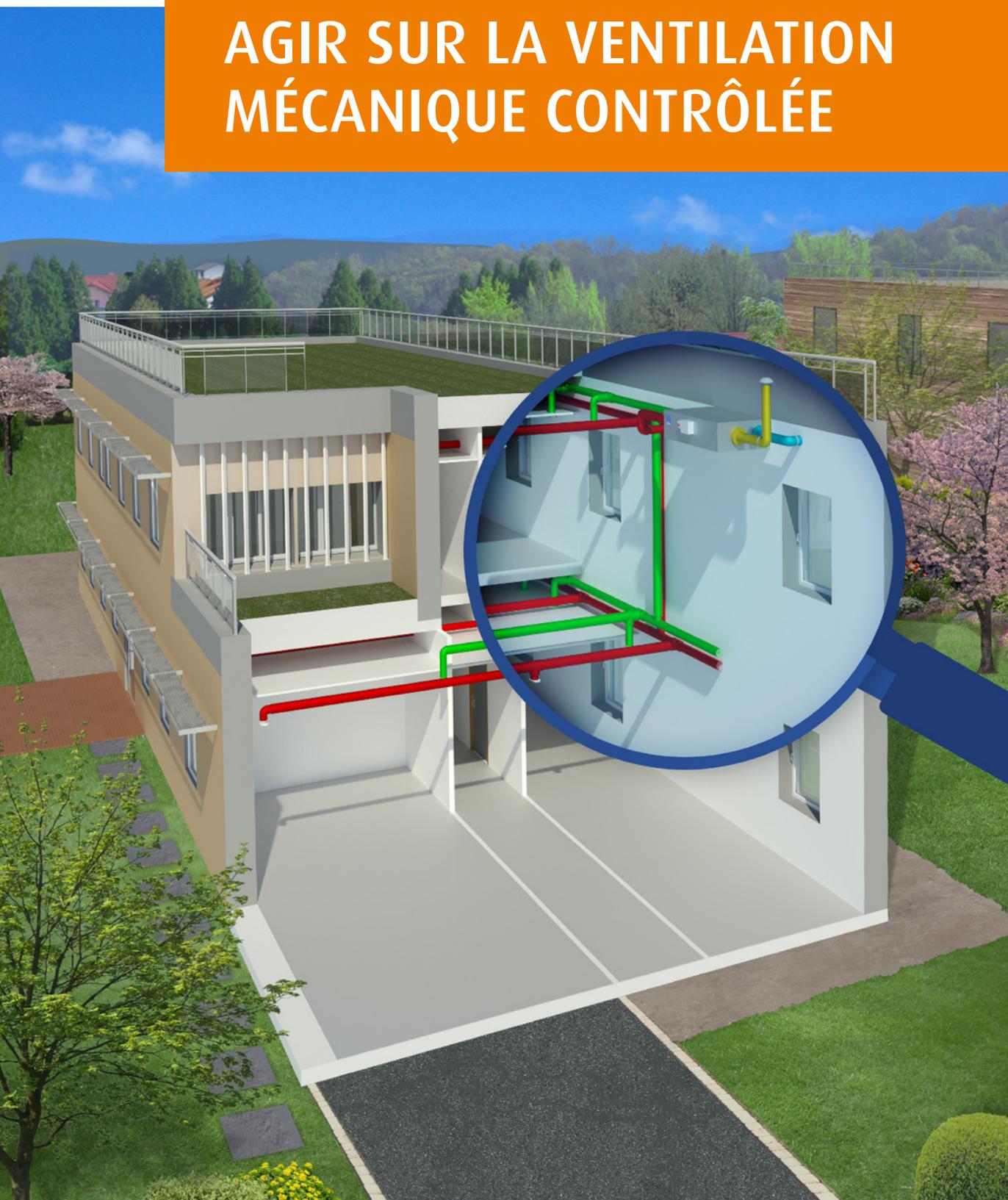


Enseignements des bâtiments
performants en énergie

AGIR SUR LA VENTILATION MÉCANIQUE CONTRÔLÉE



Série de livrets « Bâtiments performants en énergie – Agir »

Agir sur les parois opaques	Agir sur les parois vitrées	Agir sur la production de chauffage-refroidissement	Agir sur la production d'eau chaude sanitaire	Agir sur la ventilation mécanique contrôlée
Agir sur la production d'électricité	Agir sur l'installation d'éclairage	Agir sur les autres équipements immobiliers	Agir sur les équipements mobiliers	Agir pour le confort thermique *

* À paraître en 2022

Enseignements opérationnels tirés de 166 constructions et rénovations du programme PREBAT Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie

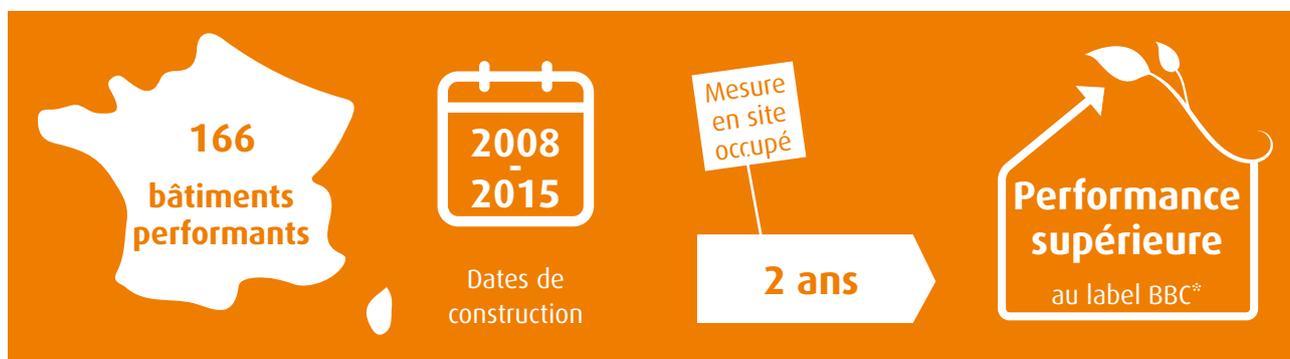
De 2006 à 2015, ce programme national de la Plate-forme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT), soutenu par les régions conjointement avec les directions régionales de l'Ademe, a permis la réalisation de près de 3 000 bâtiments d'un niveau de **performance** énergétique équivalent à celui de la **réglementation thermique 2012**, dans le but d'apporter aux professionnels et aux particuliers des solutions performantes de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre.

Cent soixante-six d'entre eux, résidentiels et tertiaires, dont les caractéristiques générales sont présentées ci-contre, ont fait l'objet d'une campagne sans précédent de **mesure**, d'expérimentation, d'observation et d'enquête, pendant leurs deux premières années d'occupation, avec

évaluation technico-socio-économique sur tous les postes de consommation, menée de 2012 à 2019 par le Cerema et des BET.

À partir des résultats des mesures de consommation, de performance et de confort, des pratiques des acteurs, des modes d'occupation, de l'appropriation des systèmes et de l'appréciation du confort par les utilisateurs, des **enseignements** en ont été tirés et consignés dans un **rapport** et une **synthèse** à destination de tous les acteurs de la chaîne de la performance énergétique (cf. références en fin de livret). Ils sont à la base des recommandations dégagées dans cette série de livrets.

Les typologies constructives de ces démonstrateurs et leurs principales performances sont données en fin de livret.



(*) Bâtiment basse consommation énergétique en chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, ventilation et éclairage.

Cette série de livrets a été réalisée collectivement sous la direction de Pascal Cheippe (Cerema Territoires et ville) et sous le pilotage de Constance Lancelle (Cerema Ouest).

Ont participé à l'élaboration de ce livret :

- en tant que rédacteurs au sein du Cerema : Constance Lancelle (Ouest), avec la contribution de Teddy Connan (Centre Est), François Marconot (Île-de-France) et Pierrick Nussbaumer (Est) ;

- en tant que relecteurs : Aloïs Thiébaud et Baptiste Jeannet (DGALN), Pierre-Edouard Vouillamoz (Ademe), Benoît Rozel (Enertech), Samuel Daucé (AQC) ainsi qu'au Cerema, Jordan Gauvrit (Ouest), Myriam Humbert (Ouest), Rémy Pugeat, Laurent Saby, Noémie Simand, Sarah Talandier-Lespinasse et Anne Vial (Territoires et ville).

INTRODUCTION

De très nombreux corps de métiers sont acteurs des performances énergétiques, économiques et de confort, à chacune des phases de conception, de réalisation, puis d'exploitation-maintenance. Mais nous le sommes également tous, en tant qu'utilisateurs de locaux, dans la façon de les occuper, de les gérer, de piloter leurs équipements ou de les entretenir. Notre impact est immédiat et capital quand il s'agit de bâtiments performants en énergie, à savoir, fortement isolés thermiquement, étanches à l'air et dotés d'équipements à hauts rendements.

C'est pourquoi les enseignements tirés des évaluations des bâtiments performants PREBAT (cf. la présentation du programme en page précédente) ont été traduits en aide plus directement opérationnelle, sous forme d'**actions principales sur les différents composants du bâtiment ou pour le confort thermique**. Ces actions s'adressent à tous les contextes de bâtiments, de métier ou de moment d'intervention, et à tous les niveaux de pratique ou de connaissance. Elles sont présentées en fiches au sein de livrets par composant du bâti ou équipement technique. Neuf livrets traitent des consommations et performances de tous les équipements (production de chaleur, ventilation, éclairage, mais aussi ascenseurs ou encore bureautique et électroménager...) ainsi que de la production d'électricité photovoltaïque. Un dixième livret les complète sur le confort thermique.

Chaque fiche d'action donne d'abord le contexte des bâtiments concernés, et notamment si l'action est **spécifique aux bâtiments performants ou non**, puis les constats motivant les actions, et les actions elles-mêmes. Celles-ci sont ensuite précisées à travers les **pratiques** observées, qui sont alors, soit à éviter, soit à reproduire, et ce, pour chacune des **trois phases** suivantes de la vie

du bâtiment, dans lesquelles chaque acteur pourra se retrouver :

- conception (programme de l'ouvrage et conception de l'œuvre) ;
- réalisation (fabrication, chantier et réception) ;
- utilisation (occupation, pilotage et entretien).

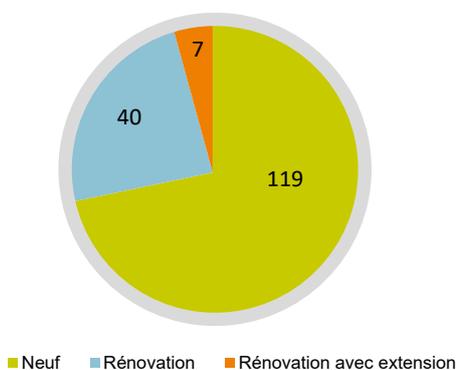
! La liste des recommandations proposées, d'action ou de pratique, n'est **pas exhaustive**. Ne figurent ici que celles qui émanent des constats remontés des évaluations du panel PREBAT.

Enfin, pour éviter tout conflit entre consommation et confort, et réciproquement... les actions sont accompagnées d'une indication de leur **impact**, à la fois, **sur la consommation** énergétique, et **sur le confort** lié à l'équipement concerné, sur une échelle à cinq niveaux (plus ou moins positifs ou négatifs autour de l'impact neutre). Le cas échéant, d'autres impacts directs sont mentionnés, notamment au **croisement d'autres besoins à satisfaire** (qualité de l'air, confort visuel, acoustique, fonctionnalité, sûreté, coûts, durabilité...). Néanmoins, pour les exigences ou contraintes non directement liées, il y a lieu de se reporter aux guides relatifs à la démarche de programmation.

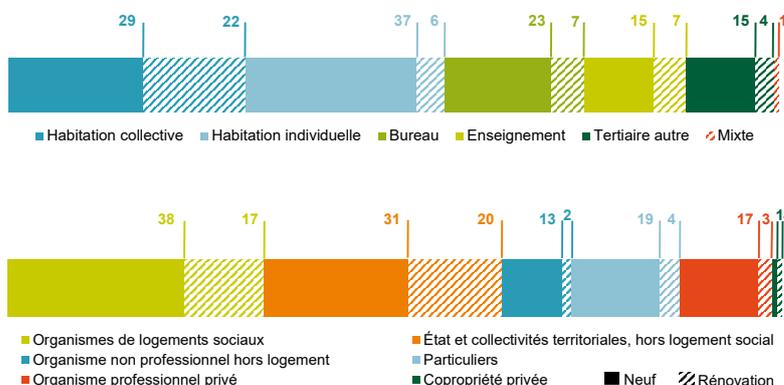
Le présent livret porte sur la **ventilation mécanique contrôlée**, dont les différents systèmes rencontrés sont présentés ci-après. Les fiches d'actions s'en suivent, après avoir précisé leurs conventions de présentation.

! Compte tenu des données disponibles, les actions proposées peuvent être basées sur des échantillons restreints de bâtiments dont le nombre est alors précisé.

Nature des travaux



Destination d'usage et maîtrise d'ouvrage diversifiées



LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE VENTILATION MÉCANIQUE CONTRÔLÉE

La ventilation mécanique contrôlée (VMC) permet d'assurer le renouvellement d'air d'un bâtiment selon des débits fixés (débits pouvant être variables en fonction de l'humidité relative¹). L'arrivée d'air neuf et/ou l'extraction de l'air vicié peuvent être mécaniquement contrôlés en fonction du type de ventilation installée.

Tous les systèmes de ventilation fonctionnent sur le principe du balayage de l'air afin que l'air neuf arrive dans les espaces de vie et soit évacué dans les espaces qui produisent le plus de polluants (pièces humides par exemple).

Il existe deux grandes catégories de systèmes de VMC.

■ La ventilation mécanique contrôlée **simple flux**

Ce système est constitué de bouches d'extraction mécaniques situées dans les pièces humides et d'entrées d'air neuf non mécanisées (type réglottes) installées sur les menuiseries ou dans les murs des espaces de vie. Il comprend aussi un caisson de ventilation avec le ventilateur d'extraction et un réseau de gaines pour l'extraction.

La VMC simple flux peut être de trois types :

- autoréglable : les entrées d'air et les extractions fonctionnent à débit fixe ;
- hygroéglable :
 - de type A : les entrées d'air sont à débits fixes, mais l'extraction est à débit variable en fonction de l'hygrométrie de l'air intérieur (plus l'hygrométrie est élevée plus le débit d'extraction est élevée),
 - de type B : les entrées d'air et les extractions sont à débit variable en fonction de l'hygrométrie intérieure.

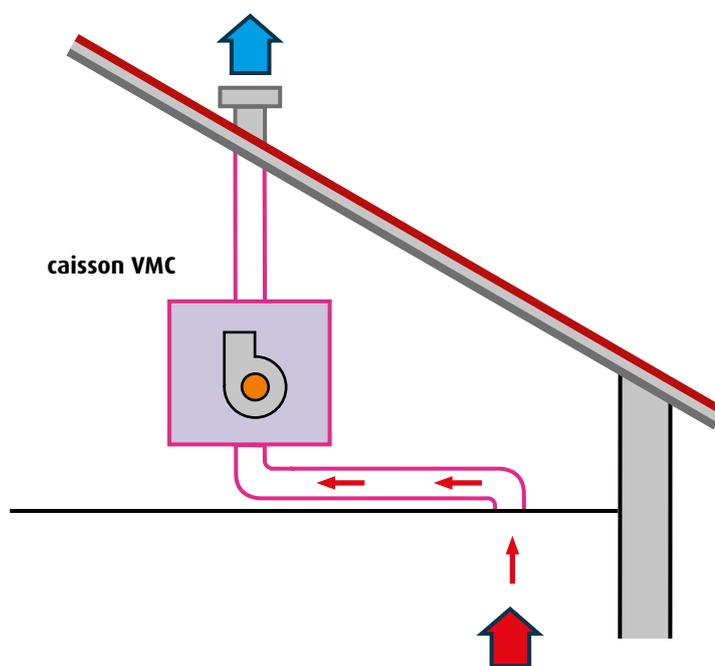


Illustration 1 – Schéma d'une VMC simple flux

Par souci de simplification, ce système sera noté VMC simple flux ou ventilation simple flux dans la suite du livret.

1. L'humidité relative de l'air correspond à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la capacité maximale que ce dernier peut contenir. L'humidité relative de l'air s'exprime en pourcentage (%) et dépend de la température et de la pression.

■ La ventilation mécanique contrôlée **double flux**

Aussi bien les entrées d'air neuf que les extracteurs sont mécanisés. Ce système est composé d'un caisson de ventilation comprenant deux ventilateurs (un pour l'extraction et un pour l'insufflation), d'un réseau de gaines pour l'extraction, d'un autre réseau pour l'insufflation et de bouches d'extraction d'air vicié et d'entrées d'air neuf. Un ou plusieurs filtres sont installés pour filtrer l'air neuf.

Les systèmes dits double flux peuvent être équipés d'un échangeur de chaleur qui permet de récupérer en partie les calories de l'air extrait pour préchauffer l'air neuf qui sera insufflé (température de l'air extrait supérieure à la température de l'air neuf). Pour certaines températures, l'échangeur permet aussi de rafraîchir l'air neuf (température de l'air extrait inférieure à la température de l'air neuf). Ces échangeurs sont qualifiés en fonction de leur efficacité (capacité à récupérer des calories de l'air extrait). Les technologies les plus souvent rencontrées sont les échangeurs à plaques et les échangeurs à roue.

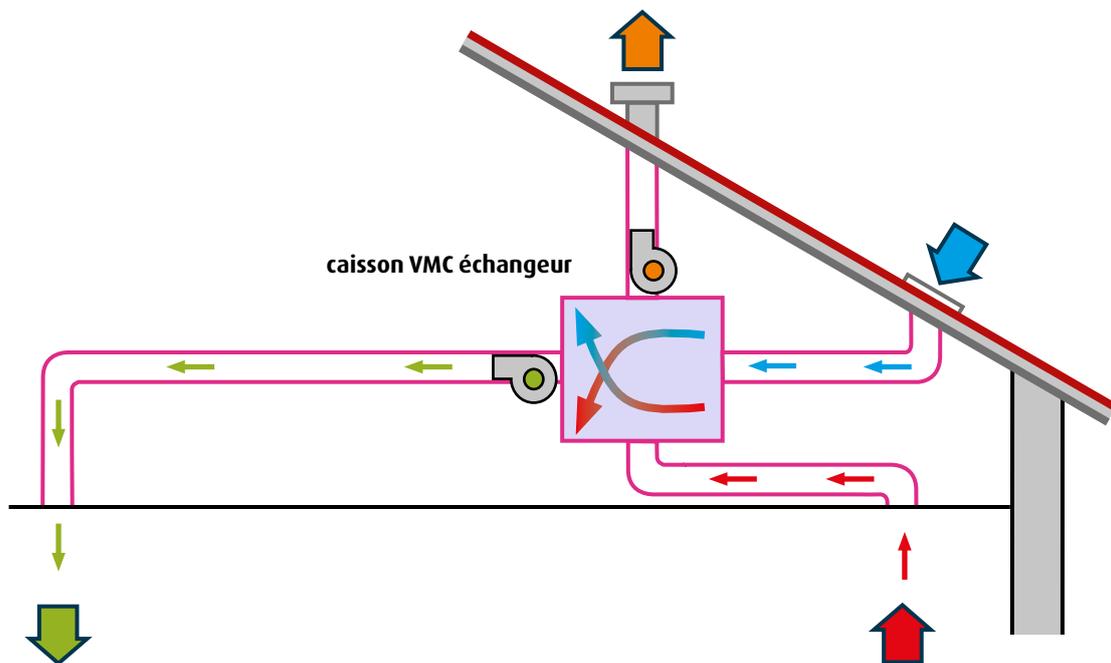


Illustration 2 – Schéma d'une VMC double flux avec échangeur

Dans certains bâtiments tertiaires, les systèmes double flux présentent en plus des équipements ou organes permettant de traiter le flux d'air : présence d'une batterie chaude ou froide pour agir sur la température de l'air soufflé, d'un humidificateur de l'air neuf, d'un système de recyclage d'une partie de l'air extrait, de filtres supplémentaires... On parle alors de Centrale de traitement de l'air (CTA).

D'autres systèmes de ventilation mécanique contrôlée existent : les ventilations par insufflation.

Il s'agit de systèmes qui insufflent mécaniquement de l'air neuf filtré, et l'air vicié est évacué via des réglettes installées dans les menuiseries ou les murs des pièces humides. Le bâtiment est alors mis en légère suppression.

Dans certains cas, l'air neuf peut provenir d'un puits canadien. Cette solution peut être rattachée à un système simple flux ou double flux. L'air neuf insufflé est alors préchauffé/rafraîchi lors de son transit dans des gaines enterrées (profondeur suffisante pour que la température du sol ne soit pas impactée par les conditions météorologiques).

FICHES ACTIONS



Fiche 01

Ne retenir le double flux qu'après bilan énergétique global et anticipation complète des usages

Fiche 02

Étudier l'intérêt d'associer un récupérateur de chaleur sur air extrait

Fiche 03

Concevoir et réaliser des installations particulièrement appropriables, confortables et maintenables

Fiche 04

Limiter la ventilation en période d'inoccupation

Fiche 05

Viser une efficacité supérieure à 70 % pour l'échangeur de chaleur des systèmes double flux

Fiche 06

Éviter les dysfonctionnements récurrents des installations double flux

Fiche 07

Utiliser le bypass de l'échangeur et la surventilation pour favoriser le confort thermique en été ou mi-saison

CONVENTIONS DE PRÉSENTATION DES FICHES

Dans ce document, les consommations sont données en énergie primaire et par surface hors œuvre nette (SHON), sauf indication contraire. Pour simplifier, cette unité sera notée $kWh_{ep}/m^2.an$.

Les coefficients de conversion en énergie primaire retenus sont de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour les autres énergies.

Destination d'usage des bâtiments et performance

Habitation	Tertiaire
 Toute habitation	 Tous
 Habitation énergétiquement performante	 Bâtiment énergétiquement performant

Description des pratiques

Les pratiques sont présentées à l'origine du constat réalisé.

- Pratique à **éviter** signalée par 
- Pratique à **reproduire** signalée par 

Cette rubrique permet de faire le lien, à la fois avec les acteurs et avec leurs actions ou tâches principalement concernées, via les **trois phases de travail/vie suivantes** :

Conception

- Tâches de définition intellectuelle de l'ouvrage et de l'œuvre :
 - par la maîtrise d'ouvrage : programme de l'ouvrage (conception de l'ouvrage), notamment ici, les programmes techniques d'avant-projet sommaire, puis d'avant-projet définitif ;
 - et par le maître d'œuvre (architecte et bureau d'études) : plans et descriptifs (conception de l'œuvre) en réponse au programme.
- En cas d'acteurs différents, les citer impérativement.

Réalisation

- Tâches principalement des entreprises de chantier et des industriels.
- Jusqu'à la réception (comprise).
- En cas d'acteurs différents, les citer impérativement.

Utilisation

- Actions des occupants, gestionnaires, exploitants ou mainteneurs.

Description des impacts de l'action

- Impact sur la **consommation**.
- Impact sur le **confort**.

Ces deux impacts sont estimés sur une échelle à cinq niveaux :



Plus le curseur est dans le vert, plus l'action a un impact positif, et inversement plus le curseur est dans le rouge, plus l'impact est négatif. Au milieu, en jaune, l'impact est neutre.

Point de vigilance ou point réglementaire



Ce sigle signale un point de vigilance ou un point réglementaire.

01

Ne retenir le double flux qu'après bilan énergétique global et anticipation complète des usages

Bâtiments concernés



Bâtiments performants, d'habitation ou tertiaires



Constats

Pour près de 70 % des bâtiments du panel des bâtiments démonstrateurs, le choix s'est porté sur la ventilation mécanique contrôlée de type double flux avec échangeur de chaleur, aussi bien en neuf qu'en rénovation (113 opérations au total sur 166). L'installation d'un système double flux est quasi systématique dans le tertiaire de bureaux.

⚠ Les bâtiments du panel étudié ont été construits entre 2006 et 2016. La proportion de double flux de ce panel n'est pas représentative des choix d'équipements de ventilation des constructions plus récentes, pour lesquelles la ventilation simple flux, seule solution alternative pour satisfaire la réglementation thermique, est préférée en habitation (au regard de tous les critères).

Actions

➤ Étudier les projets au cas par cas pour choisir parmi les différents systèmes de ventilation disponibles, celui qui, au-delà des performances propres à satisfaire, procurera le meilleur bilan énergétique global (cf. action n° 2) et sera le plus adapté à l'usage futur, tant en appropriation qu'en maintenabilité (cf. action n° 3).

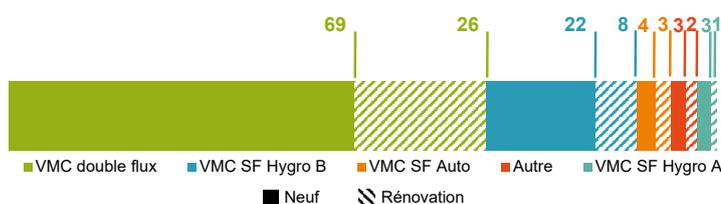


Illustration 3 – Les opérations du panel sont majoritairement ventilées par des systèmes double flux avec échangeurs.

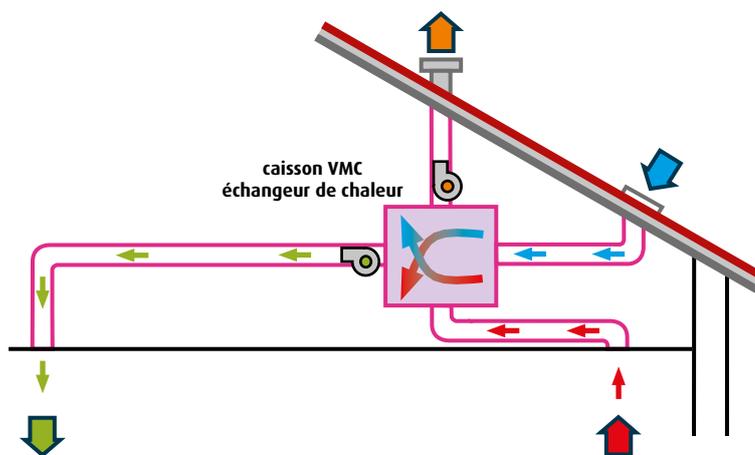


Illustration 4 – 70 % des bâtiments du panel sont équipés d'une ventilation double flux avec échangeur de chaleur.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✔ Recherche d'une meilleure performance énergétique via la récupération de la chaleur de l'air extrait (cf. action n° 2).
- ✔ Choix du système le plus adéquat avec le bâtiment et son usage.
- ✘ Non prise en compte de l'entretien et de l'usage (cf. action n° 3).

RÉALISATION

Paramétrer efficacement le système en fonction de l'utilisation (cf. action n° 3).

UTILISATION

○ Cf. action n° 3

Impacts

Consommation



Les **consommations électriques** mesurées sont très variables pour un même équipement et une même destination d'usage. L'utilisation et en particulier les débits imposés, les paramétrages et l'entretien sont des paramètres influents de cette consommation (118 opérations mesurées).

Globalement, les consommations des équipements double flux du panel 2006-2016 sont généralement supérieures à celles des autres types de VMC.

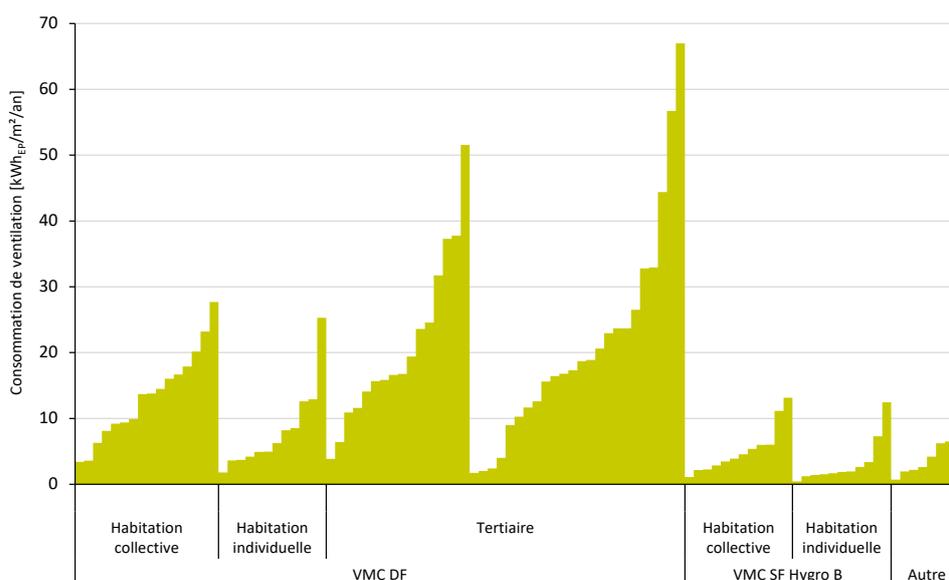


Illustration 5 - Les consommations électriques de ventilation mesurées sur le panel sont très variables d'un équipement à l'autre et d'une opération à l'autre.

Mais en contrepartie, la **récupération de chaleur** a un impact final positif sur les consommations de chauffage (cf. action 02 et le livret Chauffage de la même collection).

Le bilan sur les **consommations du bâtiment** est positif.

En dehors du type de ventilation adopté, des actions correctives permettent des économies sur les consommations en évitant les dépenses inutiles liées à de mauvaises utilisations.

Confort



Le **confort thermique** est amélioré par une ventilation double flux avec échangeur, car l'air insufflé est préchauffé ou rafraîchi.

Le soufflage de l'air doit être maîtrisé (vitesse et orientation) pour ne pas entraîner d'inconfort (en particulier le risque de créer une sensation de courant d'air).

Attention cependant à l'inconfort autre que thermique pouvant être engendré par une mauvaise utilisation : appareils bruyants, qualité de l'air dégradée si l'entretien n'est pas effectué, flux d'air... (cf. action n° 2).

Entretien

Les ventilations double flux demandent une attention particulière pour leur entretien, notamment changement régulier des filtres pour ne pas dégrader la qualité de l'air (cf. action n° 2).

02

Étudier l'intérêt d'associer un récupérateur de chaleur sur air extrait

Bâtiments concernés



Bâtiments performants, d'habitation ou tertiaires



Constats

Les besoins de chauffage évités par la mise en œuvre d'une ventilation double flux avec échangeur de chaleur se situent, pour le panel, entre 6 et 50 kWh_{eff}/m²/an. Les gains liés à l'installation d'un VMC double avec échangeur de chaleur représentent 10 à 54 % du besoin de chauffage (12 opérations).

Actions

Étudier au cas par cas le choix d'une ventilation double flux avec échangeur de chaleur, notamment au regard du bilan énergétique global incluant le gain en chauffage et la consommation électrique.

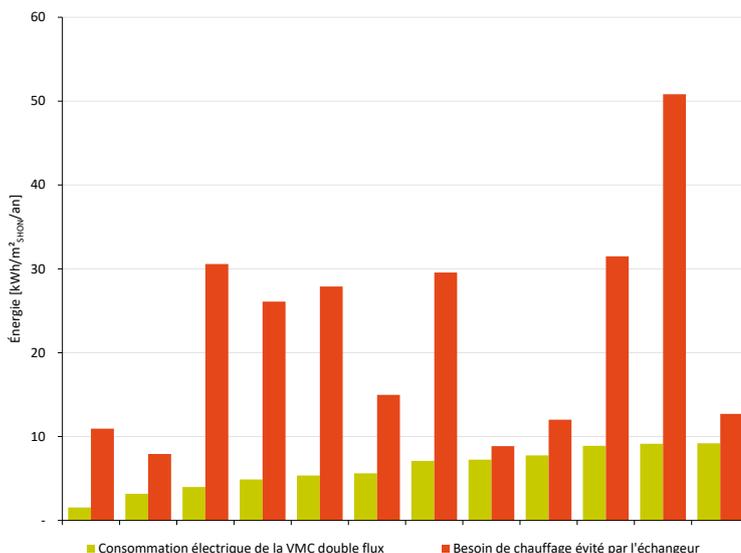


Illustration 6 - Les besoins de chauffage évités par la mise en œuvre d'une VMC double flux avec échangeur de chaleur se situent entre 6 et 50 kWh_{eff}/m²/an, sur le panel étudié.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✓ Choix d'un système de ventilation double flux avec échangeur.
- ✓ Recherche d'une meilleure performance énergétique via la récupération de la chaleur de l'air extrait.

RÉALISATION

Aucun constat.

UTILISATION

- ✓ Réglage approprié de l'échangeur double flux et de son by-pass, ainsi qu'une bonne régulation des débits de ventilation.
- ✗ Absence d'entretien de l'appareil (filtres).
- ✗ Absence de détection des dysfonctionnements (cf. action n°6).

Impacts

Consommation



Le choix d'un système de ventilation double flux permet de réduire les **consommations de chauffage** lorsque celui-ci ne présente pas de dysfonctionnements (cf. action n° 6).

Cette baisse de consommation de chauffage doit être mise en regard de la **consommation liée aux ventilateurs** du système double flux et au coût de l'entretien de ce système (cf. actions n° 1 et 3).

Confort



Le **confort thermique** est amélioré par une arrivée d'air plus tempérée que par un système simple flux.

Un système double flux permet aussi d'améliorer le **confort d'été** lorsque l'air extrait est plus frais que l'air soufflé.

Autre

Qualité de l'air: la mise en œuvre d'un système double flux entraîne la nécessité de changer régulièrement les filtres et d'entretenir régulièrement caissons, conduits et bouches ainsi que de maintenir les débits. La qualité de l'air, avec un entretien régulier, est améliorée car l'air neuf est filtré par le système. Elle peut être d'autant améliorée que les débits avec un système double flux sont souvent dimensionnés pour être plus importants que pour un système simple flux.

Acoustique: le bruit au soufflage et la vibration des caissons peuvent engendrer une gêne, en particulier dans les chambres (impact sur le sommeil) et dans les bureaux (impact sur la concentration).

Qualité d'usage: les interventions palliatives des occupants pour assurer leur confort (en particulier suppression des sensations de courant d'air) peuvent créer de nouvelles nuisances (défaut d'aération, humidité, moisissures...).

Économie: l'installation d'une VMC double flux avec échangeur permet d'un côté de réduire les consommations de chauffage, mais entraîne de l'autre des surcoûts de matériel et de pose pour les linéaires de réseau et les bouches, par rapport à une VMC simple flux.

Bâtiments concernés



Bâtiments d'habitation ou tertiaires



Constats

Dans les logements, tous systèmes de ventilation confondus, la moitié des personnes interrogées témoignent de difficultés à s'approprier ou à régler leur équipement, davantage pour les locataires que pour les propriétaires.

Les équipements de ventilation sont trop peu entretenus : changement régulier des filtres, nettoyage des bouches, des gaines et du caisson. Parfois, leur entretien est difficile voire impossible : non-accessibilité, fuites d'air...

Ces éléments impactent fortement la consommation et le confort.

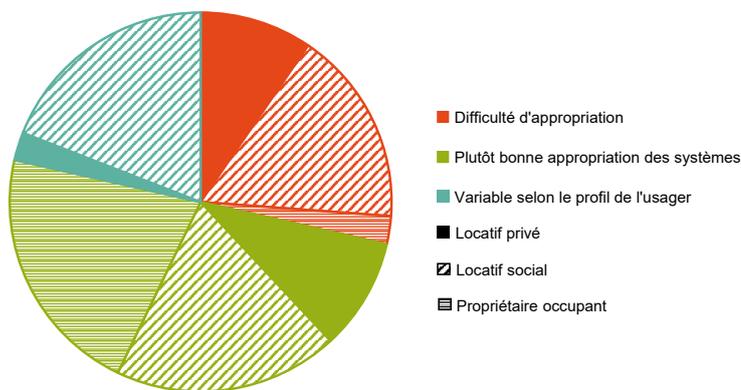


Illustration 7 – Dans les logements, près de la moitié des occupants témoignent de difficultés à s'approprier ou régler leur équipement de ventilation.

Actions

- Concevoir des équipements faciles d'appropriation par les occupants en veillant à ne pas nuire à leur confort.
- Informier et former les occupants et gestionnaires à l'utilisation des équipements.
- Prévoir et assurer un entretien régulier de l'ensemble de l'installation de ventilation.
- Anticiper l'accessibilité aux équipements pour pouvoir assurer leur entretien.



Illustration 8 – L'absence des filtres des VMC peut conduire à la rupture de ces derniers (dégradation de la qualité de l'air, risques pour les ventilateurs...).

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✓ Choix des équipements et de leur emplacement en cohérence avec l'usage futur.
- ✗ Appareil trop complexe.

RÉALISATION

- ✗ Équipement de ventilation non accessible pour l'entretien.
- ✗ Mauvaise perméabilité à l'air des réseaux.

UTILISATION

- ✗ Bouches de soufflage obstruées par les occupants.
- ✗ Entretien peu ou pas réalisé.
- ✓ Appareil adapté aux utilisateurs - Informations de fonctionnement et d'utilisation transmises aux utilisateurs.

Impacts

Consommation



Un entretien régulier des équipements limite l'encrassement et favorise le bon fonctionnement des ventilateurs qui n'ont pas à compenser la différence de pression. L'entretien permet donc d'optimiser la consommation électrique de ventilation.

Confort



Une bonne conception du système de ventilation, dont une réflexion particulière sur les flux et mouvements de l'air, permet de limiter les courants d'air froid souvent ressentis par les occupants.

L'entretien n'a pas d'impact sur les températures intérieures sauf dans le cas d'un système double flux avec échangeur de chaleur. Le bon entretien de ce type d'équipement permet de maintenir les débits et limite ainsi l'entrée d'air extérieur parasite.

Une bonne conception et un entretien régulier permettent donc d'améliorer le **confort thermique**.

Autre

Qualité de l'air :

- ⚠ - Des interventions palliatives des occupants pour assurer leur confort (en particulier suppression des sensations de courant d'air) peuvent créer des défauts d'aération (bouches obstruées par exemple).
- Un bon entretien des équipements double flux permet de maintenir la qualité de l'air insufflé (cf. action n° 2).

Acoustique: le bruit engendré au soufflage et la vibration des caissons peuvent engendrer une gêne, en particulier dans les chambres (impact sur le sommeil) et dans les bureaux (impact sur la concentration).

Conservation du bâti :

- ⚠ Des interventions palliatives des occupants pour assurer leur confort, peuvent créer de l'humidité et l'apparition de moisissures risquant également de dégrader les matériaux. Ce risque est d'autant plus prononcé dans les bâtiments performants que ces derniers sont très étanches (voir les valeurs d'étanchéité mesurées dans le panel en fin de livret). Les pratiques comme celle consistant à obstruer les entrées d'air qui perdureraient, auraient alors un impact important sur les bâtiments performants très étanches à l'air.

Économie: le coût de l'entretien peut être très différent d'une situation géographique à une autre, en fonction de la présence d'entreprises dans une zone géographique proche pouvant assurer l'entretien et la maintenance.

04

limiter la ventilation en période d'inoccupation

Bâtiments concernés



Bâtiments tertiaires à occupation non continue



Constats

La consommation en période d'inoccupation est souvent proche de celle d'occupation, et même supérieure dans 28 cas sur 34.

Actions

- Limiter le fonctionnement de la ventilation quand le bâtiment n'est pas utilisé: réduction des débits ou arrêt de la ventilation à juger au cas par cas en fonction du temps d'inoccupation, de la perméabilité à l'air de l'enveloppe et des risques de condensation.
- Prévoir la programmation des équipements de ventilation dès la conception et s'assurer de son fonctionnement en utilisation.

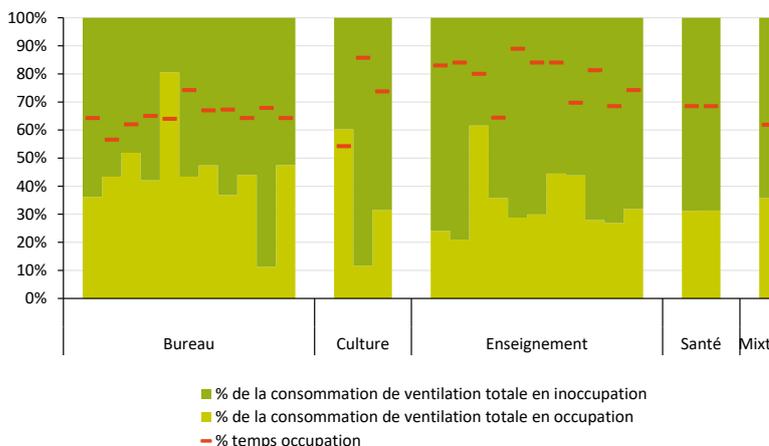


Illustration 9 – Les consommations de ventilation sont comparables que le bâtiment soit occupé ou non.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✘ Équipement de ventilation prévu sans programmeur.

RÉALISATION

- ✘ Programmeur de la ventilation non ou mal réglé vis-à-vis des plages d'occupation.

UTILISATION

- ✘ Arrêt ou dérive de l'horloge en cours de fonctionnement.
- ✘ Ventilation arrêtée la nuit, mais fonctionnant les week-ends.
- ✘ Dans des écoles: ventilation fonctionnant pendant les vacances (hors autre occupation, telle qu'un centre aéré).

Impacts

Consommation



L'arrêt des ventilateurs ou la diminution des débits pendant les périodes d'inoccupation permet de réduire les **consommations électriques** de ventilation ainsi que les **consommations de chauffage**.

 Pour mémoire, en logement : fonctionnement permanent obligatoire.

Confort



L'arrêt des ventilateurs ou la diminution des débits pendant les périodes d'inoccupation n'a pas d'impact sur le confort (absence des occupants).

 La qualité de l'air doit être maintenue lors de la présence des occupants et ce dès leur arrivée : l'heure de la relance de la ventilation doit être définie au cas par cas (prise en compte de la perméabilité de l'enveloppe, des apports de polluants...).

Autre

 **Bâti** : le risque d'apparition d'humidité doit être géré pour que le bâti ne soit pas dégradé. La durée d'arrêt ou de réduction des débits doit être définie pour annuler le risque d'apparition de moisissures.

05

Viser une efficacité supérieure à 70 % pour l'échangeur de chaleur des systèmes double flux

Bâtiments concernés

 **Bâtiments d'habitation ou tertiaires équipés de ventilation double flux avec échangeur**



Constats

L'efficacité mesurée² des échangeurs de chaleur est **supérieure à 70 % dans plus de 2 cas sur 3** (sur 45 bâtiments).

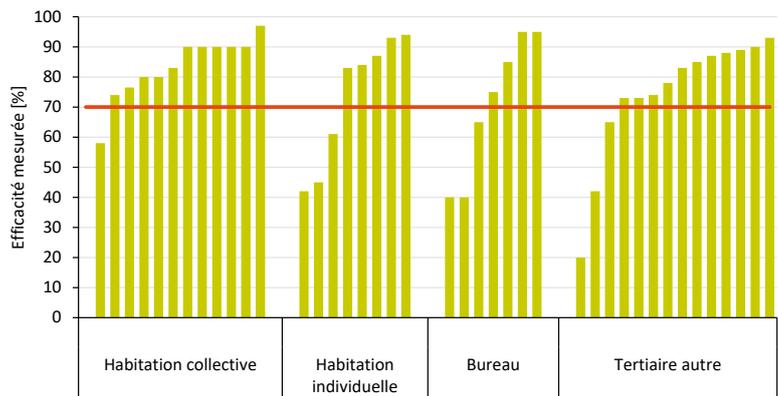


Illustration 10 - L'efficacité mesurée des échangeurs est supérieure à 70 % dans 2 cas sur 3.

Actions

➤ Viser un niveau d'efficacité élevé pour l'échangeur, de l'ordre de 70-90 %, afin d'atténuer le plus possible la surconsommation électrique induite par l'équipement.

Pratiques constatées

CONCEPTION

✔ Exigence/choix de systèmes à ce niveau de performance.

RÉALISATION

✔ Mise en œuvre d'équipement dont la performance est égale ou supérieure à l'exigence de conception.

UTILISATION

○ Aucun constat.

Impacts

Consommation



Gain sur la **consommation de chauffage** (voir le livret Chauffage de la même collection) compensant tout ou partie de la surconsommation électrique du système double flux.

Confort



Plus l'échangeur est efficace, plus l'air neuf est réchauffé (à température d'air repris équivalente). Le **confort thermique** est d'autant amélioré que l'échangeur est efficace.

2. L'efficacité des systèmes double flux a été évaluée à partir des températures d'air mesurées selon la formule $\frac{T_{air\ soufflé} - T_{air\ neuf}}{T_{air\ repris} - T_{air\ neuf}}$

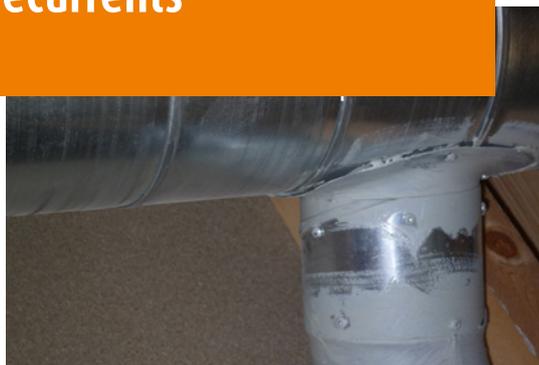
06

Éviter les dysfonctionnements récurrents des installations double flux

Bâtiments concernés



Bâtiments d'habitation ou tertiaires



Constats

Des dysfonctionnements de régulation des débits (¼ des cas, 8 bâtiments) ou d'arrêt de ventilation (3 cas), ainsi que des défauts de montage perturbant les débits (4 cas), entraînent une augmentation de la consommation :

- de chauffage, par apport d'air froid, ou par absence ou réduction des gains en chaleur (baisse de l'efficacité de l'échangeur - Cf. action n° 5);
- des ventilateurs (cf. action n° 1) quand ils sont amenés à fonctionner à une vitesse plus rapide pour compenser les défauts.

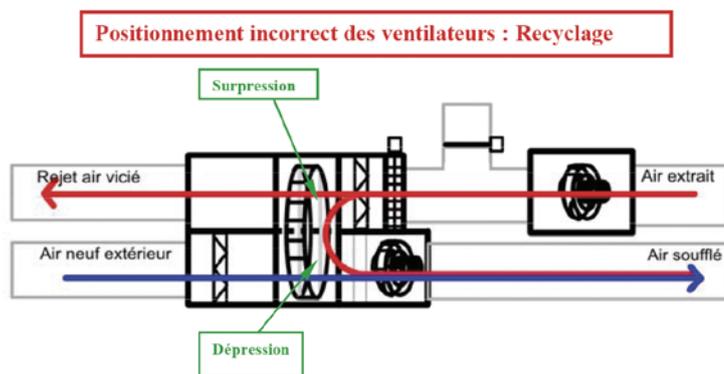


Illustration 11 – Défaut de montage des ventilateurs entraînant un recyclage de l'air extrait (source Enertech).

Actions

- Bien concevoir, réaliser et assurer le bon fonctionnement de la régulation des débits. Dans les habitations, la vérification du bon fonctionnement peut être réalisée selon le protocole Promevent³.
- Maîtriser les arrêts de ventilateur.
- Veiller au bon montage de l'installation.
- Surveiller les besoins d'entretien des appareils.

Pratiques constatées

1) Défaillance de la régulation des débits :

- débit de soufflage supérieur au débit extrait (une quantité supérieure d'air froid entre dans l'échangeur et réduit le rendement de l'échangeur);

CONCEPTION	RÉALISATION	UTILISATION
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Choix des débits et de l'équilibre entre extraction et soufflage. ✗ Absence de capteurs de différence de pression assurant la régulation. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Mauvais positionnement des capteurs de pression. ✓ Contrôle des débits et des pressions à réception. ✗ Mauvaise perméabilité à l'air des réseaux. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Dysfonctionnement des capteurs de différence de pression.

3. <http://www.promevent.fr/>

Pratiques constatées

CONCEPTION

RÉALISATION

UTILISATION

- ou, au contraire, débit d'extraction supérieur au débit de soufflage (le rendement est peu impacté, mais des entrées d'air parasites sont observées).

2) Arrêt du système de ventilation pendant de longues périodes, sans que les occupants s'en rendent compte.

3) Perturbations anormales des débits liées :

- au mauvais montage des ventilateurs ou organes de régulation ;
- ou à des défauts de mise en œuvre de l'étanchéité des réseaux et des jonctions.

✘ Absence d'alarme indiquant la défaillance des ventilateurs.

✘ Dysfonctionnement des capteurs de différence de pression.

✘ 1 installation de caisson faisant tourner les ventilateurs à l'envers (impossibilité de monter en pression).

✘ 1 cas de volet d'extraction fermé avec ventilateur de soufflage mal positionné entraînant du recyclage d'air.

✘ 1 module de régulation monté à l'envers (impact important sur les débits).

✘ 1 cas de mise en œuvre non jointive des caissons et des réseaux.

Impacts

Consommation



La gestion des dysfonctionnements permet d'optimiser la **consommation électrique** des ventilateurs.

Confort



La gestion des dysfonctionnements permet de garantir le **confort thermique** des occupants en limitant les entrées d'air froid parasites ainsi que la **qualité de l'air** en ventilant le bâtiment.

Autre



Pour mémoire, en logement : le fonctionnement permanent de la ventilation est obligatoire.

Confort acoustique : des nuisances peuvent apparaître lorsque le débit de soufflage est supérieur à celui prévu.

Accessibilité : les portes peuvent être plus difficiles à ouvrir en cas d'importante différence de pression.

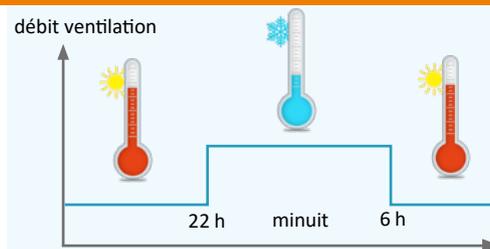
Bâti : le bâti risque d'être dégradé en cas d'arrêt prolongé et non programmé de la ventilation (non-évacuation de l'humidité).

07

Utiliser le bypass de l'échangeur et la surventilation pour favoriser le confort thermique en été ou mi-saison

Bâtiments concernés

 **Bâtiments performants, d'habitation ou tertiaires, quelle que soit la zone climatique**



Constats

Le **bypass de l'échangeur et la surventilation nocturne** sont **peu utilisés**, alors que ces deux fonctions sont souvent proposées sur les systèmes de ventilation double flux ou CTA :

- le bypass pour limiter les échanges lorsque ces derniers risquent d'entraîner de l'inconfort en mi-saison ou en été ;
- la sur-ventilation nocturne en été, pour bénéficier du meilleur confort thermique procuré par la forte isolation thermique et l'étanchéité à l'air (en évacuant l'accumulation de chaleur en journée, interne et solaire), notamment en cas d'impossibilité d'ouvrir les fenêtres (bruit extérieur, risque d'intrusion, non-immobilisation des ouvrants...).

Actions

- Prévoir, paramétrer et utiliser le bypass de l'échangeur, voire la surventilation nocturne.

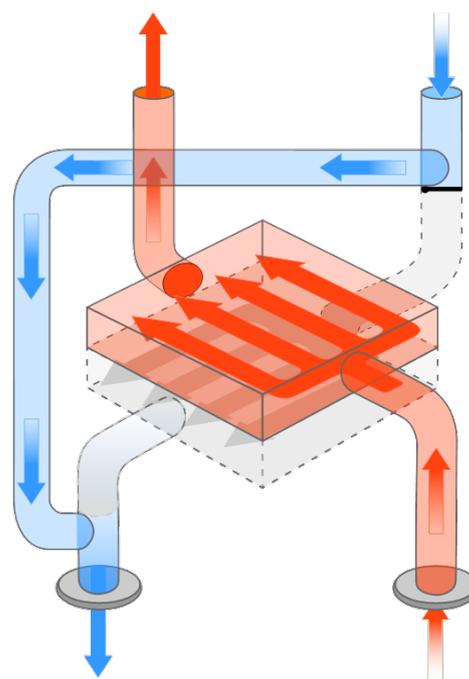


Illustration 12 - L'utilisation du bypass, permettant de limiter l'apport de chaleur l'été, est peu courant dans les opérations du panel.

Pratiques constatées

CONCEPTION

- ✘ Bypass et surventilation parfois absents.

RÉALISATION

- ✔ Prévoir la régulation de ces deux fonctions et bien les paramétrer (seuil de déclenchement...).

UTILISATION

- ✔ Affiner les réglages en fonction de l'usage.

Impacts

Consommation



Régulation du bypass: l'utilisation du bypass n'impacte pas la **consommation électrique** des ventilateurs.

Surventilation: la surventilation entraîne une augmentation de la **consommation électrique**. Cette consommation est à mettre en regard du gain sur le confort et des contraintes empêchant une forte ventilation par ouverture des fenêtres. Le rafraîchissement nocturne par ouverture des fenêtres, lorsqu'il peut être mis en œuvre, est préférable et plus efficace que la surventilation nocturne (débit plus important et absence de consommation).

Confort



L'utilisation du bypass et la surventilation nocturne ont un impact positif sur le **confort thermique** de mi-saison et d'été.

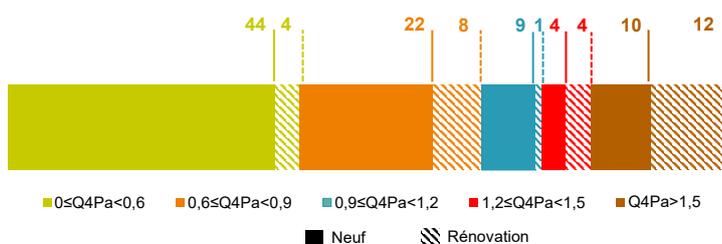
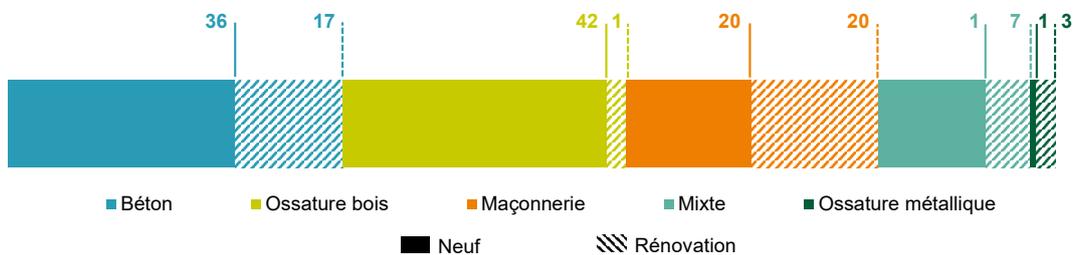
Autre

Gestion: la mise en place du bypass doit se faire au cas par cas afin d'optimiser les températures pour lesquelles celui-ci doit être effectif.

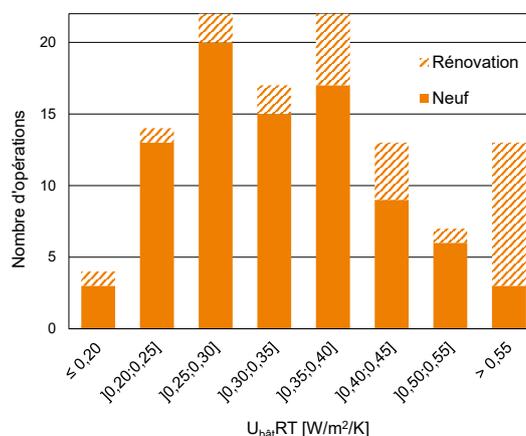
Économie: le choix de la surventilation nocturne engendre des surcoûts liés au fait que les débits lors de la surventilation doivent être de 3 à 5 vol/h.

LE PANEL DE BÂTIMENTS DÉMONSTRATEURS ÉVALUÉS

Système constructif et qualité de l'enveloppe

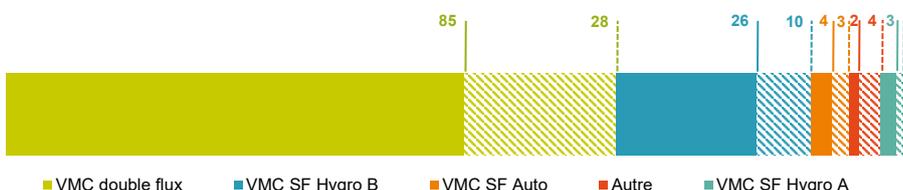
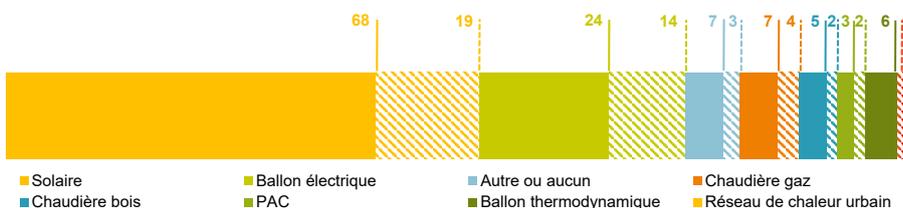
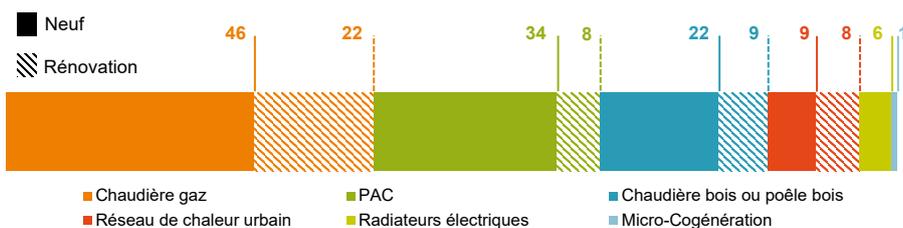


Mesure de la perméabilité à l'air à réception ou en phase chantier

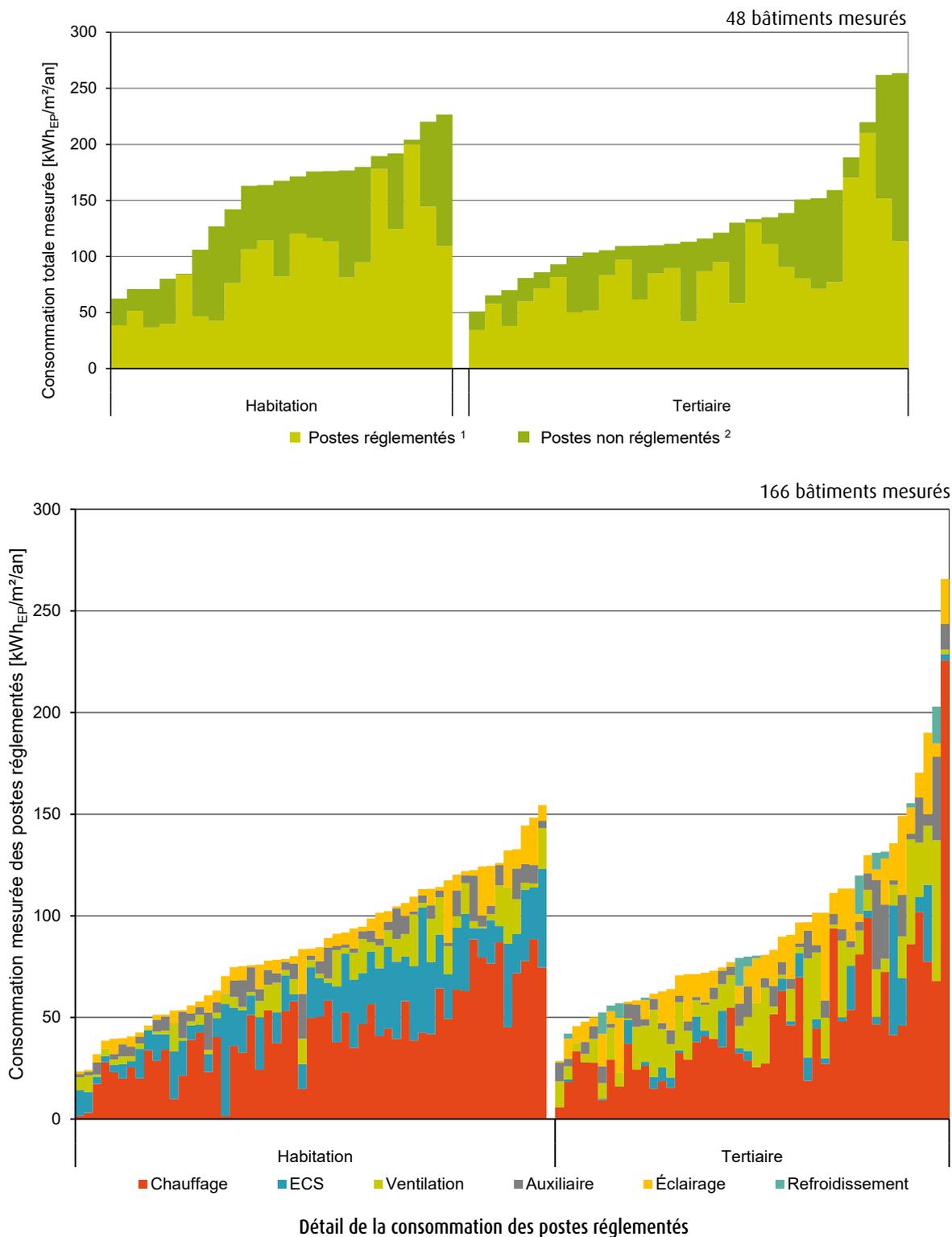


U_{bât} théorique saisi dans le calcul RT

Équipements de chauffage, production ECS et ventilation



Consommation mesurée



1. Postes de consommation réglementés : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, auxiliaires des systèmes thermiques, ventilation et éclairage.

2. Postes non réglementés : autres équipements immobiliers (ascenseurs, éclairage de sécurité, portes automatiques, pompes de relevage, gestion des accès...) et équipements mobiliers (bureautique, éclairage d'appoint, audiovisuel, électroménager...).

Pour aller plus loin

En téléchargement gratuit sur www.cerema.fr

■ Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie

Enseignements opérationnels tirés de 166 constructions et rénovations du programme Prebat – 2012-2019 (2021)
Fiche de synthèse (2021)

■ Diminuer la consommation énergétique des bâtiments

Des actions simples et concrètes pour la gestion du patrimoine immobilier (2019)

■ 500 maisons rénovées basse consommation

Enseignements opérationnels des programmes « Je rénove BBC » en Alsace (2017)

■ Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA)

www.rehabilitation-bati-ancien.fr

■ Réduire l'impact environnemental des bâtiments

Agir avec les occupants (2013)

■ Prise en compte des usages dans la gestion patrimoniale des bâtiments : expériences internationales - Série de fiches

■ Les missions et les métiers de l'exploitation et de la maintenance des bâtiments publics - Série de fiches

- Fiche n° 01 : La maîtrise des consommations d'énergie
- Fiche n° 02 : L'entretien et l'exploitation des installations de chauffage CVC
- Fiche n° 03 : Des repères pour optimiser ses contrats
- Fiche n° 04 : Le contrat de performance énergétique
- Fiche n° 05 : L'instrumentation : quels enjeux ?
- Fiche n° 06 : La Gestion technique du bâtiment - GTB

Accompagnement du Cerema

<https://www.cerema.fr/fr/activites/services/mieux-gerer-votre-patrimoine-immobilier>

Contacts

Constance.Lancelle@cerema.fr

Pascal.Cheippe@cerema.fr

Nicolas.Dore@ademe.fr

qc1.dgaln@developpement-durable.gouv.fr

Le Cerema, l'expertise publique pour la transition écologique et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises. www.cerema.fr

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique –, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse. Dans tous les domaines – énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... – nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions. À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. www.ademe.fr

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - infrastructures de transport - Habitat et bâtiment