

LA DECARBONATION DU VERRE PLAT



H. Heuclin
Groupe Saint-Gobain
Journée de chimie X-ENS-ESPCI
13 Mai 2025



Nous sommes le leader mondial de la construction durable

1
2
3
4
5
6
7
46,6

milliards d'euros de chiffre
d'affaires en 2024

161 000

collaborateurs

80

pays^(a)

Leader mondial de la construction durable, Saint-Gobain conçoit, produit et distribue des matériaux et services pour les marchés de l'habitat et de l'industrie. Développées dans une dynamique d'innovation permanente, ses solutions intégrées pour la **rénovation** des bâtiments publics et privés, la **construction légère** et la **décarbonation du monde de la construction et de l'industrie** apportent durabilité et performance.

Construction neuve
et légère

Rénovation
énergétique

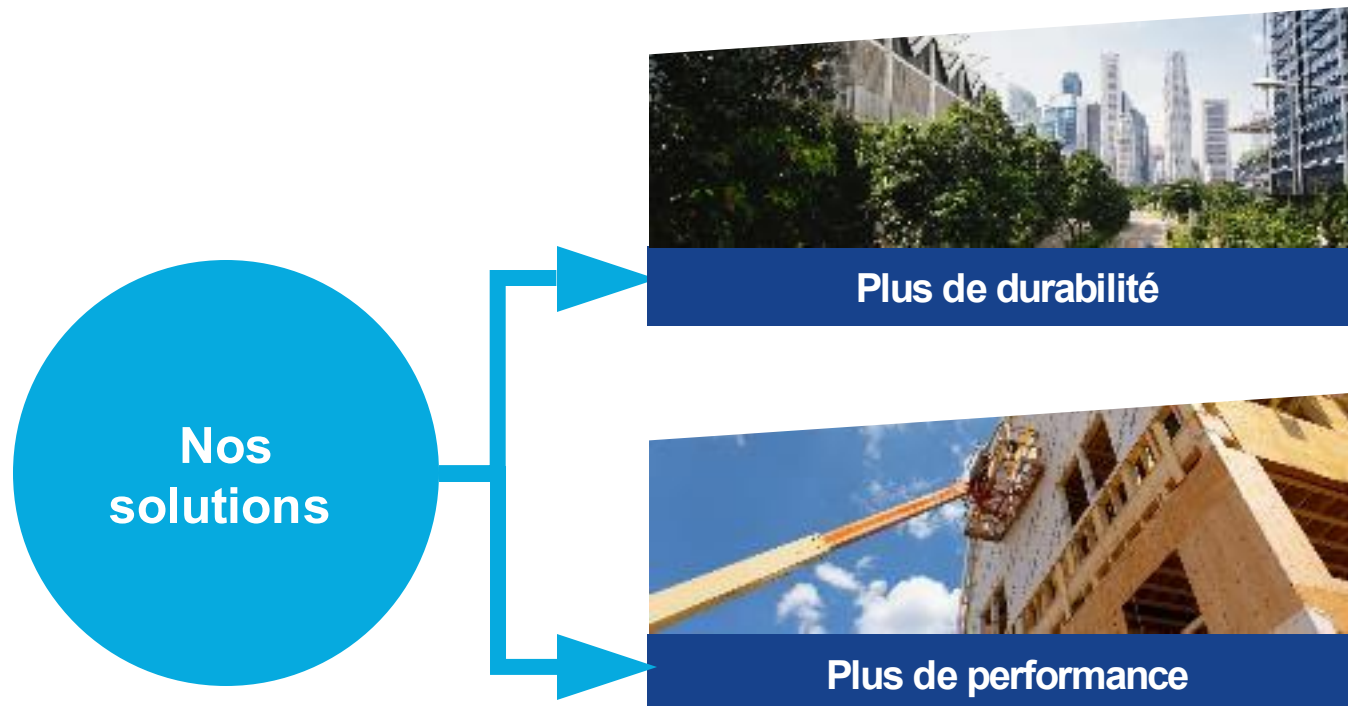
Décarbonation de la construction
et de l'industrie

Notre **raison d'être** (Making the World a Better Home), notre **vision** (être le leader mondial de la construction durable) et notre **plan stratégique** 2021-2025, Grow & Impact^(b), sont pleinement alignés.

(a) présence industrielle en mars 2025

(b) le nouveau plan stratégique de Saint-Gobain
sera annoncé en octobre 2025

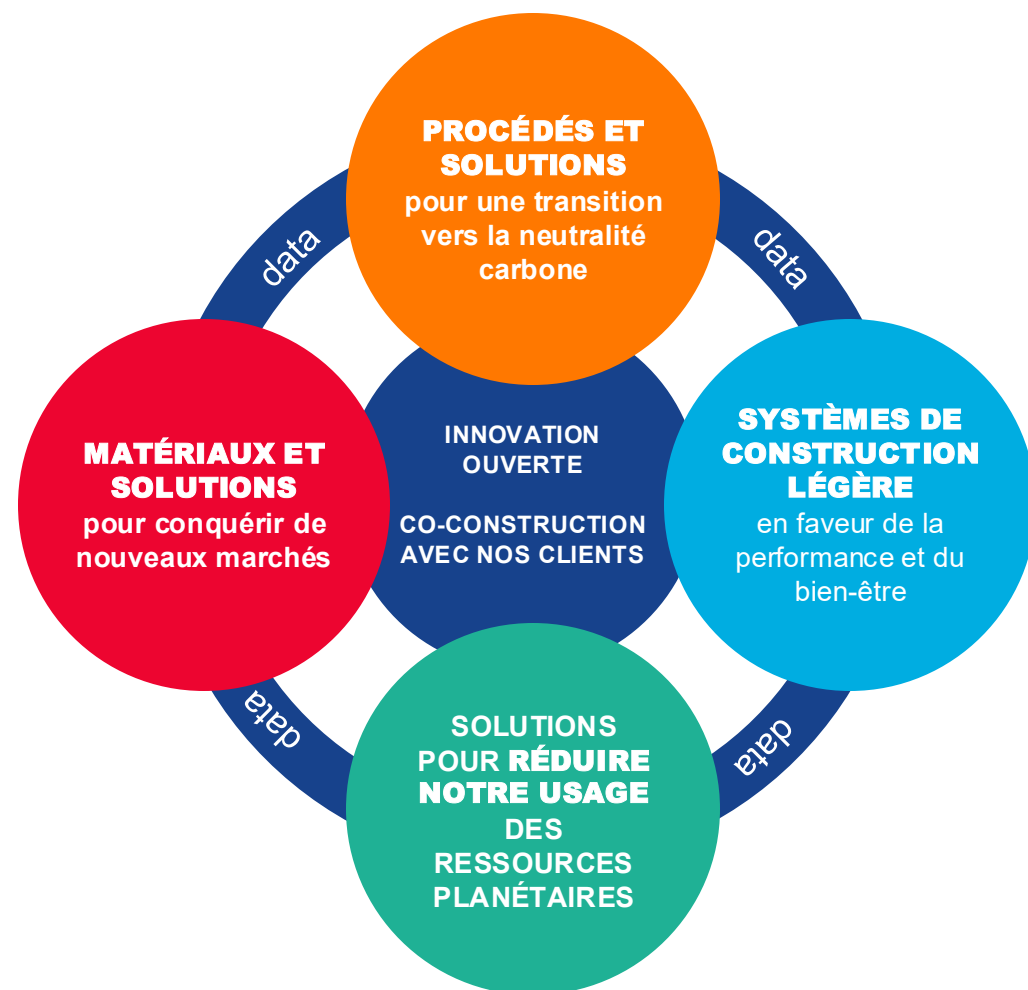
Quels sont les avantages de la construction légère et durable ?



- Des **émissions de CO₂** réduites
- Une **consommation de ressources** limitée
- Une **déconstruction** facilitée
- Une **santé et un confort** améliorés pour les constructeurs et les occupants
- Etc.

- Un **délai de construction** plus court
- Plus grande **efficacité**
- Des **économies**
- Etc.

Nous mettons nos clients au cœur de notre culture d'innovation



8	centres de R&D transversaux dans le monde
100	centres de recherche et de développement
3 800	chercheurs
3 700	collaborateurs dans la filière marketing , en contact avec les clients
450	brevets déposés en 2024
35	accords signés avec des start-ups en 2024



Nous proposons une gamme complète de vitrages à couche et de vitrages isolants économes en énergie pour les façades, les fenêtres et l'aménagement intérieur, qui offrent durabilité et performance.



FAÇADES



FENÊTRES



INTÉRIEUR

DU VERRE AU VITRAGE



AMONT VERRE PLAT (À COUCHE, FEUILLETÉ...)



Fournisseurs de verre



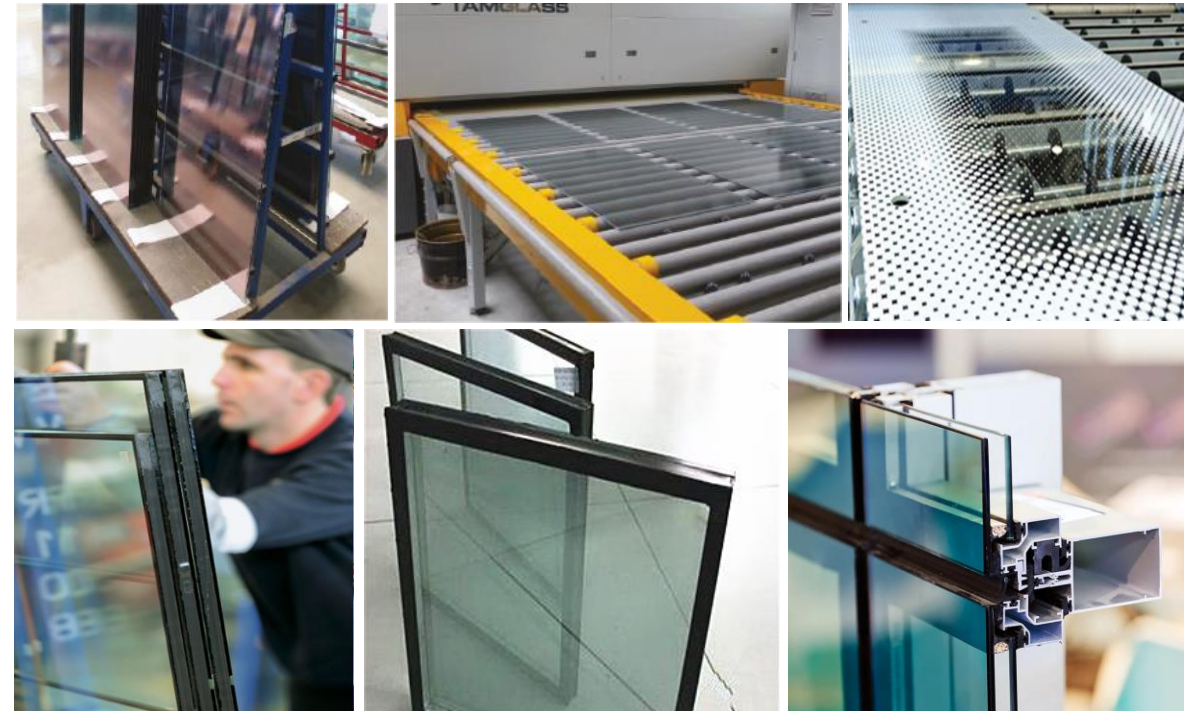
Très grands sites – CapEx élevés
Production continue 24h/j, 7j/7 pendant 20 ans
600 à 800 tonnes de verre par jour
Vente en interne et à l'externe au groupe

AVAL PRODUIT TRANSFORMÉ ET SYSTÈMES



Transformateurs

glassolutions & Indépendants
SAINT-GOBAIN



Sites plus modestes
Achats de verre à l'aval (interne ou externe)
Transformateurs pour différents marchés –
quelque spécialistes



UNE ATTENTION PORTÉE AU CONFORT



THERMIQUE

Solutions pour le confort en hiver et en été, le contrôle du chauffage et la protection UV



ACOUSTIQUE

Solutions de verre acoustique



SECURITE et INCENDIE

Solutions pour la protection contre l'incendie et l'anti-effraction



VISUEL

Solutions pour la transmission de la lumière, pour le confort de la lumière du jour et pour l'intimité

Nos clients et parties prenantes

ARCHITECTES

TRANSFORMATEURS

FABRICANTS

INSTALLATEURS

RESIDENTS



SWISSPACER
The edge of tomorrow.





Sites de production
dans
13
pays



30
Lignes de production



Canaux de ventes dans
plus de
100
pays



● Manufacturing sites

LA FABRICATION DU VERRE PLAT : LE PROCÉDÉ FLOAT



Sir Alastair Pilkington



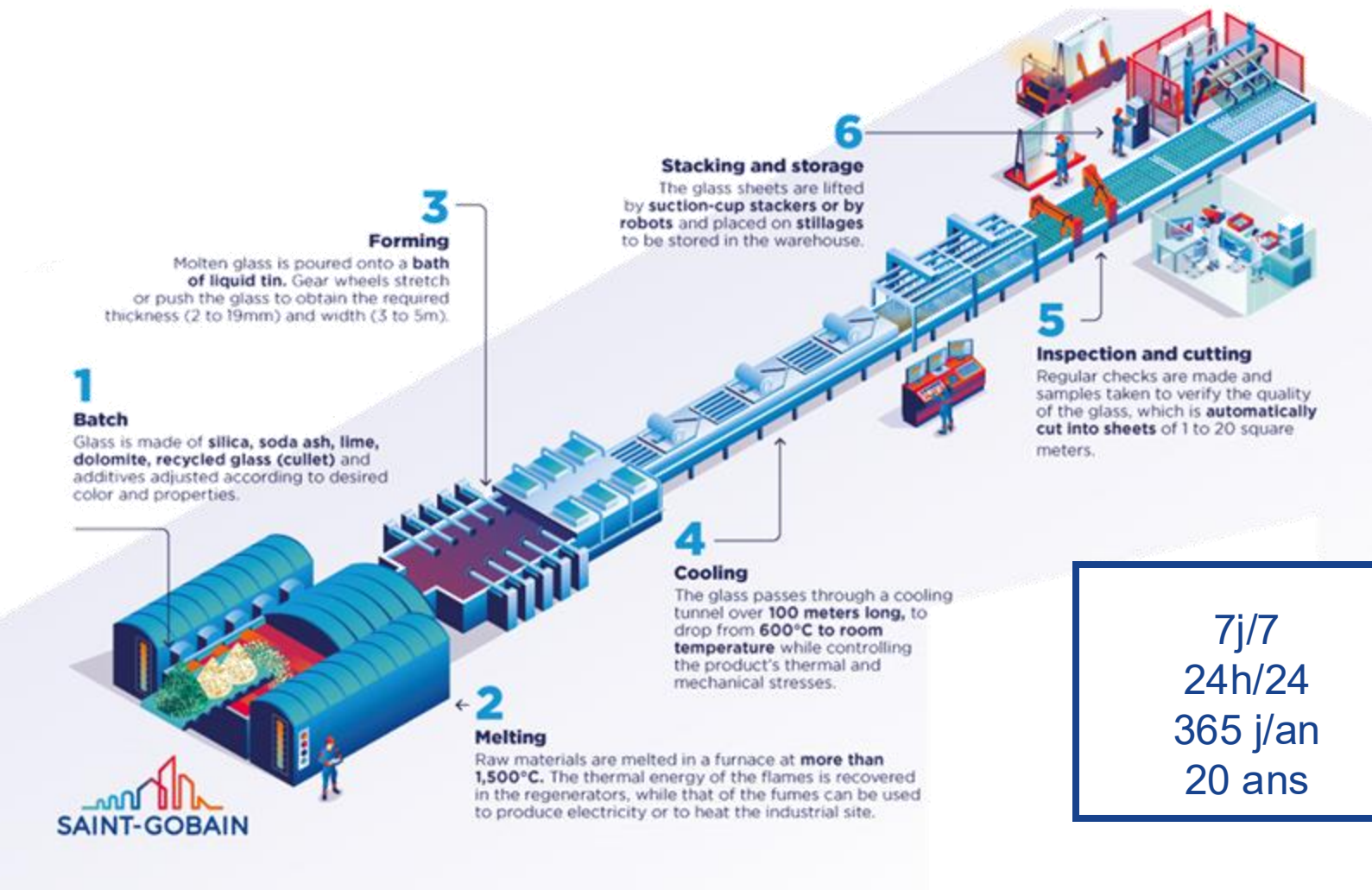
2,911,759

MANUFACTURE OF FLAT GLASS

Lionel A. B. Pilkington, Rainhill, and Kenneth Bickerstaff, Moss Bank, St. Helens, England, assignors to Pilkington Brothers Limited, Liverpool, England, a British company

Application December 6, 1954, Serial No. 473,358

Claims priority application Great Britain
December 10, 1953



7j/7
24h/24
365 j/an
20 ans

600 - 1000

Tonnes de verre fondu par jour

22 000 000

m² de verre produits par an

300

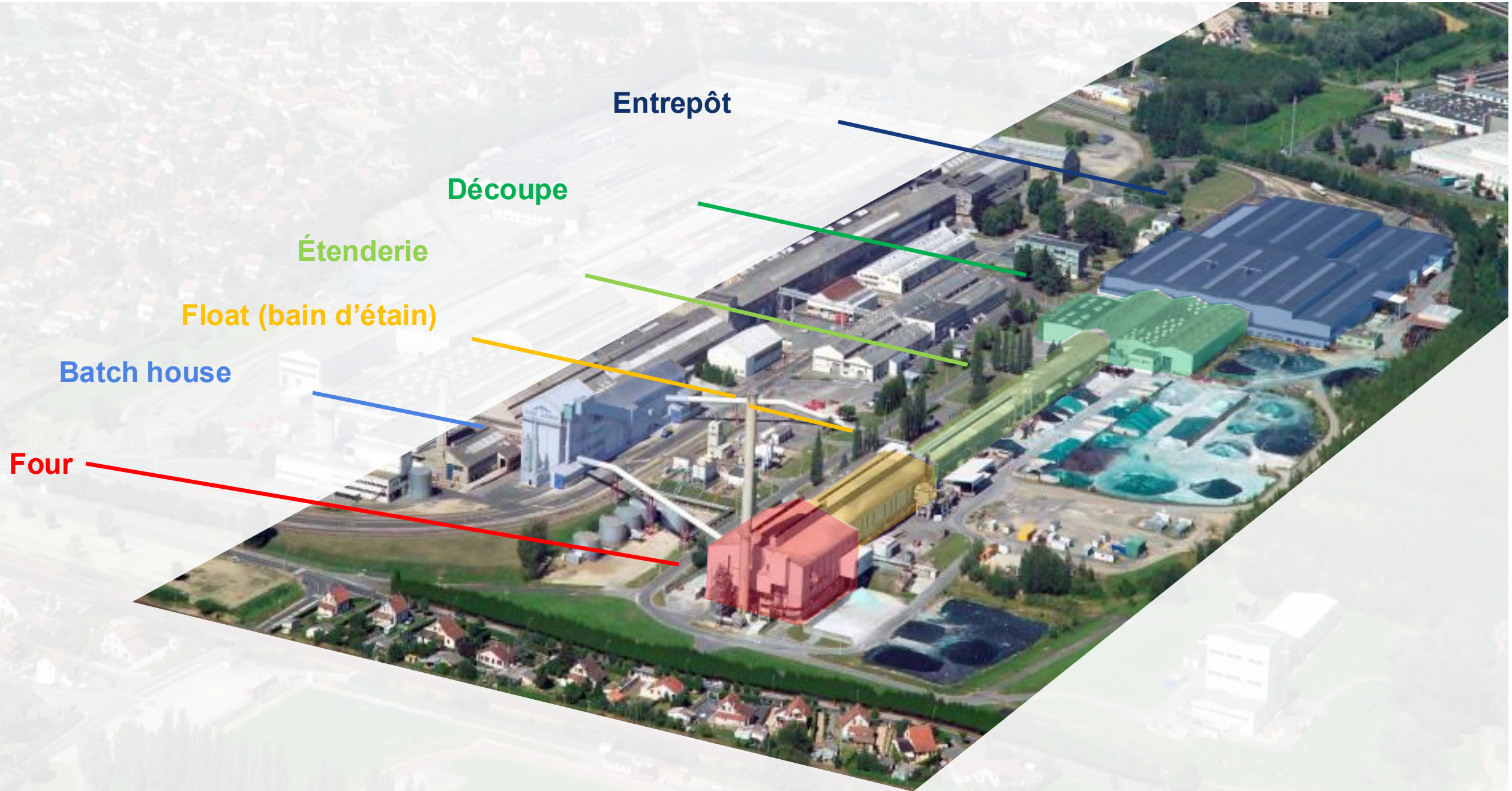
Mètres de long

6 x 3,21

Taille standard en mètre d'un plateau







Entrepôt

Découpe

Étenderie

Float (bain d'étain)

Batch house

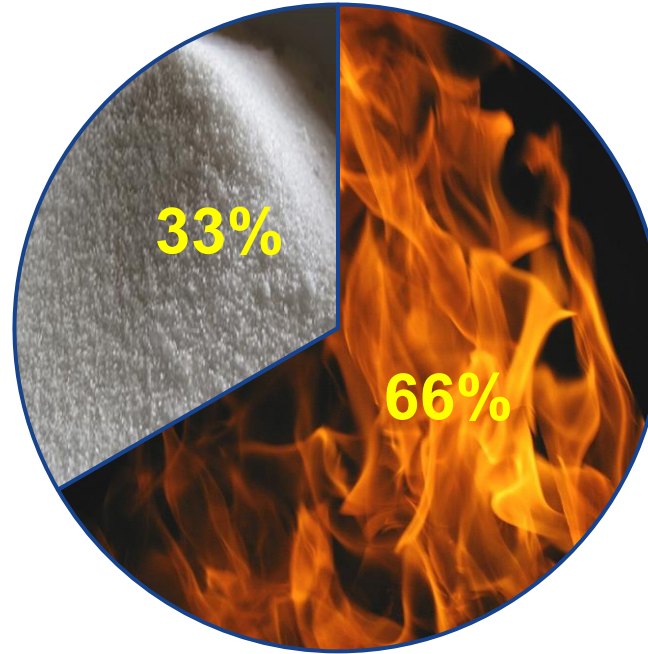
Four

EMISSIONS DIRECTES DU PROCÉDÉ FLOAT



1

COMBUSTION



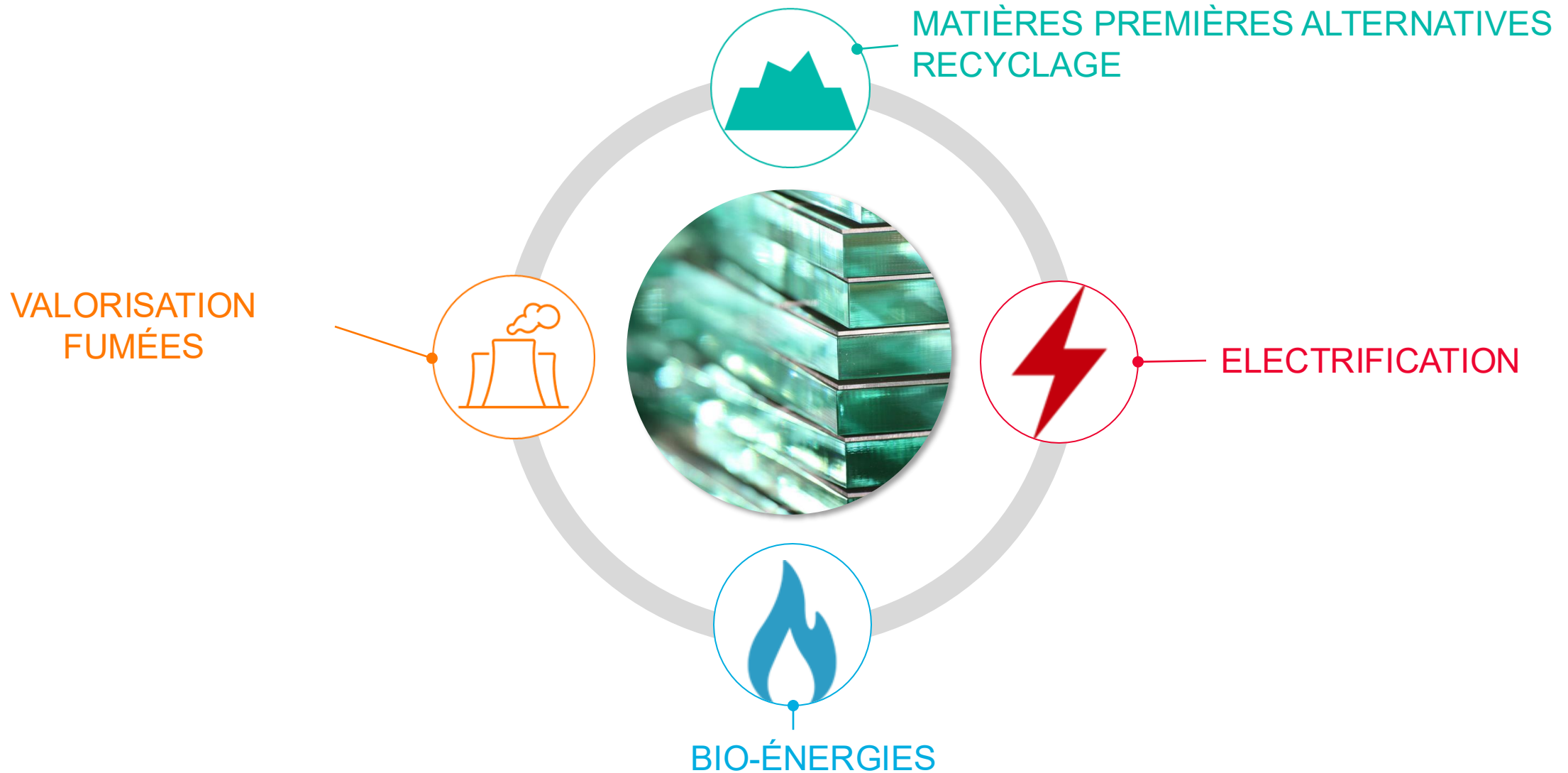
2

DÉCARBONATATION
DES MATIÈRES PREMIÈRES

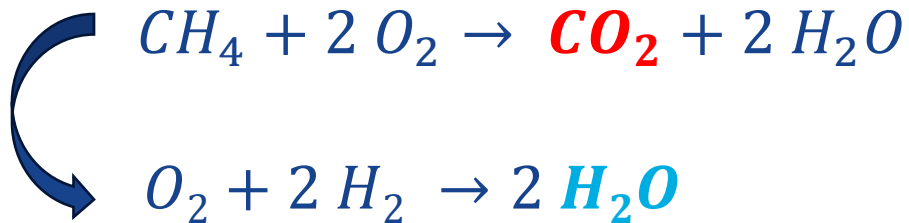


Verre: ~ 0.6 kg CO₂ / kg (Europe) Scope 1 & 2
~ 0.4 kg CO₂ / kg Scope 3

LES LEVIERS DE DÉCARBONATION

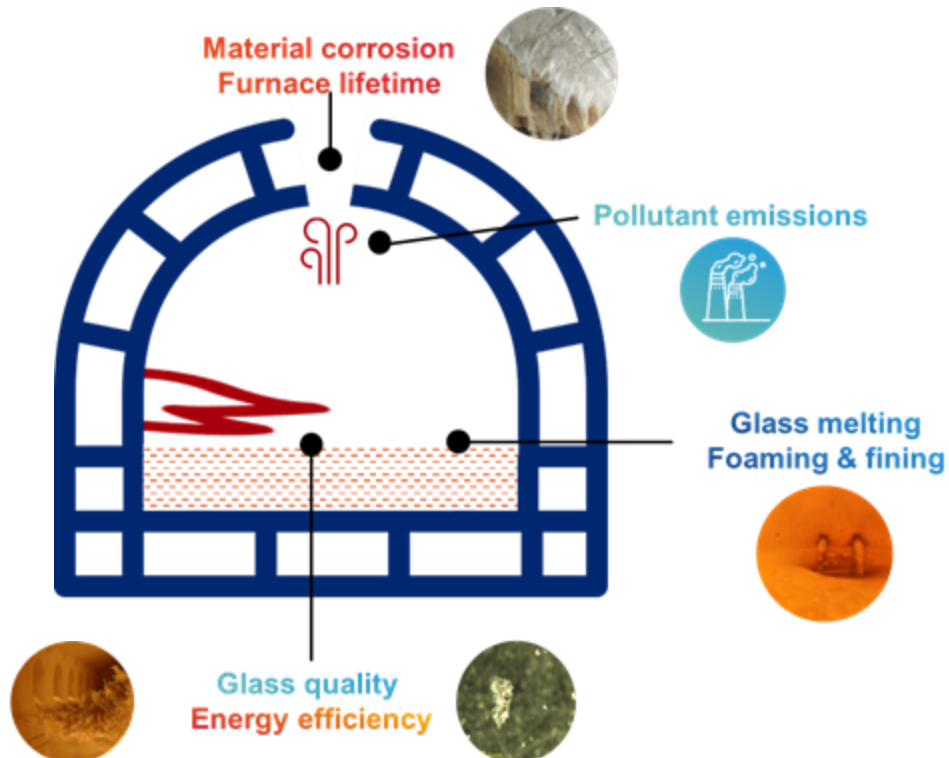


HYDROGÈNE



2021 Premier essai dans un four float  PILKINGTON

2023 Record d'utilisation d'hydrogène (30%)  SAINT-GOBAIN

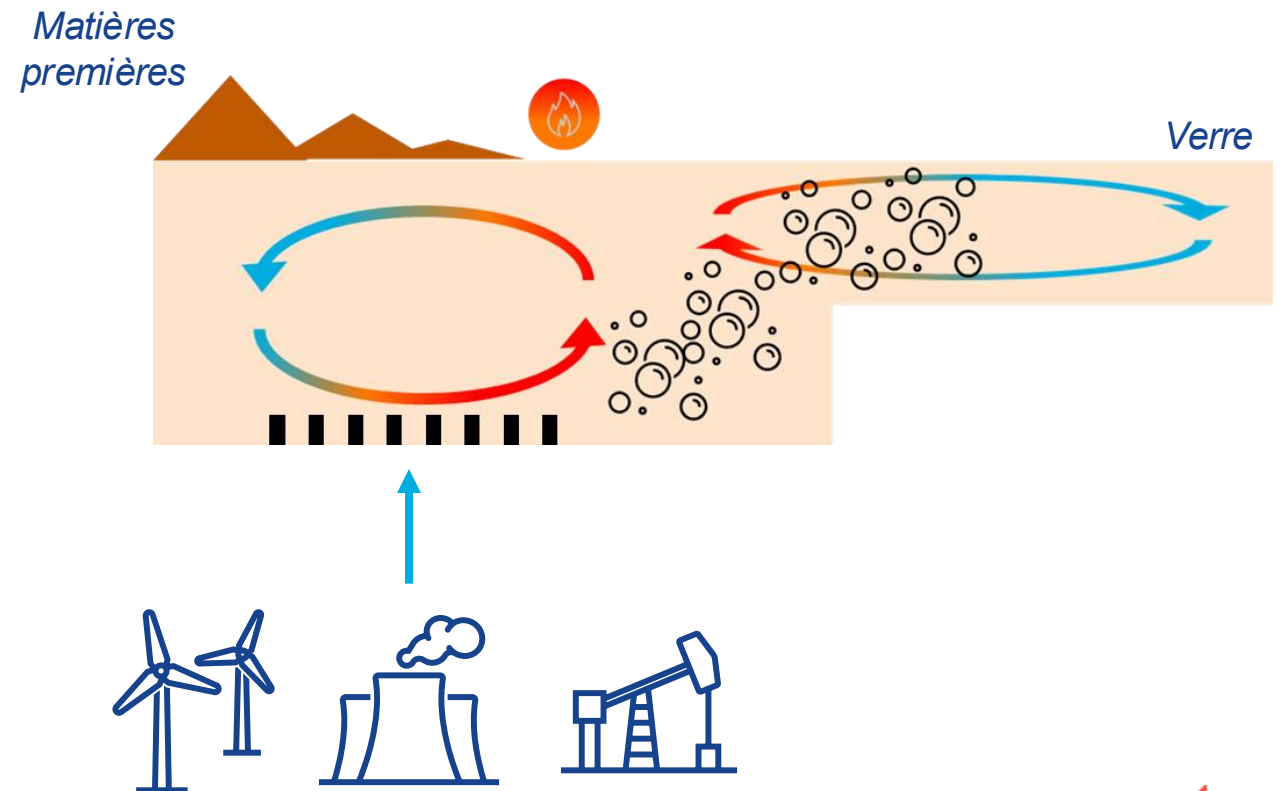
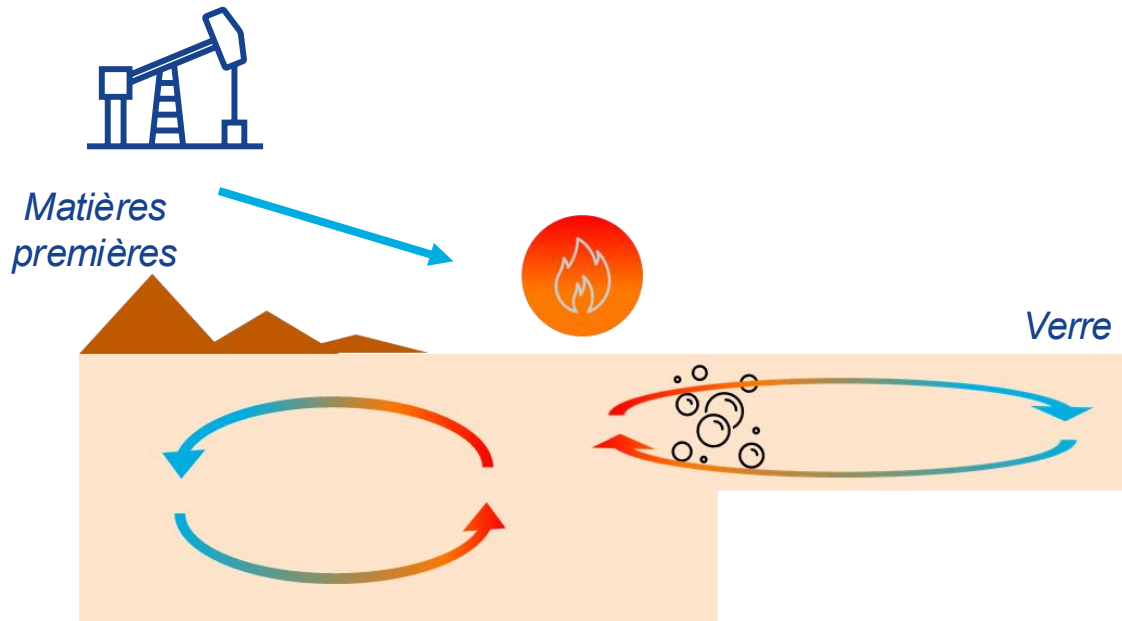


Flamme d'hydrogène
dans un four



Disponibilité
Hydrogène « vert » (électrolyse)
Infrastructure
Coût

CHANGEMENT FONDAMENTAL DE PHYSIQUE





**Combustion
Electrique**

→

chaleur uniforme et rayonnante

→

chauffe moins efficacement en **profondeur**

températures inégales et des temps de fusion plus longs

accélérer l'**usure** des matériaux réfractaires

mousse et **défauts** dans le verre



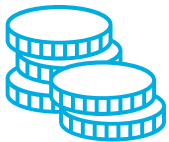
Electrique

→

Puissance continue élevée

Alimentation stable et renouvelable

Réseau adapté



Electrique

→

Coût plus élevé que le gaz naturel

Investissements massifs pour adapter ou reconstruire un four



Four cold-top électriques pour l'isolation



Scaling-up pour la bouteille
partenariat Verallia + Fives (150-200 tonnes/jour)

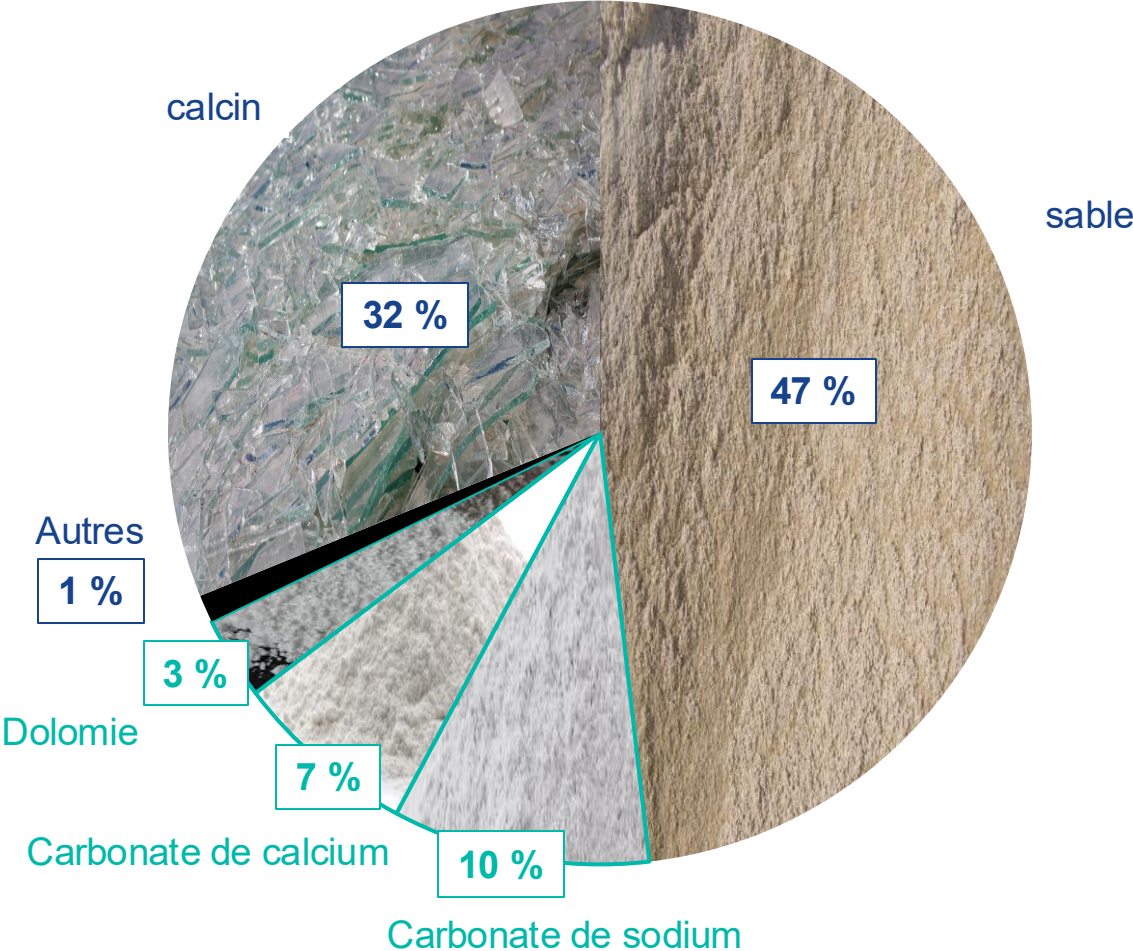


Four hybride (gaz + électricité) pour le verre plat
Partenariat Saint-Gobain & AGC (90 tonnes/jour)






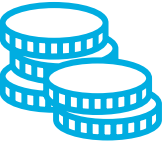

Besoin de qualité
croissant (bulles)

MATIÈRES PREMIÈRES ALTERNATIVES



Carbonate de sodium *sulfates, hydroxydes*
Carbonate de calcium *hydroxyde, cendres, laitier*
Dolomie *laitier, cendre*



-  localisation
-  quantité
-  logistique
-  coût
-  qualité

Verre 100 % recyclable

L'augmentation du contenu recyclé ne modifie pas les caractéristiques du verre :

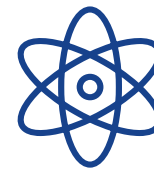
- Même **QUALITÉ OPTIQUE**
- Même **PERFORMANCE MÉCANIQUE**
- Même **DURABILITÉ**

MOINS

Matière premières
(carbonées)



CO₂ de l'extraction et
purification des
matières



D'énergie



LE RECYCLAGE – UN LEVIER DE DÉCARBONATION



700 kgs DE CO₂ PAR TONNE DE CALCIN ENFOURNÉ

Scénario A



1 tonne de verre avec une composition "standard"

Contribution des matières		Contribution de la combustion		Total	
scope 1	210	scope 1	420	scope 1	630
scope 3	370	scope 3	80	scope 3	450
total	580	total	500		1080

Les émissions de scope 1 correspondent à la réaction de décarbonation basée sur la composition moyenne du verre [1].

Les émissions de scope 3 correspondent aux facteurs d'émission d'écoinvent pour le sable, le carbonate de soude, le calcaire et la dolomite.

Le calcin est considéré comme exempt de fardeau.

Le transport n'est pas pris en compte ici.

Les émissions de scope 1 correspondent à une moyenne de 7 GJ/tonne pour la fusion du verre à 20 % de calcin [2] et au fait que 3 % d'énergie est économisé pour chaque 10 % de calcin ajouté [1].

Les émissions de scope 1 et 3 correspondent au gaz naturel en Europe (base de données ADEME).

kgCO₂eq/tonne de verre

Différence

scope 1	330
scope 3	400
	730

kgCO₂eq/tonne de verre

Scénario B



1 tonne de verre avec 1 tonne de verre recyclé

Contribution des matières		Contribution de la combustion		Total	
scope 1	0	scope 1	300	scope 1	300
scope 3	0	scope 3	50	scope 3	50
total	0	total	350		350

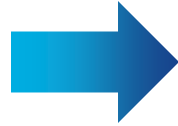
kgCO₂eq/tonne de verre



[1] Zier et al ,Energy Conversion and Management: X 10 (2021) 100083 : Table 1, Table 2, Table 3

[2] BREF _ Best Available Techniques (BAT) Reference Document for The Manufacture of Glass (P334 Table 4.43)

ENJEUX DU RECYCLAGE



Difficultés économiques

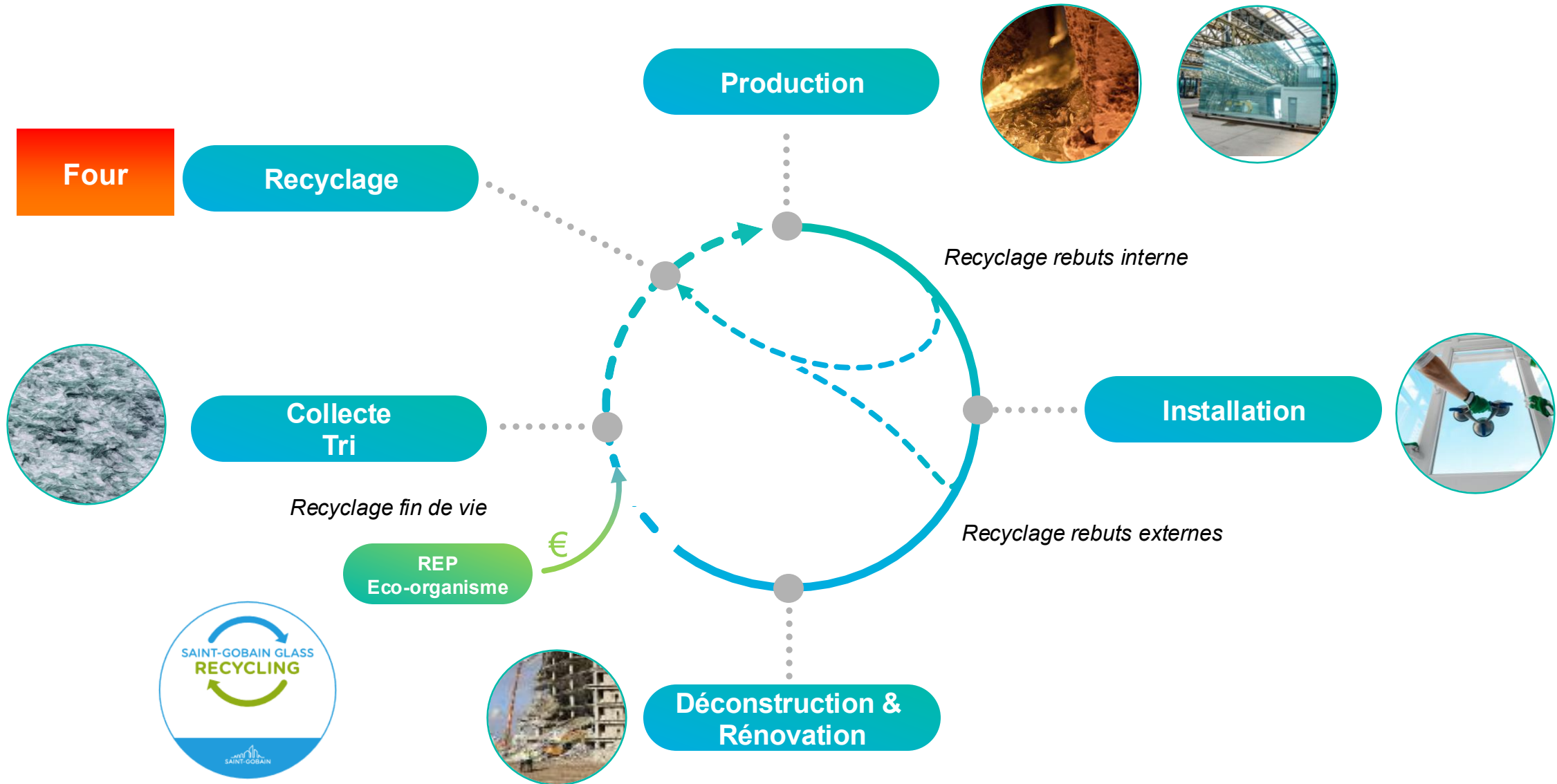
Concurrence

Prise de conscience

Qualité

Chaine de valeur

RECYCLAGE DU VERRE PLAT



RÉALISATIONS



1^{er} verre bas carbone ORAÉ



+ 30 000 tonnes de verre fin de vie recyclées en 2024



1^{ère} production mondiale 100 % calcin



CONCLUSION



Technologies de four de rupture
Hydrogène / Électricité / Hybride

Amincissement du verre

Matières premières à faible émission de CO₂

Ré-utilisation/ré-emploi

**Recyclage pour minimiser l'utilisation de
Ressources de la planète**

Augmentation de la durée de vie