



Buildwise

Magazine

Édition
Installations
techniques



juillet-août
2023

P04. Recyclage des eaux grises

P10. Installation d'une PAC lors d'une rénovation

P16. Impact environnemental des installations

Sommaire

Buildwise Magazine juillet-août 2023



04

En quoi consiste
le recyclage des eaux grises ?



06

ECS dans les logements collectifs :
dimensionnement du générateur de chaleur



08

Développement de légionelles dans
les échangeurs de chaleur sanitaires



10

Installer une pompe à chaleur
dans le cadre d'une rénovation



12

Comment calculer la puissance combinée
pour le chauffage et la production d'ECS ?



14

Fluides frigorigènes dans
les pompes à chaleur résidentielles



16

Impact des installations techniques :
une nouvelle évolution pour TOTEM



18

Régulation intelligente et pompes à chaleur :
un duo prometteur



20

Contrôle actif du bruit dans
les installations de ventilation



22

Constructions en bois : solutions pour
les traversées de parois résistant au feu



24

FAQ



25

Focus



26

Facilitez-vous le chantier !



27

Salons et événements

Les installations techniques au cœur de la transition énergétique

Les installations techniques ont toujours joué un rôle important dans nos bâtiments : elles assurent le confort des occupants en leur fournissant chauffage et eau chaude, mais aussi en garantissant la qualité de l'air intérieur et, de plus en plus, en permettant le refroidissement des bâtiments. Nous nous trouvons toutefois à l'aube d'une nouvelle ère, puisque nous sommes tenus de réduire fortement les émissions de CO₂. À cette fin, il nous faut **réduire les besoins énergétiques des bâtiments** par une meilleure isolation et une **utilisation rationnelle** de l'énergie, **recourir à des sources d'énergie renouvelable** émettant peu de CO₂ et **repenser le dimensionnement** des différentes installations.

Les pompes à chaleur (PAC) sont plus performantes que les chaudières et peuvent facilement utiliser une électricité d'origine renouvelable. Il était donc logique que nous y consacrons plusieurs articles. Toutefois, il importe de veiller à ce que la réduction des émissions de CO₂ affecte le moins possible le confort des occupants. Le choix et le dimensionnement des PAC revêtent donc une importance cruciale. L'article des pages 12 et 13 donne un exemple de **calcul de la puissance d'une PAC** nécessaire pour assurer le confort thermique et produire l'eau chaude sanitaire.

Les pompes à chaleur constituent l'une des clés de la décarbonation des bâtiments.

Si l'on veut réellement minimiser les émissions de CO₂, il faut avant tout réduire les besoins énergétiques des bâtiments **en améliorant leur isolation et leur étanchéité à l'air**. L'article des pages 16 et 17 vous explique pourquoi, chiffres à l'appui. Même lorsqu'il n'est pas possible de procéder d'abord à l'isolation complète de l'enveloppe, l'installation d'une PAC reste envisageable pour autant que certaines dispositions soient prises (voir pages 10 et 11).



Xavier Kuborn,
ingénieur-animateur
du Comité technique
'Chauffage et climatisation'

On peut aller encore plus loin en optant pour une PAC pourvue d'un **fluide frigorigène plus respectueux de l'environnement**, mais l'installation et l'entretien de ces appareils nécessitent souvent des compétences spécifiques (voir pages 14 et 15). La réglementation au sujet de ces fluides est en pleine évolution, mais nous la suivons de près pour vous informer rapidement des changements.

Il est certain que l'introduction à grande échelle des PAC contribuera à augmenter la consommation d'électricité des bâtiments. Ce problème est d'autant plus critique que cette introduction se fera en parallèle avec l'essor des véhicules électriques. Afin de gérer efficacement la demande accrue en électricité, on pourra s'appuyer sur **une régulation intelligente** permettant, entre autres, de faire fonctionner les PAC lorsque l'énergie renouvelable est disponible (voir pages 18 et 19).

Ces changements auront un impact sur les installateurs, qui seront amenés à élargir leurs compétences et/ou à travailler davantage au sein d'une équipe. Ce sujet fait l'objet de nombreuses discussions au sein des Comités techniques dédiés au chauffage et aux installations sanitaires. En tant qu'ingénieur-animateur, je ne peux que me réjouir de cet engouement.





En quoi consiste le recyclage des eaux grises ?

La distinction habituelle entre eau potable, eau non potable et eaux usées s'estompe et l'on tend désormais à considérer toutes ces eaux comme potentiellement utilisables, y compris les eaux grises. Ces dernières sont généralement disponibles en permanence et garantissent un bon équilibre entre l'offre et la demande.

L. Vos, ir.-arch., cheffe de projet, laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise
B. Bleys, ir., chef du laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise

Les eaux grises, de quoi s'agit-il et pourquoi les utiliser ?

Les eaux grises (ou ménagères) sont **les eaux évacuées par tous les appareils sanitaires, à l'exception des toilettes et des urinoirs**. Les **eaux gris foncé** désignent les eaux issues de la cuisine et du lave-linge. Enfin, les **eaux gris clair** renvoient à toutes les autres.

En raison de périodes de sécheresse récurrentes et de plus en plus longues, il devient intéressant d'envisager l'installation d'un système de traitement des eaux grises, ces dernières étant disponibles même lorsqu'il ne pleut pas. De plus, la production des eaux gris clair ne dépend pas de la surface de la toiture et, bien souvent, **elle correspond assez bien à la consommation d'eau des toilettes** (usage le plus courant des eaux grises).

Normalisation

La norme européenne NBN EN 16941-2 aborde les caractéristiques principales des différents systèmes de traitement des eaux grises, les sources potentielles de récupération de ces eaux, leurs usages éventuels et la hiérarchie des appareils sanitaires selon que ceux-ci produisent ou réutilisent les eaux usées. La norme fournit en outre des conseils en matière de conception, de dimensionnement, d'installation, d'utilisation et d'entretien des systèmes de traitement. Elle donne également des conseils concernant la qualité de l'eau requise en fonction de l'usage visé.

Système de traitement des eaux grises

Un système de traitement des eaux grises se compose de **quatre éléments principaux** :

- la collecte

- le traitement
- le stockage des eaux traitées
- la distribution.

Les dispositifs de stockage et de traitement peuvent se trouver à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment (dans le sol) et doivent disposer d'un **trop-plein**. Lorsque celui-ci est relié à l'égout, tout risque de reflux doit être écarté (voir l'article [Buildwise 2017/03.11](#)).

La figure 1 à la page suivante illustre un exemple d'installation de traitement des eaux grises.

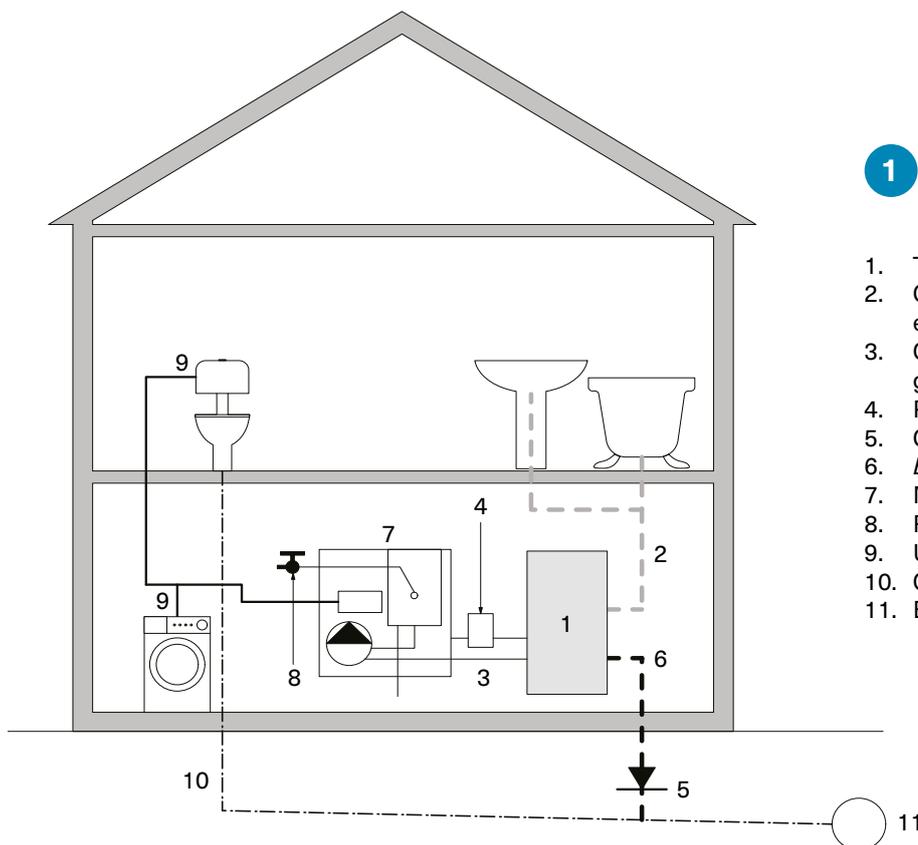
Les eaux grises traitées peuvent être utilisées de la même manière que les eaux pluviales. L'utilisation pour l'arrosage des jardins n'est toutefois pas autorisée en Région flamande. Les points d'eau distribuant des eaux grises traitées doivent clairement spécifier qu'il s'agit d'eau non potable.

En règle générale, **la durée de stockage des eaux grises non traitées doit toujours être aussi courte que possible**. Le dimensionnement du système de traitement est donc habituellement basé sur la consommation d'eau journalière. Il est dès lors préférable que les eaux grises traitées ne soient pas stockées plus de 24 heures dans le réservoir.

Types de systèmes de traitement des eaux grises

La norme NBN EN 16941-2 distingue différents types de systèmes de traitement des eaux grises, à savoir :

- **les systèmes permettant une réutilisation (presque) immédiate** sans traitement ou après avoir simplement éliminé les particules de saleté présentes à la surface ou les avoir laissées se déposer au fond du réservoir. À proprement parler, ces systèmes ne sont pas couverts par la norme, car ils ne respectent pas les exigences minimales de qualité (voir NBN EN 16941-2, annexe D)



1 Exemple de système de traitement des eaux grises.

1. Traitement des eaux grises
2. Conduite destinée à la collecte des eaux gris clair
3. Conduite de distribution des eaux gris clair traitées
4. Panneau de contrôle
5. Clapet antiretour
6. Bypass et trop-plein
7. Module avec pompe
8. Réserve d'eau
9. Utilisation non potable
10. Conduite d'évacuation
11. Égout

- **les systèmes physico-chimiques de base** : l'eau est filtrée avant de pénétrer dans le réservoir, où des désinfectants chimiques, tels que le chlore ou le brome, empêcheront le développement de bactéries. Les filtres sont disponibles avec des mailles de différentes dimensions. La meilleure technique de filtration pour les systèmes de traitement des eaux grises est l'osmose inverse, qui permet d'éliminer les plus petites particules présentes dans l'eau. Comme cette technique requiert beaucoup d'énergie et d'eau, on procédera au préalable à une ultrafiltration (filtration de particules très fines en suspension ou dissoutes dans l'eau) ou à un prétraitement chimique supplémentaire, lequel entraînera l'agglutinement des particules de saleté et facilitera leur élimination
- **les systèmes biologiques** : des bactéries aérobies ou anaérobies digèrent les matières organiques présentes dans les eaux grises stockées. Un processus de fermentation aérobie exige plus d'espace, consomme de l'oxygène et génère des quantités relativement importantes de dépôts, tandis qu'un processus de fermentation anaérobie fonctionne en l'absence d'oxygène et produit moins de dépôts (si ce n'est du biogaz)
- **les systèmes biomécaniques** sont les plus avancés des systèmes combinant traitements biologiques et physiques.

Le projet COOCK 'Waterbewust bouwen' (subsidé par VLAIO) étudie actuellement la qualité de l'eau requise en fonction de divers usages pour lesquels les eaux grises jouent un rôle important.

Dans la pratique, de nombreux systèmes de traitement des eaux grises sont des **systèmes hybrides**.

Qualité des eaux grises

Étant donné que la qualité initiale des eaux grises détermine le traitement nécessaire pour l'usage visé, le concepteur d'un système de traitement doit connaître la composition des eaux grises collectées. À cet égard, il devra tout d'abord tenir compte des **installations sanitaires raccordées** au système. Le lave-linge et les appareils que l'on retrouve en cuisine figurent au bas de la liste des installations à raccorder, tandis que la baignoire et la douche se trouvent en tête de liste. La qualité de l'eau est également fortement influencée par **le mode de vie et le comportement des utilisateurs**.

Il est recommandé de contrôler fréquemment la qualité de l'eau, hormis durant la phase de démarrage du système de traitement. En fonction des résultats obtenus sur une période plus longue, il peut être justifié de réduire le nombre de contrôles.

La norme NBN EN 16941-2 livre des conseils concernant les **paramètres de qualité** des eaux grises traitées en fonction de leur usage. Dans ce contexte, il est essentiel de distinguer les applications par pulvérisation de celles sans pulvérisation. Ces dernières sont généralement soumises à des exigences plus strictes en raison du risque de contamination par les légionelles.





Eau chaude sanitaire dans les logements collectifs : comment dimensionner le générateur de chaleur ?

Pour contrer les conséquences d'un mauvais dimensionnement d'une installation de production d'eau chaude sanitaire (ECS) dans un logement collectif, il s'avérait nécessaire de développer une méthode, voire un outil informatique, permettant de concevoir une installation efficace, économe en énergie et ne présentant aucun danger pour la santé des occupants de l'immeuble.

B. Poncelet, ir.-arch., chef de projet senior, laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise
B. Bleys, ir., chef du laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise

Jusqu'à présent, il n'existait aucune méthode unifiée et reconnue pour la conception et le dimensionnement des installations de production d'ECS en Belgique. Pourtant, les conséquences d'un mauvais dimensionnement sont importantes :

- **les installations sous-dimensionnées ne répondent pas au confort sanitaire souhaité**, un aspect auquel les utilisateurs sont très sensibles
- **les installations surdimensionnées consomment généralement plus d'énergie**, détériorent la qualité de l'eau, impliquent des coûts supplémentaires à l'investissement et entraînent un encombrement accru dans les locaux techniques.

Par conséquent, en collaboration avec l'université d'Anvers et la haute école Thomas More Kempen, Buildwise a développé une **nouvelle méthode de conception et de dimensionnement** pour la production d'ECS dans les immeubles résidentiels collectifs (immeubles à appartements) (1).

Les règles de dimensionnement définies dans cette méthode ont été déterminées pour répondre à trois enjeux fondamentaux :

- **le confort** : l'installation doit pouvoir faire face aux pics de puisage
- **l'énergie** : l'installation doit consommer le moins d'énergie possible. Pour ce faire, on pourra notamment exclure les

ballons trop volumineux, limiter les retours d'eau primaire trop chauds vers le générateur ou encore réduire les cycles de marche/arrêt courts

- **la santé** : l'eau stockée doit être régulièrement renouvelée pour éviter tout problème sanitaire. L'une des solutions consiste à opter pour une installation avec un volume d'eau restreint (2).

Courbes puissance/volume ou PV

Pour préparer l'ECS, il est courant d'utiliser des **ballons de stockage**, car ceux-ci permettent de réduire la puissance du générateur de chaleur. Le dimensionnement de la production d'eau chaude s'exprime donc tant en termes de puissance que de volume de stockage.

Pour choisir un bon couple puissance/volume, la nouvelle méthode recourt à des courbes 'puissance/volume' ou courbes PV. Cette approche graphique montre, pour différentes valeurs de puissance, le volume de stockage nécessaire pour répondre à la demande d'eau chaude.

Pour utiliser ces courbes correctement, il importe de savoir à quelle puissance et à quel volume celles-ci se réfèrent :

- la puissance indiquée est celle requise au niveau de

(1) Les résultats de ce projet sont disponibles sur <https://coock-sww.be/> (uniquement en néerlandais).

(2) À ce sujet, voir l'[Innovation Paper 31](#) publié par Buildwise ou les [Best Beschikbare Technieken dédiées aux légionelles](#) sur le site Internet du département flamand de la Santé (et donc uniquement disponibles en néerlandais).

l'échangeur de chaleur

- le volume indiqué est le volume réel du ou des ballons de stockage.

Dimensionnement en fonction de la conception hydraulique

Les recherches ont révélé que le dimensionnement d'une installation dépend de sa conception hydraulique. Les courbes PV de la nouvelle méthode conviennent donc parfaitement pour tenir compte de différentes approches de conception hydraulique :

- production instantanée
- production semi-instantanée avec ballon-échangeur (c'est-à-dire comportant un échangeur de chaleur)
- production semi-instantanée avec ballon et échangeur de chaleur externe
- production en accumulation pure.

Le réservoir de stockage peut contenir soit de l'eau sanitaire soit de l'eau technique (c'est-à-dire issue du circuit de chauffage).

Étant donné que certains autres critères de conception ont également une grande importance pour le dimensionnement, ils ont été pris en compte pour établir les courbes PV. Il peut s'agir, entre autres :

- du débit de la boucle de distribution
- de la position du retour de la boucle de distribution dans un ballon
- de la température de l'eau primaire.

Outil informatique

Pour que cette nouvelle méthode soit réellement et facilement utilisable, un outil informatique intitulé **WaterDim** a été développé. Celui-ci est entièrement gratuit et accessible sur waterdim.buildwise.be.

Cet outil permet à l'utilisateur :

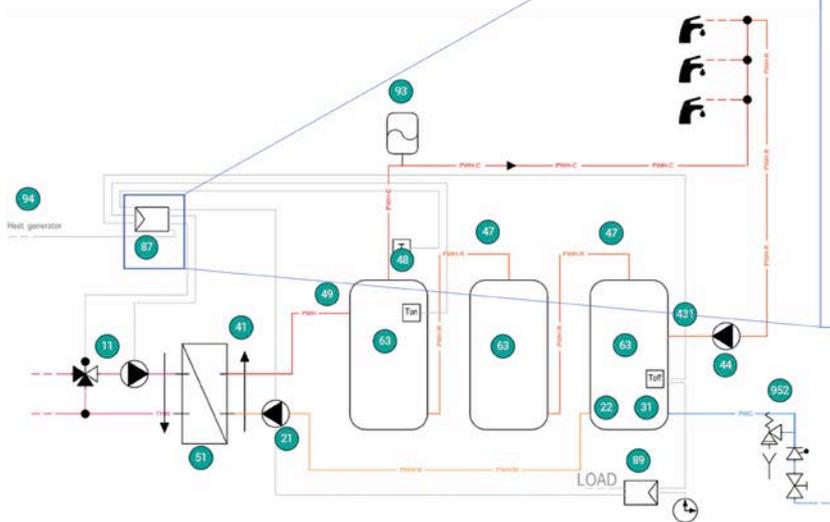
- d'encoder le nombre et le type d'appartements présents dans le bâtiment
- de décrire l'installation souhaitée en répondant à des questions simples telles que :
 - prévoyez-vous de stocker de l'eau ?
 - s'agit-il d'eau sanitaire ou d'eau technique ?
 - souhaitez-vous produire de l'ECS en accumulation pure ?
 - y aura-t-il plusieurs ballons ?

De petits textes accompagnent l'utilisateur pour qu'il puisse répondre judicieusement à ces questions. Dans la partie supérieure de l'écran, une ligne indique sa progression. Une fois toutes les données encodées, l'outil présente :

- un **récapitulatif** de toutes les données
- la **courbe PV** correspondant à la description du bâtiment et de l'installation souhaitée. Il suffit de cliquer sur n'importe quel point de la courbe pour connaître le couple puissance/volume relatif à ce point
- un **schéma hydraulique détaillé** de l'installation envisagée. Ce schéma est 'dynamique' : quand le concepteur clique sur le numéro d'un élément de l'installation hydraulique, une fenêtre apparaît avec des informations complémentaires (voir ci-dessous), telles qu'une proposition de conception alternative à l'approche de base ou des conseils sur le dimensionnement de certains équipements.



1 Exemple de schéma hydraulique créé à l'aide de l'outil informatique WaterDim.

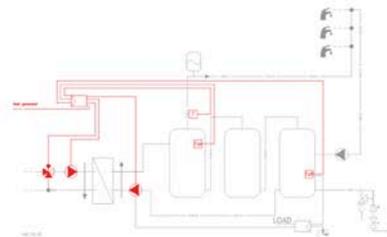


87 - Régulation pour la production semi-instantanée d'eau chaude au moyen de ballons d'eau chaude sanitaire connectés en série et d'un échangeur externe (T33)

Le principe de régulation de charge de plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire raccordés en série est identique à celui d'un seul ballon pour une production semi-instantanée avec ballon d'eau chaude sanitaire et échangeur extérieur ; voir note 82.

Il est recommandé que la sonde de température qui commande la charge soit placée dans le ballon le plus proche de l'échangeur, tandis que la sonde qui commande l'arrêt de la charge soit placée dans le ballon sur lequel l'eau froide est raccordée.

Ce type de connexion et de régulation garantit une stratification correcte lors du chargement et du déchargement des ballons d'eau chaude sanitaire.



Existe-t-il un risque de développement de légionelles dans les échangeurs de chaleur sanitaires ?

Le développement de légionelles dans les installations sanitaires est généralement considéré comme un problème lié au stockage. De récentes recherches ont toutefois démontré que ce phénomène concernait également les dispositifs de production d'eau chaude instantanée à basse température. Une température de production de 60 °C s'avère beaucoup plus sûre, même pour les échangeurs de chaleur sanitaires.

B. Bleys, ir., chef du laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise
L. Vos, ir.-arch., cheffe de projet, laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise
K. Dinne, ing., cheffe du laboratoire 'Microbiologie et microparticules', Buildwise

Étude réalisée chez Buildwise

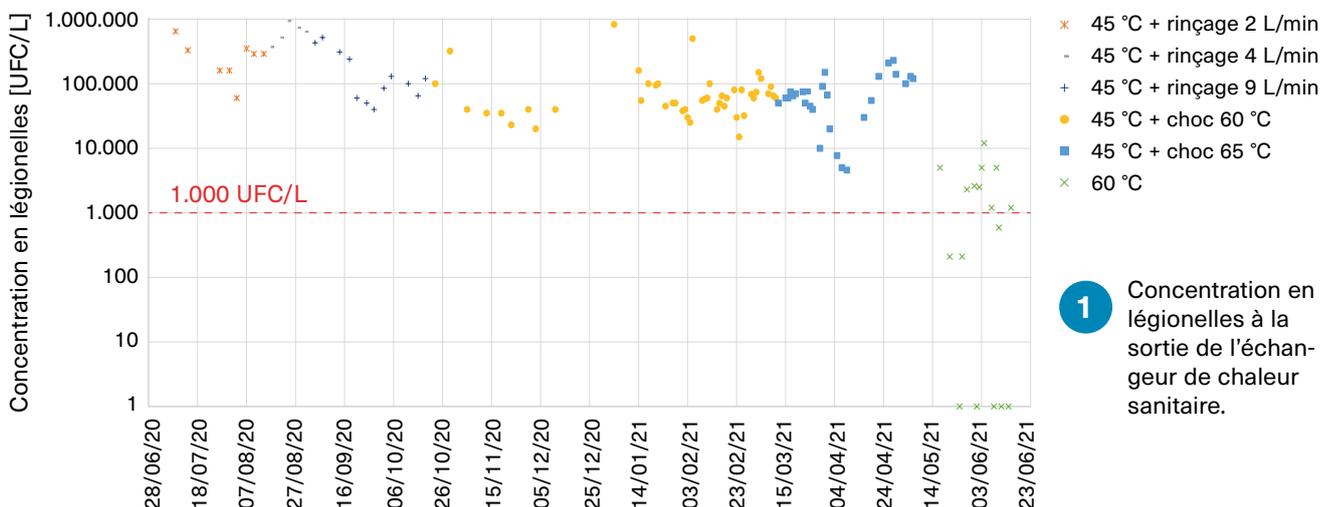
Le développement de légionelles dans les systèmes d'eau chaude sanitaire (ECS) est souvent considéré comme un **problème lié au stockage**, car le fond des ballons de chauffage est connu pour être une zone à risque pour la prolifération de cette bactérie. Si un **biofilm** se forme dans un échangeur de chaleur sanitaire à l'arrêt, on s'imagine bien souvent qu'il finira par disparaître, emporté par le débit élevé de l'eau lorsque l'installation sera remise en route.

Buildwise a cherché à savoir si le problème serait uniquement lié au stockage et si le biofilm pourrait être éliminé automatiquement par rinçage. Étant donné qu'il est de plus en plus important de réduire la consommation énergétique pour la production d'ECS, mais qu'il faut également veiller à garantir le niveau de confort souhaité par les occupants, nous avons concentré notre étude sur un **chauffe-eau instantané avec une température de production d'eau chaude de 45 °C**. Les résultats obtenus valent aussi pour les réseaux de chaleur et les systèmes 'combilus' à basse température.

Dispositif d'essai

Pour déterminer les mesures spécifiques qui permettront de prévenir le développement de légionelles lors de la production d'eau chaude instantanée à basse température, le dispositif d'essai suivant a été construit :

- une chaudière électrique et un petit échangeur de chaleur à plaques d'une capacité de 112 millilitres ont été utilisés pour la production d'eau chaude
- des bactéries de légionelle ont été cultivées dans un réservoir d'eau séparé. Elles ont ensuite été utilisées pour la contamination initiale de l'échangeur de chaleur (approche du pire scénario). Une fois le biofilm formé, le dispositif d'essai a été raccordé à un nouveau réseau de distribution d'eau potable non contaminé. Aucune bactérie de légionelle n'a été ajoutée par la suite
- la température de production d'eau chaude dans l'échangeur de chaleur a été réglée à 45 °C et n'a plus été modifiée
- pendant toute la durée des essais, 160 litres d'eau ont été prélevés quotidiennement, en se basant sur un profil de puisage typique pour un ménage de quatre personnes, profil déterminé lors d'une précédente étude.



A Aperçu du déroulement de l'essai.

Période	Température de production d'eau chaude [°C]	Débit de rinçage [L/min]	Choc thermique		
			Température [°C]	Durée [min]	Fréquence
09/07/2020 - 14/08/2020	45	2	-	-	-
15/08/2020 - 31/08/2020	45	4	-	-	-
01/09/2020 - 21/10/2020	45	9	-	-	-
22/10/2020 - 11/11/2020	45	4	60	10	Hebdomadaire
12/11/2020 - 10/12/2020	45	4	60	30	Hebdomadaire
11/12/2020 - 27/01/2021	45	4	60	60	Hebdomadaire
28/01/2021 - 11/02/2021	45	4	60	10	Quotidienne
12/02/2021 - 24/02/2021	45	4	60	30	Quotidienne
25/02/2021 - 11/03/2021	45	4	60	60	Quotidienne
12/03/2021 - 27/04/2021 (*)	45	4	65	10	Hebdomadaire
28/04/2021 - 11/05/2021	45	4	65	30	Hebdomadaire
12/05/2021 - 15/06/2021	60	4	-	-	-

(*) À la suite d'une manipulation accidentelle, la température du choc thermique a atteint près de 80 °C pendant environ 1 minute le 26/03/2021.

Rinçage et chocs thermiques

Après un certain temps de fonctionnement, nous avons d'abord testé l'hypothèse de l'**élimination automatique du biofilm par rinçage**. Pour ce faire, nous avons soumis le biofilm à différents débits (2, 4 et 9 L/min), afin que sa concentration en légionelles se stabilise à un niveau inférieur à 1.000 UFC/L (unités formant colonie par litre) (*). Le laboratoire accrédité de Buildwise a déterminé les concentrations en recourant à la méthode de culture décrite dans la norme ISO 11731. Aucun des débits testés n'a pu éliminer automatiquement le biofilm (voir figure 1 à la page précédente).

L'installation a ensuite été soumise chaque semaine à des **chocs thermiques** de 10, 30 et 60 minutes à 60 °C (points jaunes à la figure 1). Ils n'ont pas permis de ramener la concentration en dessous du seuil de 1.000 UFC/L. Il en a été de même avec des chocs hebdomadaires de 10 et 30 minutes à 65 °C (carrés bleus à la figure 1). Une fois ces essais effectués, la température de production d'eau chaude a été augmentée et maintenue à 60 °C. Cette configuration a permis d'obtenir de bien meilleurs résultats, avec la plupart

(*) Le Conseil supérieur de la santé en Belgique recommande un niveau maximum de 1.000 UFC/L de bactéries de type *Legionella pneumophila* pour les établissements à haut risque (hôpitaux et maisons de repos, par exemple), afin de réduire le risque d'infection.

des valeurs se situant autour de 1.000 UFC/L et certaines concentrations étant même inférieures au seuil de détection.

Le tableau ci-dessus résume les mesures appliquées durant les essais.

Conclusion

Le développement de légionelles lors de la production d'eau chaude dans les installations sanitaires concerne non seulement les ballons de chauffage, mais aussi les chauffe-eau instantanés à basse température. Lorsque la température de production d'eau chaude est maintenue à 45 °C, il ne sera pas possible d'éliminer un éventuel biofilm en faisant couler de l'eau. Les chocs thermiques à 60 °C et 65 °C se sont également avérés inefficaces pour ramener les concentrations en légionelles à un niveau stable et inférieur à 1.000 UFC/L.

De meilleurs résultats ont été obtenus lorsque la **température de production a été maintenue à 60 °C**. Cette température, recommandée par les BBT (*Best Beschikbare Technieken 'Legionella'*, à savoir les meilleurs techniques disponibles en matière de légionelles), semble donc s'appliquer également aux échangeurs de chaleur sanitaires. 

Cette étude a été menée dans le cadre du projet TETRA 'Kwalitatieve Warmtenetten' subsidié par VLAIO.

Installer une pompe à chaleur dans le cadre d'une rénovation : défis et étapes clés

Les pompes à chaleur (PAC) ont fortement évolué ces dernières années : leurs performances s'améliorent, leur prix diminue et de nombreux modèles peuvent désormais fonctionner à plus haute température. Dans le cadre d'une rénovation, il deviendra donc de plus en plus courant de remplacer une chaudière existante par une PAC. Mais pour maximiser les performances de cette dernière et faire plus d'économies, quelques étapes clés sont à suivre attentivement.

S. Caillou, dr. ir., chef du laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise
S. Verheyleweghen, ir., chercheuse, laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise
P. Van den Bossche, ing. lic., chef de projet principal, division 'Installations intelligentes et durables', Buildwise
X. Kuborn, ir., chef de projet senior, laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise
J. Van der Veken, ir., chef de projet senior, laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise

La transition énergétique est en marche ! Les défis sont considérables en matière de rénovation, tant pour améliorer les performances de l'enveloppe des bâtiments (isolation et étanchéité à l'air) que pour rénover le système de chauffage en suivant la voie de la **décarbonation**.

Rôle des pompes à chaleur

Les PAC électriques, parmi d'autres solutions, ont un rôle important à jouer dans cette décarbonation puisqu'elles utilisent l'énergie de manière très efficace. Aujourd'hui, un **coefficient de performance saisonnier** de 4 devient courant. Un tel coefficient signifie que, durant la saison de chauffe, une PAC ayant consommé une seule unité d'énergie électrique délivre en moyenne quatre unités d'énergie thermique dans le bâtiment.

L'efficacité d'une PAC n'est toutefois pas constante. Elle dépend effectivement de l'**écart de température** entre sa source froide (air extérieur dans le cas d'une PAC air-eau, par exemple) et sa source chaude, c'est-à-dire le circuit de chauffage central. C'est une spécificité par rapport aux chaudières, dont l'efficacité s'avère relativement constante.

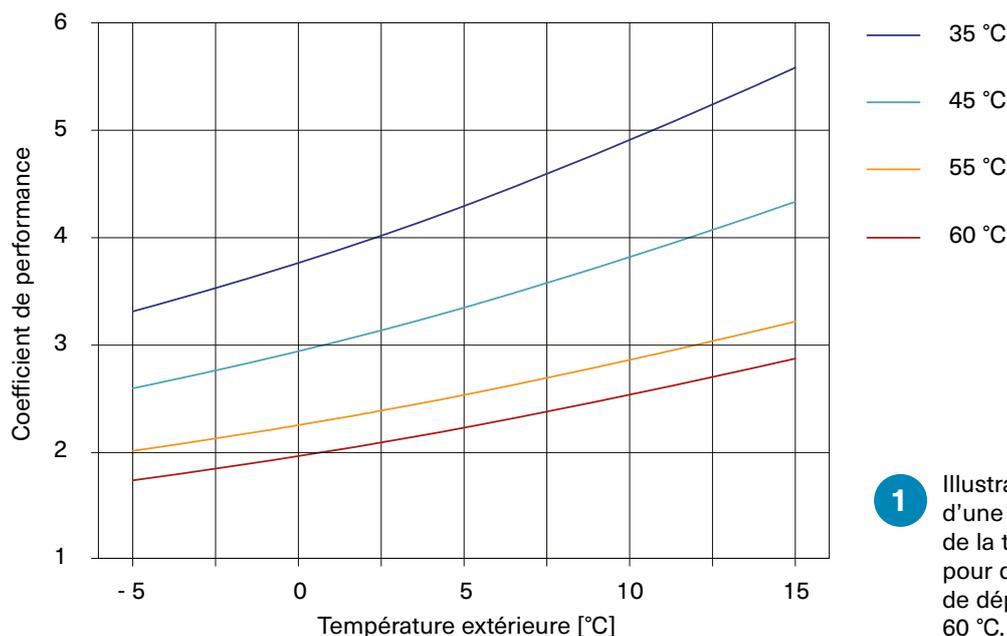
D'une part, il se trouve qu'une PAC air-eau perd de son efficacité à mesure que la température de l'air extérieur diminue. Comme le montre le graphique à la page suivante, lorsque le régime de température du circuit de chauffage est de 45/35 °C, par exemple, le **coefficient de performance** peut ainsi passer de 4 à 3 si la température extérieure passe de 12 °C à 0 °C.

D'autre part, l'efficacité d'une PAC sera toujours meilleure à un **régime le plus bas possible**. C'est pourquoi on utilise souvent une PAC avec un système de chauffage par le sol, lequel fonctionne à très basse température. Elle peut cependant fonctionner à plus haute température, à un régime de 45/35 °C, par exemple, avec des radiateurs ou des ventilo-convecteurs, voire à un régime de 55/45 °C si le modèle le permet. En revanche, cette augmentation de régime entraîne toujours une diminution des performances (voir le graphique).

Remplacer une chaudière existante par une pompe à chaleur

En rénovation, remplacer une chaudière par une PAC n'est pas nécessairement une opération immédiate et évidente. On entend souvent dire que l'installation d'une PAC n'est possible que dans un bâtiment (très) bien isolé. Même s'il existe un lien étroit entre les performances de l'enveloppe et la possibilité d'installer une PAC, la situation s'avère cependant plus complexe.

Sur le marché résidentiel, il existe des PAC de différentes puissances, de l'ordre de 6 à 12 kW. La puissance disponible ne constitue donc pas un problème pour la plupart des maisons de taille moyenne avec un minimum d'isolation. En outre, de plus en plus de PAC sont capables de délivrer leur chaleur à plus haute température (à plus de 65 °C, par exemple). Ce régime de température se rapproche de celui des chaudières existantes et un simple remplacement de l'une par l'autre peut sembler réalisable. Les propriétés



1 Illustration des performances d'une PAC air-eau en fonction de la température extérieure et pour différentes températures de départ comprises entre 35 et 60 °C.

intrinsèques des PAC restent néanmoins les mêmes. Leur efficacité et leur rentabilité seront toujours nettement meilleures à plus basse température.

Le défi principal que pose l'installation d'une PAC lors d'une rénovation réside plutôt au niveau du **système d'émission de chaleur**. En effet, les radiateurs existants ont été dimensionnés pour un régime de température plus élevé (80/60 °C, par exemple) et facilement atteignable par la chaudière d'origine. Il est possible de faire fonctionner ces radiateurs à un régime plus faible dans le but de maximiser les performances d'une PAC, mais ils ne pourront délivrer qu'une puissance de chauffe bien plus faible. Pour la plupart des radiateurs, la puissance est ainsi divisée par environ 3,3 lorsque le régime passe de 80/60 °C à 45/35 °C. De manière générale, c'est donc bien le système d'émission de chaleur existant qui fait obstacle au remplacement d'une chaudière par une PAC.

Par conséquent, la priorité est d'améliorer la performance de l'enveloppe du bâtiment, par exemple en y ajoutant de l'isolation. Cela entraîne une diminution immédiate de la demande d'énergie et le système d'émission de chaleur existant peut ainsi fonctionner à des températures plus basses, ce qui améliore les perspectives pour la PAC.

Il arrive parfois qu'un chauffagiste soit amené à intervenir sur le système de chauffage en dehors du cadre d'une rénovation globale. Selon les cas, l'installation d'une PAC pourrait être envisagée. Il est peut-être également facile d'isoler certaines parois pour diminuer les besoins en puissance. Le système d'émission peut aussi être complété par des radiateurs plus grands ou des ventilo-convecteurs. Enfin, il est possible d'utiliser temporairement des concepts

de chauffage hybride, qui combinent une PAC à un autre générateur de chaleur, afin de profiter de l'efficacité d'une PAC dès aujourd'hui et de fonctionner avec la PAC seule après rénovation complète.

Les questions importantes à se poser

Qu'il s'agisse d'une rénovation importante, du remplacement d'un générateur de chaleur en panne ou d'autres interventions sur le système de chauffage, il est essentiel de considérer une transition vers des systèmes décarbonés, tels que les PAC. Il convient dès lors de pouvoir répondre à un certain nombre de questions :

- faut-il privilégier une rénovation globale simultanée de l'enveloppe du bâtiment et du système de chauffage ?
- l'enveloppe actuelle est-elle suffisamment performante ? Peut-on l'améliorer à court terme pour diminuer les besoins et trouver une meilleure adéquation avec le système d'émission à basse température ?
- un chauffage par le sol est-il déjà présent ? Sinon, peut-on envisager d'installer un tel système de chauffage ?
- les radiateurs existants (ou autres systèmes d'émission) sont-ils en bon état et réutilisables ? Permettent-ils de couvrir à eux seuls les besoins à basse température ? Sinon, comment améliorer le système d'émission ?
- la chaudière est-elle encore fonctionnelle pour quelques années ? Peut-on, par exemple, l'intégrer avec une PAC dans un système de chauffage hybride ?

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet Living Labs Brussels Retrofit, subsidié par Innoviris, la Région de Bruxelles-Capitale et le FEDER (Fonds européen de développement régional).

Comment calculer la puissance combinée pour le chauffage et la production d'ECS ?

Pour dimensionner les installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire (ECS), il est essentiel de déterminer la puissance nécessaire des deux installations. Si une pompe à chaleur (PAC) assure à elle seule le chauffage et la production d'ECS, il convient de calculer la puissance combinée. Voyons comment procéder !

P. Van den Bossche, ing. lic., chef de projet principal, division 'Installations intelligentes et solutions durables', Buildwise
B. Poncelet, ir.-arch., chef de projet, laboratoire 'Techniques de l'eau', Buildwise

Charge thermique liée au chauffage

Pour le chauffage, il y a lieu de considérer **la puissance du générateur au niveau du bâtiment** ($P_{HL,build}$). Si les prescriptions de la norme NBN EN 12831-1 sont respectées, il ne faut pas comptabiliser la puissance supplémentaire de préchauffage, souvent prévue pour certains locaux (salle de bain ou bureau, par exemple; voir l'article [Buildwise 2021/02.09](#)).

On déterminera la puissance nécessaire en tenant compte également :

- de **l'émission de chaleur vers le bas des systèmes de chauffage par le sol intégrés dans un plancher délimitant le volume protégé**, celle-ci étant bel et bien fournie par la PAC. Pour calculer ce type d'émission, on se référera à la [Méthode de dimensionnement 18](#) et à l'[outil de calcul de la charge thermique](#)
- des **déperditions dues aux conduites ou aux ballons de stockage situés en dehors du volume protégé**. Si ces éléments se trouvent à l'intérieur du volume protégé, il n'est pas nécessaire de les prendre en considération.

Charge thermique liée à la production d'ECS

Pour définir la charge thermique liée à la production d'ECS, il faut disposer des informations suivantes (voir aussi l'article [Buildwise 2019/02.11](#)) :

- **la puissance utile nécessaire à la production d'ECS** (P_{DHW} en kW); voir les courbes PV et l'article des pages 6 et 7) en fonction du niveau de confort (standard ou de luxe) et de la température de stockage (60 °C, ou 50 °C, mais, dans ce cas, il convient d'augmenter régulièrement la température pour contrer les problèmes liés au développement de légionelles, éventuellement à l'aide d'une résistance électrique)
- **le volume utile nécessaire du ballon** (V_{utile})
- **la puissance journalière maximale pour la production d'ECS** ($P_{DHW,day,max}$ en kW). Il s'agit de la puissance continue dont on aurait besoin pour couvrir la consommation journalière maximale d'eau chaude (la consommation d'ECS varie d'un jour à l'autre, avec des valeurs pouvant être 3 à 4 fois supérieures à la consommation moyenne).

Puissance combinée

Dans le cas d'une production semi-instantanée d'ECS, la puissance combinée de la PAC (P_{gen}) est déterminée au moyen de la formule suivante :

$$P_{gen} = \max (P_{DHW} ; (P_{HL,build} + P_{DHW,day,max})).$$

Cette formule ne s'applique qu'aux installations présentes dans les habitations unifamiliales équipées d'une PAC, avec priorité donnée à l'ECS et sans boucle d'ECS.

Sélection d'un appareil dans la pratique

Sur la base des puissances déterminées ci-dessus, le concepteur peut choisir **la PAC et le ballon**. Le volume réel du ballon sera environ deux fois supérieur à celui du volume utile en supposant que la sonde de température se trouve en son milieu.

Les appareils vendus sur le marché ne sont disponibles que dans certaines gammes de puissance (par exemple : 5 kW, 8,5 kW ou 12,5 kW pour les PAC). En général, le dispositif choisi sera donc surdimensionné par rapport à la puissance ou au volume requis.

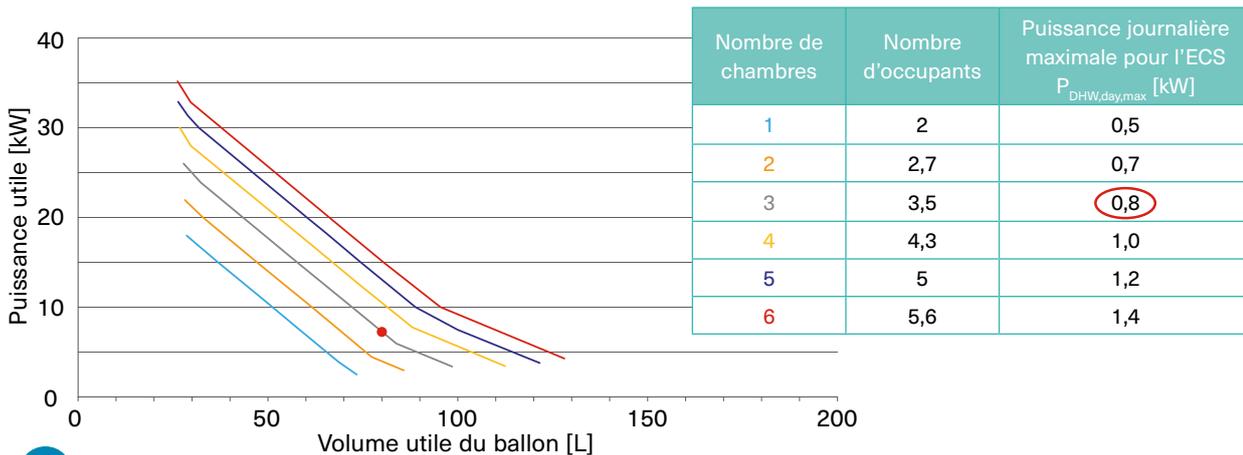
Il faut également tenir compte du fait :

- **qu'il n'est pas possible de chauffer l'habitation pendant la charge du ballon**. Pour des raisons de confort, cette étape ne peut donc pas durer trop longtemps. Opter pour une PAC plus puissante et un ballon plus petit (selon la courbe PV) permet de réduire le temps de charge
- **qu'il faut s'assurer que l'échangeur de chaleur dans le ballon puisse délivrer la puissance aux températures de régime de la PAC**
- **que la puissance d'une PAC dépend du régime de température** : à des températures cibles plus élevées, la puissance diminue. Dès lors, la puissance disponible pour la production d'ECS est généralement inférieure à celle disponible pour le chauffage.

Exemple

Considérons une maison composée de trois chambres à coucher et équipée d'un système de production d'ECS standard. La puissance nécessaire ($P_{HL,buid}$) pour le chauffage est de **7,8 kW** (pour une température extérieure de dimensionnement de -7 °C), en tenant compte de pertes supplémentaires du chauffage par le sol vers la terre. Aucune puissance de préchauffage ou perte de distribution ne sont à signaler. La température de départ de dimensionnement est de 40 °C . Nous optons pour une PAC air-eau pour le chauffage et pour la production d'ECS, en mode prioritaire, avec un ballon à 60 °C et un temps de charge maximal de 2 heures.

Sur la base des courbes PV et du tableau associé (voir figure 1), la **puissance journalière maximale** s'élève à **0,8 kW**.



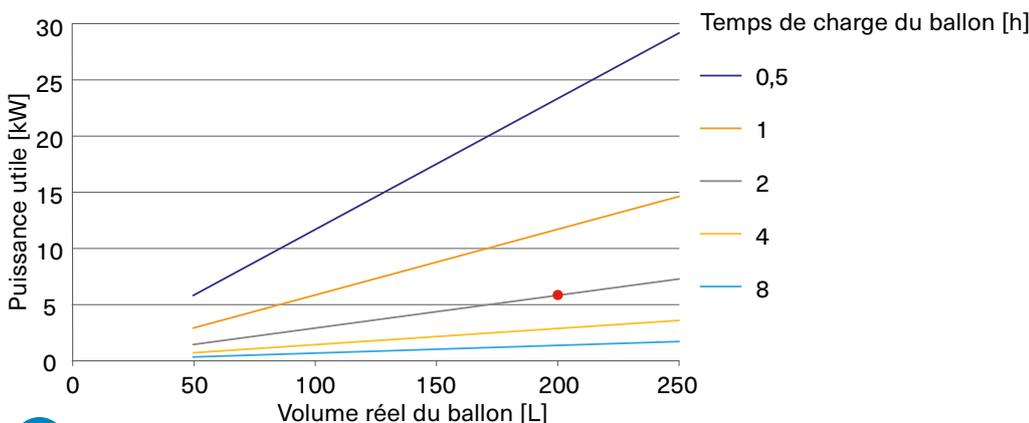
1 Courbes PV pour une installation standard et une température de stockage de 60 °C .

La **puissance combinée** est (hypothèse préliminaire) $P_{gen} = 7,8 + 0,8 = 8,6\text{ kW}$. Nous choisissons une **PAC** d'une puissance de (sur la base des spécifications) :

- 9,2 kW avec un régime de chauffage de $-7 / 40\text{ °C}$
- 7,4 kW avec un régime de production d'ECS de $-7 / 65\text{ °C}$ (écart de 5 °C à travers l'échangeur de chaleur).

Selon la courbe PV, le volume utile d'un **ballon**, pour une puissance de 7,4 kW et trois chambres, est de 80 L. Le volume réel est donc d'au moins $2 \times 80\text{ L} = 160\text{ L}$. Nous choisissons un ballon de 200 L et vérifions :

- la capacité de l'échangeur de chaleur dans le ballon en fonction de ses spécifications
- le temps de charge du ballon. Sur la base de la courbe de la figure 2 ci-dessous, un ballon ayant un volume réel de 200 L et un temps de charge de 2 heures nécessite une puissance d'au moins 6 kW. Par conséquent, une puissance disponible de 7,4 kW convient parfaitement.



2 Puissance requise en fonction du temps de charge du ballon à une température de stockage de 60 °C .

La conception conduit ainsi à la sélection d'une PAC assurant tant le chauffage que la production d'ECS et à la sélection d'un ballon répondant aux exigences en matière de confort pour l'ECS et de temps de charge maximum. Toutefois, dans certains cas, il n'est pas possible de combiner le chauffage et la production d'ECS par une seule et même PAC. Il peut alors être envisagé de séparer les deux fonctions et d'utiliser deux générateurs de chaleur différents.

Fluides frigorigènes dans les pompes à chaleur résidentielles : qu'est-ce qui va changer ?

Les pompes à chaleur (PAC) sont essentielles pour améliorer l'efficacité énergétique du système de chauffage et pour réduire ses émissions de CO₂. Des discussions sont toutefois en cours au niveau européen pour renforcer la réglementation F-Gaz, ce qui pourrait avoir un énorme impact sur les fluides frigorigènes utilisés dans les PAC et les climatiseurs. Cet article est consacré aux réfrigérants des (petites) installations de chauffage résidentiel ainsi qu'aux conséquences éventuelles de cette évolution de la législation pour l'installateur.

J. Van der Veken, ir., chef de projet, laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise
P. Van den Bossche, ing. lic., chef de projet principal, division 'Installations intelligentes et solutions durables', Buildwise
D. Vanneste, conseiller, Frixis (Union belge du froid et du conditionnement d'air)

Gaz F ? CFC ? HFC ? PRP ?

Les **fluorocarbures**, également appelés '**gaz fluorés**' ou '**gaz F**', sont employés depuis de très nombreuses années dans le cycle de réfrigération des PAC. Ils sont souvent non toxiques, ininflammables et présentent les propriétés physiques adéquates pour une utilisation efficace dans un cycle thermodynamique, qu'il s'agisse de refroidissement ou de chauffage. Les plus connus de ces gaz sont les **chloro-fluorocarbures** ou **CFC**. Ils sont cependant interdits depuis quelque temps déjà en raison de leur impact sur la couche d'ozone. Leurs successeurs, les **hydrofluorocarbures** ou **HFC**, n'affectent pas directement la couche d'ozone, mais sont malgré tout de puissants gaz à effet de serre.

L'impact de ces substances sur le réchauffement climatique est exprimé par le **potentiel de réchauffement planétaire** ou **PRP** (ou **PRG** pour **potentiel de réchauffement global**, voire **GWP** pour **Global Warming Potential**). Il s'agit d'un indice que l'on obtient en comparant l'impact des gaz F à celui d'une molécule de CO₂ (typiquement sur une période de 100 ans). Ainsi, le fluide frigorigène le plus répandu, à savoir le R410a, a un PRP de 2.088. Il s'avère donc plus de 2.000 fois plus nocif que le CO₂. Par contre, le R32 a un PRP de 675, ce qui signifie qu'en cas de fuite, il contribuera moins au réchauffement de la planète que le R410a.

Impact de l'évolution de la réglementation

La réglementation F-Gaz actuelle incite les producteurs de fluides frigorigènes à réduire progressivement la production de ceux ayant un PRP élevé. On trouve dès lors sur le marché

des réfrigérants avec un PRP plus faible et des PAC qui en contiennent moins.

Il est fort probable que les réfrigérants dont le PRP est supérieur à 750 (parmi lesquels on retrouve le R410a) seront interdits à court terme. Cette interdiction aura un impact sur les nouvelles PAC, mais aussi sur la disponibilité et le prix des réfrigérants eux-mêmes, puisque le seul moyen pour en obtenir consistera à les récupérer dans les appareils hors d'usage et de les régénérer. Par conséquent, la réparation d'une PAC fonctionnant avec ce type de produit sera beaucoup plus coûteuse.

Les discussions relatives au renforcement de la réglementation F-Gaz sont toujours en cours, mais il semble que nous nous dirigeons vers une élimination complète des gaz F d'ici 2050 au plus tard. À moyen terme, il nous faudra ainsi revenir à des **fluides frigorigènes naturels** tels que le propane (R290), le butane (R600), le CO₂ (R744) ou l'ammoniac (R717). Ces substances ont un PRP très faible (entre 0 et 4), mais sont soit très inflammables (propane, butane), soit très toxiques (ammoniac) et/ou moins appropriées pour chauffer efficacement une habitation (CO₂ et ammoniac).

Les fluides frigorigènes et leurs limites

Le propane (R290) est souvent choisi comme réfrigérant (avec le R32 comme solution intermédiaire) pour les PAC air-eau, lesquelles s'avèrent dès lors plus efficaces et permettent d'atteindre des températures de départ plus élevées, ce qui les rend également plus adaptées pour une application dans le cadre d'une rénovation. Malheu-

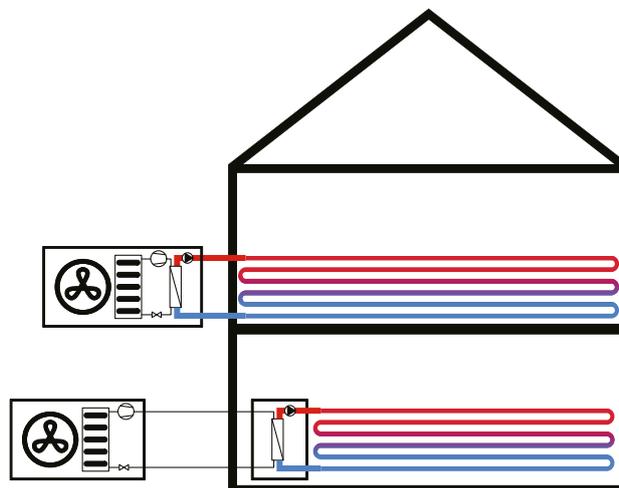
reusement, l'utilisation du propane impose des règles de sécurité bien plus strictes.

Le **R410a** est un HFC répondant à la classe de sécurité A1 : il est non toxique et ininflammable. Si l'on applique les critères de sécurité de la norme NBN EN 378-1 à une PAC *split* classique (c'est-à-dire une PAC composée d'une unité intérieure et d'une unité extérieure entre lesquelles circule le fluide frigorigène; voir figure 1) fonctionnant avec ce type de gaz, le local où se trouve l'unité intérieure n'est soumis à aucune règle. Le **R32** est légèrement inflammable et relève quant à lui de la classe de sécurité A2L, ce qui entraîne des restrictions. La norme de produit NBN IEC 60335-2-40 supprime les règles les plus strictes, pour autant que moins de 1,84 kg de R32 soit utilisé. Par ailleurs, les restrictions définies par la norme NBN EN 378-1+A1 peuvent être assouplies si des mesures de sécurité supplémentaires sont appliquées (détection des fuites, par exemple). Il importe de suivre attentivement les instructions du fabricant lors de l'installation de la PAC.

Le **R290** (propane) est hautement inflammable et relève, par conséquent, de la classe de sécurité A3. La règle générale décrite dans la norme NBN EN 378-1 stipule que seuls 150 g de R290 sont autorisés dans un (petit) local. Bien que cette quantité soit suffisante pour une PAC moderne, elle ne l'est pas pour une PAC air-eau de 10 kW.

Une nouvelle normalisation concernant l'utilisation des réfrigérants naturels est en préparation. La limite stricte de 150 g pourrait augmenter considérablement. En attendant, il est possible d'opter pour un **système monobloc** (c'est-à-dire une PAC regroupant l'ensemble du cycle thermodynamique et le fluide frigorigène en une seule unité; voir figure 1) installé à l'extérieur.

Toutefois, des restrictions en matière de sécurité peuvent aussi s'appliquer à l'extérieur. Ainsi, il faut généralement éviter que des gaz inflammables plus lourds que l'air ne s'accumulent en un endroit et n'entraînent des risques d'explosion ou d'intoxication. Il convient dès lors d'éviter



1 Représentation schématique d'un système monobloc (au-dessus) et d'un système *split* (en-dessous).

d'installer le système monobloc à proximité de structures enterrées ou d'une partie du jardin située en contrebas.

En revanche, un système monobloc présente l'avantage de ne pas devoir être installé par un technicien frigoriste certifié, contrairement à un système *split*. Pour les interventions sur la partie frigorifique elle-même, il est néanmoins toujours conseillé de faire appel à un tel technicien.

Enfin, des législations régionales en matière d'environnement imposent des exigences supplémentaires en ce qui concerne le contrôle annuel des systèmes contenant plus de 5 t CO₂-eq de fluide frigorigène. Le tableau A indique que c'est souvent le cas des anciennes PAC fonctionnant au R410a, mais que la plupart des systèmes modernes ne sont pas concernés par cette mesure.

Cet article a été rédigé en collaboration avec Frixis vzw (www.frixis.be) dans le cadre de l'Antenne Normes 'Isolation et installations thermiques du bâtiment'.

A Comparaison de l'applicabilité des différents fluides frigorigènes.

Critère	Fluide frigorigène		
	R410a (<i>split</i>)	R32 (<i>split</i>)	R290 (monobloc à l'extérieur)
Classe de sécurité	A1	A2L	A3
PRP_100 [kg CO₂-eq/kg]	2.088	675	3
Masse du fluide frigorigène [kg]	4,2	1,83	2
PRP_total [kg CO₂-eq]	8.800	1.200	6
Recours obligatoire à un technicien frigoriste certifiée	pour l'installation	Oui	Oui
	pour intervenir sur la boucle de refroidissement	Oui	Oui
Contrôle annuel obligatoire de la présence de fuites	Oui	Non	Non



Impact des installations techniques : une nouvelle évolution pour TOTEM

Calculer l'impact environnemental des installations techniques ? Déterminer comment elles influencent elles-mêmes l'impact lié à la consommation énergétique totale des bâtiments ? C'est désormais possible en intégrant les installations techniques dans TOTEM, l'outil belge permettant d'évaluer l'impact environnemental des bâtiments.

É. Douguet, ir., chercheur, laboratoire 'Performance environnementale', Buildwise
L. Wastiels, dr. ir.-arch., cheffe du laboratoire 'Performance environnementale', Buildwise

Les analyses montrent que, d'un point de vue environnemental, il est préférable d'améliorer l'isolation que de remplacer les installations techniques. Pourtant, ces analyses indiquent aussi qu'une pompe à chaleur (PAC) soigneusement choisie et associée à un système de ventilation double flux permet de réduire l'impact environnemental d'un bâtiment neuf ou rénové.

Installations techniques et consommation énergétique des bâtiments : des impacts indissociables

TOTEM (www.totem-building.be) peut dorénavant être utilisé pour évaluer l'impact environnemental d'un bâtiment en tenant compte de ses installations techniques. Nous avons dès lors soumis un bâtiment neuf correctement isolé, en l'occurrence une maison mitoyenne unifamiliale de 175,6 m², à deux scénarios (voir les scénarios 1 et 2 de la figure à la page suivante) :

- pour le premier scénario, impliquant **une chaudière à gaz et une ventilation mécanique de type C sans récupération de chaleur**, l'impact des matériaux associés à l'installation technique est égal à 5 % de l'impact des matériaux constitutifs du bâtiment
- pour le deuxième scénario, impliquant **une PAC associée à une ventilation double flux**, ce pourcentage s'élève cette fois à 17 %.

L'impact total de l'habitation équipée d'une PAC est néanmoins plus faible, car **l'augmentation de l'impact des matériaux (de 5 % à 17 %) est compensée par la diminution de l'impact lié à la consommation énergétique.**

Afin de maximiser les bénéfices dus à la réduction de l'impact énergétique, cette augmentation de l'impact des matériaux doit cependant être contenue et, si possible, optimisée. Or, une PAC est responsable à elle seule de 85 % de l'impact des matériaux associés aux installations techniques. Il est donc crucial de la sélectionner judicieusement.

Choix de la pompe à chaleur

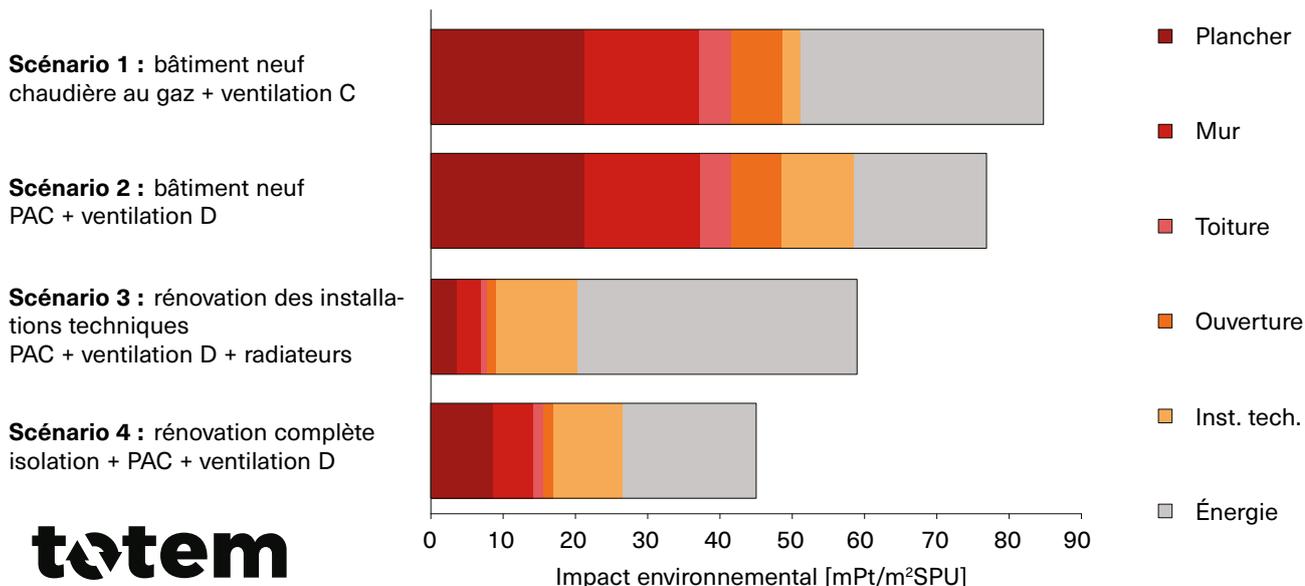
Le choix d'une PAC se fait en priorité sur la base de ses performances techniques et fonctionnelles. À performances égales, deux critères ayant un impact de taille sur la performance environnementale sont à considérer :

- le poids de la machine
- le réfrigérant utilisé.

Le **poids de la machine** est très variable. Certains modèles peuvent peser plusieurs centaines de kilos. Étant donné qu'une machine 'légère' nécessite moins de matériaux, l'impact lié à sa fabrication sera moindre. De plus, sachant qu'il faut généralement prévoir deux remplacements de la PAC sur la durée de vie du bâtiment, la réduction d'impact associée sera d'autant plus importante.

Le **type de réfrigérant** utilisé a, lui aussi, une forte incidence sur la performance environnementale (voir l'article des pages 14 et 15). En effet, la propagation dans l'atmosphère de certains gaz à la suite d'une fuite durant les phases d'utilisation et de fin de vie a un impact considérable sur le changement climatique (1). À titre d'exemple, pour 5 kg de réfrigérant R134a utilisé dans une PAC avec un taux de fuite de 2 % par an, ce sont 6 kg de gaz qui seront émis sur la durée de vie du bâtiment, soit un total de 8.580 kg CO₂eq. Utiliser

(1) Attention : pour l'instant, l'outil TOTEM ne tient pas compte des fuites en phase de fin de vie de l'installation.



1 Impact environnemental d'une maison mitoyenne unifamiliale de 175,6 m², neuve ou rénovée, sur l'ensemble de son cycle de vie pour divers scénarios (résultats selon TOTEM version 3.0.4 - NBN EN 15978).

une PAC avec du propane R290, par exemple, permettrait de réduire les émissions à 18 kg CO₂eq sur la durée de vie du bâtiment (2). Pour les gaz ayant un impact considérable sur le réchauffement climatique, d'autres solutions permettent de diminuer les émissions de gaz à effet de serre :

- à performances égales et pour un même type de gaz, il est préférable de choisir une installation avec une quantité de gaz réduite
- s'assurer que les pertes associées aux fuites de réfrigérant sont minimales lors de l'utilisation et la fin de vie du système.

Priorité à l'isolation

Pour réduire l'impact environnemental d'un bâtiment non isolé, faut-il privilégier le remplacement des installations techniques ou la mise en œuvre d'une isolation ? TOTEM peut désormais aider l'utilisateur à se faire une idée sur la question.

Reprenons notre bâtiment type de 175,6 m² et appliquons-y deux scénarios de rénovation, à savoir les scénarios 3 et 4 illustrés par la figure ci-dessus :

- le remplacement de l'installation technique plutôt que la mise en œuvre d'une isolation
- la rénovation complète du bâtiment.

Le scénario 3 prévoit l'installation d'une PAC et d'une ventilation double flux. Certes, l'impact environnemental

lié à la consommation énergétique est plus grand que si l'on opte pour l'isolation du bâtiment, mais il est moindre que si l'on conserve la chaudière à gaz et la ventilation mécanique d'origine dans un bâtiment non isolé (cas initial non représenté à la figure 1). Les installations techniques doivent toutefois être surdimensionnées (demande énergétique plus forte) par rapport à des installations similaires qui seraient installées dans un bâtiment identique, mais isolé. À cela s'ajoute le fait que la mise en œuvre d'une PAC entraîne des modifications de l'installation existante. Le régime basse température spécifique aux PAC impose notamment des surfaces de radiateurs plus importantes pour remplir les besoins en chauffage. L'impact environnemental des installations s'en trouve dès lors directement augmenté.

Le scénario 4 correspond à une **rénovation complète de l'habitation** (isolation des parois extérieures, PAC et ventilation double flux). Malgré un impact associé aux matériaux plus important que pour le scénario 3, l'impact environnemental total est plus faible. Isoler est donc une stratégie à privilégier pour réduire l'impact environnemental du bâtiment.

Finalement, au-delà du choix entre isolation et installations techniques, la mise en œuvre d'une PAC en rénovation soulève plusieurs défis (voir l'article des pages 10 et 11) et d'autres solutions pourraient contribuer à réduire progressivement l'impact environnemental des bâtiments (chauffage hybride, isolation partielle de l'enveloppe, ...).

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Impact environnemental et économie circulaire', subsidiée par le SPF Économie, et de la Guidance technologique C-Tech, subsidiée par Innoviris.

(2) Une réglementation prévoyant l'interdiction de certains types de réfrigérants est en développement.



Régulation intelligente et pompes à chaleur : un duo prometteur

Les pompes à chaleur (PAC) disposent de nombreux atouts pour encourager l'élimination progressive des combustibles fossiles et la transition vers un système énergétique électrifié. Elles offrent un rendement élevé, mais aussi de nombreuses possibilités d'interaction avec les panneaux solaires et les autres appareils électriques. Contrôler et optimiser le fonctionnement des PAC grâce à une régulation intelligente est essentiel pour exploiter pleinement leur potentiel.

P. D'Herdt, ir, chef de projet principal, laboratoire 'Solutions durables et circulaires' et coordinateur PEB, Buildwise
J. Van der Veken, ir, chef de projet senior, laboratoire 'Chauffage et ventilation', Buildwise

Connecter les pompes à chaleur : une nécessité et une opportunité

Étant donné que les PAC prélèvent la chaleur présente dans leur environnement, elles sont capables de délivrer énormément de chaleur avec relativement peu d'énergie. Le coefficient de performance d'une PAC électrique est généralement compris entre 2,5 et 6. Les PAC sont néanmoins assez complexes et les coefficients atteints dépendent fortement de l'installation et des conditions réelles de fonctionnement.

La plupart des PAC sont électriques. Or, s'il est possible de produire de l'électricité de façon durable grâce à des sources d'énergie renouvelable (vent, soleil, ...), leur production est très variable. Avec l'introduction massive d'appareils électriques tels que les PAC et les véhicules électriques, concilier l'offre et la demande deviendra plus compliqué.

Il s'avère donc particulièrement important d'appliquer le principe de **flexibilité énergétique** au bâtiment ainsi qu'aux installations et aux appareils dont il est équipé (voir l'article Buildwise 2018/02.12). Cette flexibilité peut être mise en œuvre avec des appareils ménagers (lave-linge, sèche-linge, ...) et des stations de recharge pour véhicules électriques (charge différée, charge modulée, ...), mais aussi en régulant les installations techniques telles que les PAC.

Ainsi, pour réduire le pic de consommation d'électricité typiquement observé le matin, il est possible de retarder la production d'eau chaude sanitaire. Pour ce qui est du chauffage, la demande d'énergie peut être déplacée en faisant fonctionner la PAC principalement pendant la journée, c'est-à-dire lorsque les panneaux solaires pro-

duisent de l'énergie, et en la maintenant éteinte tout au long de la nuit.

Suivre le fonctionnement de la pompe à chaleur

Pour **garantir la durée de vie et l'efficacité de la PAC**, celle-ci doit être correctement réglée et rigoureusement contrôlée. Lorsqu'une PAC remplace un générateur (à combustible fossile), le risque de subir toute une série de problèmes inopinés est plus élevé. En effet, il arrive bien souvent que les autres éléments qui constituent l'installation de chauffage (tels que le système de distribution et d'émission) ne soient pas adaptés aux particularités de la PAC. Des températures d'émission plus élevées sont ainsi susceptibles de réduire son coefficient de performance. Il se peut également que la PAC se mette en marche et s'arrête plus souvent que prévu, ce qui est susceptible de nuire à l'efficacité du dispositif, mais aussi à sa durée de vie. Ce comportement peut aussi affecter les nouvelles installations et rester longtemps inaperçu. **Un suivi et une analyse de la consommation électrique de la PAC** permettent toutefois de détecter rapidement ce type d'anomalies.

Par ailleurs, contrôler **la puissance de sortie de la PAC** permet de connaître son coefficient de performance réel. Il est possible d'analyser son évolution dans le temps et de comparer la performance obtenue à celle prévue dans le projet ou à celles que peuvent atteindre des installations similaires. Ce suivi peut en outre s'avérer utile pour signaler les problèmes et intervenir à temps, notamment en réglant la température de départ ou l'écart de température dans le circuit d'émission.

Interaction optimale avec les appareils électriques

Puisque les PAC peuvent se mettre en marche, s'éteindre ou se moduler au moment le plus propice, elles peuvent **postposer la consommation énergétique** (déplacement des charges ou *load shifting*). Il importe donc de surveiller la production d'électricité et les appareils électriques les plus énergivores. Une unité de traitement intelligente, également appelée **système de management de l'énergie (ou EMS pour Energy Management System)**, peut être utilisée à cet égard (voir figure 1). Elle détermine la situation optimale en se basant sur des mesures et des conditions limites.

Une étape supplémentaire consiste à laisser l'EMS gérer les principaux appareils du bâtiment, et notamment la PAC. Pour cela, il est essentiel que cette dernière comprenne le langage de l'EMS. Il peut s'agir du protocole de communication ModBus, mais le **protocole Smart Grid Ready (ou SG Ready)** est une alternative relativement récente et plus simple. De plus en plus de fabricants de PAC connaissent ce protocole et l'intègrent dans leurs appareils.

Il faut garder à l'esprit que la régulation au moyen d'un **EMS a généralement pour unique objectif d'optimiser la consommation d'électricité** dans le bâtiment. Il est donc impératif de contrôler attentivement son impact sur le fonctionnement de la PAC (confort, rendement, durée de vie), afin de détecter les problèmes et d'apporter les modifications nécessaires avant qu'il ne soit trop tard.

Communication et collaboration entre les domaines d'expertise

Faire fonctionner une PAC de manière optimale et appliquer le principe de flexibilité aux appareils : **deux mondes bien**

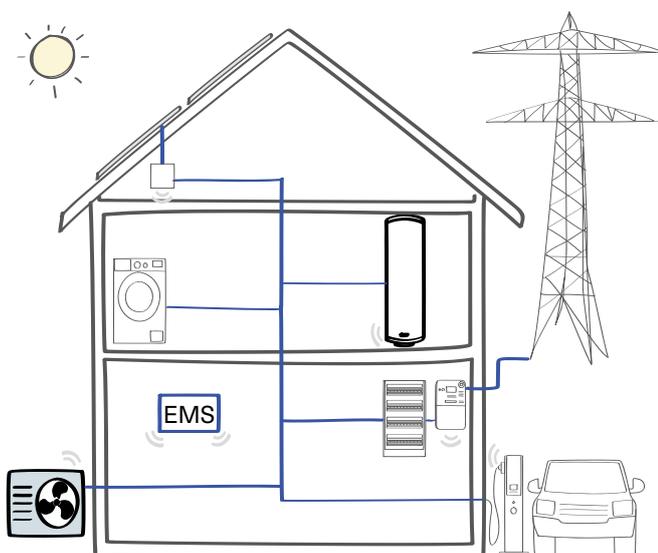
souvent différents. L'installateur HVAC sait mieux que quiconque ce qui est indispensable à la PAC et au fonctionnement hydraulique du système de chauffage, tandis que l'EMS analyse la consommation électrique totale du bâtiment et tente de l'optimiser en fonction des conditions limites (tarifs, production des panneaux solaires, ...).

Pour concilier ces deux mondes, il est nécessaire que les différents domaines d'expertise communiquent et collaborent entre eux. Pour ce faire, il leur faudra sélectionner les appareils compatibles et s'entendre sur le fonctionnement et la régulation des PAC. Par la suite, un suivi et une analyse bien menés garantiront un fonctionnement optimal ainsi qu'une maintenance efficace, ce qui contribuera à améliorer la satisfaction du client.

Conclusion

Tant les PAC que les systèmes de management de l'énergie ont un rôle à jouer dans le futur paysage énergétique. En outre, **ils ont besoin l'un de l'autre pour fonctionner de manière optimale.** Bien que le marché évolue rapidement et que de nombreuses solutions soient déjà disponibles, il reste difficile d'obtenir une interaction idéale dans la pratique. La communication et la collaboration s'avèrent essentielles à cet égard, et ce, de préférence, le plus tôt possible dans le processus de construction. En effet, un suivi rigoureux et une régulation intelligente des PAC permettront de relever les défis futurs et de créer de nouvelles opportunités de marché. 

Cet article a été rédigé dans le cadre des projets VLAIO 'COOCK STEEV' (Slimme Technologie voor Energie-Efficiënte Verwarming) et 'TETRA Thermi-var' (Potentiel et applicabilité des installations thermiques à régulation variable). De plus amples informations sur le sujet et ces deux projets sont disponibles sur www.smartheating.be (uniquement en néerlandais).



- 1 Un système de management de l'énergie (EMS) surveille et régule les principaux appareils électriques d'une habitation pour optimiser la consommation d'électricité.



Contrôle actif du bruit dans les installations de ventilation

Dans les bâtiments et logements modernes, le maintien de la qualité de l'air intérieur nécessite de recourir à des systèmes de ventilation performants pouvant toutefois engendrer des nuisances sonores. Heureusement, un ensemble de techniques permettent de répondre aux exigences en matière de confort acoustique. Buildwise a étudié l'une d'elles, à savoir un système innovant, prometteur et complémentaire aux solutions classiques : les silencieux actifs.

S. Lesoinne, dr. ir., chef de projet, laboratoire 'Acoustique', Buildwise

L'article [Buildwise 2013/03.16](#) et la [Note d'information technique 258](#) énumèrent tous deux les cinq sources potentielles de nuisances sonores dans un système de ventilation d'amenée et d'extraction d'air mécanique. En outre, ces documents présentent diverses méthodes et règles de bonnes pratiques pour réduire ces nuisances.

Le bruit qui provient du ventilateur et qui se propage dans le réseau de conduits peut être réduit à l'aide d'un **silencieux primaire** et éventuellement de silencieux secondaires (voir la [NIT 258](#)). Ces derniers sont traditionnellement **de type 'passif'**, ce qui signifie que le son est atténué au moyen

de matériaux absorbants. L'article [Buildwise 2018/03.10](#) explique comment certaines modifications mineures, telles que l'ajout de silencieux passifs, peuvent influencer considérablement les performances acoustiques.

Pour une longueur minimale conseillée de 90 cm, les silencieux passifs sont très efficaces lorsqu'il y a lieu de réduire les bruits dans les hautes et moyennes fréquences, mais ils le sont moins dans le domaine des basses fréquences. Or, le bruit émis par le ventilateur peut contenir beaucoup de ces basses fréquences. Se tourner vers les **silencieux dits 'actifs'** (voir figure 1) peut dès lors s'avérer utile pour



1 Représentation 3D d'un type de silencieux actif placé dans un conduit d'air.

Encore un peu de patience

Bien que le silencieux actif soit complémentaire au silencieux passif, cette solution est encore, à notre connaissance, généralement réservée aux très grosses installations et nécessite un développement personnalisé. Il s'agit donc d'**une innovation arrivant à maturité**, mais devant encore être perfectionnée pour être mise sur le marché des systèmes compacts et prêts à l'emploi.

compléter l'atténuation passive. Ceux-ci permettent d'atténuer les basses, voire les moyennes fréquences du bruit du ventilateur, et ce pour un encombrement limité. Ils sont également très efficaces pour réduire le bruit des pales du système de ventilation. Cependant, ils ne peuvent rien contre le bruit du flux d'air (turbulences) dans les tuyaux.

Le fonctionnement d'un silencieux actif ne repose pas sur l'absorption du son par un matériau, mais sur la **génération d'un antibruit**, à savoir une onde sonore qui se mélange et interfère avec l'onde sonore du ventilateur et l'atténue (il ne s'agit pas de masquage). Cette onde est généralement produite par un système composé d'un processeur, d'un haut-parleur installé dans ou le long du conduit de ventilation et, enfin, d'un ou plusieurs microphones (voir figure 2). Cette solution requiert donc une alimentation électrique.

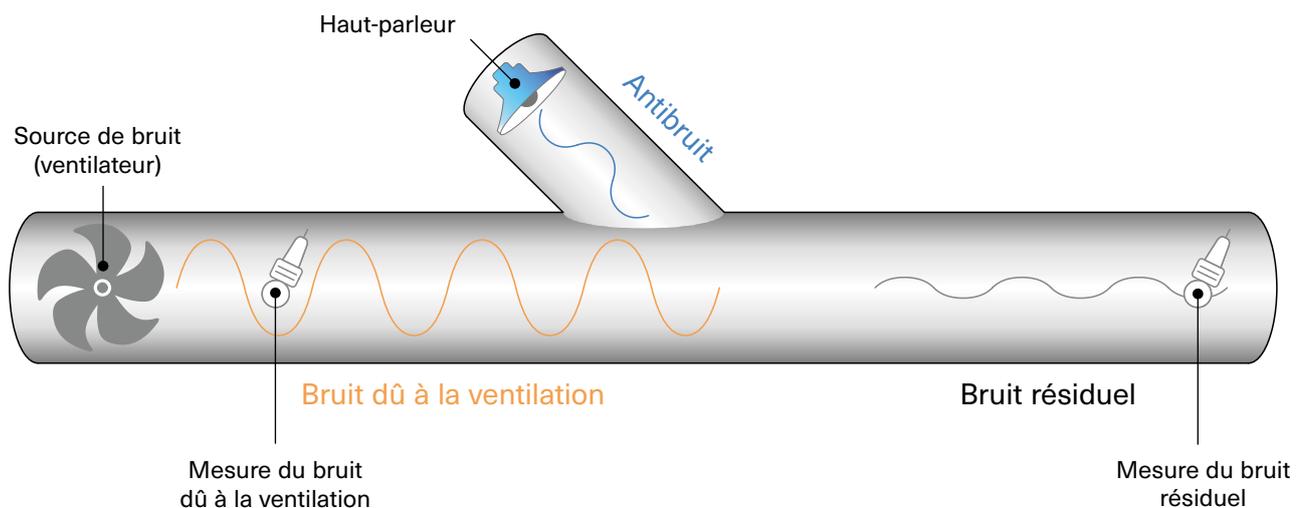
Lors du projet d'étude 'Towards Smart Ventilation in Midsized Buildings', Buildwise a pu démontrer que ce type

de silencieux permettait d'obtenir **de bonnes atténuations (de l'ordre de 15-20 dB) dans les basses et moyennes fréquences**.

Les points d'attention pour ce type de silencieux sont :

- une **maintenance** probable sur la durée de vie du bâtiment (fatigue du haut-parleur et de l'électronique)
- un **accès aisé**, en vue de cette maintenance
- la nécessité d'une **expertise** certaine pour le réglage de ces systèmes. Buildwise a acquis cette expertise avec le développement et le test d'un prototype visant, d'une part, à identifier ces points d'importance et, d'autre part, à lever les difficultés liées à la mise en place de tels systèmes.

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet c-SBO Flux50 'Towards Smart Ventilation in Midsized Buildings' subsidié par VLAIO et de la Guidance technologique C-Tech subsidiée par Innoviris.



2 Principe du silencieux actif.

Constructions en bois : solutions pour les traversées de parois résistant au feu

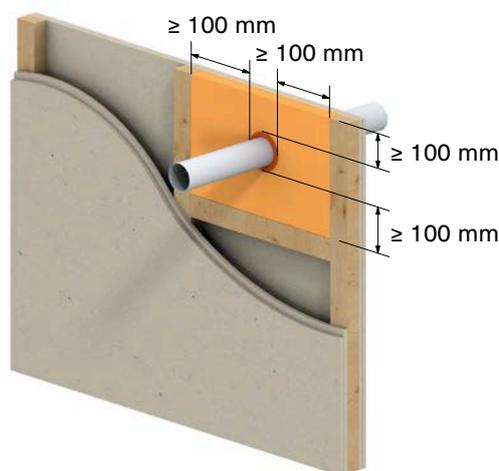
Le succès des immeubles en bois soulève inévitablement des questions relatives à la protection incendie. L'obturation correcte des traversées de murs et planchers résistant au feu (voir [NIT 254](#)) est cruciale. Elle l'est aussi pour les cloisons à ossature en bois ou les parois massives en bois. Bonne nouvelle : il existe de plus en plus de solutions !

D. Boulanger, ir.-arch., chercheuse, laboratoire 'Menuiserie et éléments de façade', Buildwise

Cloisons légères à ossature en bois

Un dispositif d'obturation de traversée résistant au feu peut être mis en œuvre dans une cloison légère à ossature en bois si celui-ci a été testé avec succès dans une cloison légère à ossature métallique (selon la norme NBN EN 1366-3). Il convient néanmoins de respecter les critères suivants :

- la **résistance au feu** de la cloison à ossature en bois doit être supérieure ou égale à celle de la cloison à ossature métallique testée
- le **nombre de couches de plaques/panneaux** qui constituent la cloison à ossature en bois doit être supérieur ou égal à celui de la cloison à ossature métallique
- si la cavité de la paroi est remplie d'un isolant combustible, celui-ci doit être remplacé par un **isolant incombustible**



1 Traversée d'une cloison légère à ossature en bois.

(A1 ou A2) sur une largeur d'au moins 100 mm autour de la traversée de la paroi (voir figure 1). On utilisera également un tel isolant si la paroi est creuse

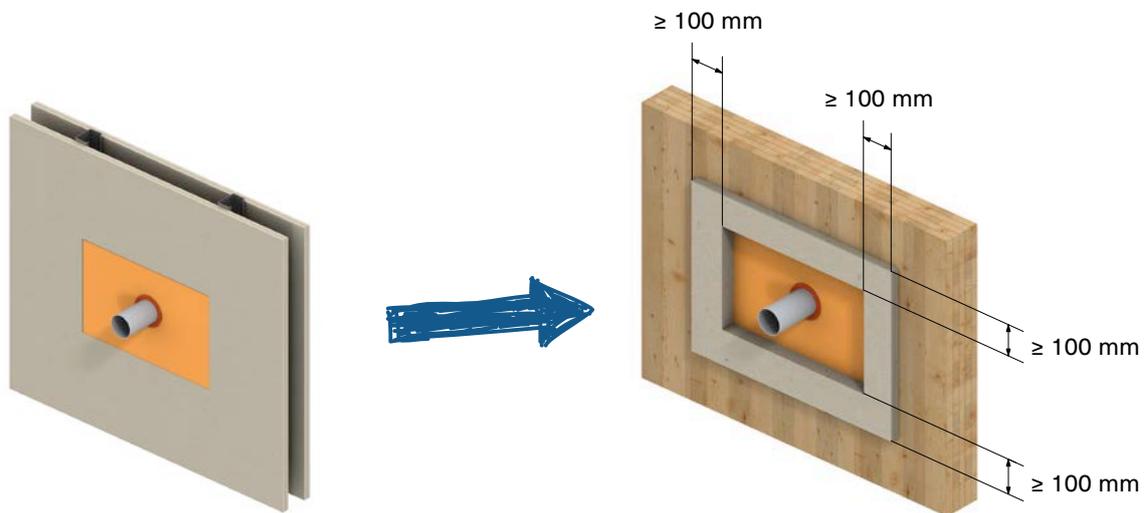
- une **distance de sécurité** d'au moins 100 mm doit être prévue entre la traversée et les montants/traverses en bois.

Parois massives en bois

Contrairement aux cloisons légères, les parois de type CLT (bois lamellé-croisé) ne bénéficient pas encore, selon les normes d'essai, d'une transposition directe des résultats obtenus pour d'autres types de parois.

Depuis 2021, les parois massives en bois sont prises en compte dans la norme d'essai NBN EN 1366-3. Par conséquent, si ces parois font l'objet d'un essai de traversée, les résultats de l'essai seront aussi valables pour d'autres parois en bois. Il convient cependant de veiller à remplir une série de conditions. Les principales sont la **résistance au feu et l'épaisseur de la paroi**, qui doivent toutes deux être supérieures ou égales à celles de la paroi utilisée lors de l'essai de résistance au feu de la traversée. On retrouve également des **critères constructifs** ainsi que des **critères relatifs au comportement au feu** (réaction au feu supérieure ou égale, vitesse de combustion inférieure ou égale, ...).

Même si des solutions permettant de traverser les parois massives en bois sont les bienvenues, elles exigent des fabricants de nombreux essais s'ils souhaitent élargir leur gamme. Le secteur de la construction n'a toutefois pas attendu l'abondance de solutions pour se plonger dans la construction en bois. Des solutions sont donc nécessaires pour assurer une **sécurité incendie suffisante des ouvrages**, en attendant de bénéficier d'une offre aussi fournie que pour la construction traditionnelle.



2 Un dispositif d'obturation approuvé pour une mise en œuvre dans un certain type de remplissage, peut être mis en œuvre dans ce même remplissage, au sein d'une paroi massive en bois, en respectant certains critères.

Une solution type suit le principe suivant : recréer localement, au sein de la paroi en bois, une situation testée et approuvée dans un autre type de paroi (voir l'article [Buildwise 2019/01.07](#) et la figure 2).

Pour ce faire, une **grande ouverture** est réalisée dans la paroi en bois. Celle-ci est alors refermée par un **remplissage** : un ou deux panneaux de laine de roche à haute densité, une cloison légère ou une maçonnerie. Le type de remplissage choisi doit respecter rigoureusement les conditions minimales exigées dans le rapport de classement du dispositif d'obturation (densité, épaisseur, nombre de plaques/panneaux, résistance au feu, coating éventuel, ...). Si l'on opte pour des panneaux en laine de roche, il faut respecter les dimensions maximales autorisées lorsque l'on réalise l'ouverture dans la paroi.

Le **dispositif d'obturation** est ensuite mis en œuvre et resserré dans le remplissage en suivant scrupuleusement les conditions précisées par le fabricant.

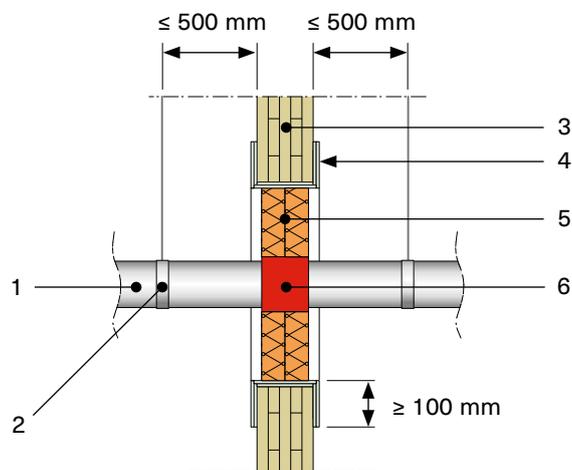
Une attention particulière doit être donnée à l'**interface entre la paroi en bois et la paroi de remplissage**. Celle-ci

doit être protégée :

- soit au moyen de panneaux répondant au critère $K_2 30$ à l'intérieur de l'ouverture et sur au moins 100 mm sur tout le pourtour de la paroi en bois. On prévoiera à cet égard une double couche de protection (deux plaques de plâtre de type 'feu' de 12,5 mm, par exemple; toujours à vérifier dans les documents du fabricant) avec joints croisés (voir figure 3)
- soit au moyen d'un matériau spécifique testé pour cette mise en œuvre (resserrage de joint linéaire résistant au feu entre une paroi massive en bois et le matériau de remplissage concerné testé selon la norme NBN EN 1366-4).

Les fixations de l'élément traversant (conduite, conduit, câbles, ...) seront quant à elle réalisées suivant les exigences du rapport de classement du dispositif d'obturation, et généralement placées à maximum 500 mm de la paroi.

La version actuelle de la NIT 254, dédiée aux obturations résistant au feu des traversées de parois, ne traite pas des dispositifs prévus pour les constructions en bois. Sa révision vous proposera prochainement un aperçu des dispositifs appropriés pour les traversées de parois en bois. 



1. Conduite
2. Fixation
3. Mur massif en bois
4. Double plaque de protection $K_2 30$
5. Double panneau de laine de roche haute densité
6. Dispositif d'obturation résistant au feu

3 Traversée d'une paroi massive en bois avec remplissage au moyen de laine de roche.

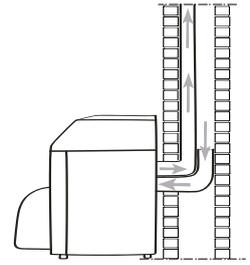


FAQ

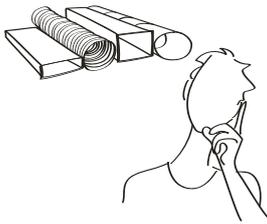
Les trois questions-réponses les plus consultées sur le thème des installations techniques

Peut-on utiliser un conduit d'une ancienne chaudière au mazout pour apporter l'air comburant d'une nouvelle chaudière au gaz étanche ?

Non, car, dans cette situation, la qualité de l'air comburant ne peut être garantie (présence de suie et de poussières), même après un ramonage soigneux du conduit (cheminée maçonnée ou boisseaux).



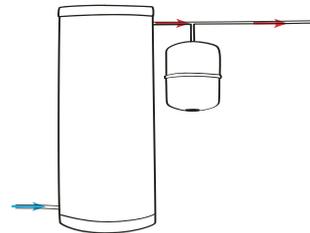
Comment choisir un conduit de ventilation ?



Les conduits de ventilation doivent notamment posséder une paroi intérieure lisse et présenter de faibles pertes de charge. Une fois mis en œuvre et raccordés, ils doivent en outre être étanches à l'air et rester aisément accessibles en vue de leur entretien.

Faut-il prévoir un vase d'expansion sanitaire pour un boiler ?

La pose d'un vase d'expansion sanitaire n'est pas obligatoire, mais elle est recommandée. En l'absence d'un vase d'expansion, la dilatation de l'eau peut être à l'origine d'une ouverture régulière de la soupape de sûreté. Avec le temps, il arrive que celle-ci ne se referme plus complètement sous l'effet de dépôts de tartre. Cette situation peut engendrer un écoulement d'eau continu au niveau de la soupape. En présence d'un vase correctement dimensionné et entretenu, la soupape de sûreté ne s'ouvre, en principe, qu'en cas de problème (surchauffe anormale, vase défectueux, ...).



Pour en savoir plus et découvrir
des **FAQ** similaires relatives à votre activité.



Focus

sur l'appel à la participation des installateurs
et sur l'Innovation Paper 41

Wanted : appel à participation des installateurs

Vous êtes un **installateur spécialisé dans le chauffage ou la ventilation** ?
Et intéressé par l'idée de **partager votre expérience** avec Buildwise dans une collaboration gagnant-gagnant ?

**Vous nous apportez votre expérience pratique et
vous recevez en retour nos connaissances et informations les plus récentes.**

En fonction du sujet qui vous intéresse, vous pourrez :

- nous faire connaître **vos besoins**
- tester des **solutions innovantes** sur chantier
- participer au **développement de nos outils de calcul et de nos publications.**

Voici les sujets qui seront abordés :

- les **pompes à chaleur (PAC) en rénovation** avec, notamment, l'adaptation du système d'émission ou le couplage d'une PAC à une chaudière traditionnelle

- le **calcul des besoins en chauffage** (charge thermique) par une méthode simplifiée
- la **gestion intelligente des PAC** pour, par exemple, optimiser leur fonctionnement en fonction de la production d'électricité photovoltaïque
- les **principes des réseaux de chaleur** et leur connexion aux bâtiments existants
- la **ventilation des logements en rénovation**
- la **filtration**, la **prise d'air** et la **qualité de l'air**
- la **ventilation des lieux ouverts au public** comme les restaurants ou les salles de sport.



Contactez-nous
en remplissant ce **formulaire**.

Innovation Paper 41 : un document spécifique pour la ventilation en rénovation

Lors de travaux de rénovation, il n'est pas toujours aisé de concevoir et de réaliser un système de ventilation entièrement conforme à la norme. Pourtant la qualité de l'air intérieur doit être suffisante. Cet Innovation Paper présente des systèmes innovants s'appliquant au contexte spécifique de la rénovation des logements.

Téléchargez l'**Innovation Paper 41** sur la page des publications de notre site Internet.





Facilitez-vous le chantier !

Voici trois outils que Buildwise a développés pour vous aider à gérer votre entreprise.

1



BoilerRoom App

Cette application permet de déterminer les exigences réglementaires qui s'appliquent à la chaufferie. En quelques clics, vous pourrez savoir quelles normes respecter, quelles sont les exigences de ventilation haute et basse, quelles précautions prendre d'un point de vue de la sécurité en matière d'incendie, ...

Découvrez sans tarder cette [nouvelle application](#) !

2



Optivent et module acoustique

L'outil de calcul Optivent vous aide à concevoir, à dimensionner et à mettre en service un système de ventilation. Il a été complété par un module acoustique permettant de déterminer le niveau de bruit attendu dans chaque local. Afin de faciliter le réglage des débits mécaniques sur chantier, Buildwise a également développé une toute nouvelle application web utilisable sur PC, smartphone ou tablette.

Découvrez rapidement l'outil et l'application web [Optivent](#).

3



Shutterstock

WaterDim

En quelques clics, WaterDim permet de dimensionner l'installation d'eau chaude sanitaire de logements collectifs (voir pages 6 et 7). Après avoir répondu à quelques questions simples relatives au bâtiment et au type stockage et de production d'eau chaude, l'outil fournit la courbe puissance/volume de l'installation, mais aussi un schéma hydraulique détaillé.

Pour le tester, rendez-vous sur waterdim.buildwise.be.



Découvrez l'ensemble de nos [outils numériques](#) en scannant ce code QR.



Salons et événements

Install Day

L'événement de l'année pour les professionnels du secteur des installations techniques aura lieu le **vendredi 13 octobre 2023**.

Venez y découvrir les dernières tendances des métiers liés aux installations grâce à des présentations techniques ou des démonstrations. Prenez-y connaissance des nouveaux documents de référence, des applications spécialement développées pour vos métiers et bien plus encore.

Vous aurez également l'occasion de **poser toutes vos questions aux spécialistes de Buildwise** ou de simplement leur faire part de vos attentes.



Shutterstock



Buildwise Zaventem

Siège social et bureaux
Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 Zaventem
Tél. 02/716 42 11

E-mail : info@buildwise.be

Site Internet : buildwise.be

- Avis techniques – Publications
- Gestion – Qualité – Techniques de l'information
- Développement – Valorisation
- Agréments techniques – Normalisation

Buildwise Limelette

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tél. 02/655 77 11

- Recherche et innovation
- Formation
- Bibliothèque

Buildwise Brussels

Rue Dieudonné Lefèvre 17
B-1020 Bruxelles
Tél. 02/233 81 00

Colophon

Une édition de Buildwise (ex-Centre scientifique et technique de la construction), établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947.

Éditeur responsable : Olivier Vandooren, Buildwise,
Kleine Kloosterstraat 23, B-1932 Zaventem

Revue d'information générale visant à faire connaître les résultats des études et des recherches menées dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.

La reproduction ou la traduction, même partielles, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

Révision linguistique : M. Brixhe et J. D'Heygere

Traduction : J. D'Heygere

Mise en page : J. Beauclercq et J. D'Heygere

Illustrations : G. Depret et R. Hermans

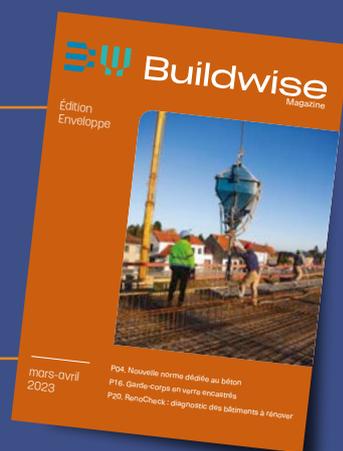
Photos de Buildwise : M. Sohie et al.

Également intéressés par les éditions 'Enveloppe' ou 'Finitions' ?

Édition 'Enveloppe'

Publiée en avril et en octobre, elle sera exclusivement envoyée aux :

- entreprises générales
- entreprises de gros œuvre
- menuisiers et vitriers
- entreprises d'étanchéité et de couverture de toiture



Édition 'Finitions'

Publiée en juin et en décembre, elle sera exclusivement envoyée aux :

- parqueteurs et carreleurs
- entreprises de pierre naturelle
- peintres et poseurs de revêtements souples
- plafonneurs et enduiseurs

Les entreprises générales et les menuisiers recevront cette édition également.


Buildwise



Souhaitez-vous recevoir d'autres éditions ? Rien de plus simple ! Scannez ce code QR et remplissez le formulaire en ligne. Vous pouvez également vous abonner à notre newsletter via ce code QR.

buildwise.be