



Matériaux bas carbone : des filières en mouvement

Le béton autrement ...
17-vin Envirobat Occitanie

Montpellier - Mardi 23 Avril 2024

Frédéric Joubert
Laetitia Lemonier

 06 22 74 84 15
 06 22 74 83 93





Le béton autrement ...



envirôbât
OCCITANIE

1 – Une filière et des acteurs en mouvement

Le béton autrement...

Tout un éco-système en action pour les enjeux et les défis de la construction durable à relever

- Les industriels du béton
- Les Ingénieurs du béton
- Les Architectes du béton
- Les Maîtrises d’Ouvrage du béton
- Les Maîtrises d’Oeuvre du béton
- Les Entreprises du bétons
- Les usages et les usagers du béton ...



« Le bon matériau , au bon endroit pour le bon usage ... »

« Ne pas opposer les matériaux mais composer avec leurs principaux atouts ...»

« Démarche de sobriété à prioriser dans l'éco-conception afin d'économiser les ressources... »



2 – Les chiffres clefs de la filière du Béton Prêt à l'Emploi

Le béton autrement...

Des acteurs sur le territoire pour une **industrie 100% locale** au plus près des chantiers de la construction

Le BPE en France

- **37,9** millions de m³ en 2023
- **0,6** m³ /an/habitant
- **1 920** sites de production
- **500** Entreprises
- **15 000** Salariés, dont :
 - 8500 pour la Production
 - 6500 Chauffeurs de Camions Malaxeurs



Le BPE en Occitanie



4,2 millions de m³ en 2023
3^e région de France en volume
0,7 m³ /an/habitant
171 unités de production

« *Distance moyenne de livraison en France = 17 km* »



3 – L’empreinte carbone du béton en France

Le béton autrement... Un résultat qui va vous surprendre



	Unité	France 2018
Empreinte ⁽¹⁾	Mt CO ₂	749
Émissions ⁽¹⁾	Mt CO ₂	425
Population	M.hab.	66
Empreinte par habitant	t/hab	11,3

Consommation de ciment ⁽²⁾	Mt	18,58
Empreinte ciment ⁽²⁾	Mt CO ₂	11,61
Empreinte béton	Mt CO ₂	13,66
Empreinte armatures ⁽³⁾	Mt CO ₂	2

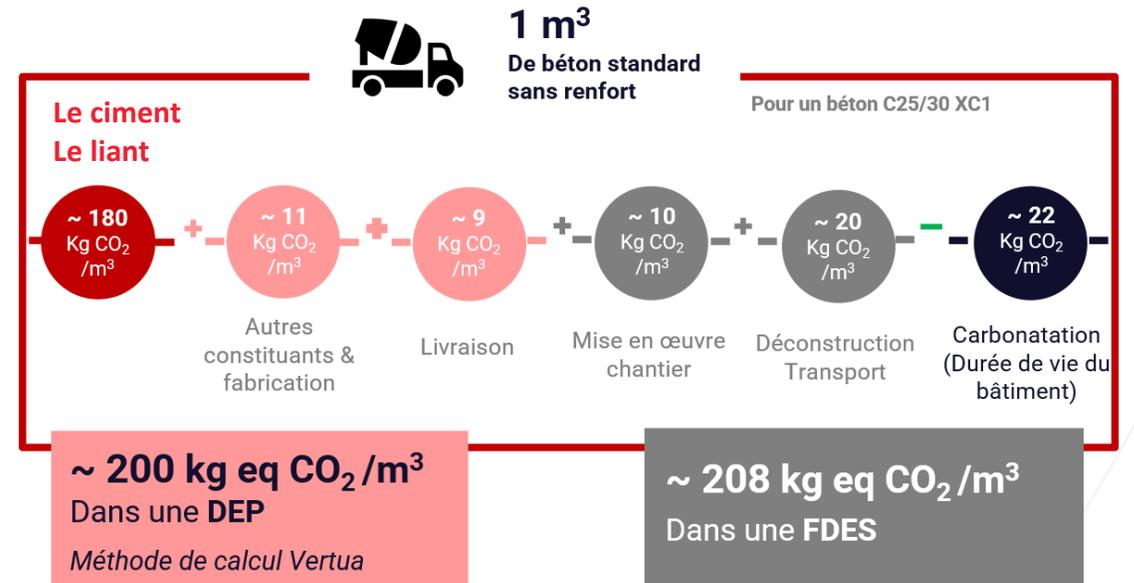
Part des bétons	%	1,8 %
Part des bétons armés	%	2,1 %

Pourquoi une telle 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,

D’où vient l’empreinte carbone du béton ?
les émissions sont identifiées pour chaque étape de production

soit 85 g
de CO₂
par kg de béton



4 – Du côté des ciments ça bouge ...

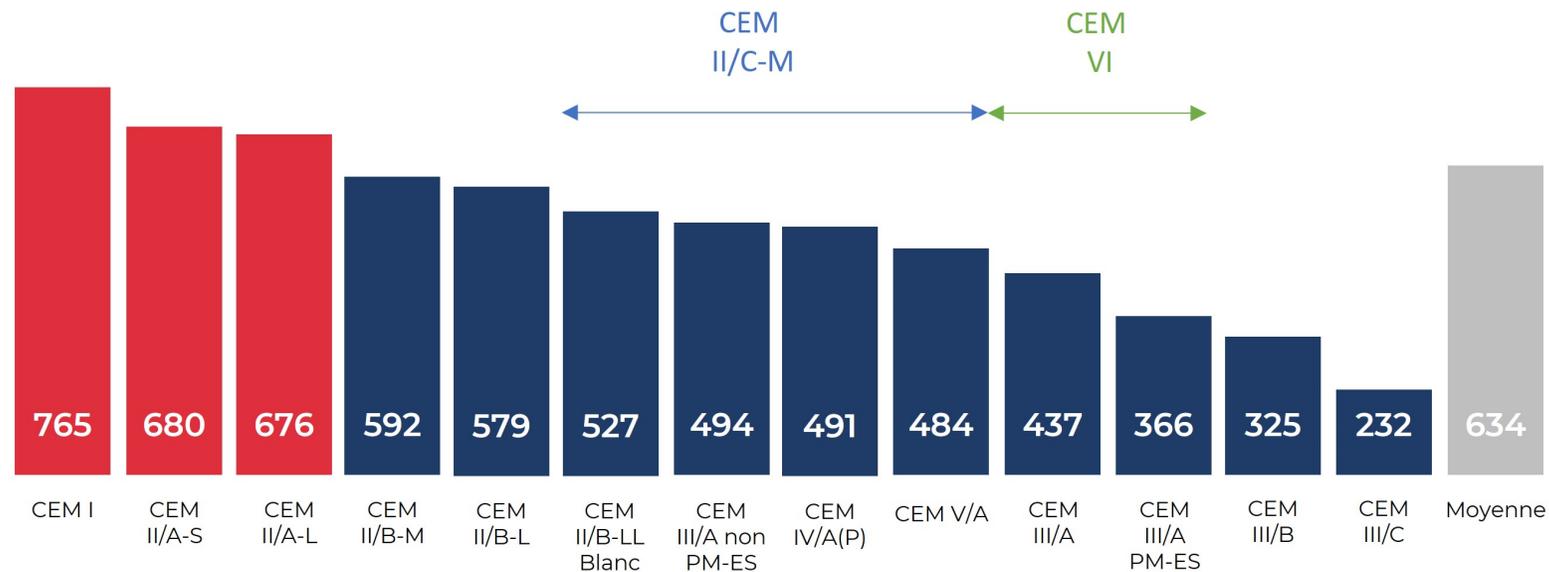
Le béton autrement...

Une feuille de route revisitée pour une décarbonation accélérée

L'objectif de **-50 % d'émissions en 2030** par rapport à 2015 est atteignable en activant pour moitié les leviers traditionnels (-27 %) et pour moitié le captage de CO₂ (-23 %). Les émissions en 2030 tombent à 4,8 MT contre **10,4 MT** aujourd'hui.
Des investissements en cours avec des réalisations concrètes sur plusieurs sites soit pour moderniser le process et améliorer l'efficacité énergétique soit pour ouvrir de nouveaux ateliers et produire des substituts au **Clinker** (argiles calcinés)...

Objectif > **Baisse du tx de Clinker** dans le ciment de 75% à 68% en 2030 et 62,5% en 2050

Renforcement de l'offre en ciment à plus faible empreinte carbone avec les ciments ternaires CEM II/C et CEM VI



Source : France ciment 2023

Source : moyenne SFIC pour les ciments français.

5 – Les enjeux et les solutions de la filière béton

Le béton autrement...

Des solutions disponibles, locales, des outils, des industriels pour **décarboner le gros oeuvre** de la construction

Si la décarbonation des bâtiments est l'affaire de tous, notre premier rôle est de proposer une gamme élargie de solutions avec une empreinte carbone la plus basse possible pour un niveau de performance donné.

Nous devons également accompagner le marché, les concepteurs, les architectes sur les modalités d'utilisation de ces nouveaux produits.

Ainsi, le secteur du ciment et du béton se mobilise au quotidien et travaille avec l'ensemble de la chaîne de valeur de la construction sur la réduction de l'empreinte carbone des ouvrages.

Les normes évoluent, des innovations et des nouveaux acteurs apparaissent pour répondre aux attentes

Nous devons encore apprendre à mieux formuler, optimiser les besoins pour mieux consommer le béton à sa juste valeur avec ses avantages techniques et atouts que nous apprécions déjà...

Réfléchir en amont une conception du bâtiment la plus optimisée possible et à l'intérêt de varier l'ensemble des solutions bétons disponibles pour identifier la plus favorable

Etudier, Prescrire, Développer, établir les **données spécifiques DEP/FDES** par produits bétons et commander des « **bétons bas carbone** » selon les ambitions et objectifs du projet

Utiliser le configurateur **BETie** du SNBPE conforme à la norme **NF EN 15804** spécifiquement pour un chantier intégrant les distances réelles de transport



« satisfaire et/ou anticiper les seuils RE2020 à coûts et techniques maîtrisés ... »

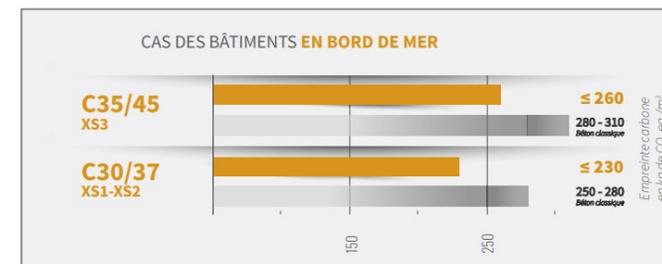
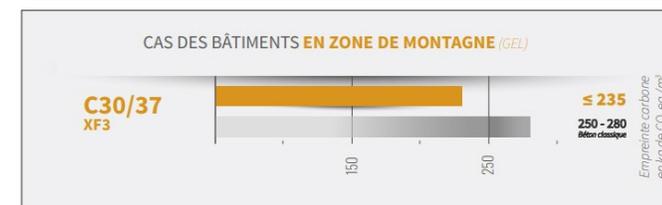
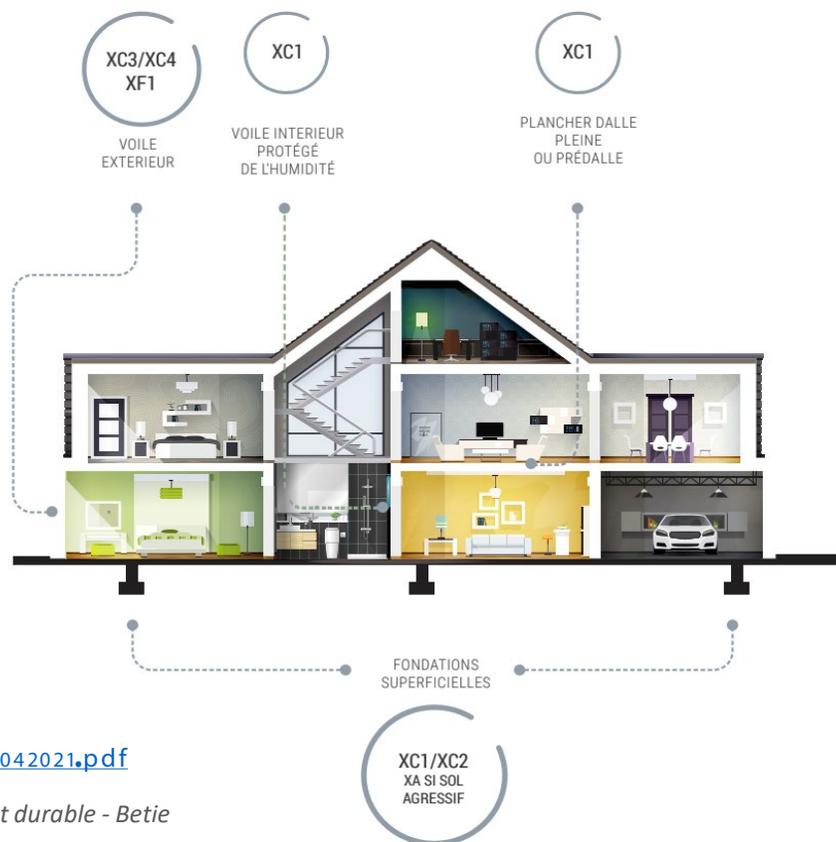
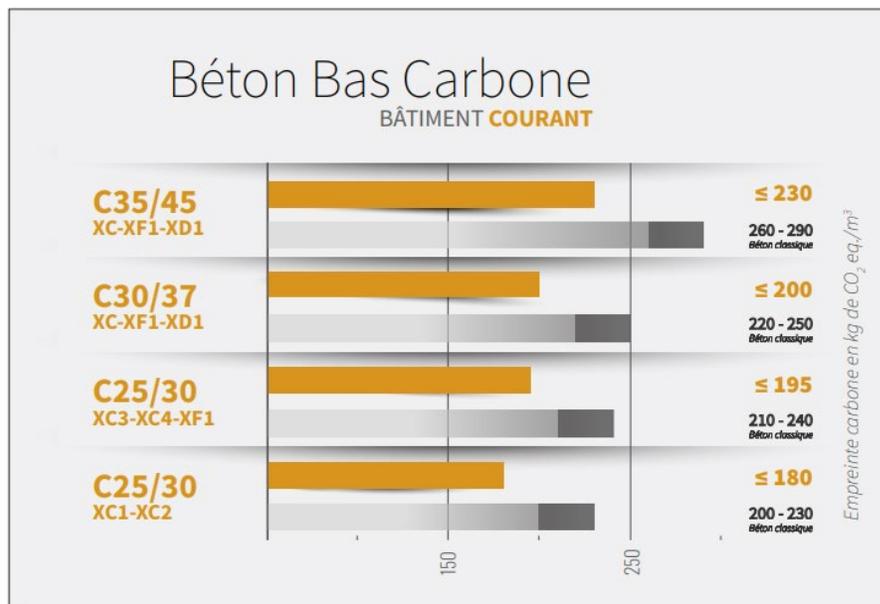
BETie
Béton et Impacts Environnementaux

6 – Formulation des bétons bas carbone

Le béton autrement...

Définition d'un béton bas carbone pour les différents usages selon :

- La classe de résistance
- La classe d'exposition
- La zone géographique



Source : <https://www.unicem.fr/wp-content/uploads/2021/06/snbpe-plaquette-bbc-28042021.pdf>

BETie est accessible sur le site web du SNBPE : www.snbpe.org - menu Développement durable - Betie

7– Les leviers de réduction de CO2 du béton

Le béton autrement...

La Filière Béton s'inscrit dans les trajectoires proposées dans le cadre de la **RE2020**, avec un objectif de réduction de l'empreinte carbone de la partie béton des bâtiments qui se situe à **-35% en 2030**.

Les leviers de réduction de l'empreinte carbone portent aussi bien sur la baisse des émissions lors de la production du ciment que sur l'optimisation de la formulation du béton, et également sur la conception des ouvrages et la recyclabilité des matériaux, afin **de construire mieux en utilisant moins et mieux le matériau.**

- ✓ **L'utilisation des bonnes données** > savoir choisir la donnée environnementale la plus appropriée
- ✓ **L'éco-conception des solutions bétons** > réfléchir en amont à une conception la plus optimisée possible
- ✓ **La formulation des bétons** > choisir des formulations de béton à plus faible empreinte carbone selon les possibilités, se rapprocher des industriels dès la phase amont des projets pour un accompagnement des meilleures solutions produits disponibles localement





Témoignage cemex

- Solutions Vertua
- Innovations produits et perspectives
- Références chantiers Occitanie

8 – Solutions Vertua pour une construction durable

Le béton autrement...

Des solutions opérationnelles, locales pour réduire l'impact environnemental des projets pour construire et rénover durablement

Vertua® couvre cinq thématiques de durabilité



Réduction de CO₂ Une empreinte carbone réduite.

Des produits avec une empreinte CO₂ inférieure aux références définies contribuant à la réduction de l'impact carbone des bâtiments.



Efficacité énergétique Une efficacité thermique améliorée.

Des produits qui offrent une meilleure isolation thermique et améliorent l'efficacité énergétique des bâtiments et structures, diminuant ainsi les émissions de CO₂ durant la vie des ouvrages.



Préservation de l'eau Une gestion de l'eau responsable.

Des produits préservant le cycle de l'eau, conçus pour lutter efficacement contre l'imperméabilisation des sols.



Matériaux recyclés Valorisation des matériaux et réduction des déchets.

Des produits élaborés à partir de matériaux issus du recyclage afin de soutenir une utilisation économe et rationnelle des ressources minérales naturelles.



Conception optimisée L'efficacité dans la conception et la construction.

Des produits qui, grâce à leur éco-conception, économisent les ressources minérales tout en conservant les performances des bétons et mortiers classiques.



FUTURE IN ACTION

Future in Action, le programme de développement durable de Cemex

Future in Action vise l'excellence durable par le biais de l'action climatique, de l'économie circulaire et de la gestion des ressources naturelles, avec pour objectif principal de devenir une entreprise à zéro émission nette de CO₂ d'ici 2050. Ce programme global s'articule autour de six piliers :

- produits et solutions durables,
- décarbonation de nos activités,
- économie circulaire,
- eau et biodiversité,
- innovation et partenariats,
- promotion d'une économie verte.

Vertua® est un élément phare de Future in Action, couvrant plusieurs des thèmes qui le composent.

9 – Solutions Vertua > reduction CO2

Le béton autrement...

Une gamme disponible selon les **niveaux d'ambitions carbone** des projets et **seuils RE2020**



	<i>Vertua</i> classic <small>Low carbon by design</small>	<i>Vertua</i> plus <small>Low carbon by design</small>	<i>Vertua</i> ultra <small>Low carbon by design</small>	<i>Vertua</i> ultra zero <small>Low carbon by design</small>
Offre standard*	< 200 Kg CO ₂ /m ³	< 170 Kg CO ₂ /m ³	< 120 Kg CO ₂ /m ³	< 120 Kg CO ₂ /m ³
Produit Carbon Neutral®	Option	Option	Option	Inclus
Norme	Norme EN 206 + A2/CN <small>(approche prescriptive ou approche performantielle)</small>			Avis Technique
Caractéristiques techniques				Liant alternatif

*: Pour une classe de résistance de C16 à C30, et classe d'exposition X0, XC1 ou XF1

- **Mêmes applications** que les bétons standards (fondations, voiles, planchers)
- **DEP spécifiques élaborées par chantier et UP** (distances réelles UP vers chantier)



Option possible **Granulats Béton Recyclés** → obtenus par traitement minéraux de matériaux auparavant utilisés en **construction en substitution** des granulats naturels selon **NF EN 206 +A2/CN**

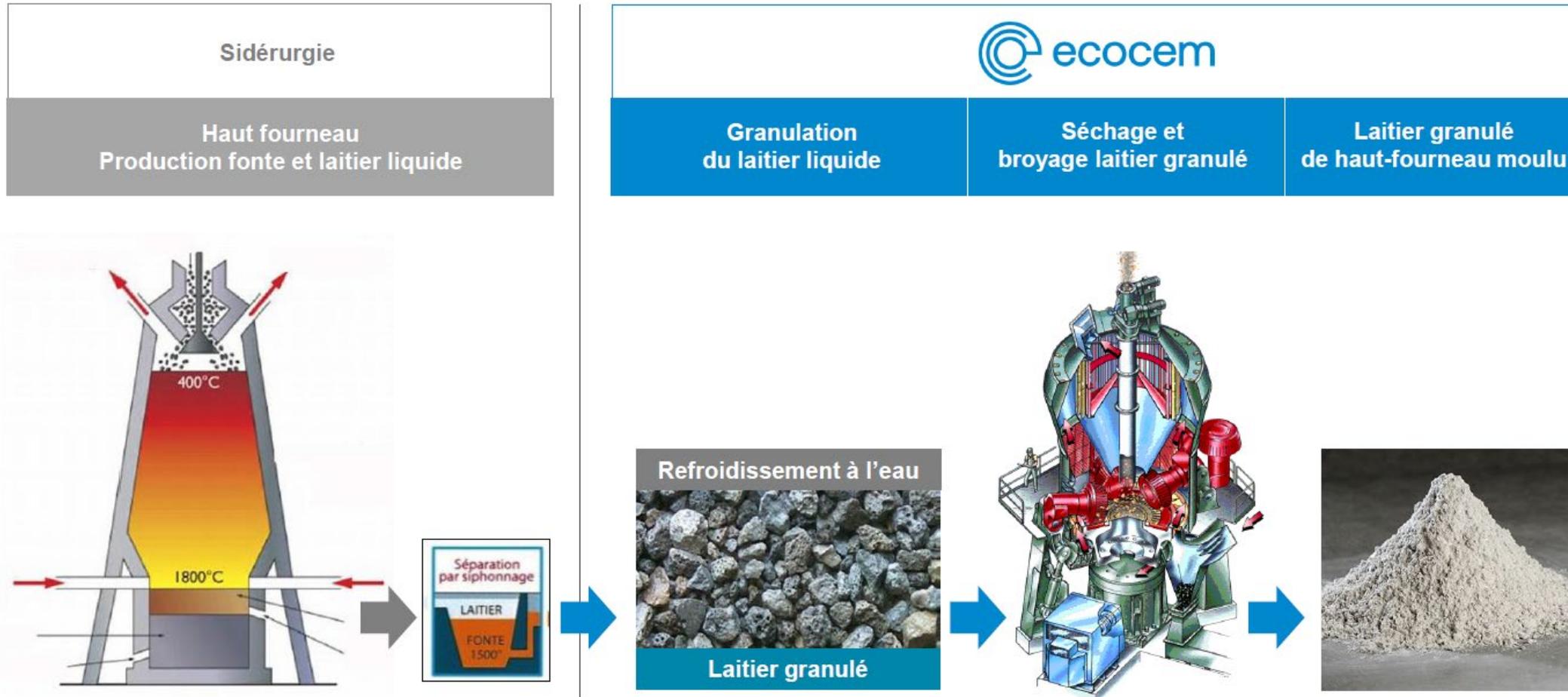


Technologie à base de laitier alcali-activé



9 – Solutions Vertua > innovations reduction CO2

Production du laitier granulé moulu de hauts-fourneaux



9 – Solutions Vertua > innovations reduction CO2

Une production durable, issue de l'économie circulaire

✓ PRESERVATION DES RESSOURCES NATURELLES

Ecocem valorise un **co-produit de la sidérurgie**, le laitier granulé de haut-fourneau.

Chaque tonne de laitier moulu valorisé en remplacement du ciment **évite l'extraction de 1,3 t d'argile et de calcaire en carrière.**

✓ IMPACTS EVITÉS

L'utilisation d'une tonne de laitier moulu en substitution d'une tonne de clinker permet d'éviter l'émission de plus de 850 kg de CO₂ équivalent.

Plus on remplace le clinker par du laitier plus on réduit le poids carbone du liant/béton



Qualité et certifications

✓ Le laitier Ecocem est reconnu de **Classe A** selon la **Norme NF EN 206/CN**

✓ Ecocem est certifié CE, **selon la norme la norme européenne NF EN 15167-1: 2006**

✓ Notre **suivi de qualité** est de niveau CE1+

✓ La **certification** d'Ecocem est assurée par un organisme extérieur :



10 – Solutions Vertua Ultra > Innovations reduction CO2

Le béton autrement...Des technologies innovantes avec nos partenaires fournisseurs

HOFFMANN GREEN :

UN PROCESSUS DE FABRICATION À FROID, PROPRE ET RÉVOLUTIONNAIRE

Processus de fabrication des ciments **Portland**

- Extraction des matières premières des carrières (1 450°C) pendant 18h
- Concassage, séchage et broyage puis pré-chauffage des matières premières
- Cuisson en four rotatif
- Stockage du clinker obtenu par cuisson
- Mélange et adjuvantation, broyage
- Conditionnement puis expéditions

Activation à chaud

Emissions de CO₂ : 50% liées à l'énergie
50% à la décarbonatation



Clinker



Cheminée



Four



Carrière

Processus de fabrication des ciments **Hoffmann**

Production Française régionale Sud-Ouest

- Livraison des co-produits (laitier, argile, gypse)
- Mélange et adjuvantation
- Ajout d'activateurs et suractivateurs selon un dosage très précis
- Conditionnement puis expéditions

Activation à froid

Fabrication sans cuisson, sans clinker,
sans impact sur les ressources naturelles



Clinker



Cheminée



Four



Carrière

→ Un processus de fabrication innovant, respectueux de l'environnement et des principes de l'économie circulaire.



HOFFMANN
GREEN CEMENT
Catalyseur
de la Transition
Carbone

10 – Solutions Vertua Ultra > Innovations reduction CO2

Le béton autrement... Des technologies innovantes avec nos partenaires fournisseurs

RECOURS SYSTÉMATIQUE À DES CO-PRODUITS ABONDANTS EN SUBSTITUTION DES RESSOURCES NATURELLES

Nos innovations d'aujourd'hui...



Nos innovations de demain...



Et si l'on continuait d'innover...

La R&D au service de la performance technique et environnementale

Préservation des ressources naturelles

Pas d'exploitation de carrières

Un investissement en R&D continu pour assurer une offre multiple,

Grandes diversifications de sourcing

→ « Le meilleur CO2 est celui que l'on ne produit pas »

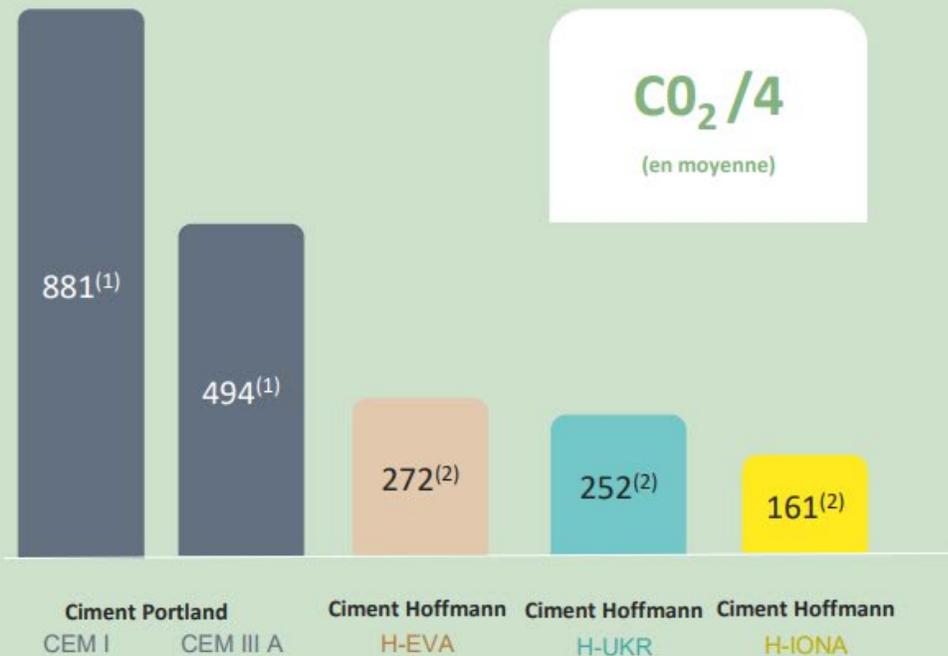
Confidentiel – Ne pas diffuser

10 – Solutions Vertua Ultra > Innovations reduction CO2

Le béton autrement... Des technologies innovantes avec nos partenaires fournisseurs

HOFFMANN GREEN, 6ÈME CIMENTIER FRANÇAIS,
AU CŒUR DE L'URGENCE ENVIRONNEMENTALE

Hoffmann Green : des nouveaux ciments décarbonés **0% Clinker**
Comparatif d'émissions de CO₂ (en kg/tonnes)



Pas de modification
du process de
fabrication du béton



Gains
de productivité



Performances
techniques
certifiées



HOFFMANN
GREEN CEMENT
Catalyseur
de la Transition
Carbone

Notes : (1) Source : Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques (Mars 2017) / (2) Source : Société

10 – Solutions Vertua Ultra > Innovations reduction CO2

Le béton autrement... Des technologies innovantes avec nos partenaires fournisseurs

H2 : UN SITE DE PRODUCTION 4.0 ET DES TECHNOLOGIES DISRUPTIVES POUR PRODUIRE DES CIMENTS « NOUVELLE GÉNÉRATION »



Nouveau modèle d'usine 4.0 verticale

Capacité de production:
250 000 tonnes / an

Optimisation de l'emprise foncière
-40% de surface

Réduction de la consommation
d'énergie

Réduction des coûts de
maintenance



**HOFFMANN
GREEN CEMENT**
Catalyseur
de la Transition
Carbone

11 – Solutions Vertua > Matériaux Recyclés

Le béton autrement...

Le béton répond au besoin d'Economie de ressources , un **matériau 100% Recyclable** norme **NF EN 206 +A2/CN**

Les **Granulats de Bétons Recyclés** > Taux de substitution en % massique (**Type 1**)

Type de granulats recyclés	Classes d'exposition											
	X0	XC1, XC2		XC3, XC4, XF1, XD1, XS1		XF2, XD2, XD3		XS2, XS3		XF3, XF4		XA
Gravillon type 1	60	40	60	30	50	20	40	10	30	10 ^a	30 ^a	0 ^b
Sable recyclé	30	10	20	10	20	10	15	10	15	0 ^b	15	0 ^b
Règles de formulation complémentaire	/	/	E_{ff}/L_{eq} max abaissé de 0,05	/	E_{ff}/L_{eq} max abaissé de 0,05	/	E_{ff}/L_{eq} max abaissé de 0,05	/	E_{ff}/L_{eq} max abaissé de 0,05	/	E_{ff}/L_{eq} max abaissé de 0,05 ^c	

Granulats qui doivent être conformes aux normes NF EN 12 620+A1 et **NF P 18-545**



Classes de taux de substitution en granulats recyclés

Classe de taux de substitution	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Plage taux massique global (Sable recyclé + gravillon type 1)	0,01 – 0,05	0,06 – 0,15	0,16 – 0,25	0,26 – 0,4	0,41 – 0,55	0,56 – 0,70	0,71 – 0,85	0,86 – 1,00
Plage taux massique global (Sable recyclé + gravillon type 2)	0,01 – 0,02	0,03 – 0,07	0,08 – 0,12	0,13 – 0,20	0,21 – 0,27	0,28 – 0,35	0,36 – 0,42	0,43 – 0,50

Uniquement dans le cas des bétons précontraints

Règles particulières pour le calcul du dimensionnement Eurocode 2

Durabilité à justifier par approche performantielle

Le béton de granulats recyclés est classé en fonction de :

- son **taux massique total de granulats recyclés ET**
- **du type de gravillons recyclés (1 ou 2)**

→ *Tableau NA2 de la norme NF EN 206+A2/CN*



12 – Solutions Vertua > béton de terre by CEMEX

Le béton autrement...

Les « bétons de terre » sont des bétons non normalisés à base de liant hydraulique, dans lesquels on remplace une partie des granulats par des matériaux d'excavation de chantier > **Economie de ressources**



Approche technique de formulation « sur mesure » :

sable + gravier + terre + eau + adjuvants + liant

+ choix optimisé

formulation liant à faible impact carbone type Vertua



Mur avant sablage

Mur après sablage



13 – Solutions Vertua > béton perméable Pervia

Le béton autrement...

Mieux gérer l'eau et permettre l'infiltration des eaux pluviales en limitant au maximum l'imperméabilisation des sols en réponse aux problèmes actuels d'aménagements Urbains

LA GESTION DE L'EAU

Infiltration directe des eaux de ruissèlement par la porosité du support

Sécurité, confort, limitation des risques d'inondations et des îlots de chaleur, lutte contre la pollution
large choix de couleur, entretien facile, résistance aux aléas climatiques (chaleur & gel)



Pervia
Résidentiel

Destiné aux Cheminements

piétons, trottoirs, tour de piscines, terrasses, espaces sportifs...

Porosité : entre 15 et 25%

Drainabilité : 4,5 à 15 L/m²/s

Capacité de stockage : 1,7 à 3 L/m²/cm

Pervia
Chaussée

Circulation VL jusqu'au trafic PL

Faible et moyen trafic de T6 à T3+
parking, pistes cyclables, voiries et accès pompiers, places publiques...

Porosité : entre 10 et 22,5%

Drainabilité : 2,5 à 5 L/m²/s

Capacité de stockage : 1,5 à 3 L/m²/cm



REX cemex

Références chantiers Occitanie

COLLÈGE PORT MARIANNE MONTPELLIER 34

2021 - 2022



Objet du chantier

Construction d'un nouveau collège public composé de plusieurs bâtiments

- Maîtrise d'ouvrage :** Conseil départemental
- Bureau d'études :** Sodeba Ingenierie (structure), Inddigo
- Architecte :** A+ Architecture, AMG Architectes
- Entreprise :** Bouygues Construction

Solutions CEMEX :

- **Béton bas carbone** Vertua® Classic, 4 700 m³
- **Béton CXB® Architectonique** gris clair, 1 100 m³ (voiles jusqu'à 3 m de hauteur)
- **Label BDO Argent**



COLLÈGE VOLTAIRE REMOULINS 30

2020 - 2021

E3
C1


Objet du chantier

Construction du nouveau collège conçu pour réduire son empreinte carbone et améliorer le confort de ses usagers

Maîtrise d'ouvrage : CD30

Maîtrise d'œuvre : SPL30

Bureau d'études : Calder

Architecte : NM2A

Entreprise : Eiffage Construction Gard

Solutions CEMEX :

- Labels E3C1 et BDO niveau Or
- Distance de 7 km entre le chantier et l'unité de production
- **Béton bas carbone** Vertua® Classic, 3 000 m³
- **Béton bas carbone** Vertua® Plus, 2 000 m³
- **Chape fluide** Advanci® ChapFluid anhydrite, 240 m³
- Livraison de bétons architectoniques gris et blancs pour la réalisation des murs des couloirs du bâtiment



CASSIOPÉE ZAC BEAUSOLEIL MONTPELLIER 34 2022



Photo par Drone-OPS

Objet du chantier

Construction d'un bâtiment de bureaux R+5 et 2 niveaux de sous-sol

- Maîtrise d'ouvrage :** SSCV Andromede Montpellier
- Maîtrise d'œuvre :** PER Ingénierie, A+ Architecture, l'Echo
- Bureau d'études :** PER Ingénierie
- Architecte :** A+ Architecture
- Entreprise :** BEC Construction, LR

Solutions CEMEX :

- 7 800 m³ au global
- Dont 1 000 m³ de béton CXB® Architectonique blanc référence RLT (voiles)
- Dont 1 000 m³ de béton bas carbone Vertua® classic (planchers)



Photo par Drone-OPS

COLLÈGE GUILHERMY TOULOUSE 31

2022



Objet du chantier

Construction d'un nouveau collège public constitué en un seul bâtiment, 600 élèves de 8 000 m²



Maîtrise d'ouvrage : Conseil Départemental Haute Garonne

Architecte : REC Architecture

Bureau d'études : TPFi

Entreprise : SEG FAYAT

Solution CEMEX :

- Béton bas carbone Vertua® Classic, 6 000 m³ (structure : fondations voiles et planchers)

SPÉCIFICITÉS DU CHANTIER

- Labels E+C-, HQE et BePos
- Réalisation de voiles courbes en béton bas carbone

RÉSULTATS OBTENUS

- 30 % d'émissions de CO₂ grâce à notre béton bas carbone



FONDATION PIERRE FABRE LAVAU (81) 2023



Objet du chantier

Extension du bâtiment de la
Fondation Pierre Fabre (1654 m²)
intégrant la terre du site (Béton de terre)

Maîtrise d'ouvrage : Fondation Pierre Fabre
Architecte : OECO Architectes
Bureau d'études : TPF Ingénierie / Ecozimut
Entreprise : CGEM

Solutions CEMEX :

- Bétons hybride de terre de site Vertua[®] sablé
- Bas carbone Vertua[®] voile de structure 80 m³
Etude de faisabilité formulation CEMEX (Rc Moy.=20 MPa)
- Bétons standards et hyperfluides (fondations, planchers et prédalles)

SPÉCIFICITÉS DU CHANTIER

- Bâtiments intégrant la terre du site (Béton de terre, BTC)
- Pas d'ATEX mais soutien d'un Bureau de Contrôle (vérification des pratiques)

RÉSULTATS OBTENUS

- Béton de terre formulé :
- 60 % des granulats et sables remplacés par la terre du site permettant une économie des ressources locales
 - Performance carbone > **Vertua Plus** < 170 kg CO₂eq / m³



Secteur Occitanie Ouest

Frédéric Joubert

Tel. : 06 22 74 84 15

Mail : frederic.joubert@cemex.com

Merci pour votre attention

Secteur Occitanie Est

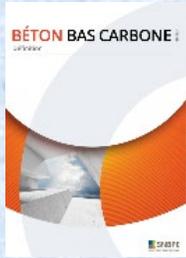
Laetitia Lemonnier

Tel. : 06 22 74 83 93

Mail : laetitia.lemonnier@cemex.com

<https://www.cemex.fr/>

En savoir plus



SNBPE Guide des bétons bas carbone

Disponible sur le site internet > www.snbpe.org



CIMBETON SNBPE Guide de recommandation et d'aide à la prescription

« Bétons et empreinte carbone »

Disponible sur internet > <http://www.infociments.fr/publications/batiment/solutions-beton/sb-146>



AQC Béton bas carbone Perspectives et Recommandations

Disponible sur le site internet > <https://qualiteconstruction.com/publication/beton-bas-carbone-perspectives-recommandations/>



Brief Filière Béton les messages clés

Le Hub des prescripteurs bas carbone IFPEB CARBONE4

Disponible sur internet > <https://www.ifpeb.fr/briefs-de-filieres/>

<https://www.infociments.fr/chiffres-cles>

<https://www.france-ciment.fr/enjeux/decarbonation/>

<https://www.snbpe.org/>