Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 118 (1992)
Heft: 8

Artikel: Suppression du CFC dans l'isolation de chauffe-eau
Autor: Meister, Philippe
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77752

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Suppression du CFC dans l'isolation de chauffe-eau

Par Philippe Meister, ingénieur mécanicien SIA, CIPAG SA, 1604 Puidoux.

La prise de conscience du risque lié à la diffusion du CFC dans la haute atmosphère est récente. Toutefois, il semble que l'observation de la haute atmosphère a livré des résultats propres à inquiéter profondément les responsables politiques. C'est ainsi que tout récemment, les gouvernements des Etats-Unis et de la République fédérale allemande ont décidé d'avancer encore les dates limites d'interdiction de ces produits, pourtant fixées il y a peu.
Il est intéressant de relever que l'industrie, au niveau mondial, n'a pas vraiment contesté le bien-fondé de ces décisions, mais en a dans une large mesure tiré les conclusions immédiates pour l'orientation de sa production.
Il nous a paru intéressant d'exposer ici comment le CFC a été remplacé dans un produit qui fait partie du cadre de notre vie quotidienne, le chauffe-eau.

Rédaction

Il y a trente ans, l'utilisation d'un combiné halogène (CFC) comme gaz d'expansion dans les mousses de polyuréthane (PUR) ouvrait une nouvelle ère dans la fabrication de mousses d'isolation.
Il s'en est suivi un développement rapide de l'utilisation des mousses dures ou souples dans les domaines de l'isolation thermique et phonique, ainsi que dans ceux des emballages et de quantité de pièces moulées.
Rien qu'en Suisse, on peut estimer à plus de 50 000 t l'utilisation annuelle de mousse PUR .

Le revers de la médaille

Il y a dix-huit ans que sont apparues les premières thèses traitant des risques de destruction de la ceinture d'ozone située entre la troposphère et la stratosphère.
Depuis, le doute n'est plus permis: la formation (en relation avec les cycles des saisons) de trous d'ozone toujours plus importants au-dessus des calottes polaires confirme une menace sérieuse pour les espèces vivantes.
Le processus complexe de détérioration de la couche d'ozone est aujourd'hui connu et admis; en voici une description simplifiée.
Les CFC qui migrent lentement vers les couches supérieures de l'atmosphère sont dissociés en haute altitude par les rayons UV et libèrent des atomes de chlore. Ceux-ci constituent un piège diabolique pour les molécules d'ozone: en effet, chaque atome de chlore «agresse» une molécule d'ozone pour former un oxyde de chlore. La nouvelle molécule se combine ensuite avec un atome d'oxygène, libérant à nouveau l'atome de chlore qui se trouve ainsi prêt à détruire la prochaine molécule d'ozone qu'il rencontrera! Une réaction en chaîne qui peut se répéter des milliers de fois...

Formation et destruction de l'ozone dans la ceinture d'ozone

L'ozone se forme en permanence (en présence des rayons du soleil) selon la réaction simplifiée suivante:

$$3O_2 + \text{rayons UV} \longrightarrow 2O_3.$$

L'ozone est détruit en permanence selon les réactions suivantes qui se cumulent:

– voies naturelles
- O_3 + dégagement de chaleur $\longrightarrow O_2 + O$
- $O_3 + O \longrightarrow 2O_2$

– voie naturelle (?) fortement «dopée» par l'activité humaine = source de déséquilibre du cycle formation/destruction:

$$Cl^{\bullet} + O_3 \longrightarrow ClO^{\bullet} + O_2$$

$$ClO^{\bullet} + O \longrightarrow Cl^{\bullet} + O_2$$

etc. (réaction en chaîne).

Interruption théoriquement possible de la réaction en chaîne: la rencontre d'une molécule de méthane selon la formule:

$$Cl^{\bullet} + CH_4 \longrightarrow HCl^{\bullet} + CH_3.$$

Remarque: d'autres agents plus ou moins «naturels» sont eux aussi susceptibles de détruire la couche d'ozone, par exemple les oxydes d'azote, les hydrocarbures, les dérivés chlorés, etc.
Toutefois les CFC se distinguent des autres par leur stabilité (qualité première pour les frigoristes!), ce qui leur permet de migrer intacts pendant de longues années et de libérer des atomes de chlore à la hauteur de la ceinture d'ozone, sous l'effet des rayons UV beaucoup plus intenses à cette altitude.

Mesures législatives

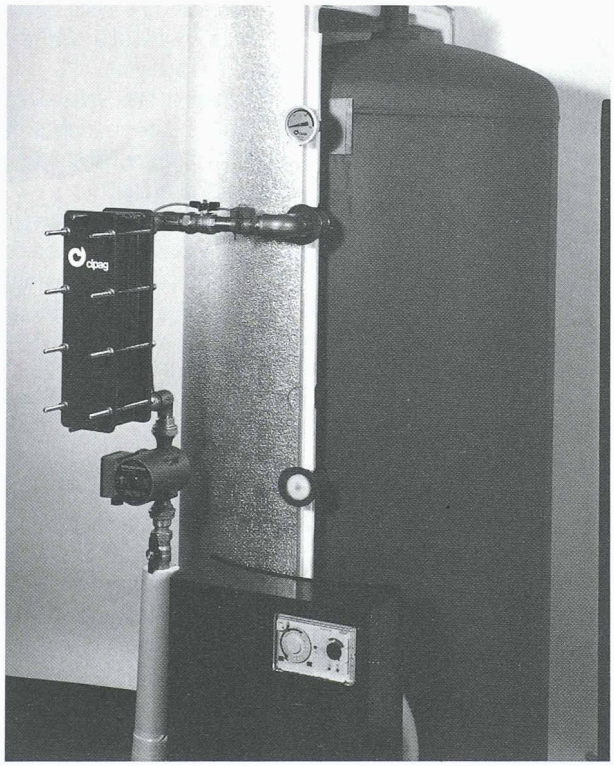
En 1989, les accords de Montréal qui fixent les étapes du renoncement à l'utilisation des CFC ont été ratifiés par le Conseil fédéral. La même année, ce dernier allait encore au-delà dans une résolution pour éliminer presque totalement l'utilisation des CFC et halons d'ici l'an 1995. (La commercialisation de sprays contenant des CFC est déjà interdite depuis 1991.)
La nouvelle réglementation sur les produits impose l'interdiction totale des CFC dans les mousses d'emballage et d'isolation d'ici fin 1992 (fin 1993, pour les chauffe-eau et frigos) et des mesures transitoires dès cette année.

Les chauffe-eau, grave menace pour l'ozone?

En Suisse, depuis que les sprays ne contiennent plus de CFC, la dispersion dans l'environnement a diminué de moitié. Les dégagements actuels sont dus à deux groupes de même importance (environ 2000 t de CFC par groupe et par an): les mousses d'isolation et d'emballage d'une part, les fluides frigorigènes, les solvants et détachants d'autre part.
Les isolations de chauffe-eau représentent 3% du premier groupe avec l'emploi d'environ 60 t de gaz d'expansion par an.

Mesures en cours

Bien que les chauffe-eau ne représentent proportionnellement qu'une utilisation minime de CFC, les principaux fabricants suisses ont réagi bien avant qu'une réglementation ne les y contraigne.
Grâce aux succès obtenus après de nombreux essais de produits de substitution, la nouvelle génération d'isolations habille dès maintenant les chauffe-eau de grandes marques commercialisés en Suisse, qu'ils soient fabriqués dans le pays ou importés.



Quels substituts pour la mousse PUR avec CFC?

Le premier pas pour diminuer l'utilisation du CFC a eu lieu ces toutes dernières années: une réduction d'environ 50% du CFC qui provoque une augmentation de la densité de la mousse et donc une diminution de son pouvoir isolant (lambda).

Pour une isolation sans CFC, les termes de l'alternative étaient les suivants:

- les matériaux isolants traditionnels (fibres de verre, laine de roche), leur désavantage est d'être peu adaptés à la production en série de chauffe-eau isolés d'usine;
- le liège granulé, dont le pouvoir isolant est médiocre et qui n'est plus utilisé depuis des années;
- la mousse expansée (PUR) avec agent expanseur non agressif pour la couche d'ozone; par exemple le HFC 134a, sans chlore, mais dont les essais toxicologiques ne sont pas terminés et qui n'est pas disponible en quantité industrielle;
- le polystyrène sous forme de coquilles en sandwich entre le réservoir et une tôle de revêtement extérieur; le lambda du matériau est du même ordre que celui des mousses PUR sans CFC, mais il est pénalisé par de la convection parasite due à la non-adhérence du matériau sur le réservoir et le manteau;
- la mousse expansée, avec de l'eau comme agent expanseur, représente dans la plupart des cas la solution transitoire adoptée malgré l'inconvénient d'un coefficient d'isolation passablement diminué (lambda environ 35% moins bon); par chance, les pertes globales d'un chauffe-eau sont influencées par d'autres pertes (passage de prises, bride, convection parasite), ce qui fait que la perte d'efficacité globale de l'isolation reste en dessous de 10%.

Toutes les isolations de chauffe-eau sans CFC ont donc un moins bon coefficient d'isolation. Cependant, la nécessité impérative de renoncer aux CFC et de choisir une alternative oblige les fabricants à s'y adapter et par conséquent, à repenser l'ensemble de leurs appareils pour éviter qu'ils ne deviennent plus gourmands en énergie, ce qui irait à l'encontre des progrès réalisés ces dernières années. Comme les épaisseurs d'isolation ne peuvent pas être indéfiniment majorées, chaque source de perte thermique due à la construction doit être identifiée et des modifications apportées pour réduire ces pertes spécifiques.

Elimination, recyclage

Les isolations en mousse PUR utilisées jusqu'ici et contenant toujours du CFC peuvent être éliminées sans risque pour la couche d'ozone moyennant une démarche assez complexe: déchiquetage de la mousse, puis passage dans une puissante presse pour en faire des briques compactes et surtout pour extraire et récupérer le CFC contenu dans les pores de la mousse. La mousse débarrassée du CFC peut ensuite être acheminée en décharge ou brûlée en incinérateur (bonne valeur énergétique).

Dans le futur, un vrai recyclage de la mousse PUR comme produit de base pour la fabrication de nouvelle mousse devrait être possible, comme le démontrent les premiers essais en laboratoire. De ce fait, on peut d'ores et déjà se poser la question de savoir s'il ne serait pas plus judicieux de stocker dès aujourd'hui les isolations récupérées qui pourront servir un jour à remplacer avantageusement pour l'environnement l'isocyanate et le poluol, produits base de la mousse PUR.

Conclusion

Les fabricants suisses prouvent par leur engagement qu'ils partagent les préoccupations environnementales, humaines et politiques, et contribuent à asseoir l'image d'une Suisse concernée par les problèmes de l'environnement mais aussi pleine de ressources pour y faire face.

Les enjeux économiques

Parmi les producteurs de CFC, on trouve les plus grandes entreprises de la chimie mondiale, par exemple Du Pont de Nemours, Hoffmann-La Roche, Hoechst, ICI, Montefluos. Leur production annuelle dépasse un million de tonnes, ce qui représente un chiffre d'affaires de quelque 3 milliards de francs et occupe un parc de machines d'une valeur totale de 250 milliards de francs.

On imagine donc que la crédibilité des chercheurs qui analysent le phénomène des trous dans la couche d'ozone doit être particulièrement élevée pour que l'industrie accepte de bouleverser de tels moyens de production.

Parmi ces chercheurs, il convient de citer l'Institut Max-Planck de Heidelberg, qui a réussi à expliciter le mécanisme de la formation de ces trous.

Rédaction