

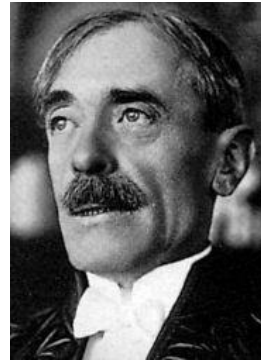
# Ecoconception des ouvrages de génie civil: un changement de paradigme

## Intervenants:

- Benjamin Daubilly, CIMbéton
- Michel Royer-Muller, ConstruireAcier
- Jean-Baptiste Simon, Bouygues TP RF

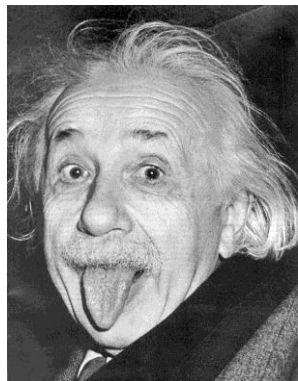
# ÉCOCONCEPTION ?

**Le temps du monde fini commence !**



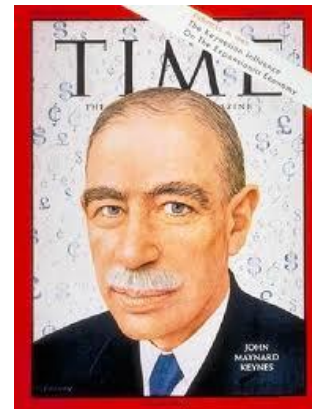
Paul Valéry

**Les problèmes importants qui sont devant nous ne peuvent être résolus par le genre de pensée qui les a créés.**



Albert Einstein

**La difficulté n'est pas de comprendre les idées nouvelles, mais d'échapper aux idées anciennes.**



John Maynard Keynes

## Sommaire :

1. Comment appréhender l'écoconception ?
2. L'écoconception selon l'AFGC
  - Matériau béton
  - Matériau acier
  - Matériau bois
3. Conclusion et perspectives

L'écoconception appliquée au produit :

- **Contribuer à prévenir et réduire les atteintes à l'environnement**, tout en répondant aux exigences techniques et en considérant les aspects économiques du moment.
- **Tout au long de son cycle de vie** : extraction des matières premières, production, transport, utilisation et fin de vie.

Deux types de performances environnementales doivent être distinguées :

- celles **intrinsèques au produit** ou matériau ;
- celles qui influencent les **performances environnementales de l'ouvrage**.

**Il faut changer de dimension !**

**DD** **ACV**  
**HQE**  
**CROISSANCE VERTE**  
**ERC**

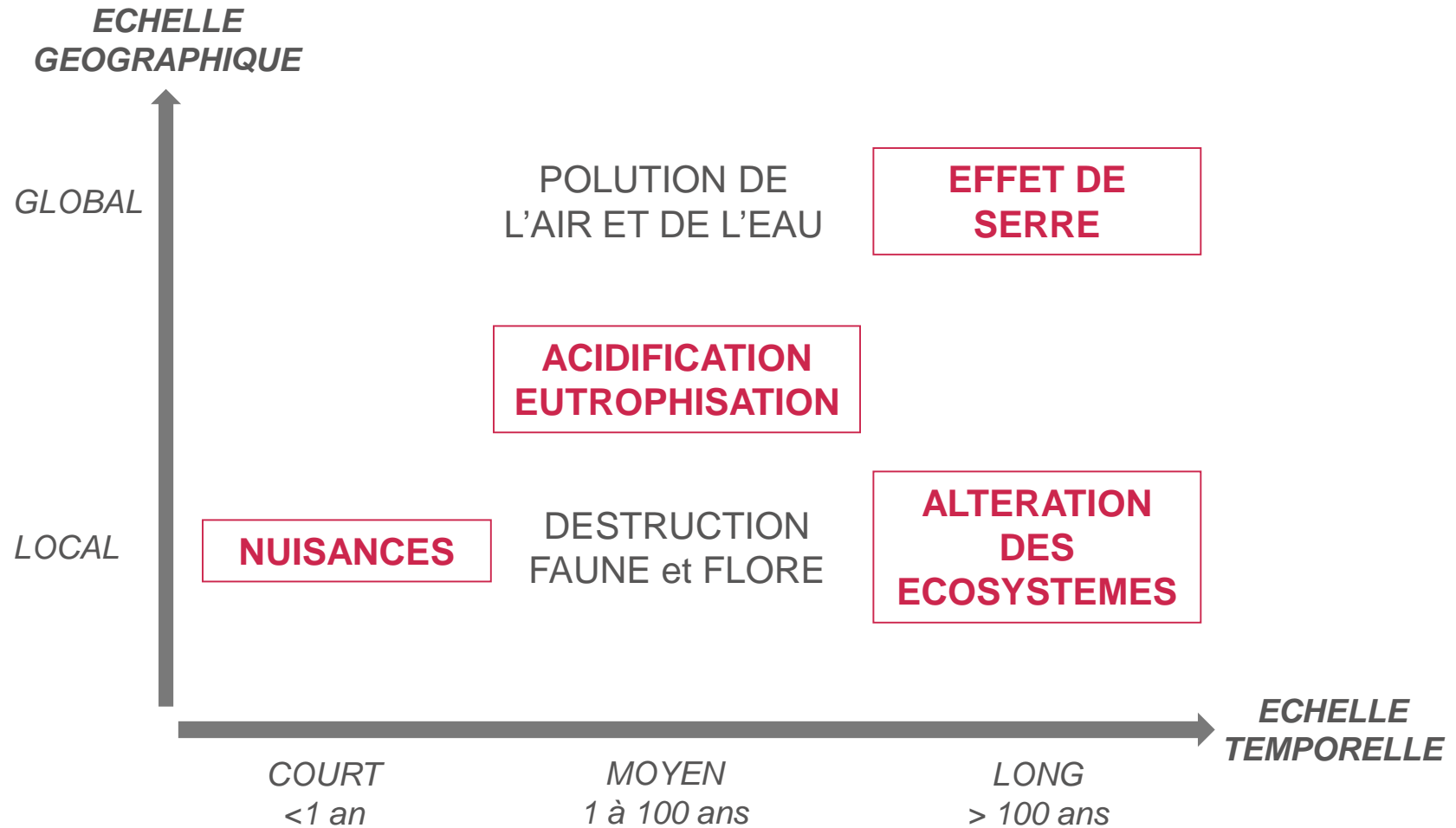


**UNE DEMARCHE  
MONOCRITERE  
Empreinte Carbone !!**

- Réduire les émissions de GES et atteindre la **neutralité carbone**
- Lutter contre les effets du **dérèglement climatique**
- Economiser les ressources et développer l'**économie circulaire**
- Préserver la **biodiversité**
- Améliorer le **cadre de vie**
- Favoriser la croissance verte
- Préserver la **santé** des humains
- Réconcilier l'**humain** avec la **nature**
- ...

**POUR CONSTRUIRE L'AVENIR DE LA PLANETE  
AVEC LE VIVANT ET POUR LE VIVANT**

# ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX



Par sa dimension multicritères, l'écoconception conduit à **interroger les actions et missions de chacun** autour du projet pour aboutir à un travail pluridisciplinaire, combiner les compétences et faire évoluer les métiers vers une approche plus responsable.

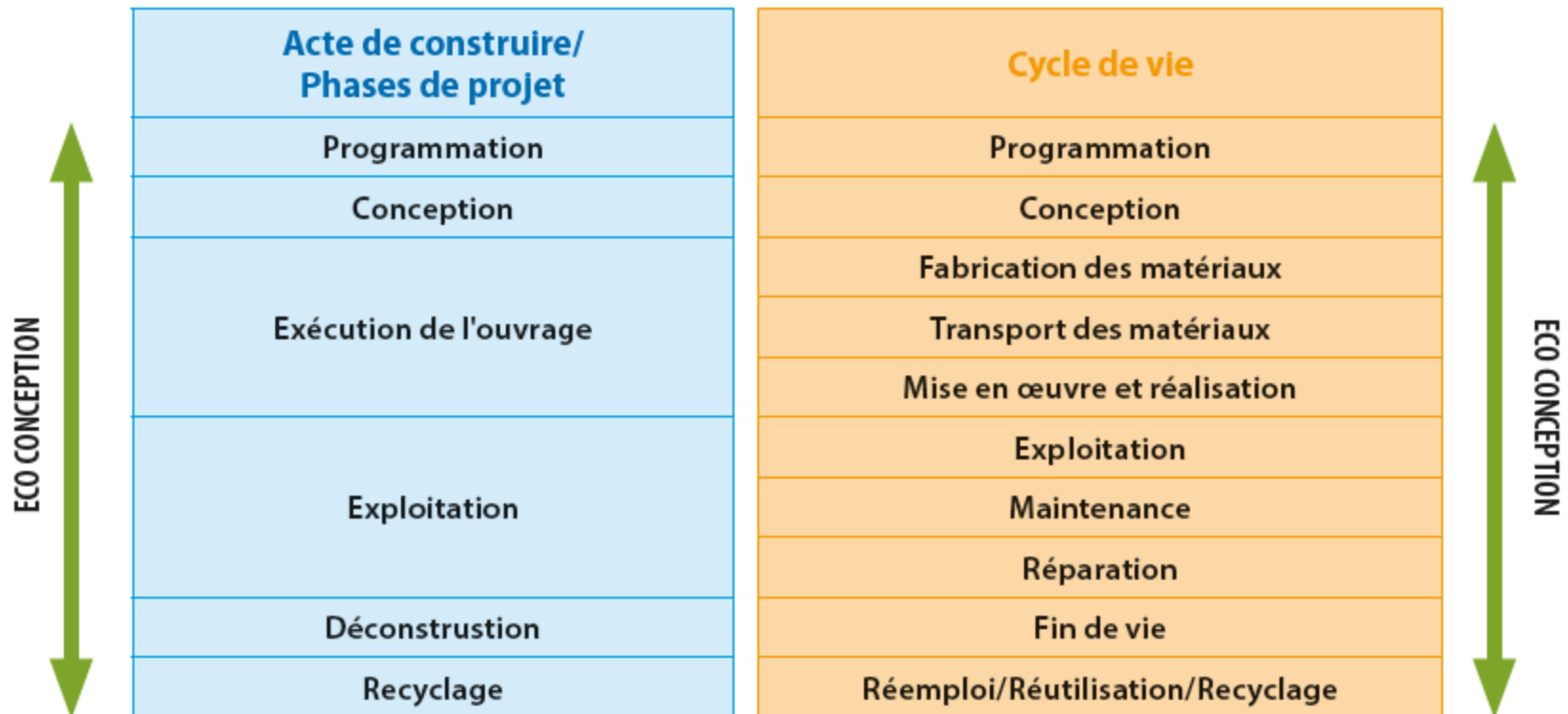
Elle ne doit pas être perçue comme une contrainte pour la profession, mais bien comme une réelle **opportunité** :

- pour le maître d'ouvrage, qui en fera un **outil pour fédérer les parties prenantes autour de son projet** ;
- pour les ingénieries (et maîtres d'oeuvre), qui l'utiliseront pour monter en gamme qualitativement dans les études produites ;
- pour l'entreprise, qui s'en servira pour **optimiser ses méthodes et pratiques d'exécution et ses phases d'intervention**.

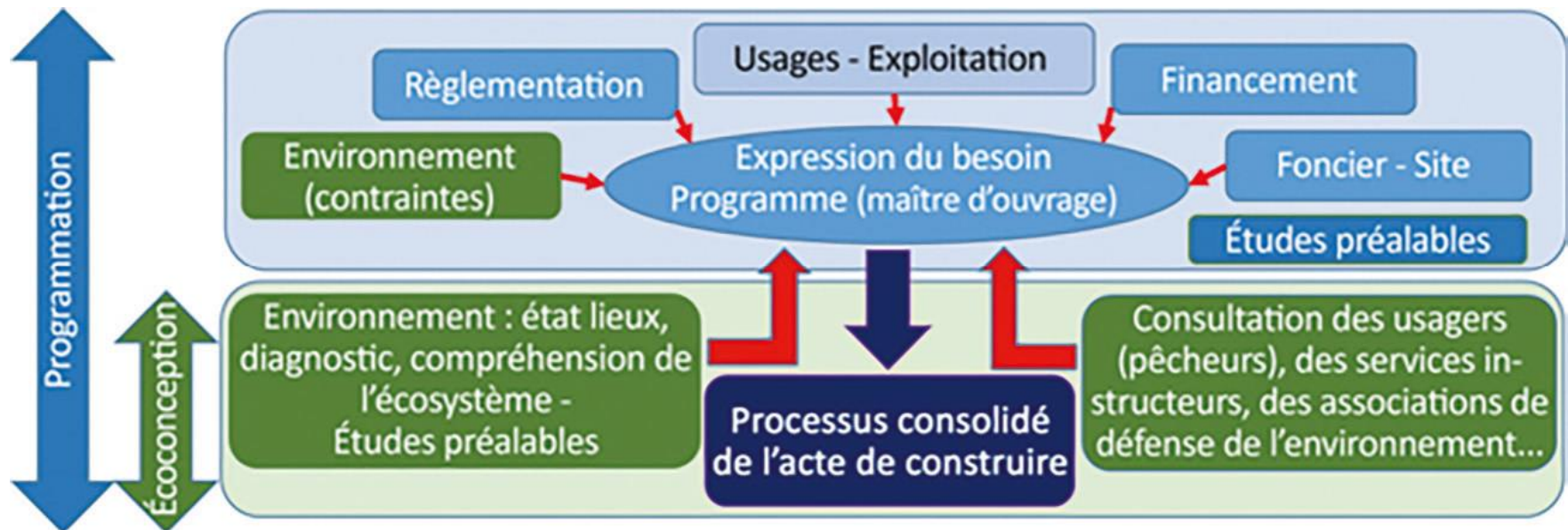
Afin de répondre à cette opportunité, les acteurs de la construction doivent proposer des solutions multicritères et faisant largement appel à **l'innovation**.



Des phases de l'acte de construire distinctes des étapes de cycle de vie:



## De la programmation ...



@ L'écoconception des infrastructures maritimes, vers un aménagement intégré à l'environnement, ISTE Éditions (S.Pioch, J.C.Souche)

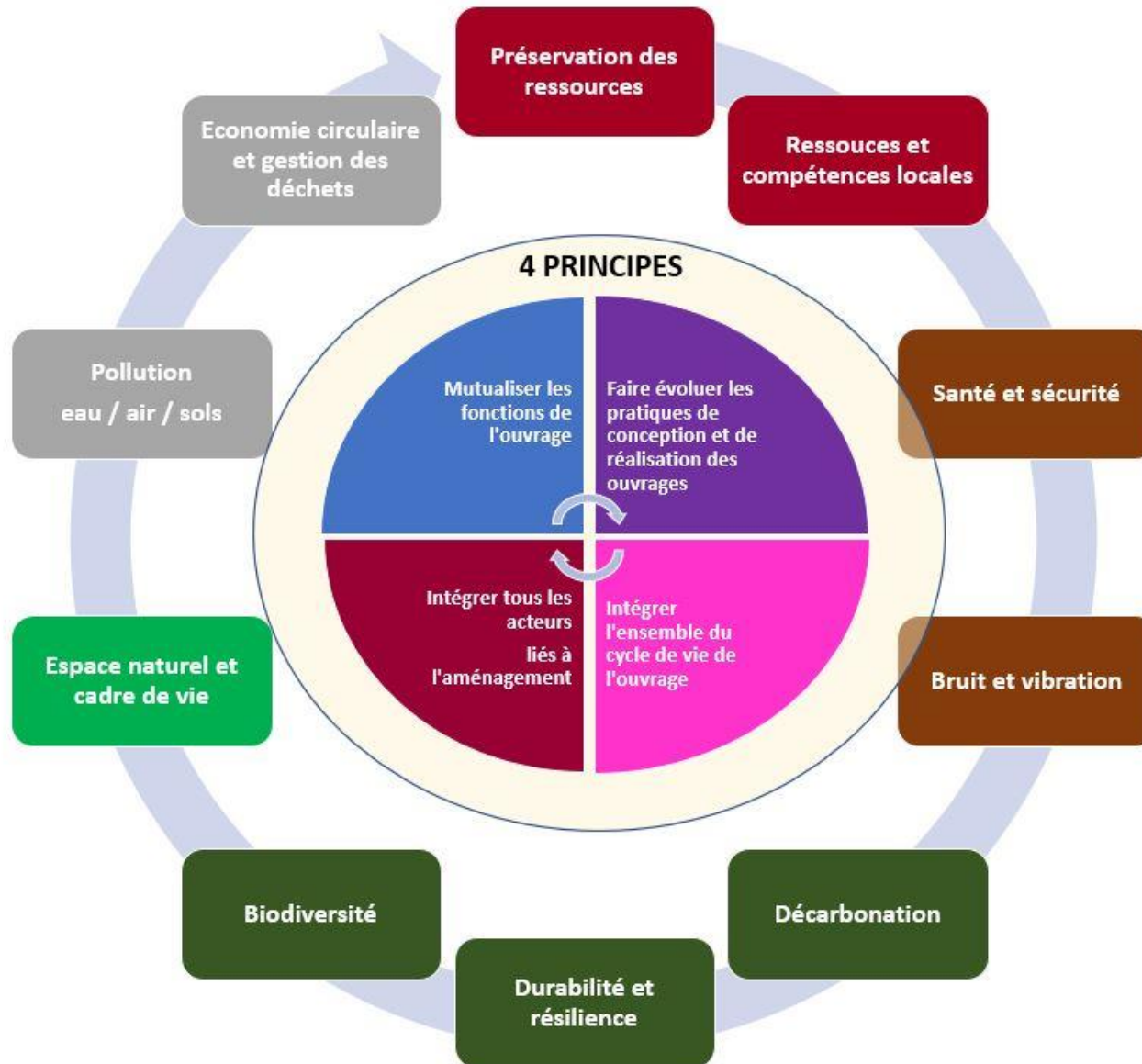
## ... A la conception, l'exécution, ...

## DEFINITION

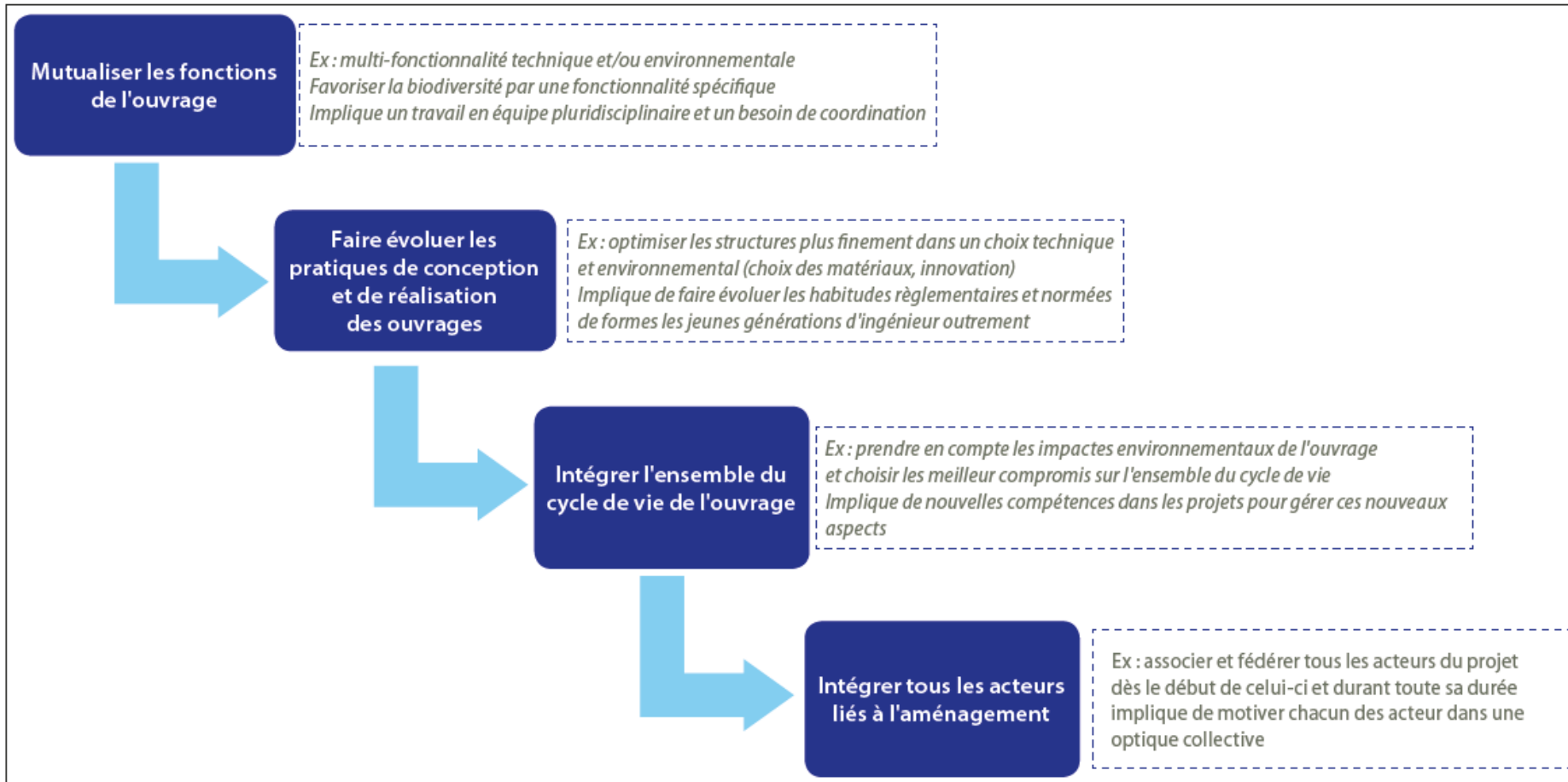
L'Ecoconception d'un ouvrage nécessite de mettre en œuvre une grande diversité d'actions selon une logique **multicritères** et **multi-étapes** impliquant **tous les acteurs de l'acte de construire** .

Elle vise à concevoir, construire et gérer un ouvrage ou une infrastructure selon une nouvelle approche responsable avec une **vision systémique** qui permet d'apporter une contribution efficace vis-à-vis des enjeux planétaires actuels en particulier la lutte contre effets du dérèglement climatique, la préservation des ressources et la sauvegarde de la biodiversité....en offrant une **co-fonctionnalité** complémentaire à l'ouvrage favorable à la **biodiversité**.

# L'ECOCONCEPTION SELON L'AFGC



## Principes clés de l'écoconception pour la construction d'ouvrages de génie civil.



- Préservation des **ressources**
- **Décarbonation**
- **Pollutions** de l'air, de l'eau et des sols
- **Economie circulaire** et gestion des déchets
- **Bruit et vibrations**
- **Biodiversité**
- **Santé et sécurité**
- **Ressources et compétences locales**
- **Espaces naturels et cadre de vie**
- **Résilience et durabilité**

Les recommandations ont pour objectif de transmettre aux concepteurs les bonnes pratiques et les éléments techniques nécessaires pour écoconcevoir les **ouvrages de génie civil**.

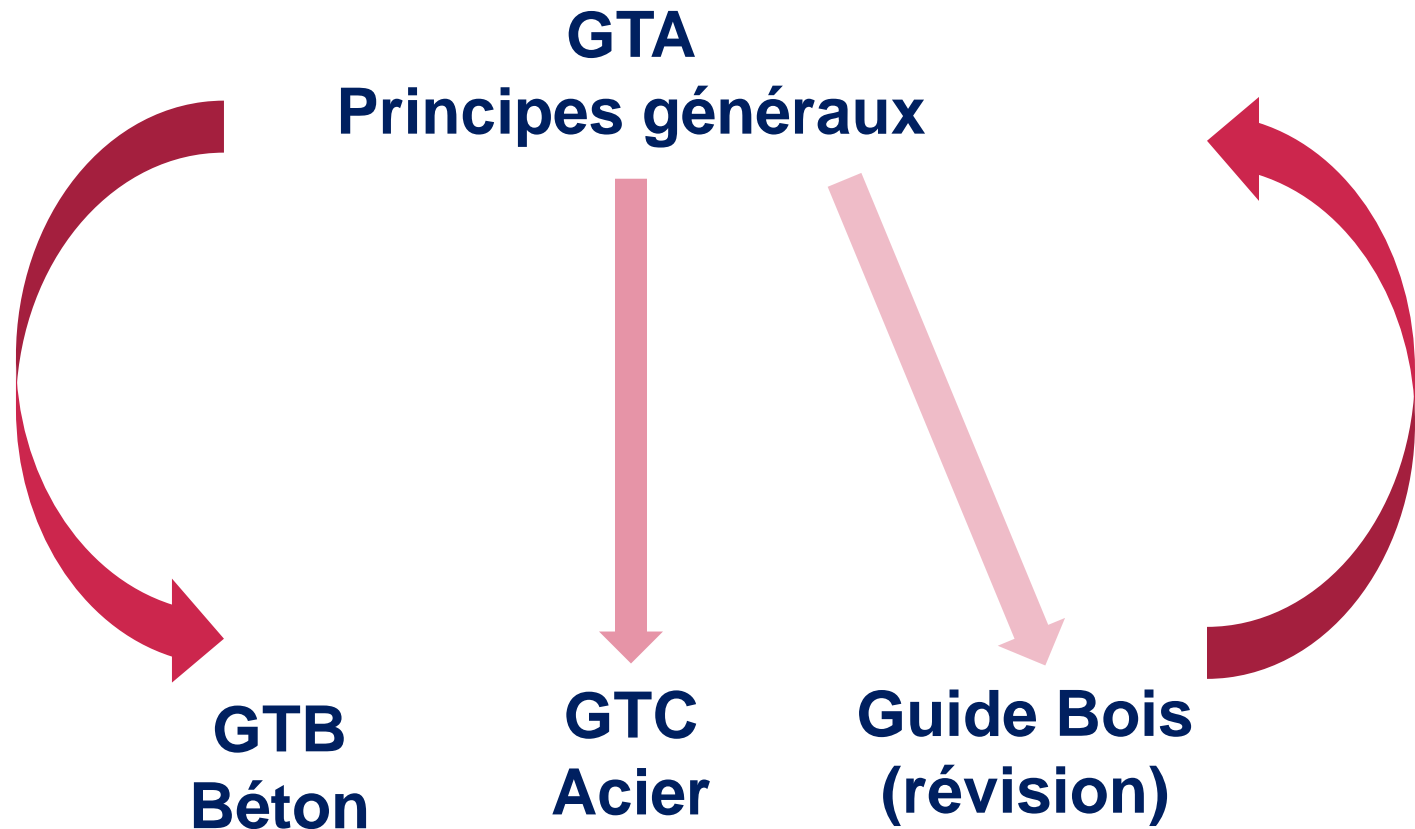
Elles déclinent les leviers potentiels pour:

- Réduire les impacts environnementaux des matériaux et de leurs transports
- Optimiser les règles de conception et de dimensionnement des structures
- Limiter les impacts de la réalisation des ouvrages et faciliter la valorisation des matériaux en fin de vie.

Elles sont destinées aux **maitres d'ouvrage, aux experts des bureaux d'ingénierie, aux maitres d'œuvre et aux entrepreneurs** en charge de la conception d'un projet d'ouvrage en béton.

Leur caractère pédagogique doit permettre leur utilisation pour des formations au sein du monde de l'**enseignement** ou dans le cadre de **formation continue**.

## Quelle définition de l'écoconception ?





# ACCÈS AUX RECOMMANDATIONS



[www.afgc.asso.fr](http://www.afgc.asso.fr)

ASSOCIATION FRANÇAISE DE  
**GÉNIE CIVIL**

Kit Ecoconception des ouvrages de Génie Civil

Documents de référence

Matériaux

Notes d'informations

Impacts écologiques

Maintenance et Vie de l'Ouvrage

Exécution et déconstruction de l'ouvrage

**> Publications > Kit Ecoconception des ouvrages de Génie Civil**



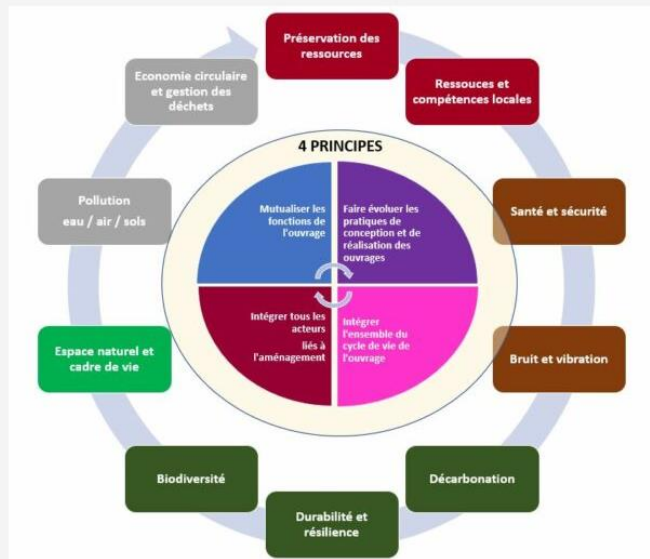
## 124 documents ! (+ d'autres à venir)

- > **Matériaux (15):** Ciments et Liants hydrauliques, Autres matériaux, Formulations, Techniques de mise en œuvre
- > **Documents de référence (48):** Lois, Arrêtés, Décrets, Normes, fascicules, CCAG, Livres, Recommandations, Guides techniques
- > **Notes d'informations (21)**
- > **Impacts écologiques (12):** Retours d'expérience, Impacts environnementaux
- > **Maintenance et Vie de l'ouvrage (4):** Notes d'informations, Fiches solutions
- > **Exécution et déconstruction de l'ouvrage (24):** Economie circulaire et gestion des déchets, Préservation des ressources, Biodiversité, Bruit et vibrations

# 2 FAÇONS DE NAVIGUER

## > ... > Kit Ecoconception des ouvrages de Génie Civil

L'écoconception, un changement de paradigme



(En cliquant sur les liens ci-dessous vous accédez aux documents associés à chaque principe ou critère)

➔ Accès à l'ensemble des documents se rapportant au critère (**image cliquable**)

## > ... > Documents de référence ( ou Matériaux, ...)

Publications

### Documents de référence

#### LOIS ARRETES DECRETS

- ARRETE FIXANT LES CRITERES DE SORTIE DU STATUT DE DECHET POUR LES TERRES EXCAVEES ET SEDIMENTS ayant fait l'objet d'une préparation en vue d'une utilisation en Génie Civil ou en aménagement
- DECRET N° 2017-725 DU 03/05/17 RELATIF AUX PRINCIPES ET MODALITES DE CALCUL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DES PROJETS PUBLICS
- LOI RELATIVE A LA LUTTE CONTRE LE GASPILLAGE ET A L'ECONOMIE CIRCULAIRE Loi n°2020-105 du 10 Février 2020
- LOI PORTANT LUTTE CONTRE LE DEREGLEMENT CLIMATIQUE ET RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE FACE A SES EFFETS Loi n°2021-1104 du 22 aout 2021
- LOI RELATIVE A LA TRANSITION ENERGETIQUE POUR LA CROISSANCE VERTE Loi n°2015-992 du 17 aout 2015
- LOI POUR LA RECONQUETE DE LA BIODIVERSITE DE LA NATURE ET DES PAYSAGES Loi n°2021-1104 du 22 aout 2021
- DECRET N°2021 DU 25/03/21 RELATIF A LA TRACABILITE DES DECHETS DES TERRES EXCAVEES ET DES SEDIMENTS
- DECRET N°2021-254 DU 09/03/21 RELATIF A L'OBLIGATION D'ACQUISITION PAR LA COMMANDE PUBLIQUE DE BIENS ISSUS DU REEMPLOI OU DE LA REUTILISATION DE MATIERES RECYCLEES

#### NORMES FASCICULES CCAG

- CCAG TRAVAUX
- FASCICULE 65 Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de Génie Civil EXECUTION DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL EN BETON
- NORME prEN 17472 CONTRIBUTION DES OUVRAGES DE CONSTRUCTION AU DEVELOPPEMENT DURABLE Evaluation de la contribution au développement durable des ouvrages de Génie Civil : Méthodes de calcul

#### LIVRES

- L'ECOCONCEPTION DANS LE BATIMENT EN 37 FICHES OUTILS
- LA PRATIQUE DE L'ECOCONCEPTION EN 53 OUTILS
- ECO-CONCEPTION DES ENSEMBLES BATIS ET DES INFRASTRUCTURES
- ECO-CONCEPTION DES ENSEMBLES BATIS ET DES INFRASTRUCTURES Tome 2
- BETON ECOLOGIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE : L'essentiel de ce qu'il faut savoir pour réussir la transition
- Les Bétons de Fibres

➔ Accès direct à l'ensemble des **documents de référence, Fiches matériaux, ...**

**GTB constitué de +60 Experts de l'AFGC, 6 sous-groupes**

**SG 1: CONCEPTION OPTIMISEE DES CONSTRUCTIONS**

**SG2 : MATERIAU**

**SG3 : EXECUTION et DECONSTRUCTION DES OUVRAGES**

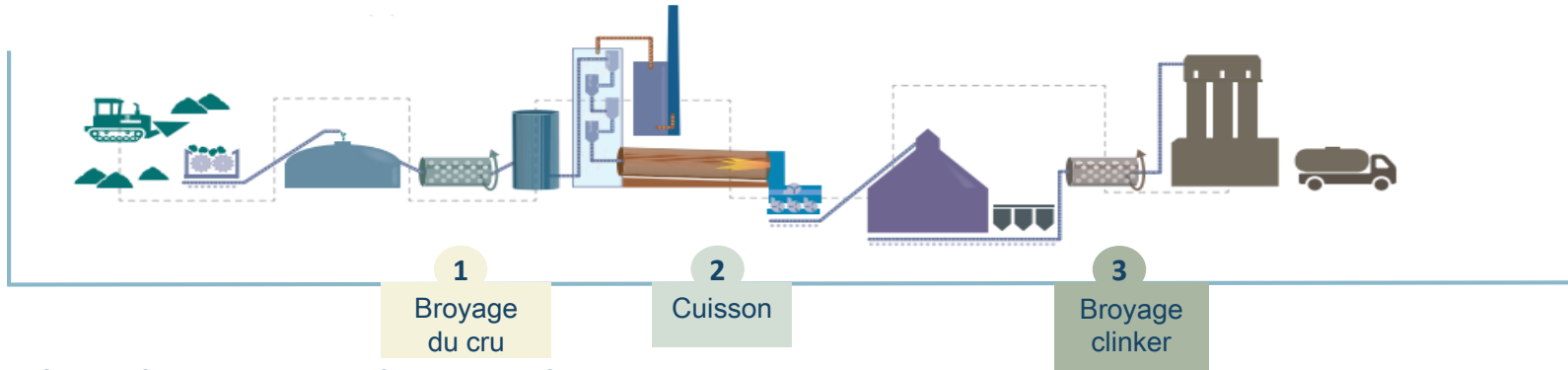
**SG4 : VIE de l'OUVRAGE- MAINTENANCE- REPARATION**

**SG5 : BIODIVERSITE BIOMIMETISME**

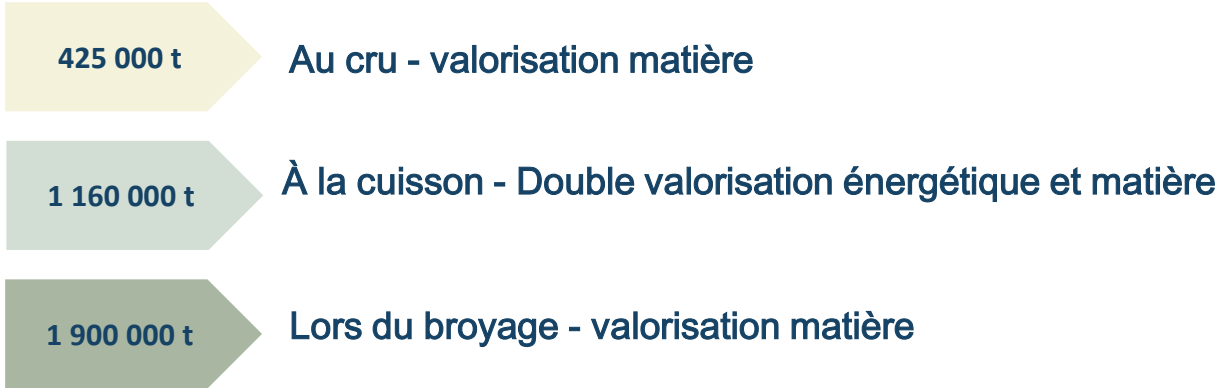
**SG 6 ACV-IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX**

## Economie circulaire (matières premières)

- Ciment



### Valorisation énergétique et matière des déchets.

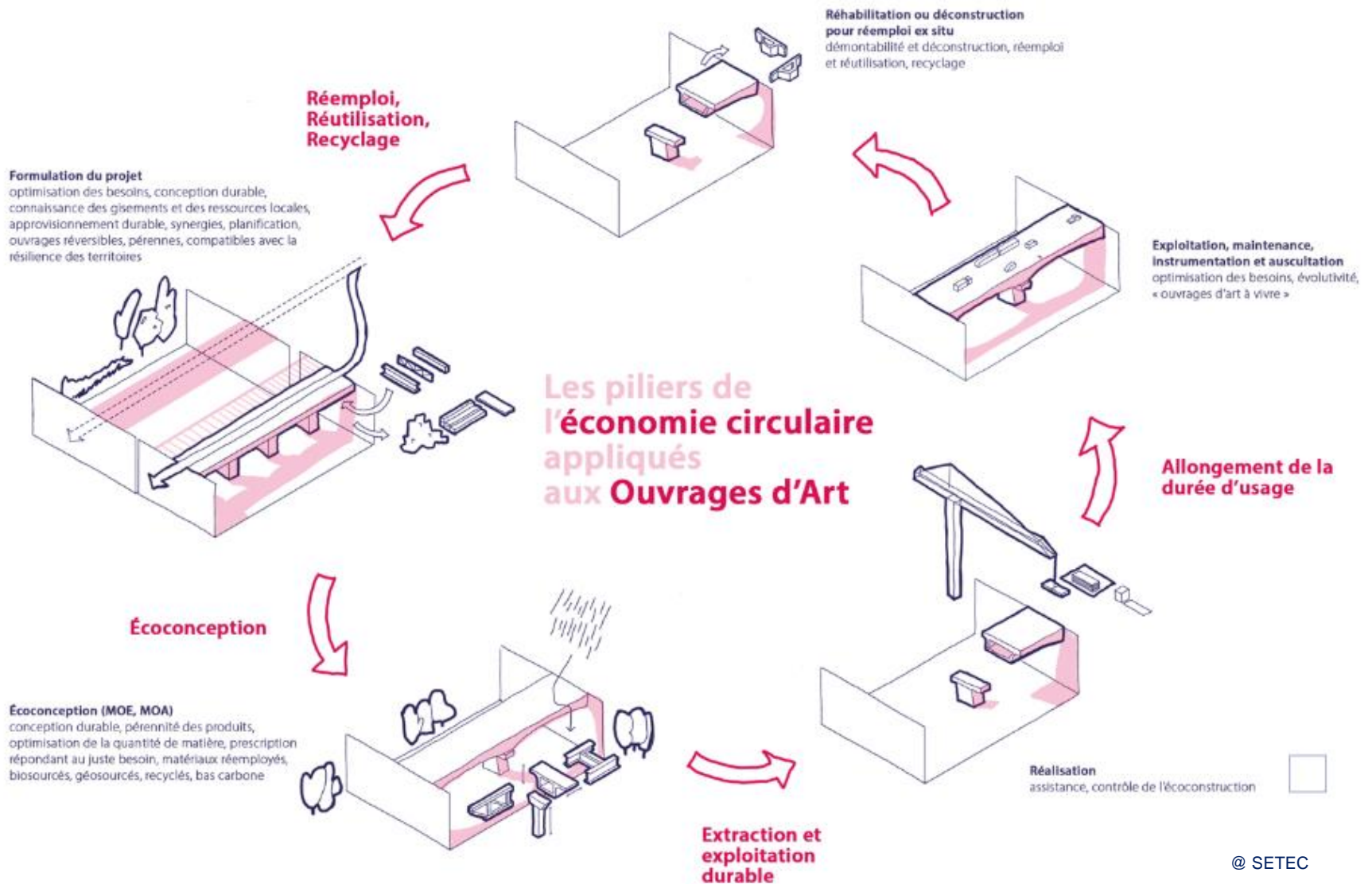


#### En 2022 :

- plus de 1,5 Mt de déchets valorisés (hors laitier)
  - plus de 0,6 Mt de ressources naturelles préservées
- ➔ Plus de 1,8 million de tonnes de CO<sub>2</sub> d'origine fossile économisées.

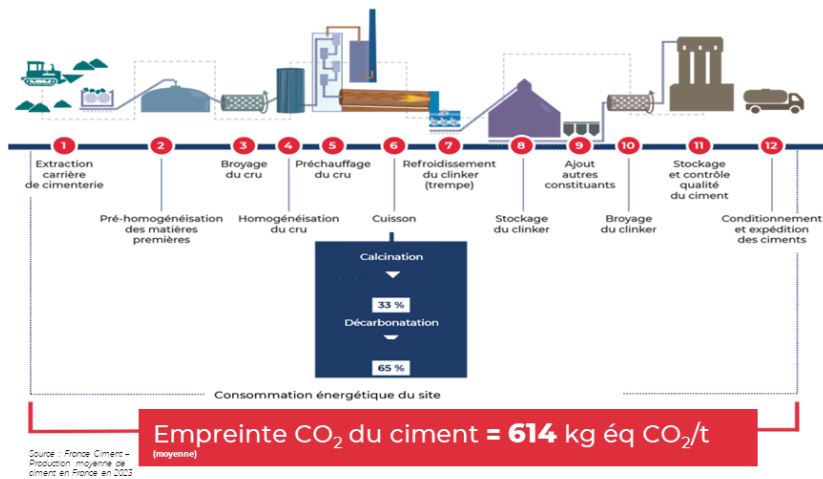
- Granulats recyclés
- Eau recyclée
- Aciers recyclés

## Economie circulaire



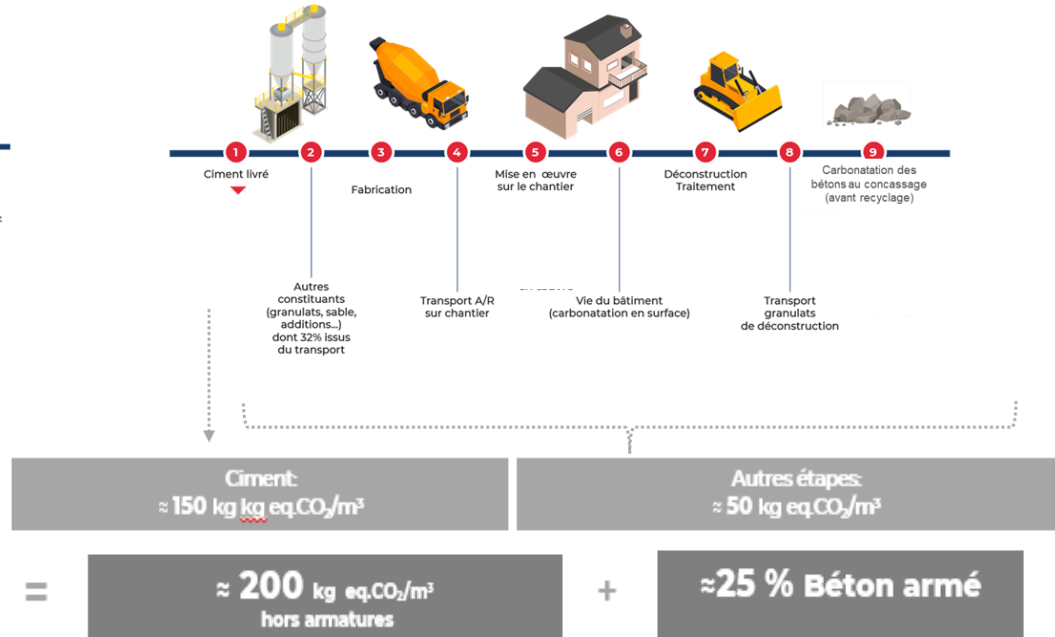
## Décarbonation - matériau béton

### Du ciment

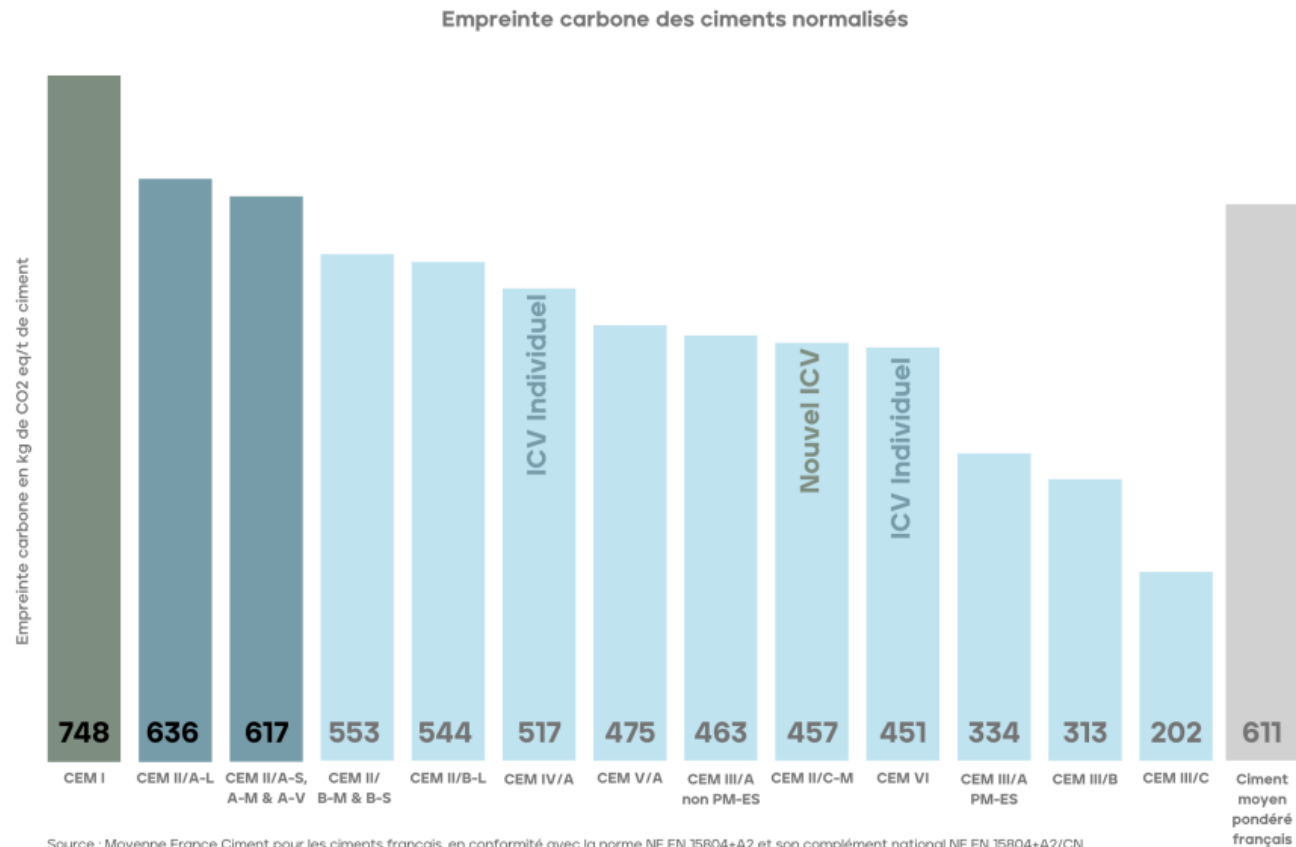


...

### au béton



## Décarbonation - le cas du ciment



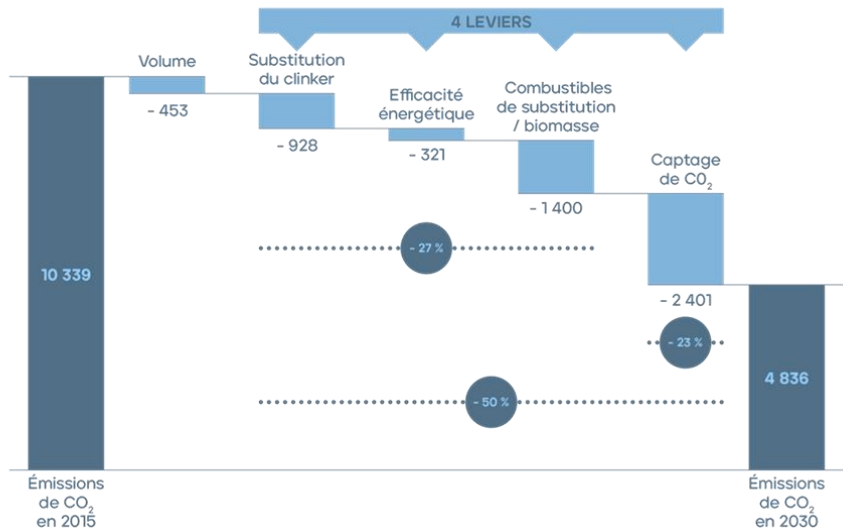
Source : Moyenne France Ciment pour les ciments français, en conformité avec la norme NF EN 15804+A2 et son complément national NF EN 15804+A2/CN  
Données valables pour les ciments des adhérents de France Ciment.  
Reproduction du graphique selon accord préalable de France Ciment, Mars 2024.



## Décarbonation - le cas du ciment

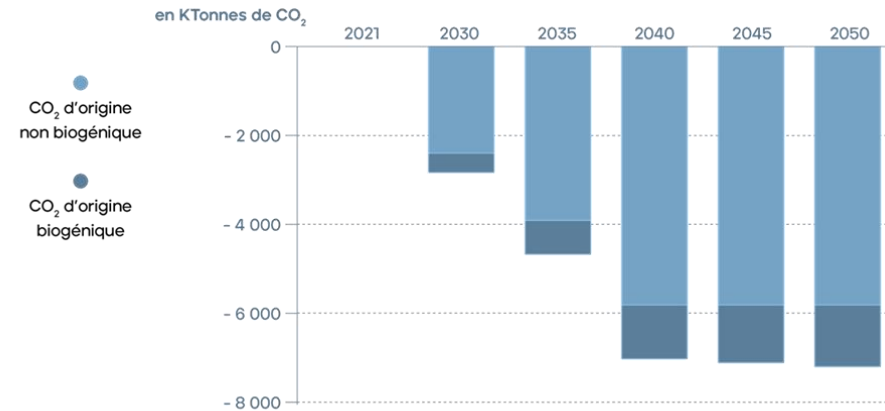
**2015 - 2030**

**Baisse des émissions de CO<sub>2</sub> entre 2015 et 2030**  
en KTonnes de CO<sub>2</sub>



**2030 - 2050**

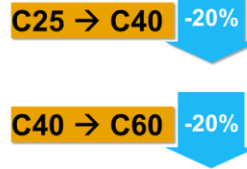
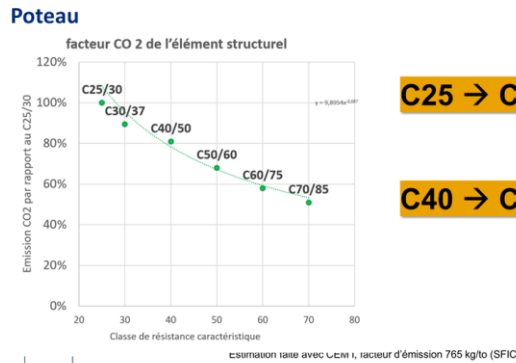
**Capture du CO<sub>2</sub> (volumes annuels)**



Développement du CCS/CCU en France:  
K6 Lumbres  
GOCO2  
...

## Décarbonation - écoconception

Formulation des bétons :  
 approche prescriptive, bétons  
 d'ingénierie, approche  
 performantielle

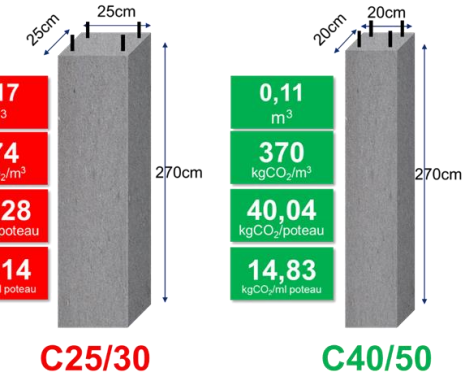


Optimisation du dimensionnement

Poteau, avec aciers, cycle de vie complet

$$A_{c,nec} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd}}$$

volume	0,17 m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> par m <sup>3</sup> (aciers inclus)	274 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> par poteau	46,28 kgCO <sub>2</sub> /poteau
CO <sub>2</sub> par m. linéaire	17,14 kgCO <sub>2</sub> /ml poteau



Précontrainte par post-tension



## Décarbonation - écoconception



@Lavigne Chéron Architectes

**Impression 3D**

**Mixité des matériaux**



© Xavier BOYMOND



**BFUP**

## Biodiversité

Développement de la faune et de la flore sous-marines sur un corps mort en béton après un mois d'immersion.

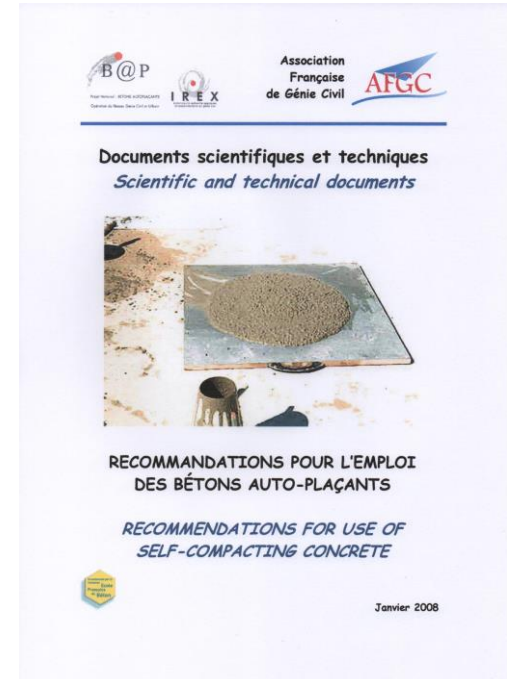
© J.C. Souche



@Demathieu Bard Construction

## Bruits, vibrations

## Béton autoplaçant



## Préfabrication

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- Intégration des fiches du GTC - Acier
- Révision du guide Bois
- Exploitation des fiches : Wiki (été 2024 ?)
- Rédaction d'un Guide méthodologique

## ETAPES CLEFS

Etapes	Sigle
PROGRAMMATION	P
CONCEPTION	C
FABRICATION DES MATERIAUX	FM
REALISATION	R
EXPLOITATION, MAINTENANCE ET REHABILITATION	EX
DECONSTRUCTION	D

## ACTEURS CONCERNES

Acteurs	Sigle
MAITRE D'OUVRAGE	MOA
MAITRE D'ŒUVRE	MOE
FABRICANT DE MATERIAUX	P
ENTREPRISE DE TRAVAUX	E

<table border="1"><tr><td>+</td><td>-</td></tr><tr><td>×</td><td>÷</td></tr></table>	+	-	×	÷	Prise en compte du principe ou du critère	Non traité	Moyennement traité	Bien traité
+	-							
×	÷							
	Pondération	-2	1	3				

Démarche de progrès