

# Le vide isole les conduites d'eau chaude

Depuis 2012, une nouvelle norme SIA définit les épaisseurs d'isolation pour les conduites d'eau chaude. Pour l'isolation thermique, on applique en premier lieu des coquilles en laine minérale et de la mousse isolante à base de polyuréthane. L'isolation thermique à fente sous vide (VSI) est un nouveau modèle pour l'isolation des conduites de chauffage. L'application de cette technique pour les conduites d'eau chaude et de systèmes de chauffage, mais également dans les processus industriels, présente un grand potentiel.



Fabio Luongo, Hans Tischhauser et Dr. Gerhard Staufert expertisent une soupape de chauffage sous vide à faible coûts conçue par Helbling Technik AG. Photo : R. Bernhardsgrütter

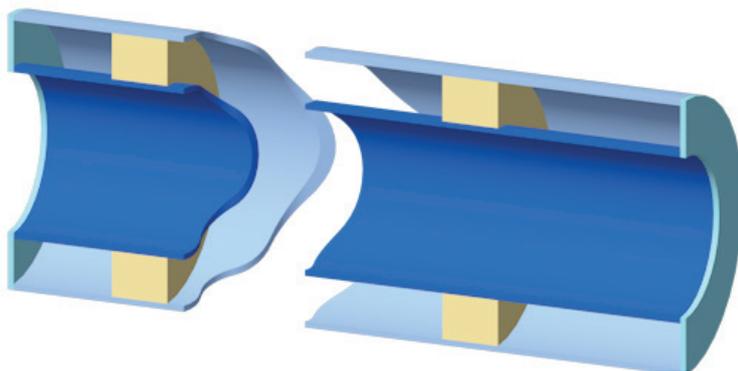
Dr. Benedikt Vogel, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

La bouteille thermos en est l'exemple : un coussin d'air à lui seul permet de très bien isoler le café chaud ou le thé glacé. L'air offre une très bonne isolation thermique. Plus l'air est dilué, plus l'isolation est efficace. Un bon vide permet d'améliorer aisément l'isolation thermique d'un facteur 100. Grâce à cette propriété, l'isolation sous vide est déjà appliqué techniquement depuis longtemps en cas de besoin d'une bonne isolation thermique, par exemple pour le transport de gaz liquide

ou pour la conservation d'azote liquide dans un récipient Dewar (qui tient son nom du physicien écossais qui a utilisé ce récipient sous vide pour la première fois en 1874).

La technologie de l'isolation sous vide est bien connue. Elle implique des coûts élevés mais son application ne connaît aucune limite jusqu'à présent. Toutefois, de nouveaux domaines d'application sont envisagés en vue d'améliorer l'efficacité énergétique. En 2013, une étude a fourni des pistes pour de nouveaux domaines d'application. L'estimation du potentiel d'économie a mon-

## 2 Le vide isole les conduites d'eau chaude



Une conduite d'eau chaude isolée sous vide se compose d'un tube interne et d'un tube externe entre lesquels règne une dépression de 0,0001 mbar. Illustration : Helbling Technik AG

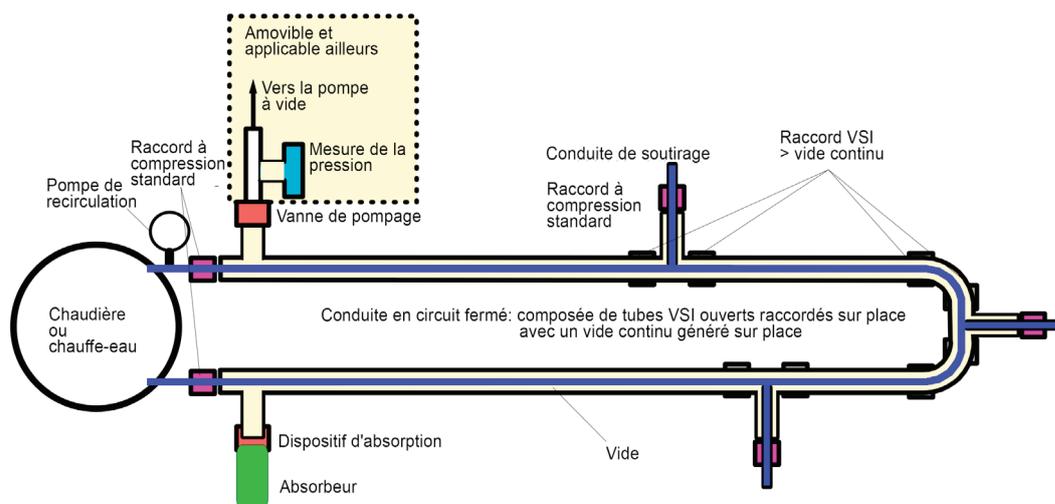
tré "que l'isolation améliorée des conduites d'eau chaude dans les bâtiments pourrait jouer un rôle très significatif". L'isolation sous vide des conduites d'eau chaude dans le bâtiment pourrait théoriquement permettre d'économiser 1,3 million de MWh par an et encore 1,2 million de MWh d'énergie avec l'équipement du chauffe-eau, cela représente un total de 2,5 millions de MWh et ainsi 3 % de la consommation énergétique totale des foyers suisses.

### Technique d'isolation innovante

Bien entendu, équiper les systèmes d'eau chaude du pays avec une nouvelle technique d'isolation est un projet ambitieux. Mais la société Helbling Technik AG y voit un trésor qu'il convient d'exploiter. Ce faisant, il ne s'agit pas d'idéalistes mais d'une entreprise

de 350 employés qui conçoit des produits innovants sur mandat d'autres entreprises ou de sa propre initiative. Sur son site de Wil (SG), Helbling mène actuellement un projet de développement subventionné par l'OFEN. Objectif du projet qui se déroulera encore jusqu'à mi-2015 : les ingénieurs souhaitent apporter la preuve que l'isolation sous vide des conduites d'eau chaude est techniquement réalisable et qu'un rendement économique est envisageable à moyen terme.

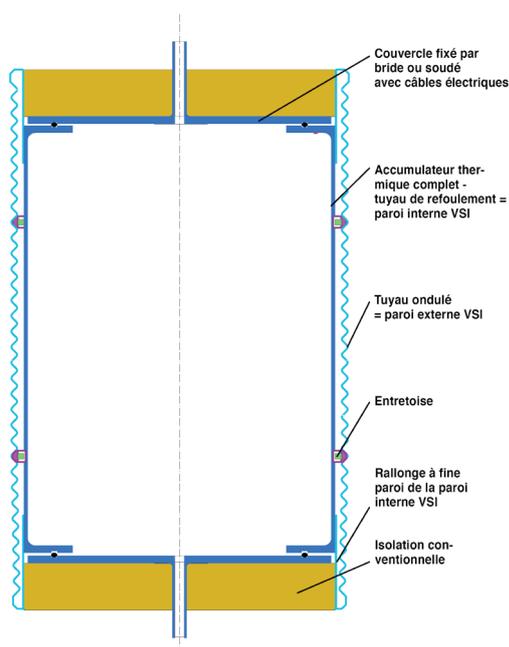
La gare de Wil se situe à quelques pas seulement des laboratoires de la société Helbling AG. Une conduite en acier inoxydable est posée à l'horizontale sur deux supports en bois à côté d'appareils de mesure. Un chauffe-eau est installé dans la même partie du laboratoire. La conduite, comme le chauffe-eau,



L'illustration montre le système complet d'un système d'eau chaude isolé sous vide : les conduites d'eau chaude (bleu) sont entièrement isolées par le vide (jaune). La faible quantité de gaz qui s'échappe des conduites d'eau chaude est liée par un fixateur de gaz. À gauche sur l'image chaudière ou chauffe-eau. Illustration : Helbling

### 3 Le vide isole les conduites d'eau chaude

est conçue avec une double paroi dans laquelle un vide assure une très bonne isolation. "Quand il s'agit d'efficacité énergétique, l'isolation est un thème récurrent. L'isolation sous vide, comme nous l'étudions, pourrait apporter un réel progrès après des décennies de stagnation", affirme le docteur Gerhard Staufert, ingénieur-mécanicien diplômé de L'ETH, ancien professeur en technique des microsystèmes à l'École supérieure de Buchs (SG) qui a effectué des recherches pour la so-



*Schéma de principe d'un réservoir d'eau chaude isolé avec la technique VSI : Le tuyau de refoulement (bleu foncé) forme la paroi interne du chauffe-eau, le tuyau ondulé (bleu clair), la paroi externe ; un vide entre les parois assure une bonne isolation thermique du réservoir. Illustration : Helbling*

ciété Sager AG, fabricant de matériaux isolants.

Avec le soutien financier de l'OFEN, Staufert travaille depuis 2007 avec Helbling sur l'isolation à fente sous vide (VSI). Au cours de plusieurs études, les partenaires ont étudié différents aspects de la technologie et ont conçu le modèle fonctionnel d'une cafe-

tière isolée sou vide et le concept d'un réfrigérateur isolé sou vide. Ils ont également conçu et testé différents types d'entretoises indispensables pour stabiliser des doubles parois malgré la pression négative. Le modèle fonctionnel d'un chauffe-eau a permis aux développeurs de réduire la perte thermique jusqu'à 80 %. L'étude susmentionnée, qui a analysé et quantifié le potentiel d'efficacité des diverses applications, comptait également parmi les travaux.

#### Solutions simples et économiques

Malgré ces préparations, la technologie a encore plusieurs défis à surmonter avant son application commerciale. La faisabilité technique n'est pas le principal défi mais la question à savoir comment la technologie peut être proposée à un coût concurrentiel et comment les composants doivent être fabriqués pour que les installateurs puissent installer les conduites d'eau chaude sans utiliser d'appareil spécial. Les résultats des études précédentes mettent en évidence qu'il est possible d'utiliser de l'acier inoxydable, de l'acier galvanisé ou de l'aluminium pour les conduites extérieures. L'application de ces matériaux garantit que la qualité du vide (et de l'isolation thermique escomptée) ne sera pas altérée par le dégazage de l'hydrogène lié à l'acier. D'autres tests doivent montrer l'épaisseur que doit avoir la conduite extérieure afin de minimiser les frais de matériaux. Cela implique des mesures spéciales visant à analyser le comportement de dégazage des solutions potentielles.

Les points de raccordement entre les conduites représentent un grand défi pour les ingénieurs. Pour chaque installation de chauffage, des tronçons de conduites coupés individuellement doivent être assemblés pour former le circuit de chauffage. Une technique d'isolation ne peut être mise en pratique que si les installateurs de systèmes d'eau chaude sont en mesure d'intégrer ces travaux à la routine du chantier. L'équipe développement de la société Helbling Technik AG a trouvé une approche prometteuse pour cette tâche.

Cette approche permettra d'éviter les fuites de chaleur au niveau des points de raccordement des conduites en élaborant un vide continu sur l'intégralité de la conduite d'eau chaude. Cette méthode permettra (avec des conduites bitubes équipées d'entretoises) de couper les longueurs nécessaires directement sur le chantier, de les assembler avec des raccords à compression et de les évacuer sur le chantier après l'achèvement.

Dans la mesure où les pièces de raccordement disponibles sur le marché ne sont pas assez denses pour une application sous vide, ces dernières ne sont pas seulement comprimées mais équipées d'une fine couche de colle de 50 micromètres. Les développeurs ont déterminé les colles adaptées dans une étude spéciale. "D'après notre évaluation, il s'agit d'une pratique réalisable mais nous souhaitons poursuivre les tests sur notre banc d'essai", affirme l'ingénieur diplômé FH Hans Tischhauser, directeur du centre de développement Helbling Technik AG. Les développeurs sont convaincus que ce processus leur permettra de construire une isolation thermique capable de rester fonctionnelle pendant 50 ans et plus. Ils souhaitent à la fois garantir que le pouvoir isolant du système bitube puisse être contrôlé à moindres frais et pompé en cas de besoin afin de rétablir l'entière efficacité de l'isolation à tout moment.

### Recherche de partenaires industriels

Les développeurs veulent disposer d'un modèle fonctionnel, c'est-à-dire d'une structure d'essai, avant mi-2015 pour démontrer à des sociétés de chauffage intéressées que l'isolation thermique d'une conduite d'eau chaude par VSI est techniquement réalisable et que les économies d'énergie peuvent compenser les frais engendrés. Une fois cette preuve établie, la technologie devrait être industrialisée en coopération avec un partenaire (fabricant de tubes) ; pas seulement la fabrication de conduites bitubes et de pièces de raccordement mais également des outils pour les installateurs. Les modèles commerci-

aux adaptés doivent également être analysés. Ainsi, il serait envisageable que les fabricants proposent les conduites et leur pompage.

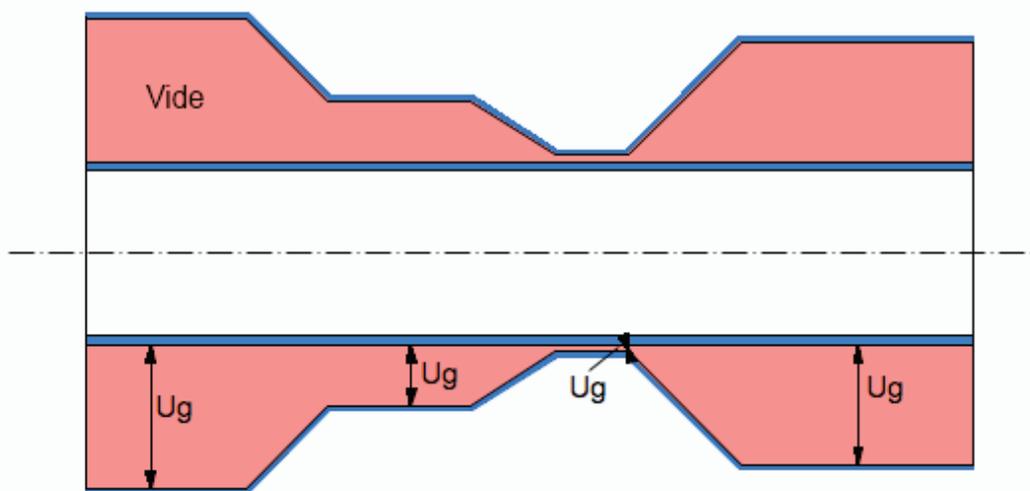
Si les systèmes d'eau chaude isolés sous vide devaient s'imposer dans les foyers et l'industrie, le grand potentiel d'économie ne pourrait être exploité que petit à petit. Il serait donc préférable d'appliquer la technique VSI sur les conduites d'eau potable dans un premier temps dans la mesure où les différences de température y sont plus élevées au cours de l'année ( $\Delta T$  à 40 °C). Ainsi, le potentiel d'économie serait plus élevé qu'avec les systèmes de chauffage modernes à basse température ( $\Delta T$  à 15 °C). De plus, la technique décrite ci-dessus est applicable uniquement dans les bâtiments neufs dans lesquels les systèmes d'eau chaude sont conçus et installés pour la première fois. Les promoteurs de l'isolation à fente sous vide examinent également comment les conduites existantes pourraient être équipées de la technique VSI. La tâche ne sera pas facile. Ces conduites en plastique, cuivre et acier galvanisé présentent la plupart du temps un échappement de gaz et un niveau d'encrassement qui rend impossible leur application directe comme isolation à fente sous vide des conduites avoisinantes. C'est pourquoi les systèmes d'eau chaude existants devraient être transformés au préalable pour permettre l'installation d'une technique VSI.

- » Pour obtenir des informations supplémentaires, s'adresser à Roland Brüniger (Roland.Brueeniger[at]r-brueniger-ag.ch), directeur du programme de recherche sur les technologies et les applications électriques de l'OFEN.
- » Vous trouverez d'autres articles spécialisés concernant les projets de recherche, pilotes, de démonstration et phares dans le domaine de l'énergie dans les bâtiments sur les liens: [www.bfe.admin.ch/CT/batiments](http://www.bfe.admin.ch/CT/batiments) et [www.bfe.admin.ch/ct/processus](http://www.bfe.admin.ch/ct/processus)

### Amélioration jusqu'à 90 % de l'isolation

L'application de l'isolation à fente sous vide permet de réduire les pertes thermiques des conduites d'eau chaude de 75 à 90 % par rapport aux conduites équipées d'une isolation conventionnelle (conformément à la norme SIA 385/1). C'est ce que montrent les calculs de la société Helbling Technik AG pour les conduites d'un diamètre de 15 à 108 mm sachant que le potentiel d'économie augmente avec le diamètre de la conduite.

Pour que l'isolation thermique soit entièrement opérationnelle, la fente sous vide doit présenter une dépression de 0,0001 mbar. L'effet isolant ne dépend pas de l'épaisseur du vide ou, autrement dit : que l'espace entre la paroi intérieure et extérieure s'élève à 1 mm, 1 cm ou 10 cm, l'isolation thermique de la fente sous vide située entre les deux (exprimée par le coefficient de transmission thermique  $U_g$ ) reste constante (voir le graphique). Cette circonstance induite par les lois physiques donne aux ingénieurs des libertés lors de la mise en œuvre pratique de la technique VSI.



**$U_g$  constant dans la fente sous vide variable**

Selon les informations des développeurs, le pompage des conduites d'eau chaude après l'installation a lieu à l'aide d'une petite unité de pompage turbomoléculaire. Selon les calculs et les essais effectués, des conduites VSI équipées d'une telle unité de pompage jusqu'à 100 m de longueur peuvent apporter la dépression souhaitée dans un délai de 2 heures. Afin de réduire l'échappement de gaz, le pompage doit probablement durer plus longtemps dans la pratique, par exemple 24 heures. Théoriquement, le pompage peut avoir lieu à tout moment après l'installation. BV