

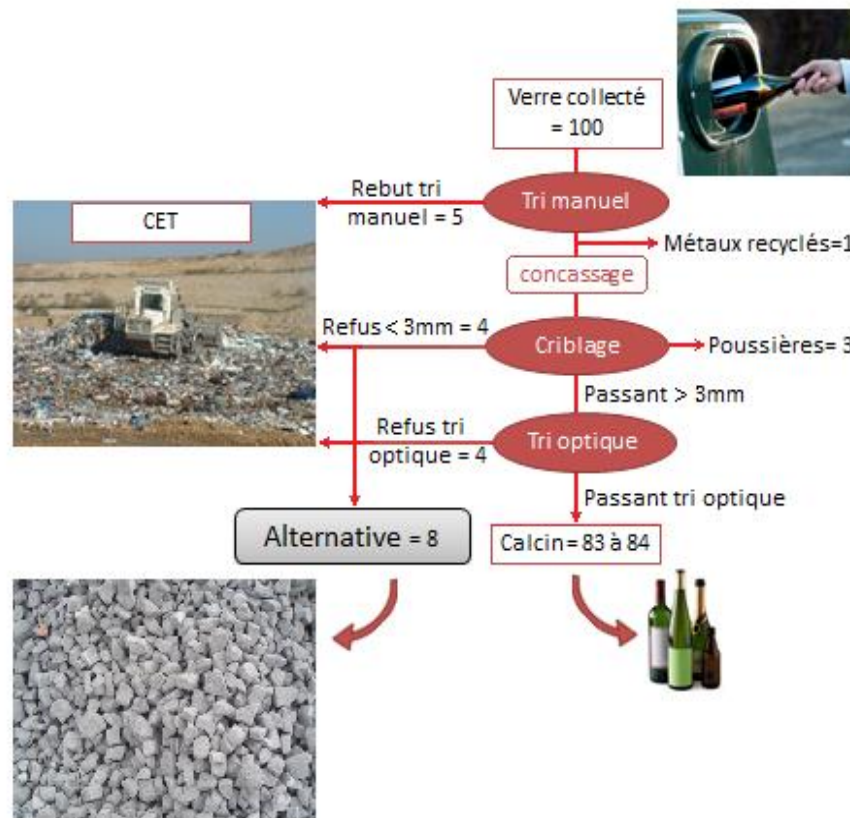
# RECYCLAGE DU VERRE et DECHET ULTIME

- Ir. J.-P. Delande      GRConsult s.p.r.l.
- Ir. J. Hardy      JH Finance & Glass s.c.s.

# Le recyclage du verre fait figure de pionnier du recyclage des emballages.

- La préférence du public pour ce matériau d'emballages ne s'est jamais démentie.
- Cependant, l'épuration nécessaire du verre brut de collecte génère un **déchets ultime** qui, dans un souci récent de responsabilité des producteurs, prend une dimension nouvelle et de plus en plus aigüe.
- Les contraintes resserrées pour le dépôt en centre d'enfouissement, tant sur le plan environnemental que sur le plan économique, font de ce déchets ultime un enjeu croissant.

# Schématiquement le bilan matière se résume comme suit :



Ce bilan propose une solution alternative: la production de **verre cellulaire**, ou **mousse de verre**.

# Qu'est-ce que le verre cellulaire mousse de verre – foamglass ?



# Qu'est ce que le verre cellulaire mousse de verre – foamglass ?

- Le verre cellulaire est un matériau minéral obtenu par la transformation de déchets de verre de toute nature mais principalement de verre d'emballages.
- Le verre cellulaire se présente comme une mousse solide et rigide, comparable à de la pierre ponce naturelle.

# Les qualités intrinsèques de ce produit sont remarquables :

- Imperméabilité à l'eau.
- Résistance à la pression.
- Résistance au feu.
- Isolation phonique.
- Stabilité dimensionnelle.
- Imputrescibilité.
- Légèreté.
- Isolation thermique.

# Ce matériau est performant pour de nombreuses applications dans la construction:

- Sous-couche routière et ferroviaire.
- Isolation thermique du sol.
- Amélioration de la capacité portante de sols meubles.
- Mélangé à du ciment, il forme des parois isolantes.
- Le produit est étanche, résistant au feu, à la putréfaction et à l'action de rongeurs.



**La carte suivante montre le développement des entreprises productrices de verre cellulaire et le désert en France, en Belgique et aux Pays-Bas.**

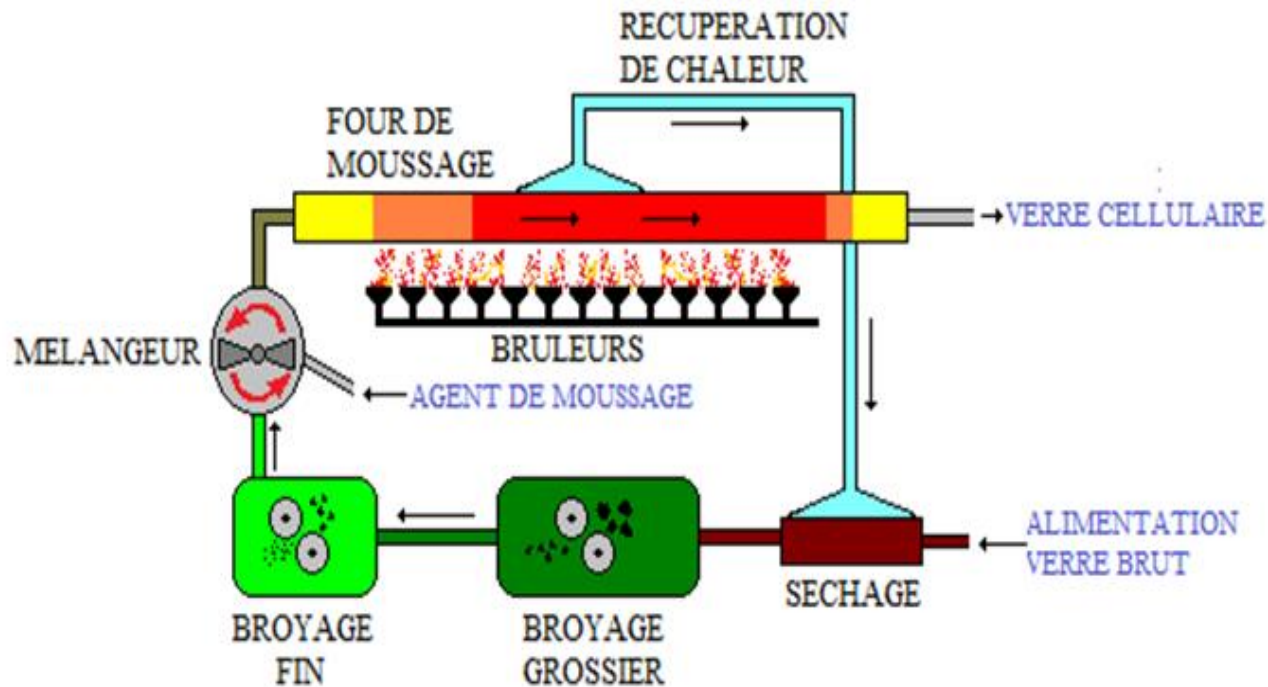




# Revenons aux 8% de déchet ultime de l'épuration du calcin.

- Un des leaders mondiaux du recyclage du verre est confronté à un tel déchet.
- Voici en détail sa composition :
  - 93% de verre,
  - 5% KSP (matière minérale inerte),
  - 2% de matières organiques.
- La production est de +/- **2.000 tonnes par mois** et le reliquat historique est de +/- **10.000 tonnes**.
- Ce déchet se voit interdire l'accès aux centres d'enfouissement où, jusqu'il y a peu, il était accepté comme couche de couverture.
- **Cette matière première peut entrer dans la production de verre cellulaire, avec un prix négatif.**

# Production de verre cellulaire: schéma de principe



# Applications



Piste d'envol de Roma Fiumicino



Sol des halles d'entretien avions de la Lufthansa



Manutention aisée



Hélicoptage

# Production de verre cellulaire et économie circulaire



- L'intérêt de ce produit associe la collecte de déchets de verre dans une zone urbaine, avec la production d'un matériau de construction utilisable dans la même région.
- Cette opportunité prend tout son sens lorsque la verrerie la plus proche impose des coûts de transport considérables.

# Un site industriel en Belgique est pressenti pour la production de verre cellulaire :

- La Belgique est un cas d'école particulier pour envisager un projet de mousse de verre :
  - La collecte sélective du verre d'emballages affiche les résultats parmi les meilleurs d'Europe ; cependant, la production de verre d'emballages, réduite à un seul site, ne consomme que 10% de la collecte.
  - De ce fait, la majeure partie des déchets verre, après épuration en Belgique, sont valorisés en Allemagne et aux Pays-Bas, avec la valeur ajoutée correspondante.

Ce sont ainsi des centaines de milliers de tonnes de verre qui circulent la plupart du temps sur route.

**Economie circulaire certes,** mais avec un **grand rayon de chalandise...**

# Une démarche « éco-responsable » de reconversion d'un site industriel.

- En amont du projet, des fournisseurs de déchets de verre sont déjà potentiellement mobilisés.
- Le site identifié répond aux critères les plus stricts d'une économie circulaire bien comprise:
  - **Proximité du gisement de déchets.**
  - **Mise en œuvre locale du verre cellulaire produit.**
- Le know-how nécessaire nous est complètement acquis, avec des partenaires industriels qui exploitent des lignes de production identiques.

# Production de verre cellulaire : regards sur un projet concret.

- Le contexte économique local dicte les phases conduisant à un équilibre économique.
- Il en résulte un démarrage séquentiel en 3 phases :
  - Phase 1 ( Années 1 à 3 ) : traitement de 5.000 tonnes de déchets de verre.
  - Phase 2 ( Années 4 à 6 ) : traitement de 20.000 tonnes de déchets de verre.
  - Phase 3 ( Années 7 à 10 ) : traitement de 40.000 tonnes de déchets de verre.
- Approche « dynamique » :
  - La technologie de moussage passe par un four déjà éprouvé, fruit d'une recherche financée par l'Europe.
  - Les fours à l'étude sont modulaires et susceptibles d'être établis en parallèle, suivant la montée en puissance de la production.
  - Phase 1 : 2 fours                      25.000 m<sup>3</sup> de verre cellulaire.
  - Phase 2 : 8 fours                      100.000 m<sup>3</sup> de verre cellulaire.
  - Phase 3 : 16 fours                      200.000 m<sup>3</sup> de verre cellulaire.



# Projet de verre cellulaire : chiffres-clefs.

années			phase 1 1, 2 & 3	phase 2 4, 5 & 6	phase 3 7,8,9 & 10
<b>IN : déchets de verre</b>		<b>tonnes / an</b>	<b>5.000</b>	<b>20.000</b>	<b>40.000</b>
<b>densité de la mousse de verre</b>		<b>kg / m<sup>3</sup></b>	<b>200</b>		
<b>OUT : mousse de verre</b>		<b>m<sup>3</sup> / an</b>	<b>25.000</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>
broyage fin		# broyeurs	1	1	2
mélange		# mélangeurs	1	1	2
moussage		# fours	2	8	16
<b>CAPEX</b>	<b>non cumulé</b>	M€	~ 4.0	~ 4.5	~ 8.0
	<b>cumulé</b>	M€	~ 4.0	~ 8.5	~ 16.5
personnel direct		#	5	8	10
surface au sol		m <sup>2</sup>	1.800	1.900	3.600

## Logistique ( 250 jours / an ) :

<b>IN : déchets de verre</b>		tonnes / jour	<b>20</b>	<b>80</b>	<b>160</b>
		camions / jour	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
<b>OUT : mousse de verre</b>		m <sup>3</sup> / jour	<b>100</b>	<b>400</b>	<b>800</b>
		camions / jour	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>80</b>

# Projet de verre cellulaire : premiers résultats.

- Business Plan : le « break-even », subordonné au contexte local, peut être atteint durant la « phase 2 ».
- Ce résultat reste très sensible :
  - Aux « coûts négatifs » liés aux déchets ultimes. Il s'agit des coûts prohibitifs d'enfouissement que l'on peut ainsi éviter ;
  - Aux aides éventuelles des pouvoirs publics, qui soutiennent des projets novateurs en économie d'énergie et en recyclage de matières premières.
- Le procédé de moussage envisagé concerne un four électrique, qui présente l'avantage de l'absence de rejets en cheminée (effet de serre, dioxydes...).
- Toutefois, d'autres sources d'énergie sont envisageables : de nombreux fours au gaz sont en exploitation.

# Production de verre cellulaire : conclusions.

- En qualité de consultants, nous développons un projet concret en Belgique.
- Notre projet rencontre un grand intérêt de la part des pouvoirs publics et éveille l'attention des éco-organismes.
- Notre approche a franchi nos frontières vers les Pays-Bas et l'Algérie qui, à leur tour, analysent cette opportunité.
- Nous sommes convaincus qu'un tel projet peut trouver sa place en France.
- C'est la raison pour laquelle nous vous avons offert cette présentation. Nous remercions les organisateurs pour l'intérêt qu'ils nous ont témoigné.

# **Nous vous remercions pour votre attention**

- Ir. J-P Delande                      GRConsult s.p.r.l.
- Ir. J Hardy                              JH Finance & Glass s.c.s.