



# PLAN D'ACTION SECTORIEL VISANT A L'AMELIORATION DE L'EFFICIENCE ENERGETIQUE A L'HORIZON 2012 DANS L'INDUSTRIE VERRIERE EN WALLONIE

Fédération de l'industrie du Verre

Juin 2004

<b>1</b>	<b>CADRE DU PLAN SECTORIEL</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LE SECTEUR VERRIER</b>	<b>3</b>
2.1	Présentation du secteur	3
2.2	Le secteur verrier belge	3
2.3	Le secteur verrier wallon	5
2.4	Evolutions récentes dans le secteur verrier wallon	6
2.5	Caractéristiques énergétiques	7
2.6	Consommation énergétique sectorielle en termes absolus	11
2.7	Intensité énergétique	12
<b>3</b>	<b>LES AUDITS ENERGETIQUES</b>	<b>13</b>
3.1	Méthodologie	13
3.2	Réalisation des audits	15
<b>4</b>	<b>RESULTAT DES AUDITS</b>	<b>15</b>
4.1	Principes de base	15
4.2	Description du potentiel d'amélioration sectoriel total	17
4.3	Détermination de l'engagement sectoriel	20
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Annexe - Description des corrections à apporter lors du calcul annuel des indices IEE et IGES pendant la période de l'accord de branche.</b>	<b>27</b>
6.1	Introduction	27
6.2	Correction liée au vieillissement des fours	28
6.3	Correction liée au taux de calcin	30



## 1 CADRE DU PLAN SECTORIEL

Le présent plan sectoriel a été établi conformément à la déclaration d'intention signée le 24 avril 2002 par le Président de la Fédération de l'Industrie du Verre (F.I.V.), Monsieur Luc WILLAME, et José DARAS, Vice-Président de la Région wallonne, Ministre de l'Energie, de la Mobilité et des Transports, ainsi que Michel FORET, Ministre de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et de l'Environnement, par laquelle le secteur s'engage à améliorer son efficacité énergétique et diminuer ses émissions spécifiques de CO<sub>2</sub> sur une période de dix ans.

Cette déclaration d'intention a été suivie par une série d'audits énergétiques effectués par des consultants indépendants dans les sociétés concernées (Glaverbel (2 sites), Saint-Gobain, Owens Corning, Knauf Insulation, Nouvelles Verreries de Momignies, Durobor et La Manufacture du Verre).

Les audits se sont déroulés de juin 2002 à février 2004, et ont eu pour but d'identifier les mesures les plus efficaces en termes d'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serre.

Le présent plan sectoriel agrège les résultats de ces audits en établissant un objectif sectoriel d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serre. Ces objectifs serviront de base à la conclusion d'un accord de branche avec la Région Wallonne.



## 2 LE SECTEUR VERRIER

### 2.1 Présentation du secteur

L'industrie du verre est généralement subdivisée en plusieurs sous-secteurs pour tenir compte de la variété des produits fabriqués et des procédés industriels très différents. La subdivision utilisée dans le BREF IPPC décrivant les Meilleures Techniques Disponibles<sup>1</sup> de l'industrie du verre est la suivante:

- Verre creux (flacons, bouteilles, pots,...)
- Verre plat (vitres pour l'automobile ou le bâtiment)
- Fibres de verre de renforcement (pour les matériaux composites)
- Verre domestique (gobelets, verrerie de table)
- Verres spéciaux (verrerie de laboratoire, verres borosilicatés,...)
- Laine minérale (fibres de verre d'isolation)

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

- des quantités de verre fondues;
- des matières premières enfournées: vitrifiants, fondants, stabilisants, affinant, colorants, opalisants,...
- des techniques utilisées pour les différentes étapes de la fabrication: stockage des matières premières, 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;
- ...

### 2.2 Le secteur verrier belge

L'activité verrière représente aujourd'hui en Belgique :

- ± 10.500 personnes (emplois direct);
- plus d' 1,5 millions de tonnes de verre fondu;
- un chiffre d'affaires d'environ 2.4 milliards d'euros;
- et une valeur ajoutée de quelque 750 millions d'euros.

---

<sup>1</sup> Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry. European IPPC Bureau. October 2000. <http://eippcb.jrc.es>



Son orientation exportatrice et l'importance de sa contribution à la balance commerciale de la Belgique sont des constantes dans l'industrie du verre. Multipliées par trois en vingt ans, ses exportations dégagent chaque année un solde positif important : il a atteint 791 millions d'euros en 2002, année marquée par ailleurs par un maximum historique de la valeur des produits verriers exportés : plus de 2 milliards d'euros.

Le secteur verrier belge présente des particularités par rapport aux autres pays :

- le secteur du verre plat s'y taille la part du lion (plus de 90% de la production) alors que dans la plupart des autres pays, c'est le secteur du verre creux qui prédomine (le verre plat ne représente qu'environ 25% de la production européenne) ;
- la production nationale a atteint plus du triple de la consommation intérieure ;
- 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 ( $\pm 0,30\%$ ) ;
- le marché belge est beaucoup plus ouvert que celui de ses concurrents verriers étrangers: on importe un volume équivalent à près de 70% de la production belge.
- dans tous les autres pays européens, la production est quasi équivalente à la consommation de verre.

Le secteur du verre figure dès lors parmi les secteurs les plus exposés à la concurrence. D'où l'absolue nécessité pour lui de rester compétitif par rapport à ses concurrents verriers étrangers puisqu'il doit exporter un volume supérieur à sa propre production. La pression sur les prix est constante et, pour assurer sa survie, il lui faut innover sans cesse en mettant au point des produits à plus haute valeur ajoutée et en élargissant tant les usages que les applications du verre.

Le secteur (affiliés + non-affiliés à la F.I.V.) consacre d'importants investissements (13% en moyenne de la valeur ajoutée du secteur) afin de se doter d'outils de production à la pointe du progrès et d'enregistrer les gains de productivité rendus indispensables par une concurrence qui n'a cessé de se renforcer. Ces investissements, couplés à un effort soutenu de recherche et de développement, ont également abouti à un élargissement sans précédent d'une gamme de produits de haute qualité répondant aux besoins les plus diversifiés dans les domaines du bâtiment, de l'automobile, de l'équipement ménager et de l'art de la table, du renforcement des matières plastiques, de l'isolation thermique et acoustique, ... pour n'en citer que les principaux. Les affichages à cristaux liquides, les cellules solaires et les pales d'éolienne sont également des applications importantes mais peut-être moins connues du verre.

Les Affiliés à la F.I.V. ont consacré, en moyenne, quelque 98 millions d'euros par an à leurs investissements au cours des 3 dernières années.

Le poids de la transformation et des produits à usage industriel dans l'ensemble du secteur n'a cessé d'augmenter au fil des ans. Deux exemples :

- La valeur de la production d'articles en verre plat transformé atteint aujourd'hui près du double de celle du verre plat de base ;



• La part du secteur des verres à usage technique ou industriel, quasi inexistante au début des années 60, dépasse aujourd'hui quelque 15% de la production et 30% de la valeur des exportations.

### **2.3 Le secteur verrier wallon**

L'industrie verrière continue à faire partie des 20 secteurs d'activité dominant l'économie wallonne.

Le secteur y dispose d'indices de spécialisation élevés pour la plupart des variables. La part du verre dans la valeur ajoutée de la Wallonie est estimée à 1,7 % contre 0,3 % pour la Belgique. Celle qu'il occupe dans l'emploi wallon est de quelque 2% au lieu de 0,28 % pour la Belgique. Quant à sa place dans la valeur des exportations wallonnes, elle est de 4%, contre 1% pour la Belgique.

La place qu'occupe la Wallonie dans le secteur va de 59% pour la valeur ajoutée à plus de 90% pour le volume de verre fondu.

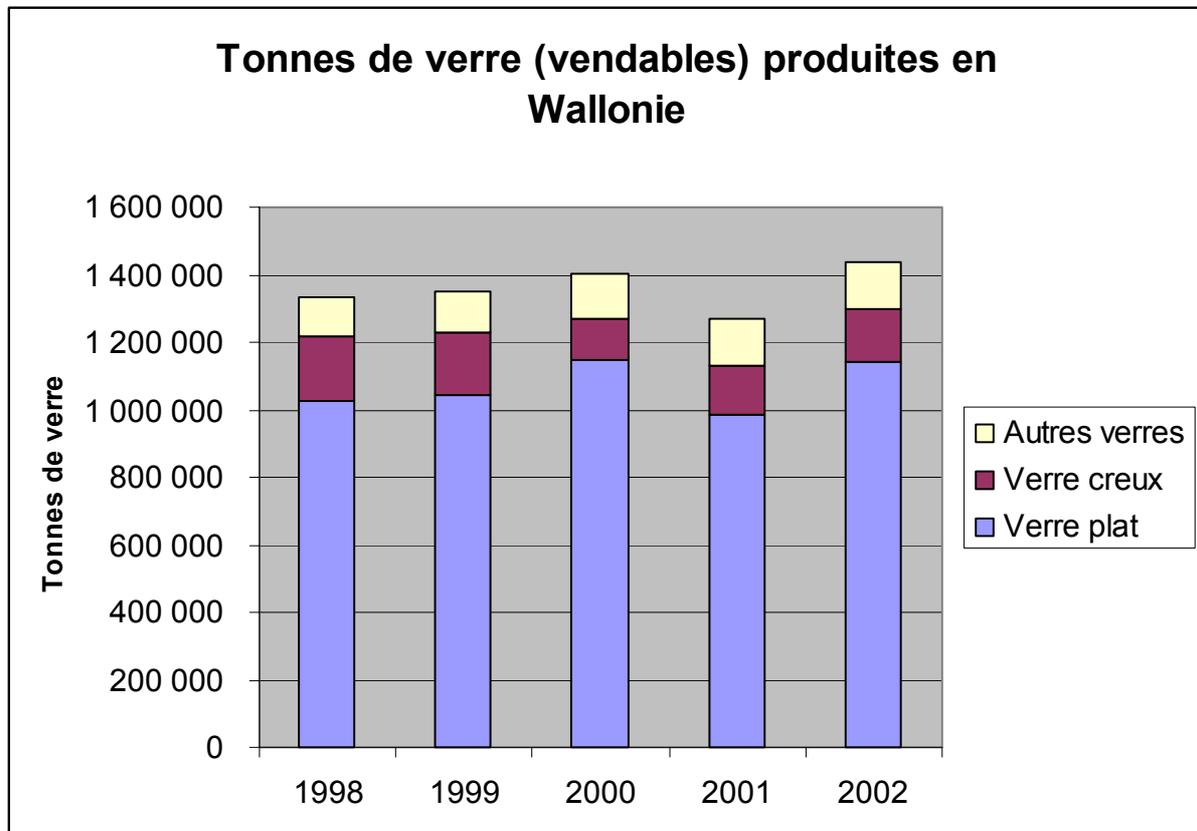
C'est d'autre part en Wallonie que se trouve la plus grosse implantation verrière de verre plat au monde.

Les performances à l'exportation du secteur verrier wallon ne sont plus à démontrer. Le float (verre plat de base) et les fibres de verre figurent d'ailleurs parmi les 10 produits les plus exportés de Wallonie.

Le secteur verrier wallon de la production de verre (qui se distingue de la transformation) est constitué de 7 sociétés, toutes membres de la F.I.V., et représentant 8 sites de production. Il s'agit de :

- 1) Durobor (production de verres à boire)
- 2) Glaverbel (production de verre plat ; 2 sites)
- 3) Knauf Insulation (production de laine de verre pour l'isolation)
- 4) La Manufacture du Verre (production de bouteilles)
- 5) Nouvelles Verreries de Momignies (production de flacons haute gamme)
- 6) Owens Corning Composites (production de fibres de renfort)
- 7) Saint-Gobain Glass (production de verre plat)

La production totale de verre en Wallonie en 2002 s'est montée à environ 1,4 millions de tonnes de verre par an. Le graphique suivant illustre l'évolution de la production de verre depuis 1998 et la répartition des sous-secteurs dans ce total. La forte proportion de verre plat est une caractéristique tout à fait wallonne. En effet, dans le reste de l'Europe, le verre creux est dominant et représente environ 60% de la production européenne de verre.



La Wallonie représente environ 90% de la production de verre en Belgique (en 2002, la production de verre vendable en Flandre fut d'environ 150.000 tonnes).

#### **2.4 Evolutions récentes dans le secteur verrier wallon**

Depuis 1999, plusieurs événements se sont produits dans l'industrie wallonne du verre qui ont eu un impact sur sa structure :

- 1999 : fermeture de la bouteille de Verlipack (site de Jumet)
- Janvier 2000 : démarrage des activités de La Manufacture du Verre sur le site de Ghlin
- Septembre 2000 : reconstruction d'un four sur le site de La Manufacture du Verre.
- 2000 : reconstruction d'un four sur le site d'Owens Corning avec passage à l'oxyfuel (combustion à l'oxygène) et nouvelle formulation (moins polluante) de verre.
- Novembre 2001 : démarrage d'une nouvelle ligne de float sur le site de Glaverbel Moustier
- Juillet 2002 : changement de technologie de fibrage sur le site de Knauf Insulation à Visé
- Novembre 2002 : démarrage d'un nouveau four plus performant (combustion à l'oxygène) en remplacement de trois plus petits fours existants sur le site d'Owens Corning.



- Décembre 2003 : reconstruction d'un four sur le site des Nouvelles Verreries de Momignies, avec augmentation de la capacité totale.

## 2.5 Caractéristiques énergétiques

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% du 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 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 refroidissant et en solidifiant entre les briques, assure ce rôle de rejointoiement. 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 récupérateurs (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 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'oxyfuel pour les fours où ce choix est techniquement et économiquement justifié (5 fours en Région Wallonne, soit l'ensemble du parc de production des fibres de renforcement et d'isolation). Cette technique consiste à remplacer l'air de combustion par de l'oxygène pur. La suppression d'une partie importante 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 en oxygène de plus de 95% est nécessaire pour éviter une augmentation des 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) étant les mieux adaptés à une conversion à l'oxyfuel. Ceci explique pourquoi seuls les fours de fibres de verre sont passés à l'oxy-combustion en Région wallonne. 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, carbonates de sodium et de calcium). La distinction doit cependant être faite entre calcin interne (verre provenant de l'usine de production: chutes de coupes, bris accidentels de produits,...) et calcin externe (verre provenant de l'extérieur de l'usine de production). 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 moins bien contrôlée 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 élevées que l'incorporation de calcin externe dans ces types de procédés ne se fait qu'à titre exceptionnel. De plus, certaines compositions de verre sont incompatibles entre elles et ne peuvent donc être mélangées. C'est le cas, entre autres, avec le calcin de verre creux qui ne peut être introduit dans un four de verre plat étant donné que ces deux types de verre ont des compositions différentes;
- 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,...
- Il est utile de rappeler ici que le passage au gaz d'un four de verrerie fonctionnant au fuel entraîne deux effets qui peuvent apparaître contradictoire : d'une part, les émissions de CO<sub>2</sub> sont diminuées (le facteur d'émission de CO<sub>2</sub> du gaz est moindre que celui du fuel) , mais la consommation énergétique du four est dégradée (la flamme au gaz étant moins lumineuse que celle au fuel, il faut utiliser plus de gaz pour obtenir la même production de verre).

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

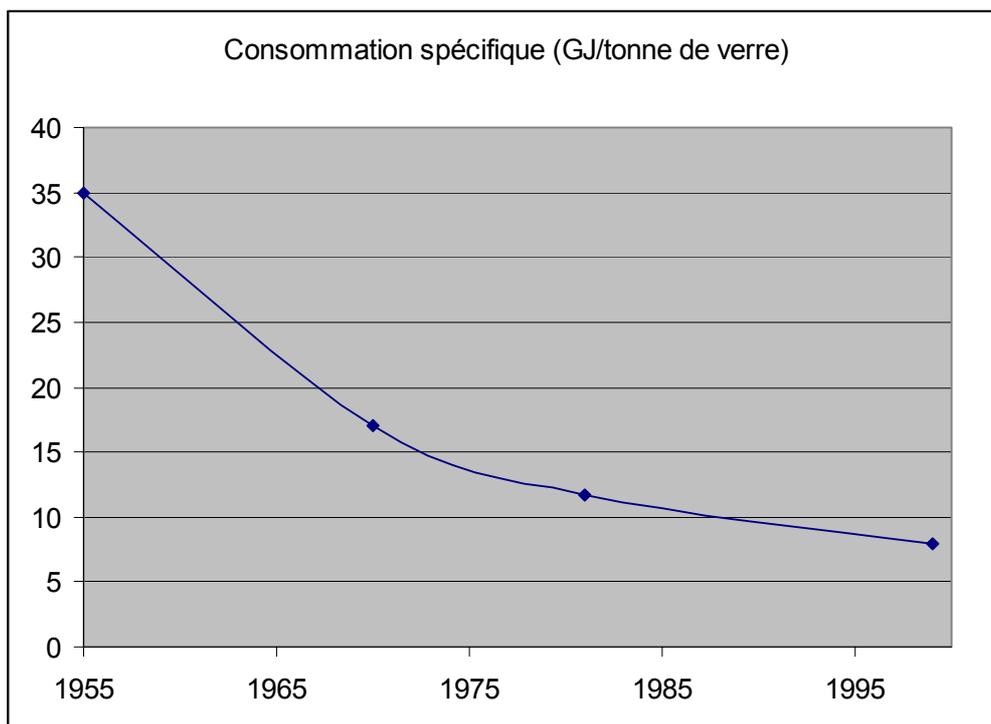
- il est impossible de réduire la consommation énergétique d'un four au-delà d'une certaine valeur minimale. Autrement dit, il faudra toujours une certaine quantité d'énergie pour fondre les matières premières nécessaires à la fabrication du verre. Et plus un four est proche de cette valeur minimale, 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 décennies ont fait passer la consommation spécifique de 35 gigajoules par tonne de verre dans les années 1950 à environ 8 gigajoules par tonne de verre aujourd'hui, soit une réduction de 62% (voir graphique<sup>2</sup>).



De grandes disparités existent néanmoins entre les sous-secteurs verriers. 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.

<sup>2</sup> Source: Compilation de données sur l'industrie du verre en Europe en provenance du rapport de la Commission des Communautés européennes: "Audit énergétique n°4. L'industrie du verre dans la Communauté économique européenne. Eur 9287 FR. 1984" et du rapport "Integrated Pollution and Prevention Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry. Draft September 1999".



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 20% 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 2%.

Pour terminer, il convient de remarquer que l'industrie du verre présente certaines caractéristiques qui la différencient d'autres secteurs industriels :

- Un four de verrerie fonctionne essentiellement au gaz naturel, et/ou au fioul lourd et/ou à l'électricité. La qualité du produit final ainsi que le réglage fin de la combustion rendent impossibles l'utilisation de combustibles provenant de la biomasse ou de déchets.
- La cogénération (production combinée d'électricité et de chaleur) a fait l'objet d'études en verreries, mais n'a pas trouvé de débouché économiquement viable, étant donné que l'industrie du verre n'a pas un besoin structurel de vapeur ou de chaleur. Dans les entreprises où il est nécessaire d'avoir recours à de la chaleur ou de la vapeur (par exemple le ramollissement du fuel extra lourd), des chaudières à récupération sont déjà en place afin de récupérer la chaleur des fumées.
- Tout au long de leur vie, les produits verriers d'isolation thermique (doubles vitrages Haut Rendement, fibres d'isolation,...) vont permettre d'économiser beaucoup plus d'énergie que celle nécessaire à leur production. A titre d'exemple, un double vitrage à haut rendement installé à la place d'un vitrage simple va permettre d'économiser en 6 mois le CO<sub>2</sub> nécessaire à sa fabrication. Les réductions des émissions de gaz à effet de serre qu'il est possible de réaliser par un choix judicieux de produits d'isolation dans les bâtiments sont énormes ! En Belgique, le remplacement des vitrages simples et doubles vitrages classiques par des doubles vitrages à Haut Rendement permettrait ainsi d'économiser plus de 3 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an (à titre de comparaison, l'effort de réduction pris par la Belgique dans le cadre du Protocole de Kyoto est d'environ 10,9 millions de CO<sub>2</sub>éq !). Globalement, donc, les produits verriers affichent un bilan énergétique très favorable<sup>3</sup>.

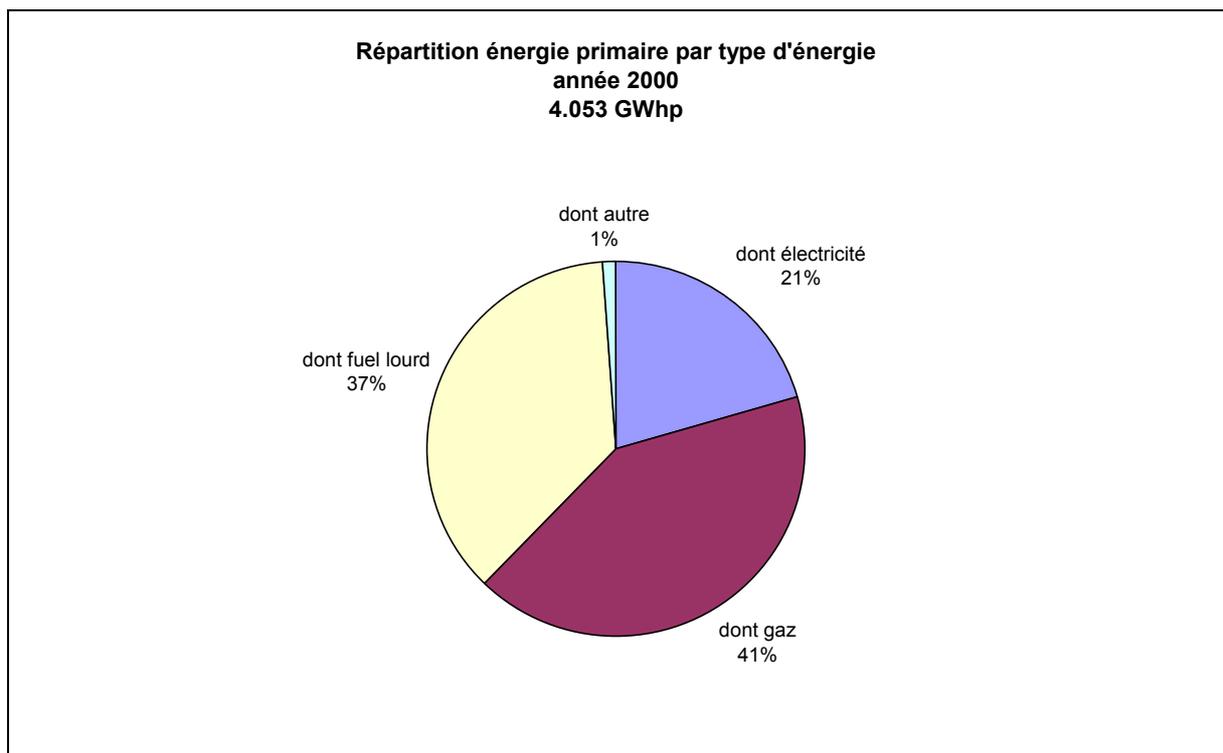
---

<sup>3</sup> Pour plus d'information, voir la brochure « La réduction des émissions de gaz à effet de serre. Quelques pistes de réflexion de la Fédération de l'Industrie du Verre. (2001) » disponible sur le site Internet de la Fédération de l'Industrie du Verre [http://www.vgi-fiv.be/fiv\\_files/document/technique/frSER.pdf](http://www.vgi-fiv.be/fiv_files/document/technique/frSER.pdf).



## 2.6 Consommation énergétique sectorielle en termes absolus

La consommation totale d'énergie achetée des 8 sites audités s'élevait, en 2000, à 4 035 GWhp.



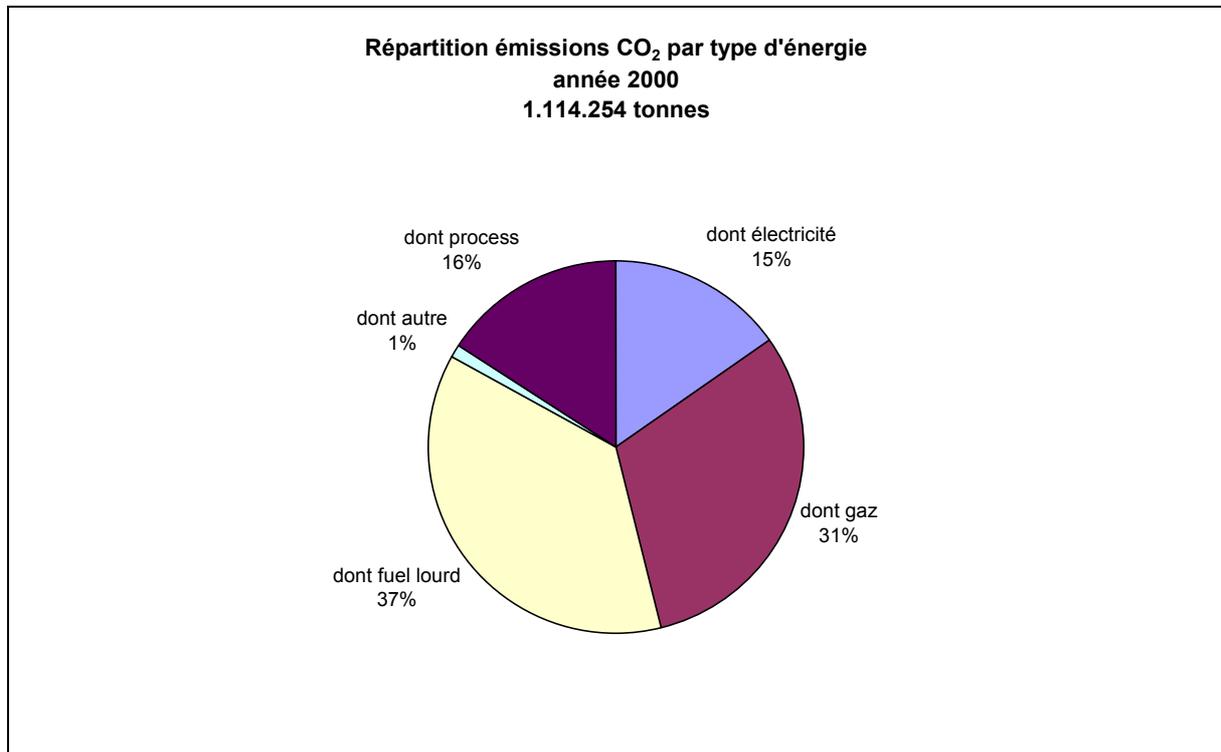
On remarque l'importance du fuel lourd et du gaz naturel qui se partagent près de 80% de la consommation d'énergie primaire (à part équivalente en 2000).

Même si, à équipement de production identique, la part totale du fuel lourd et du gaz naturel dans la totalité reste, dans les années futures, sensiblement identique, la proportion entre ces deux vecteurs énergétiques peut évoluer, dans un sens comme dans l'autre, en fonction des prix d'achat de ces combustibles et de considérations techniques.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'il existe, au niveau des fours de fusion, une différence d'efficacité énergétique entre ces deux combustibles fuel lourd et gaz. **Le choix du gaz naturel amène vers une dégradation de l'efficacité énergétique mais, à contrario, améliore les émissions CO<sub>2</sub>** (voir page 8).



Les émissions de CO<sub>2</sub> des 8 sites audités représentaient, en 2000, 1 114 254 tonnes (CO<sub>2</sub> direct + indirect + process).



Comme pour l'énergie primaire, le fuel lourd et le gaz naturel représentent la majeure partie des émissions de CO<sub>2</sub> (68%).

Viennent s'ajouter aux émissions CO<sub>2</sub> des combustibles, une part non négligeable d'émission CO<sub>2</sub> process (17%) provenant de réaction de décarbonatation des matières premières.

Cette part de CO<sub>2</sub> process est susceptible d'évoluer suivant, d'une part l'incorporation de calcin, et d'autre part des modifications de composition de la matière première.

## **2.7 Intensité énergétique**

Le secteur verrier est considéré comme un secteur intensif en énergie. Les coûts énergétiques peuvent représenter jusqu'à 30% du prix de revient du produit.

Cette caractéristique s'explique essentiellement par le fait que de l'énergie à utilisation thermique est nécessaire pour la fusion du verre à température élevée (~1500°C).

De façon globale pour les entreprises auditées, 75% de l'énergie primaire totale est consommée au niveau des fours de fusion (entre 50 et 90% suivant les entreprises).

Le reste étant principalement utilisé dans les opérations de mise en forme du verre fondu et de traitement thermique des produits fabriqués.

Au niveau du secteur, une estimation du ratio entre les coûts énergétiques et la valeur de la production a été calculée et tourne autour des 10%.



## 3 LES AUDITS ENERGETIQUES

### 3.1 Méthodologie

Afin d'estimer leur contribution possible à l'objectif sectoriel d'amélioration de l'efficacité énergétique, les entreprises ont fait réaliser par un consultant indépendant un audit « énergétique » de leur site de production qui a établi les consommations totales et spécifiques pour une année de référence (1999 ou 2000) et qui a mis en évidence une liste de projets d'amélioration qui a servi de base à l'estimation du potentiel d'amélioration individuel de chaque entreprise. Dans un souci de cohérence, le secteur a décidé de faire appel à un seul consultant (GfE Energy Management) pour auditer l'ensemble des sites. C'est également GfE Energy Management qui s'est chargé de calculer les indices IEE et IGES sectoriels à partir des données individuelles des verriers.

La méthode des audits répond entièrement aux spécifications imposées aux audits énergétiques à réaliser dans le cadre de l'élaboration d'un accord de branche, comme spécifié au point 2 de la note d'orientation 2 « Audits, plans individuels et plans sectoriels ; version du 01.08.01 ».

Cette méthode comporte deux parties pour chaque site industriel étudié :

#### 1. Analyse approfondie des consommations d'énergie (ECA, Energy Consumption Analysis)

Cette analyse désagrège les consommations énergétiques par vecteur énergétique d'une part et d'autre part, par poste énergétique (partie de process, bâtiments, utilités, ...) en différenciant éventuellement par type ou famille de produits. Le résultat final de cette analyse est un tableau des consommations exprimé en unité énergétique conventionnelle et en énergie primaire. Cette analyse est basée sur une série d'hypothèses de base, toutes précisément répertoriées. Ces tableaux constituent également pour l'entreprise un des principaux outils de monitoring pour un suivi énergétique futur.

#### 2. L'identification des pistes d'amélioration (Energy Save Analysis) ainsi que la définition d'un programme d'investissement basé sur la rentabilité et la faisabilité des pistes d'amélioration identifiées

Dans cette seconde partie chaque piste d'amélioration est décrite et évaluée, en faisant notamment le calcul :

- de l'économie procurée en chacun des vecteurs énergétiques ;
- de l'économie financière annuelle qui en découle ;
- d'une estimation de l'investissement nécessaire ;
- du temps de retour simple sur investissement qui en découle



En pratique, chaque piste d'amélioration se représente par une fiche synthétique ou par un descriptif du projet et les améliorations attendues.

L'ensemble des fiches est ensuite classé dans un tableau, constituant une synthèse d'aide à la décision pour permettre à la société comme liste indicative pour l'aider à réaliser son engagement d'amélioration au sein du secteur.

Les hypothèses de prix énergétiques adoptées dans les audits pour le calcul de rentabilité des investissements sont conformes aux propositions de la note d'orientation 5 « Proposition d'hypothèse pour l'évaluation de la rentabilité des investissements d'amélioration de l'efficacité énergétique ».

Cependant, dans certains cas spécifiques et pour des questions de confidentialité, des hypothèses de travail légèrement différentes, bien que toujours dans l'esprit de la note 5, ont été utilisées.

Les modifications structurelles effectuées entre 1999 et 2002 (voir chapitre 2.4) ont été prises en compte dans les tableaux de répartition des énergies et les calculs des indices en fonction des données disponibles.

Conformément aux discussions préalables à la réalisation des audits énergétiques dans les entreprises, trois facteurs de correction, importants pour le secteur, ont été intégrés aux calculs de l'IEE et l'IGES (l'annexe 6 du présent document reprend le détail de ces corrections):

- l'influence de la tirée des fours : les pertes "fixes" par les parois des fours prennent une part importante dans la consommation d'énergie et donc il est essentiel de mettre en relation la consommation spécifique d'un four en fonction de son niveau de production.
- le vieillissement des fours (dû notamment à l'érosion des réfractaires) dégrade les performances thermiques des fours. Ainsi, durant la durée de vie des réfractaires, il faut tenir compte d'une perte d'efficacité thermique des fours.
- l'incorporation de calcin

Il est enfin important de rappeler que, lors du calcul des émissions de CO<sub>2</sub>, sont prises en compte les émissions des énergies achetées entrant sur le site de l'entreprise (électricité, gaz, fuel,...) ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub> dites process issues de la réaction des matières premières.



### **3.2 Réalisation des audits**

Entre mi 2002 et début 2004, huit audits énergétiques ont été menés au sein du secteur dans les entreprises suivantes :

- Durobor
- Glaverbel (2 sites)
- Knauf Insulation
- La Manufacture du Verre
- Nouvelles Verreries de Momignies
- Owens Corning Composites
- Saint-Gobain Glass

L'accord de branche prévoit depuis l'origine l'année 1999 comme année de référence. Les audits énergétiques ont donc porté sur les consommations et émissions des entreprises pour l'année 1999 sauf pour deux entreprises pour laquelle l'année de référence est 2000 (l'une ayant démarré en 20002, l'autre ayant changé de technologie de production).

La structure de calcul des Indices d'EfficiencE Energétique (IEE) a été établie dans chaque entreprise. L'IEE est fixé à 100 pour l'année de référence. Ces indices peuvent être convertis en Indice d'émission de Gaz à Effet de Serre (IGES) au travers des facteurs de conversion CO2 fixés dans le cadre de l'établissement des accords de branche. Les Indices d'EfficiencE Energétique sont donc en place au niveau des entreprises afin d'assurer, le cas échéant, un monitoring adéquat de l'évolution de l'efficiencE énergétique.

## **4 RESULTAT DES AUDITS**

### **4.1 Principes de base**

Tout comme la méthodologie utilisée lors de l'élaboration des audits, la méthodologie suivie pour l'établissement du plan sectoriel se veut conforme aux Notes d'Orientation n° 1 à 7.

Les données utilisées pour la préparation du plan sectoriel sont toutes issues des audits énergétiques effectués par les entreprises. Ces données sont reprises dans le rapport final de l'audit transmis à l'administration wallonne.

Le rapport final d'audit contient également la liste complète des projets d'amélioration de l'IEE/IGES, sans sélection préalable de l'entreprise, mais bien évidemment classés suivant les critères de faisabilité (ABC) et indiquant au minimum le gain en énergie primaire et le temps de retour simple (TRS). La réduction d'émission de CO2 peut généralement se calculer simplement par conversion d'énergie primaire en tonnes de CO2 en fonction du vecteur énergétique sur lequel porte l'amélioration.



Le plan sectoriel nécessite principalement les données provenant des listes d'améliorations de chaque entreprise et les données de consommation et d'émission de CO<sub>2</sub> de l'année de référence. Ces données sont disponibles sous format électronique et ont été transmises à la fédération afin de pouvoir être consolidées au sein du secteur.

Il est d'ailleurs important de rappeler ici le but des listes de projets (ou pistes d'amélioration) issues des audits. Les contributions attendues de la part des entreprises à l'engagement d'amélioration sectoriel portent sur une amélioration donnée de leur indice d'Efficiences Energétiques, et non sur la réalisation de quelconque projet issu de la liste de projets. Ces listes de projets ont en effet été établies au niveau des entreprises à titre indicatif avec pour but précis d'estimer un objectif d'amélioration potentiel de nature à contribuer à un effort sectoriel en la matière. La réalisation incertaine de ces projets, nécessitant pour la plupart des compléments d'étude substantiels, dépendra par ailleurs d'une série de facteurs dont l'évolution est inconnue au moment de l'établissement de ce plan sectoriel.

Les valeurs de référence issues des audits, couplées à la liste des projets d'amélioration et des potentiels de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> qui y sont liées, ont permis de déterminer le potentiel d'amélioration de l'indice d'efficacité énergétique (IEE) et de l'indice de gaz à effet de serre (IGES) pour chaque entreprise individuellement, et par sommation et pondération celui du secteur.

La plupart des projets portant sur des améliorations de type « économie d'énergie » sont reliés à un contexte actuel de production, proche de l'année de référence. Les valeurs absolues annoncées peuvent donc généralement être divisées par la consommation/émission de l'année de référence afin de donner l'amélioration de l'IEE ou de l'IGES. Ces améliorations sont supposées conserver la même valeur d'IEE/IGES quel que soit le niveau de production futur, ce qui est une hypothèse raisonnable pour les unités de production existantes, qui ont une surcapacité de production très limitée, et qui ne verront certainement pas leur IEE/IGES baisser si la production augmente de quelques pourcents. Aucune des entreprises ne prévoit, dans un avenir proche, de baisse de production substantielle pouvant entraîner une révision de son IEE/IGES. Si cela se présente dans le futur, il conviendra d'examiner l'impact sur l'objectif du secteur et de le corriger en conséquence si nécessaire.



## 4.2 Description du potentiel d'amélioration sectoriel total

Sur base des informations issues des listes de projets individuels de chaque audit et en y intégrant les informations d'améliorations de l'IEE et IGES pour les projets réalisés entre 1999 et 2002, les tableaux ci-après identifient les potentiels d'amélioration des indices IEE et IGES du secteur sans restriction de temps de retour et d'application au sein des entreprises.

Les audits énergétiques réalisés ont abouti à l'identification d'un total de 102 projets non encore réalisés pour un montant global d'investissement de plus de 44 millions d'euros.

Ces projets, non encore réalisés au moment des audits, représentent une amélioration potentielle de 11.14% de l'IEE et 14.18% de l'IGES.

Répartition du nombre de projets identifiés, non encore réalisés, sans restriction de temps de retour ni de faisabilité 102 projets – €44 millions d'investissement							
Temps de retour	entre 0 et 2 ans		entre 2 et 4 ans		>4 ans		total
Faisabilité	A	B	A	B	A	B	
Génération d'électricité/Cogénération					3	2	<b>5</b>
Good housekeeping	4		3		1	1	<b>9</b>
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	12	3	1	2	11	5	<b>34</b>
Process	6		1	1	3		<b>11</b>
Utilités	24	3	7	1	8		<b>43</b>
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>102</b>

- les projets de faisabilité A (technologie disponible – faisabilité certaine) à temps de retour compris entre 0 et 2 ans :

Ils représentent près de 45% des projets identifiés. La plupart des projets de cette catégorie porte sur des améliorations encore possibles au niveau des fours (taux de calcin, meilleure gestion, combustion) mais surtout sur l'optimisation des procédés en aval des fours et des utilités (air comprimé, vapeur). Cependant ces derniers ne représentant que 25% de l'énergie primaire consommée, leurs gains attendants ont un impact faible sur la globalité.

- les projets de faisabilité A (technologie disponible – faisabilité certaine) à temps de retour compris entre 2 et 4 ans :

Ils représentent environ de 12% des projets identifiés. Ils concernent essentiellement les procédés en aval des fours et les utilités sur des projets d'amélioration techniques (isolation, vitesse variable, ...) dont l'investissement permet une économie d'énergie.



- les projets de faisabilité A (technologie disponible – faisabilité certaine) à temps de retour supérieur à 4 ans :

Ils représentent environ de 25% des projets identifiés. Ils touchent des investissements structurels conséquents souvent liés au thème de la récupération de chaleur. On retrouve également dans cette catégorie les projets de génération d'électricité (ou cogénération lorsqu'il y a des besoins de chaleur).

- les projets de faisabilité B (technologie disponible – faisabilité incertaine) :

Ce sont des projets qui comportent un risque important sur le bon déroulement du process (récupération ou globalisation entre procédés) ou pour lesquels une étude complémentaire parfois liée avec des modifications qui dépassent le simple cadre énergétique des procédés (oxycombustion, préchauffage calcin, turbine gaz).

L'impact sur les indices IEE et IGES des mesures identifiées lors des audits sans restriction de temps de retour et d'application au sein des entreprises est repris dans les tableaux suivants :

<b>Potentiel de réduction total de l'IEE du secteur verrier entre 1999 et 2010 sans restriction de temps de retour ni de faisabilité (en %) : 102 projets – €44 millions d'investissement</b>							
<b>Temps de retour</b>	<b>entre 0 et 2 ans</b>		<b>entre 2 et 4 ans</b>		<b>&gt;4 ans</b>		<b>total</b>
<b>Faisabilité</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	
Déjà réalisé 1999-2002	5.1						<b>5.1</b>
Génération d'électricité/Cogénération					2.09	0.88	<b>2.97</b>
Good housekeeping	0.11		0.06		0.01	0.17	<b>0.35</b>
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	2.18	0.64	0.04	0.07	1.73	0.55	<b>5.22</b>
Process	0.44		0.06	0.02	0.21		<b>0.73</b>
Utilités	0.54	0.10	0.79	0.10	0.34		<b>1.87</b>
<b>Total</b>	<b>8.37</b>	<b>0.74</b>	<b>0.96</b>	<b>0.19</b>	<b>4.39</b>	<b>1.60</b>	<b>16.2</b>



Potentiel de réduction total de l'IGES du secteur verrier entre 1999 et 2010 sans restriction de temps de retour ni de faisabilité (en %): 102 projets – €44 millions d'investissement							
Temps de retour	entre 0 et 2 ans		entre 2 et 4 ans		>4 ans		total
Faisabilité	A	B	A	B	A	B	
Déjà réalisé 1999-2002	3.5						<b>3.5</b>
Génération d'électricité/Cogénération					1.49	0.60	<b>2.09</b>
Good housekeeping	0.10		0.03		0.01	0.16	<b>0.30</b>
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	4.31	0.48	0.06	0.06	1.26	3.62	<b>9.79</b>
Process	0.32		0.05	0.02	0.15		<b>0.54</b>
Utilités	0.43	0.06	0.65	0.07	0.25		<b>1.47</b>
<b>Total</b>	<b>8.66</b>	<b>0.54</b>	<b>0.79</b>	<b>0.15</b>	<b>3.15</b>	<b>4.39</b>	<b>17.68</b>

Entre 1999 et 2002, les entreprises ont déjà amélioré de 5.1% leur efficacité énergétique et de 3.5% leur émission de CO<sub>2</sub>.

Cela est principalement dû à des modifications/améliorations des équipements existants et d'optimisation de rendement de production.

La différence entre l'évolution de IEE et l'IGES provient de la proportion fuel lourd/gaz naturel qui diffère suivant les années, et de l'évolution du CO<sub>2</sub> process (décarbonatation des matières premières).

L'économie réalisée entre 1999 et 2002 est supérieure à 230.000 MWh<sup>4</sup> et supérieure à 44.000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

<sup>4</sup> MWhp signifie MWh primaire.



### **4.3 Détermination de l'engagement sectoriel**

La liste des projets classifiés par temps de retour et faisabilité ont permis à chaque dirigeant d'entreprise de retenir les améliorations à mettre en application pour la détermination de l'objectif sectoriel.

L'objectif sectoriel retenu découle donc des mesures identifiées par l'auditeur dans les entreprises. Ces mesures n'ont qu'une valeur indicative, ce qui signifie qu'elles peuvent être remplacées par d'autres mesures ayant un impact sur les indices IEE et IGES au moins équivalent. Au cas où l'objectif sectoriel ne serait pas atteint au terme de l'accord de branche, les objectifs individuels de chaque entreprise seront analysés afin de déterminer les causes du non-respect de l'objectif sectoriel. Lors de cette vérification, il pourrait apparaître qu'une entreprise ait pris l'ensemble des mesures proposées dans son plan d'action, sans atteindre l'objectif qui avait été attaché à ces mesures. Dans ce cas, la bonne foi de l'entreprise dans sa gestion de l'accord de branche ne pourra être remise en cause et il appartiendra au Comité Directeur de se prononcer sur les éventuelles actions correctrices à prendre.

Les projets retenus à mettre en oeuvre dans la période 2002 et 2010 sont au nombre de 76 et représentent un investissement de près de €8.7 millions. **Il est important de noter que ce montant de €8.7 millions n'inclut pas certains investissements retenus par les verriers**, et sous-estime donc largement le montant total que le secteur investira dans le futur. La raison étant qu'il n'est pas toujours facile d'identifier dans un investissement donné la part à attribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre. En outre, des motifs de confidentialité ont également mené à ce choix. L'exemple le plus parlant est la construction d'un nouveau four, plus performant sur le plan énergétique que l'ancien four.

Dans ce cas, il a été décidé d'attribuer à cette mesure un investissement nul. Ces investissements représentent des montants considérables et ont des temps de retour supérieurs à 4 ans.

La consolidation sectorielle des projets retenus par les verriers au sein du secteur donne le résultat suivant :



Répartition du nombre de projets retenus pour la détermination de l'objectif sectoriel 76 projets – €8.7 millions							
Temps de retour	entre 0 et 2 ans		entre 2 et 4 ans		>4 ans		total
Faisabilité	A	B	A	B	A	B	
Génération d'électricité/Cogénération							
Good housekeeping	4		2		1		7
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	11	2	1	1	9	1	25
Process	5			1	1		7
Utilités	24	2	6		5		37
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>76</b>



Objectif de réduction de l'IEE du secteur verrier entre 1999 et 2010 (en %): 76 projets – €8.7 millions							
Temps de retour	entre 0 et 2 ans		entre 2 et 4 ans		>4 ans		total
Faisabilité	A	B	A	B	A	B	
Déjà réalisé 1999-2002	5.1						<b>5.1</b>
Génération d'électricité/Cogénération							
Good housekeeping	0.11		0.02		0.01		<b>0.14</b>
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	2.14	0.28	0.04	0.01	1.73	0.09	<b>4.3</b>
Process	0.36			0.02	0.05		<b>0.43</b>
Utilités	0.54	0.03	0.75		0.15		<b>1.47</b>
<b>Total</b>	<b>8.25</b>	<b>0.31</b>	<b>0.81</b>	<b>0.03</b>	<b>1.95</b>	<b>0.09</b>	<b>11.44</b>

Objectif de réduction de l'IGES du secteur verrier entre 1999 et 2010: 76 projets – €8.7 millions							
Temps de retour	entre 0 et 2 ans		entre 2 et 4 ans		>4 ans		total
Faisabilité	A	B	A	B	A	B	
Déjà réalisé 1999-2002	3.5						<b>3.5</b>
Génération d'électricité/Cogénération							
Good housekeeping	0.10		0.01		0.01		<b>0.12</b>
Meilleure utilisation, modification des fours et/ou mat. prem.	4.27	0.21	0.06	0.01	1.26	0.06	<b>5.89</b>
Process	0.26			0.02	0.04		<b>0.32</b>
Utilités	0.43	0.02	0.62		0.11		<b>1.19</b>
<b>Total</b>	<b>8.57</b>	<b>0.24</b>	<b>0.69</b>	<b>0.03</b>	<b>1.42</b>	<b>0.06</b>	<b>11.01</b>



**Entre 1999 et 2010, le secteur verrier se fixe donc un objectif d'amélioration de 11.4% sur l'IEE et 11.0% sur l'IGES.**

Au niveau des indices, la différence avec le potentiel d'amélioration total identifié lors des audits est essentiellement due aux mesures d'améliorations dont le temps de retour dépasse les 4 années. Pour l'IEE par exemple, le potentiel total identifié est de 16.2%, et les mesures à temps de retour supérieur à 4 ans se montent à 5.99%. Parmi ces mesures non retenues se trouvent des projets de génération d'électricité, de récupération de chaleur pour le chauffage des locaux et le préchauffage du calcin, qui sont généralement lourds en investissements (~30 millions d'euros).

Certains projets à temps de retour inférieurs à 4 ans n'ont pas été retenus pour les raisons suivantes :

- Le caractère mutuellement exclusif de certains projets identifiés (deux mesures qui concernent le même poste de réduction et qui figurent dans le rapport succinct de l'entreprise)
- L'influence négative que peuvent avoir certaines mesures sur les émissions d'autres polluants.

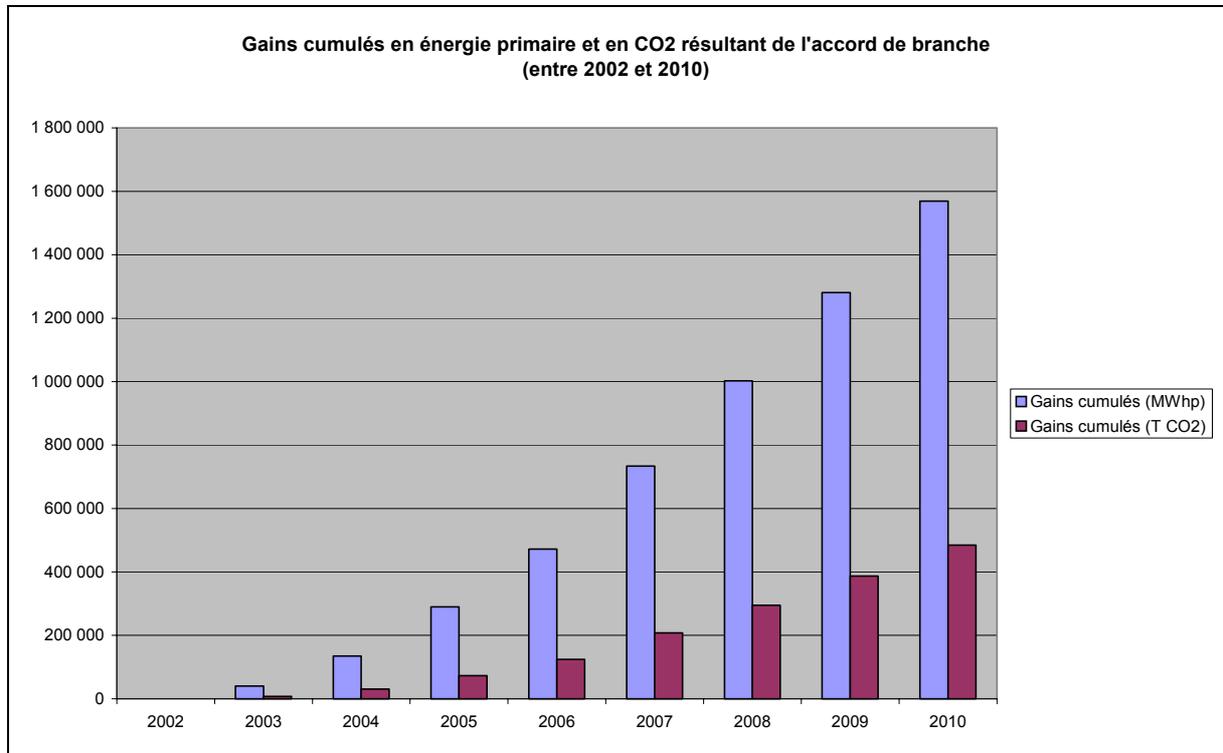
Toutefois, il convient de remarquer que les projets à temps de retour inférieurs à 4 ans (et parmi lesquels figurent des projets type B, c'est-à-dire de technologie incertaine) qui n'ont pas été retenus sont au nombre de 9 sur un total de 68, et représentent un potentiel relativement faible d'amélioration de l'IEE de 0.86% et de l'IGES de 0.61%. Par contre, l'ensemble des projets à temps de retour supérieur à 4 ans retenus sont au nombre de 17 sur un total de 34 et représentent une amélioration de l'IEE de 2.04% et de l'IGES de 1.48%

La proportion des projets déjà réalisés entre 1999 et 2002 démontre clairement l'attention constante que portent les verriers à l'utilisation de l'énergie dans leur processus de fusion et leur volonté d'être pro-actifs à ce niveau.

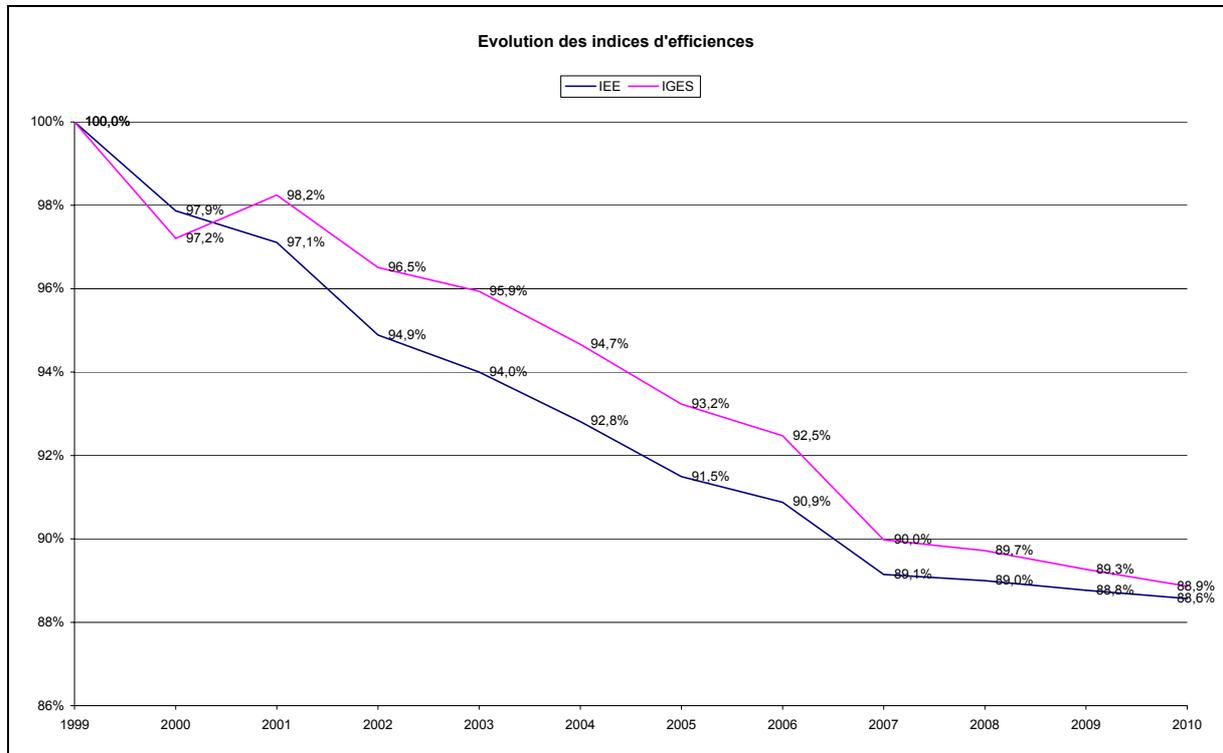
Avec cet objectif de réduction de 11.4% de l'indice IEE et de 11.0% de l'indice IGES, en 2010, à production constante, on économisera :

- environ 520.000 MWhp par an par rapport à 1999
- environ 142.000 tonnes par an de CO<sub>2</sub> par rapport à 1999.

Le graphique suivant montre les gains cumulés en CO<sub>2</sub> et en énergie primaire résultant de l'accord de branche qui seront réalisés entre 2002 et 2010 :



Le graphique suivant donne l'évolution des indices pour la période 1999 - 2010. Il a été obtenu en prenant en considération les dates indicatives de mise en oeuvre retenues par les verriers et permettra de suivre le bon déroulement de l'accord de branche.



Nous attirons toutefois l'attention sur quelques points essentiels qui peuvent modifier l'évolution prévue des indices :

- pour un certain nombre de verriers, une des améliorations est l'augmentation de l'introduction de calcin dans la composition du verre. La qualité, le coût et la disponibilité du calcin externe disponible sont des facteurs importants qui nuancent les possibilités à long terme d'introduction intensive de calcin.
- le fuel switch est un élément lié avec les prix des combustibles et qui influence de façon opposée l'évolution de l'IEE et de l'IGES (l'évolution des indices entre 2000 et 2001 en est un exemple probant).



## 5 CONCLUSION

**Le secteur verrier en Wallonie serait à même, dans le cadre d'un accord de branche, de s'engager entre 1999 et 2010 à améliorer son indice d'efficacité énergétique IEE de 11.4% et son indice d'émission de gaz à effet de serre IGES de 11.0%.**

La proposition d'engagement telle que présentée ci-dessus a été estimée à production et structure constante pour les entreprises, à l'exception d'un site qui a adopté un scénario d'utilisation maximale de ses outils de production menant à une augmentation de sa production.

Bien évidemment, l'adaptation de cet objectif sectoriel en fonction de changements structurels et de marché du secteur devra être prise en compte le cas échéant.

L'engagement sectoriel ne vaut que dans les conditions exposées ci avant.



## **6 Annexe - Description des corrections à apporter lors du calcul annuel des indices IEE et IGES pendant la période de l'accord de branche.**

### **6.1 Introduction**

Pendant la durée de l'accord de branche, les indices IEE et IGES seront calculés annuellement afin de déterminer la progression du secteur vers son objectif global. Le calcul annuel de ces indices implique de connaître les consommations énergétiques annuelles des usines sur base des factures énergétiques certifiées par le réviseur d'entreprise. Conformément aux deux documents de référence relatifs à la détermination des indices et publiés par la DGTRE<sup>5</sup>, les consommations ainsi obtenues seront corrigées par un certain nombre de facteurs de correction. L'introduction de ces facteurs de correction a comme but de pouvoir distinguer entre d'une part une variation (positive ou négative) de l'efficacité énergétique résultant d'une mesure URE<sup>6</sup> effectivement prise par l'entreprise, et d'autre part une variation de l'efficacité énergétique résultant de circonstances externes, sur lesquelles l'entreprise n'a aucun moyen d'agir.

L'exemple le plus connu est l'influence du climat sur les consommations énergétiques, mais les deux documents de référence précédemment cités listent une série non exhaustive de facteurs de correction dont il peut être tenu compte :

- le taux d'utilisation de la capacité des installations de production. Les verriers qui ont choisi de corriger les indices IEE et IGES en fonction de l'activité économique mettront sur un CD Rom qui sera déposé chez un notaire les données permettant de procéder à cette correction. Ces données ont été établies par l'auditeur (GfE) durant la période des audits pour une période relativement courte (2 ou 3 ans). Il est évident que si des données supplémentaires sont collectées par l'entreprise au cours de la durée de l'accord de branche et validées par un consultant externe, ces données pourront être utilisées afin d'affiner les résultats. Un cas extrême étant la reconstruction du four pour lequel il n'existerait évidemment pas de données.;
- la variation de consommation énergétique (positive ou négative) liée à une modification de spécifications de produits ;
- la surconsommation d'énergie imputable à la législation environnementale;
- une modification du type de matières premières utilisées ;
- le nombre de degrés-jours.

---

<sup>5</sup> Manuel CAFE – « Aide à la mise en place d'une comptabilité analytique des fluides et des énergies » et « Note d'orientation n°2 » (version du 1.08.2001) d'Econotec relative aux audits, plans individuels et plans sectoriels

<sup>6</sup> URE : Utilisation Rationnelle de l'Energie



Pendant le déroulement des audits, il est apparu nécessaire d'introduire pour le secteur verrier deux autres facteurs de correction que ceux précédemment cités : le vieillissement des fours et le taux de calcin. Nous détaillons dans la suite du texte les motivations qui ont conduit à introduire ces facteurs de correction ainsi que la manière de les mettre en pratique dans le calcul annuel des indices IEE et IGES.

## **6.2 Correction liée au vieillissement des fours**

Un four de verrerie est un outil technologique complexe dont la durée de vie dépend de nombreux facteurs : taux d'utilisation et température de fonctionnement du four, type de réfractaires, type de matières premières utilisées (plus ou moins corrosives pour les réfractaires),...

Périodiquement, le four doit être arrêté et reconstruit entièrement. La fréquence de reconstruction est typiquement de l'ordre de 4 à 15 ans, et dépend du type de verre produit (chaque verrier a une fréquence qui lui est propre).

Entre deux réparations, le four « vieillit » : les réfractaires s'usent, les régénérateurs et les récupérateurs voient leurs surface d'échange thermique et leurs performances énergétiques se détériorer, des pertes de charge apparaissent,... Tout ceci influe de manière significative (entre 10 et 20%) sur l'efficacité énergétique du four.

Il est à noter qu'aujourd'hui, grâce à l'amélioration de la qualité des réfractaires et grâce à des techniques permettant de réparer certaines parties d'un four pendant son fonctionnement, la durée de vie des fours tend à augmenter. Un verrier ne sait donc pas prévoir à longue échéance (plus d'un an ou deux) quand il procédera à une réparation.

Une évolution simplifiée de l'indice IEE est présentée sur le graphique ci-dessous : dans un souci de simplification, afin de bien découpler les effets d'amélioration des mesures prises et de détérioration due au vieillissement, on a pris comme hypothèse que toutes les mesures d'amélioration sont prises rapidement (première moitié gauche du graphique), et qu'ensuite plus aucune mesure d'amélioration n'est prise. La courbe A (mauve en pointillé) indique quelle sera l'évolution réelle de l'IEE : le vieillissement fera en sorte que l'indice IEE augmentera au fil du temps jusqu'à la prochaine réparation. Quant à la courbe B (noire pleine), elle montre l'évolution de l'IEE lorsque l'effet du vieillissement a été « gommé ». Les verriers sont en effet en mesure de prévoir de manière fiable comment l'efficacité énergétique du four variera avec l'âge. Evidemment, après une réparation qui remet le four à son niveau d'origine, les deux courbes coïncident à nouveau.

**C'est la courbe B qui est présentée dans les rapports individuels et qui détermine l'objectif sectoriel.**

Les raisons de ce choix résident dans le fait que, pendant la durée de l'accord de branche, certains verriers procéderont à plusieurs réparations, alors que d'autres n'en effectueront aucune.



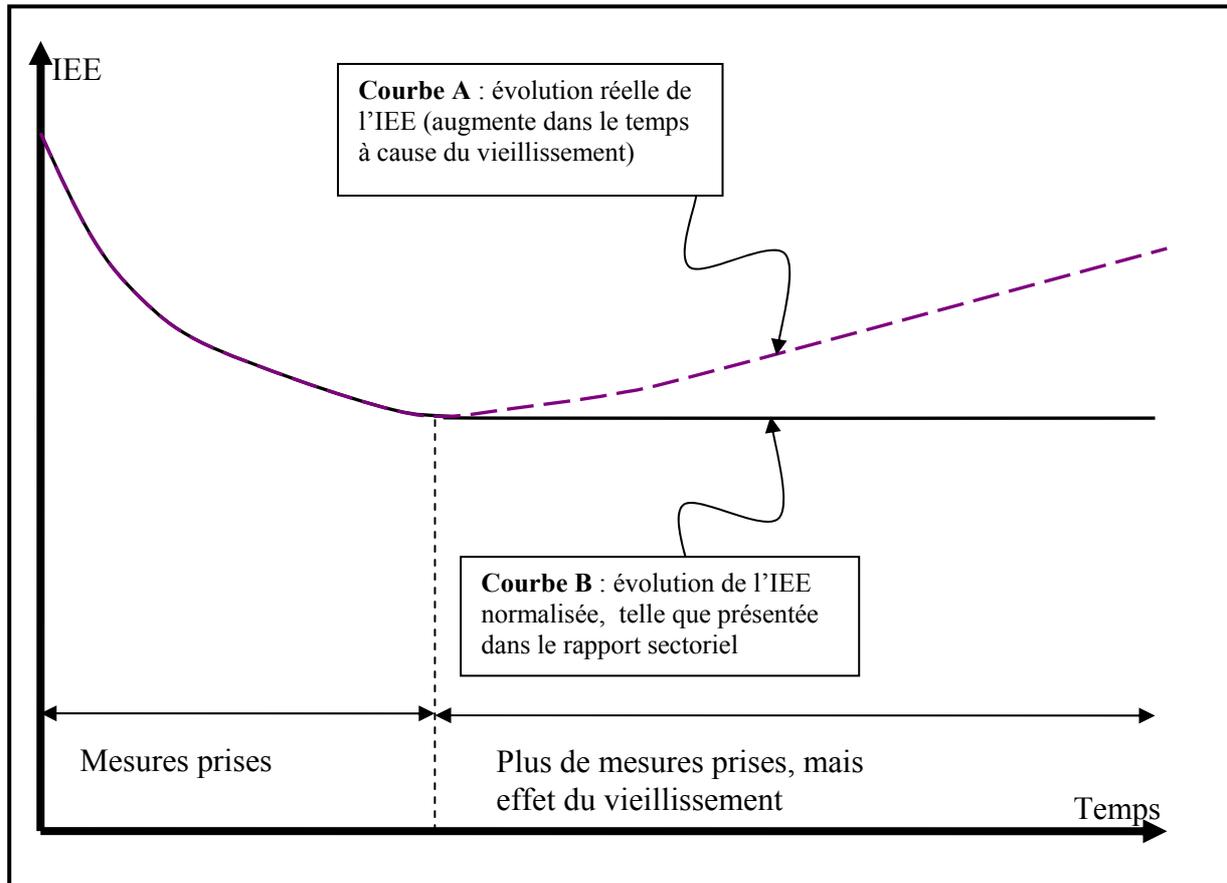
Or, un verrier qui procéderait à une réparation juste avant la fin de l'accord de branche verrait son indice s'améliorer de façon spectaculaire, bien qu'aucune mesure « réelle » n'ait été prise (le four aurait dû de toute façon subir une réparation).

Pour éviter que de telles interférences viennent se greffer sur les évolutions des indices IEE et IGES, et aussi pour éviter de prendre en considération des améliorations qui en fait ne font que remettre le four dans son état d'origine, les effets du vieillissement des fours ont été « gommés » dans les courbes d'évolution des indices afin de supprimer leurs effets sur les courbes d'évolution des indices IEE et IGES.

Il est bien évident toutefois, que lors de certaines réparations, de nouvelles technologies peuvent être mises en place (nouveaux brûleurs, nouvelle géométrie du four,...) qui auront pour effet de non seulement faire revenir le four à son niveau d'origine, mais qui en plus apporteront une amélioration bien réelle de l'efficacité énergétique. Dans le cas où ce différentiel entre une réparation « usuelle » et une réparation « améliorée » peut être quantifié à l'avance, il sera considéré comme une mesure d'amélioration comptant pour l'évolution des indices IEE et IGES.

En conclusion, les factures étant représentatives de la consommation réelle de l'usine (courbe A), il faudra leur appliquer un facteur de correction afin de se retrouver sur la courbe B normalisée.

Tout comme pour la correction liée à l'activité économique, les verriers qui ont choisi de corriger les indices IEE et IGES en fonction de l'âge du four mettront sur un CD Rom qui sera déposé chez un notaire les données permettant de procéder à cette correction. Ces données ont été établies par l'auditeur (GfE) durant la période des audits pour une période relativement courte (2 ou 3 ans). Il est évident que si des données supplémentaires sont collectées par l'entreprise au cours de la durée de branche et validées par un consultant externe, ces données pourront être utilisées afin d'affiner les résultats. Un cas extrême étant la reconstruction du four pour lequel il n'existerait évidemment pas de données.



### 6.3 Correction liée au taux de calcin

On appelle calcin le verre recyclé qui est réintroduit dans un four de verrerie. Le calcin présente l'avantage de réduire la consommation énergétique du four et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

L'impact du calcin sur les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la décomposition des matières premières (CO<sub>2</sub> process) est relativement facile à calculer puisque le calcin réduit les quantités de carbonates introduites dans le four, et par conséquent les émissions de CO<sub>2</sub> process. Or, il existe un lien stœchiométrique entre les quantités de carbonates introduites et les émissions de CO<sub>2</sub> process (par exemple 1 tonne de carbonates de calcium émet 440 kg de CO<sub>2</sub>).

L'amélioration de l'efficacité énergétique (et par conséquent la réduction du CO<sub>2</sub> purement énergétique) suite à l'introduction de calcin n'est pas aussi facilement calculable. Puisque le calcin est du verre, l'énergie nécessaire à la réaction des matières premières (sable et carbonates entre autres) ne doit plus être apportée. Seule l'énergie nécessaire à la fusion du calcin est encore requise.



Comme règle approximative, on peut considérer qu'une augmentation de 10% de calcin réduit la consommation énergétique spécifique de 1 à 2%. Toutefois, ces chiffres dépendent du taux de calcin déjà introduit (la réduction de la consommation spécifique tend à s'amoinrir lorsque le taux de calcin est déjà élevé). Le calcin peut être soit d'origine interne à l'usine, soit d'origine externe.

Les verriers présentent d'énormes disparités quant à leur capacité d'intégrer du calcin dans leurs procédés, disparités liées au processus de fabrication et aux exigences de qualité du produit final. Certains verriers peuvent intégrer une proportion non négligeable de calcin externe (répondant à un cahier des charges bien défini), d'autres ne sont en mesure que de recycler du calcin interne, d'autres encore ne sont simplement pas en mesure d'incorporer de calcin, qu'il soit interne ou externe<sup>7</sup>.

Cette contrainte technologique a conduit les verriers à adopter des attitudes différentes :

- Certains verriers ont estimé que l'incorporation de calcin dans leur procédé pouvait être considéré comme une variable sur laquelle ils étaient en mesure d'agir, c'est-à-dire qu'ils étaient susceptibles de pouvoir augmenter leur taux de calcin et ce faisant, améliorer leur efficacité énergétique et réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>. Pour ces verriers, le pourcentage de calcin utilisé a donc été retenu comme une mesure susceptible d'influencer l'évolution des indices IEE et IGES, aussi bien à la baisse que à la hausse. En effet si pour une raison quelconque, les sources d'approvisionnement de calcin venaient à se tarir, les indices IEE et IGES ne seraient pas corrigés, et donc, on observerait une détérioration de ces indices. C'est le « risque calcin ».<sup>8</sup>
- D'autres verriers ont estimé que l'incorporation de calcin dans leur procédé ne pouvait pas être considéré comme une variable sur laquelle ils étaient en mesure d'agir, soit qu'ils ne sont pas en mesure d'incorporer du calcin dans leur four, soit qu'ils se situent déjà aux alentours du maximum de calcin utilisable, et qu'il ne leur est donc plus possible d'agir sur cette variable. Pour ces verriers, le calcul annuel des indices IEE et IGES seront « normalisés » à une teneur en calcin constante telle que spécifiée dans leur rapport individuel.

---

<sup>7</sup> Pour plus d'information au sujet du calcin, voir le chapitre 2.5 « Caractéristiques énergétiques »

<sup>8</sup> Le risque de voir se tarir les sources d'approvisionnement de calcin n'est pas négligeable. De nombreux facteurs externes peuvent avoir une influence sur les quantités disponibles. Citons par exemple le cas de l'Angleterre, où une taxe introduite sur les ressources minérales naturelles (gravier,...) a eu comme effet de détourner des fours de verrerie de grandes quantités de calcin pour être utilisées dans des applications moins « nobles » du type construction de revêtement routier,... Les verriers anglais sont donc, suite à l'introduction de cette taxe, confrontés à une pénurie de calcin.