

# LA CONSTRUCTION BAS CARBONE UTOPIE OU REALITE ? COMMENT S'Y RETROUVER...

## La filière béton vers la neutralité carbone

**Construction &  
Béton**  
au cœur de la  
décarbonation

Lyon, le 31 mars 2022



## Quels objectifs majeurs pour la construction ?

### **Atteindre la neutralité carbone de la construction en 2050**

une ambition de l'ensemble du secteur de la construction

des efforts collectifs de tous les acteurs

intégrer les aspects environnementaux, de la conception à la réhabilitation de l'ouvrage

une filière dans la trajectoire de la transition écologique (réduction fixée -35 % pour 2030)



# Comment atteindre l'objectif de neutralité carbone ?

## Atteindre la neutralité carbone de la construction en 2050

optimisation des systèmes constructifs

déconstruction, revalorisation & réutilisation des matériaux

faire évoluer l'offre de services, à terme le modèle

carbonatation du béton (Fastcarb : carbonatation accélérée des granulats de béton recyclés)



# 1,8 % de l'empreinte carbone de la France pourquoi un poids carbone aussi faible ?

On en a besoin partout



parce que le béton est...



**résistant**  
(contraintes physiques,  
attaques chimiques,  
feu, insectes...)



**polymorphe**



**durable**



**disponible  
partout**



**économique**

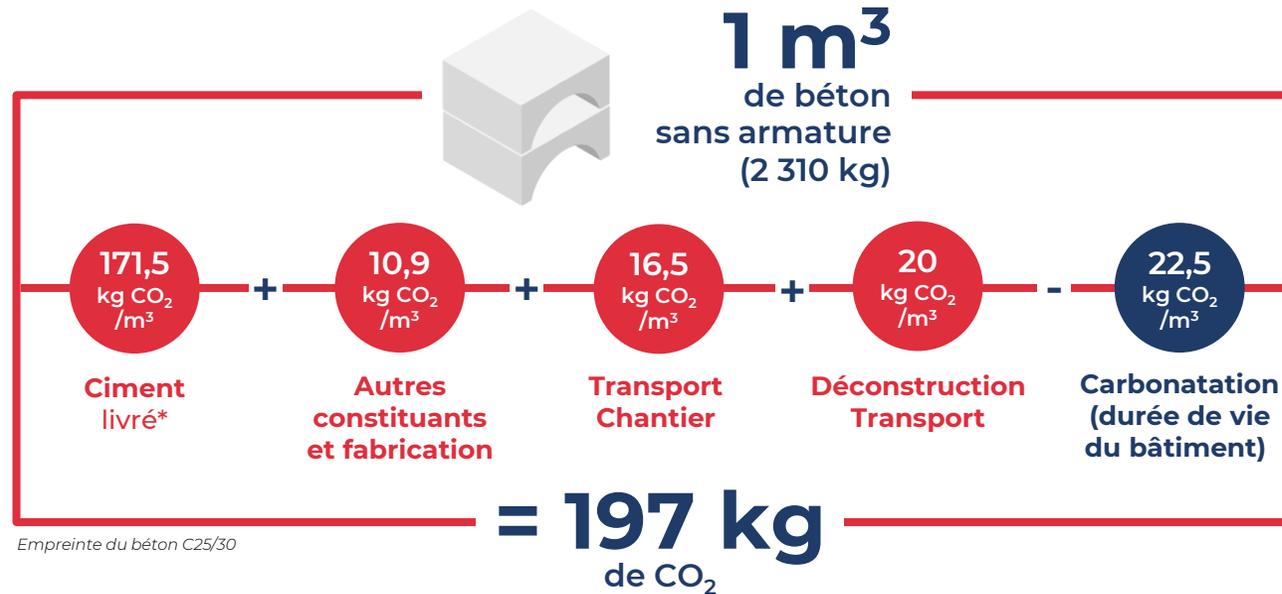


# bien la connaître pour mieux la comprendre

L'empreinte carbone du béton.

Les émissions sont identifiées pour chaque étape de la production, du transport et de l'utilisation du béton.

D'où vient l'empreinte carbone d'un m<sup>3</sup> de béton "classique" ?



soit **85 g**  
de CO<sub>2</sub>  
par kg de béton



# quelques rappels ...

L'empreinte carbone du béton



Blé



Farine



Pain



Sandwich



Clinker



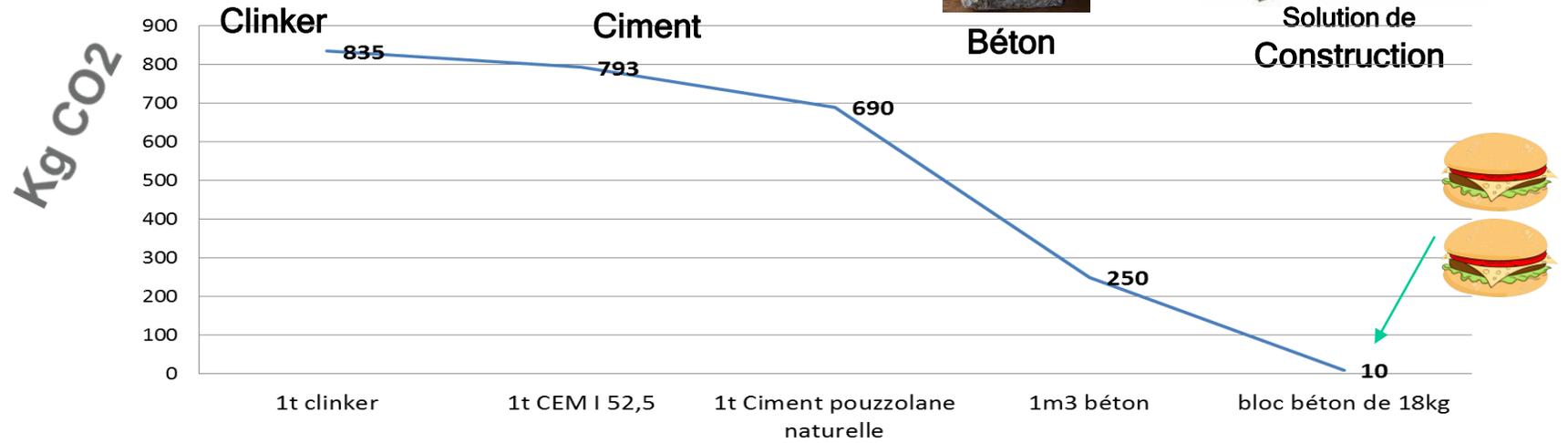
Ciment



Béton



Solution de Construction





## 3 leviers d'action

# Comment atteindre l'objectif de neutralité carbone ?

la filière béton utilise 3 leviers ET la propriété de stockage du carbone du béton pour permettre l'atteinte de la neutralité carbone des ouvrages à l'horizon 2050

## *Technique*

formulation & mise en œuvre

## *Efficiency*

utiliser moins et mieux les matériaux

## *Être vertueux*

diminution de l'empreinte de la chaîne de construction

## *... Mais aussi*

Utiliser la propriété de stockage du carbone du béton pour atteindre l'objectif de neutralité carbone des ouvrages



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

## Adapter les formulations

---

### L'utilisation d'additions et d'ultrafines

utilisation de produits à plus faible empreinte carbone pour compléter le ciment



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

## Adapter les formulations

---

### L'optimisation de l'empilement granulaire

améliorer la compacité du béton, donc sa résistance, en améliorant sa compacité, sans ajout de liant, grâce à une plus grande exigence sur les granulométries



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

## Adapter les formulations

---

### **Le développement de nouveaux adjuvants**

s'adapter aux nouveaux liants en maintenant ou en améliorant les performances.



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Adapter les formulations

---

## L'approche performantielle

avec des d'essais et contrôles supplémentaires, faire évoluer la norme pour améliorer l'efficacité matière.



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Adapter les armatures et les techniques de mise en œuvre

Les armatures en acier comptent en moyenne pour 20 % de l'empreinte carbone du béton armé.



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Adapter les armatures et les techniques de mise en œuvre

---

## Augmenter leur module limite d'élasticité

mieux les positionner dans le béton et réduire la quantité d'acier.



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Adapter les armatures et les techniques de mise en œuvre

---

## Optimiser le couple acier-béton

développer de nouvelles gammes d'acier



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Adapter les armatures et les techniques de mise en œuvre

---

## Substituer l'acier pour renforcer le béton

fibres, armatures composites, armatures externes... de nouvelles gammes d'acier



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

## Optimiser les enrobages

---

### Les codes de la construction (Eurocodes)

permettent de réduire de 5 mm les épaisseurs d'enrobage en augmentant la compacité ou la résistance du béton.



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

## Optimiser les enrobages

---

### Différencier les épaisseurs d'enrobage

5 mm sur 16 cm, c'est 3 % de matière en moins



## levier n°1

Optimiser les recettes de formulation (dosage des composants)

Réviser les pratiques traditionnelles en travaillant sur les armatures en acier

# Optimiser les enrobages

---

## Faire évoluer les normes

pour réduire les exigences tout en maintenant la performance et la durabilité



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n°2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Pérenniser les ouvrages, éviter la déconstruction des structures

d'un point de vue environnemental et économique, étudier la possibilité d'une réutilisation totale ou partielle de l'ouvrage ou partie d'ouvrage, au lieu de le remplacer (réutilisation)



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n°2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Concevoir des structures plus innovantes

---

augmenter la précision, l'exécution et la qualité de la construction en préservant la richesse architecturale grâce au recours à **l'industrialisation, préfabrication et aux maquettes numériques (BIM)**



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n°2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Concevoir des structures plus innovantes

---

**l'impression 3D** ouvre de nouvelles possibilités pour le secteur de la construction, elle permet des constructions plus sobres, utilisant moins de matière, des délais raccourcis et de la flexibilité



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n°2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Concevoir des structures plus innovantes

---

**Les bétons fibrés à ultra hautes performances (BFUP)** offrent des applications innovantes en particulier pour des structures très minces, perforées ou ajourées



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Optimiser l'ensemble des éléments de structure d'un bâtiment

**6%**

à titre indicatif, la diminution de l'épaisseur de 1 cm des voiles béton permet de réduire de 6% leur empreinte carbone

**20%**

diminuer la section des structures, redimensionner le volume des ensembles, pour optimiser l'empreinte jusqu'à 20 %



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## Optimiser le type de fondation des constructions

---

l'empreinte carbone est un des nouveaux critères à intégrer dans le choix des fondations (radier, pieux, micro-pieux...) en fonction de la nature du sol.



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

« **Mieux** » utiliser le matériau  
**Le bon béton au bon endroit**

optimiser le choix des classes d'exposition des bétons



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## « Mieux » utiliser le matériau Le bon béton au bon endroit

Recourir aux bétons bas carbone avec des ciments à faible empreinte carbone



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## « Mieux » utiliser le matériau Le bon béton au bon endroit

Recourir à la technique de précontrainte par post-tension



utiliser moins & mieux les matériaux

levier n° 2

Concevoir des ouvrages en utilisant un béton aux propriétés adaptées, en visant la réduction du poids carbone de l'ouvrage

Le béton ne génère plus de CO<sub>2</sub> après sa fabrication

## « Mieux » utiliser le matériau Le bon béton au bon endroit

Utiliser des bétons plus résistants pour des poteaux ou des poutres



diminuer l'empreinte, de la logistique à la déconstruction

levier n° 3

l'ancrage territorial du matériau béton, des unités de fabrication au plus du bassin de consommation

Le béton  
facilite la  
transition  
énergétique

## Un matériau très local

le béton est **le matériau local** par excellence  
il est utilisé localement grâce au réseau de **distribution dense** (unités de fabrication et usines de préfabrication)

les **distances d'approvisionnement** sont très courtes

il est **normé** et produit de façon homogène



# levier n° 3

l'ancrage territorial du matériau béton, des unités de fabrication au plus du bassin de consommation

Le béton facilite la transition énergétique

## Zoom sur le transport

Alors que dans beaucoup d'industries, le transport compte fortement dans l'empreinte carbone du produit final, le béton a l'avantage d'être produit à proximité des chantiers, ce qui réduit considérablement l'impact du transport dans les émissions de CO<sub>2</sub>.

1 kg DE BÉTON  
TRANSPORTÉ LOCALEMENT  
EN FRANCE

**3 g**  
de CO<sub>2</sub> émis  
*(soit 3,5 % de l'empreinte totale du béton<sup>(1)</sup>)*



1 kg DE MATÉRIAU  
TRANSPORTÉ DEPUIS  
LA POLOGNE

**200 g**  
de CO<sub>2</sub> émis  
*(sur la base d'1 kg de CO<sub>2</sub> émis par tonne transportée sur 10 km<sup>(2)</sup>)*

Les + du béton au niveau local

  
Produit à proximité

  
Privilégie les circuits courts

  
Génère des emplois locaux





## levier n° 3

l'ancrage territorial du matériau béton, des unités de fabrication au plus du bassin de consommation

Le béton facilite la transition énergétique

diminuer l'empreinte, de la logistique à la déconstruction

# Différents leviers pour diminuer l'empreinte du transport, des engins et de la fabrication

**renforcement du transport fluvial ou ferroviaire** pour les matières premières, moins émetteurs de CO<sub>2</sub>

utilisation de véhicules & engins de chantier à « **motorisation verte** »

objectifs de réduction :

- **0 empreinte** pour le transport du béton (3,5 %)
- du **transport amont** (3% de l'empreinte totale)
- des **transports de produits de déconstruction** en fin de vie des ouvrages (3%)



## levier n° 3

l'ancrage territorial du matériau béton, des unités de fabrication au plus du bassin de consommation

Le béton  
facilite la  
transition  
énergétique

diminuer l'empreinte, de la logistique à la déconstruction

# Différents leviers pour diminuer l'empreinte du transport, des engins et de la fabrication

recours aux **énergies « vertes »** sur les sites de fabrication  
optimisation de l'empreinte liée à la **fabrication des matériaux**  
production d'**énergies renouvelables** à partir de la chaleur fatale des installations

diminuer l'empreinte, de la logistique à la déconstruction

## Le stockage carbone du béton

La **capacité de carbonatation** du béton est un axe prometteur pour stocker de façon durable le dioxyde de carbone.

Le béton capte le CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Le **béton de démolition** devient du granulats recyclés enrichis en CO<sub>2</sub>, réutilisés pour produire des **bétons neutres, voire négatifs en carbone**.

Le stockage carbone dans le béton de produits biogéniques à durée de vie courte est également une voie prometteuse (par exemple, les **bétons de granulats de chanvre** - bâtiment)

Le béton est un piège à CO<sub>2</sub>

Le béton facilite la transition énergétique

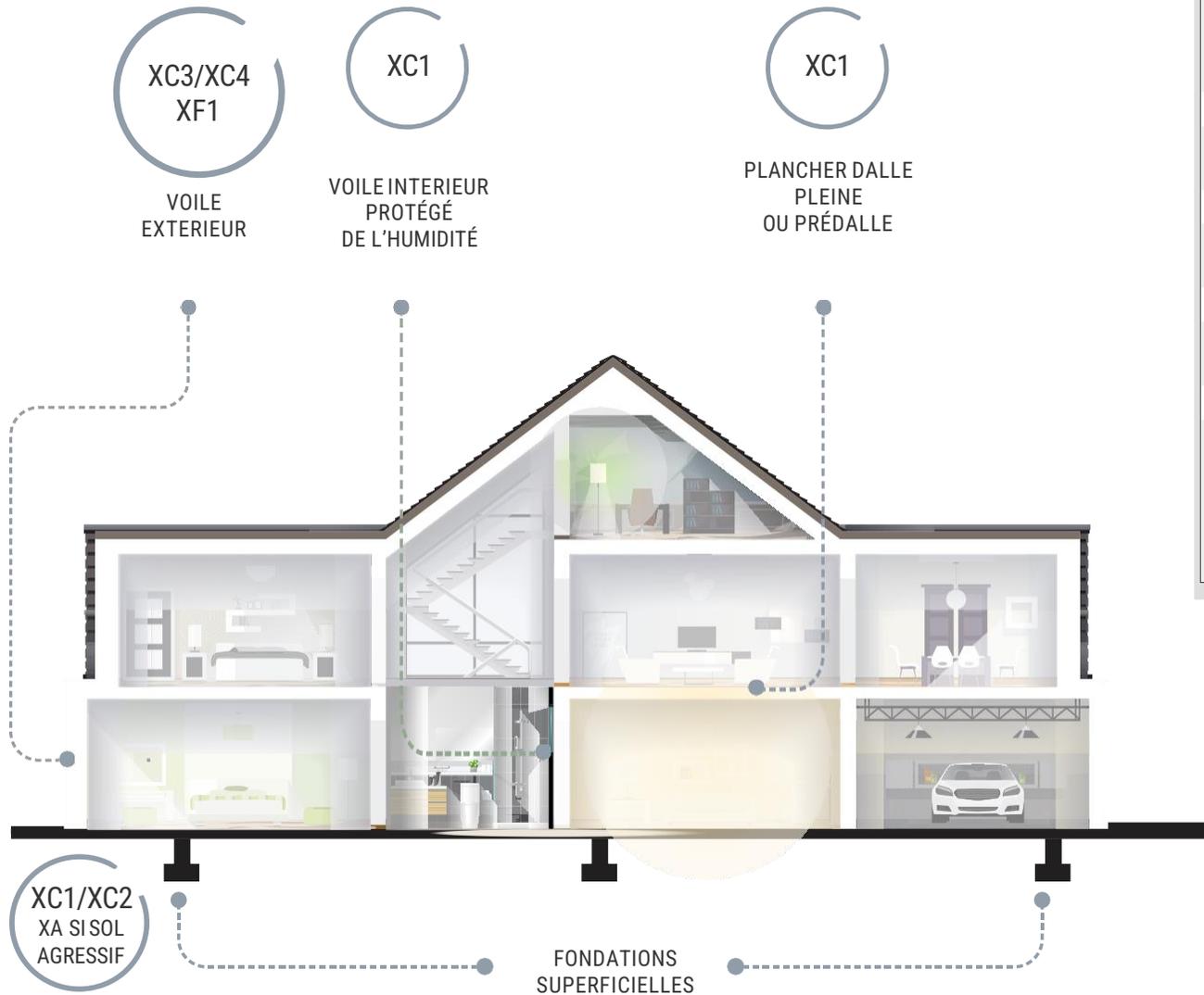
levier n° 3

l'ancrage territorial du matériau béton, des unités de fabrication au plus du bassin de consommation

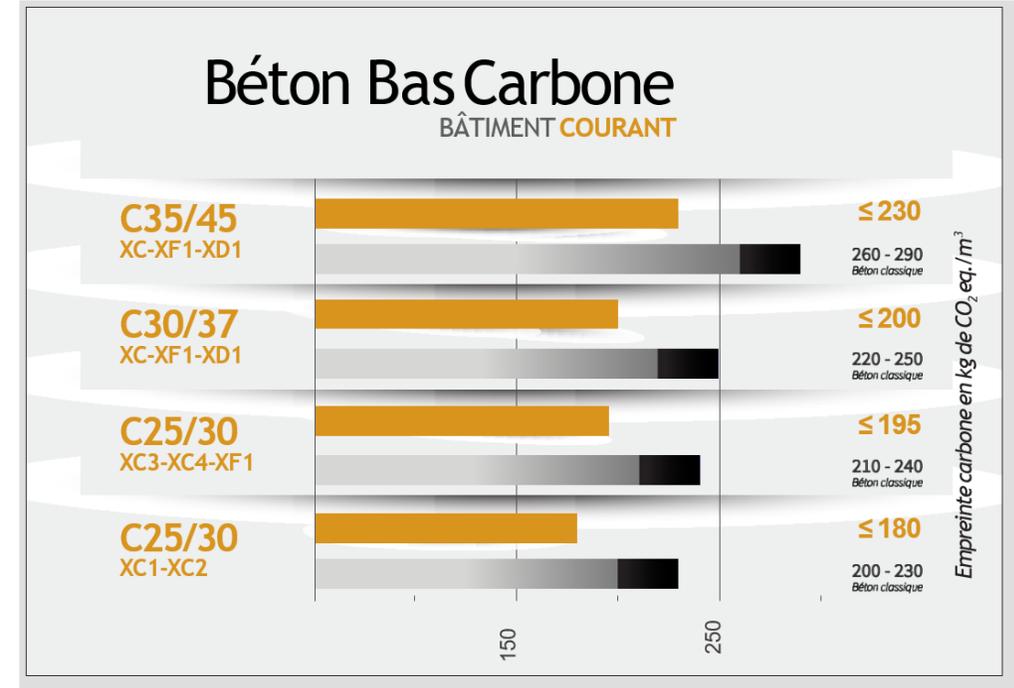


# le béton bas carbone

## LES PRINCIPALES CLASSES D'EXPOSITION COURANTES



guide SNBPE



Le béton est un matériau 100% recyclable



Le béton est un matériau 100% recyclable

# ICV, FDES, ACV

## Tour d'horizon des outils de mesure en vigueur



### ICV ou DEP

(Inventaire du Cycle de Vie ou Déclaration Environnementale des Produits)

- Concerne les produits intermédiaires comme le ciment
- Évalue les impacts environnementaux sur 15 critères (changement climatique en kg CO<sub>2</sub>, acidification atmosphérique, consommation énergie primaire, production de déchets dangereux...)
- Impacts sortie d'usine
- Contrôlé par des vérificateurs



### FDES

(Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire)

- Concerne chaque produit et équipement entrant dans un ouvrage
- Évalue les impacts pour les produits de construction
- Décomposée en 4 modules :
  - A** Fabrication
  - B** Vie du bâtiment
  - C** Déconstruction
  - D** Après la fin de vie (donné à titre d'information mais non pris en compte dans les calculs normatifs)
- Contrôlé par des vérificateurs
- Intègre des données sanitaires



### ACV d'un ouvrage

(Analyse du Cycle de Vie)

- Évalue les impacts environnementaux sur 15 critères (dont le carbone) et sur les modules A, B et C :
  - A** Impacts de tous les éléments de la construction du bâtiment (fabrication, transport, mise en œuvre)
  - B** Impacts pendant la vie du bâtiment (remplacement des éléments, entretien, consommation, en particulier énergétique)
  - C** Impacts de la déconstruction



# Les FDES au cœur de l'ACV

## Où les trouver, comment les générer ?

Les FDES de nombreux bétons ou éléments en béton sont disponibles sur le site INIES.

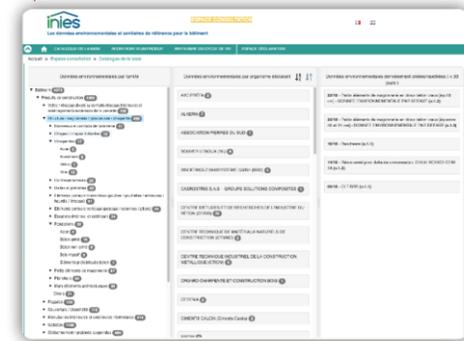
INIES est la base de données nationale mettant à disposition les FDES des produits et équipements de la construction

Toute FDES mise en ligne sur la base INIES a été soumise à une vérification par un organisme habilité dans le cadre du programme INIES.

## Les deux configurateurs de la filière béton



Allez sur le [www.inies.fr](http://www.inies.fr) et cliquez sur le bouton « Consulter » pour accéder à l'ensemble des FDES disponibles.

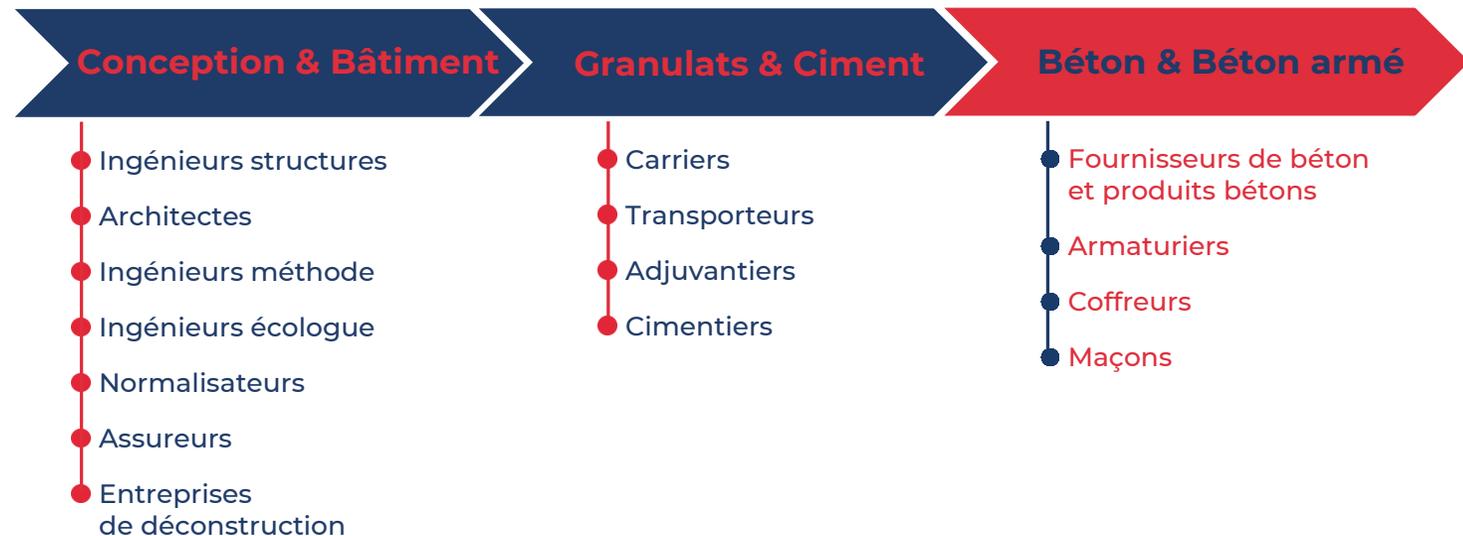


Des **configurateurs de FDES** permettent, à partir d'une FDES de référence figée (dite « FDES Mère »), d'ajuster certains paramètres afin d'établir une FDES plus spécifique à un produit (épaisseur, formulation, ratio d'armature...).

- **BETie** : [https://www.snbpe.org/developpement\\_durable/calculateur](https://www.snbpe.org/developpement_durable/calculateur) pour les applications de béton prêt à l'emploi (BPE)
- **Environnement IB** : <http://ip58.ip-198-50-161.net/login> pour les produits en béton préfabriqués

# notre ambition, la neutralité carbone

**Pour réduire l'empreinte de la construction béton et atteindre la neutralité carbone, nous devons co-développer une approche globale** qui s'appuiera sur les solutions de réduction déjà mises en œuvre et les futures solutions en phase de test ou en cours de recherche et développement. C'est une ambition structurante qui repose sur les efforts collectifs de l'ensemble des acteurs de la construction.





# l'empreinte carbone du béton en France deux données qui surprennent...

données concrètes

Empreinte  
Carbone  
dans  
*Le monde*



7,4 %

Part du béton  
dans l'empreinte CO<sub>2</sub>  
dans le monde  
(3,2 Mds t CO<sub>2</sub>)

dont 6,7 % (2,9 Mds t CO<sub>2</sub>) pour le ciment<sup>(2)</sup>

## Quelle est la différence entre émissions et empreinte ?

L'empreinte carbone évalue les émissions de gaz à effet de serre (GES) induites par la consommation de la population résidant sur notre sol.

A la différence des émissions produites sur le territoire, elle inclut les émissions de GES associées aux biens et services importés, et exclut celles associées aux biens et services exportés.

## Pourquoi cette différence entre la France et le monde ?

- Les usines françaises ont réduit leurs émissions, depuis plusieurs décennies.
- La structure de l'empreinte carbone est très différente entre pays mûrs et pays émergents :  
84 % de l'empreinte carbone générée par les Français résultent de la fabrication des biens et services qu'ils consomment<sup>(3)</sup>.

Dans les pays émergents, l'empreinte carbone est fortement impactée par la **construction de logements, des équipements et des infrastructures.**

Empreinte  
Carbone  
*en France*



1,8 %

Part du béton  
dans l'empreinte CO<sub>2</sub>  
en France, soit 13,66 Mt CO<sub>2</sub>  
(15,66 Mt CO<sub>2</sub> y/c armatures, soit 2,1 %)  
dont 1,6 % (11,61 Mt CO<sub>2</sub>)  
pour le ciment<sup>(2)</sup>.

on peut être  
tout gris  
et annoncer  
**très clairement la couleur**

