seci}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 3} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,seci}} = f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 4} \quad f_{\text{reduc,vent,overh,seci}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} \quad (-)$$

avec :

$f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour les calculs de chauffage, (-) ;

$f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour les calculs de refroidissement, (-) ;

$f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour l'indicateur du risque de surchauffe, (-).

2.1 Facteur de réduction pour les calculs de chauffage

La valeur par défaut pour $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est 1.

Dans une zone de ventilation z , il est possible d'obtenir une valeur pour le facteur de réduction pour la ventilation plus faible que la valeur par défaut, grâce à un système de ventilation à la demande qui réponde à certaines exigences. La détermination du facteur de réduction pour ventilation à la demande s'effectue tel que décrit au § 3.

2.2 Facteur de réduction pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur du risque de surchauffe

Si le système de ventilation à la demande est équipé d'un système automatique de désactivation complète de la gestion à la demande, grâce à un ou plusieurs capteurs de température, qui permet de mettre le système de ventilation en position nominale, on a :

$$\text{Eq. 5} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = 1 \quad (-)$$

Dans tous les autres cas, on a :

$$\text{Eq. 6} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}} \quad (-)$$

3 Détermination du facteur $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$

3.1 Principe

Pour obtenir une valeur pour le facteur de réduction pour la ventilation à la demande plus faible que la valeur par défaut, le système de ventilation à la demande doit répondre aux exigences générales décrites au § 3.2 et aux exigences spécifiques pour l'un des systèmes décrits au § 3.3 ou au § 3.4.

Si ces exigences générales et spécifiques ne sont pas satisfaites pour la zone de ventilation concernée, on retombe sur la valeur par défaut. Dans l'autre cas, la valeur de $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est à reprendre dans le Tableau [1] ou le Tableau [2], pour le système correspondant.

Si un système (innovant) de ventilation à la demande ne tombe pas dans une catégorie du Tableau [1] ou Tableau [2], le facteur de réduction pour ventilation $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est déterminé via le principe d'équivalence.

3.2 Exigences générales

3.2.1 Fonctionnement automatique et dérogation manuelle

Le système de ventilation à la demande doit fonctionner de manière automatique et, sans intervention de l'utilisateur, satisfaire aux exigences générales et aux exigences spécifiques du système correspondant, décrites ci-dessous.

Il doit également être équipé d'une dérogation manuelle pour permettre à l'utilisateur de mettre temporairement le système en position nominale. Des dérogations manuelles supplémentaires sont également autorisées. Après une telle dérogation manuelle de l'utilisateur, le système doit revenir automatiquement en position de fonctionnement à la demande, après un délai maximum de 12h.

3.2.2 Débit minimum

En fonctionnement automatique, le débit d'alimentation de chaque espace sec, qui est régulé par la gestion à la demande, doit être égal ou supérieur à 10% du débit d'alimentation en position nominale pour cet espace, et le débit d'évacuation de chaque espace humide, qui est régulé par la gestion à la demande, doit être égal ou supérieur à 10% du débit d'évacuation en position nominale pour cet espace. Ces débits minimum peuvent éventuellement être réalisés grâce à un fonctionnement intermittent entre une valeur de débit nul et une valeur de débit plus élevée que 10% du débit en position nominale. Le débit moyen sur 15 minutes doit cependant toujours bien satisfaire à cette exigence.

3.2.3 Ventilation mécanique (systèmes B, C et D)

Quel que soit le type de système de ventilation à la demande, toutes les alimentations et évacuations mécaniques doivent être régulées par la gestion à la demande. En l'absence d'exigences spécifiques supplémentaires pour le système correspondant, cette régulation peut être locale, par zone ou centrale.

3.2.4 Incertitude des capteurs de détection

Les capteurs utilisés pour la détection des besoins, comme spécifié dans la suite du texte, doivent avoir une incertitude maximale sur la valeur du paramètre mesuré comme suit :

- pour les capteurs de concentration en CO₂ : +/- 40 ppm + 5% de la valeur, entre 300 et 1200 ppm (exemple pour une exigence de 950 ppm, l'intervalle de tolérance est compris entre 862 ppm et 1038 ppm) ;
- pour les capteurs d'humidité relative (RH) : +/- 5 points de pourcentage d'humidité relative, entre 10% et 90% (exemple pour une exigence de 35% d'humidité relative, l'intervalle de tolérance est compris entre 30% et 40% d'humidité relative).

3.2.5 Pièces justificatives

Pour pouvoir déclarer un meilleur facteur $f_{\text{reduc,vent,heat,zone}}$ que la valeur par défaut, la conformité aux exigences générales et spécifiques doit être démontrée grâce à une ou plusieurs pièces justificatives décrivant le principe de fonctionnement du système et les propriétés de chaque élément de détection et de régulation réellement installé (caractéristiques des produits et/ou caractéristiques du système installé).

3.3 Systèmes A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides

Tableau [1] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ pour les systèmes de ventilation A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides

Type de <u>détection</u> dans les espaces secs	Type de <u>régulation</u> de l' <u>alimentation</u> dans les espaces secs	Type de <u>détection</u> dans les espaces humides		
		Détection <u>locale</u> dans les espaces humides		Aucune détection ou autre détection
		Régulation locale de l'évacuation	Régulation centrale de l'évacuation	
CO₂ - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,35	0,38	0,42
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,41	0,45	0,49
	Centrale	0,51	0,56	0,61
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,60	0,65	0,70
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,43	0,48	0,53
	Centrale	0,75	0,81	0,87
CO₂ - centrale : un capteur ou plus dans le(s) conduit(s) d'évacuation	Centrale	0,81	0,87	0,93
Présence - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,54	0,60	0,64
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,63	0,67	0,72
	Centrale	0,76	0,82	0,88

Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,87	0,93	1,00
Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,66	0,72	0,78
	Centrale	0,87	0,93	1,00
Autre ou aucune détection dans les espaces secs	Aucune, locale, par zone, ou centrale	0,90	0,95	1,00

Remarque : ce tableau s'applique en principe à tous les types de systèmes A, B, C et D. Il se peut néanmoins que certains types de systèmes à la demande décrits dans ce tableau soient peu pertinents pour certains types de systèmes de ventilation.

3.3.1 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides

3.3.1.1 Systèmes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces humides

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces secs" (dernière ligne du Tableau [1]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'évacuation, qui sont régulés par la gestion à la demande, doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'évacuation est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'alimentation mécanique (systèmes B et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale.
- Le débit d'évacuation de chaque espace humide est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'évacuation en position nominale dans cet espace. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'alimentation mécanique (systèmes B et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale.

3.3.1.2 Systèmes avec détection locale dans les espaces humides et régulation de l'évacuation dans les espaces humides

Chaque espace pourvu d'une toilette doit être au moins équipé d'un des concepts suivants pour évaluer la présence :

- détection de présence dans l'espace même ;
- capteur VOC, dans l'espace même ou dans un conduit d'évacuation qui dessert uniquement cet espace ;
- couplage à l'interrupteur d'éclairage de l'espace, à condition que cet espace soit dépourvu d'un éclairage naturel direct.

Chaque espace humide doit être au moins équipé d'une détection de l'humidité relative, sauf si cet espace a uniquement une fonction toilette. Dans la cuisine, celle-ci peut éventuellement être remplacée par une détection du CO₂. Le système de détection doit être présent dans l'espace même ou dans un conduit d'évacuation qui dessert uniquement cet espace.

La régulation de l'évacuation dans les espaces humides peut être, au choix, locale ou centrale, comme spécifié ci-après.

3.3.1.2.1 Régulation locale de l'évacuation dans chaque espace humide

Les débits d'évacuation doivent être régulés indépendamment pour chacun des espaces humides.

Dans chaque espace où la présence est détectée avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale pendant une période égale ou supérieure à celle décrite dans la remarque 3 de l'article 4.3.1.3 de la norme NBN D 50-001 ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque la présence n'est pas détectée.

Dans chaque espace avec détection de l'humidité relative, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale lorsque l'humidité relative détectée pour cet espace est supérieure à 70% pendant la période hivernale ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque cette humidité relative est inférieure à 35%.

Dans les cuisines avec détection du CO₂, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.3.1.2.2 Régulation centrale de l'évacuation

Les débits d'évacuation de chacun des espaces humides doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'évacuation doivent être régulés sur base des besoins détectés dans tous les espaces humides.

Le total de ces débits d'évacuation doit être égal ou supérieur au total des débits en position nominale lorsqu'au moins une des conditions suivantes est remplie :

- la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence ;
- l'humidité relative détectée dans un ou plusieurs espaces avec détection d'humidité est supérieure à 70% pendant la période hivernale ;
- la concentration en CO₂ dans une ou plusieurs cuisines avec détection du CO₂ est supérieure à 950 ppm.

Le total de ces débits d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits en position nominale lorsque toutes les conditions suivantes sont remplies :

- la présence n'est détectée dans aucun des espaces avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence ;
- l'humidité relative est inférieure à 35% dans tous les espaces avec détection d'humidité ;
- la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans toutes les cuisines avec détection du CO₂.

3.3.1.3 Autres systèmes

Les systèmes suivants tombent dans la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" :

- tous les autres systèmes de détection des besoins dans les espaces humides (notamment les systèmes avec détection centrale de l'humidité dans le conduit d'évacuation commun) ;
- les systèmes qui ne satisfont pas aux conditions du § 3.3.1.2 ;
- les systèmes sans aucune détection des besoins dans les espaces humides.

Remarque : voir aussi § 3.3.2.1.

3.3.2 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces secs (CO₂ ou détection de présence)

3.3.2.1 Systèmes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces secs

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" (dernière colonne du Tableau [1]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'alimentation, qui sont régulés par la gestion à la demande, doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'alimentation est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'alimentation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'évacuation mécanique (systèmes C et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'alimentation en position nominale.
- Le débit d'alimentation de chaque espace sec est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'alimentation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'évacuation mécanique (systèmes C et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'alimentation en position nominale.

3.3.2.2 Systèmes avec détection locale dans chaque espace sec

Tous les espaces secs doivent être équipés du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.2.1 Régulation locale de l'alimentation dans chaque espace sec

Les débits d'alimentation doivent être régulés indépendamment pour chacun des espaces secs.

Dans chacun des espaces secs, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm ou lorsque la présence n'est pas détectée dans cet espace sec.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite que l'alimentation mécanique de chaque espace soit régulée, par exemple avec des clapets motorisés, ou encore des ventilateurs différents par espace.

3.3.2.2.2 *Régulation de l'alimentation en deux zones (jour/nuit) ou plus*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées.

Dans chacune de ces zones, les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans tous les espaces secs de cette zone.

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée, dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun espace sec de cette zone.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que les ouvertures d'une même zone soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation par zone, par exemple un clapet motorisé par zone.

3.3.2.2.3 *Régulation centrale de l'alimentation*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans tous les espaces secs. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun espace sec.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

3.3.2.3 ***Systèmes avec détection locale partielle dans chaque chambre à coucher***

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.3.1 *Régulation centrale de l'alimentation*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans toutes les chambres à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans une ou plusieurs chambres à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucune chambre à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'alimentation en position nominale pour tous les espaces secs.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

3.3.2.4 **Systemes avec détection locale partielle dans le séjour principal et dans la chambre à coucher principale**

Le séjour principal et la chambre à coucher principale doivent être équipés du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.4.1 *Régulation de l'alimentation en deux zones (jour/nuit) ou plus*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chacune de ces zones, les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieurs à 40% des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur, ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun des espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Dans chaque zone dans laquelle il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, les débits d'alimentation doivent être, en permanence, égaux ou supérieurs à 30% des débits d'alimentation en position nominale.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que les ouvertures d'une même zone soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation par zone, par exemple un clapet motorisé par zone.

3.3.2.4.2 Régulation centrale de l'alimentation

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur, ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun des espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Les débits d'alimentation doivent être, en permanence, égaux ou supérieurs à 30% des débits d'alimentation en position nominale pour tous les espaces secs.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

3.3.2.5 Systèmes avec détection centrale dans le(s) conduit(s) d'évacuation

Chaque conduit d'évacuation, ou le cas échéant le conduit d'évacuation commun doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂. Dans ce cas-ci, la détection de présence n'est pas autorisée.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les conduits d'évacuation (ou dans le conduit commun). Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.3.2.6 Autres systèmes

Les systèmes suivants tombent dans la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces secs" :

- tous les autres systèmes de détection des besoins dans les espaces secs (notamment des systèmes basés sur d'autres types de capteurs, par exemple VOC) ;
- les systèmes qui ne satisfont pas aux conditions des § 3.3.2.2 à 3.3.2.5 ;
- les systèmes sans aucune détection des besoins dans les espaces secs.

Remarque : voir aussi § 3.3.1.1.

3.3.3 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides et avec détection des besoins dans les espaces secs

Pour tous les systèmes qui combinent la détection des besoins dans les espaces humides et la détection des besoins dans les espaces secs :

- les débits d'évacuation sont déterminés prioritairement sur base des exigences correspondantes du § 3.3.1 ;
- les débits d'alimentation sont déterminés prioritairement sur base des exigences correspondantes du § 3.3.2 ;
- le total des débits d'alimentation et le total des débits d'évacuation doivent être, en permanence, ajustés sur le total le plus élevé des deux, après application des règles ci-dessus.

3.4 Systèmes C avec régulation de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces secs

Avec un système C, il est également possible de réguler indirectement les alimentations naturelles des espaces secs via la régulation de l'évacuation sur base des besoins détectés dans les espaces secs.

Avec ces systèmes C, il est également possible de prévoir la régulation des alimentations naturelles de certains espaces secs, ainsi que des évacuations mécaniques supplémentaires dans certaines espaces secs (dans tous ou dans les chambres à coucher uniquement). La régulation de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides peut également être appliquée en combinaison avec ces systèmes.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Tableau [2] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zone}}$ pour les systèmes de ventilation C avec régulation de l'évacuation (et éventuellement de l'alimentation) sur base des besoins dans les espaces secs et éventuellement sur base des besoins dans les espaces humides

Type de <u>détection</u> dans les espaces secs	Type de <u>régulation</u> de l'alimentation	Type de <u>régulation</u> de l'évacuation (sur base des besoins détectés dans les espaces secs)	Type de <u>détection</u> dans les espaces humides		
			Détection <u>locale</u>		Autre détection ou Aucune détection
			Régulation <u>locale</u> de l'évacuation	Régulation <u>centrale</u> de l'évacuation	
CO₂ - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale, dans la zone jour	Locale, dans tous les espaces secs	0,40	0,44	0,48
	Aucune		0,43	0,47	0,51
	Locale, dans la zone jour	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,49	0,53	0,58
	Aucune		0,60	0,65	0,70
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Aucune	Locale, dans toutes les chambres à coucher	0,50	0,55	0,59
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le conduit d'évacuation commun de toutes les chambres à coucher	Aucune	1 zone, dans toutes les chambres à coucher	0,61	0,66	0,71
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour	Locale, dans la zone jour	2 zones (jour/nuit) ou plus ou Centrale	0,61	0,66	0,71

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	Aucune	2 zones (jour/nuit) ou plus ou Centrale	0,79	0,85	0,91
CO₂ - centrale : un capteur ou plus dans le(s) conduit(s) d'évacuation	Aucune	Centrale	0,81	0,87	0,93
Autre ou aucune détection dans les espaces secs	Aucune	Aucune, locale, par zone ou centrale	0,90	0,95	1,00

3.4.1 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides

Voir § 3.3.1.

3.4.2 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces secs

3.4.2.1 *Systemes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces secs*

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" (dernière colonne du Tableau [2]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'évacuation des espaces humides doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'évacuation des espaces humides est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale.
- Le débit d'évacuation de chaque espace humide est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'évacuation en position nominale dans cet espace.

3.4.2.2 *Systemes avec détection locale dans chaque espace sec*

Chaque espace sec doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

3.4.2.2.1 *Régulation locale de l'évacuation dans tous les espaces secs (avec évacuations supplémentaires) et régulation de l'alimentation dans la zone jour*

Les exigences du § 3.4.2.2.2 sont d'application.

De plus, dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.2.2 *Régulation locale de l'évacuation dans tous les espaces secs (avec évacuations supplémentaires)*

Tous les espaces secs doivent être équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : séjour et cuisine ouverte, douche dans une chambre), l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Les débits d'évacuation doivent être réglés indépendamment pour chacun de ces espaces secs.

Dans chacun de ces espaces secs, le débit d'évacuation doit être réglé sur base des besoins détectés dans cet espace sec, afin d'être égal ou supérieur à 30 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et afin d'être égal ou inférieur à 5 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.4.2.2.3 Régulation de l'évacuation en deux zones (jour/nuit) ou plus et régulation de l'alimentation dans la zone jour

Les exigences du § 3.4.2.2.4 sont d'application.

De plus, dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être réglé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle réglées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.2.4 Régulation de l'évacuation en deux zones (jour/nuit) ou plus

Les débits d'évacuation doivent être réglés, sur base des besoins dans les espaces secs, en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chaque zone dans laquelle tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire les débits d'évacuation des espaces secs doivent être réglés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone.

Dans chaque zone dans laquelle un ou plusieurs espaces secs de la zone ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être réglés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone.

3.4.2.3 Systèmes avec détection locale partielle dans chaque chambre à coucher (avec évacuations supplémentaires)

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : douche dans une chambre), l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Chaque chambre à coucher doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace.

3.4.2.3.1 Régulation locale de l'évacuation dans chaque chambre à coucher

Les débits d'évacuation doivent être régulés indépendamment pour chacune de ces chambres à coucher.

Dans chacune de ces chambres à coucher, le débit d'évacuation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cette chambre à coucher, afin d'être égal ou supérieur à 30 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et afin d'être égal ou inférieur à 5 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.4.2.4 Systèmes avec détection locale partielle dans le conduit d'évacuation commun à toutes les chambres à coucher (avec évacuations supplémentaires)

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : douche dans une chambre), l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Le conduit d'évacuation commun qui dessert uniquement toutes les chambres à coucher doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂.

3.4.2.4.1 Régulation de l'évacuation en une zone pour toutes les chambres à coucher

Les débits d'évacuation de chacune des chambres à coucher doivent être régulés en une zone qui contient au moins toutes les chambres à coucher.

Dans cette zone, les débits d'évacuation de toutes les chambres à coucher doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans le conduit d'évacuation commun des chambres à coucher.

Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque chambre à coucher de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque chambre à coucher de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.4.2.5 Systèmes avec détection locale partielle dans le séjour principal et dans la chambre à coucher principale

Le séjour principal et la chambre à coucher principale doivent être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

3.4.2.5.1 Régulation de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides en deux zones (jour/nuit) ou plus et régulation de l'alimentation dans la zone jour

Les exigences du § 3.4.2.5.2 sont d'application.

De plus, chaque espace sec de la zone jour doit être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

Dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.5.2 Régulation de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides en deux zones (jour/nuit) ou plus

Les débits d'évacuation doivent être régulés, sur base des besoins dans les espaces secs, en au moins une zone jour, et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chaque zone dans laquelle tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces secs doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Dans chaque zone dans laquelle un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la

concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Dans chaque zone dans laquelle il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, le total des débits d'évacuation mécanique dans la zone doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale dans cette zone.

3.4.2.5.3 *Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides et régulation de l'alimentation dans la zone jour*

Les exigences du § 3.4.2.5.4 sont d'application.

De plus, chaque espace de la zone jour doit être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

Dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.5.4 *Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides*

Si tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits de ces évacuations des espaces secs doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Si un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Si il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, le total des débits d'évacuation mécanique doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale.

3.4.2.6 Systèmes avec détection centrale dans le conduit d'évacuation commun

Le conduit d'évacuation commun, de la zone de ventilation z, doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂.

3.4.2.6.1 Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides

Si tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits de ces évacuations des espaces secs doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins détectés dans le conduit d'évacuation commun. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

Si un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins détectés dans le conduit d'évacuation commun. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.4.3 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides et avec détection des besoins dans les espaces secs

Pour tous les systèmes qui combinent la détection des besoins dans les espaces humides et la détection des besoins dans les espaces secs :

- les débits d'évacuation des espaces humides sont déterminés sur base des exigences correspondantes du § 3.4.1 ;
- les débits d'évacuation des espaces secs et/ou des espaces humides sont déterminés sur base des exigences correspondantes du § 3.4.2 ;
- en cas de différence entre les deux méthodes de détermination, les débits d'évacuation les plus élevés sont d'application.

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel du 20 janvier 2021 portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Bruxelles, le 20 janvier 2021

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative

Alain MARON