

# PROJET DEMODULOR



OLIVIER DUPONT  
22 Mars 2018  
CAUE\_92

[www.mecd.fr](http://www.mecd.fr)

# Sommaire

- ◆ MECD en quelques mots.
- ◆ Projet DEMODULOR.
- ◆ La poursuite de nos actions dans le domaine du réemploi...



# MECD en quelques mots

L'institut MECD - **Matériaux et Équipements pour la Construction Durable** - a le statut d'Association de type loi 1901

Il est riche de **neuf membres**, répartis sur le territoire métropolitain : quatre laboratoires de recherche, quatre centres techniques industriels (CTI) et le réseau CTI

Il bénéficie du soutien **Tremplin Carnot (ANR)**

# L'institut MECD – Tremplin Carnot



Le réseau des instituts Carnot  
*La recherche pour les entreprises*

Accueil

Le réseau

38 Carnot

Pour les entreprises



## Instituts Carnot & Tremplins Carnot

29 Instituts Carnot

9 Tremplins Carnot <sup>i</sup>

 3BCAR	 AgriFood Transition	 ARTS	 BRGM	 CALYM	 Cerema Effi- sciences
 Leti	 LSI	 MECD	 MICA	 Pasteur MS	
 Plant2Pro	 PolyNat	 Qualiment	 Smiles	 STAR	 Télécom & Société numérique



# L'Institut MECD

- **400 ingénieurs-chercheurs**
- **3000 clients**, acteurs de la construction, de toutes tailles
- **20 M€ recettes partenariales** avec les entreprises

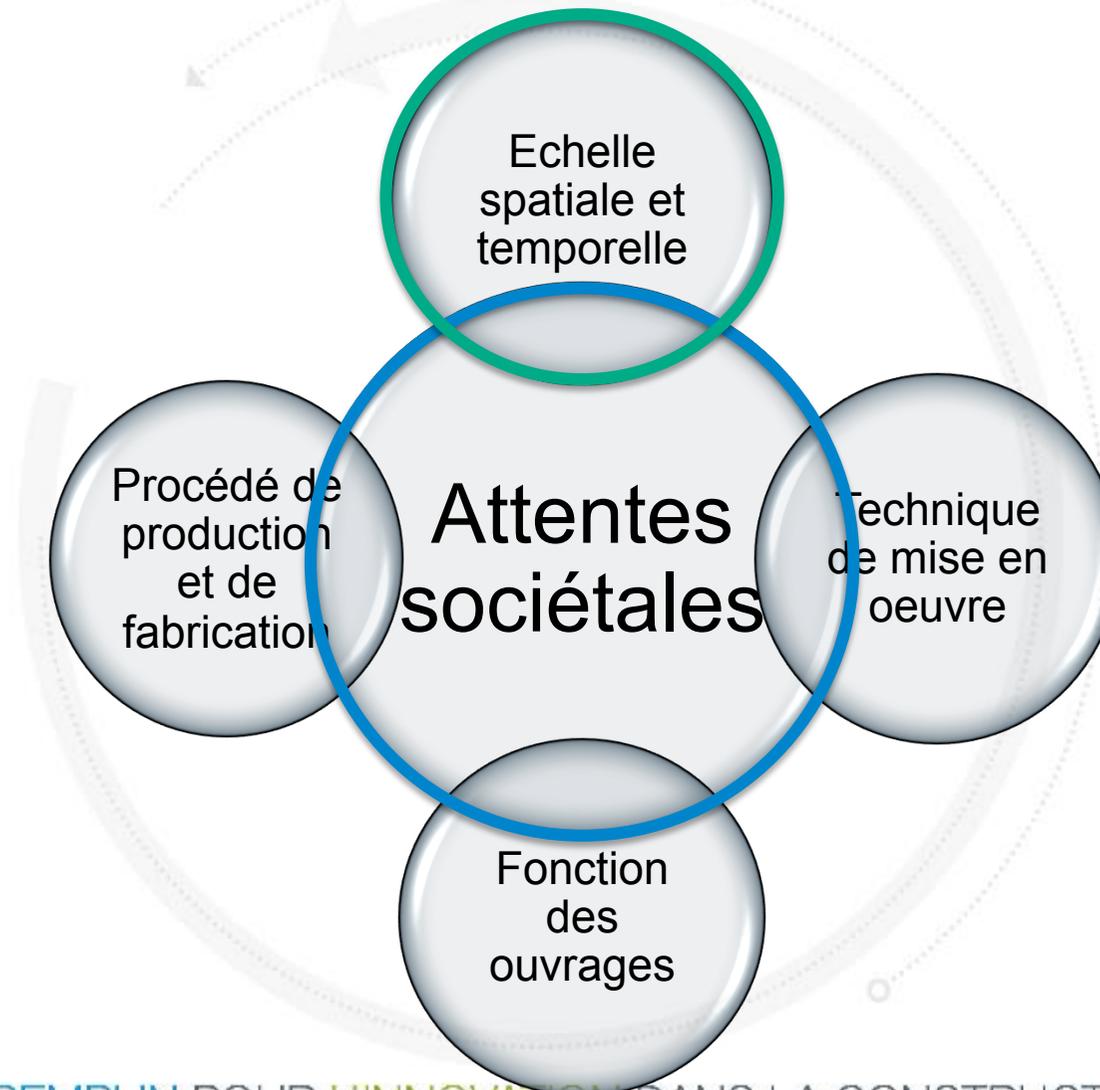


# L'Institut MECD

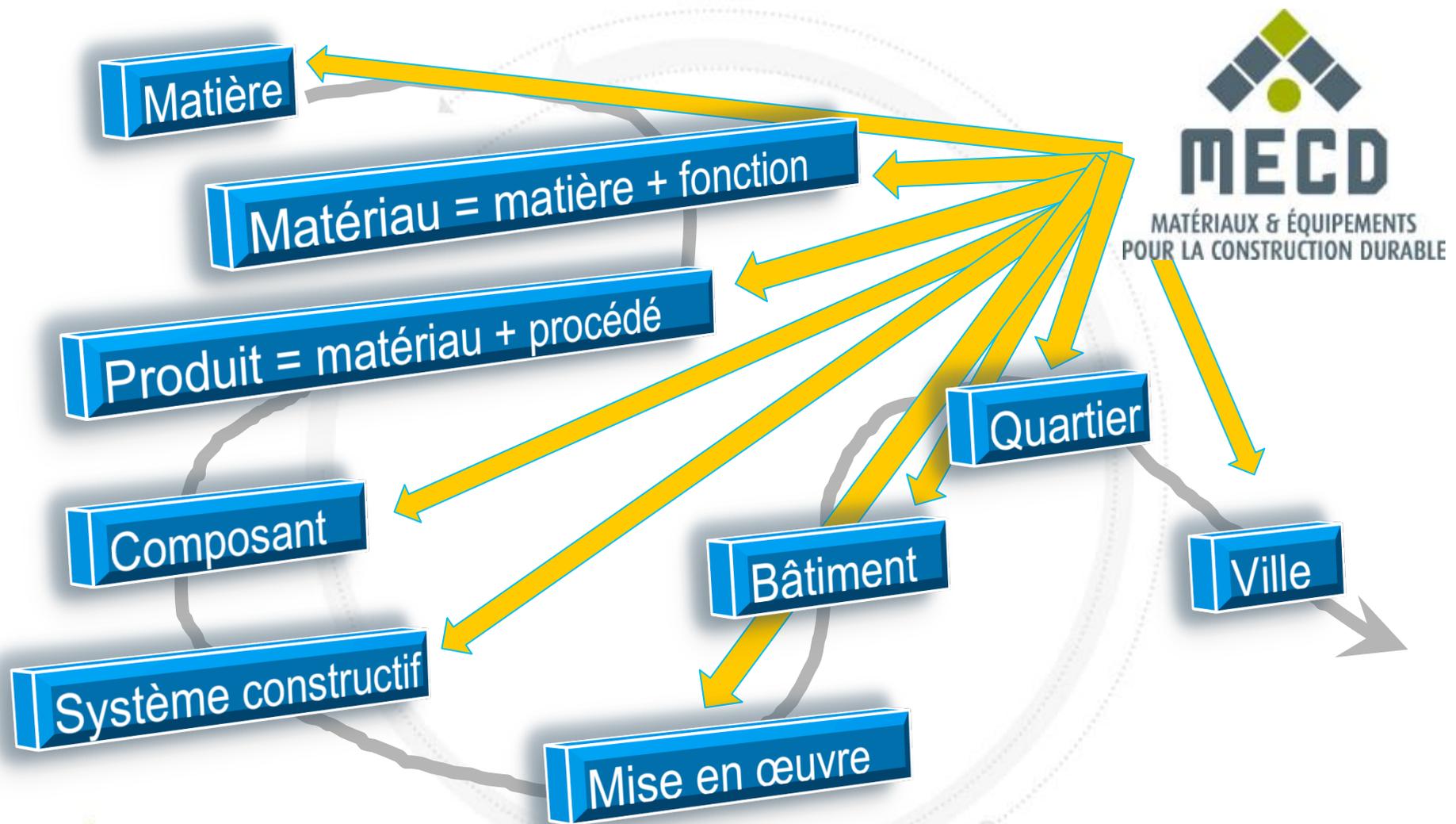
- Centre d'Études et de Recherche de l'Industrie du Béton – [CERIB](#) - Épernon
- Centre Technique de l'Industrie de la Construction Métallique – [CTICM](#) - Saint-Aubin
- Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction – [CTMNC](#) – Paris & Limoges
- Institut Technologique Forêt Cellulose Bois Aménagement – [FCBA](#) – Paris & Bordeaux
- Institut Pascal – [IP](#) - Clermont-Ferrand
- Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement – [LASIE](#) - La Rochelle
- Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions - [LMDC](#) - Toulouse
- Science des Procédés Céramiques et de Traitement de Surfaces – [SPCTS](#) - Limoges
- Réseau CTI – [RCTI](#) - Paris

# Construction : un secteur pluridimensionnel

Une approche multi-échelle prenant en compte :



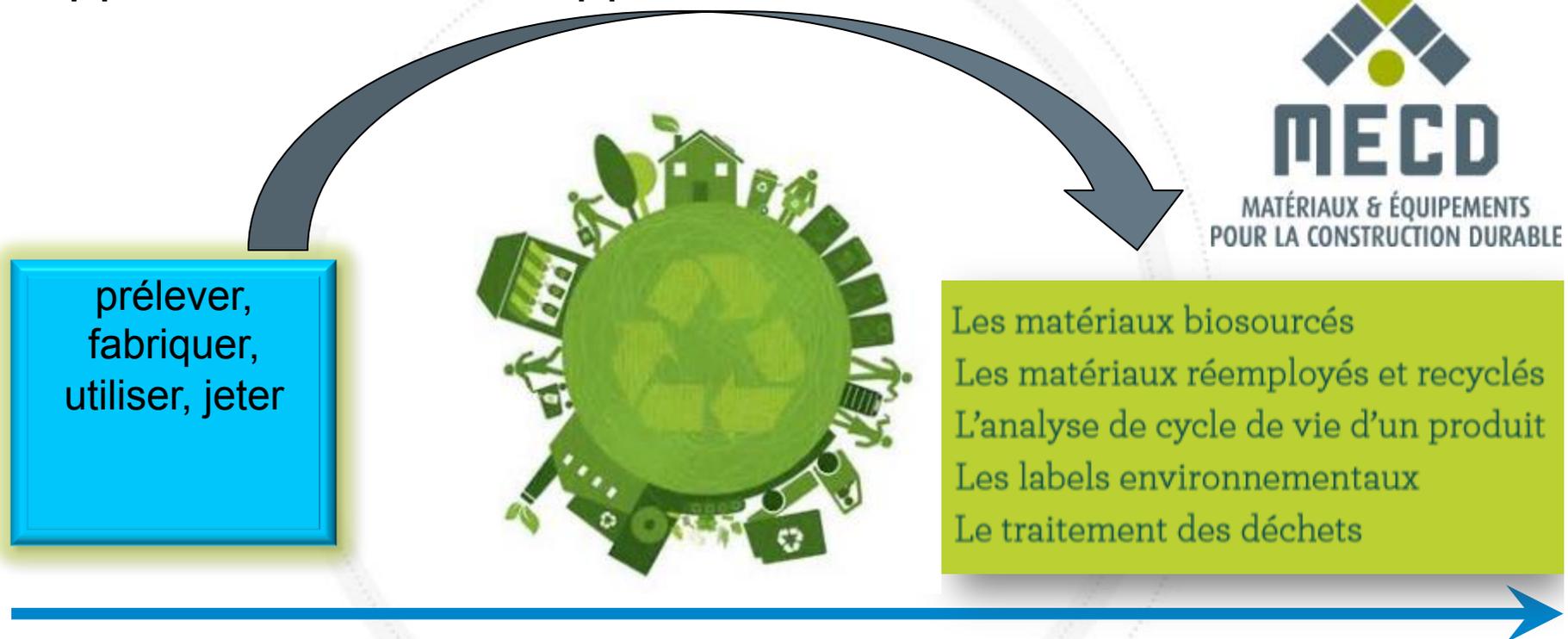
# Construction : un secteur pluridimensionnel échelle spatiale



# Construction : un secteur pluridimensionnel

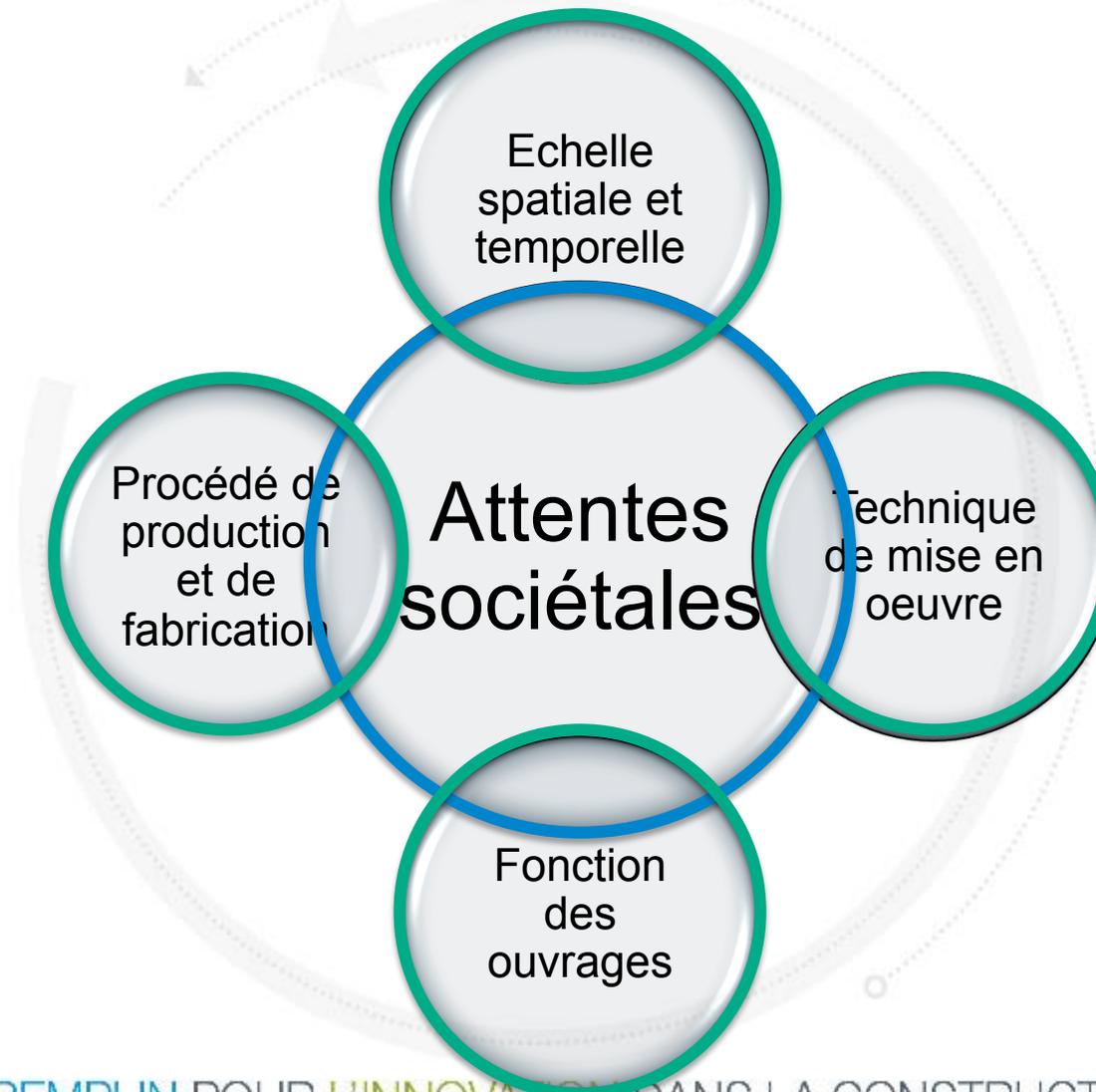
## Échelle temporelle

Accompagner les acteurs de la construction à passer de l'approche linéaire à l'approche circulaire



# Construction : un secteur pluridimensionnel

Une approche multi-échelle prenant en compte :



# Offre de MECD en réponse à des besoins variés

Réduire l'empreinte énergétique et environnementale

Accroître les performances et la durabilité

Développer des solutions multi-matériaux

Tester vos idées innovantes auprès de représentants du marché que vous ciblez

Être accompagné dans la démarche de qualification technique de votre offre innovante

Rendre interrogeables par les outils du BIM vos catalogues de produits et systèmes

Produits,  
*Systèmes constructifs*,  
Modes de production  
*Mise en œuvre*

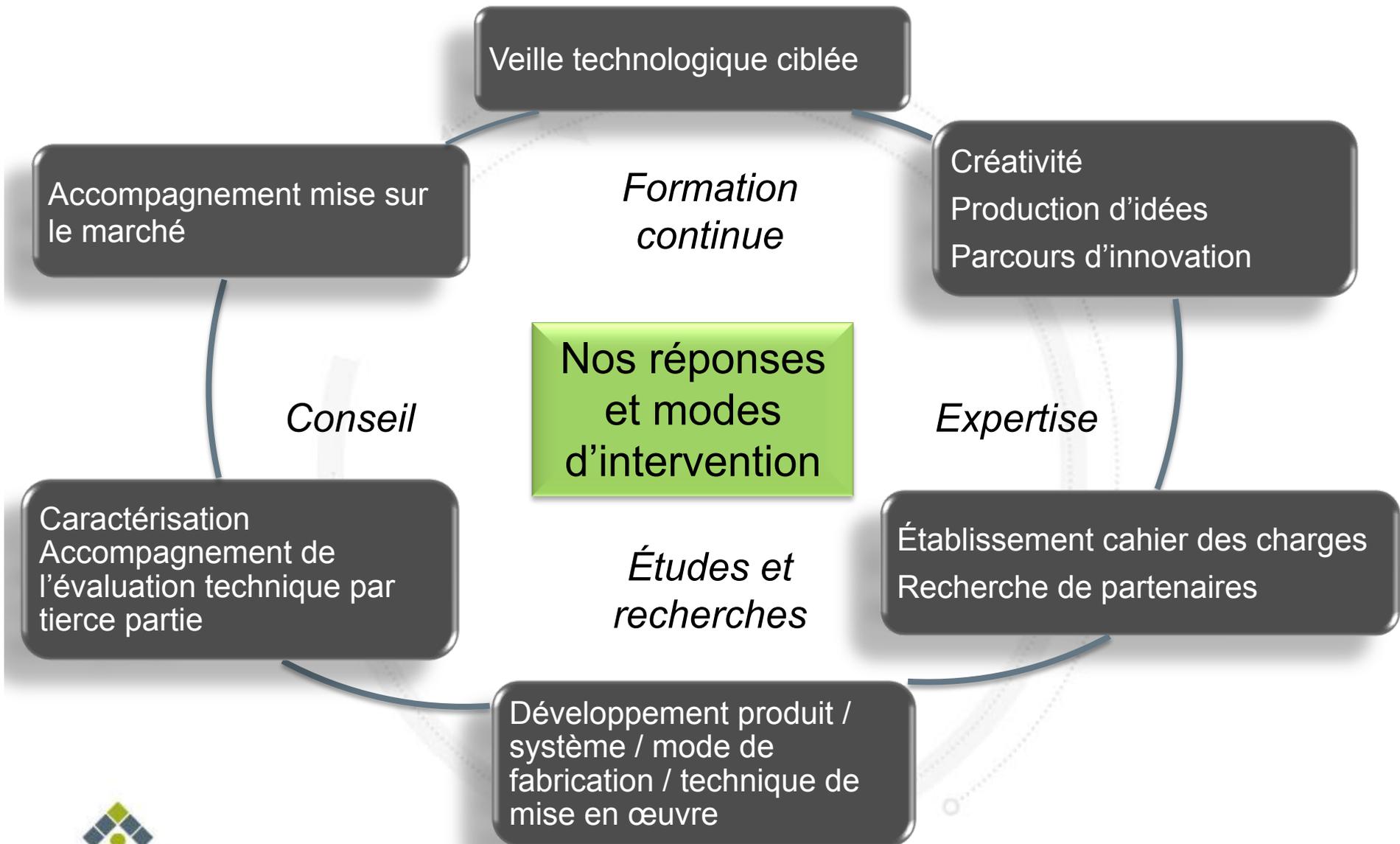
Contribuer aux demandes de qualité de l'air, confort, bien-être

Améliorer, rendre plus vertueux, vos procédés de fabrication

Industrialiser la fabrication tout en permettant le sur-mesure

Faciliter la mise en œuvre,  
Réduire la pénibilité associée  
Anticiper la démontabilité en fin de vie

# Offre de MECD – formats divers



# Exemples de projets collaboratifs



# Le Projet DEMODULOR



# DEMODULOR : présentation

□ **Sujet** : nouveaux systèmes démontables permettant la valorisation et le recyclage simplifiés et attractifs des produits et matériaux

□ **Cadre** : appel à propositions ADEME « déchets BTP - 2012 »

Réponse MECD avec :



□ **Calendrier** : novembre 2012 – juillet 2016

⇒ **Rapport de synthèse** disponible sur demande auprès des partenaires

⇒ **Supports presse** : Communiqué et articles (**Le Moniteur, CMI,...**)

⇒ **Conférences** : Solar décathlon (2014), colloque mixité, assises économie circulaire (2015)



# DEMODULOR : présentation

## Objectifs :

- Rechercher des **solutions constructives innovantes favorisant la prévention des déchets** par une approche systématique de démontabilité
  - ✓ Séparation des systèmes et composants sur chantier,
  - ✓ Ségrégation des matériaux pour valorisation ou recyclage,
  - ✓ Développement de la capacité à la réutilisation
- Aboutir à des conceptions **applicables au niveau industriel**
- Analyser les filières de gestion des déchets : marché, réglementation,...
- Mener une réflexion **multi-matériaux**.



# DEMODULOR : présentation

## Cibles et périmètre :

- Les solutions constructives du **gros œuvre** (structure et enveloppe)

Secteur	Quantité totale Produite (Mt)	Répartition par type de déchets (en %)		
		Déchets inertes	Déchets non dangereux	Déchets dangereux
Bâtiment	38,2	72,4 %	26,1 %	1,5 %
Dont gros œuvre	28,1	81 %	18 %	1 %
Dont second œuvre	10,1	49 %	49 %	2 %

- ✓ Éléments de façade porteurs ou non,
  - ✓ Planchers mixtes,
  - ✓ Liaisons planchers - murs ou structure porteuse,
  - ✓ Liaisons parois verticales et horizontales
- Intégrer les **étapes de cycle de vie** : construction, maintenance, démolition



# DEMODULOR : déroulement

## Processus en 4 phases :

- Inventaire des typologies constructives « cibles » et des métiers « déchets »
- Élaboration de solutions constructives novatrices avec contrôle de faisabilité technique
- Expérimentation des procédés sélectionnés : essais mécaniques et montage-démontage
- Étude des gains et impacts environnementaux et économiques



# DEMODULOR : résultats

- ❑ **Elaboration d'une méthodologie** pour évaluation du potentiel de progrès en matière de prévention des déchets et mise en pratique sur 16 procédés.
  
- ❑ **Conception-expérimentation** avec maquettes à l'échelle 1 + évaluations environnementales et économiques de 4 solutions avec mixité des matériaux :
  - les Systèmes démontables Mur briques-Plancher sec** => **résidentiel** :
    - ✓ Mur en briques précontraint par profils et tirants acier
    - ✓ Plancher sec : bac nervuré acier, panneaux bois et plaques béton
  
  - les Systèmes démontables façade ossature bois-Plancher mixte** => **tertiaire** :
    - ✓ Façade ossature bois avec feuillard métallique d'assemblage
    - ✓ Plancher mixte acier-béton : avec clavetages boulonnés
  
- ❑ **Analyse filière globale** : construction – logistique – matériaux – acteurs,
  - ✓ Projections stratégiques et modèles économiques
  - ✓ 3 leviers essentiels (évolutivité, économie de fonctionnalité, traçabilité) s'intégrant dans les perspectives de l'économie circulaire.



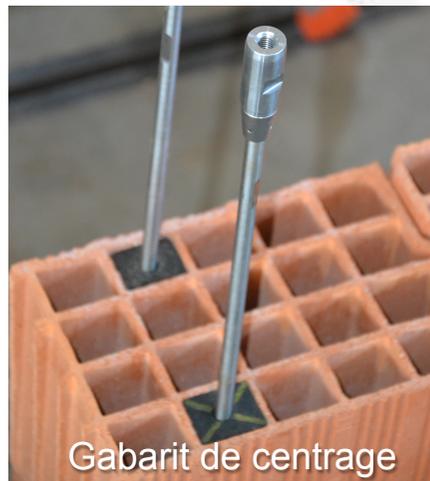
# DEMODULOR : solutions

## Mur briques terre cuite et tirants acier

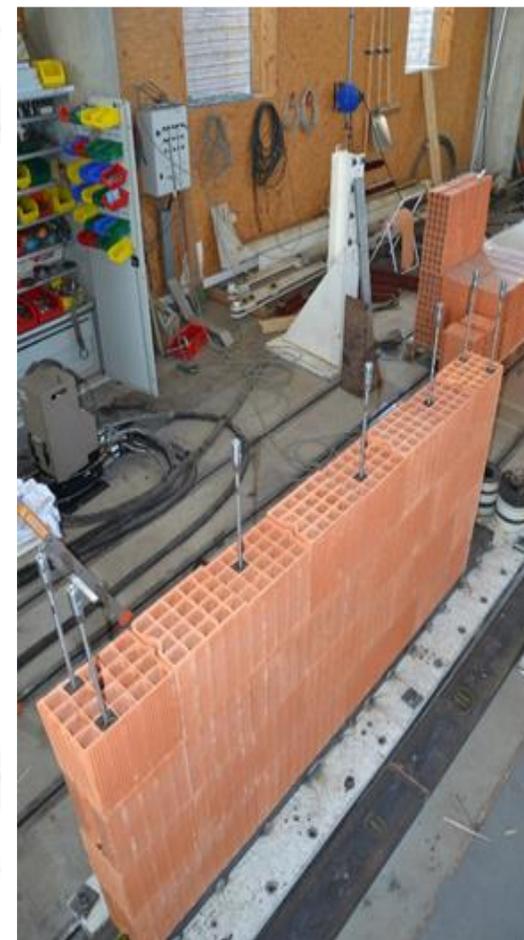
Des composants manportables et réutilisables pour le résidentiel R+1



Brique rectifiée à redans



Gabarit de centrage



Tirant vertical de renfort



Profils acier en tête (2 parties)

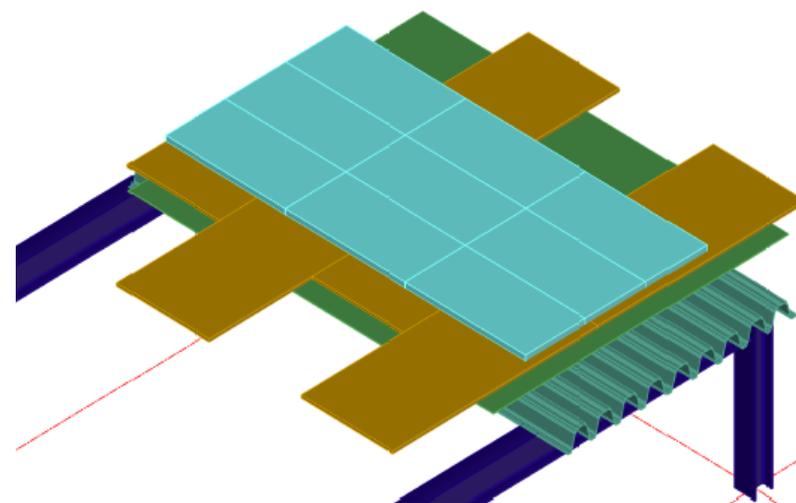
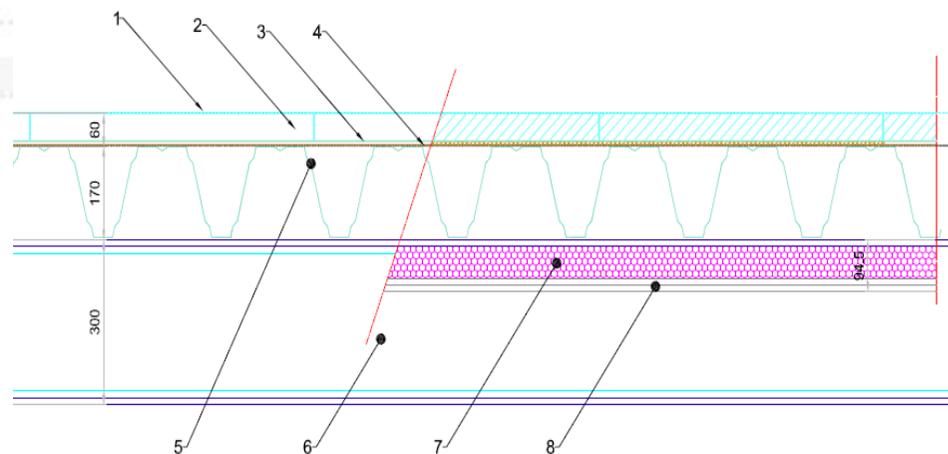


# DEMODULOR : solutions

## Plancher sec acier-bois-béton

Composants manportables

- ✓ Fixations mécaniques
- ✓ Entièrement démontables
- ✓ Associés aux murs en briques





# DEMODULOR : solutions

## Façade ossature bois et séparateur métal

Un assembleur en bande rapide à mettre en œuvre et à démonter sur des panneaux ossature-bois

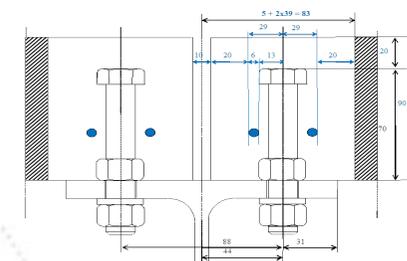




# DEMODULOR : solutions

## Plancher mixte acier-béton

Dalles en béton préfabriquées, connectées sur des poutres acier par un dispositif de boulonnage, et liées avec un béton de clavetage à prise rapide





# DEMODULOR : environnement

## Analyses environnementales

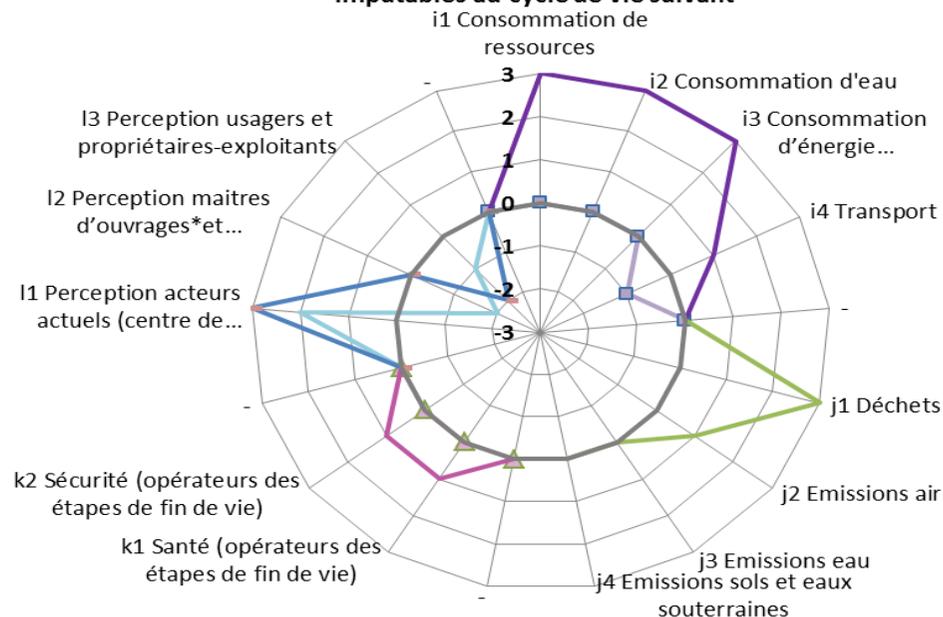
Développement d'une méthode multi-critères associant l'ACV avec des indicateurs sociétaux.

Études comparatives de chaque solution entre le procédé d'origine et la solution DEMODULOR

Prise en compte harmonisée du module D et analyses par une ACV bâtiment avec un seul cycle, puis avec le début du second cycle

=> Expression des résultats en radar montrant les gains et les freins

Etape de fin de vie du 1er cycle de vie incluant les bénéfices et charges imputables au cycle de vie suivant





# DEMODULOR : économie

## Analyses économiques

Méthode fondée sur deux cycles successifs.

Études comparatives de chaque solution entre un procédé traditionnel et la solution DEMODULOR

Etude appliquée sur une maison individuelle (mur terre cuite et plancher sec) et sur un bâtiment tertiaire (plancher mixte et panneaux bois)

- Les écarts de prix des divers postes (fournitures, main d'œuvre, levage, déconstruction et reconstruction) sont entre -8 % et + 19%, malgré une marge de sécurité.
- Les temps d'opération sont compétitifs pour la solution tertiaire, moins intéressante pour le logement
- Les coûts de déconstruction sont attractifs, grâce à la valeur de revente

**La prise en compte de la seconde vie accentue rapidement la performance !  
Mais elle dépend de la maturité du marché de réemploi.**



# DEMODULOR: le concept

## Réflexions sur l'économie circulaire

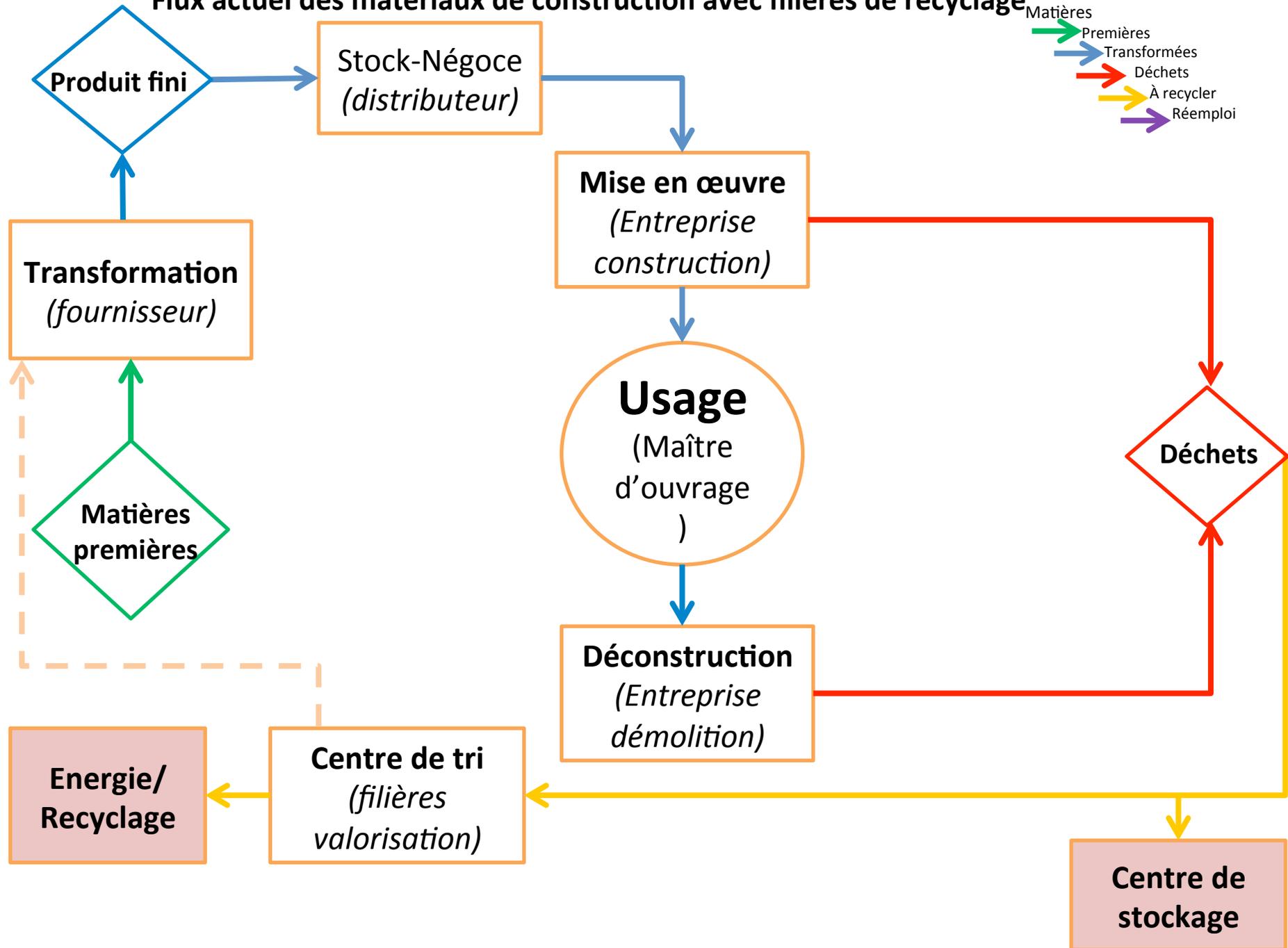
Analyse de diverses démarches conceptuelles en regard de la montée en puissance de l'écoconception, de la notion de traçabilité et du BIM dans le secteur de la construction

- Analyse du positionnement des acteurs dans le flux des matières et composants pour détermination de scénarios de mise en place du réemploi

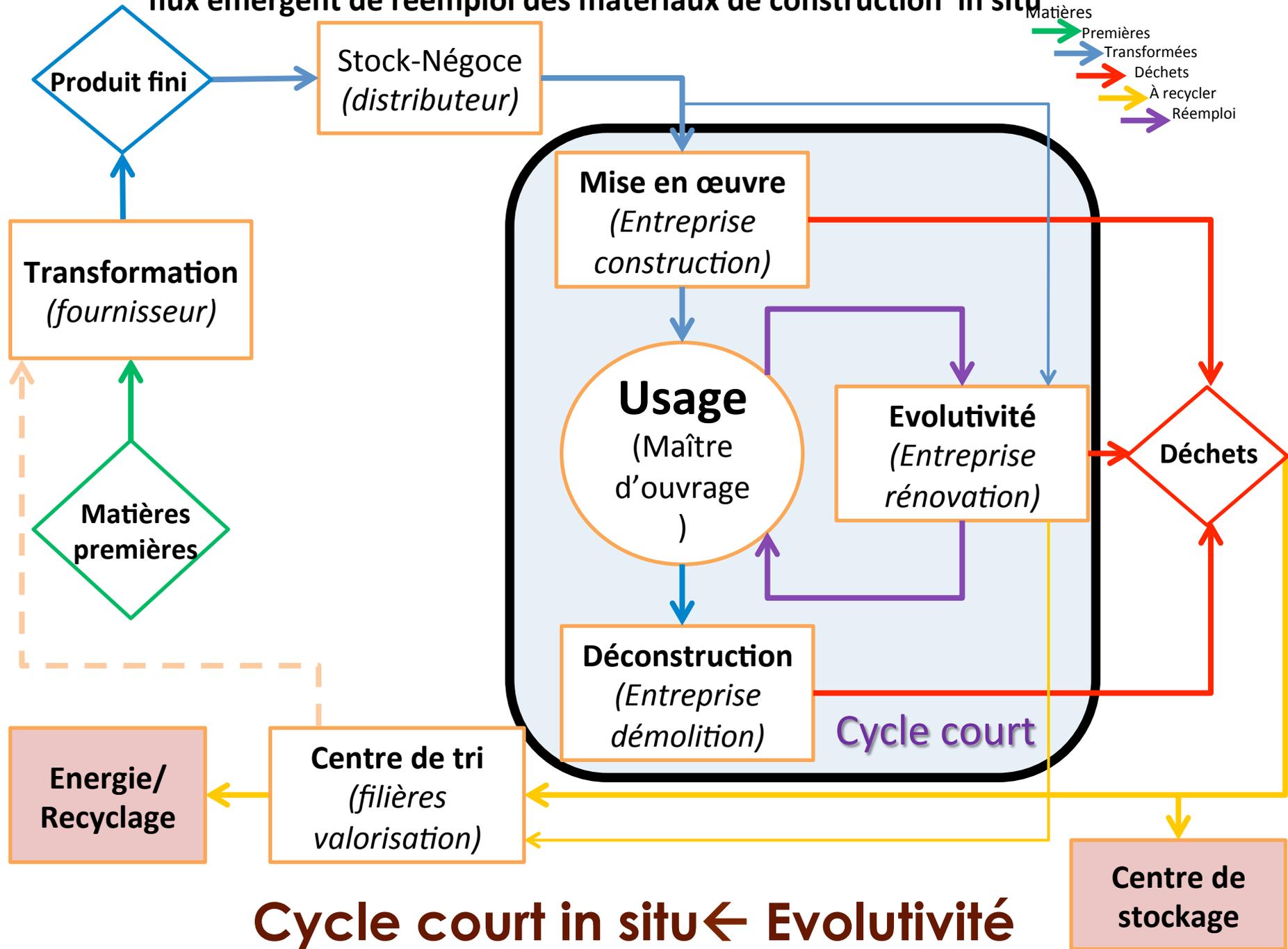
3 niveaux de déploiement envisagés :

- **flux émergents in situ**
- **flux successifs localisés**
- **flux matures**

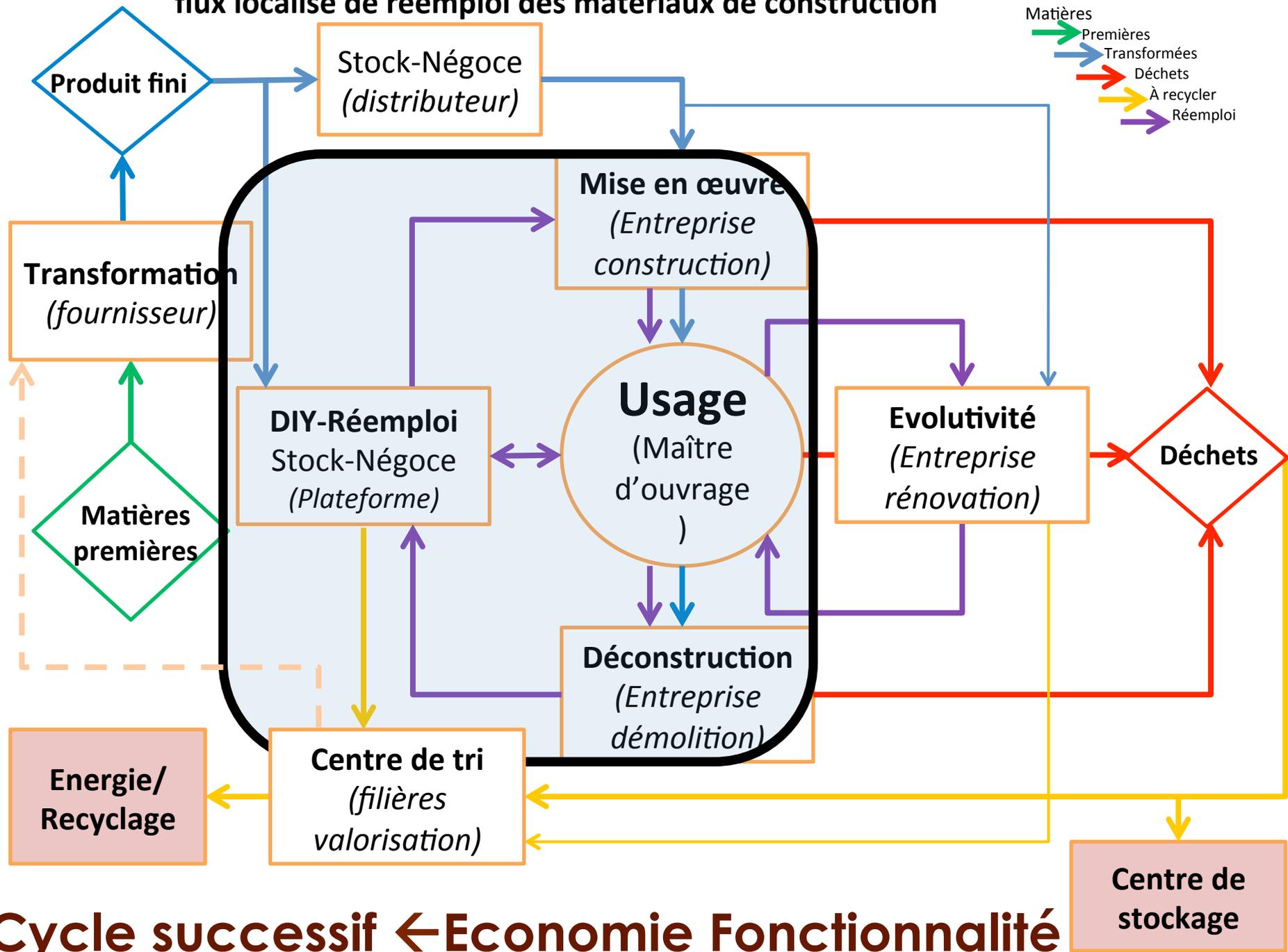
# Flux actuel des matériaux de construction avec filières de recyclage



# flux émergent de réemploi des matériaux de construction in situ

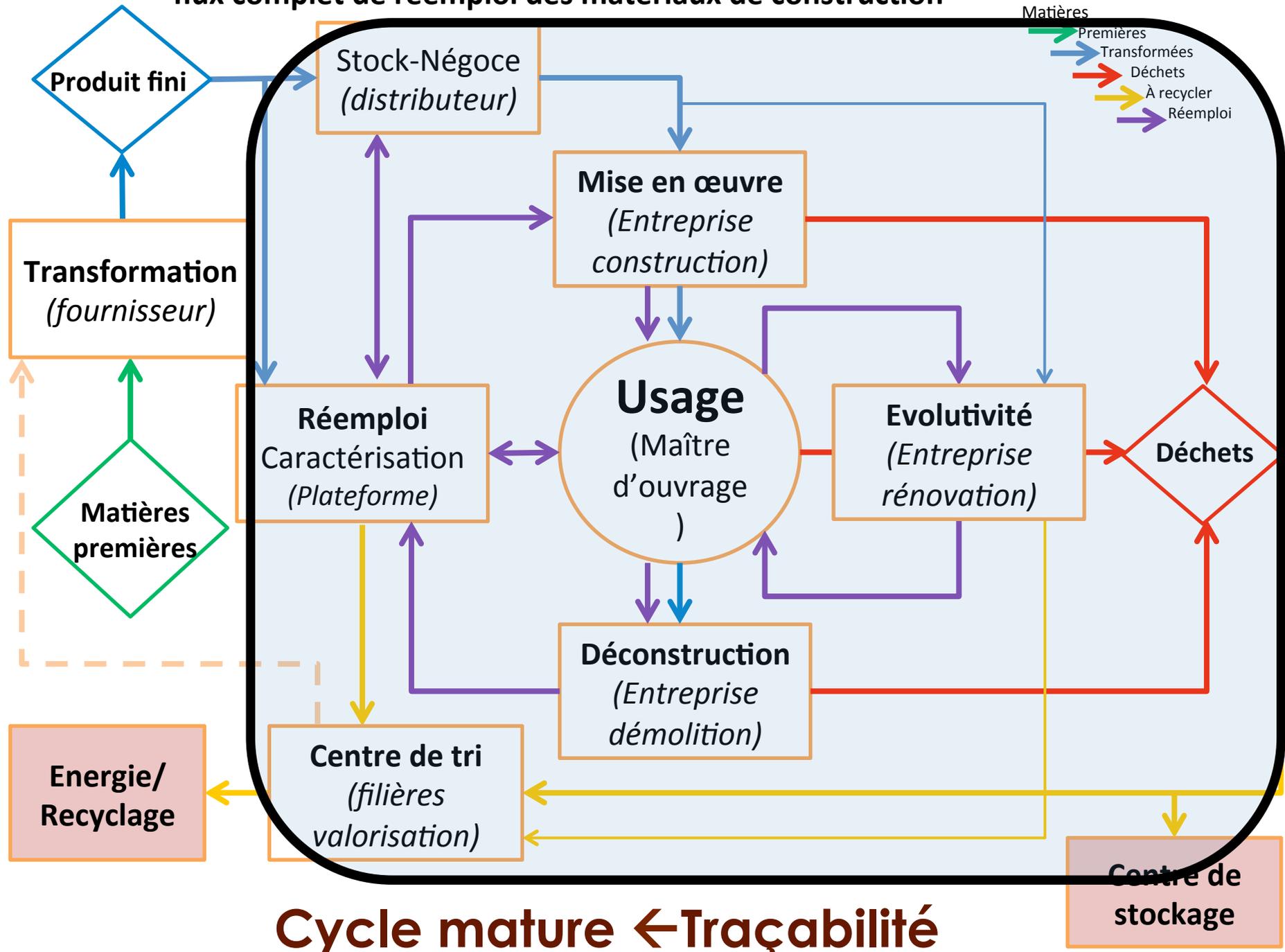


# flux localisé de réemploi des matériaux de construction



Cycle successif ← Economie Fonctionnalité

# flux complet de réemploi des matériaux de construction



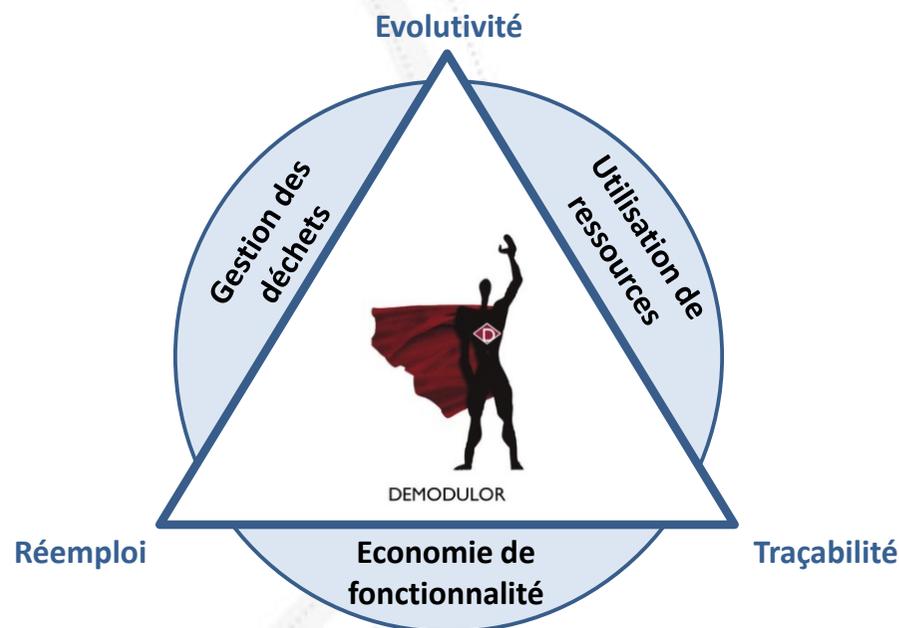


# DEMODULOR

## 3 leviers pour l'éco-conception

Un développement incrémental d'un marché du réemploi facilité par le concept de démontabilité dans la construction/déconstruction, avec

- 1) **La traçabilité des produits**  
pendant tout leur cycle de vie,
- 2) **L'accélération de l'évolutivité des bâtiments**,  
demande croissante de la société,
- 3) **L'économie de fonctionnalité**  
(coût global des biens utilisés et prise en compte de la « valeur verte »)



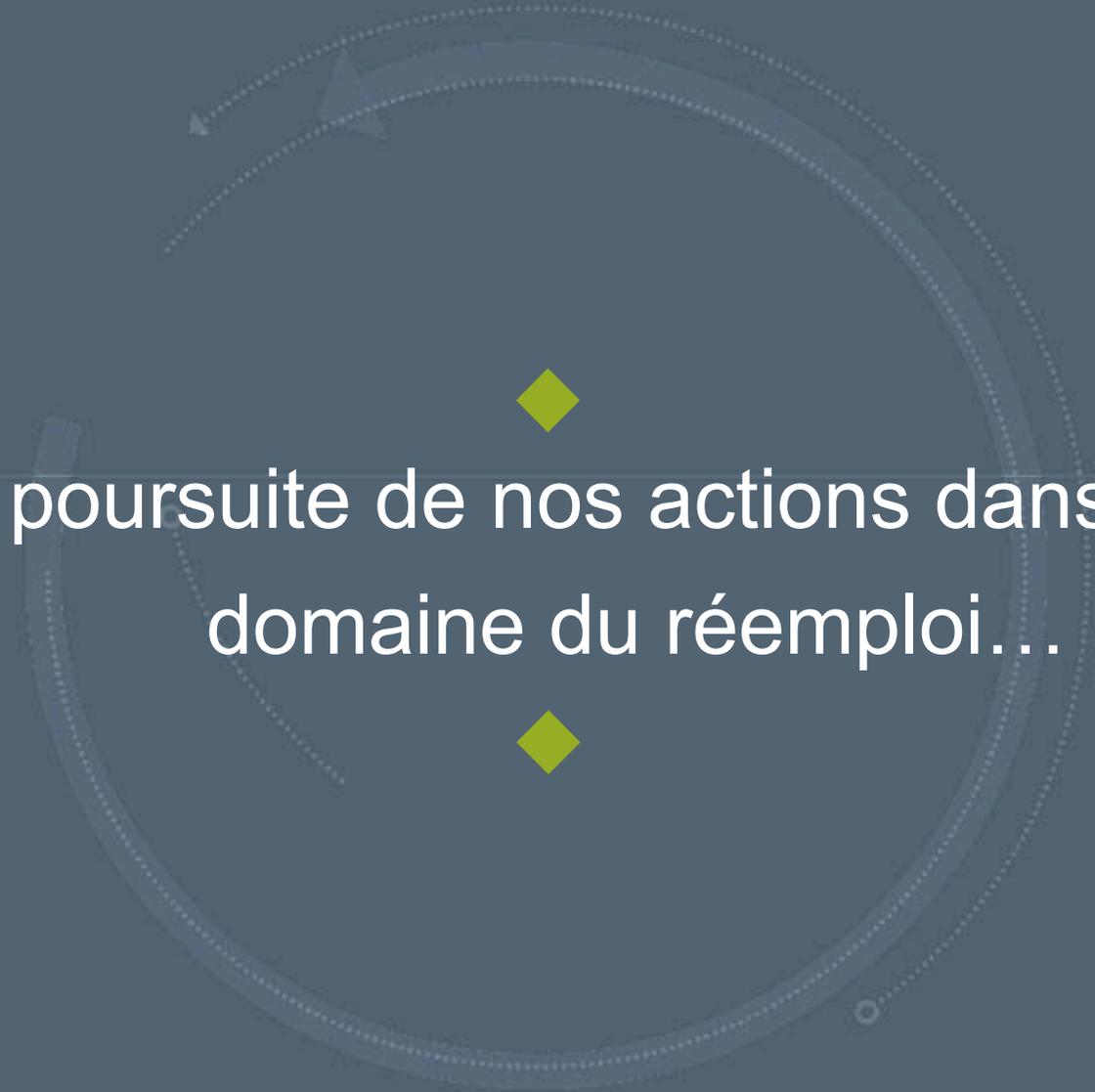
# DEMODULOR: suite

❑ **DEMODULOR, Lauréat du concours de l'innovation 2017 du Mondial du bâtiment dans la catégorie Structure et enveloppe**

❑ L'institut MECD présent à BATIMAT du 6 au 10 novembre 2017 dans l'espace innovation du salon.



- ❑ Recherche de partenaires pour des montages d'opérations prototypes
- ❑ Optimisation des composants pour l'industrialisation des solutions
- ❑ Réalisation des essais complémentaires de caractérisations des performances



La poursuite de nos actions dans le  
domaine du réemploi...

# MECD Partenaire de Cycle up

- ❑ **Plateforme de réemploi de matériaux dans le BTP** lancée officiellement le 8 mars lors de la journée ENERJ Meeting.
- ❑ **ICADE et EGIS associés pour la création de Cycle Up** proposant une solution globale:évaluations environnementales et économiques de 4 solutions avec mixité des matériaux :
  - ✓ **Mettre en relation les acteurs** des chantiers de construction et de démolition pour **optimiser les opportunités de réemploi des matériaux de chantier.**
  - ✓ Proposer une **place de marché numérique**, recensant l'ensemble **des matériaux disponibles, et catalogués selon leur possibilité de réutilisation.**
  - ✓ Assurer un **service de conseil en réemploi**, pour aider vendeurs et acheteurs à valoriser au mieux leurs matériaux.
- **MECD partenaire de Cycle Up** apporte ses moyens de:
  - ✓ **Formation, conseil, expertise technique et scientifique pour l'innovation**
  - ✓ **Essais ou modélisation des performances résiduelles des produits après une première vie en œuvre.**

# Permis d'innover « laboratoire du réemploi »

- ❑ **Mise en œuvre de l'article 88-II de la loi Création-Architecture-Patrimoine** autorise les projets soumis à PC à déroger aux normes (législatives, réglementaires, techniques,..) sous réserve d'atteindre les objectifs sous-jacents à ces normes..
- ❑ **Appel à Manifestation d'intérêt porté par 3 EPA** visant à identifier des innovations butant sur la réglementation actuelle, pour les expérimenter et faire évoluer la réglementation.

grandparis  
aménagement

bordeaux  
euratlantique

Établissement Public  
d'Aménagement

EUROMÉDITERRANÉE

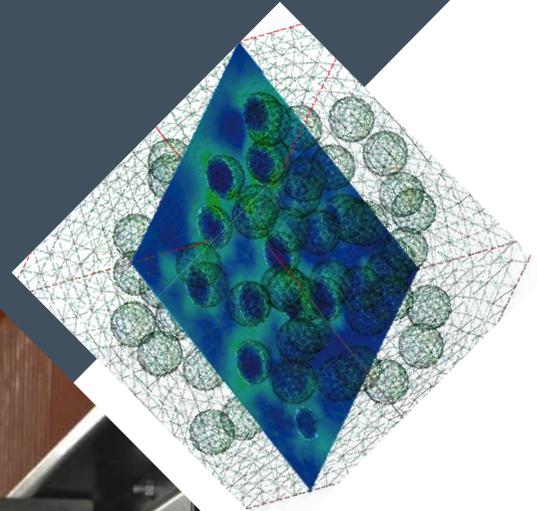
- ❑ **MECD sélectionné avec** : le projet « **Laboratoire du Réemploi** » mars 2018,
  - ✓ Etablir des pratiques dédiées et adaptées à chaque matériau de gros œuvre et d'enveloppe pour la **caractérisation des états de conservation et des propriétés physico-chimiques ou mécaniques dans le but de réutilisation**
  - ✓ Développer un **système d'identification et d'exploitation de la performance résiduelle** afin de permettre une **utilisation qualifiée et sûre en seconde vie**.
  - ✓ Constituer un **observatoire des flux de matériaux sur une zone géographique délimitée**: Ex: Plateforme Noé Bordeaux Euroatlantique. .

  
**MECD**  
MATÉRIAUX & ÉQUIPEMENTS  
POUR LA CONSTRUCTION DURABLE

LE TREMLIN POUR L'INNOVATION DANS LA CONSTRUCTION

 TREMLIN  
CARNOT  
MECD

# Merci pour votre attention



[dupont.o@mecd.fr](mailto:dupont.o@mecd.fr)



LE TREMPLIN POUR L'INNOVATION  
DANS LA CONSTRUCTION

