

# La réduction des émissions de gaz à effet de serre.



Quelques pistes  
de réflexion de la Fédération  
de l'Industrie du Verre.





# Sommaire

1	L'industrie du verre en Belgique	1
2	La consommation d'énergie dans l'industrie du verre	2
3	L'industrie du verre et la problématique des gaz à effet de serre	6
3.1	Le contexte	6
3.2	L'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels	7
3.3	L'utilisation des produits verriers pour l'isolation des bâtiments	8
	Introduction	8
	La situation en Belgique en 1999 - 2000	9
	La contribution des doubles vitrages isolants à Haut Rendement à l'isolation des bâtiments	10
	La contribution du verre cellulaire et de la laine de verre à l'isolation des bâtiments	15
	Rôle des pouvoirs publics	18
3.4	La réduction du SF <sub>6</sub> dans les doubles vitrages acoustiques	19
4	Conclusions	20

## Introduction

Les engagements pris par la Belgique lors de la troisième Conférence des Parties à Kyoto en 1997, à savoir une réduction des émissions des gaz à effet de serre de 7,5% entre 1990 et 2010, seront non seulement très difficiles à respecter (les émissions ont augmenté d'environ 10% depuis 1990 au lieu de diminuer) mais auront également des répercussions économiques très importantes puisqu'on évalue le coût des efforts à supporter par notre pays à plusieurs dizaines de milliards de francs belges par an.

Dans ce contexte difficile, la Fédération de l'Industrie du Verre (FIV) a décidé de mener une réflexion interne dans le but de voir dans quelle mesure elle pouvait contribuer à l'effort commun.

Ce document est le fruit de cette réflexion. Il propose certaines mesures relativement connues telles que l'amélioration de l'isolation thermique des maisons, et d'autres moins connues telles que l'impact de l'abandon du SF<sub>6</sub> des doubles vitrages acoustiques sur les émissions totales de gaz à effet de serre en Belgique.

Son contenu très technique pourra surprendre de prime abord, mais nous l'avons voulu ainsi afin de permettre aux experts de recouper et d'utiliser au mieux les chiffres avancés.

# L'industrie du verre en Belgique

## 1

### En 1999, l'industrie du verre en Belgique:

- ✘ employait environ 11.000 personnes;
- ✘ a fondu 1.5 millions de tonnes de verre, **dont environ 80% étaient destiné à l'exportation;**
- ✘ a réalisé un chiffre d'affaires de 90 milliards BEF pour une valeur ajoutée de 30 milliards BEF;

Multipliées par dix en trente ans, ses exportations dégagent chaque année un solde positif important: il a atteint quelque 25 milliards en 1999. Il est du reste significatif de constater que la Belgique figure en tête des pays de l'Union Européenne par l'importance de ses exportations verrières.

Dans tous les autres pays européens, la production est quasi équivalente à la consommation de verre.

### En Belgique, il en va tout autrement:

- ✘ la production atteint plus du double de la consommation;
- ✘ la place que le secteur occupe dans le commerce extérieur ( $\pm 1\%$ ) est trois fois plus importante que celle qu'il occupe dans le produit national ou la population active ( $\pm 0,33\%$ );
- ✘ le marché est beaucoup plus ouvert que celui de ses concurrents directs: on importe un volume équivalent à 75 % de la production belge.

Le secteur est donc soumis à une concurrence internationale sévère. Il est ainsi bon de rappeler que le prix du verre plat a chuté de plus de 50% entre les années 1980 et l'année 1999 (depuis, de récentes hausses de prix ont quelque peu amélioré la situation). En ce qui concerne les fibres d'isolation, leur prix a chuté de 20% depuis 1994.

L'industrie verrière belge a ceci de particulier que plus de 70% de la production est constituée de verre plat, **contrairement au reste de l'Europe** où le verre creux domine. La demande en produits verriers croît d'environ 2% par an, et en Europe, de nouveaux fours ont été construits ou sont en cours de construction:

- ✘ **Espagne** (Joint-Venture GlaPilk A.I.E.entre Glaverbel et Pilkington): nouveau float de 150.000 tonnes par an à Sagunto, démarré en février 2000;
- ✘ **Angleterre** (Saint-Gobain): nouveau float de 600 tonnes/jour à Eggborough, démarré en mars 2000;
- ✘ **Belgique** (Glaverbel): nouvelle ligne supplémentaire de 700 tonnes/jour pour le float existant à Moustier-sur-Sambre. Démarrage prévu en septembre 2001;
- ✘ **France** (Joint-Venture de Pilkington et Interpane): nouveau float de 720 tonnes par jour, combiné à une ligne de fabrication de verre feuilleté (1 million de m<sup>2</sup> par an) et une ligne de dépôts de couches pour vitrages Haut Rendement (8 millions de m<sup>2</sup> par an). Démarrage du float prévu en décembre 2001 et des autres lignes en respectivement 2002 et 2003.

Le secteur verrier se caractérise également par la **grande variété de produits fabriqués**:

- ✘ verre plat et ses produits transformés: verre trempé, verre feuilleté, vitrages isolants, verres à couches,...;
- ✘ verre d'emballage;
- ✘ verre de table;
- ✘ fibres d'isolation;
- ✘ fibres de renforcement;
- ✘ verre multicellulaire;
- ✘ composants en verre pour l'industrie de l'éclairage;
- ✘ verres spéciaux (verrerie de laboratoire, optique,...).

Les procédés industriels mis en oeuvre pour la fabrication de chacun de ses produits montrent d'énormes disparités au niveau:

- ✘ des quantités de verre fondues;
- ✘ des matières premières enfournées: vitrifiants, fondants, stabilisants, affinants, colorants, opalisants,...
- ✘ des techniques utilisées pour les différentes étapes de la fabrication: stockage, mélange, fusion, affinage, façonnage, recuisson, conditionnement, découpage, emballage,...
- ✘ de la qualité de verre à atteindre: durabilité, transparence, résistance aux chocs thermiques et mécaniques,...
- ✘ des consommations d'énergie requises;
- ✘ des émissions atmosphériques;
- ✘ ...

## La consommation d'énergie dans l'industrie du verre

Commençons par une constatation simple mais fondamentale: **l'amélioration de l'efficacité énergétique a toujours constitué une priorité pour l'industrie du verre et ce pour des raisons évidentes de compétitivité** puisque l'énergie peut représenter jusqu'à 30% dans le prix de revient du produit !

On conçoit dès lors mieux l'importance pour notre industrie de réduire sa facture énergétique, surtout lorsqu'on compare les prix du pétrole en Belgique avec ceux aux Etats-Unis par exemple !

Parmi les techniques déjà mises en oeuvre en vue de réduire la consommation énergétique, citons :

- ✘ **l'isolation thermique des fours**; les fours de verrerie sont généralement isolés de manière optimale, ce qui a conduit ces dernières décennies à une réduction spectaculaire des consommations énergétiques. Il faut cependant savoir que cette technique a des limites: un four trop bien isolé surchauffe énormément, ce qui conduit à une destruction rapide des réfractaires. De plus, les réfractaires de la cuve d'un four de verrerie ne sont pas scellés (aucun mastic ne résisterait); c'est le verre qui, en se refroidissant et en se solidifiant entre les briques, assure ce rôle de rejointement. Si les réfractaires sont trop chauds, le verre ne se solidifierait plus et coulerait entre les réfractaires !
- ✘ **la récupération de la chaleur des gaz de combustion**, qui s'effectue soit dans des chaudières classiques (pour les fours de taille modeste), soit dans des chambres de régénération pour les grands fours; cette dernière technique très performante consiste à extraire la chaleur des gaz de combustion



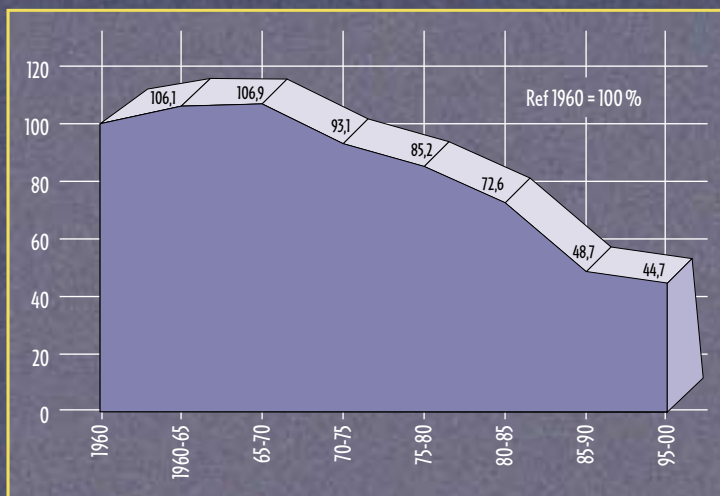
## 2

en la stockant alternativement dans deux empilements de matériaux réfractaires, appelés chambres de régénération. A intervalle régulier, l'air de combustion passe dans ces chambres, ce qui le préchauffe avant son introduction dans le four. Les réfractaires, soumis à des variations cycliques de température de l'ordre de 1000°C, subissent une usure très prononcée.

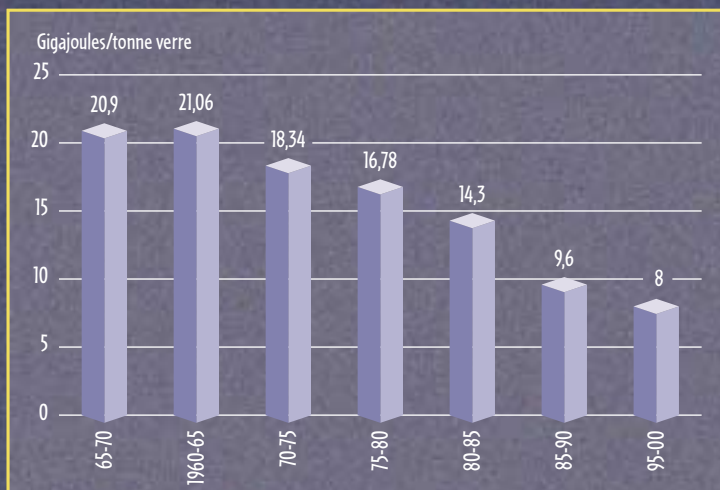
- ✘ **le préchauffage de l'air de combustion** (voir le point ci-dessus);
- ✘ **le placement de brûleurs haut rendement;**
- ✘ **le passage à l'oxy-fuel** pour les fours où ce choix est techniquement et économiquement justifié (4 fours en Région Wallonne). Cette technique consiste à remplacer l'air de combustion par de l'oxygène pur. La suppression de l'azote de l'air qui ne participe pas à la combustion réduit le volume des fumées et entraîne généralement une amélioration du rendement thermique du four. Il faut toutefois tenir compte dans le bilan thermique de l'énergie nécessaire à la fabrication de l'oxygène. Etant donné qu'une pureté de plus de 99% est nécessaire pour éviter une augmentation de oxydes d'azote, le procédé d'enrichissement consomme une quantité d'électricité importante (environ 0,4 kWh par mètre cube d'oxygène produit). Le potentiel de gain énergétique est extrêmement variable et dépend fortement des performances initiales du four et de sa taille; les fours de taille modeste (~50 tonnes/jour) sont les mieux adaptés à une conversion à l'oxy-fuel. Ceci explique pourquoi seuls les fours de fibres de verre sont passés à l'oxy-combustion en Belgique. Pour les grands fours, dont

le rendement thermique avoisine déjà 50%, cette conversion n'est pas avantageuse;

- ✘ **l'incorporation de calcin** (verre recyclé) dans les matières premières: l'incorporation de verre recyclé dans les matières premières a un effet bénéfique sur la consommation énergétique. Il n'est en effet plus nécessaire de fondre les matières premières nécessaires à la fabrication du verre (sable, carbonate de sodium et de calcium). La distinction doit cependant être faite entre **calcin interne** (verre provenant de la société: chutes de coupes, bris accidentel de produits,...) et **calcin externe** (verre provenant de l'extérieur de la société). Dans le premier cas, le verrier connaît exactement la composition de son calcin et n'hésite donc pas à le réintroduire dans le four. Dans le deuxième cas, la composition est inconnue et la présence d'impuretés peut avoir un effet dramatique sur la qualité du verre (inclusion de céramiques, de pierres, ou décoloration par des matières organiques, du fer ou de l'aluminium, même en quantités infimes) ou sur les réfractaires du four (plomb ou autres métaux). Alors que le calcin interne est généralement entièrement réintroduit dans les fours, la situation est plus compliquée pour le calcin externe. Cette solution n'est en effet envisageable à grande échelle que pour le verre creux et les produits d'isolation (fibres d'isolation et verre cellulaire). Les exigences de qualité des cahiers de charge en verre plat, en flaconnage ou en verre à boire sont en effet tellement exigeants que l'incorporation de calcin externe dans ces types de procédés ne se fait qu'à titre exceptionnel;



EVOLUTION DE L'ÉNERGIE SPÉCIFIQUE DANS L'INDUSTRIE DU VERRE



- ✘ l'optimisation de la géométrie des chambres de combustion;
- ✘ l'incorporation de laitier de hauts-fourneaux dans les matières premières;
- ✘ la réduction du poids de certains produits,...

Ces investissements ont permis de réduire la consommation spécifique énergétique (c'est-à-dire la consommation totale d'énergie divisée par la quantité de produits fabriqués) de plus de 60 % depuis les années 1960 (voir graphique).

Ces dernières années, on observe une stabilisation des consommations énergétiques du secteur verrier qui peut s'expliquer par les effets suivants :

- ✘ il est impossible de réduire la consommation énergétique d'un four au-delà d'une certaine valeur minimale. Autrement dit, il faudra toujours une certaine quantité d'énergie pour fondre les matières premières nécessaires à la fabrication du verre. Et plus un four est proche de cette valeur minimale, plus les efforts de réduction sont difficiles et coûteux.



- ✘ L'industrie du verre a développé ces dernières années quantités de produits à haute valeur ajoutée pour lesquels le consommateur exige une qualité irréprochable: vitrages automobiles, miroiteries, flacons de parfumerie, verres à boire de luxe,... Or, **l'exigence de qualité va de pair avec une consommation énergétique plus élevée**. En effet, la phase d'affinage, qui consiste à éliminer dans le four les bulles et les imperfections du verre, dure plus longtemps pour un produit de haute qualité, ce qui entraîne une hausse de la consommation énergétique. Enfin, de plus en plus de produits nouveaux requièrent des traitements post-fusion qui, eux aussi, tendent à faire augmenter les consommations d'énergie: décoration, dépôts de couches, ...
- ✘ **Certains effets d'interaction** entre différents polluants tendent à augmenter les consommations d'énergie: l'injection de fuel en vue de créer des zones réductrices à la sortie de la chambre de combustion pour éliminer une partie des oxydes d'azote entraînera inévitablement une augmentation de la consommation de fuel, tout comme le placement d'un électrofiltre en vue de réduire les émissions de poussières entraînera une augmentation de la consommation électrique.

Les efforts de réduction de la consommation énergétique des fours entrepris ces dernières années ont fait passer la consommation spécifique de 21 gigajoules par tonne de verre à environ 8 gigajoules par tonne de verre, soit une réduction de 62%. Les efforts de réduction se poursuivent continuellement mais la marge d'amélioration s'amenuise au fur et à mesure que l'on se rapproche de la limite thermodynamique.

Certains efforts pourront être poursuivis sur les équipements périphériques (moteurs, compresseurs, ventilateurs,...). Toutefois, la part de ceux-ci dans le bilan énergétique total d'une usine de verre est relativement faible et ne représente pour un four de verre plat par exemple qu'une dizaine de pourcent. Une amélioration de 30% de la consommation des équipements périphériques, qui constitue déjà un bel objectif, ne permettrait in fine que de réduire la consommation de l'usine de 3%.

# L'industrie du verre et la problématique des gaz à effet de serre

## 3

### 3.1 Le contexte

L'industrie du verre est principalement concernée par deux gaz à effet de serre:

1. le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) provenant de la combustion de combustibles fossiles lors de la fabrication du verre;
2. et, dans une proportion nettement plus faible, l'hexafluorure de soufre SF<sub>6</sub>, utilisé comme gaz de remplissage dans certains doubles vitrages afin d'en améliorer l'isolation acoustique.

A titre de comparaison, les émissions de gaz à effet de serre émises par la Belgique atteignent annuellement environ 150.000.000 de tonnes de CO<sub>2</sub>-équivalent. L'industrie du verre représente donc environ 0,75% du total des émissions belges.

Le tableau suivant donne une idée des tonnages émis par l'industrie du verre pour ces deux gaz ainsi que leur tonnage en CO<sub>2</sub> équivalent:

	Tonnes émises	Pouvoir de réchauffement (tonne CO <sub>2</sub> /tonne)	Tonnes CO <sub>2</sub> équivalent
<b>CO<sub>2</sub></b>	~ 900.000 (*)	1	~ 900.000
<b>SF<sub>6</sub></b>	~ 10	23.900	~ 239.000
<b>TOTAL (tonnes CO<sub>2</sub> équivalent émises par l'industrie du verre)</b>			~ 1.139.000

(\*) On estime en effet généralement que la production d'une tonne de verre génère 600 kilos de CO<sub>2</sub>. Puisque la production belge de verre se monte à environ 1,5 millions de tonnes, on peut calculer que l'industrie du verre relâche annuellement environ 0,9 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.



### 3.2 L'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels

L'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels est généralement la première mesure envisagée pour réduire les émissions de gaz à effet de serre d'un pays ou d'une région. Il est indéniable que cette mesure présente à la fois des avantages environnementaux et économiques puisqu'une réduction de la consommation d'énergie va de pair avec une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et des coûts. Toutefois, il convient de nuancer quelque peu cette affirmation:

- ✘ Le chapitre consacré aux consommations d'énergie dans l'industrie du verre a déjà fait état des efforts accomplis de par le passé en vue de réduire la consommation énergétique. Ces efforts ont été entrepris pour permettre à notre industrie (qui, rappelons-le, exporte 80% de sa production dans le monde entier) de rester compétitive et rentable et ont permis d'atteindre une consommation spécifique proche de la limite thermodynamique.
- ✘ Même si des efforts importants sont entrepris en vue de réduire la consommation spécifique de l'industrie du verre, la demande structurelle croissante de verre engendrera très probablement une augmentation des émissions totales de CO<sub>2</sub> de notre industrie. Toutefois, les émissions de gaz à effet de serre de l'industrie du verre ne

représentent environ que 0,75% des émissions totales en Belgique. L'augmentation des émissions n'aura donc qu'un impact limité sur la bulle de gaz à effet de serre émise en Belgique.

Il est évident que le procédé de fabrication du verre continue et continuera à faire l'objet de mesures d'amélioration, mais les gains qui pourront être obtenus ne représenteront jamais qu'un faible pourcentage de l'engagement commun pris à Kyoto.

Dans les chapitres qui suivent, nous essayerons de montrer que d'autres types de mesures peuvent être prises dont le rapport coût/efficacité est beaucoup plus avantageux.



### 3.3 L'utilisation des produits verriers pour l'isolation des bâtiments

#### Introduction

La fabrication de produits verriers d'isolation thermique (doubles vitrages, verre cellulaire, laine de verre) requiert de l'énergie, généralement du fuel ou du gaz naturel et de l'électricité. Il est cependant intéressant de montrer que l'utilisation des produits d'isolation thermique induit des économies d'énergie (et donc des réductions des émissions de CO<sub>2</sub>) **de très loin supérieures** à ce qui a été consommé et émis lors de la fabrication.

A titre d'exemple, la fabrication d'un double vitrage Haut Rendement comportant deux feuilles de verre de 5 mm d'épaisseur engendre l'émission d'environ 25 kg de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> de vitrage. Si ce double vitrage est mis à la place d'un simple vitrage, il permettra d'économiser environ 60 kg de CO<sub>2</sub> par an (voir ci-dessous). En d'autres mots, une fois placé, le double vitrage s'amortit (en terme de CO<sub>2</sub>) en 5 mois. Après ces 5 mois, le CO<sub>2</sub> lié à la fabrication du produit est déjà contrebalancé par les gains énergétiques, et les économies commencent...

Nous montrerons par la suite que les mêmes conclusions valent pour les fibres d'isolation et le verre multicellulaire.

**Le bilan énergétique des produits verriers apparaît donc globalement très positif !**

Nous nous proposons dans la suite de ce chapitre d'étayer cette affirmation sur base d'études existantes, et ce pour les trois produits verriers d'isolation produits en Belgique, à savoir les doubles vitrages à haut rendement, le verre cellulaire, et la laine de verre.

Cependant, avant de rentrer dans "le vif" du sujet, il nous semble utile de faire le point sur l'état de l'isolation des bâtiments en Belgique.



En se fixant des objectifs tout à fait réalistes d'isolation (ramener la valeur de K de 139 à 107), les auteurs concluent qu'une économie de 84 millions de GJ par an est possible, ce qui équivaut à une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an (soit environ 3% des émissions totales de gaz à effet de serre en Belgique).

### La situation en Belgique en 1999 - 2000

La référence la plus récente en matière d'économie d'énergie consécutive à une amélioration de l'isolation des bâtiments en Belgique est une note rédigée par le CIR (Conseil d'Isolation, IsolatieRaad) à la demande du VIREG (Vlaamse Instelling voor het Rationeel Energiegebruik): Na-isolatie van het Vlaamse woningpark – Beperking CO<sub>2</sub>-uitstoot ten gevolge van verwarming. Juni 2000.

Cette étude elle-même est basée sur les travaux du CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) et a été transmise en novembre 2000 au cabinet du ministre flamand de l'énergie Steve Stevaert pour approbation et signature.

La note du CIR commence par évaluer la valeur K d'une habitation moyenne en Belgique. Rappelons que cette valeur exprime le niveau d'isolation global d'une habitation en fonction des coefficients de transmission thermique des matériaux utilisés pour les parois du bâtiment (valeur petit k) et de la compacité du bâtiment. Plus basse est la valeur de K, meilleure est l'isolation. Le calcul de cette valeur K se fait selon la norme belge NBN B 62-301 et fait l'objet de règlements spécifiques dans les trois régions (pour fixer les idées, une valeur  $K < 55$  est obligatoire pour les nouvelles habitations, ce aussi bien en Wallonie qu'à Bruxelles ou en Flandre).

La valeur moyenne de K, déterminée par le CSTC et retenue dans l'étude du CIR, est:

$$K_{\text{moyen}} = 139.$$

Cette valeur très élevée de K montre clairement que les habitations en Belgique sont mal isolées.

Les auteurs en tirent ensuite une relation relativement simple et facile à utiliser entre le niveau d'isolation et la consommation d'une habitation:

$$\begin{aligned} \text{Consommation totale d'une habitation (kWh/an)} \\ = K_{\text{moyen}} \times 180 \end{aligned}$$



Le pouvoir isolant d'un double vitrage à haut rendement peut donc atteindre plus de deux fois celui d'un double vitrage classique et quatre fois celui d'un simple vitrage.

## La contribution des doubles vitrages isolants à Haut Rendement à l'isolation des bâtiments

### Qu'est-ce qu'un double vitrage à haut rendement ?

Les doubles vitrages isolants à haut rendement (également appelés "à basse émissivité") sont constitués, comme les vitrages doubles ordinaires, de deux feuilles de verre séparées par un espace d'air mais comportant sur une des deux parois vitrées une fine couche pratiquement invisible qui en augmente fortement le pouvoir isolant, pouvoir encore accru lorsque l'espace d'air est remplacé par un gaz noble.

Le facteur de déperdition thermique d'un vitrage se mesure au moyen du coefficient "k" qui chiffre, selon une méthode standardisée, son degré de transmission thermique. Plus la valeur de k est petite, plus le produit est isolant.

La valeur **k** des différents types de fenêtres varie de la façon suivante :

- ✘ **simples vitrages**

4,7 W/m<sup>2</sup> K

- ✘ **doubles vitrages classiques**

entre 3,0 et 2,8 W/m<sup>2</sup> K

- ✘ **doubles vitrages à haut rendement**

entre 2,0 et 1,1 W/m<sup>2</sup> K

### L'étude de la Commission Européenne

En 1995, le Comité Permanent des Industries du Verre de la C.E.E. (C.P.I.V.) et le Fachinformationszentrum Karlsruhe (F.I.Z.) publièrent une étude à la demande de la DG XVII de la Commission européenne: Major energy savings, environmental and employment benefits by double-glazing and advanced double-glazing technologies - December 1995 - Market study - Thermie programma action B 154.

Cette étude (réactualisée en 1998) montre les effets positifs que peut avoir le placement de doubles vitrages à haut rendement sur les consommations d'énergie et, par voie de conséquence, sur les quantités de CO<sub>2</sub> émises dans l'atmosphère.

De l'étude publiée par la Commission, il ressort que la majorité des logements européens sont mal isolés, si bien que 75 % de l'énergie consommée par un logement européen sont encore consacrés à son chauffage.

C'est particulièrement le cas en ce qui concerne la Belgique où 32 % des logements privés datent d'avant 1945 et présentent des déficiences sur le plan du confort et/ou de la salubrité.

En 1998, la Belgique comptait approximativement 3,9 millions de logements, pour une surface vitrée totale de quelque 90 millions de m<sup>2</sup>, dont plus de 45 % sont encore constitués de vitrages simples.

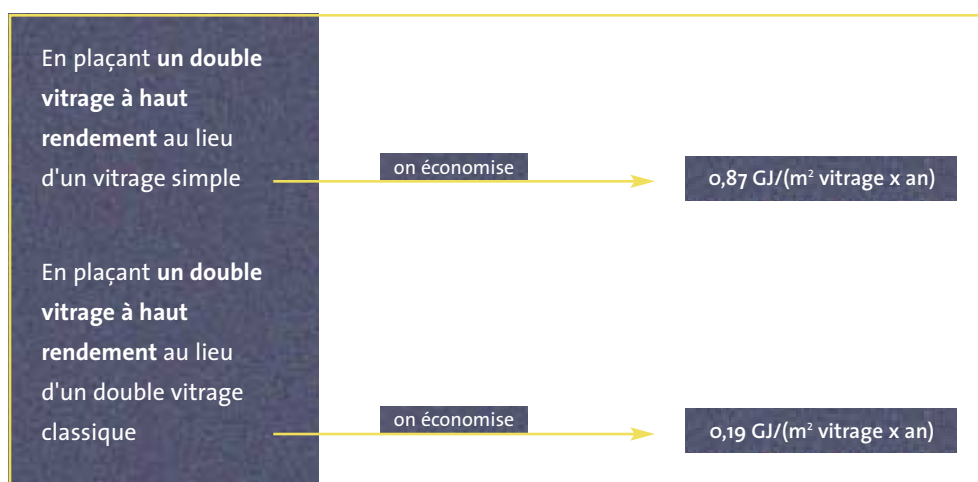
Parc logements existants								
	Vitrages simples		Vitrages doubles		Doubles vitrages à haut rendement		TOTAL	
1992	49 mio m <sup>2</sup>	57,0 %	35,3 mio m <sup>2</sup>	41,0 %	1,7 mio m <sup>2</sup>	2,0 %	86,0 mio m <sup>2</sup>	100 %
1993	48 mio m <sup>2</sup>	55,0 %	37,3 mio m <sup>2</sup>	42,6 %	2,1 mio m <sup>2</sup>	2,4 %	87,4 mio m <sup>2</sup>	100 %
1994	47 mio m <sup>2</sup>	53,0 %	39,2 mio m <sup>2</sup>	44,0 %	2,6 mio m <sup>2</sup>	3,0 %	88,8 mio m <sup>2</sup>	100 %
1995	46 mio m <sup>2</sup>	51,1 %	41,0 mio m <sup>2</sup>	45,5 %	3,1 mio m <sup>2</sup>	3,4 %	90,1 mio m <sup>2</sup>	100 %
1996	45 mio m <sup>2</sup>	49,4 %	42,5 mio m <sup>2</sup>	46,7 %	3,6 mio m <sup>2</sup>	3,9 %	91,1 mio m <sup>2</sup>	100 %
1997	44 mio m <sup>2</sup>	47,8 %	44,0 mio m <sup>2</sup>	47,8 %	4,1 mio m <sup>2</sup>	4,4 %	92,1 mio m <sup>2</sup>	100 %
1998	43 mio m <sup>2</sup>	46,2 %	45,5 mio m <sup>2</sup>	48,8 %	4,7 mio m <sup>2</sup>	5,0 %	93,2 mio m <sup>2</sup>	100 %

(Source : C.P.I.V. et F.I.V.)

On constate qu'en ce qui concerne les vitrages, la rénovation du parc de logements est très lente : le pourcentage des vitrages à haut rendement n'augmente que faiblement: on atteint à peine 5 % des surfaces vitrées du parc de logements en 1998.



Or, les économies d'énergie qu'il est possible de réaliser en passant d'un type de vitrage à un autre ne sont pas négligeables :



En rapportant ces chiffres aux surfaces vitrées du parc de logements existants, on obtient le potentiel total d'économie d'énergie que représenterait le placement de doubles vitrages à haut rendement dans toutes les habitations du pays :

Mesure	Gains d'énergie (Mio GJ/an)
Remplacement de tous les vitrages simples	<b>37,41</b> (= 0,87 GJ/m <sup>2</sup> x 43 mio m <sup>2</sup> )
Remplacement de tous les doubles vitrages classiques	<b>8,65</b> (= 0,19 GJ/m <sup>2</sup> x 45,5 mio m <sup>2</sup> )
<b>Au total, ces deux mesures permettent les économies suivantes</b>	
Energie économisée par an:	46,06 millions GJ/an
Economies (hypothèse: 360 BEF/GJ)	17 milliards BEF/an
CO <sub>2</sub> économisé (hypothèse: 70 kg CO <sub>2</sub> /GJ)	3,2 millions de tonnes de CO <sub>2</sub>

A titre de comparaison, ces quelque 46 mio GJ/an correspondent à la moitié de la consommation annuelle totale d'énergie d'une ville comme Bruxelles, et les 3.2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> économisées correspondent à **3% des émissions totales de la Belgique**. Il convient évidemment de remarquer que ce pourcentage constitue en quelque sorte un "maximum" qu'il serait illusoire de vouloir atteindre à l'horizon 2010. L'ordre de grandeur ainsi calculé est toutefois très encourageant et incite à se pencher très sérieusement sur des mesures favorisant le remplacement des surfaces vitrées par des doubles vitrages à Haut Rendement. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre "Rôle des pouvoirs publics".





A titre d'exemple voici les valeurs R de quelques matériaux de construction pour une même épaisseur de 10 cm :

- ✘ **Béton normal non armé**  
R = 0,07 m<sup>2</sup>.K/W
- ✘ **Maçonneries de briques pleines**  
R = 0,12 m<sup>2</sup>.K/W
- ✘ **Bois dur**  
R = 0,50 m<sup>2</sup>.K/W
- ✘ **Verre cellulaire**  
R = 2,4 m<sup>2</sup>.K/W

Ces valeurs montrent à l'évidence les performances d'isolation du verre cellulaire par rapport aux matériaux de construction classiques.

## La contribution du verre cellulaire et de la laine de verre à l'isolation des bâtiments

### Le verre cellulaire



Le verre cellulaire se présente sous la forme de plaques rigides de structure cellulaire constituées de millions de cellules de verre hermétiquement closes et contenant un gaz isolant. La densité est 20 fois plus faible que la densité du verre de sorte que 95 % du volume est occupé par le gaz isolant, ce qui lui confère une conductibilité thermique remarquablement faible.

Les plaques sont rigides, légères, faciles à travailler, totalement incombustibles, étanches à l'eau, à la vapeur d'eau et aux gaz en général, résistantes aux insectes et aux rongeurs, résistantes aux acides et à pratiquement tous les agents chimiques.

Le matériau présente une résistance à la compression sans écrasement très élevée et une conductivité thermique basse qui est maintenue à vie. De plus il faut noter que le verre de base contient actuellement 57 % de verre recyclé.

Grâce à ses propriétés, le verre cellulaire est un matériau de choix pour l'isolation thermique des bâtiments (toitures, murs, sols) et des équipements industriels tels que tuyauteries, sphères, réservoirs, cheminées, ...

La conductibilité thermique mesure le pouvoir isolant et est généralement exprimée par le facteur  $\lambda$  en W/m.K à 10°C. Plus le facteur  $\lambda$  est petit, plus le produit est isolant. Le facteur  $\lambda$  ne dépend pas de l'épaisseur dont il faut cependant tenir compte pour évaluer correctement le pouvoir isolant d'un mur ou d'une toiture. Pour tenir compte de l'épaisseur, il convient d'utiliser la **résistance thermique** (R en m<sup>2</sup>.K/W) qui exprime la résistance à la perte de chaleur au travers d'un matériau. Plus le chiffre est élevé, moins on perd de chaleur.

### La laine de verre

La laine de verre est largement utilisée dans l'isolation thermique des bâtiments résidentiels et industriels. Ce matériau emprisonne entre les fibres du matelas une quantité d'air immobile qui réduit fortement le transfert de chaleur au travers des parois et des toitures.



La production de ce matériau d'isolation est réalisée au départ de produits minéraux naturels et de verre recyclé.



La laine de verre est disponible principalement sous forme de rouleaux ou de panneaux. Dans chacune de ces formes, les produits présentent des caractéristiques différentes:

- ✘ largeur;
- ✘ épaisseur;
- ✘ densité;
- ✘ longueur;
- ✘ revêtement: produit nu ou revêtu de voile de verre, de pare-vapeur constitué d'un complexe papier kraft – polyéthylène, aluminium-kraft, ou aluminium-kraft-polyéthylène.

En fonction des différents paramètres ci-dessus, les produits présentent des performances d'isolation variables et leurs domaines particuliers d'application sont donc très variés: certains produits sont utilisés pour l'isolation des toitures, d'autres pour l'isolation des murs, d'autres encore pour les bardages métalliques....

C'est ainsi que le coefficient d'isolation  $R$  ( $m^2.K/W$ ) de la laine de verre peut varier de 1,5 à 6,5.

Ce coefficient caractérise l'aptitude du produit à s'opposer au transfert de chaleur; plus la valeur de ce coefficient est élevée, plus la performance d'isolation est aussi élevée.

A titre d'exemple, des produits faisant partie de la gamme standard de production offrent des propriétés

isolantes très intéressantes: une épaisseur de 12 cm de laine de verre a le même pouvoir isolant que 34 cm de bois ou 180 cm de mur en briques.

La laine de verre contribue aussi à l'isolation acoustique.

#### **Exemple d'application: l'isolation d'une toiture au moyen de produits verriers d'isolation.**

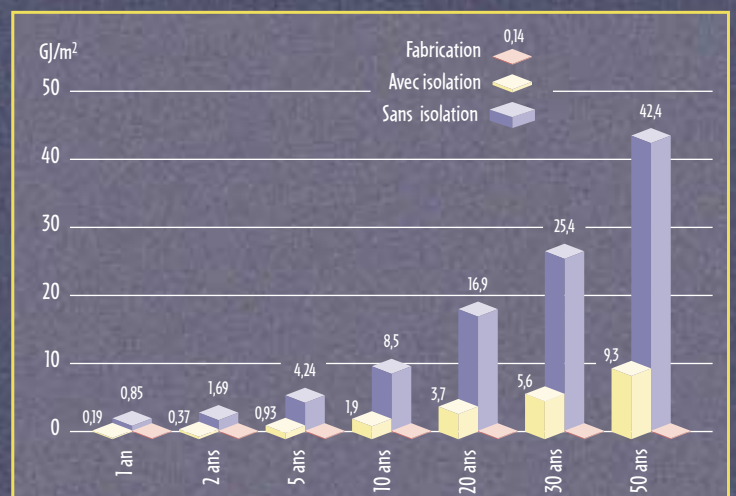
Considérons une toiture sans isolation et cette même toiture isolée au moyen de verre cellulaire ou de laine de verre. Dans le cas de la toiture isolée il faut bien entendu tenir compte de l'énergie consommée lors de la fabrication des produits d'isolation. Dans ce calcul, une partie de la consommation d'électricité lors de la fabrication a été convertie en énergie primaire pour tenir compte du rendement des centrales électriques à combustibles fossiles.

Le graphique A montre l'énergie de fabrication ainsi que les pertes thermiques de  $1 m^2$  de toiture non isolée et de toiture isolée, donc les consommations cumulées d'énergie après 1 an, 2, 5, 10, 20, 30 et 50 ans. On observe que le bilan est largement positif. Dès la première année, la réduction de la consommation d'énergie obtenue en isolant la toiture compense de près de 5 fois l'énergie consommée par la fabrication, et ce gain ne fait que croître avec l'âge.

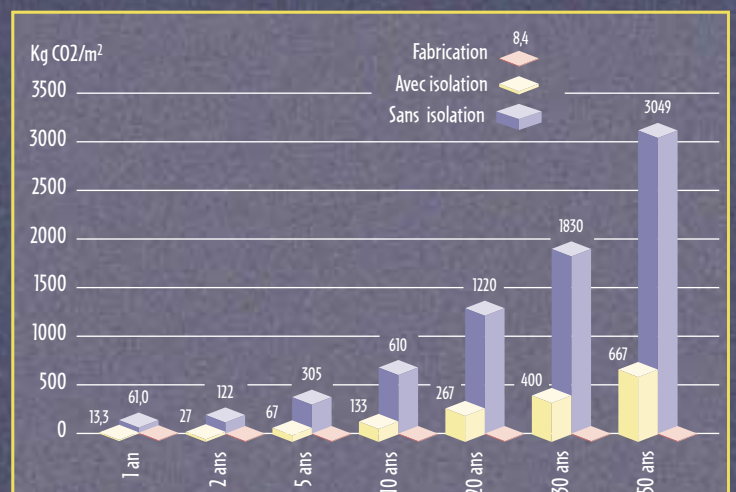


Les émissions de CO<sub>2</sub> sont directement en rapport avec la consommation d'énergies fossiles. On peut donc facilement convertir les données énergétiques en émissions de CO<sub>2</sub>. Le graphique B montre à l'évidence que les émissions de CO<sub>2</sub> sont bien plus faibles dans le cas de la toiture isolée et que le gain compense très largement les émissions dues à la fabrication de l'isolant, et ceci dès la première année d'utilisation.

**A**  
PERTES THERMIQUES D'UNE TOITURE  
SANS ISOLATION ET AVEC ISOLATION ▼



**B**  
ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> POUR UNE TOITURE ISOLÉE ET NON ISOLÉE ▼





### Rôle des pouvoirs publics

Les chapitres précédents ont démontré que l'utilisation de produits verriers peut fortement contribuer à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage des bâtiments, responsable à lui seul d'environ 20% des émissions de CO<sub>2</sub> en Belgique.

Il serait évidemment utopique de remplacer toutes les surfaces vitrées (simples et doubles vitrages classiques) par des doubles vitrages Haut Rendement ou d'isoler toutes les toitures et murs de tous les bâtiments en Belgique à l'horizon 2010.

Toutefois, par des politiques d'aides à la rénovation et par l'imposition de valeurs k minimales pour les matériaux de construction, les pouvoirs publics peuvent fortement influencer les consommations énergétiques liées aux secteurs domestique et tertiaire.

Il suffit pour s'en convaincre de comparer les politiques menées en matière de réglementations des vitrages isolants par trois pays ayant des climats très semblables:

1. la Belgique;
2. les Pays-Bas où les autorités ont lancé de grandes campagnes d'information en faveur des doubles vitrages à haut rendement et en subsidient le placement. Un institut, le NOVEM (Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu B.V.) a été créé dans le but de promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie sous toutes ses formes et dans tous les secteurs, dont le logement. qui subsidie le placement des doubles vitrages isolants à haut rendement;
3. l'Allemagne dont la législation oblige le placement de doubles vitrages isolants à haut rendement pour les nouvelles habitations et les rénovations.

**% des doubles vitrages à haut rendement dans le total des livraisons de vitrages isolants**

	1993	1995	1996	1997	1998
Allemagne	16%	62%	80%	> 90 %	90%
Pays-Bas	15%	20%	40%	45%	50%
Belgique	5%	17%	25%	27%	30%

Les politiques menées par ces deux pays ont donc prouvé leur efficacité.

Cet exemple, qui concerne les vitrages isolants, peut évidemment être extrapolé à l'isolation des toitures ou des murs, et ce aussi bien pour le marché des nouvelles constructions (44.000 permis de bâtir délivrés en Belgique en 2000) que pour le marché de la rénovation (28.000 permis de rénover délivrés en Belgique en 2000).

Il convient de souligner que des solutions techniques performantes existent actuellement qui permettent d'atteindre des niveaux d'isolation thermique élevés lors des travaux de rénovation (pose de plaques de verre cellulaire sur toitures plates, injection de flocons de laine de verre dans des murs creux,...).

Ces solutions, pour être mises en oeuvre par des particuliers, doivent être soit encouragées par les pouvoirs publics sous forme d'incitants fiscaux, soit être imposées par l'adoption de règlements thermiques ambitieux.

La Fédération de l'Industrie du Verre se réjouit à ce propos de la décision prise récemment par le gouvernement belge d'accorder des réductions fiscales d'un budget total de 1,5 milliards de francs pour certains travaux favorisant les économies d'énergie. Parmi ceux-ci figurent le placement de doubles vitrages et l'isolation des toitures, tous deux remboursés à 40% du montant de la facture.

Nous sommes convaincus que ces mesures s'engagent dans la bonne voie, même si des actions plus ambitieuses encore peuvent être envisagées comme la promotion des vitrages isolants à haut rendement ou l'isolation des murs extérieurs.

### 3.4 La réduction du SF<sub>6</sub> dans les doubles vitrages acoustiques

La seule application du gaz SF<sub>6</sub> (hexafluorure de soufre) dans l'industrie du verre est liée à l'isolation acoustique des doubles vitrages. Le SF<sub>6</sub>, introduit entre les deux feuilles de verre constituant le double vitrage, permet en effet de réduire sensiblement la transmission des ondes sonores et par là-même le désagrément lié aux bruits extérieurs d'une maison.

Toutefois, le SF<sub>6</sub> contribue de manière très significative à l'effet de serre; en effet, chaque tonne de SF<sub>6</sub> dans l'atmosphère produit le même effet de serre que 23.900 tonnes de CO<sub>2</sub>! Et malheureusement, lorsque le vitrage arrive en fin de vie, tout le SF<sub>6</sub> est irrémédiablement émis dans l'atmosphère.

C'est pourquoi les verriers cherchent à développer des solutions alternatives telles que la fabrication de doubles vitrages composés de feuilles de verre d'épaisseurs différentes et comportant des feuilles de plastique intermédiaires.

En 1999, 10,2 tonnes de SF<sub>6</sub> ont été utilisés en Belgique dans des doubles vitrages. En supposant qu'à l'horizon 2010, les verriers s'impliquent dans des programmes de suppression totale de ce gaz en faveur d'autres technologies, les économies en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalentes ainsi réalisées seraient de:

$$10,2 \times 23.900 = 240.000 \text{ tonnes CO}_2\text{-eq.}$$

# Conclusion

## 4

Dans cette note, la Fédération de l'Industrie du verre a voulu présenter un certain nombre d'actions concrètes qui sont de nature à aider notre pays à réduire ses émissions de gaz à effet de serre.

Parmi ces mesures, l'amélioration de l'isolation des bâtiments (qu'il s'agisse de nouvelles constructions ou de travaux de rénovation) apparaît comme l'une des plus prometteuses.

Les décideurs politiques l'ont d'ailleurs bien compris puisque deux initiatives récentes s'engagent dans cette voie:

- ✘ Le Gouvernement Fédéral et la Région Flamande ont récemment annoncé des déductibilités d'impôts pour encourager l'emploi de matériaux d'isolation performants lors de certains travaux de rénovation ou de nouvelles constructions;
- ✘ La Commission Européenne travaille actuellement sur un projet de directive intitulé "Draft Directive on Energy Performance of Buildings" dont l'objectif est de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées aux bâtiments en Europe de 100 millions de tonnes par an.

**Les produits verriers jouent un rôle fondamental dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>** de secteurs réputés "gros émetteurs" (les ménages sont responsables pour environ 20% des émissions de CO<sub>2</sub>, alors que l'industrie du verre contribue à environ 0,75%). Nous pensons dès lors qu'il est beaucoup plus avantageux en termes d'efficacité d'agir là où les potentiels de gain sont les plus importants. Puisque le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur verrier est particulièrement faible étant donné les efforts accomplis dans le passé, limiter ses émissions de CO<sub>2</sub> reviendrait pratiquement à limiter sa production, et donc à limiter la quantité de produits disponibles sur le marché qui contribuent à réduire les émissions d'autres secteurs où il est justifié (et réputé difficile) d'agir comme les ménages ou le tertiaire !

Nous espérons par cette note avoir modestement contribué aux discussions autour des changements climatiques.

Nous restons prêts à collaborer activement avec tous les acteurs de notre société afin qu'ensemble, nous puissions trouver des solutions adaptées pour garantir à nous-mêmes et aux générations futures le droit à un développement durable.





## Fédération de l'Industrie du Verre asbl

Avenue Louise 89/1  
B-1050 Bruxelles  
Tél. (02) 542 61 20  
Fax (02) 542 61 21  
<http://www.vgi-fiv.be>

