

DES FENÊTRES POUR LA DURABILITÉ

Dans le cadre de rénovations de bâtiments, les anciennes fenêtres sont souvent jetées sans autre forme de procès. Pourtant, elles pourraient être remises en état et réutilisées avec un minimum de matériaux. La Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse a étudié le potentiel de la remise en état des fenêtres usagées avec des partenaires de terrain. Leur conclusion : l'assainissement des fenêtres existantes permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de réduire la consommation de ressources. De plus, un assainissement est moins coûteux que l'installation d'une nouvelle fenêtre.



Aujourd'hui, les fenêtres sont généralement mises au rebut après une durée de vie d'environ 30 ans. Il serait pourtant possible et judicieux, dans de nombreux cas, de remettre les fenêtres en état et de les réutiliser. Photo : B. Vogel

Les bâtiments sont de plus en plus souvent chauffés par le biais d'énergies renouvelables. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre polluants générées dans le cadre de l'approvisionnement en chaleur de chauffage et en eau chaude diminuent. Il s'agit d'une étape importante sur la voie d'un bâtiment zéro net écologique. Cependant, pour qu'un bâtiment génère aussi peu de gaz à effet de serre que possible, la production des matériaux et éléments de construction doit elle aussi être écologique. Les fenêtres comptent parmi ces éléments. En effet, leur production génère des quantités considérables de gaz à effet de serre. Aussi, la fabrication d'une grande fenêtre avec protection solaire ou d'une fenêtre avec vitrage spécial peut générer des émissions « grises » de gaz à effet de serre pouvant atteindre une valeur de 1 t eq CO₂. Cela correspond aux émissions émises par une voiture moyenne sur une distance de 3 000 kilomètres.

Des composants polluants

Des fenêtres sont installées dans des bâtiments neufs, mais aussi dans des bâtiments existants. Après une trentaine d'années, ces fenêtres sont généralement démontées puis remplacées par des nouvelles. Selon l'analyse de marché de « Branchenradar Fenster », environ 1,74 million de fenêtres (mesurées en vantaux) ont été vendues en Suisse en 2023. Deux tiers ont servi à remplacer d'anciennes fenêtres, un tiers a été utilisé dans de nouvelles constructions. « Les émissions grises de gaz à effet de serre des fenêtres représentent une part non négligeable des gaz à effet de serre émis lors de la construction d'un bâtiment », explique Barbara Sintzel,



Mesure de la valeur U du vitrage des fenêtres d'un bâtiment de l'entreprise pharmaceutique Roche à Bâle, examiné dans le cadre du projet FenSanReuse. Photo : INEB



Ce bâtiment du lotissement ABZ Zurlinden à Zurich est l'un des cinq bâtiments sur lesquels portait l'étude sur la remise en état écologique d'anciennes fenêtres. Photo : ABZ

professeure à l'Institut pour la durabilité et l'énergie dans la construction (INEB) de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse. Pour Sintzel, une chose est sûre : « Nous devons trouver un moyen de réduire les émissions induites par les fenêtres. »

Barbara Sintzel est co-directrice d'un projet de recherche qui, au cours des trois dernières années, consistait à analyser comment réduire les émissions grises de gaz à effet de serre des fenêtres par le biais de la remise en état et la réutilisation (re-use). L'accent portait sur les fenêtres dotées de vitrages isolants et à isolation thermique. Les vitrages simples et doubles d'autrefois n'ont pas été pris en compte, car ils ne répondent pas aux normes actuelles d'isolation thermique et sont ainsi généralement inaptes à la remise en état. Le bureau de planification de la construction Zirkular GmbH (Bâle) a participé au projet. Le projet de recherche a été soutenu financièrement par l'Office fédéral de l'énergie et d'autres partenaires.

Rénovation des anciennes fenêtres

Le recyclage du verre plat est encore peu répandu en Suisse. Par conséquent, les anciens vitrages finissent très souvent dans des décharges destinées aux déchets minéraux. Cependant, un changement de mentalité se dessine lentement. Les premières entreprises, comme Velux ou 4B, sont prêtes à reprendre les fenêtres démontées. Elles mettent ainsi en place les conditions pour la remise en état des fenêtres et leur réutilisation dans le même bâtiment ou dans un autre.

Dans le cadre du projet de recherche portant l'abréviation FenSanReuse, les scientifiques ont comparé cinq stratégies de gestion des anciennes fenêtres :

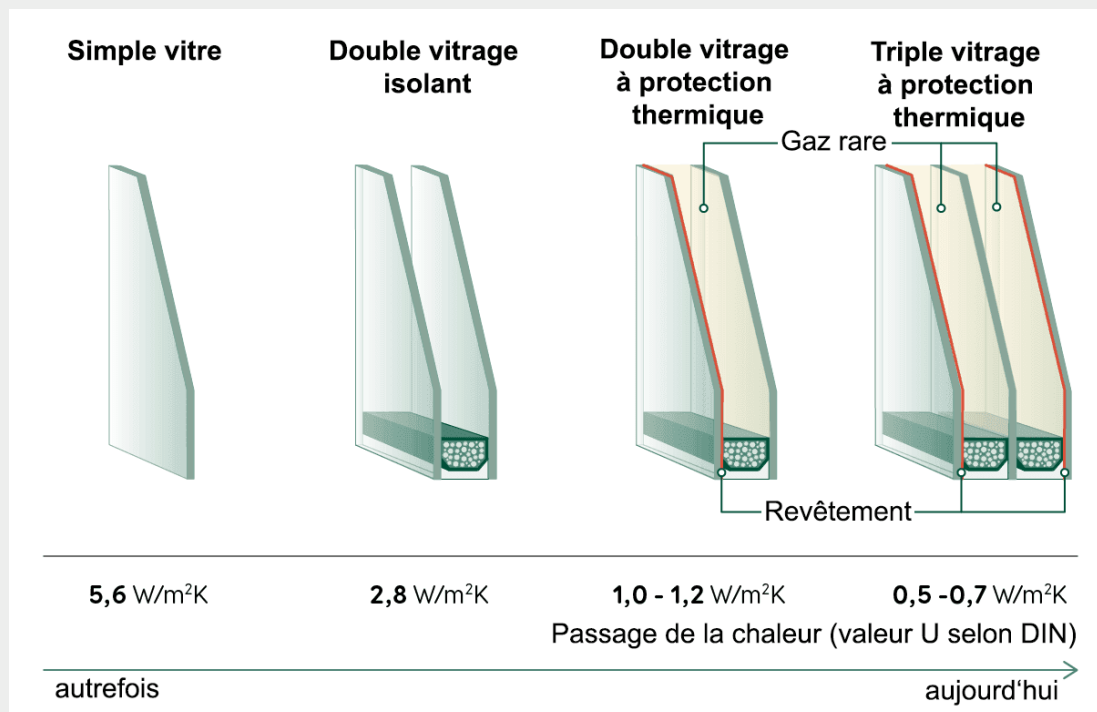
VITRAGE ISOLANT AVEC DE L'AIR OU UN GAZ RARE

L'isolation thermique d'une fenêtre dépend autant du vitrage que du cadre choisi. Autrefois, on utilisait des fenêtres dans lesquelles une ou deux vitres étaient insérées dans un cadre en bois. À partir des années 1960 est apparu le double vitrage, dans lequel deux (ou trois) vitres sont insérées hermétiquement dans le cadre, de sorte que la couche d'air entre les deux (ou trois) vitres fait office de couche d'isolation thermique. L'utilisation de cadres bois-métal ou de cadres en métal et en plastique ainsi que de cadres plus épais a permis d'obtenir une amélioration supplémentaire de l'isolation thermique par la suite.

L'isolation thermique des vitrages isolants a été optimisée à partir des années 1980 en dotant les vitres d'un revêtement low-e (angl. low emissivity; faibles émissions), lequel réduit les pertes de chaleur par rayonnement. En outre, on a commencé à remplir l'espace entre les deux (ou trois) vitres d'argon ou d'un autre gaz rare en vue d'augmenter la protection thermique. Ces améliorations ont permis d'augmenter l'isolation thermique (exprimée en coefficient de transmission thermique U) d'un facteur 10 par rapport à l'ancien vitrage simple et d'atteindre des valeurs U inférieures à 1,0 W/(m²K).

Parallèlement à cette évolution, les exigences légales en matière d'isolation thermique des fenêtres ont été renforcées au cours des dernières années. En 2008, le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC), qui constitue la base des lois cantonales sur l'énergie, exigeait une valeur U de 1,3 pour les fenêtres lors de l'assainissement des bâtiments dans le cadre du justificatif par performance ponctuelle. Avec le MoPEC 2014, cette valeur a été réduite à 1,0. Une valeur U inférieure à 1,0 ne peut être

obtenue qu'avec un triple vitrage isolant rempli de gaz. Cet effet isolant peut être obtenu ultérieurement par l'ajout d'une troisième vitre à un double vitrage isolant.



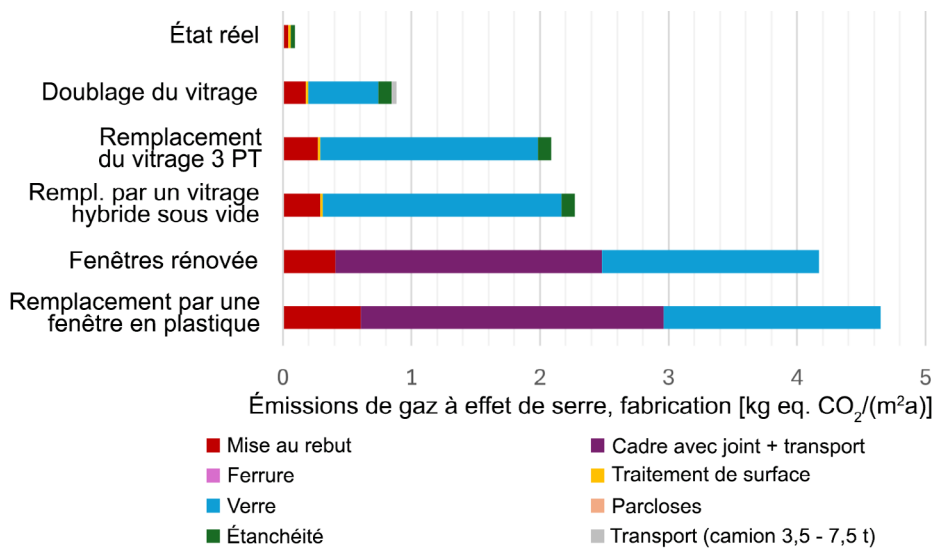
Graphique : Aroundhome/Janina Collet

Si la valeur U 1,0 ne peut pas être atteinte pour la fenêtre, un justificatif du système doit être établi lors de l'autorisation et l'isolation thermique peut être compensée par d'autres mesures sur le bâtiment. Cela ouvre une certaine marge de manœuvre lorsqu'une amélioration des anciennes fenêtres ne permet pas tout à fait d'atteindre une valeur U de 1,0.

- **Simple remise en état** : la peinture et les joints sont renouvelés, les charnières et les ferrures sont réajustées et remplacées si nécessaire.
- **Doublage du vitrage** : une troisième vitre revêtue est ajoutée aux doubles vitrages isolants existants. Le nouvel

espace ainsi créé est rempli d'un gaz calorifuge, comme c'est généralement le cas pour les fenêtres à isolation thermique.

- **Remplacement du vitrage** : le vitrage est remplacé mais le cadre est conservé. On utilise un vitrage à isolation thermique avec un verre plat normal, un verre mince ou un verre



Émissions grises de gaz à effet de serre d'une fenêtre normalisée à deux vantaux pour différentes variantes de remise en état (par mètre carré de surface d'élément de construction et par an; la durée de vie de référence est de 30 ans). Dans l'état actuel, les émissions résultant de l'entretien habituel sont notées. Graphique : rapport final FenSanReuse

hybride sous vide (combinaison d'un vitrage à isolation thermique et d'un vitrage sous vide).

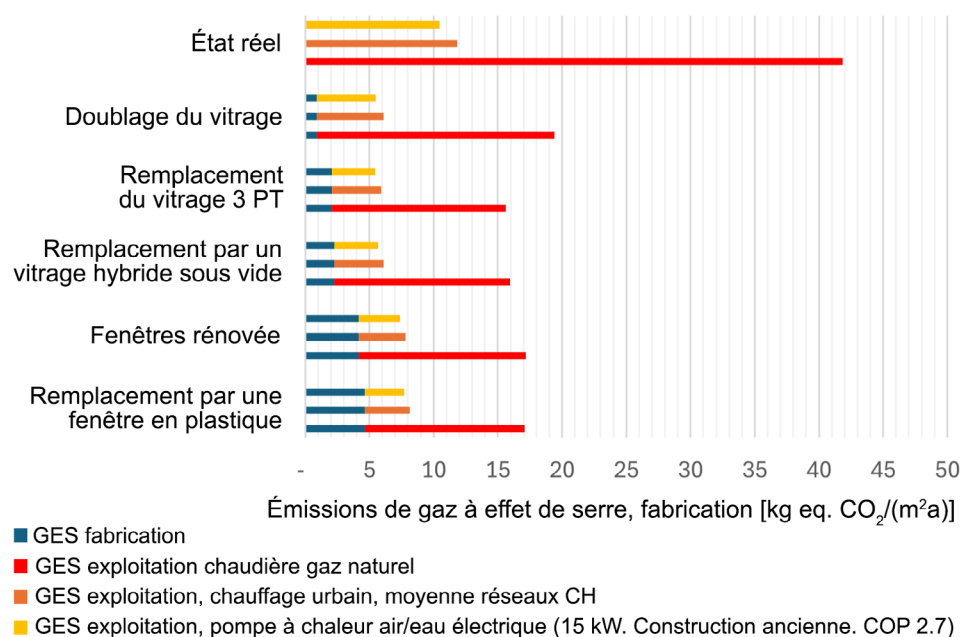
- **Fenêtres de rénovation** : les cadres et les vantaux de fenêtres sont reproduits sur mesure pour une construction existante, et ce de manière à pouvoir être installés dans le dormant existant.
- **Remplacement de fenêtre** : cette méthode ne consiste pas à rénover une ancienne fenêtre mais à en installer une nouvelle dans une construction existante.

La remise en état est écologique

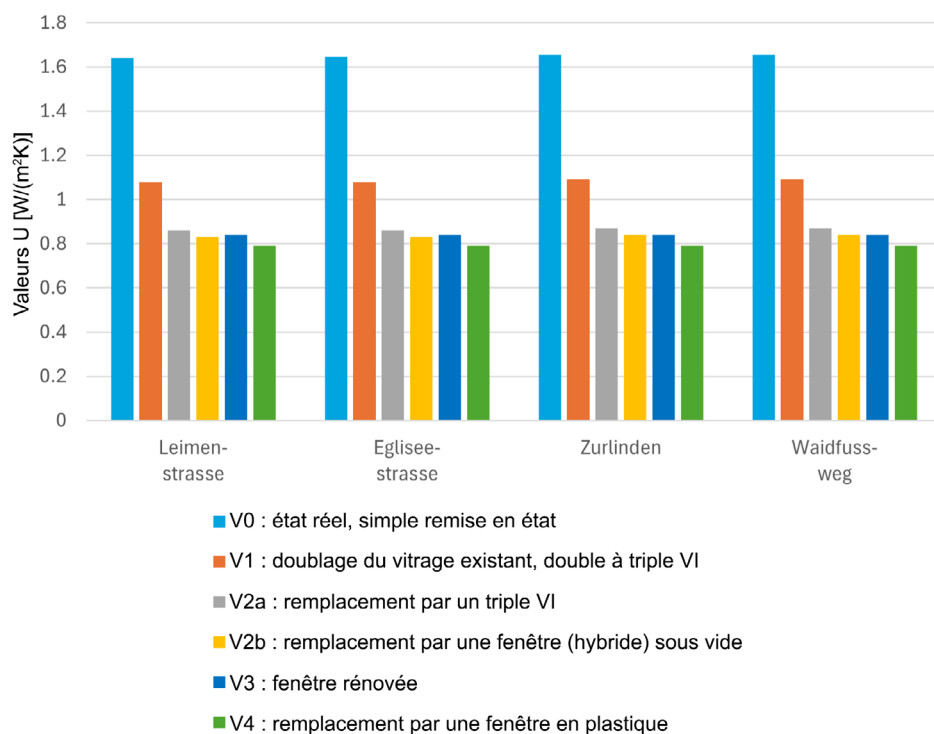
Les chercheuses et chercheurs de la FHNW et de Zirkular GmbH ont pu montrer que la remise en état d'une fenêtre

génère nettement moins d'émissions grises de gaz à effet de serre que l'installation d'une nouvelle fenêtre (voir graphique en haut). Les variantes de remise en état telles que le doublage, le remplacement du vitrage et la pose d'un vitrage hybride sous vide sont particulièrement écologiques. Un doublage du vitrage, par exemple, génère 80% moins d'émissions que le remplacement par des fenêtres avec un cadre en plastique.

Jusqu'à présent, lors du remplacement d'une fenêtre, l'accent porte généralement sur la réduction de l'énergie d'exploitation. Si l'on considère les émissions dues à la fabrication et à l'exploitation dans leur ensemble, les variantes de remise en état sont également intéressantes et devraient être prises en



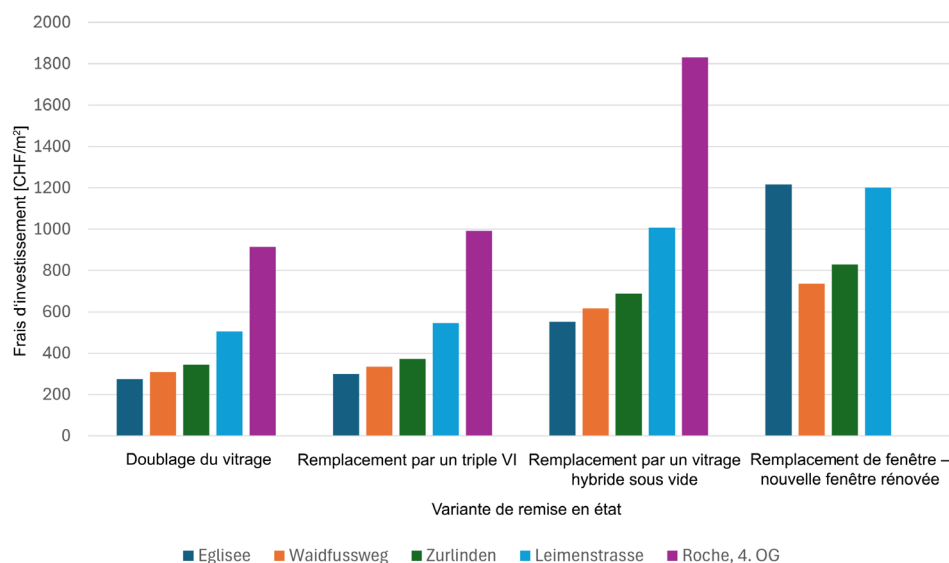
Un système de chauffage à énergie fossile au gaz naturel génère des émissions de gaz à effet de serre nettement supérieures aux émissions grises, quelle que soit la variante de remise en état choisie. En cas de rénovation ou de remplacement des fenêtres par des fenêtres en PVC, les émissions grises de gaz à effet de serre des fenêtres sont plus élevées que les émissions d'exploitation (si le chauffage est assuré par un chauffage urbain ou une pompe à chaleur). Le calcul se réfère à une fenêtre normalisée à deux vantaux, les données sont exprimées par mètre carré de surface d'élément de construction et par an (la durée de vie de référence est de 30 ans). Graphique : rapport final FenSanReuse



compte. C'est notamment le cas pour les bâtiments chauffés par le biais d'énergies renouvelables. Le rapport final de FenSanReuse souligne également l'importance du système de chauffage: « Il s'avère qu'une remise en état des fenêtres combinée à un système de chauffage à base d'énergies renouvelables donne souvent de meilleurs résultats qu'un remplacement des fenêtres et une production de chaleur à base d'énergies fossiles. »

Des fenêtres trentenaires en bon état

L'équipe de recherche a examiné cinq biens immobiliers à Bâle et à Zurich, dont la plupart sont équipés d'un double vitrage à isolation thermique rempli d'un gaz rare datant des années 1995 à 2003. « Nous avons été surpris de voir à quel point les fenêtres étaient encore en bon état de manière générale », explique Gregor Steinke, scientifique de la FHNW et codirecteur du projet. La valeur U mesurée des vitrages se



Pour quatre des immeubles tests, le remplacement des fenêtres (colonnes tout à droite) est plus coûteux que les variantes de remise en état. Dans un cinquième immeuble examiné (bâtiment Roche), les fenêtres sont à hauteur de plafond; ces immeubles n'ont pas été inclus dans la comparaison des prix. Graphique : rapport final FenSanReuse

situait entre 1,0 et 2,2 W/(m²K), et l'effet d'isolation thermique du gaz rare était intact dans la plupart des cas (taux de remplissage entre 70 et 93%). Pour environ la moitié des fenêtres, la valeur U s'élevait à 1,3 W/(m²K) ou moins. « Dans ce cas, le remplacement de la fenêtre ou le doublage du vitrage n'est pas indispensable », affirme Steinke.

Dans leurs recommandations d'assainissement, les scientifiques sont arrivés à la conclusion que dans quatre des cinq bâtiments étudiés, les fenêtres (cadre et vitrage) pouvaient être conservées malgré leur ancienneté de 20 à 30 ans et qu'une simple remise en état était suffisante (voir graphique p. 5 en haut). Celle-ci consiste, par exemple, à ajuster ou à réparer les ferrures ou à remplacer les joints d'étanchéité. Barbara Sintzel : « Nous trouvons dommage de remplacer aveuglément des fenêtres de cette qualité. » Par ailleurs, le coût plaide également en faveur de la remise en état des anciennes fenêtres plutôt que de l'installation de nouvelles. Dans de nombreux cas, ces dernières représentent seulement environ la moitié (voir graphique p. 5 en bas).

Passeport matériaux pour les fenêtres Re-Use

L'équipe de recherche a élaboré un guide sur la manière de traiter les anciennes fenêtres des bâtiments existants. Il a pour but d'inciter les propriétaires de bâtiments, les architectes, les conseillers en énergie ou les physiciens du bâtiment à envisager la réutilisation d'anciennes fenêtres au lieu de les éliminer sans réfléchir. Il leur recommande également d'entretenir régulièrement les fenêtres et de les ajuster au moins tous les cinq ans. Les chercheurs demandent en outre l'établissement d'un passeport matériaux pour les fenêtres des bâtiments existants, comme c'est déjà le cas pour les nouvelles fenêtres. Il s'agit d'une fiche technique standardisée qui documente toutes les caractéristiques pertinentes d'une fenêtre (structure, caractéristiques thermiques, substances nocives, bilan CO₂, etc.). Ce passeport matériaux est la condition requise pour la réutilisation de fenêtres dans des bâtiments existants ou neufs et peut simplifier le processus de certification énergétique CECB ou celui pour l'obtention d'un permis de construire.

Les chercheurs impliqués dans le projet soulignent un autre aspect : le renforcement des normes entraîne l'utilisation de plus de ressources dans la production de fenêtres et donc une augmentation des émissions grises de gaz à effet de serre. Si, par exemple, des vitrages de sécurité ou anti-bruit sont

UN GRAND POTENTIEL

Selon les calculs de l'équipe du projet FenSanReuse, les fenêtres installées chaque année dans les bâtiments existants sont à l'origine d'émissions grises de gaz à effet de serre de l'ordre de 230 000 t eq CO₂. Cela correspond à environ 0,5% des émissions annuelles de gaz à effet de serre en Suisse. « Ces chiffres illustrent la grande pertinence des stratégies de réutilisation des fenêtres pour la protection du climat dans le secteur de la construction », écrivent les auteurs dans le rapport final du projet.

nécessaires, cela entraîne des charges de matériaux supplémentaires. Par ailleurs, les verres plus épais nécessitent davantage de sable de quartz de haute pureté, comme celui utilisé pour la production de verre. « Tout renforcement des normes doit aujourd'hui être examiné sous l'angle des matériaux », demande Barbara Sintzel.

L'équipe de recherche FenSanReuse insiste également sur un changement de mentalité concernant la durée de vie supposée des fenêtres. Selon la norme SIA 2032, celle-ci est aujourd'hui de 30 ans en moyenne. Les chercheurs demandent une réévaluation dans le rapport final du projet : « La qualité des fenêtres et des vitres s'est encore améliorée ces dernières années, ce qui permet d'envisager, en fonction des matériaux utilisés, une durée de vie pouvant atteindre 40 ans. Un soin et un entretien appropriés permettent également de prolonger leur durée de vie. »

➤ Le **rapport final** (en Allemand) du projet « Procédés d'assainissement et réutilisation des fenêtres – Passeport matériaux et guide » (FenSanReuse) est disponible sur : <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=51620>

➤ Pour tout **renseignement**, veuillez contacter Martin Ménard (menard@lowtechlab.ch), responsable externe du domaine de recherche Bâtiments et villes de l'OFEN.

➤ Vous trouverez plus d'**articles spécialisés** concernant les projets pilotes, de démonstration et les projets phares dans le domaine Bâtiments et villes [ici](#).