

Le recyclage du verre : un cycle infini

Jonathan Decottignies

Résumé Le verre est un matériau unique en son genre, omniprésent dans notre société. Son utilisation sous de multiples formes et son recyclage infini en font l'un des matériaux les plus utilisés par l'homme. Depuis plus de trente ans, le recyclage du verre constitue une source de matière première secondaire, contribue à la lutte contre la pollution atmosphérique et permet des économies considérables en énergie. Les collectivités locales, qui ont organisé la collecte sélective des verres d'emballage, sont devenues un maillon indispensable dans la chaîne du recyclage. Matériau essentiel dans l'atteinte des objectifs de recyclage fixés par l'Europe, le verre est devenu un enjeu technique, politique et financier.

Mots-clés JIREC 2008, enseignement, verre, déchet, collecte, recyclage, valorisation.

Abstract **Glass recycling: an endless cycle**

Glass is a unique material, ubiquitous in our consumer society. Its use in various forms and its endless recycling make it one of the materials most used by man. For over thirty years, glass recycling is a source of secondary raw material, contributes to fight against air pollution and allows considerable savings in energy. By selective collect, local authorities have become an indispensable link in the recycling chain. Glass, an essential material in achieving recycling targets set by Europe, has then become a technically, politically and financially challenge.

Keywords JIREC 2008, teaching, glass, waste, collect, recycling, valorization.

La fabrication du verre d'emballage

En 2006 plus de 3,8 millions de tonnes de verre d'emballage ont été produits en France. Depuis près de trente ans, le verre d'emballage* est fabriqué à partir de matières premières naturelles et de calcin*. Le verre d'emballage coloré est celui qui admet actuellement la plus grande part de calcin dans sa fabrication (jusqu'à 90 % dans le lit de fusion pour le verre français). La quantité de calcin incorporée dépend de la teinte désirée (verte, feuille morte, brun jaune...). Son utilisation a de nombreuses vertus écologiques : l'incorporation d'une tonne de calcin permet d'économiser 700 kg de sable, 200 kg de fioul et d'éviter le rejet de 500 kg de CO₂.

Le lit de fusion est complété avec des matières naturelles (73 % SiO₂, 15 % Na₂O, 10 % CaO, 1 % Al₂O₃, 0,05 %

Fe₂O₃...) afin d'homogénéiser la composition du verre, de rectifier la teinte et d'améliorer les conditions d'élaboration. La production massive du verre a lieu exclusivement dans les fours, alimentés en permanence en matières premières qui sont enfournées mécaniquement et chauffées à 1 550 °C (figure 1). La quantité de verre en fusion est quasi constante dans le four. La durée de vie des fours est estimée à dix ans.

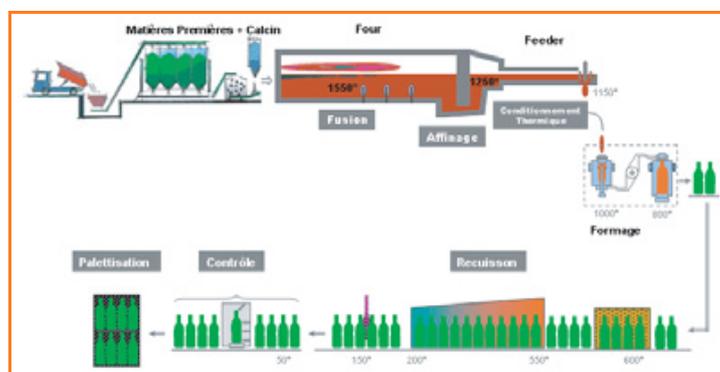


Figure 1 - La fabrication d'une bouteille.

Source : Owens Illinois.

Au cours de sa montée en température, le mélange subit diverses transformations complexes : déshydratation, dissociation des carbonates et des sulfates avec dégagement de CO₂ et SO₂, fusion de certains composants et dissolution des composants les plus résistants. Après la fusion, la pâte de verre contient de nombreuses bulles de gaz issues de la dissociation des composants. Pour favoriser l'homogénéisation, on affine la pâte de verre : la température est maintenue à 1 550 °C pour diminuer la viscosité et permettre la remontée des bulles à la surface. En fin d'affinage, la pâte de verre a une viscosité trop faible pour pouvoir être mise en forme et on abaisse alors la température à 1 250 °C pour augmenter la viscosité. Cette dernière phase de l'élaboration est appelée

Glossaire

Les termes suivis d'un astérisque* dans le texte sont définis ci-dessous.

Calcin : débris de verre pulvérisé, calibré et trié, utilisé pour le recyclage du verre.

Collecte : ensemble des opérations concernant l'enlèvement des déchets et leur acheminement vers un lieu de transfert, de tri, de traitement ou de décharge.

Ordures ménagères : déchets issus de l'activité domestique des ménages et prise en compte par la collecte régulière (sélective ou classique).

Matière première secondaire : matière résultant du traitement, soit d'une matière première, soit d'un déchet réutilisable dans un processus de production.

Recyclage : réintroduction directe d'un déchet dans un cycle de production dont il est issu en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge.

Verre d'emballage : bouteilles, pots, bocaux et autres emballages, colorés ou non.

« braise » (expression datant de l'époque où les fours étaient chauffés au bois et les braises maintenues sur le foyer). La pâte de verre est ensuite acheminée vers les machines de formage par une série de canaux de distribution en éventail appelés « feeders ». Ce dispositif permet de multiplier la distribution des gouttes de verre à différents postes de travail.

Chaque goutte de verre est alors mise en forme selon deux techniques :

- Le *pressage-soufflage* : la goutte de verre tombe dans un premier moule puis est pressée pour former une ébauche du produit. La préforme obtenue est démoulée et transférée vers le moule final, puis réchauffée avant d'être soufflée. Cette technique permet de produire des pots et des bocaux.
- Le *soufflage-soufflage* : dans ce cas, l'ébauche est créée par soufflage. Cette technique permet de fabriquer des bouteilles.

Le verre mis en forme doit subir une recuisson afin de relâcher les contraintes au sein du matériau et d'éviter que les objets fabriqués ne se fissurent ou se brisent : on réchauffe alors jusqu'à 550 °C, puis la température est abaissée lentement afin d'éviter la formation de nouvelles contraintes. Différents tests sont effectués pour garantir la qualité du produit : test de compression (qui vérifie la solidité de l'emballage), contrôle de la planéité de la bague (qui évite tout problème lors du capsulage ou du bouchonnage), contrôle d'aspect (qui détecte la présence de glaçures, de bulles, de grains infondus, etc. pouvant entraîner une fragilité à long terme de l'emballage), contrôle dimensionnel (mesure de la longueur totale, du diamètre intérieur et extérieur, etc., par vision automatique sur l'ensemble de la production), contrôle du corps et du fond de la bouteille (repère des défauts et fissures de l'emballage).

La collecte

La loi 75-633 du 15 juillet 1975 indique qu'un emballage devient un déchet quand son détenteur l'abandonne ou le destine à l'abandon. Cette loi oblige les communes ou les établissements publics de coopérations intercommunales à assurer l'élimination des déchets. Le décret du 1^{er} avril 1992 précise que tout producteur est tenu de contribuer à l'élimination de ses déchets d'emballages. Un producteur gère techniquement et financièrement sa propre filière d'élimination des emballages (principe de la consignation). Il adhère à une société agréée par les pouvoirs publics (Adelphi ou Eco-Emballages) en versant une contribution financière pour participer à l'élimination de l'ensemble de ses déchets d'emballages. Ce versement lui permet d'apposer le logo « point vert » sur l'emballage (figure 2). Les contributions versées par ces producteurs servent à soutenir techniquement et financièrement les collectivités ayant signé un contrat avec les sociétés agréées pour qu'elles mettent en place et fassent fonctionner des opérations de collecte* sélective, de tri et de valorisation de déchets d'emballages ménagers.



Figure 2 - Le « point vert ».

En France, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) estime le gisement d'ordures ménagères* à 22 millions de tonnes par an (354 kg/an/habitant). Le verre représente en moyenne 13 % de cette fraction, soit 2,9 millions de tonnes (48 kg/an/habitant). En

2006, les collectivités locales françaises ont collecté sélectivement plus de 1,7 millions de tonnes de verre (28 kg/an/habitant). Trois types de collecte sont possibles : deux sont appliqués et gérés par les collectivités locales (apport volontaire et porte à porte) ; le troisième, la consignation, est mis en place par les producteurs chez nos voisins européens mais plus en France.

Collecte par apport volontaire

Dans ce mode d'organisation, l'usager ne dispose pas d'un conteneur personnel. La collectivité met à la disposition des usagers un réseau de conteneurs, répartis sur le territoire et accessibles à la population, sous deux formes : le conteneur aérien et le conteneur enterré (qui s'intègre plus facilement au paysage et génère moins de nuisances sonores) (figure 3). Ces derniers peuvent être équipés de systèmes intégrés de détection du remplissage, ce qui permet d'optimiser les tournées de collecte.



Figure 3 - Colonnes d'apport volontaire aériennes (à droite) et enterrées.

Collecte porte à porte

La collecte sélective de porte à porte est une collecte à domicile des déchets recyclables (verre, papier, plastique, métaux, déchets organiques), préalablement triés selon leur nature, en vue d'un traitement spécifique. Trois types de contenants lui sont associés : des bacs à roulettes compartimentés ou non, avec ou sans opercule d'introduction, des caissettes ou des sacs (figure 4).

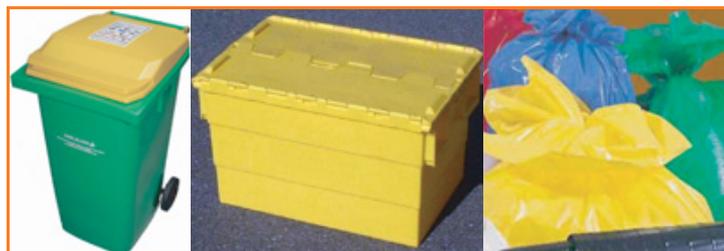


Figure 4 - Bac, caissette et sacs de collecte.

Consignation

Lors de son acte d'achat, le consommateur paie une consigne par bouteille en plus du prix du produit : il peut ensuite acheter une bouteille pleine exonérée du montant de la consigne, ou bien rendre la bouteille vide sans en reprendre et se faire rembourser la consigne. Les bouteilles vides récupérées peuvent être réemployées ou bien recyclées. Cette pratique est courante dans certains pays d'Europe (Allemagne, Finlande, Belgique...) mais elle est très marginale en France.



Figure 5 - Le recyclage du verre, de gauche à droite : verre avant traitement, centre de traitement et verre après traitement.

Quel mode de collecte choisir ?

Il est important de souligner que selon l'article L1111-1 du Code général des collectivités territoriales, les collectivités appliquent le principe de la libre administration sur leur territoire en mettant en place le mode de collecte de leur choix : collecte sélective par apport volontaire ou de porte à porte.

La collecte de porte à porte est un mode adapté au milieu urbain et semi-urbain. Elle est proche de la population car elle apporte un service supplémentaire, le geste de tri fait à la maison est alors encouragé. Cette collecte est cependant plus coûteuse car elle nécessite un investissement plus conséquent en matériel. Les quantités collectées sont très importantes mais ce mode de collecte peut engendrer des erreurs de tri, donc une baisse de la qualité du gisement.

La collecte par apport volontaire est adoptée en complément du porte à porte ou seule en réseau dense ou en milieu rural. Ce mode de collecte est le plus répandu sur le territoire français et le moins cher car l'investissement en personnel et en matériel est très limité. Cependant, les quantités collectées sont plus faibles, mais l'implication de la population étant volontaire, les erreurs de tri sont limitées.

En 2006, les quantités de verre collectées *via* les différents modes de collecte ont été de 350 275 t, soit 32 kg/an/habitant, en porte à porte ; 1 181 840 t, soit 30 kg/an/habitant, en apport volontaire ; et 132 568 t, soit 24 kg/an/habitant, en mode mixte (dont 41 % pour le porte à porte).

La collecte par consignation est un mode plus particulier. En effet, les enjeux financiers sont importants pour les producteurs car ils doivent organiser cette collecte à la place des collectivités locales. Cependant, la pratique de la consignation montre, chez nos voisins européens, que le taux de collecte peut être très élevé, de l'ordre de 90 %. Par comparaison, le gisement collecté de porte à porte et par apport volontaire, en France, représente un peu plus de 60 % du gisement.

La destination finale des bouteilles collectées par consignation a des répercussions différentes. D'un point de vue local, la consignation en vue du réemploi a un avantage environnemental indéniable. Cependant, le réemploi pourrait remettre en cause le process industriel de fabrication car il faudrait des bouteilles deux à trois fois plus épaisses pour éviter la casse lors des multiples manipulations et pour permettre une vingtaine de cycles. Enfin, il y aurait un problème d'homogénéisation des formes d'emballage sur le marché et cela touche directement le principe d'identité des producteurs et de lobbying industriel.

La consignation en vue du recyclage* est le mode qui serait le mieux adapté au dispositif français, car le seul changement s'effectuerait au niveau de la collecte. Les

producteurs la prendraient alors en charge à la place des collectivités locales.

Recyclage* du verre

Avant d'être recyclé, le verre doit être préparé en passant par un centre de traitement (figure 5). L'objectif est de le débarrasser au maximum des impuretés afin qu'il puisse être utilisé en four verrier. Pour cela, différentes étapes de traitement sont effectuées : tri manuel (indésirables : grand cartons, films plastiques...), séparateurs magnétiques overband et à courant de Foucault (métaux), tri optique (infusibles : cailloux, porcelaine, vitrocérame...), lavage ou traitement thermique (matière organique et étiquettes). Le verre est également criblé pour éliminer la fraction la plus fine, la plus chargée en polluants. Enfin, des machines de tri optique peuvent également séparer le verre incolore du verre coloré en fonction des besoins du verrier. Après traitement, le calcin est broyé en fines particules, de l'ordre de 800 µm, pour faciliter sa fusion et mieux « digérer » les infusibles résiduels. Le calcin final contient en moyenne 40 ppm d'infusibles. Il est mélangé à hauteur de 70 à 90 % avec la matière première pour fabriquer de nouvelles bouteilles.

Le calcin peut également être valorisé dans d'autres applications : BTP (ciment de verre, matrice béton, sous-couche routière...), isolation (mousse de verre, laine de verre...), céramiques, peintures (billes de verre pour la brillance), filtration (en remplacement du sable), épandage (pour aérer les terres)...

Pourquoi recycler le verre ?

Le verre est un matériau « vitrine » pour l'environnement car il se recycle à l'infini. Le calcin est une matière première secondaire* qui évite d'utiliser des matières premières naturelles ; il contribue ainsi à la lutte contre la pollution atmosphérique et permet des économies d'énergie considérables.

Le verre est donc un matériau pour lequel il existe de nombreux enjeux environnementaux, techniques et financiers, à la fois pour les industriels, les pouvoirs publics et les collectivités locales.



Jonathan Decottignies

est chargé de mission au Cercle National du Recyclage*.

* Cercle National du Recyclage,
23 rue Gosselet, 59000 Lille.
Courriel : cnr@nordnet.fr
www.cercle-recyclage.asso.fr
www.produits-recycles.com