LAB
CEMENTLAB

Transitions constructives :

adaptation au changement climatique, résilience et performance



Mardi 17 novembre 2026 - Paris

France Ciment

PROGRAMME

14h00	Séance inaugurale
14h30	Table ronde #1 : Adaptation au changement climatique
15h20–15h35	Networking #1
15h35	Ateliers : Décarbonation & compétitivité / innovations
17h00 –17h15	Networking #2
17h15	Table ronde #2 : Performance vs robustesse
18h00	Discours de clôture, puis cocktail

Mot de bienvenue



Laure Hélard

Déléguée générale, France Ciment

14H00

Séance inaugurale

Anaïs Voy-Gillis

Docteure en géographie et professeure associée à Centrale Lille.
Directrice Stratégie, RSE & Ressources Minérales au sein d'un groupe de la chimie



LAB CEMENTLAB

14H30 TABLE RONDE #1

Adaptation au changement climatique

S’adapter au climat réel : solutions constructives et bétons, leviers de résilience



Sophie Cahen
Directrice transition écologique
FNTP



David Zambon
Directeur général adjoint en charge du pilotage de la production,
Directeur Infrastructures de transport et matériaux
CEREMA



Frédéric Esgléas
Président
INFRA CONSULTING



Alexandre Kulinicz
Directeur Technique IARD
SMABTP

France Ciment

LAB
CEMENTLAB

15H35

Ateliers

Décarbonation & compétitivité

- **Marché et frontière carbone : clés de compétitivité**

  Nicolas Mouchnino, Directeur affaires économiques, France Ciment
  David Lolo, Économiste, La Fabrique de l'Industrie

- **Décryptage des conditions de stockage du CO_2**

  Claude Lorea, CL4Change



Innovations

Pitchs start-up ou projets :

- **Callendar**, Camille Guedamour
- **Miracle Concrete**, Jorge Sanchez Dolado
- **Holistic View,** Khelef Haddadi
- **CO2ST**, Félicien Thiou

France Ciment

LAB
CEMENTLAB

15H35 Atelier

Décarbonation & compétitivité

Marché et frontière carbone : clés de compétitivité



Nicolas Mouchnino
Directeur affaires économiques
France Ciment



David Lolo
Economiste
La Fabrique de l'Industrie

France Ciment

La tarification du carbone en pratique

Option 1 : Taxe carbone

Prix du carbone : **fixe**

Pas de plafond d'émissions : paiement à la tonne émise

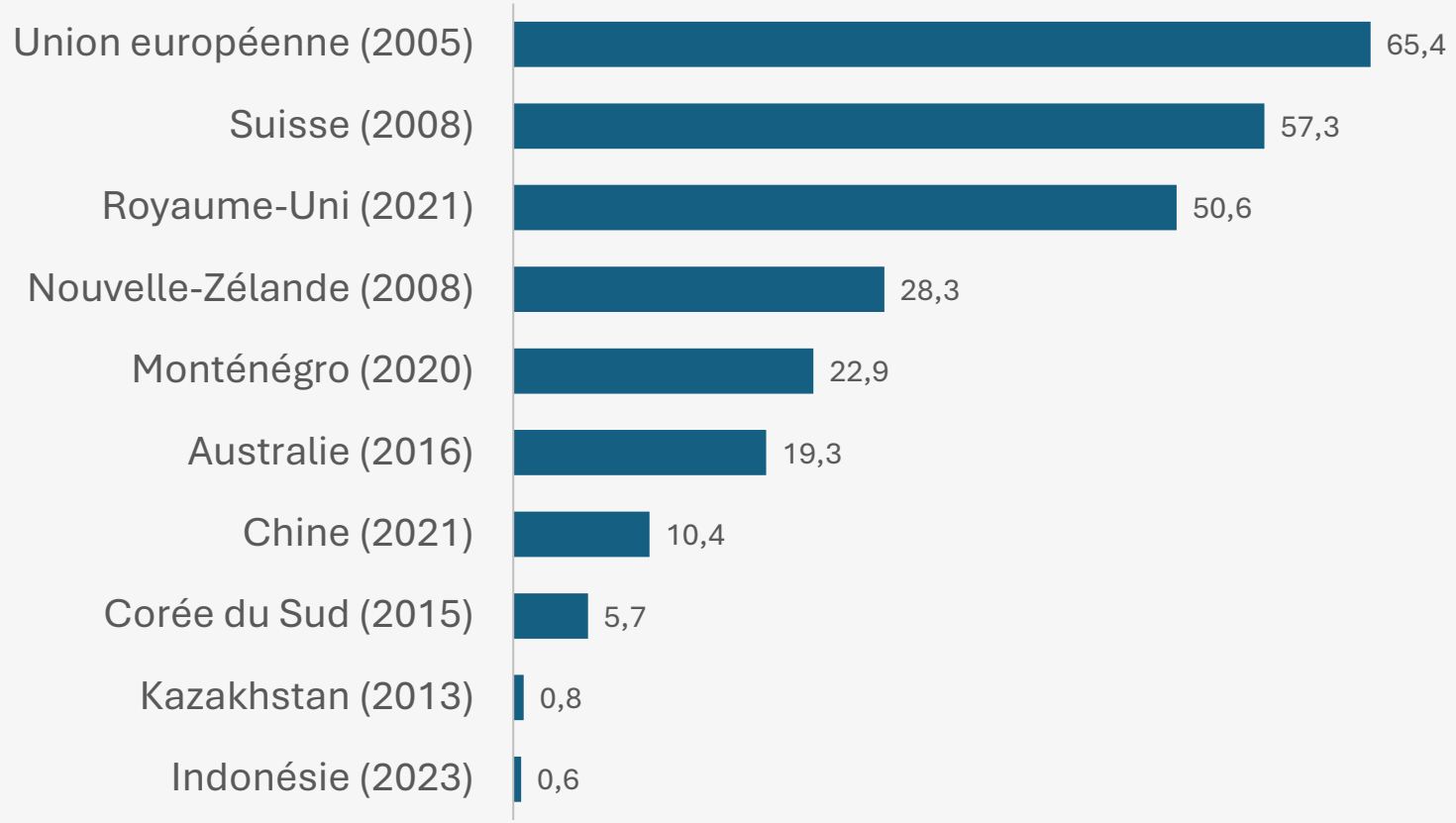
Option 2 : Marché carbone

Plafond d'émissions : **fixe**

Prix du carbone : **variable** selon l'offre et la demande

Le SEQE-UE, ou EU-ETS
Introduit en 2005
8 000 installations, surtout dans l'énergie et l'industrie
69% des émissions industrielles couvertes

Une asymétrie des politiques climatiques dans le monde



65,4 €

UE: prix du quota le plus élevé du panel

10,4 €

Chine : un prix environ 6 fois inférieur à celui de l'UE.

Prix du quota d'émission en 2025 sur un panel de marchés carbone en vigueur, en €/tCO_2e (année de mise en place entre parenthèses).
Source : Banque mondiale (*Carbon Pricing Dashboard*), taux de change $/€ d'Eurostat

Le marché carbone européen (ETS) : quotas gratuits et quotas achetés

L'UE fixe le plafond d'émission de CO2



Plafond en baisse chaque année

Quotas gratuits

Alloués selon un référentiel (« benchmark »)

Sans paiement

Quotas achetés

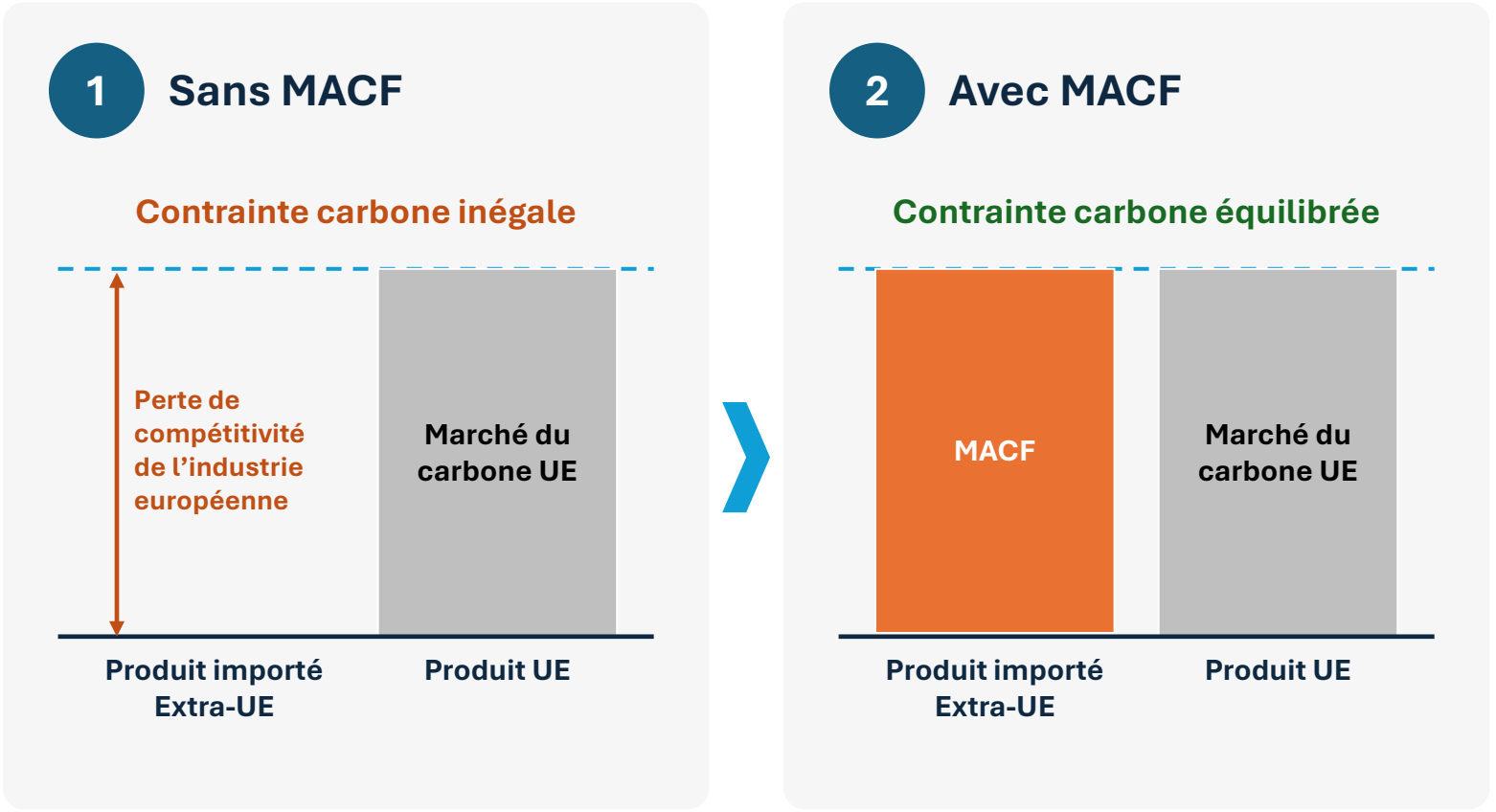
Vendus aux enchères

Avec paiement

Offre et demande fixent le prix du quota (€/tCO_2).

Installations industrielles

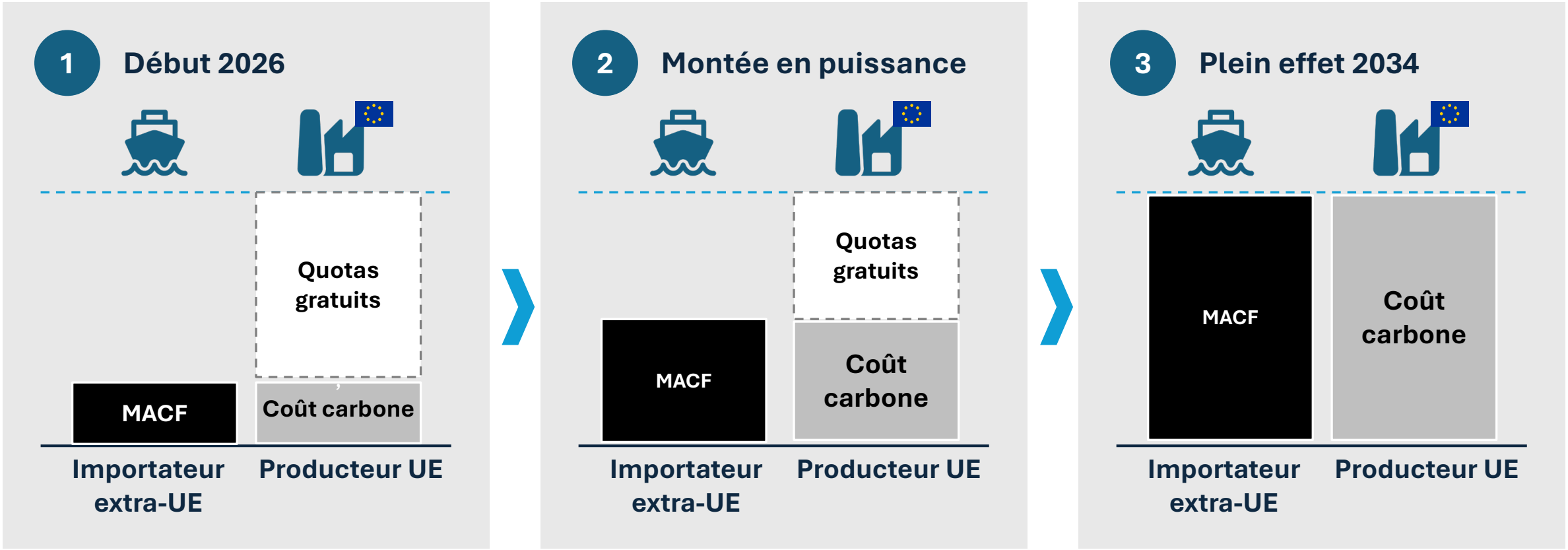
Pourquoi un mécanisme d’ajustement carbone aux frontières (MACF) ?



Couverture produit du MACF :

- **Ciment**
- Acier
- Aluminium
- Engrais
- Hydrogène
- Electricité

Montée en puissance progressive du MACF et hausse du coût carbone UE



Le parcours de l’importateur en 4 étapes

1 Identifier l’importation



Quantité et origine

Le volume de ciment entré dans l’UE et son site de production sont renseignés par l’importateur.

2 Déterminer les émissions



Émissions de CO_2 du produit

Déclaration des émissions de CO_2 du produit importé.
Sans données disponibles, utilisation de valeurs par défaut

3 Acheter des certificats MACF



Prix lié au quota carbone UE

Leur prix est lié au prix des quotas sur le marché carbone européen.

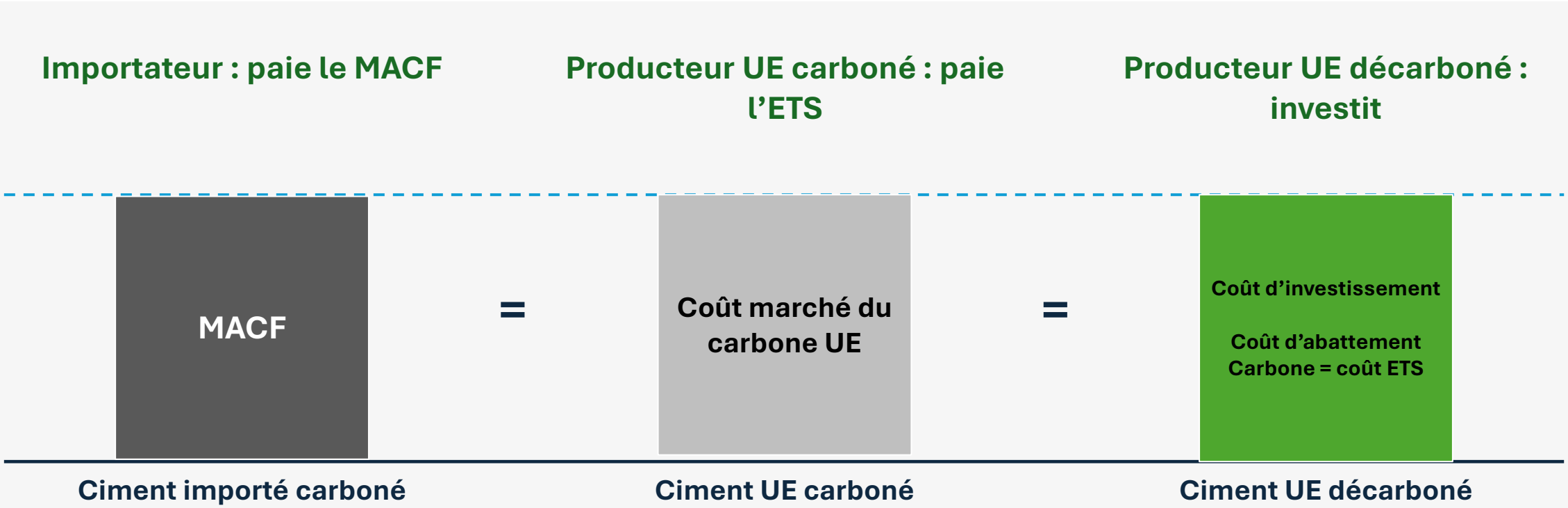
4 Restituer les certificats



Certificats = émissions déclarées

L’importateur restitue le nombre de certificats correspondant aux émissions déclarées.

MACF et ETS créent un débouché pour les ciments décarbonés



Le MACF aligne le ciment importé sur l'ETS ; quand le coût ETS égale le coût d'investissement, le producteur UE a intérêt à décarboner, et son produit trouve un débouché.

Le mécanisme d'inclusion carbone au frontière :
Risques pour l'efficacité du MACF

1 Exigence de vérification similaire aux produits européens

Bon produit

Déclaration conforme au ciment réel : un ciment déclaré peu clinkérisé mais riche en clinker sous-évalue émissions et coût carbone.

Bonnes émissions

Les émissions sont rapportées au produit et à l'usine concernés.
=> Contrôle d'un niveau équivalent à celui des sites UE

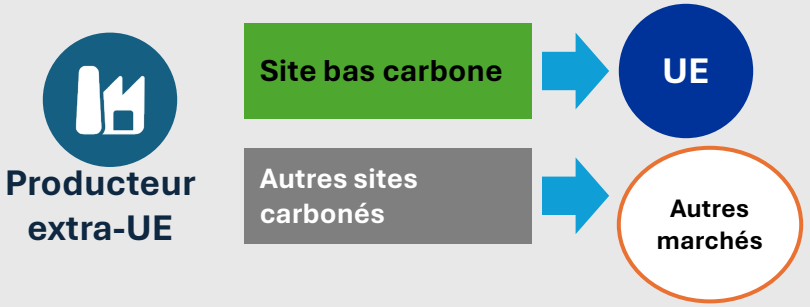
Bon moment

Douane à l'importation, déclaration environnementale près d'un an après

=> rapprocher les deux contrôles.

Contrôler trois choses : le bon produit, les bonnes émissions, la cohérence de la chaîne de déclaration.

2 Décarbonation limitée aux exportations vers l'UE



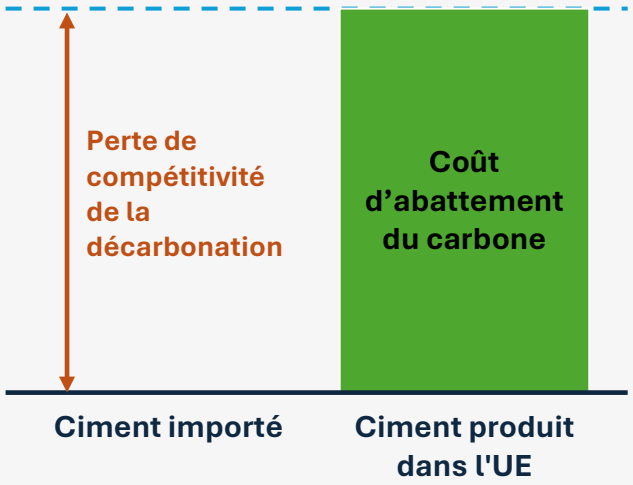
- L'industrie du pays exportateur ne se transforme pas forcément.
- Les volumes les plus carbonés partent vers des marchés hors UE moins contraignants.
- Les producteurs extra-UE peuvent cibler leurs investissements

=> L'efficacité climatique s'apprécie aussi par site et en émissions totales.

Le MACF seul ne rentabilise pas forcément la décarbonation

1 Sans MACF

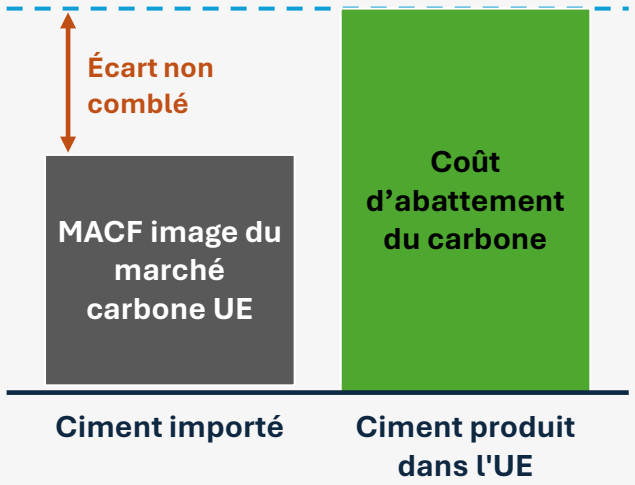
Investir ne paie pas



Face à un ciment importé moins contraint, un investissement de décarbonation n'est pas rentable.

2 Avec MACF, ETS bas

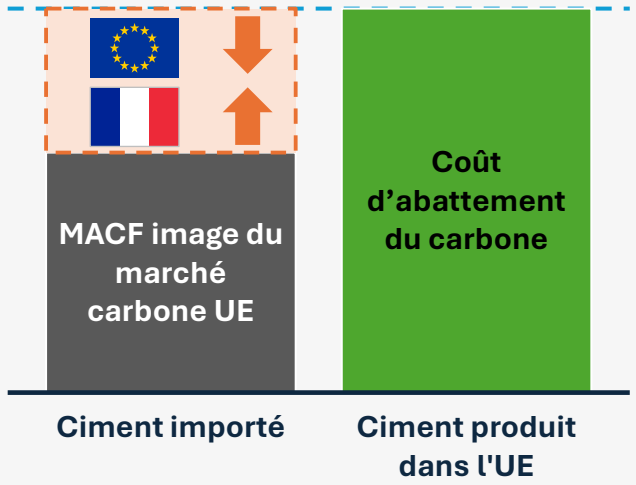
Investir reste non rentable



Si le prix du carbone européen (ETS) est trop bas, le MACF ne comble pas l'écart : l'investissement reste non rentable.

3 Intervention publique

Seule solution : combler l'écart

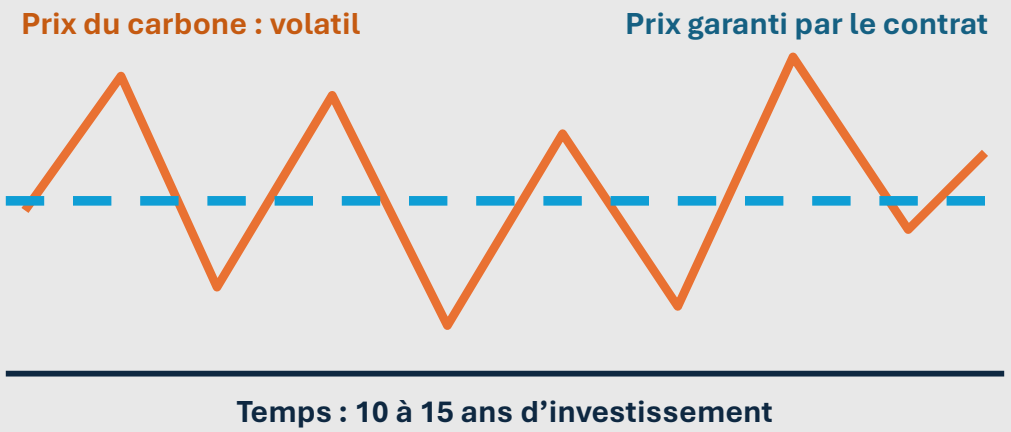


Une intervention pour rentabiliser l'écart. Elle peut être financée par les recettes de l'ETS.

Le contrat carbone pour différence : sécuriser le prix du carbone et compenser l'écart

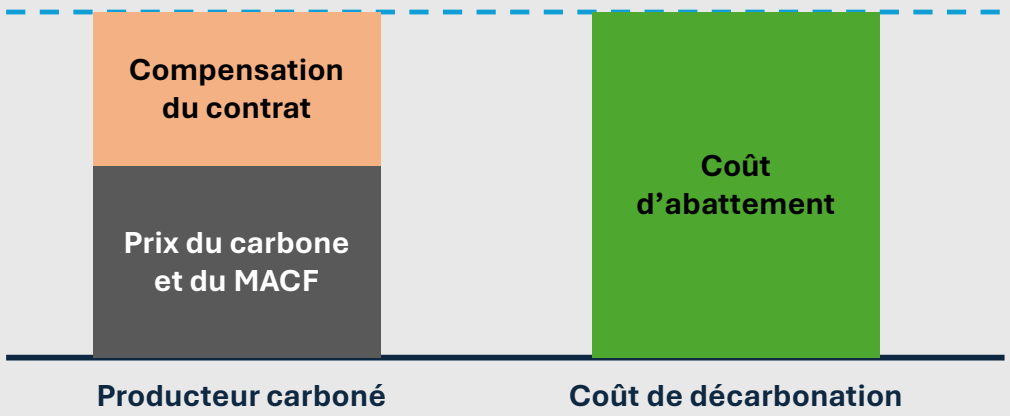
1 Sécuriser contre la volatilité de l'ETS

Un prix garanti sur toute la durée du projet



2 Compenser l'écart de coût

Le contrat comble ce que l'ETS ne couvre pas



LAB CEMENTLAB

15H35 Atelier

Décarbonation & compétitivité

Décryptage des conditions de stockage du CO_2

Ce que nous disent les 3 décennies de science et d'expériences opérationnelles



Claude Lorea
CL4Change

France Ciment

CL4Change
Sustainable Transitions

Un stockage sûr est essentiel

Pour l'industrie lourde, le captage n'est que la moitié de l'histoire



Émissions de procédé résiduelles

Dans le ciment, l'essentiel du CO_2 provient de la décarbonatation du calcaire, et non du combustible. Sans CSC, la neutralité carbone est hors de portée.



Le stockage est le permis d'exploiter de demain

Chaque tonne captée doit rester sous terre pour être comptabilisée.



La confiance du public est le goulot d'étranglement

Les projets achoppent moins sur la géologie que sur la perception.

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

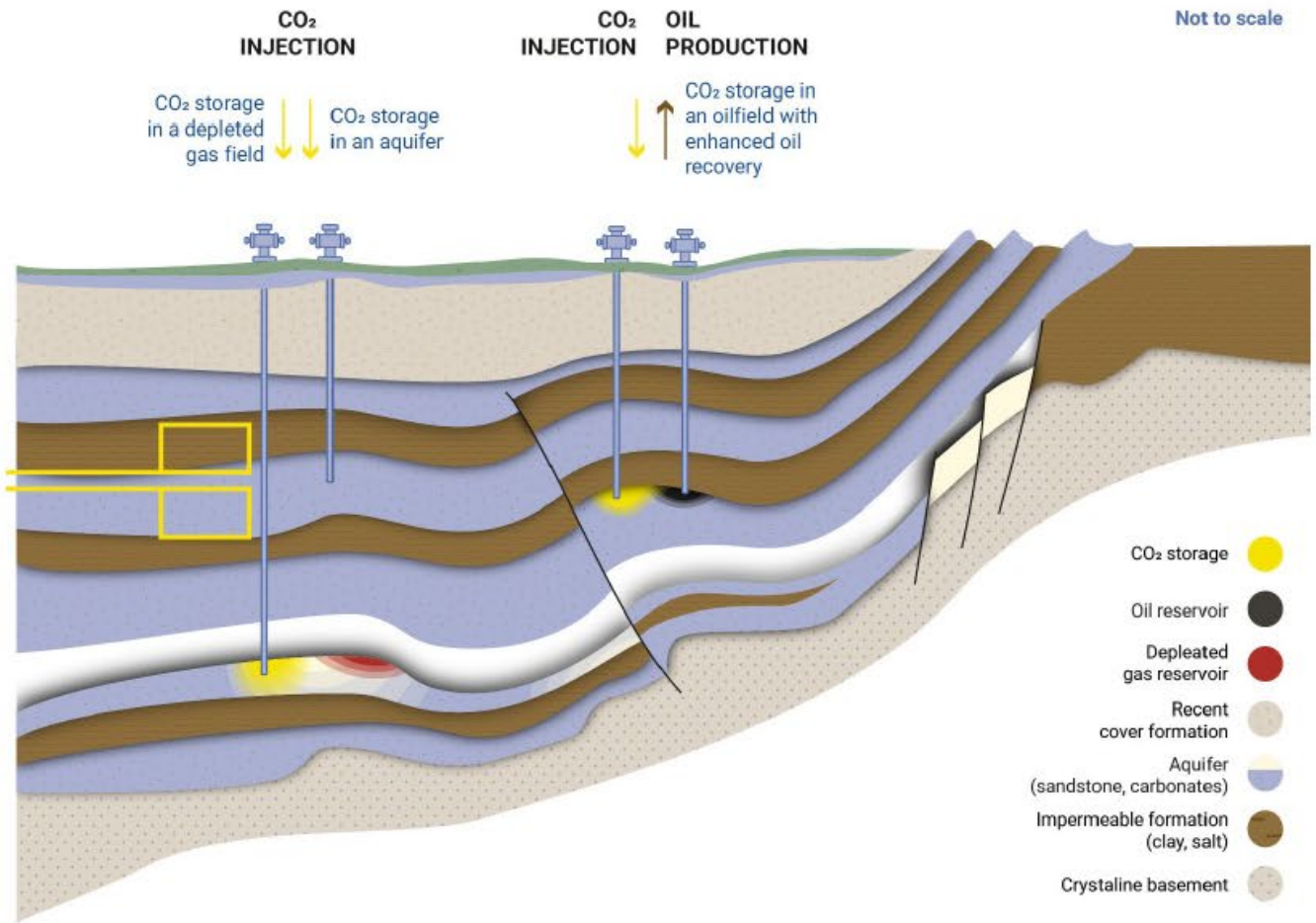
CL4Change
Sustainable Transitions

Expérience du stockage de CO_2

50 projets pilotes et de démonstration confirmant un stockage sûr et permanent du CO_2

18 projets de stockage géologique dédiés en exploitation dans le monde

80+ Mt de CO_2 stockées par ces projets (hors projets d'EOR)



Source : CC BRGM-CO_2GeoNet

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Le CO_2 est retenu dans les pores de la roche

Pensez à une éponge ou à un grès, pas à une caverne souterraine

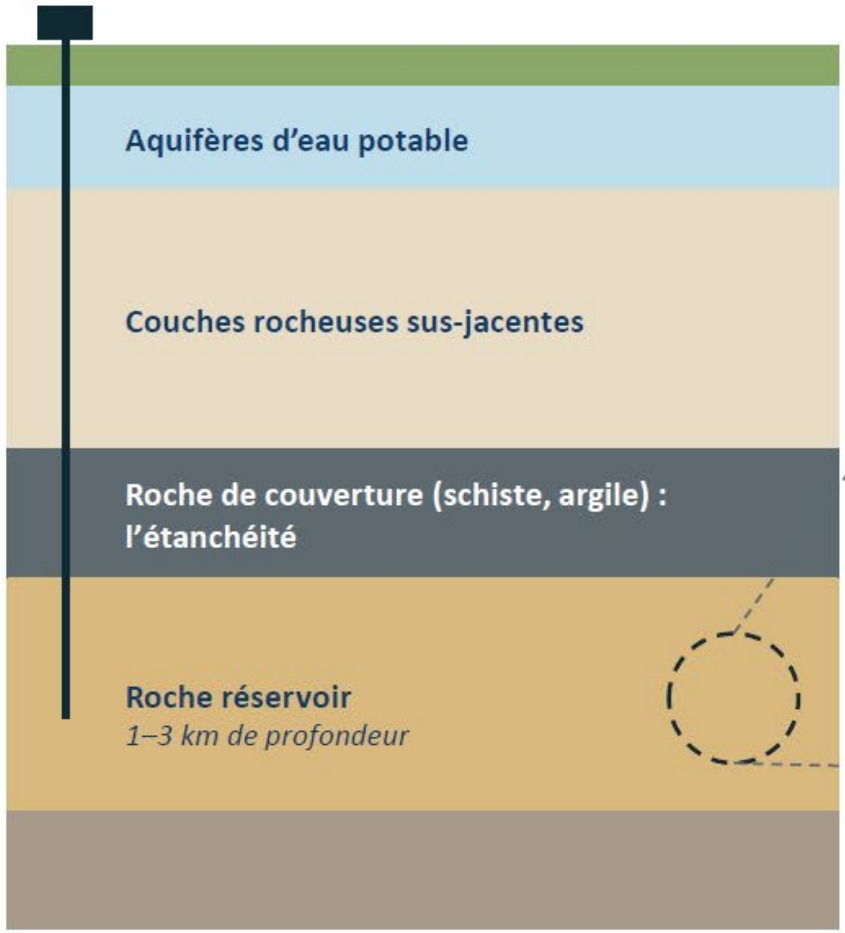
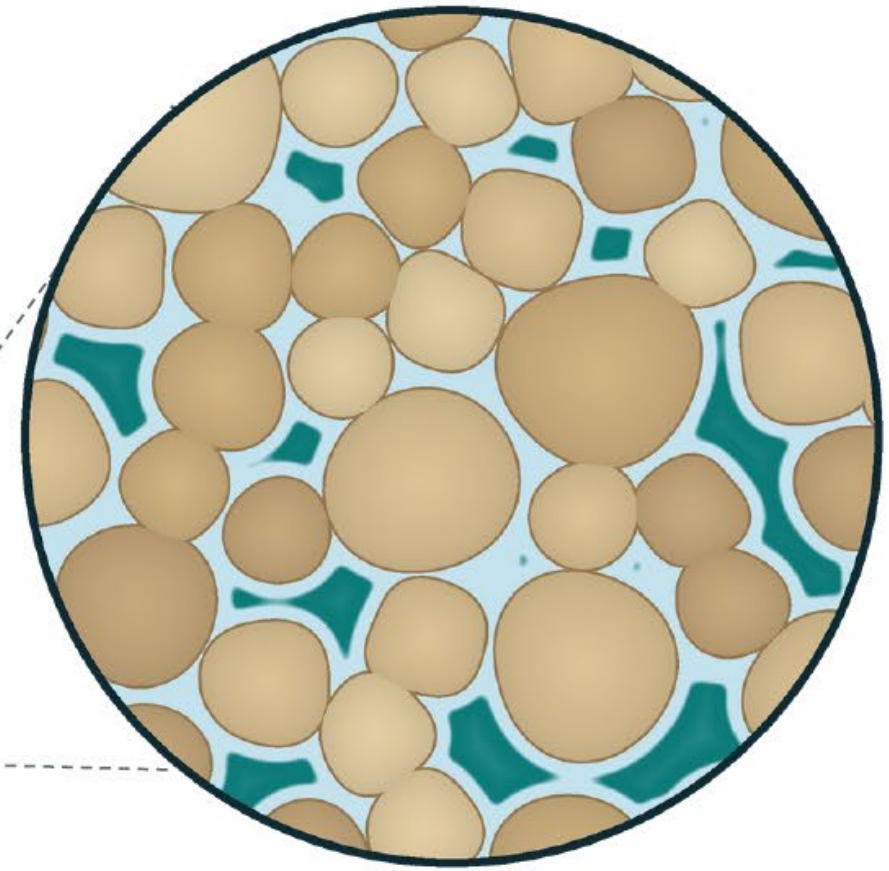


Illustration schématique, non à l'échelle.
Créé par CL4Change avec l'assistance de l'IA (Claude).



Quelques millimètres de roche réservoir, grossis (illustratif)

- Grains de roche
- Eau salée (saumure)
- CO_2 en minuscules gouttelettes

- Les pores ont une largeur d'une fraction de millimètre
- Les forces capillaires maintiennent les gouttelettes en place
- En profondeur, le CO_2 est dense, comme un liquide

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Comment le CO_2 reste sous terre

Quatre mécanismes de piégeage



Structurel

Une roche de couverture imperméable scelle le réservoir, comme le gaz naturel piégé depuis des millions d'années



Résiduel

Le CO_2 est immobilisé sous forme de minuscules gouttelettes dans les pores de la roche



Solubilité

Le CO_2 se dissout dans la saumure, qui devient plus dense et s'enfonce



Minéral

Le CO_2 dissous réagit avec la roche pour former des minéraux carbonatés stables

Jours–années → **Décennies–siècles** → **Millénaires**

Source : Global CCS Institute, Storage ; Rapport spécial du GIEC sur le CSC (2005)

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

La sécurité est intégrée dès le premier jour

Chaque voie de fuite potentielle dispose d'un moyen éprouvé de la maîtriser



Choisir le bon site

Roche de couverture épaisse et éprouvée ; aucune faille ouverte ; imagerie sismique avant toute injection



Sécuriser chaque puits

Recenser et reboucher les anciens puits ; ciment et acier résistants au CO_2 dans les nouveaux



Maîtriser la pression

Des limites d'injection préservent l'intégrité de l'étanchéité et évitent la sismicité induite



Surveiller et réagir

Surveillance continue, avec des mesures correctives prêtes en cas d'écart

Sources : NETL, Permanence and Safety of CCS ; Global CCS Institute (2025) ; ISO 27914:2017

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Une surveillance du réservoir à l'atmosphère

Mesure, surveillance et vérification (MMV) à l'échelle du complexe de stockage

Atmosphère et surface
Air et sol : tours de flux à covariance des turbulences, capteurs de CO_2 atmosphérique, InSAR satellitaire

Surface et eaux souterraines
Sol et eau : rapports des gaz du sol, chimie des aquifères peu profonds, capteurs sur le fond marin et dans la colonne d'eau

Terrains de couverture et roche de couverture
L'étanchéité : surveillance microsismique, campagnes sismiques répétées, manomètres au-dessus de la roche de couverture

Réservoir et puits
Le panache et les puits : débit et pression d'injection, sismique 4D, surveillance en fond de puits et de l'intégrité des puits

Trois questions auxquelles tout plan doit répondre

- Conformité : le panache se comporte-t-il comme modélisé ?
- Confinement : le CO_2 reste-t-il dans le complexe de stockage ?
- Attribution : si nous observons une anomalie, provient-elle réellement du stockage ?

Sources : Global CCS Institute, The Monitoring of CO_2 Geological Storage (2025) ; Dixon & Romanak (2015), IJGGC 41:29–40

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

À terre ou en mer : risques réels et perçus

Même géologie, même physique, mais une acceptation par le public très différente : le stockage en mer réduit l'exposition, pas le besoin de confiance. L'acceptation se gagne par l'engagement et une surveillance transparente, où que se trouve le site de stockage.

	À terre	En mer
Profil de risque réel	Des personnes vivent au-dessus du site, avec davantage de puits anciens et d'aquifères d'eau douce à proximité. La surveillance est moins chère et plus facile d'accès.	Personne ne vit au-dessus, mais les puits anciens et les écosystèmes marins doivent être surveillés. La surveillance est plus difficile d'accès et coûte plus cher à grande échelle
Perception du public	« Sous ma maison » : valeur immobilière, santé, séismes.	« Hors de vue » pour certains, « déversement dans l'océan » pour d'autres. Une fuite d'essai délibérée (STEMM-CCS) a été détectée, et ses effets sont restés locaux.
Où cela se passe	13 des 18 projets de stockage dédiés (Amérique du Nord, Australie, Islande…) ; l'Europe s'ouvre : le Danemark a attribué 4 permis d'exploration à terre.	5 sur 18, dont Sleipner, Snøhvit, Northern Lights ; la norme en Europe.

Sources : Global CCS Institute (2025) — 18 projets de stockage dédiés, dont 5 en mer ; gouvernement néerlandais (nov. 2010) ; KSpTG allemande (en vigueur le 28 nov. 2025) ; STEMM-CCS, Agence danoise de l'énergie (janv. 2026)

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Réglementation et confiance : l'acceptabilité sociale

Des règles solides sont nécessaires, mais pas suffisantes.

Des cadres qui régissent tout le cycle de vie

UE

Directive CSC 2009/31/CE : autorisations, surveillance, mesures correctives, transfert de responsabilité

États-Unis

Puits de classe VI de l'EPA : site, construction, surveillance, 50 ans de suivi post-injection par défaut

Monde

ISO 27914:2017, critères de l'IEAGHG, manuels de bonnes pratiques du DOE, Protocole de Londres



Gagner la confiance

- S'engager tôt, avant une allégation de fuite, et non après
- Choisir une surveillance que les gens peuvent comprendre
- Partager les données ouvertement ; inviter à un examen indépendant
- Être honnête sur les incertitudes

Sources : Directive 2009/31/CE ; US EPA 40 CFR 146 Subpart H ; ISO 27914:2017 ; Atkinson, Dankel & Romanak (2024), Frontiers in Marine Science

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Cinq choses à retenir

1. Le CO_2 est retenu dans les pores de la roche solide, sous une couche étanche
2. Le stockage devient plus sûr avec le temps, à mesure que les mécanismes de piégeage prennent le relais
3. 30 ans, plus de 80 Mt stockées ; un stockage bien réglementé retient plus de 98 % sur 10 000 ans
4. La surveillance fonctionne — et l'attribution est aussi importante que la détection
5. La confiance se gagne par la transparence, une science simple et un engagement précoce

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

CL4Change
Sustainable Transitions

Merci.



Références principales

- Global CCS Institute (2025). The Safety and Permanence of CO_2 Geological Storage. Perspective, September 2025.
- Global CCS Institute (2025). The Monitoring of CO_2 Geological Storage. Perspective, September 2025.
- Global CCS Institute (2026). Global Status of CCS 2026.
- Alcalde, J. et al. (2018). Estimating geological CO_2 storage security to deliver on climate mitigation. Nature Communications 9, 2201.
- Romanak, K.D., Bennett, P.C., Yang, C., Hovorka, S.D. (2012). Process-based approach to CO_2 leakage detection by vadose zone gas monitoring. Geophysical Research Letters 39, L15405.
- Romanak, K.D. et al. (2014). Process-based soil gas leakage assessment at the Kerr Farm. Int. J. Greenhouse Gas Control 30, 42–57.
- Dixon, T., Romanak, K.D. (2015). Improving monitoring protocols for CO_2 geological storage with technical advances in CO_2 attribution monitoring. IJGGC 41, 29–40.
- Blackford, J., Romanak, K. et al. (2021). Efficient marine environmental characterisation to support monitoring of geological CO_2 storage. IJGGC 109, 103388.
- Atkinson, L., Dankel, D.J., Romanak, K.D. (2024). The effect of monitoring complexity on stakeholder acceptance of CO_2 geological storage projects in the US Gulf Coast region. Frontiers in Marine Science 10.
- IPCC (2005). Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage.

© 2026 Claude Lorea | CL4Change

15H35 Atelier

Innovations

Pitchs start-up ou projets

- **Callendar**, Camille Guedamour
- **Miracle Concrete**, Jorge Sanchez Dolado
- **Holistic View,** Khelef Haddadi
- **CO2ST**, Félicien Thiou

Callendar

Camille Guedamour

callendar

ClimateVision

Solutions pour adapter les infrastructures et sites industries au changement climatique

Novembre 2026



www.callendar.tech

/company/callendar/

UNE CIMENTERIE À L'ARRÊT PENDANT PLUS D'UN AN À CAUSE D'UNE INONDATION

SOUTH FERRIBY · ROYAUME-UNI · DÉCEMBRE 2013



3 mètres
Hauteur d'eau sur certaines parties du site

10 M€
Coût de réparations

1 ans
Avant la reprise de la production

Encore aujourd’hui,
des décisions techniques et business
Sont prises sur la base
d’informations climatiques obsolètes.

Notre mission

Accélérer l’adaptation en facilitant l’étude et la compréhension des impacts du changement climatique.
Donner aux décideurs économiques et techniques les moyens de prendre des mesures proactives et de protéger les biens et les vies humains.

Entreprise & technologie françaises

STATION F

Accélérée depuis octobre 2023







Notre expertise

103

En 2025, 103 études de l’impact du changement climatique sur des projets industriels dans **30 pays**

Statkraft

egis

Rte

orano

asn AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

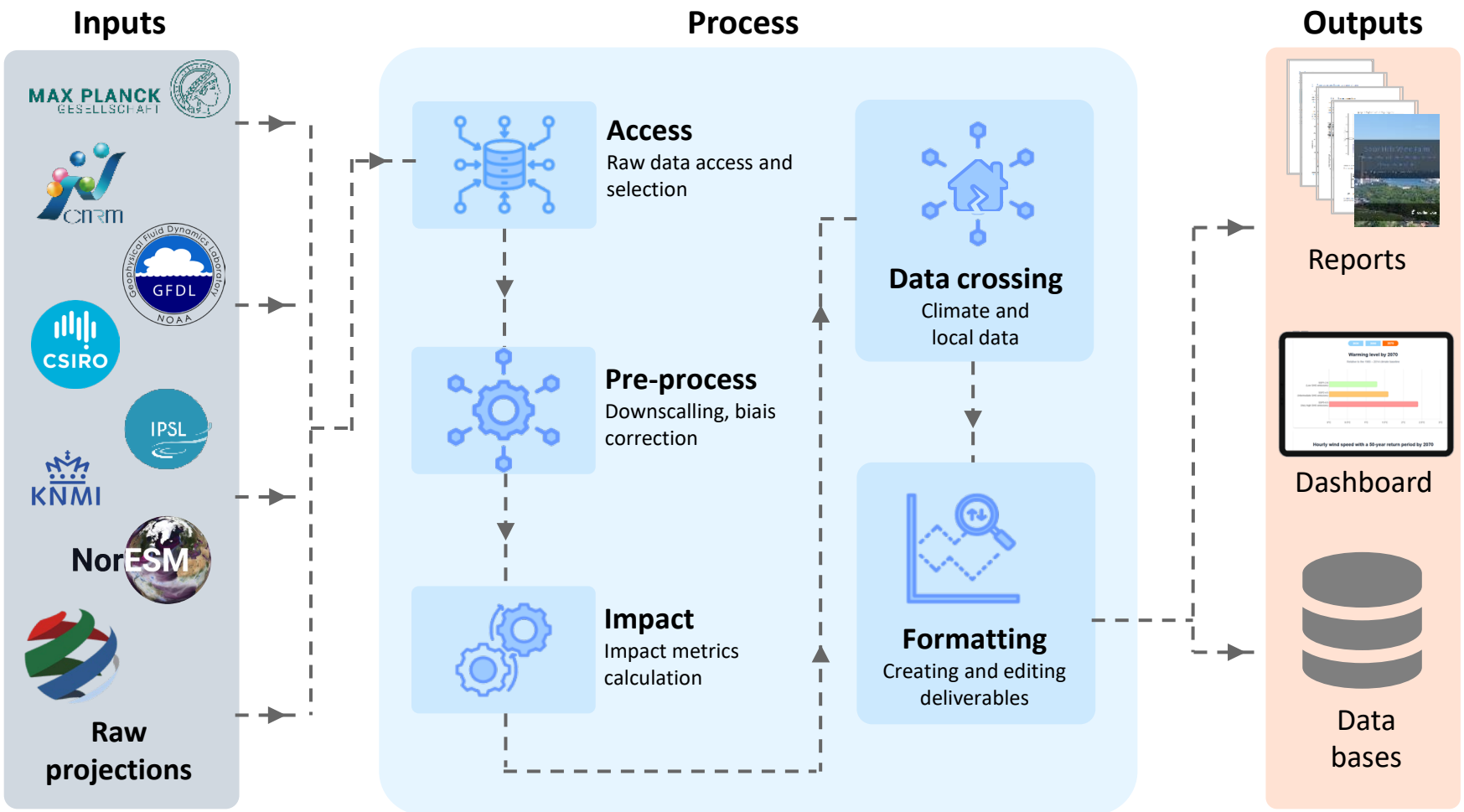
CNPP Prévention et maîtrise des risques

TotalEnergies

VINCI



Processus Scientifique



callendar

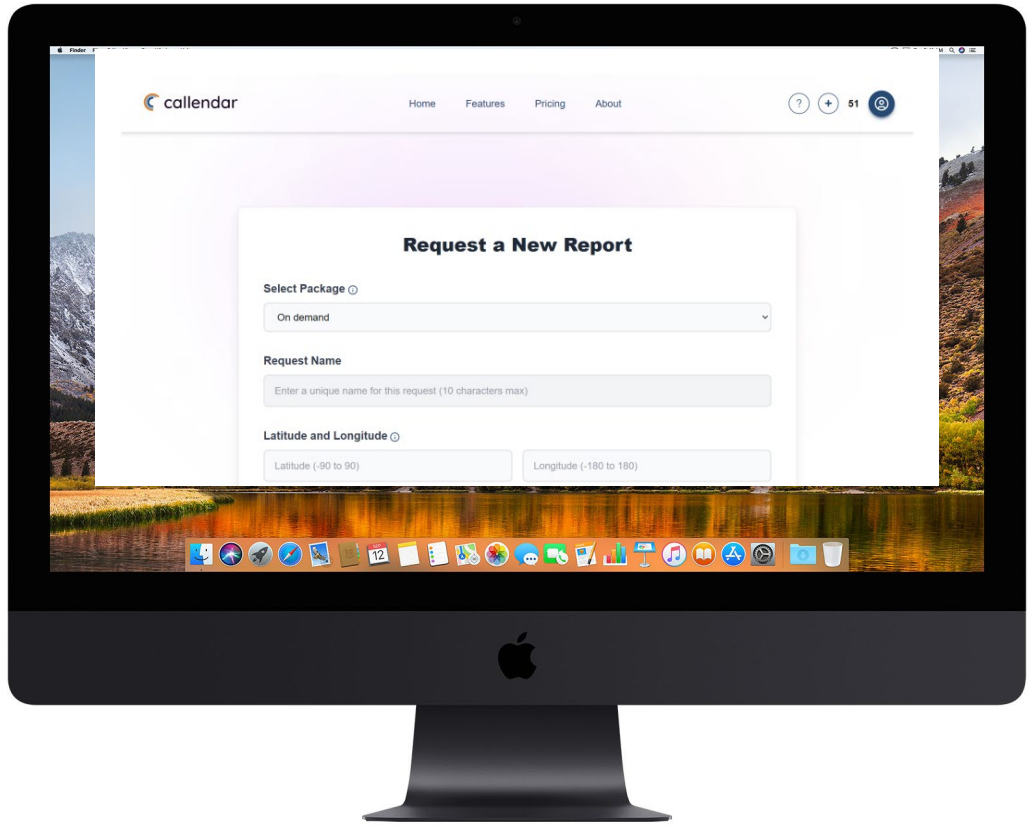
ClimateVision

Une plateform de “Cliamtology-as-a-service” pour des analyses climatiques de niveau industriel

Local and reliable, partout sur la planète

Une accessibilité inégalée

Suivi à l’échelle de l’entreprise

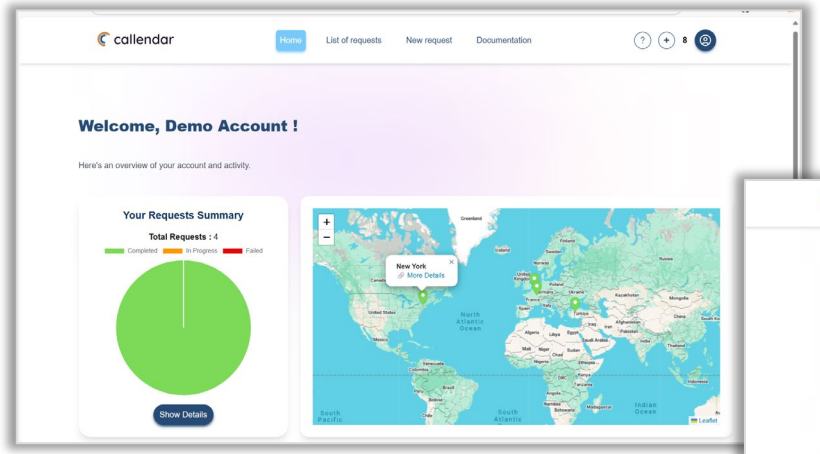


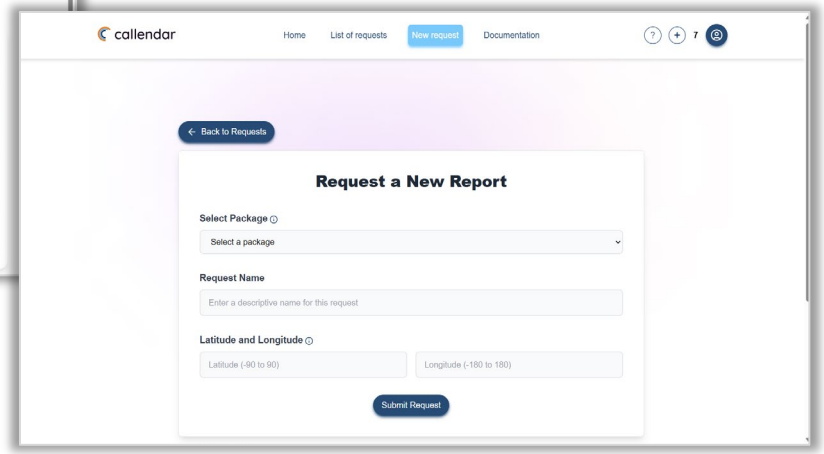
https://climatevision.callendar.tech

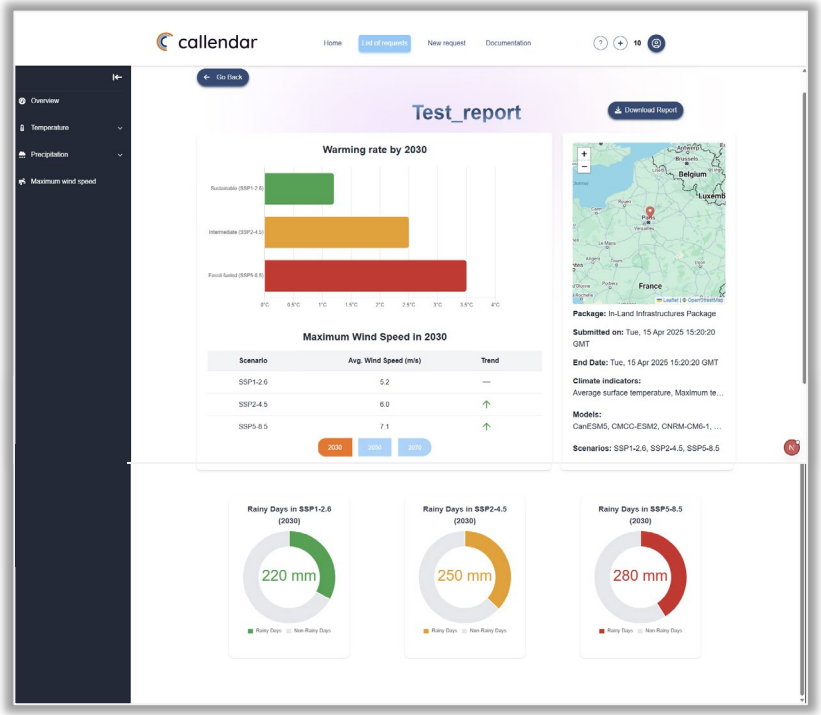
callendar

ClimateVision - SaaS Platform

Créez votre compte → **Entrez votre localisation** → **Obtenez votre analyse de risques**







Suivi à l'échelle de l'entreprise

Local et fiable, partout dans le monde

En quelques heures

Quelques références

I4CE INSTITUTE FOR CLIMATE ECONOMICS

Projections de risques climatiques sur les infrastructures routières et ferroviaires françaises.

Callendar a réalisé des projections de risques chaleur, incendie et retrait gonflement d'argile compatibles avec la nouvelle Trajectoire de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique sur 520.000 kilomètres de réseau routier et 42.000 kilomètres de réseau ferrés. Ces données ont servi de base au rapport « Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C ».



SIRET 879 252 831 00018
SAS, société par actions simplifiée
RCS Nanterre 879 252 831
TVA FR 63 879 252 831

callendar

Contactez-nous :

contact@callendar.tech
www.callendar.tech

ClimateVision est extrêmement bien conçu et très simple à utiliser. Nous pouvons obtenir des rapports très rapidement, ce qui est un avantage pour nous, car nous avons des clients internes qui attendent ces informations.



Philippe Lattes
TotalEnergies – Metocean specialist

L'équipe de Callendar développe des **produits et services de grande qualité scientifique** en réponse aux défis du changement climatique. ClimateVision a un fort potentiel en France, en Europe et à l'internationale pour accompagner les acteurs de différents secteurs dans leur adaptation.



Laurent Dubus
RTE – Lead Climate Scientist

Callendar est une jeune **entreprise innovante par son approche et très scientifique**. La composition de son équipe est remarquable par la complémentarité des profils et la forte expertise de chacun. Cette rigueur apporte une construction sérieuse et mesurée dans son apport à ses clients.



Arnaud Garnier
BRGM Num – Directeur général

LAB
CEMENTLAB

Transitions constructives :

adaptation au changement climatique, résilience et performance



Mardi 17 novembre 2026 - Paris

France Ciment

Miracle Concrete

Jorge Sanchez Dolado



PhotoKrete

SOLUTIONS THAT PROTECT THE PLANET'S CLIMATE

Spin-off CLIMATE DEEPTECH qui vise à révolutionner le secteur de la construction en développant des ***MORTIERS*** dotés d'une capacité de refroidissement radiatif diurne, capables de lutter de manière globale contre l'***EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN ET LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE***





Avantages de PhotoKrete

1- **Économies remarquables sur la consommation d'énergie** pour le refroidissement des bâtiments (selon la zone climatique, elles peuvent atteindre plus de **70 %**).

2- **Fort impact sur la réduction des émissions de CO_2**. La climatisation représente actuellement 10 % de la consommation énergétique mondiale et 3,5 % des émissions de gaz à effet de serre.

3- **Une solution à l'effet d'îlot de chaleur urbain** Lors des vagues de chaleur, l'utilisation de PhotoKrete permet des ***réductions de la température urbaine de près de 10 ºC***.

4- **Une solution au réchauffement climatique.** Il renvoie en continu de la chaleur vers l'espace (~50 W/m^2). Pour la moitié de l'UE ➔ effet de réduction du réchauffement climatique

5- **Le déploiement industriel n'implique pas de coûts irrécupérables**, ne nécessite aucune modification du processus de production et n'exige donc aucun investissement industriel dans le secteur cimentier.

PhotoKrete

PhotoKrete *Technologie*

Refroidissement radiatif passif – Top 10 des technologies émergentes 2026

WORLD ECONOMIC FORUM

La technologie de refroidissement radiatif utilise la fenêtre de transparence atmosphérique (8-13 µm), appelée **fenêtre atmosphérique (AW)**, pour dissiper passivement la chaleur de la Terre vers l'espace.

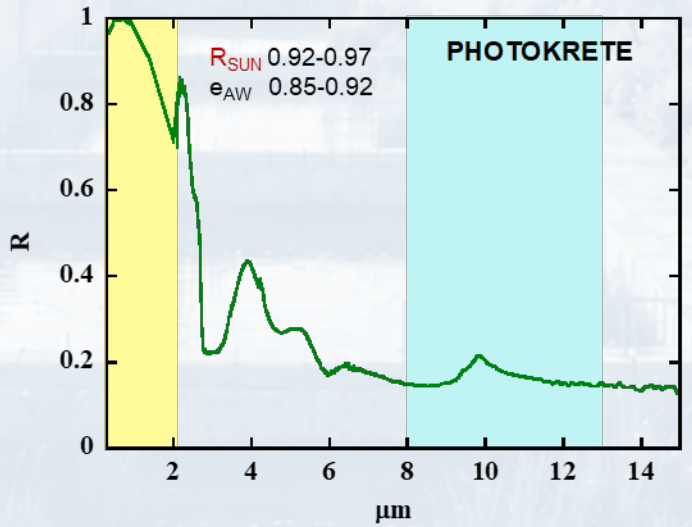
J.S. Dolado et al. *Adv. Sci* (2025).
https://doi.org/10.1002/advs.202511691

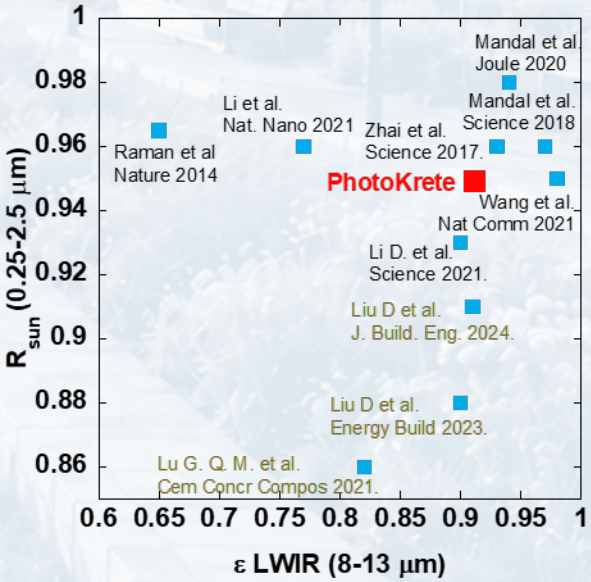
Photonic Metaconcrete with Infrared RAdiative Cooling capacity for Large Energy savings (MIRACLE)

GA 964450 MIRACLE	FET- OPEN
FETOPEN-2018-2019-2020-01	H2020



A modern Mortar with DRCC

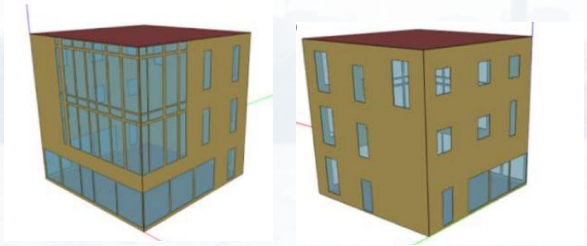


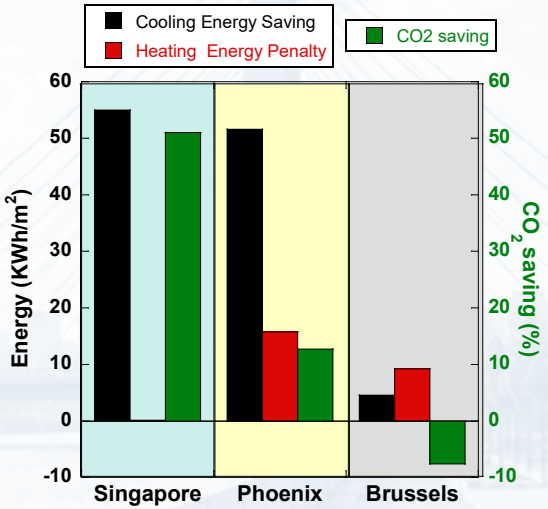


- **High emissivities and much higher reflectances than normal OPC concretes**
- **Values on par with the best daytime radiative cooling materials on the state of the art.**

PhotoKrete

Énergie de refroidissement des bâtiments



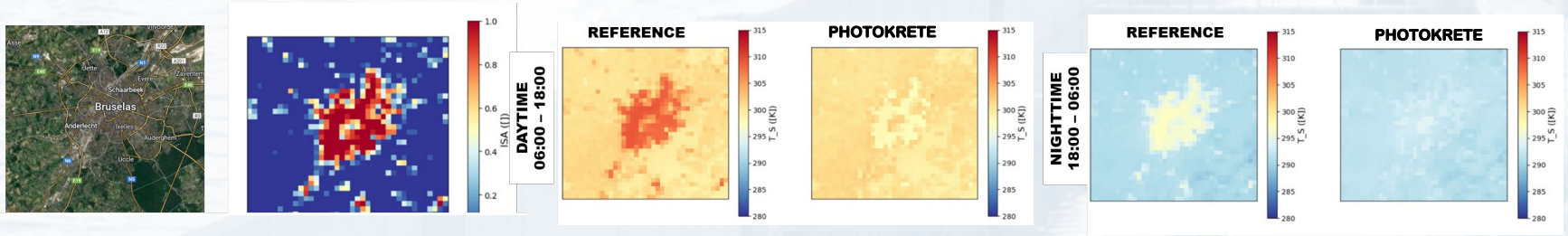


- **Importantes économies de refroidissement**

(75 % Bru, 50 % Pho&Sin)

- **PKZ est performant en refroidissement dans les climats dominés par la chaleur**

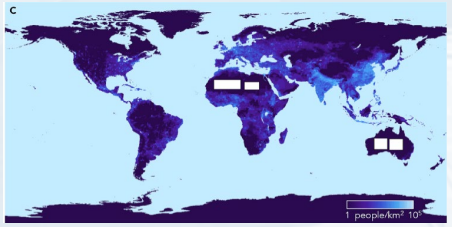
Effet d'îlot de chaleur urbain



Réduction d'environ 10 ºC le jour
Réduction d'environ 5 ºC la nuit

Réchauffement climatique





Actuellement, la Terre absorbe **1 W/m²** de plus qu'elle n'en émet, ce qui entraîne un réchauffement global du climat. **Si le PKZ (+50 W/m²) était utilisé sur toute la surface de la Terre, le flux de chaleur quittant la Terre pourrait être augmenté**, et le flux radiatif net pourrait être réduit (jusqu'à zéro), stabilisant ainsi la Terre. **La moitié de la surface de l'UE, ou la moitié du désert du Sahara, serait suffisant pour arrêter le réchauffement climatique.**

PhotoKrete

De la technologie au marché

WORLD ECONOMIC FORUM

PRC – Top 10 des technologies émergentes 2026

Baumit · breinco · eika · Calcinor

Modèle B2B :
- Vente directe de mortier PKZ
- Royalties PKZ tech prod

2020

MIRACLE Photonic Concrete

Photonic Metaconcrete with Infrared RAdiative Cooling capacity for Large Energy savings (MIRACLE)

GA 964450 MIRACLE FET- OPEN
FETOPEN-2018-2019-2020-01 H2020

CSIC · upna · tecnalia · ain · KU LEUVEN

- Cement composition
- Microstructure
- Microadditions y micropatterns

COOLCRETE

Radiative COOLing ConCRETE(COOLCRETE)

GA 101164420 COOLCRETE
HORIZON-EIC-2023-BOOSTER-IBA-01

CSIC · upna · KU LEUVEN

- Synergies with TES
- Climatic studies



2024

IMPULSA-T

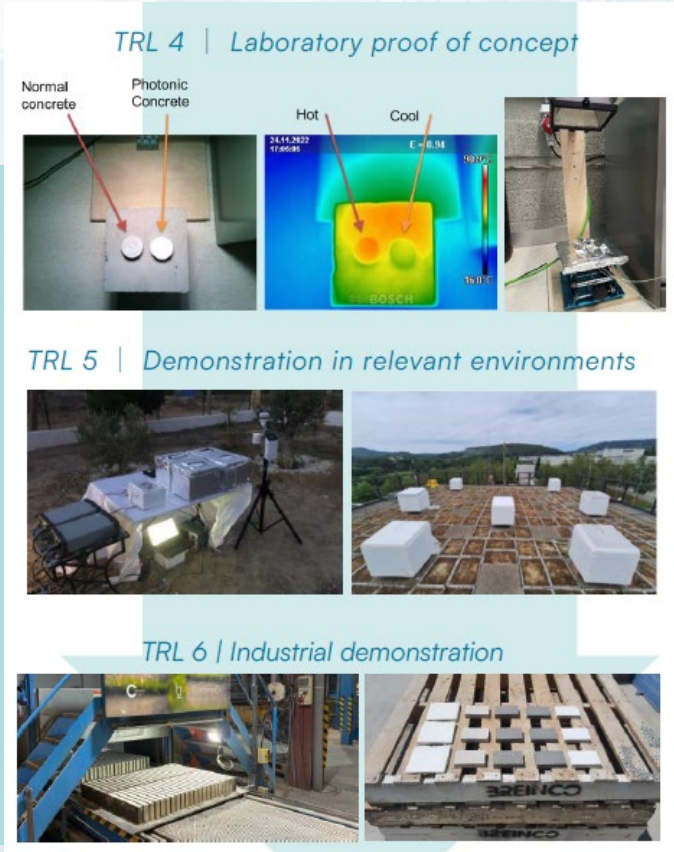
CSIC | converge Hub Innovación Abierta

Lancement du spin-off

3 BREVETS

2025-2026

BIND Corporate







PhotoKrete *Projets pilotes*

DÉMONSTRATEURS MULTICLIMATS



1. Vienne, Viva Park :
Mortier d'enduit sec et humide, T3 26 – T2 27

2. Barcelone :
Revêtements de sol urbains, briques de parement, toitures accessibles et laboratoires. T3 26 – T2 27

3. Saint-Sébastien :
Revêtements de sol et toitures
T3-T4 26

4. Bilbao :
Panneaux isolants, revêtements de sol et base photovoltaïque
T3 26 – T2 27

5. Îles Canaries :
Installations sportives et abris climatiques : toitures
T1 27-T4 27

PhotoKrete

Prix et distinctions

1er prix @ REBUILD 2025
Contech Start Forum :



Top101 Spain Up Nation 2025

EL REFERENTE
TOP 100 Startup



CEMEX VENTURES 2026
TOP 50



PRIX CSIC 2026



LAB
CEMENTLAB

Transitions constructives :

adaptation au changement climatique, résilience et performance



Mardi 17 novembre 2026 - Paris

France Ciment

HolisticView

Khelef Haddadi

HolisticView

Le ciment en France : un enjeu d'émissions majeur

10 Mt

de CO_2 par an en France



2/3 procédé (calcaire) **1/3** combustion

≈ 2 %

des émissions de gaz à effet de serre françaises



12,5 % des émissions de l'industrie

22 / 50

cimenteries parmi les 50 sites industriels les plus émetteurs



22 cimenteries sur les 50 sites

AU-DELÀ DU CO_2 : LES REJETS DU FOUR, MESURÉS EN CONTINU

NOx	NH_3	SO_2	Poussières	COV	HCl

Sources : France Ciment (2023), ADEME, Capgemini Invent (2022), Géorisques

HolisticView

Quantifier le CO_2 et les émissions : un vrai défi

CaCO3

CO_2 de procédé

Dépend de la chimie du cru et du clinker, qui varie en continu et s'analyse au laboratoire.

CSR

CO_2 de combustion

Mix de combustibles fossiles et alternatifs (CSR, biomasse) au pouvoir calorifique variable.

kWh

Électricité et polluants

AMPs, NOx, NH_3, SO_2, poussières : des systèmes de mesure et des pas de temps différents.

/ lot

Par produit, plus par an

Déclarations environnementales, CBAM depuis 2026 : il faut l'empreinte par lot et par produit.

HolisticView calcule l'empreinte par objet, en continu, à partir de vos données existantes.

HolisticView

Des objectifs conflictuels

AMPs du four

Chaque ampère non optimisé, c'est de la marge perdue.

Coûts de NH_3

L'ammoniac injecté pour réduire les NOx coûte cher.

Émissions de NOx

Respecter la réglementation sans sacrifier la production.

Débit

Produire plus avec les mêmes équipements.

Émissions de CO_2

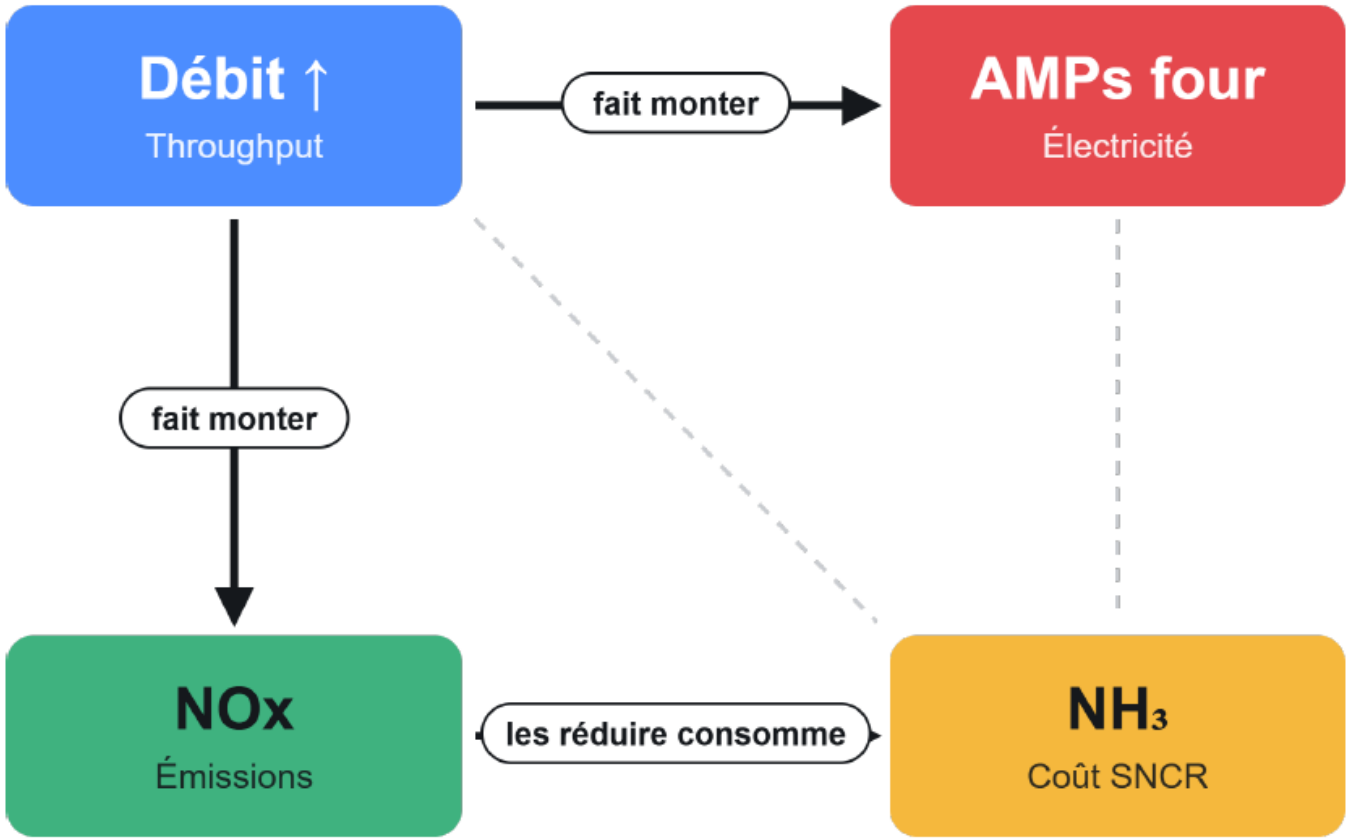
Procédé et combustion : l'enjeu de décarbonation du secteur.

Coût énergie / t clinker

Combustibles et électricité, à maîtriser tonne par tonne.

HolisticView

Des objectifs interdépendants

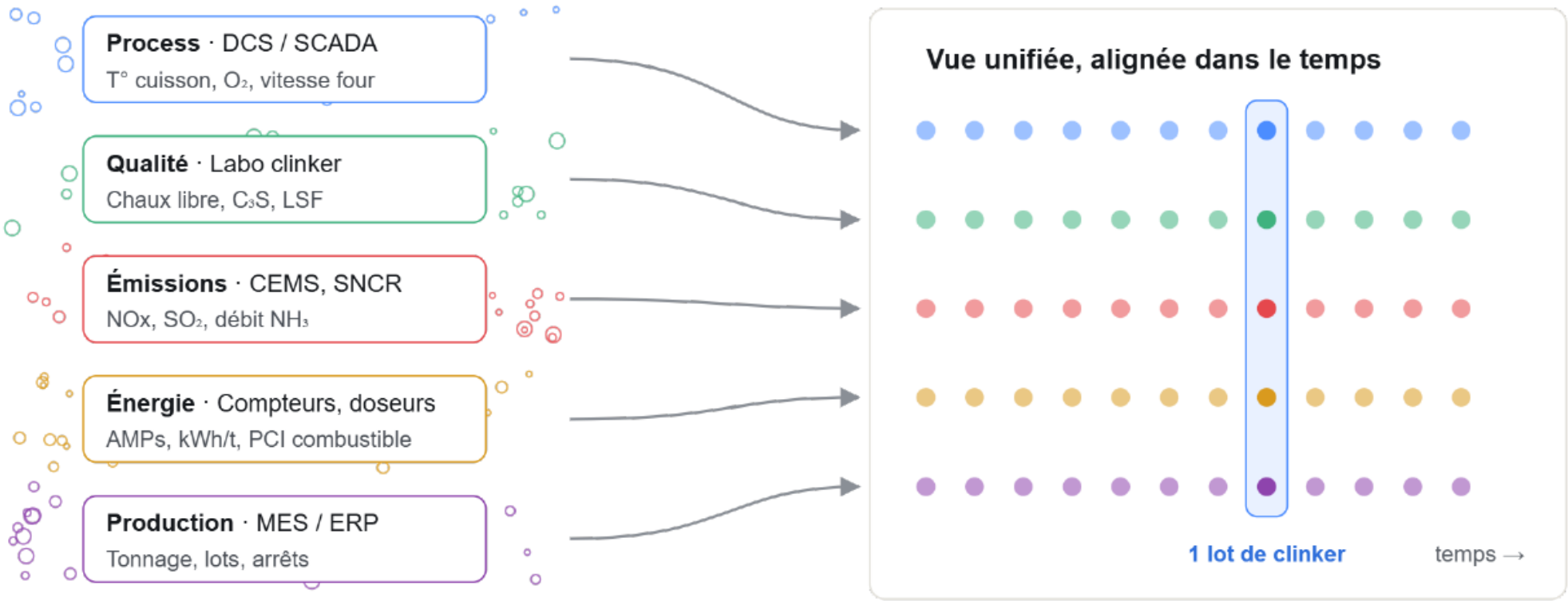


Toucher l'un, c'est perturber les autres.

Chaque levier en actionne d'autres. Optimiser un objectif isolément déplace le problème.

HolisticView

Des sources de données isolées et des systèmes qui ne communiquent pas



HolisticView

Analyse multi -paramètres

1 · Choisir l'objectif

- **AMPs four ↓**
- NH_3 ↓
- NOx ↓
- Débit ↑
- CO_2 ↓
- **Coût énergie / t ↓**

2 · Paramètres influents et leurs interactions

- **T° matière cyclone 4**
- **O_2 sortie four**
- Débit combustible
- Vitesse four
- T° zone de cuisson
- LSF clinker

3 · Plage optimale selon deux paramètres

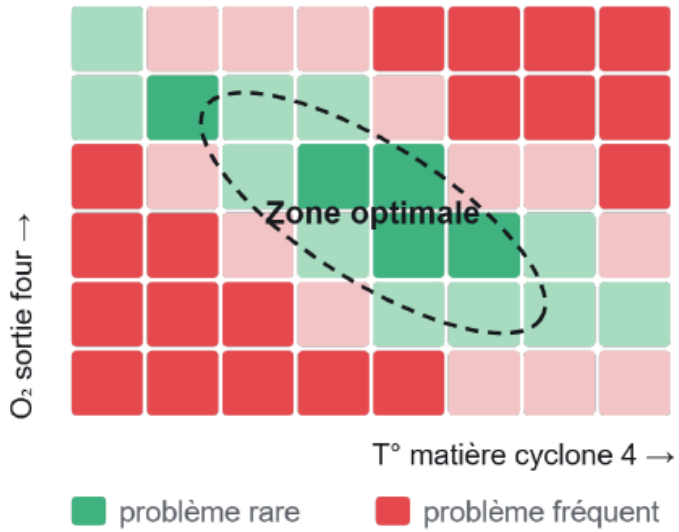


Illustration : valeurs fictives, à titre d'exemple

HolisticView

Analyse multi -objectifs

PARAMÈTRES IMPACTANTS	AMPs four	NH_3	NOx	Débit	CO_2	Coût énergie / t clinker
1 T° matière cyclone 4	**12 %**	3 %	6 %	**8 %**	4 %	**7 %**
< 810 °C	**14 %**	3 %	4 %	**11 %**	5 %	**8 %**
810 – 850 °C plage optimale	2 %	2 %	3 %	2 %	3 %	3 %
> 850 °C	**9 %**	4 %	**10 %**	5 %	**9 %**	**10 %**
2 O_2 sortie four	**9 %**	**7 %**	**11 %**	4 %	5 %	6 %
3 Débit combustible	6 %	4 %	**9 %**	5 %	**12 %**	**11 %**
4 Vitesse four	**8 %**	2 %	3 %	**10 %**	3 %	4 %
5 T° zone de cuisson	5 %	**8 %**	**12 %**	4 %	6 %	**8 %**
6 LSF clinker	4 %	1 %	2 %	3 %	**9 %**	6 %
7 Injection NH_3 (SNCR)	1 %	**12 %**	**8 %**	1 %	1 %	3 %

Fréquence du problème : faible → élevée

Illustration : valeurs fictives, à titre d'exemple

HolisticView

IA industrielle contextuelle

1 Sources
DCS, labo, CEMS, MES

→

2 HolisticView
Contexte : objets, lots, temps, KPI

→

3 Agent IA
Par exemple Claude, en langage naturel

→

4 Exploitant
Alertes, décision et action

EXEMPLE AVEC CLAUDE

Pourquoi les AMPs du four ont augmenté cette nuit ?

IA

Hausse de la T° matière du cyclone 4 dès 2 h, liée à une baisse de l'O_2 en sortie four. Pour revenir dans la zone optimale : remonter l'O_2 de [x] %.

1 Une IA ancrée dans le process
Elle raisonne sur des objets contextualisés, pas sur des signaux bruts.

2 Vos agents IA, pas une boîte noire
Claude ou un autre agent interroge directement les données de l'usine.

3 Des réponses traçables
Chaque réponse renvoie aux données sources.

Illustration : échange fictif avec Claude.

Merci pour votre attention

Plateforme de Process Intelligence pour l'industrie

SITE WEB
holisticview.io

LINKEDIN
linkedin.com/company/h -
view

E- MAIL
contact@holisticview.io

APs ↓ | NH_3 ↓ | NOx ↓ | Débit ↑ | CO_2 ↓ | Coût énergie / t ↓

CO2ST

Félicien Thiou



co2st

La décarbonation à coût maitrisé

Application d’aide à la décision pour la conception de bâtiments englobant exigences techniques, empreinte carbone et coûts

Propulsée par

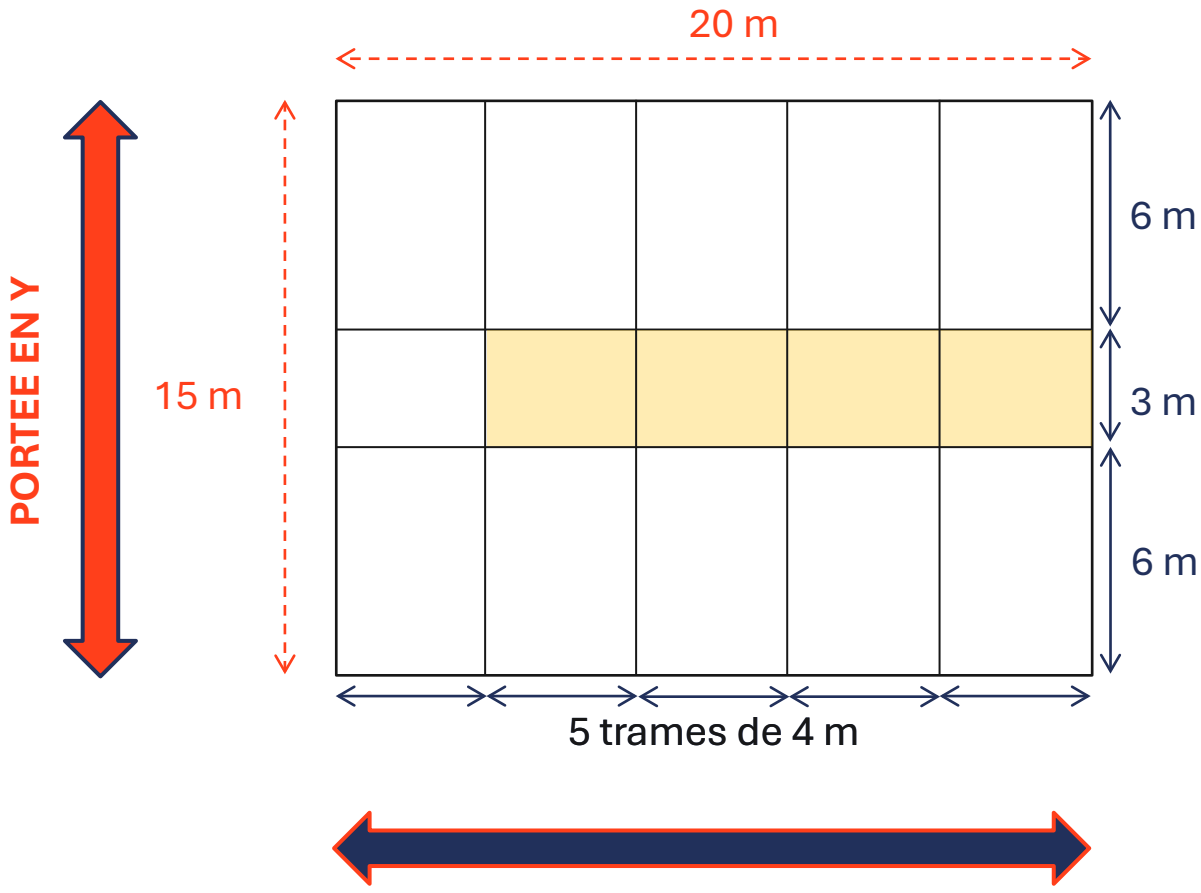
CO2LLECTIF

Accompagner la construction bas carbone

Logements Boulevard Jean Jaurès Clichy



R+7
2 135 m² SDP
SHAB / SDP = 0,84
Taux d'ouverture : environ 25%



En résumé

Référence :

Plancher : dalle pleine BPE – Empreinte standard

Façade et intérieur : voiles BPE – Empreinte standard

Ic construction :

≈ **207** kg éq CO2 / m² SHAB

Économique :

≈ **788** € / m² SHAB

Alternative 1 :

Plancher : dalle pleine BPE – Empreinte très bas carbone

Façade et intérieur : blocs béton puis voile BPE – Empreinte très bas carbone

Ic construction :

≈ **-54 kg éq CO2 / m² SHAB**

Économique :

≈ **-35 € / m² SHAB**

Alternative 2 :

Plancher : poutrelle & hourdis béton - Empreinte très bas carbone

Façade : blocs béton avec isolant biosourcée puis voile BPE - Empreinte très bas carbone

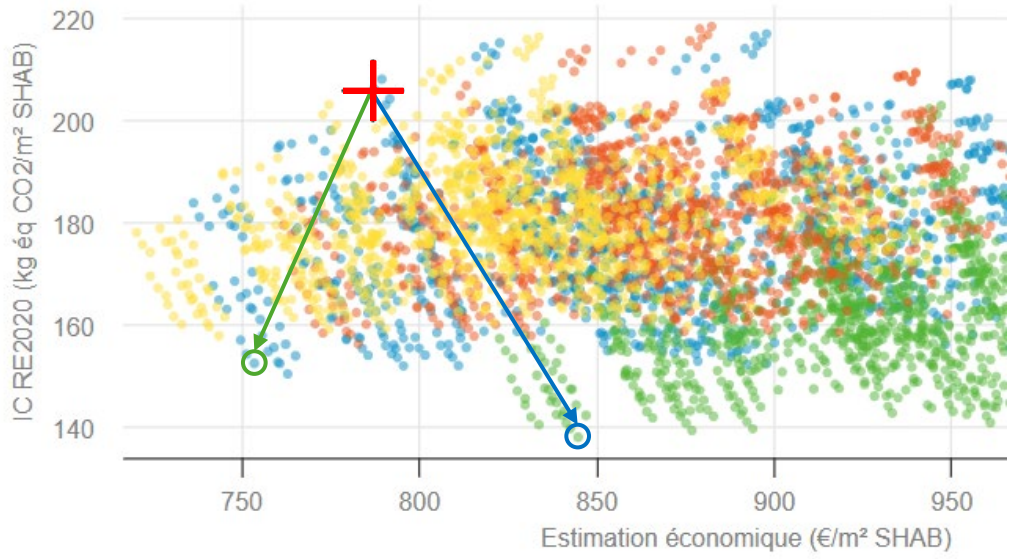
Intérieur : blocs béton puis voile BPE - Empreinte très bas carbone

Ic construction :

≈ **-68 kg éq CO2 / m² SHAB**

Économique :

≈ **+55 € / m² SHAB**



Conclusion

⇒**Rapide**

⇒**Gratuit**

⇒**Personnalisable**

⇒**Collaboratif**



LAB
CEMENTLAB

Transitions constructives :

adaptation au changement climatique, résilience et performance



Mardi 17 novembre 2026 - Paris

France Ciment

LAB
CEMENTLAB

17H10 TABLE RONDE #2

Performance vs Robustesse

Construire juste pour répondre aux besoins en restant sobre



Pierre Gueno
Animateur pour l'accélération de la Transition
Le jardin aux dragons



André Orcesi
Directeur de la recherche et de l'innovation
Cerema



Thomas Hanss
Ingénieur paysagiste et urbaniste
Villes vivantes

France Ciment

LAB
CEMENTLAB

18H00

Discours de clôture



Laure Hélard

Déléguée générale, France Ciment

France Ciment

Merci

Retrouvez France Ciment sur ses réseaux

LinkedIn

YouTube

www.france-ciment.fr



LAB
CEMENTLAB

Transitions constructives :

adaptation au changement climatique, résilience et performance



Mardi 17 novembre 2026 - Paris

France Ciment