

**Mardi 26 novembre 2024 de 9h40 à 11h00**

**Session 1 : Flux du BTP : démarche et outils**

**(Myriam SAADE & Adelaïde FERAILLE)**

# Session 1 – Flux du BTP : démarche et outils

(animateurs: Myriam SAADE & Adelaïde FERAILLE)



**Alexandre PAVOINE**  
Cerema

Présentation des outils GEREMI



**Emmanuel MOESCH**  
Université Gustave Eiffel

EVALMETAB



**Edouard SORIN**  
CSTB

BTP Flux et Typy



**Philippe OGIER**  
Circlechain

Plate-forme CircleChain



# GEREMI UN OUTIL POUR LA PLANIFICATION DES RESSOURCES GRANULAIRES DU BTP

26 novembre 2024

Alexandre PAVOINE

# Contexte à l'origine du projet

## Accompagnement du Cerema pour l'élaboration de Schémas Régionaux des Carrières

Création d'un outil numérique « prototype » en appui des Pays de la Loire

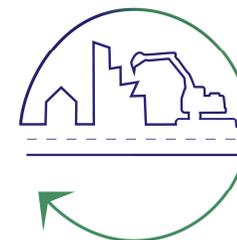
Production d'indicateurs géolocalisés et temporels : aide à la décision

**La volonté d'étendre cette solution numérique à l'échelle nationale**

## + Enjeu d'une consommation circulaire des ressources en matériaux du BTP

- ✓ Substitution des ressources naturelles non renouvelables
- ✓ Développement de filières pour la production de matériaux alternatifs
- ✓ Principe de proximité / logistique circulaire

# Feuille de route du SI GEREMI



# GEREMI

Planification des ressources minérales du BTP

Par le Cerema

Engager les services de l'Etat dans un processus d'amélioration

Harmonisation / fiabilité des données / capitalisation

Fournir un service numérique robuste et pérenne

D'un prototype vers une application numérique

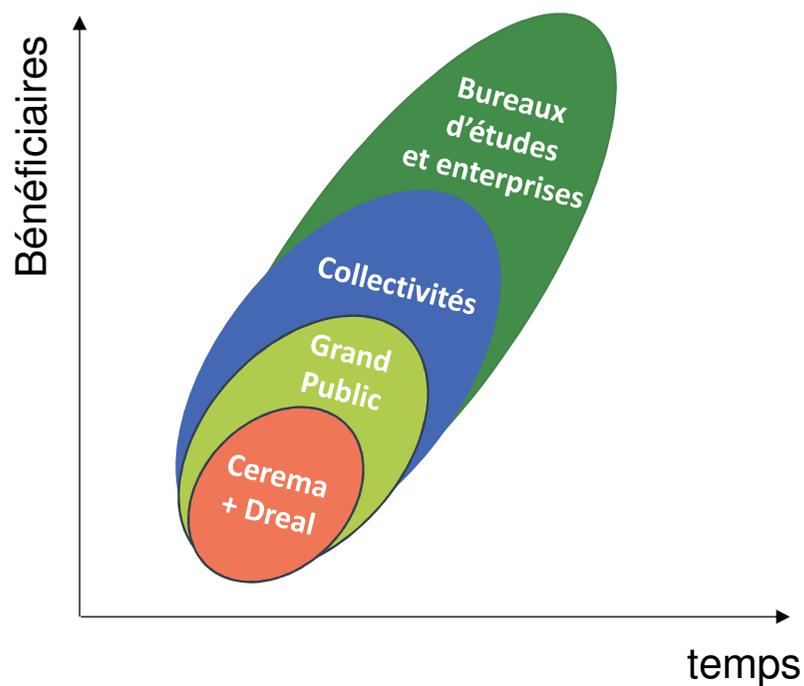
Restituer les résultats de la planification sur un portail cartographique national

Étendre progressivement le périmètre des bénéficiaires

État / Collectivités / Maîtrise d'ouvrage privée / Bureaux d'études / Entreprises

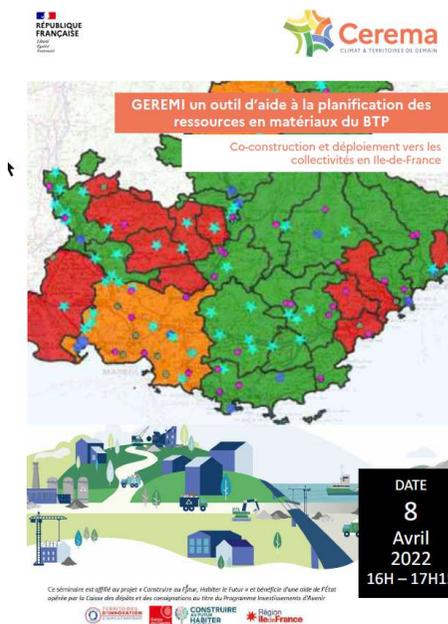
# Création d'un outil « Planification des ressources »

## Feuille de route

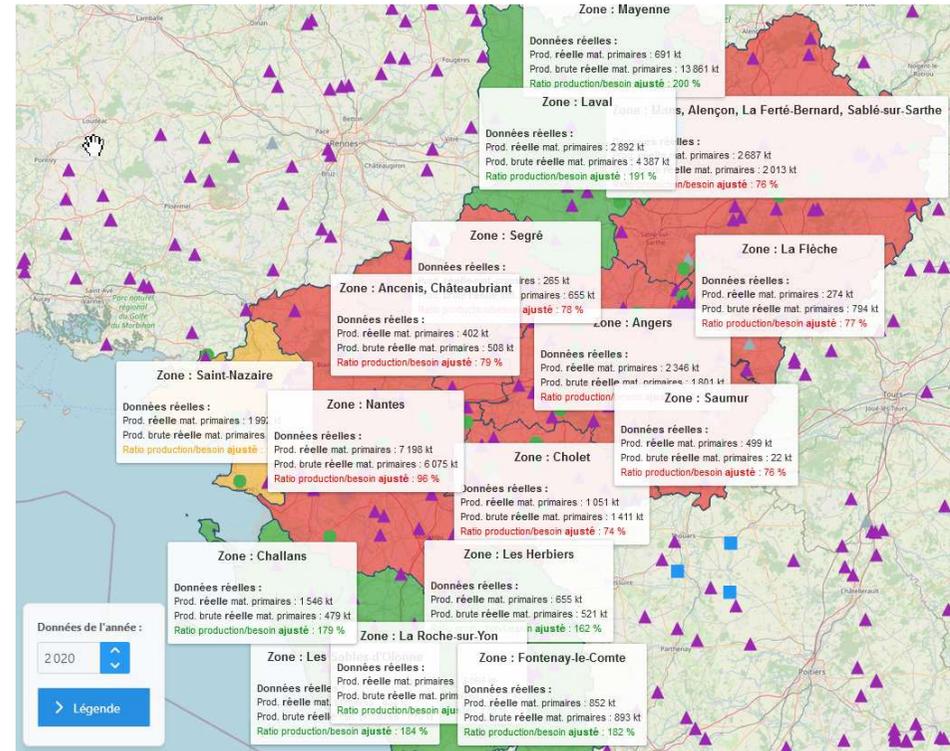


## Ecoute des bénéficiaires

- Ateliers Collectivités Franciliennes
- Ateliers Entreprises
- Ateliers DREAL



# Présentation de l'application mise à disposition des DREAL



# GEREMI – ELABORATION DES SRC

The screenshot displays the GEREMI web application interface. At the top, there are logos for the République Française, Cerema, and GEREMI. The user's name, Alexandre PAVOINE, and affiliation, CEREMA, are shown in the top right. The main area is a map of France with various regions and cities labeled. A sidebar on the left contains a menu with options like 'ÉTUDE', 'Créer une étude', 'Mes études', and 'Études partagées'. A 'Données de l'année' dropdown is set to 2020, and a 'Légende' button is visible. The URL 'https://geremi-recette.cloud.cerema.fr/carto/etude' is shown at the bottom left of the map area.

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

L'utilisateur dirigé dans chacune des étapes

- > 1 - Généralités
- > 2 - Zonage d'étude
- > 3 - Projection démographique
- > 4 - Contraintes environnementales
- > 5 - Chantiers d'envergure
- > 6 - Installations de stockage
- > 7 - Autres matériaux

▲ Granulats naturels    ■ Granulats naturels ou recyclés    ● Installation de traitement de déchets du BTP

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

L'utilisateur dirigé dans chacune des étapes

- > 1 - Généralités
- > 2 - Zonage d'étude
- > 3 - Projection démographique
- > 4 - Contraintes environnementales
- > 5 - Chantiers d'envergure
- > 6 - Installations de stockage
- > 7 - Autres matériaux

The screenshot shows the GEREMI web application interface for 'SRC Pays des Loire'. The interface includes a top navigation bar with logos for République Française, Cerema, and GEREMI. A user profile for 'Alexandre PAVOINE CEREMA' is visible in the top right. The main content area is divided into a left sidebar and a central map. The sidebar contains a menu with seven steps: 1 - Généralités, 2 - Zonage d'étude, 3 - Projection démographique, 4 - Contraintes environnementales, 5 - Chantiers d'envergure, 6 - Installations de stockage, and 7 - Autres matériaux. An orange arrow points from step 3 to the 'Projection démographique' section in the sidebar. Below the menu, there are buttons for 'Télécharger le modèle', 'Importer \*', and 'Valider'. The central map displays a geographical area with numerous purple triangles and green circles representing data points. A tooltip for a specific zone is visible, showing: 'Nom zone : Loire-Atlantique Code zone : (44)', 'Population Basse : 1397400', 'Population Centrale : 1426000', and 'Population Haute : 1454520'. A 'Données de l'année' dropdown menu is set to '2020'. A 'Légende' button is located at the bottom left of the map area. A large 'Fictif' watermark is overlaid on the right side of the map. The bottom right corner of the map area shows 'Leaflet | Map data © OpenStreetMap contributors' and a '20 km' scale bar.

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

L'utilisateur dirigé dans chacune des étapes

- > 1 - Généralités
- > 2 - Zonage d'étude
- > 3 - Projection démographique
- > 4 - Contraintes environnementales
- > 5 - Chantiers d'envergure
- > 6 - Installations de stockage
- > 7 - Autres matériaux



Autres matériaux de l'étude : Ajouter +

Sables marins - Naturel - 10000 kt

Valider

SRM Pays des Loire

Données de l'étude

\* Champs obligatoires

- > 1 - Généralités
- > 2 - Zonage d'étude
- > 3 - Projection démographique
- > 4 - Contraintes environnementales

Contraintes Existantes :

Contraintes de l'étude :

- Natura Milieu terrestre - niveau : Faible
- Znieff Forêts, bois et bocages - niveau : Faible
- Natura Milieu Mixte - niveau : Moyenne
- Znieff Vallons et vallées - niveau : Moyenne
- Natura Milieu Marin - niveau : Forte
- Znieff Marais et zones humides - niveau : Forte

Télécharger le modèle

Importer

Valider

Données de l'année : 2020

Légende

Alexandre PAVOINE  
CEREMA

Fictif

20 km

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

Des indicateurs géographiques et temporels pour illustrer **des scénarios** de planification

The screenshot displays the GEREMI software interface. On the left is a sidebar menu with the following items: 'Scénarios de l'étude', 'Scénario Bas Etude Test', '\* Champs obligatoires', 'Généralités', 'Contraintes environnementales', 'Chantiers d'envergure', 'Installations de stockage', 'Autres matériaux', and 'Calculs du scénario'. An orange arrow points from the 'Contraintes environnementales' menu item to the configuration panel on the right.

The configuration panel, titled 'SRC Pdl Exemple', includes a table for selecting scenario constraints:

Contraintes	Taux de renouvellement
Hors Contrainte *	100 %
<input checked="" type="checkbox"/> Natura Milieu terrestre Contrainte Faible	90 %
<input type="checkbox"/> Znieff Forêts, bois et bocages Contrainte Faible	
<input checked="" type="checkbox"/> Natura Milieu Mixte Contrainte Moyenne	80 %
<input type="checkbox"/> Znieff Vallons et vallées Contrainte Moyenne	
<input type="checkbox"/> Natura Milieu Marin Contrainte Forte	
<input type="checkbox"/> Znieff Marais et zones humides Contrainte Forte	

Below the table, there is a 'Données de l'année' dropdown set to '2022' and a 'Légende' button. The main map area shows a geographical region with various colored markers (purple triangles, green circles, yellow squares) and a large 'Fictif' watermark.

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

Des indicateurs géographiques et temporels pour illustrer des scénarios de planification

Scénarios de l'étude  
**Scénario Bas Etude Test** ✕  
 \* Champs obligatoires  
 Généralités  
 Contraintes environnementales  
 Chantiers d'envergure  
 Installations de stockage  
 Autres matériaux  
 Calculs du scénario

Autres matériaux

Sélectionnez le ou les matériau(x) du scénario:

Sables marins  
Tonnage total : 10000 kt

Zone	Ventil.	Tonnage
Loire-Atlantique	75 %	7 500,000
Vendée	25 %	2 500,000

Excédents de carrière  
Tonnage total : 5000 kt

Zone	Ventil.	Tonnage
Mayenne	100 %	5 000,000

Terres et cailloux  
Tonnage total : 5000 kt

Zone	Ventil.	Tonnage
Sarthe	100 %	5 000,000

Valider

Dernière étape : hypothèse sur le recyclage

Hypothèse de projection

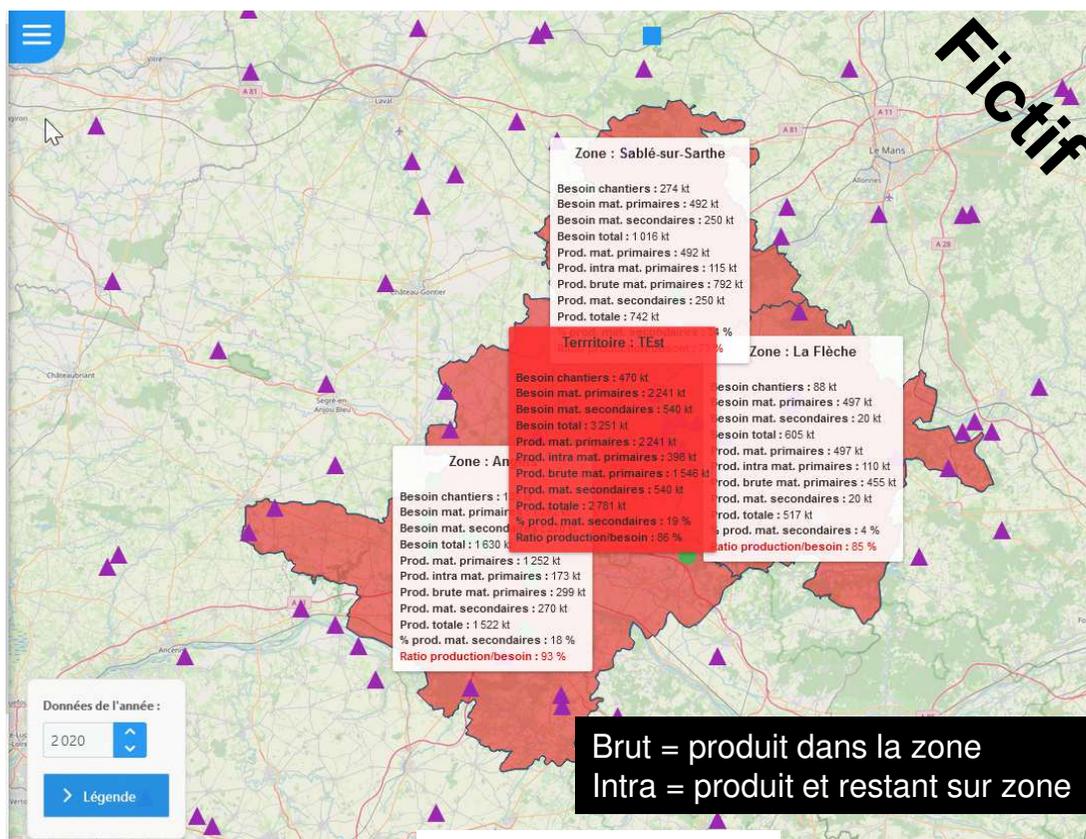
Part des matériaux recyclés dans le volume total des matériaux

Zones	Année de référence		Échéance
	ton.	%	
Angers	270 kt	17.74 %	20 %
La Flèche	20 kt	3.87 %	20 %
Sablé-sur-Sarthe	250 kt	33.71 %	20 %

Calcul de la projection

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

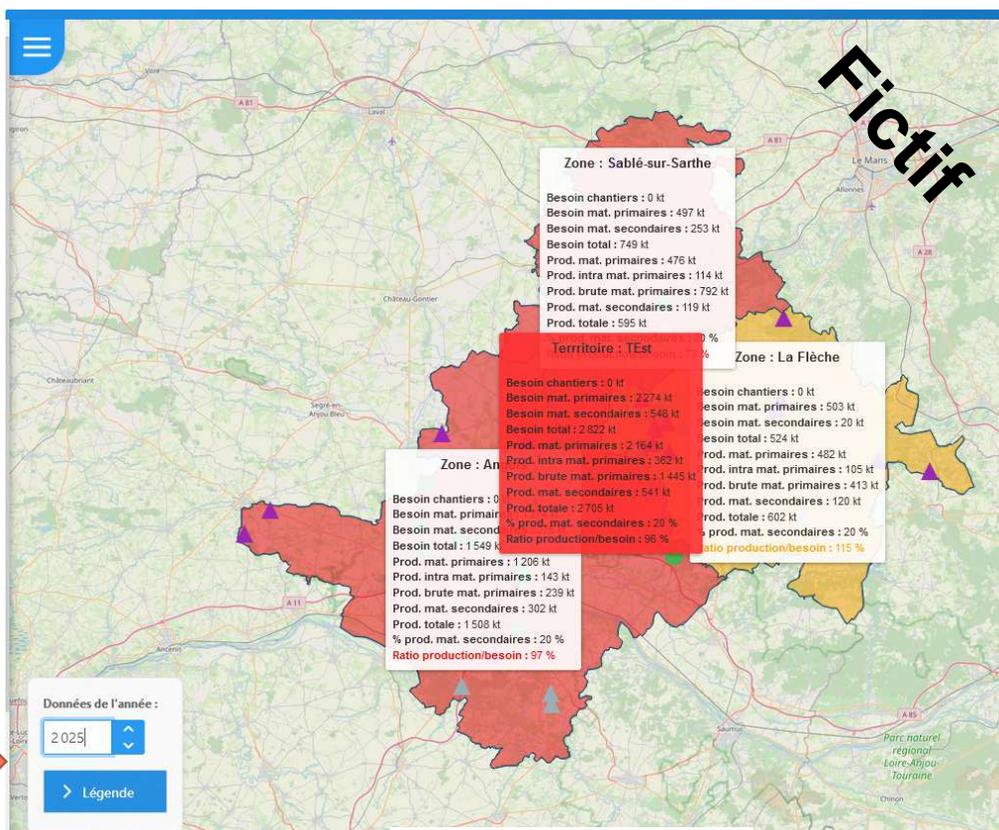
Des indicateurs géographiques et temporels pour illustrer des scenarios de planification



- Production / Consommation < 100%
- Production / Consommation [ 100% - 120%]
- Production / Consommation > 120%

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

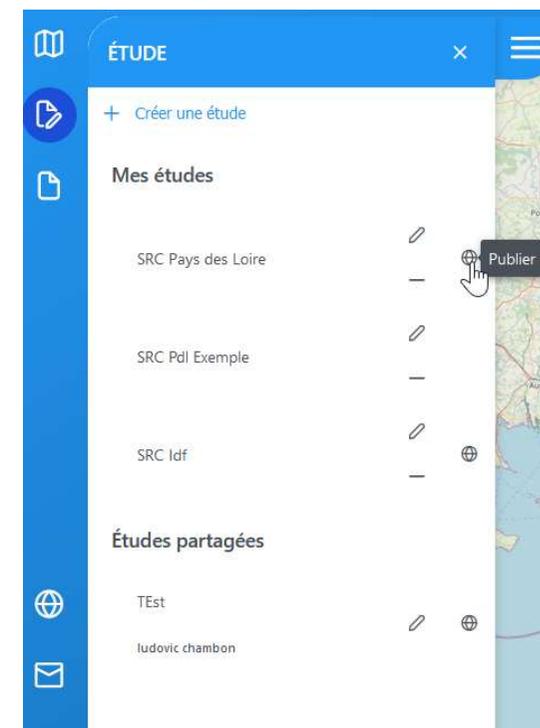
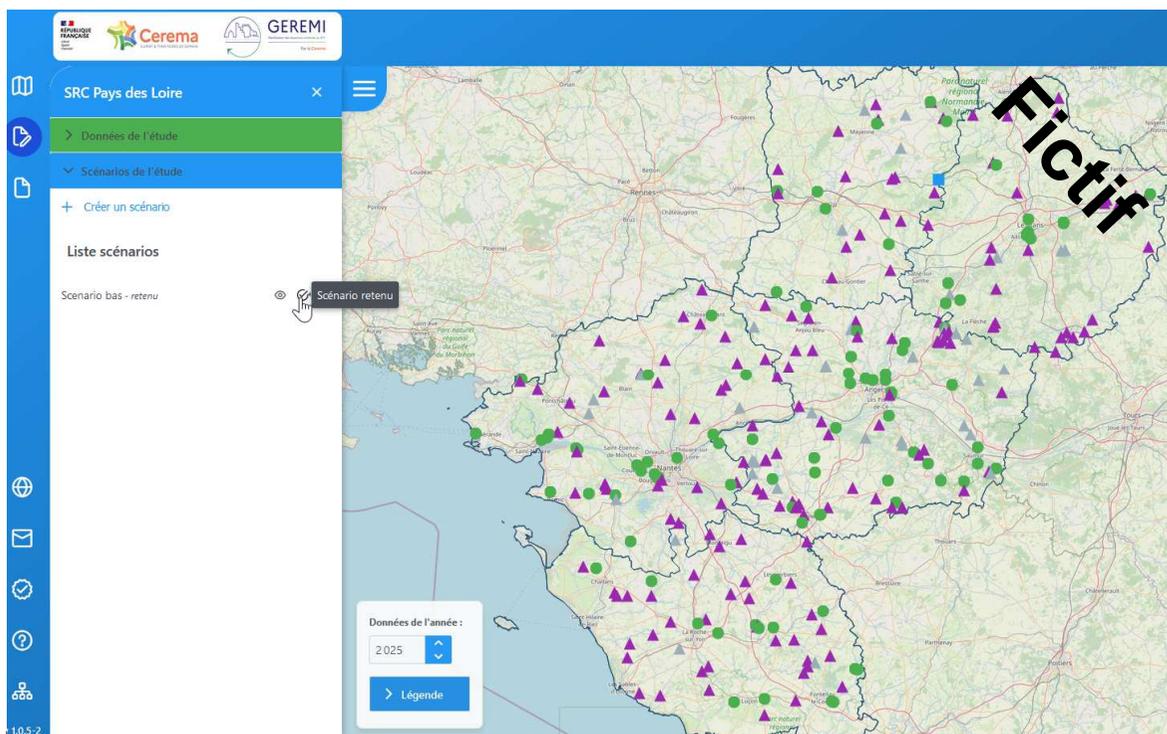
Des indicateurs géographiques et temporels pour illustrer des scenarios de planification



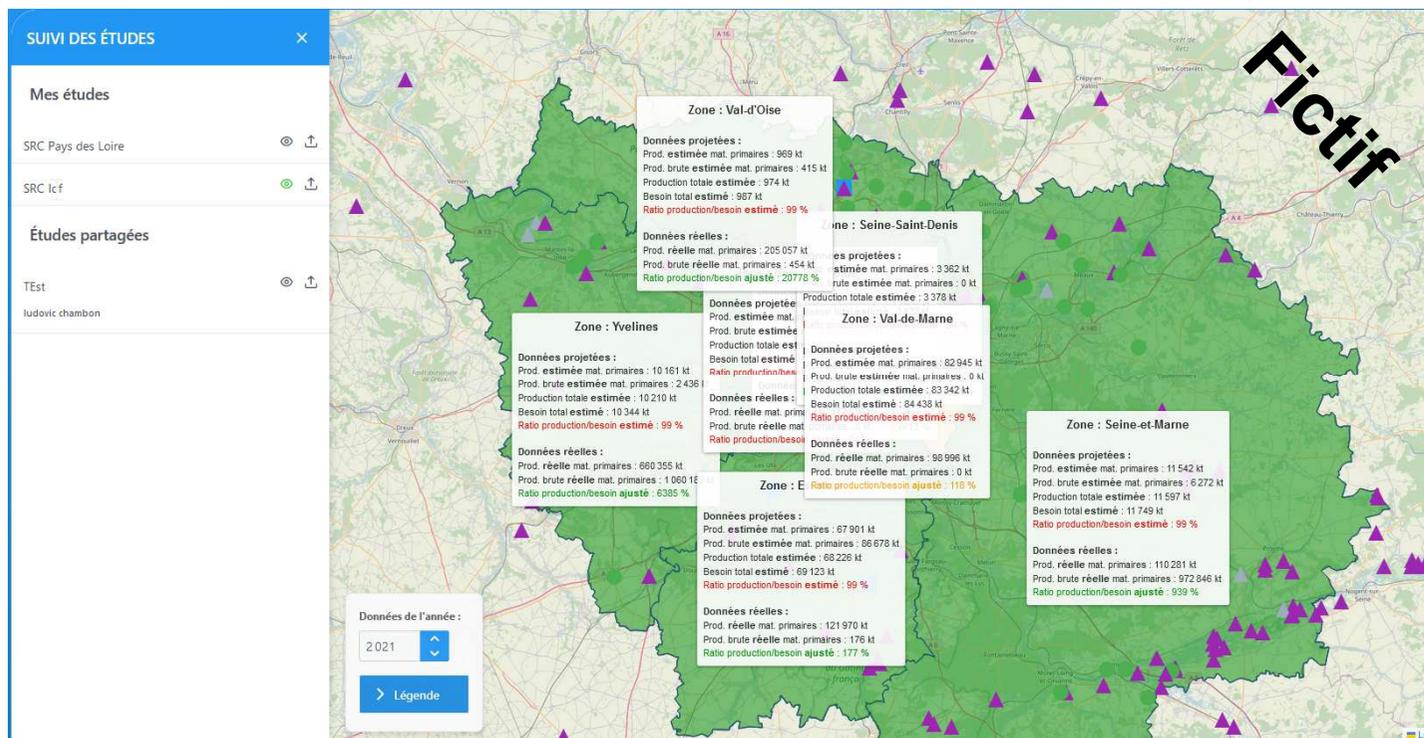
- Production / Consommation < 100%
- Production / Consommation [ 100% - 120%]
- Production / Consommation > 120%

# GEREMI – ELABORATION DES SRC

Choix d'un scenario et publication sur le portail cartographique



# GEREMI – SUIVI DES SRC



Confrontation des données projetées avec les données réelles

Actualisé à chaque import annuel des données

# FOCUS SUR LE PORTAIL CARTOGRAPHIQUE

Une base de données nationale

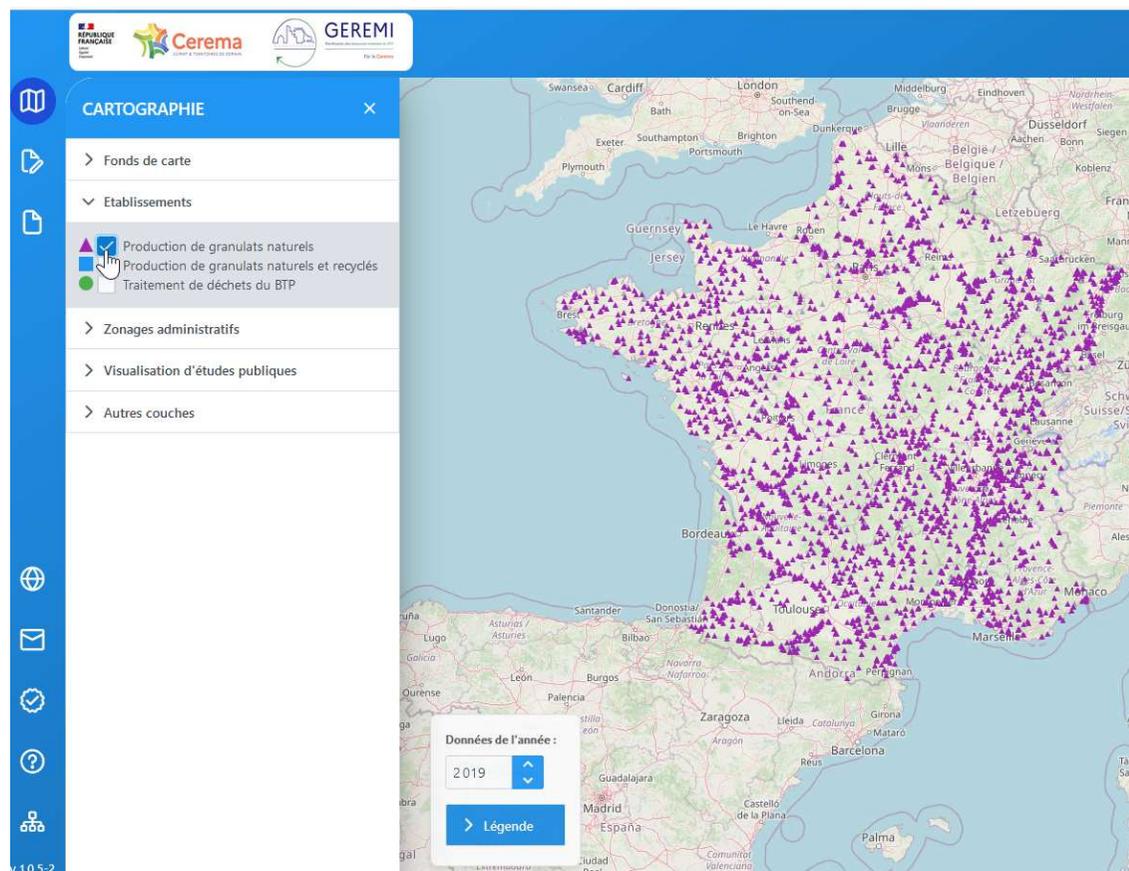
Consultation de toutes les carrières en France

- Localisation
- Production autorisée

Consultation d'installations recevant des déchets du BTP

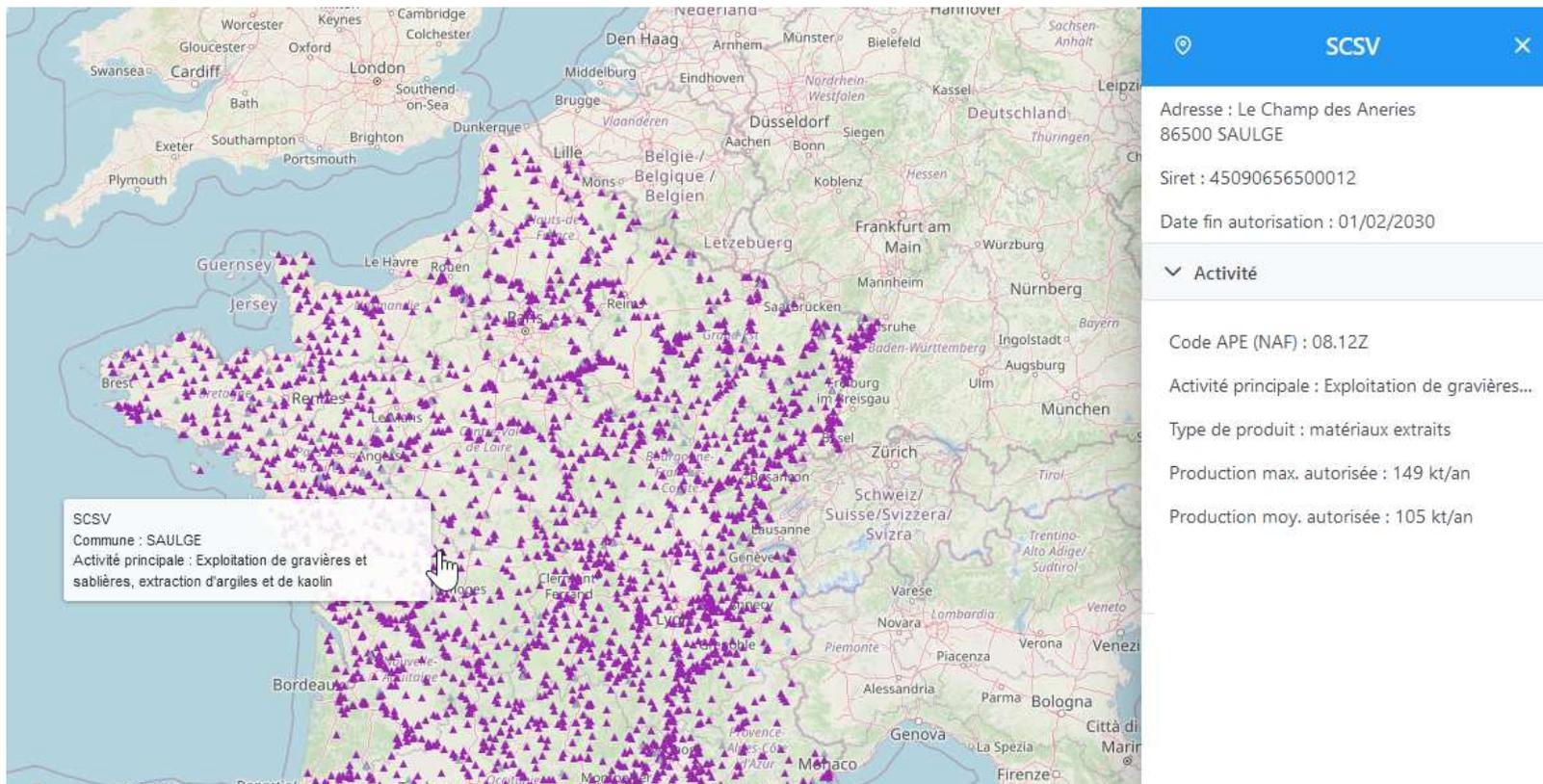
- Localisation
- Nature des déchets réceptionnés

**SPECIFICITE DU PORTAIL CARTOGRAPHIQUE**  
CHOIX DE L'ANNEE



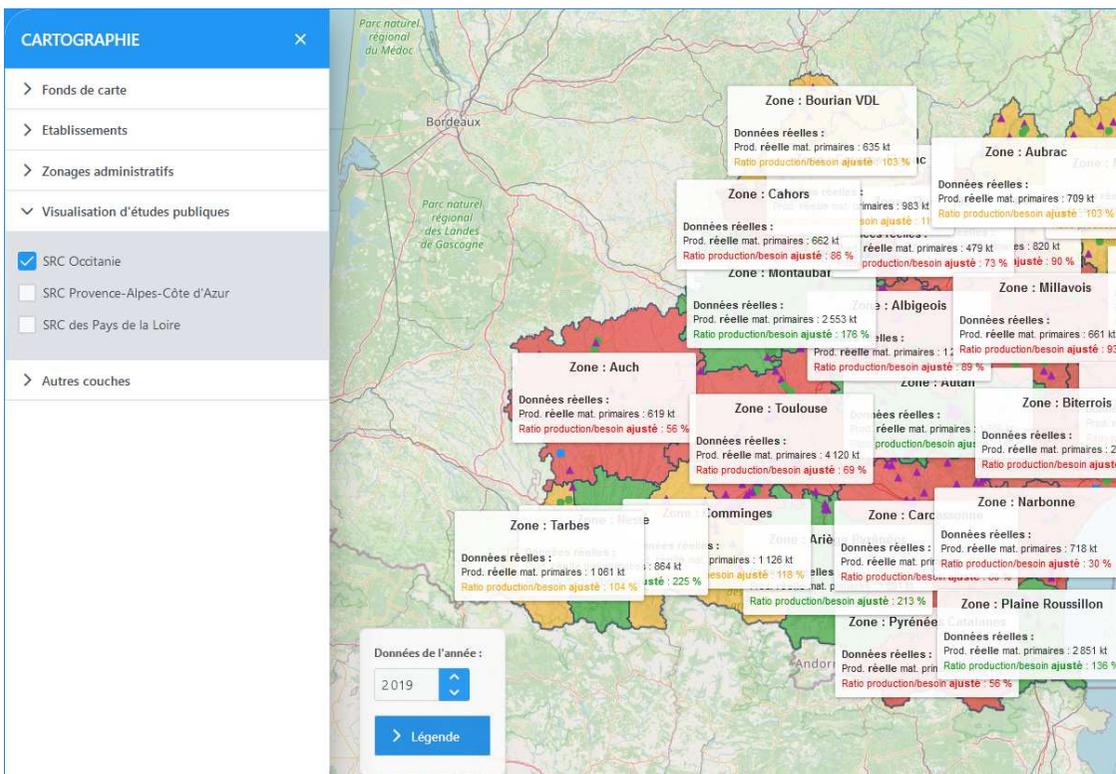
# GEREMI – PORTAIL CARTOGRAPHIQUE

## Consultation des données « libres » de GEREMI

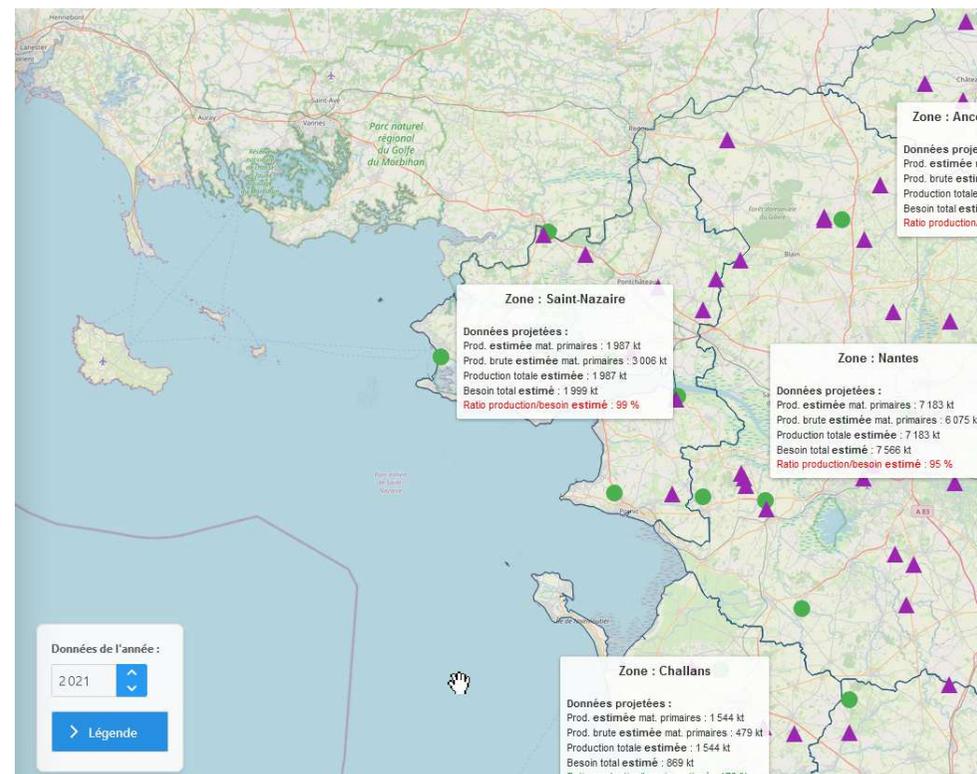


# GEREMI – PORTAIL CARTOGRAPHIQUE

## Consultation des SRC publiés sur GEREMI



Valeurs ajustées si données en base



Valeurs projetées si données absentes

# PROCHAINE ETAPE – 2025 - PROJETS DU BTP

**Filtre sur les sites répondant au besoin**

**Année 2025**  
Production locale : 350 % du projet  
Potentiel granulats recyclés en zone : 10% du besoin  
Distance minimale de réponse au besoin 10 km  
Valorisation potentielle des déchets générés : 75%

**Choix au clic des sites susceptibles d'être mobilisés**

Projets du BTP

- Création de projets
- Enrochements
- Infrastructures routières
- Bâtiments
- Consultation des projets

RD XXX

Nantes  
44 000 Nantes  
Maitre d'ouvrage : Département  
Maitre d'œuvre : B E

- Caractéristiques du chantier
- Planning du chantier
- Publication du projet
- Recherche des gisements

Données de l'année : 2024

Légende

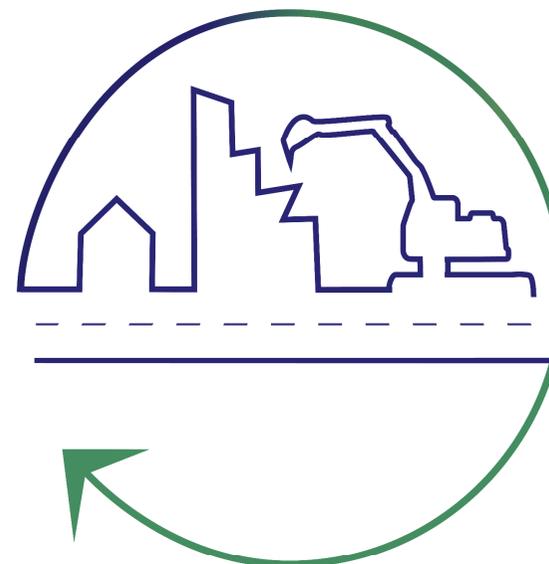
# Contacts



<https://geremi.cerema.fr>



[geremi@cerema.fr](mailto:geremi@cerema.fr)



# GEREMI

Planification des ressources minérales du BTP

Par le **Cerema**

**Je vous remercie pour votre attention**

06/06/2022



# Evaluation du métabolisme à l'échelle du projet d'aménagement

## Principes et outil EvalMetab



# **Evaluation du métabolisme urbain à l'échelle du projet d'aménagement**

# Méthodologie

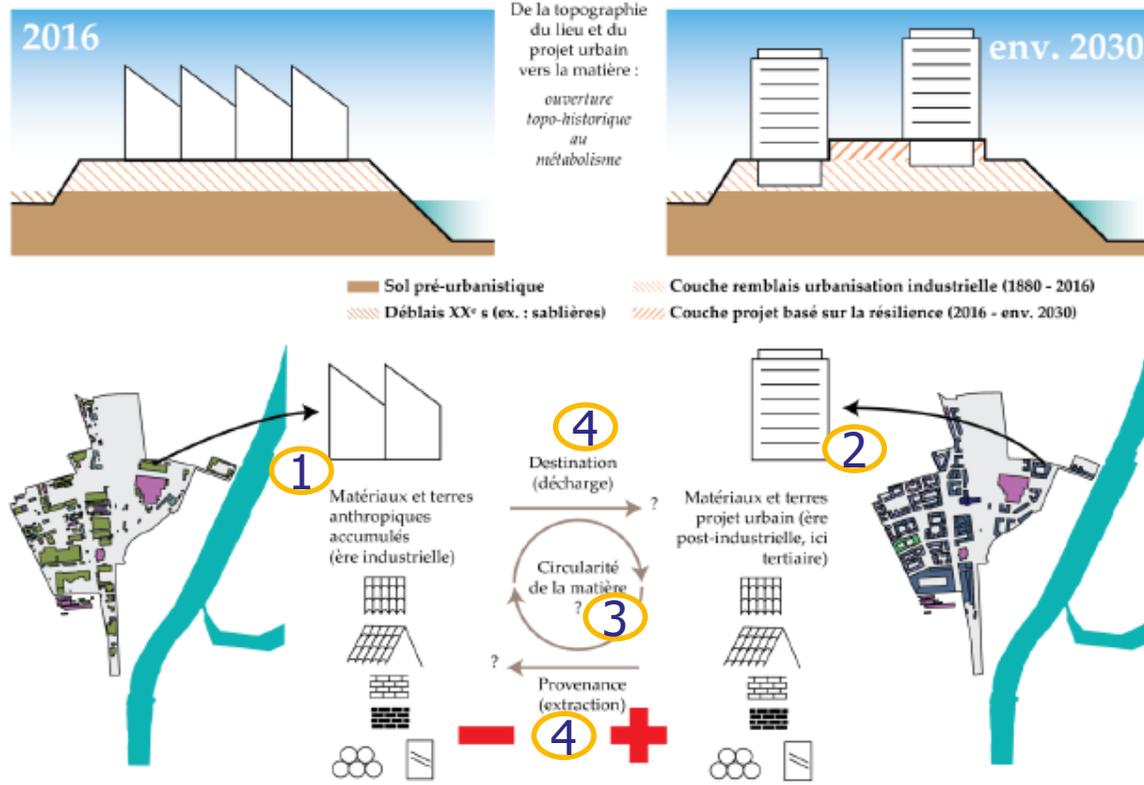


Illustration 3. Modèle de ville simplifié en vue de la quantification en matière (crédit : Jouaillec & Fernandez, 2017)

1. Quantification des matériaux, bâti existant

2. Quantification des matériaux, scénarios de construction

3. Scénarios de recyclage

4. Scénarios logistiques

# Trois projets d'aménagement en Île-de-France

E3S - Ecoquartier La Vallée  
Chatenay-Malabry (92)

Cycle Terre - ZAC Sevrans Terre d'avenir  
Sevrans (93)

Centre Aquatique Olympique  
Saint-Denis (93)

Scénarios d'économie circulaire testés

Recyclage in situ des bétons

Construction en terre crue

Construction en bois



Recyclage in situ des bétons

Scénarios logistiques testés

Report modal (fleuve/mixte)

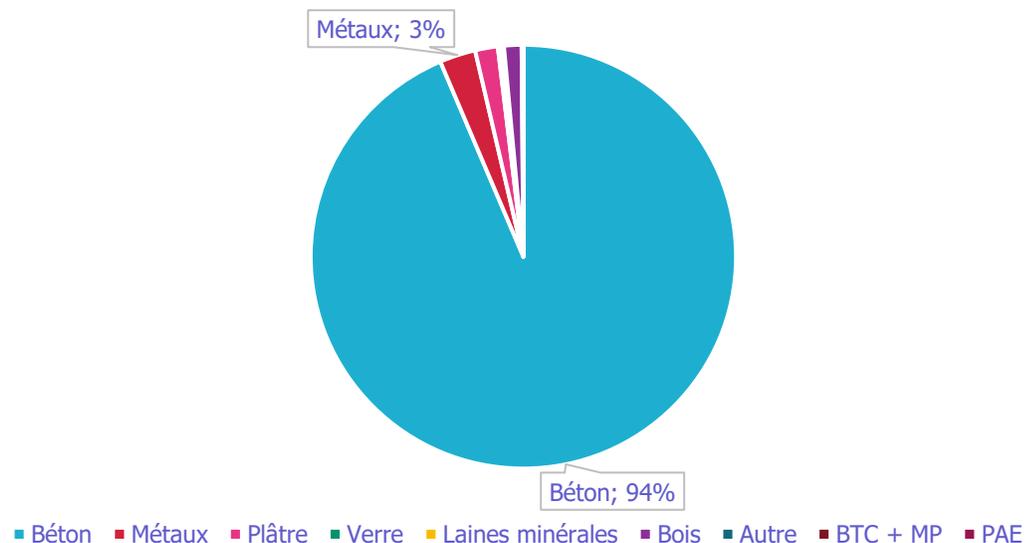
Report modal (fleuve/mixte)

Report modal (fleuve/mixte)

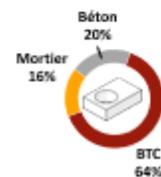
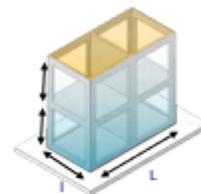


# Cycle Terre – Valoriser localement les terres excavées

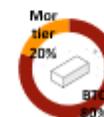
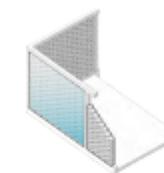
Consommation de matériaux, scénario classique



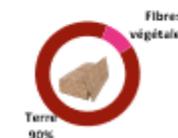
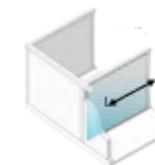
Procédé constructif N°1 :  
En remplissage d'ossature



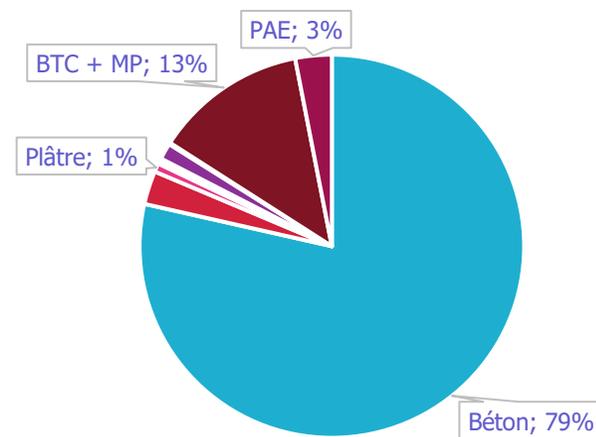
Procédé constructif N°2 :  
Cloisons séparatives (circulations / parties communes)



Procédé constructif N°3 :  
Cloisons distributives (intérieur)



Consommation de matériaux, scénario optimal



Estimations ZAC Sevrans Terre d'Avenir  
4 scénarios testés. Scénario optimal :

- Substitution 19% béton (46000 t)
- Substitution 59% plâtre (2600 t)

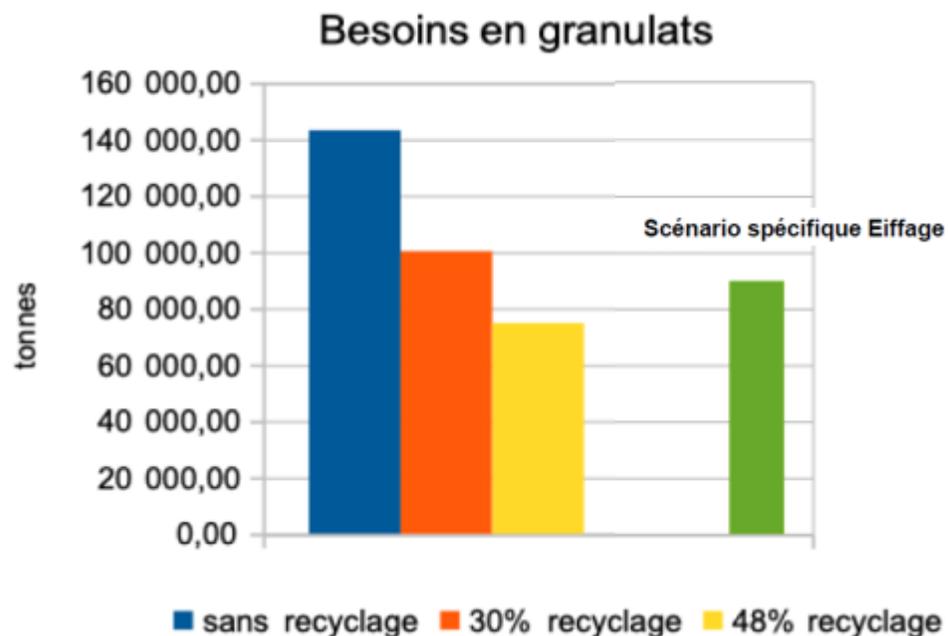
Analyse du MU du projet cycle Terre  
Blanquart et al.

# E3S – Recyclage du béton en situation réelle



## Ecoquartier La Vallée – Chatenay Malabry

- Expérimentations sur le tri des granulats, la recarbonatation accélérée
- Intégration de granulats recyclés au-delà des normes habituelles
- Affiner possibilités de recyclage :
  - 120 000 t de béton concassé,  
60 000 m<sup>3</sup> de granulats recyclés



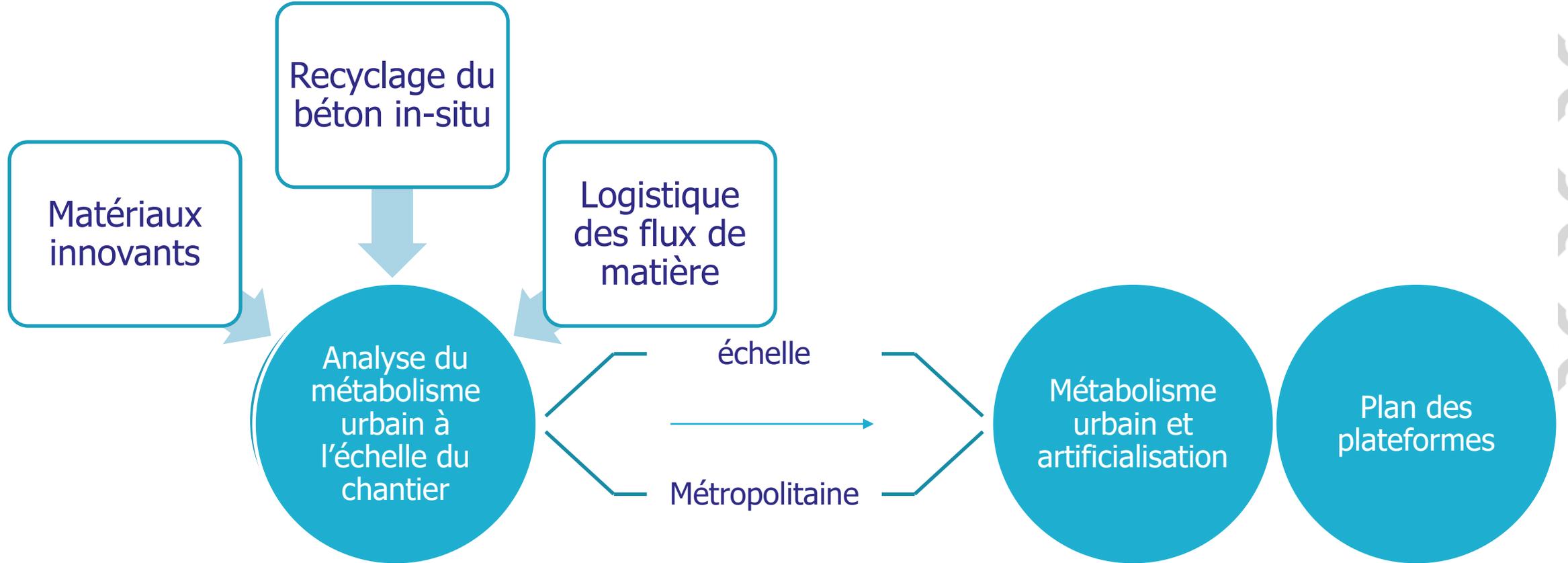
# Analyse

- Avantages (relatifs) du report modal
  - Réduction émissions de CO2, selon matériaux concernés / zones d'approvisionnement
  - Dépendant de la localisation des chantiers
  - A relativiser pour l'évacuation des déchets, selon localisation des ISD
- Potentiel du recyclage in-situ ?
  - Fort potentiel de réduction des impacts du transport,
  - Dépendant des scénarios constructifs (taux de recyclage, densification)
  - Impacts hors transports ?
- Importance d'un sourcing local pour les matériaux bio et géo-sourcés
  - Impacts très variable des transports de ces matériaux, selon zone d'approvisionnement (exemples bois / terre crue)

→ Importance de prendre en compte la logistique des modèles de production « alternatifs »

→ Importance de structurer des filières locales et d'intégrer l'aspect social

Substitution plutôt que diminution : la mise en œuvre actuelle de l'économie circulaire dans le BTP ne remet pas en cause le modèle dominant.

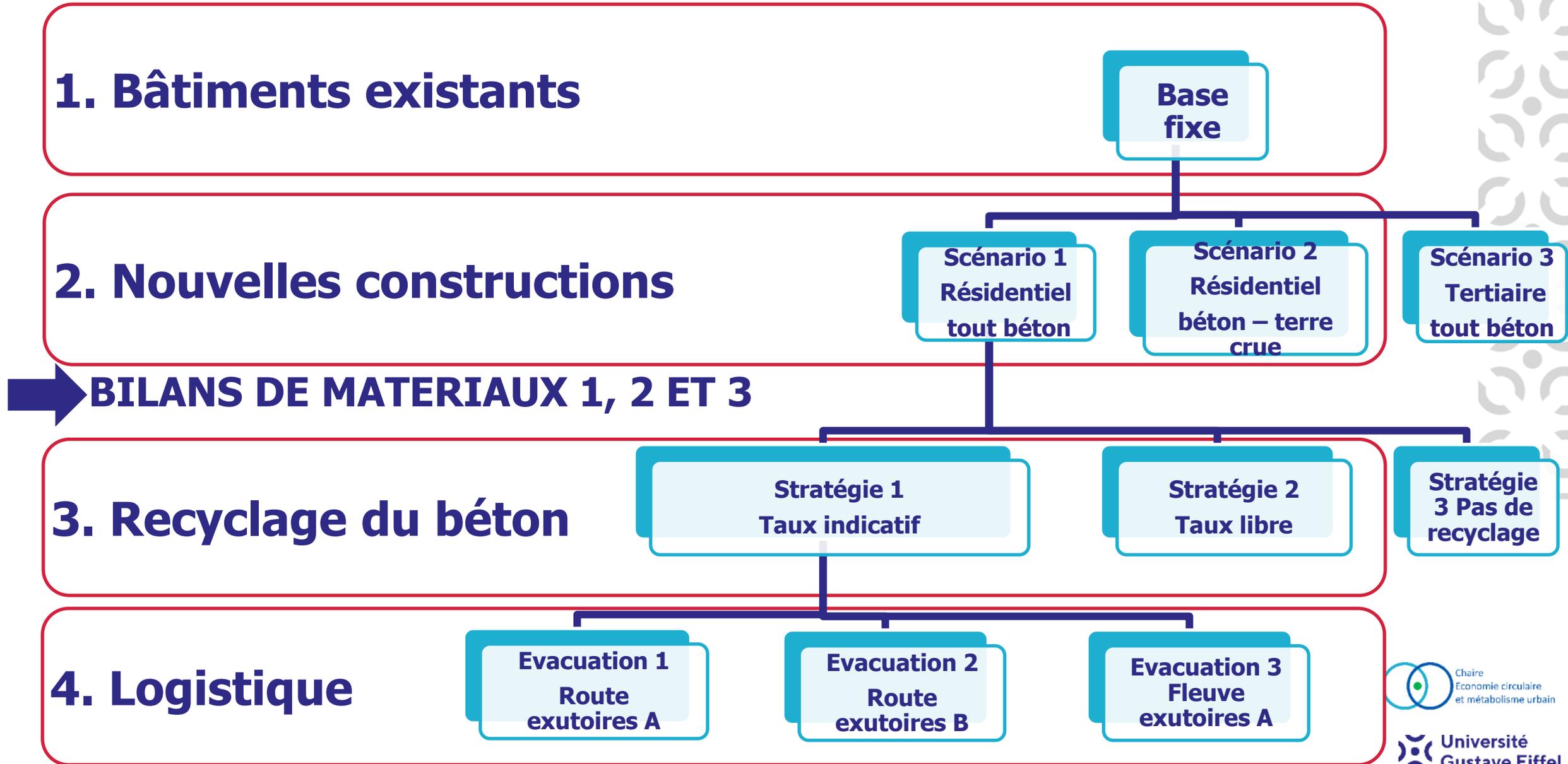


# L'interface EVALMETAB

# Objectifs et public

- Une application de notre méthodologie au plus proche des projets d'aménagement
- Maître d'ouvrages, maîtres d'œuvres, entreprises du BTP
- Outil d'estimation : s'en saisir en amont du projet.
  - **Quels sont les stocks de matériaux disponibles sur site ?**
  - **Comment varient les besoins en matériaux selon le projet d'aménagement ? Selon le type de matériaux ?**
  - **Que peut-on recycler sur place ?**
  - **Quel impacts logistiques de ces différents scénarios ? Quels gains en changeant le mode de transport ou les origines / destinations des matériaux et déchets ?**
- Modalités d'utilisation :
  - ✓ **En ligne.**
  - ✓ **Accès libre et gratuit.**
  - ✓ **Possibilité de sauvegarder ses simulations.**
  - ✓ **Possibilité de faire un export Excel des données obtenues.**

# Exemple d'arborescence :



# Sources des données :

## 1. Bâtiments existants

Typologie des bâtiments issue de l'étude ASURET (2012) par le BRGM sur le bâti de la Ville d'Orléans

## 2. Nouvelles constructions

- Typologie des bâtiments issue de l'étude prospective de consommation des matériaux (2019) par l'ADEME et le CSTB  
- Estimations Chaire ECMU (terre crue, bois)

## ➡ BILAN DES MATERIAUX

## 3. Recyclage du béton

Norme NF EN 206/CN sur l'utilisation de granulats recyclés pour la formulation des bétons

## 4. Logistique

Calculs à partir du guide ministériel Information GES des prestations de transport (2012, māj 2018)

# 1. Bâtiments existants → stock de matériaux

## EVALMETAB

### Zac ECMU

Existant

#### ► Ajout de bâtiment existant

Importer depuis un fichier CSV un ou plusieurs bâtiments ou saisir manuellement les informations par bâtiment.

#### ► Saisie manuelle

Nom (facultatif)

Type

Étages (facultatif)

Surface de plancher totale

Ajouter

« annuler

#### ► Typologie des bâtiments

#	Type de bâtiment	Structure et Composition
1	Habitat ancien / petit commerce (centre historique) - typologie 1	R+2, ossature bois, remplissage brique, fondations en pierre et charpentes en bois
2	Habitat ancien / petit commerce (centre historique) - typologie 2	R+2, maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois

## EVALMETAB

### Zac ECMU

retour au portfolio

Excel

#### ► Étape 1: Bâtiments existants

Dans ce tableau, renseigner les bâtiments existants sur la zone du projet d'aménagement, qui sont à déconstruire. Préciser :

- La typologie de chaque bâtiment (ou groupe de bâtiments), parmi les choix disponibles dans la liste déroulante. Choisir le type en fonction de la structure et composition des bâtiments.
- La surface de plancher (unité m<sup>2</sup>). Si vous disposez de la surface SHOB, il faut la diviser à la main par 1,47 pour obtenir la surface de plancher et l'insérer dans le tableau.

Facultatif : Donner un nom au bâtiment (ou groupe de bâtiments) et préciser le nombre d'étages.

Ajouter un bâtiment existant

Nom	Type	Etages	Surface (m <sup>2</sup> )
Logement1	Logement collectif période récente	0	1000
Bureaux1	Tertiaire ancien / bureaux anciens	0	1000
Equipement1	Bâtiment industriel / Equipements	0	1000
Logement2	Logement collectif 50-70	0	3000
Logements B	Logement individuel 50-70	0	500
Z	Logement collectif 50-70	0	1000

Aller à l'étape 2: nouvelles constructions >>

# 1. Bâtiments existants → stock de matériaux

# 2. Nouvelles constructions → besoins en matériaux

## EVALMETAB

### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier

► **Nouvelle construction**

Importer depuis un fichier CSV un ou plusieurs nouvelles constructions ou saisir manuellement les informations par bâtiment.

► **Saisie manuelle**

Nom (facultatif)

Type

Etages (facultatif)

Surface

- Maisons individuelles diffuses - classique
- Maisons individuelles groupées - classique
- Logement collectif - classique
- EHPAD - classique
- Bureaux - classique
- Hotels - classique
- Commerces - classique
- Enseignement - classique
- Logement collectif – terre crue**
- Bureaux – terre crue
- Commerces – terre crue
- Enseignement – terre crue

© 2020-2021, Softosapiens

## EVALMETAB

Chaire Economie circulaire et métabolisme urbain

### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier Excel

► **Étape 2: Nouvelles constructions**

Vous allez renseigner les bâtiments à construire selon le scénario de construction suivant: **Ecoquartier**.

Dans ce tableau, renseigner les bâtiments à construire sur la zone du projet d'aménagement. Préciser :

- Le type de chaque bâtiment (ou groupe de bâtiments), parmi les choix disponibles dans la liste déroulante
- La surface de plancher (unité m<sup>2</sup>).

Facultatif: Donner un nom au bâtiment (ou groupe de bâtiments) et préciser le nombre d'étages.

**Ajouter une nouvelle construction**

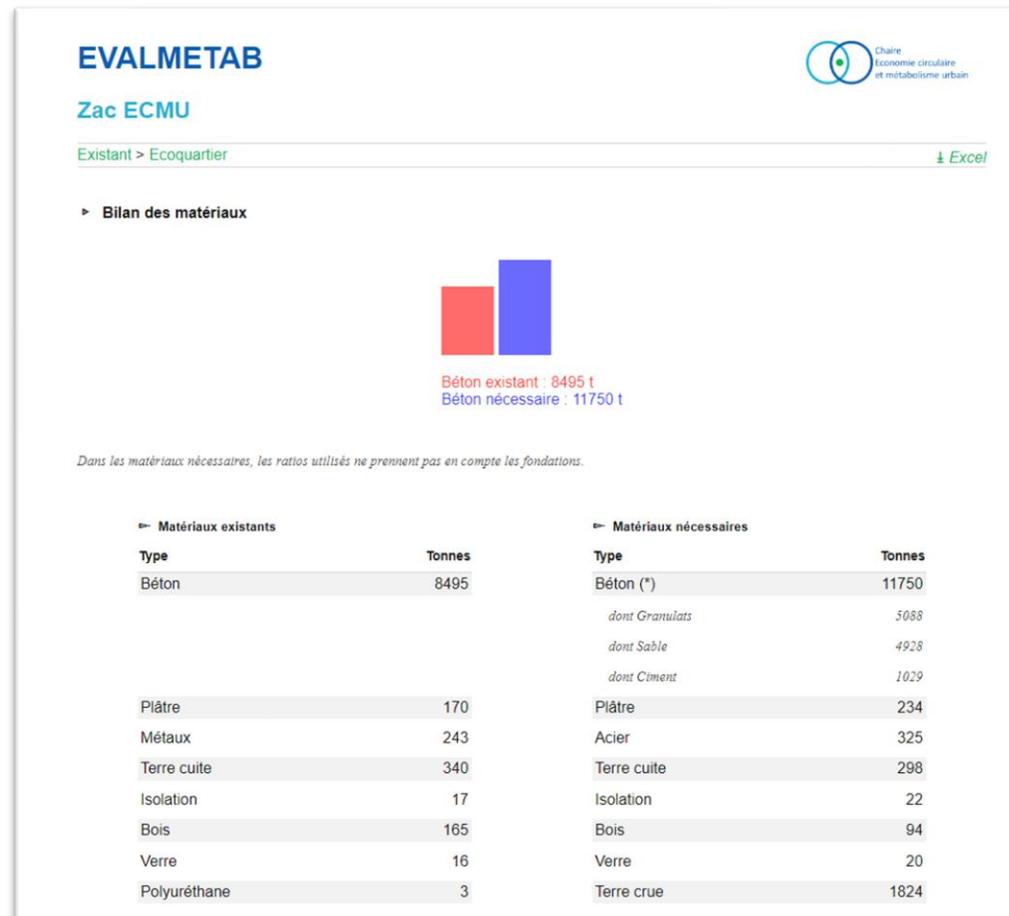
Nom	Type	Etages	Surface (m <sup>2</sup> )
LogementA	Logement collectif – terre crue	0	2500 ✓
BureauxA	Bureaux – terre crue	0	1500 ✓
EcoleA	Enseignement – terre crue	0	1300 ✓
LogementB	Logement collectif – terre crue	0	3000 ✓
LogementC	Logement collectif – terre crue	0	1500 ✓

**Visualiser le bilan de matière**

# 1. Bâtiments existants → stock de matériaux

# 2. Nouvelles constructions → besoins en matériaux

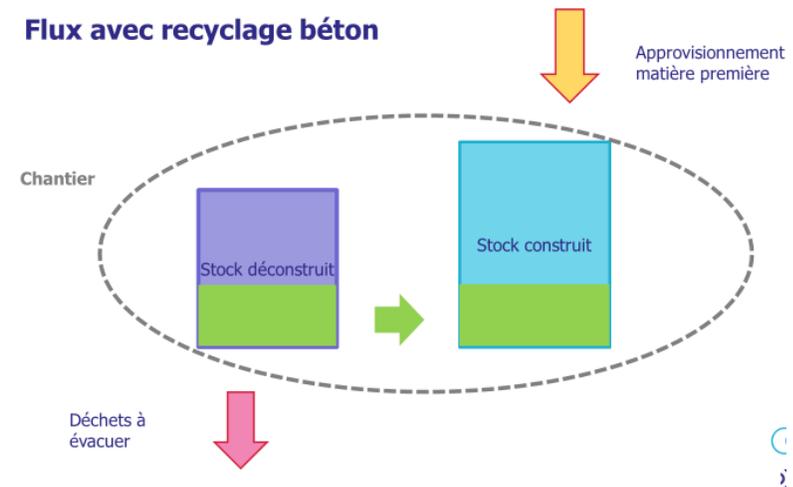
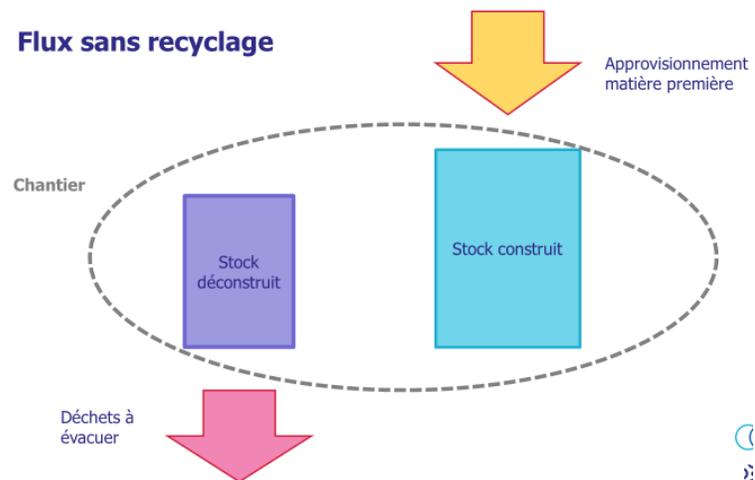
## ➔ BILAN DES MATERIAUX



1. Bâtiments existants → stock de matériaux

2. Nouvelles constructions → besoins en matériaux

## ➔ BILAN DES MATERIAUX



## 3. Recyclage du béton

### EVALMETAB

#### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier

► **Nouvelle stratégie de recyclage**

Stratégie

Taux (si taux libre)

**Ajouter**

[« annuler](#)

© 2020-2021, Softosapiens

### EVALMETAB

Chaire Economie circulaire et métabolisme urbain

#### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier > Maximum théorique [Excel](#)

► **Étape 3 : Stratégies de recyclage**

Vous visualisez l'impact de la stratégie de recyclage suivante : *Maximum théorique*.

Béton	Tonnes
Béton existant	8495
Granulats recyclés disponibles*	3296
Granulats recyclés dans le projet**	3296
Reste de béton existant à évacuer	5199
Granulats nécessaires	5088
Dont granulats recyclés**	3296
Reste de granulats naturels à acheminer	1792

Granulats nécessaires : 5088 t  
Dont granulats recyclés : 3296 t

\* après concassage du béton

\*\* Cette quantité correspond au taux choisi d'intégration de granulats recyclés, dans la limite des granulats recyclés disponibles.

<< Liste des stratégies de recyclage

[Aller à l'étape 4 - stratégies logistiques >>](#)

# 4. Logistique

SHUL/NEW

## EVALMETAB

### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier > Taux indicatif

► **Nouvelle stratégie logistique d'évacuation**

Nom de la stratégie

Vous pouvez repérer les ISDI et ISDND les plus proches de votre chantier à l'aide de la base de données de la Fédération Française du Bâtiment. Lien : centre de traitement des déchets et déchetteries de chantier (ffbatiment.fr).

► Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI)

Nom

Distance

Mode logistique

► Installation de Stockage des Déchets non Dangereux (ISDND)

Nom

Distance

Mode logistique

► Exutoire pour le béton non recyclé in situ : plateforme de réemploi / réutilisation / recyclage, carrière pour remblai...

Nom

Distance

Mode logistique

### Zac ECMU

Existant > Ecoquartier > Taux indicatif [Excel](#)

► **Étape 4 : Stratégies logistiques**

Pour le scénario de construction Ecoquartier, avec la stratégie de recyclage Taux indicatif, vous pouvez maintenant créer différentes stratégies d'évacuation des déchets et d'approvisionnement en matériaux.

Tous allez renseigner pour chaque stratégie le mode de transport et la distance du chantier avec les exutoires et lieux d'approvisionnement, afin d'estimer les coûts économiques (€) et environnementaux (kg eq CO2) liés au transport.

► **Évacuation des déchets**

Type de déchets	Tonnes
Déchets inertes	2144
Déchets non dangereux	611
Béton non recyclé in situ	7172

Stratégie	Coût	Emissions
Evacuation 1	131624 €	144787 kg eq CO2
Evacuation 2 fleuve	58334 €	33834 kg eq CO2

Coût du transport pour l'évacuation des déchets

Evacuation 1 : 131624 €  
Evacuation 2 fleuve : 58334 €

Emissions liées au transport pour l'évacuation des déchets

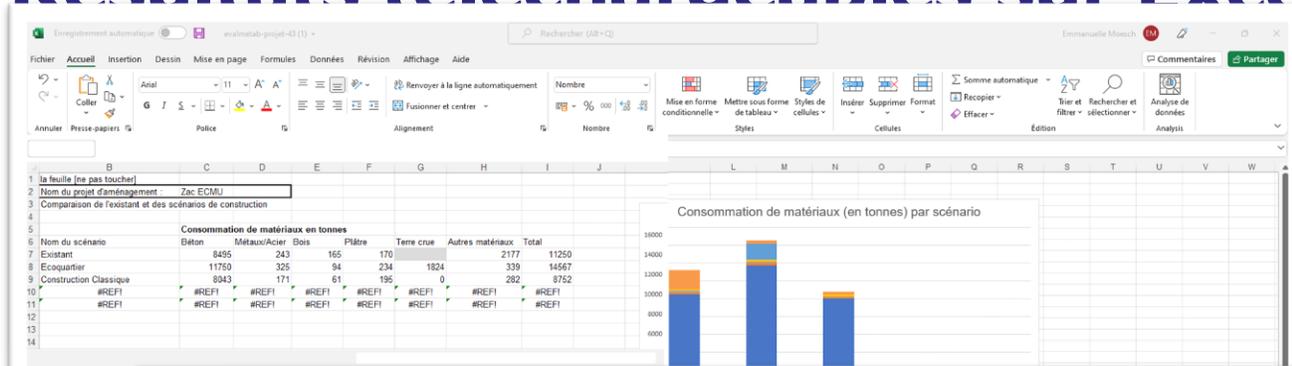
Evacuation 1 : 144787 kg eq CO2  
Evacuation 2 fleuve : 33834 kg eq CO2

► **Acheminement des matériaux**

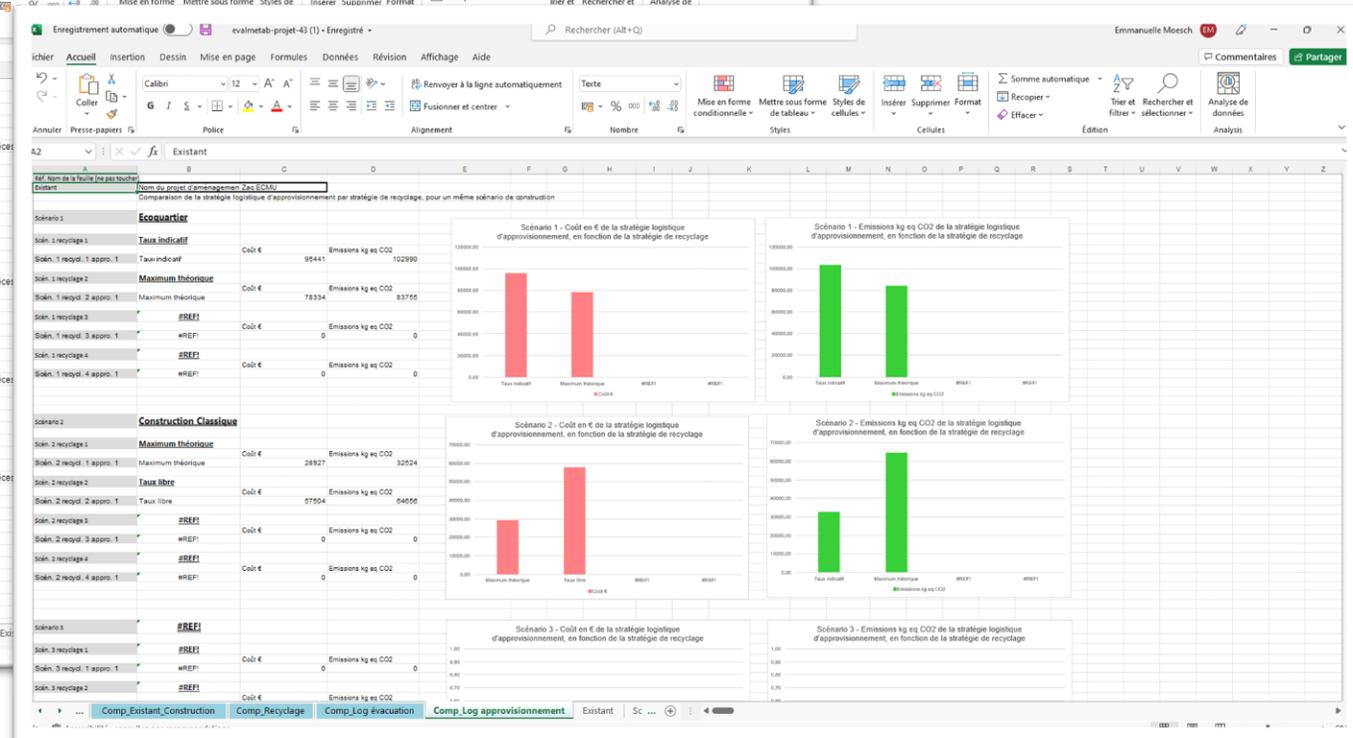
Matériaux	Tonnes	Coût	Émissions
Granulats	3765	32646 €	36705 kg eq CO2
Sable	4928	42727 €	48040 kg eq CO2
Terre Crue	1824	20069 €	18244 kg eq CO2

► **Fin de la simulation... pour cette branche de l'arborescence !**

# Résultats téléchargeables sur Excel



Scénario	Nom stratégie de recyclage	Granulats recyclés	Granulats naturels à acheminer	Total	Granulats néces
Scénario 1	<b>Ecoquartier</b>				
Scén. 1 recyclage 1	Taux indicatif		1323	3765	
Scén. 1 recyclage 2	Maximum théorique	3296	1792		
Scén. 1 recyclage 3	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scén. 1 recyclage 4	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scénario 2	<b>Construction Classique</b>				
Scén. 2 recyclage 1	Maximum théorique	3296	484		
Scén. 2 recyclage 2	Taux libre	0	3781		
Scén. 2 recyclage 3	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scén. 2 recyclage 4	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scénario 3	<b>#REF!</b>				
Scén. 3 recyclage 1	Nom stratégie de recyclage	Granulats recyclés	Granulats naturels à acheminer	Total	Granulats néces
Scén. 3 recyclage 2	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scén. 3 recyclage 3	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Scén. 3 recyclage 4	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!





**CSTB**  
*le futur en construction*

# Présentation de BTPFlux

26/11/2024





# Contexte

Modéliser les flux de matière

## PROBLÉMATIQUES IMPORTANTES À GÉRER PAR LES TERRITOIRES

- ⇒ Gestion et traitement des Produits Equipements Matériaux et Déchets (PEMD)
- ⇒ Développement des filières de traitement et valorisation
- ⇒ Besoin d'assurer l'approvisionnement en ressources (*locales si possible*)
- ⇒ Réduction de l'impact sur l'environnement

## ANTICIPER ET OPTIMISER LES FLUX DE MATÉRIAUX ASSOCIÉS AU SECTEUR DU BÂTIMENT

- ⇒ Construction → *consommation*
- ⇒ Déconstruction → *production*
- ⇒ Rénovation et Réhabilitation → *consommation et production*

## RÉALISER DES ÉTUDES SPÉCIFIQUES À UN TERRITOIRE OU PARC DE BÂTIMENT

⇒ Différentes échelles

- France
- Région
- Départements
- Collectivités territoriales
- Commune Quartier

⇒ Projet d'aménagement

⇒ Connaissance du parc existant

⇒ Différents scénarios de mutation du parc

## INTÉGRER LES SPÉCIFICITÉS DES TERRITOIRES

- ⇒ Architecturales
- ⇒ Dynamique du parc → *construction, déconstruction, ...*
- ⇒ Capacité de gestion et de traitement → *par catégorie de PEMD*
- ⇒ Capacité de production locale → *ressources, entreprises, ...*

## AIDER À ÉTABLIR UNE STRATÉGIE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

- ⇒ Quantifier et discrétiser les flux → *par catégorie de PEMD, ...*
- ⇒ Evaluer la soutenabilité des ressources
- ⇒ Quantifier le potentiel de valorisation → *composants du bâtiment*
- ⇒ Evaluer les impacts socio-économiques → *nombre d'emplois locaux directs ou indirects*
- ⇒ Considérer différents scénarios de prospective → *trajectoire carbone, augmentation démographique, ...*

**CSTB**  
*le futur en construction*

**BTPFLU**



**BTPFlux**

Un modèle d'analyse des flux de matières pour le  
secteur du bâtiment

## FOURNIR DES DONNÉES SUR LES FLUX DE MATIÈRES

- ⇒ Prédiction/anticipation
- ⇒ Type de flux
  - ⇒ Consommation de ressources
  - ⇒ Production de PEMD/PMCB
- ⇒ Type de chantier
  - ⇒ Typologie/catégorie de bâtiment
  - ⇒ Type d'action (Rénovation/construction/déconstruction ...)
- ⇒ Echelle
  - ⇒ Territoriale (Nationale, Régionale, Départementale, ... )
  - ⇒ Parc de bâtiment (Bailleur, projet d'aménagement (ZAC))

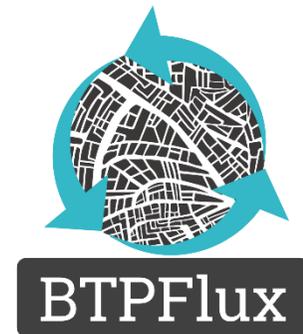
*Approche par composant*

## **CALCULER UN ENSEMBLE D'INDICATEURS**

- ⇒ Potentiel de valorisation (par composant, PEMD, PMCB)
- ⇒ Circularité (à l'échelle d'un territoire ou d'un parc)
- ⇒ Criticité des ressources

## **DÉFINIR ET EVALUER DES STRATÉGIES**

- ⇒ Développement des filières de valorisation
- ⇒ Mise en place de plateforme de reconditionnement
- ⇒ Assurer l'approvisionnement en ressources





Sorties du modèle

Estimation du stock  
de composants de l'existant

Estimation de la consommation  
de ressources et de la production  
de PEMD

Analyse des flux de  
gestion associés



**Choix d'un territoire  
de la France  
métropolitaine**

- France
- Région
- Département
- Collectivités



1

TyPy



A partir de la caractérisation du  
parc de bâtiment

2



Origine des flux

3



A partir d'une estimation de la  
dynamique de parc

- Taux de déconstruction
- Taux de rénovation
- Taux de construction

- RECYCLAGE AUTRES SECTEURS
- SOUS-COUCHE ROUTIÈRE ET COMPLEMENT DE CARRIÈRES
- VALORISATION ÉNERGÉTIQUE
- ENFOUISSEMENT

A partir d'une estimation des  
répartitions dans les différents  
exutoires

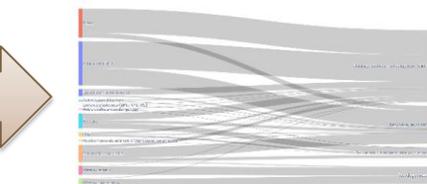


Diagramme de Sankey des flux de déchets non dangereux de territoire

# Structure du modèle



Sorties du modèle

Estimation du stock de composants de l'existant

Estimation de la consommation de ressources et de la production de PEMD

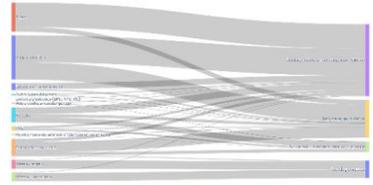
Analyse des flux de gestion associés



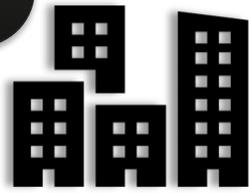
- Choix d'un territoire de la France métropolitaine**
- France
  - Région
  - Département
  - Collectivités



1



2



A partir de la caractérisation du parc de bâtiment



3



A partir d'une estimation de la dynamique de parc

- Taux de déconstruction
- Taux de rénovation
- Taux de construction

4

- RECYCLAGE AUTRES SECTEURS
- SOUS-COUCHE ROUTIÈRE ET COMblement DE CARRIÈRES
- VALORISATION ÉNERGÉTIQUE
- ENFOUISSEMENT

A partir d'une estimation des répartitions dans les différents exutoires



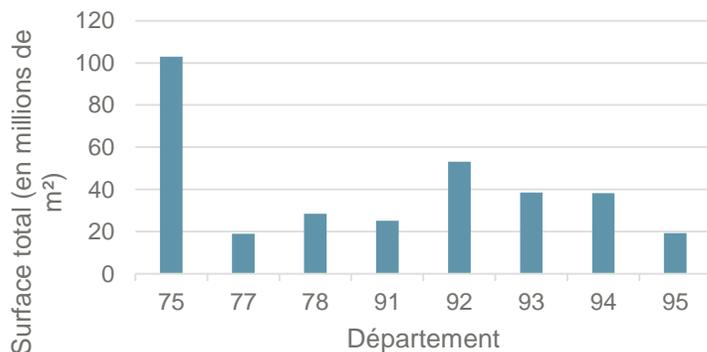
## Intégrer les spécificités des territoires

- Architecturales
- Dynamique du parc → *construction, déconstruction, ...*

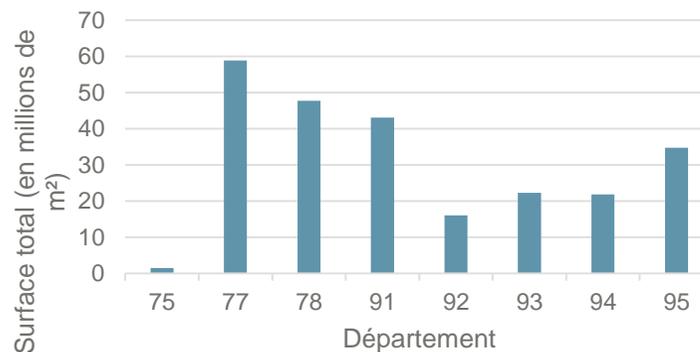
## Informations de base sur la majorité des bâtiments

- Surfaces → *emprise au sol, locaux, ...*
- Année de construction
- Usage principal
- Matériaux principaux de structure
- ...

Logements collectifs



Maisons Individuelles



0



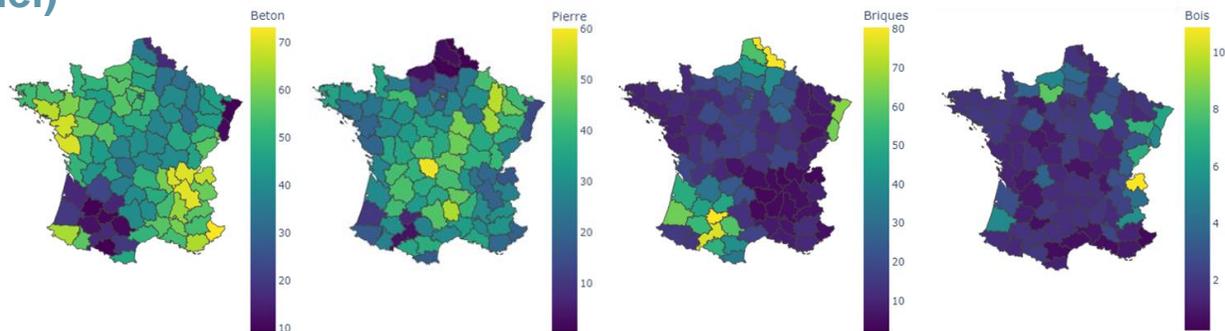
## Intégrer les spécificités des territoires

- Architecturales
- Dynamique du parc → *construction, déconstruction, ...*

## Informations plus précises sur un certain nombre de bâtiments résidentiels (DPE)

- Matériau des murs plus détaillé
- Type d'isolant
- Type de planchers
- Ratio de surface vitrée

## Répartition des matériaux des murs par département selon les informations DPE (Résidentiel)





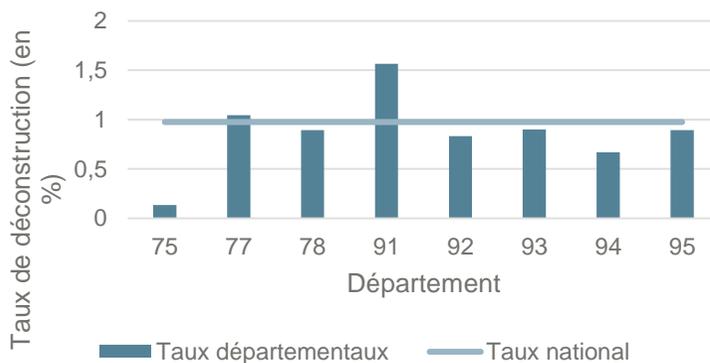
## Intégrer les spécificités des territoires

- Architecturales
- Dynamique du parc → *construction, déconstruction, ...*

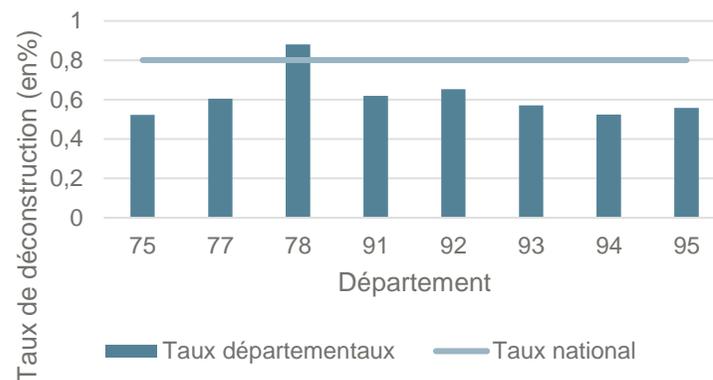
## Etude de plusieurs millésimes pour pouvoir déduire les dynamiques de parc

- Actuellement taux de déconstruction par département, par usage et période de construction
- Taux de rénovation nationaux
- Taux de construction à venir

Logements collectifs



Maisons individuelles



# Structure du modèle



Sorties du modèle

Estimation du stock de composants de l'existant

Estimation de la consommation de ressources et de la production de PEMD

Analyse des flux de gestion associés



**Choix d'un territoire de la France métropolitaine**

- France
- Région
- Département
- Collectivités



1

A partir de la caractérisation du parc de bâtiment

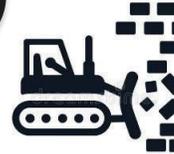
TyPy



2



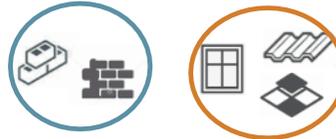
3



A partir d'une estimation de la dynamique de parc

- Taux de déconstruction
- Taux de rénovation
- Taux de construction

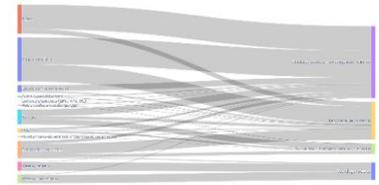
Origine des flux

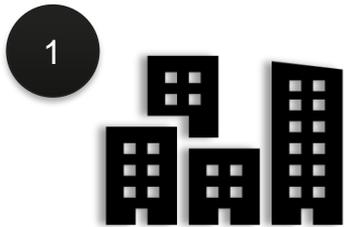


4



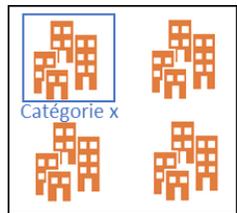
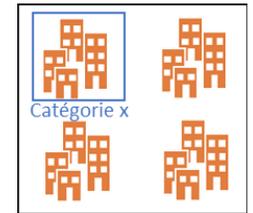
A partir d'une estimation des répartitions dans les différents exutoires



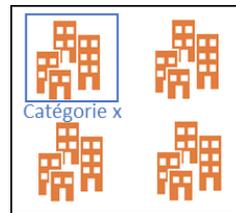
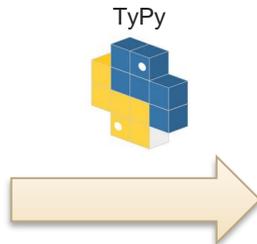


## Choix d'un échantillon de bâtiment

- Bâtiments avec le plus d'informations
- Résidentiels → Bâtiment avec un DPE représentatif (information BDNB)
- Non-résidentiels → Bâtiments avec des données géométriques et période de construction



Echantillon avec métadonnées enrichies



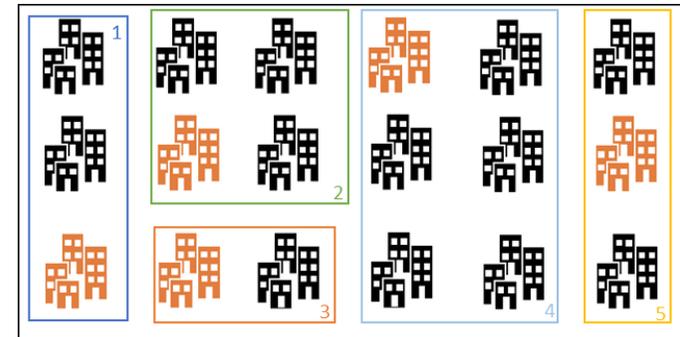
Echantillon avec estimation de la matérialité de chaque bâtiment

Extrapolation à l'ensemble du territoire



### Catégorie de bâtiments :

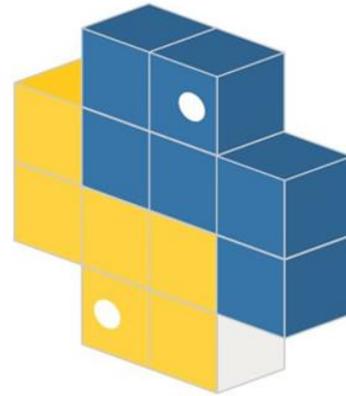
- Usage
- Période de construction
- Matériau principal de structure



**Connaissance du stock de composants de l'ensemble du parc de bâtiments du territoire**

**CSTB**  
*le futur en construction*

TyPy



Modéliser la matérialité d'un bâtiment à partir d'une description limitée

## MODÉLISER LA MATÉRIALITÉ D'UN OU PLUSIEURS BÂTIMENTS

- ⇒ Matérialité = les composants constitutifs du bâtiment → « *architecture* », *systèmes constructifs, équipements, etc ...*
- ⇒ Quantité de composants → *dimensionnement*
- ⇒ Propriétés associées aux composants → *matière, propriétés thermiques, données environnementales, etc ...*

## MODÉLISER LES ÉVOLUTIONS DU BÂTIMENT

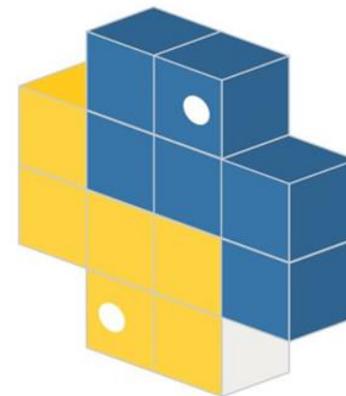
- ⇒ Dépose/repose d'éléments en fonction de scénarios de rénovation/réhabilitation/changement d'usage
- ⇒ Déchets associés à une déconstruction

## A PARTIR D'UNE DESCRIPTION LIMITÉE DU BÂTIMENT

- ⇒ Algorithme de décisions pour « enrichir » des données
- ⇒ Connaissance architecturales historique

## DEVENIR UN « LANGAGE » COMMUN POUR DÉCRIRE LA MATÉRIALITÉ DES BÂTIMENTS

- ⇒ Open source et open data
- ⇒ Faire consensus
- ⇒ Amélioration continue
- ⇒ Adaptabilité



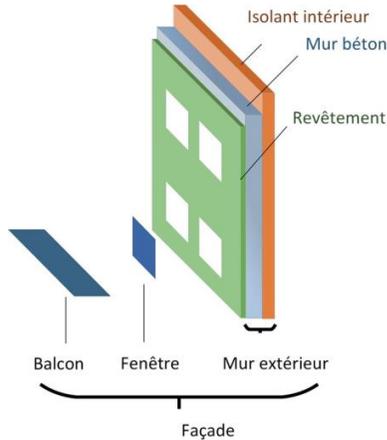


+30M de bâtiments



## Métadonnées du bâtiment

- Usage
- Période de construction
- Matériaux
- Géométrie
- ...



## Détermination des composants constitutifs du bâtiment



Base de données composants  
~400 composants



## Estimation des quantités de composants du bâtiment

- Algorithme de dimensionnement
- Utilisation de la géométrie
- Connaissances historiques

## Deux types de données d'entrée

- Données issues de la [BDNB](#), format tableau, éventuellement enrichies : adapté pour un grand territoire
- Données fournies par l'utilisateur, via un formulaire : adapté pour un nombre restreint de bâtiments



### Métadonnées

- Usage\*
- Année de construction\*
- Matériaux des murs
- Surface vitrée
- Isolation de la toiture
- Présence de balcons
- ...

\* Données obligatoires

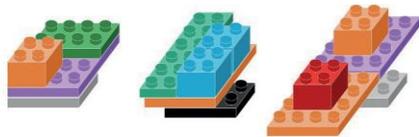


Comment en déduire les composants constitutifs ?

# Approche par composant et macro-composant



Brique élémentaire = composant



Des briques assemblées = macro-composant

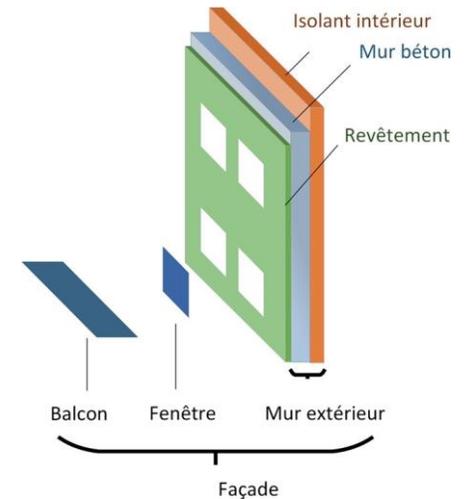


Bâtiment = macro-composant

Mur en briques



Façade



# TyPy-db : La base de données composants et macro-composants

## Pouvoir stocker et requêter des composants



Pouvoir stocker et requêter des macro-composants et des archétypes de bâtiments

Pouvoir stocker et requêter des gestes de rénovation ou des bouquets

## Association de la géométrie « réelle » au bâtiment-type (ou archétype)

Pour calculer des quantités de composants

### Données géométriques

- Surface par face du bâtiment
- Hauteur
- Périmètre
- ...



### Archétype

- Assemblage de composants
- Propriétés



### Règles métier

- Espacement des murs porteurs en pierre
- Entraxe des solives en bois
- ...

Dimensionnement

Quantité (unité fonctionnelle)  
+  
masse



Aplats de couleur en fonction du lot RE2020

## BTPFlux Dashboard

### Territoires

**Départements** ^

Haute-Garonne (31)

**Communes** v

### Statistiques générales

145,742 bâtiments

336,861,000 m<sup>2</sup> de surface de plancher

Bâtiments Déchets Exutoires

### Répartition par période de construction

Sauvegarder ▾

#### Période de construction

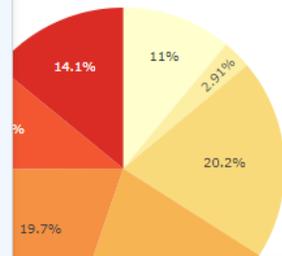
- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- P5
- P6
- P7
- Période inconnue

#### Usage

- Logement individuel
- Logement collectif
- Bâtiment d'enseignement
- Bureau
- Bâtiment industriel
- Local commercial
- Hôpital
- Hôtel
- Bâtiment sportif
- Bâtiment culturel
- Usage inconnu
- Autre usage

#### Matériau principal

- Béton
- Briques
- Pierre
- Bois
- Terre
- Autre matériau
- Matériau inconnu



- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- P5
- P6

Filter des bâtiments

Valeurs :

- Nombre de bâtiments
- Surface totale

Appliquer la sélection

Modifier le graphe



Sorties du modèle

Estimation du stock  
de composants de l'existant

Estimation de la consommation  
de ressources et de la production  
de PEMD

Analyse des flux de  
gestion associés

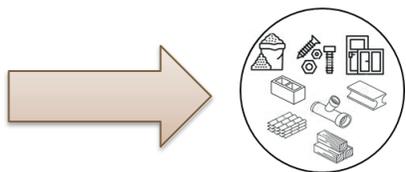


**Choix d'un territoire  
de la France  
métropolitaine**

- France
- Région
- Département
- Collectivités



1



2



A partir de la caractérisation du  
parc de bâtiment

TyPy



Origine des flux

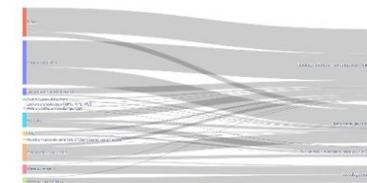


3



A partir d'une estimation de la  
dynamique de parc

- Taux de déconstruction
- Taux de rénovation
- Taux de construction

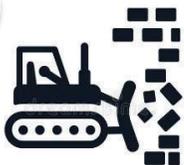


- RECYCLAGE AUTRES SECTEURS
- SOUS-COUCHE ROUTIÈRE ET COMPLEMENT DE CARRIÈRES
- VALORISATION ÉNERGÉTIQUE
- ENFOUISSEMENT

A partir d'une estimation des  
répartitions dans les différents  
exutoires

# Estimation de la production de PEMD (« déchets »)

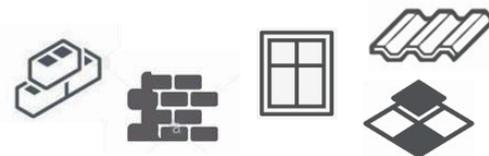
3



## Déconstruction

Implémenté  
Développement

100% du stock de composants est supprimé du bâtiment

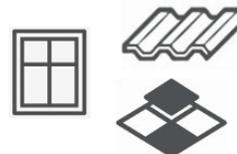


Gros Œuvre +  
second œuvre

## Rénovation thermique

Implémenté  
Développement

Scénario de pose/dépose  
→ Composants supprimés

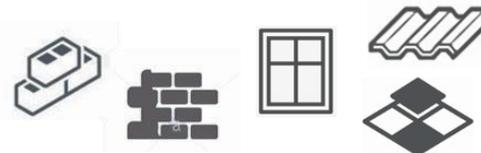


Second œuvre

## Construction neuve

Planifié

% de rebut de chantier



Gros Œuvre +  
second œuvre

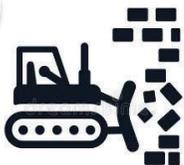
## Réhabilitation

Perspective

Scénario de pose/dépose  
→ Composants supprimés

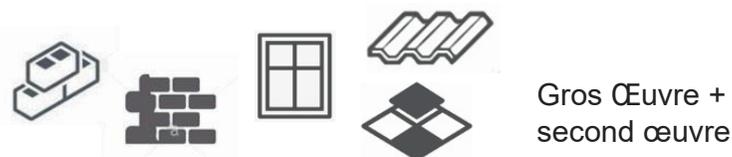


3



## Construction neuve Planifié

100% du stock de composants est ajouté au bâtiment



## Rénovation thermique Développement

Scénario de pose/dépose  
→ Composants ajoutés

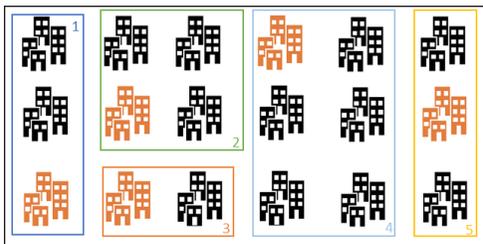
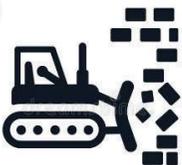


## Réhabilitation Perspective

Scénario de pose/dépose  
→ Composants ajoutés



3



Stock de composants de l'ensemble du parc de bâtiments du territoire par catégorie

1



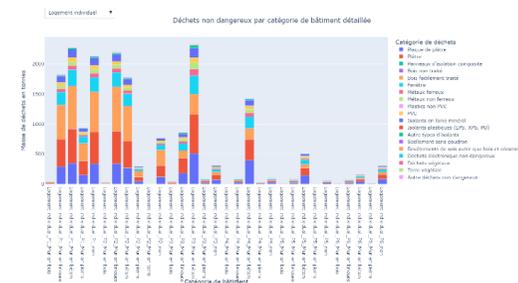
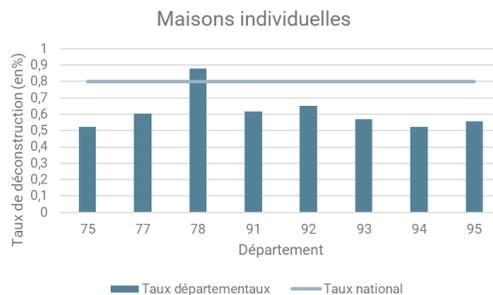
## Dynamique du parc

### Spécifique au territoire:

- Déconstruction
- Rénovation énergétique
- Construction
- Réhabilitation

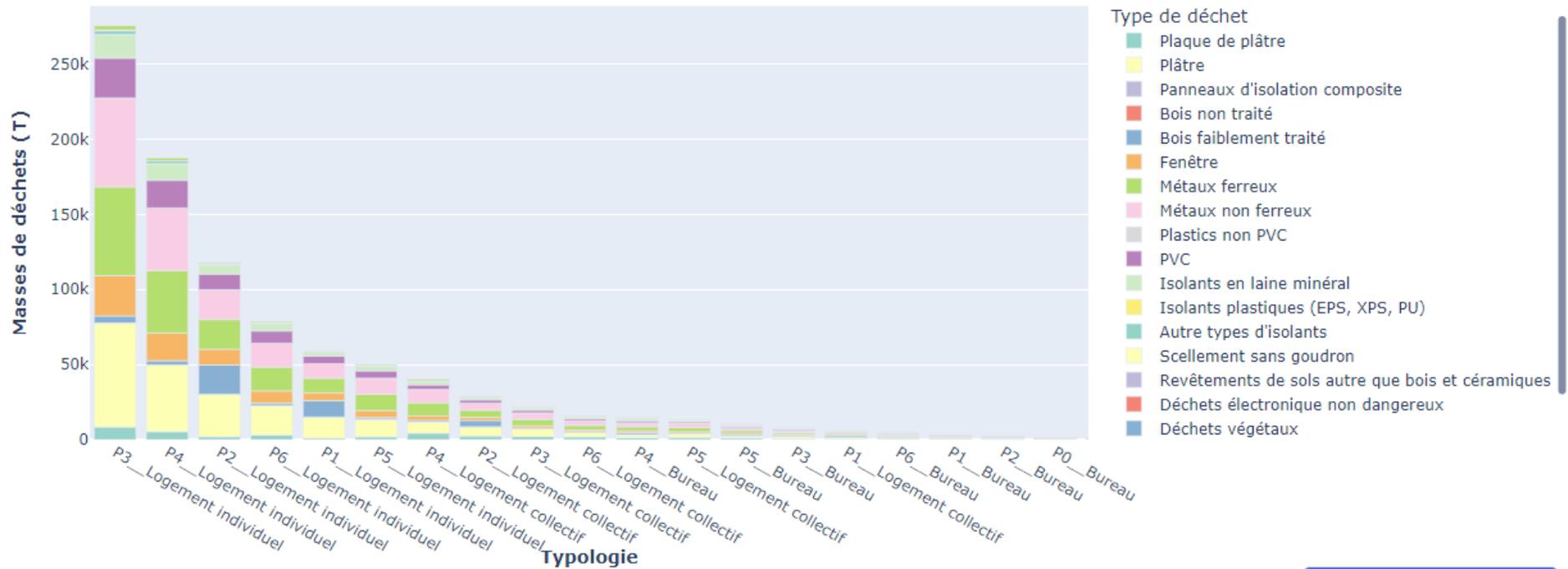
### Par catégorie de bâtiment:

- Usage
- Période de construction
- Système constructif



# Estimation quantité de déchets - Résultats

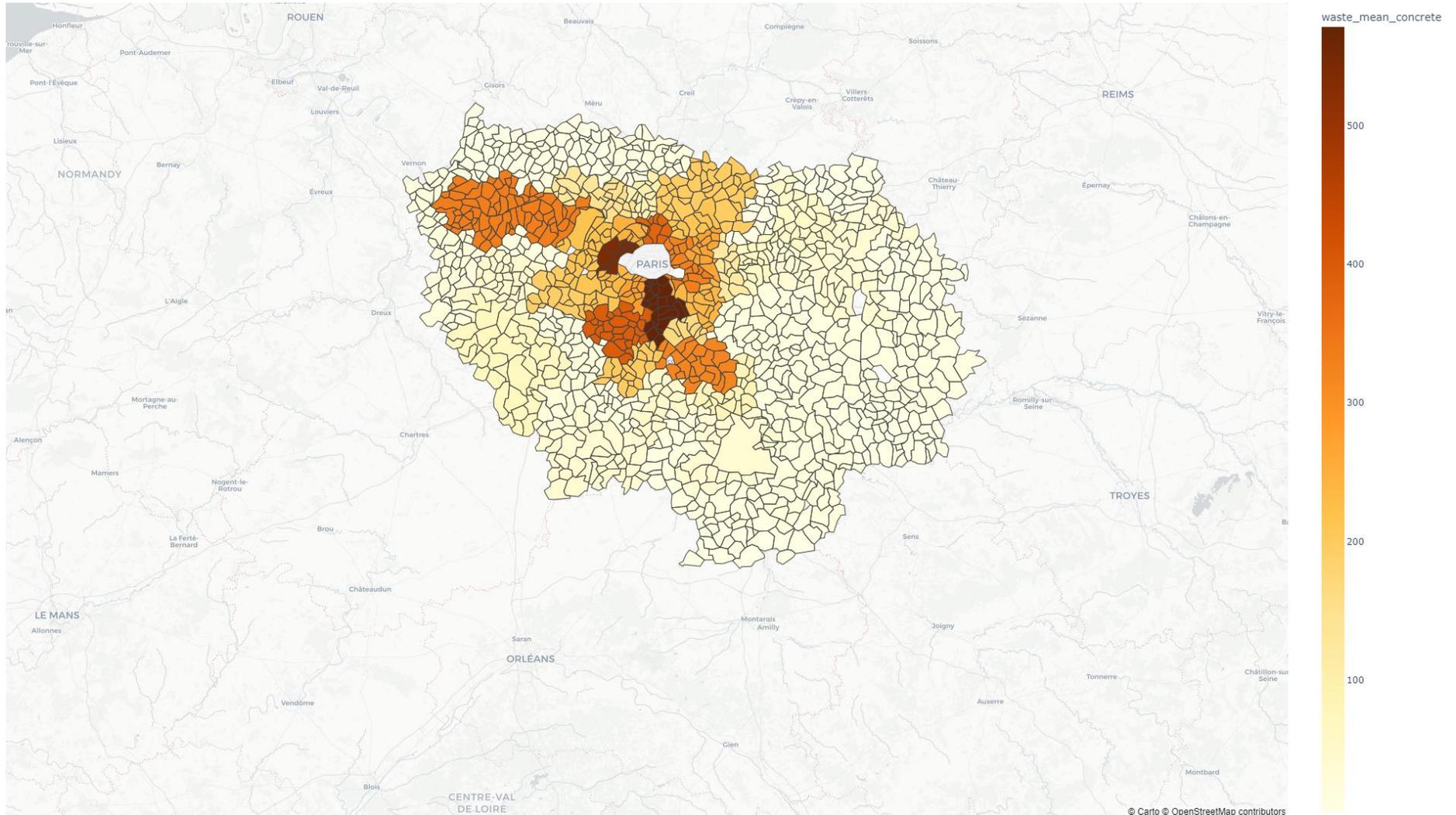
Déchets non dangereux



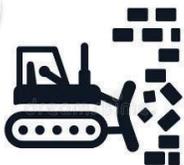
# Estimation quantité de déchets - Résultats

Type de déchets	(Plusieurs éléments)				
Usage bâtiment	(Tous)				
Code territoire	(Plusieurs éléments)				
Étiquettes de lignes		Somme de Rénovation (ktonnes)	Somme de Déconstruction min (ktonnes)	Somme de Déconstruction moyenne (ktonnes)	Somme de Déconstruction max (ktonnes)
Amiante		0	34,54	62,878	91,214
Autre déchets non dangereux		0,424	11,901	13,011	14,124
Autre types d'isolants		1,148	4,553	4,92	5,29
Béton		0	4631,456	5035,373	5439,283
Bitume sans goudron		2,891	6,668	7,162	7,655
Bois faiblement traité		9,388	60,936	65,98	71,024
Bois non traité		0	0,401	0,417	0,43
Briques		0	195,058	203,404	211,748
Isolants en laine minérale		10,576	27,17	29,773	32,381
Isolants plastiques (EPS, XPS, PU)		0	0,306	0,329	0,361
Métaux ferreux		3,255	106,847	115,941	125,036
Métaux non ferreux		0,485	1,005	1,046	1,089
Pierre		9,543	298,126	324,506	350,88
Plaque de plâtre		0,499	42,314	46,392	50,475
Plâtre		0,048	119,071	127,169	135,264
Plomb		0	2,666	4,274	5,882
PVC		41,199	42,457	46,36	50,265
Tuiles de toit		3,09	24,907	27,025	29,141
Verre sans menuiserie		24,944	25,695	28,004	30,313
Autre type de déchets inertes		0	36,143	37,625	39,11
Céramiques diverses		34,359	96,642	100,76	104,882
Sol non pollué (hors terre végétal)		0	2,557	2,652	2,744
Revêtements de sols autre que bois et céramiques		0,382	1,386	1,777	2,164
<b>Total général</b>		<b>142,231</b>	<b>5772,805</b>	<b>6286,778</b>	<b>6800,755</b>

# Estimation quantité de déchets - Résultats



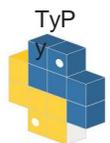
3



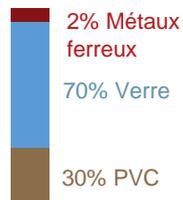
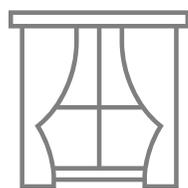
Comment passer des composants aux PEMD ?

Essentielle pour la réutilisation et le réemploi

## Déchets



1 composant à une décomposition en déchets\*



Exemple d'une fenêtre double vitrage en PVC

Développement



Matrice de correspondance entre nomenclature TyPy et PEMD

Planifié



## PEM



Echelle composant → Permet d'établir une correspondance avec la nomenclature PEM

\*basée sur la nomenclature du catalogue européen des déchets

La nomenclature **déchets** des PEMD est plus précise :  
- Quelles sources de données ?



Estimation du stock  
de composants de l'existant

Estimation de la consommation  
de ressources et de la production  
de PEMD

Analyse des flux de  
gestion associés

Sorties du modèle



**Choix d'un territoire  
de la France  
métropolitaine**

- France
- Région
- Département
- Collectivités



1

2

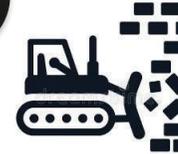


A partir de la caractérisation du  
parc de bâtiment

TyPy



3



A partir d'une estimation de la  
dynamique de parc

- Taux de déconstruction
- Taux de rénovation
- Taux de construction

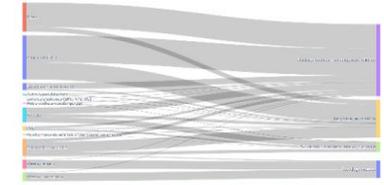
Origine des flux



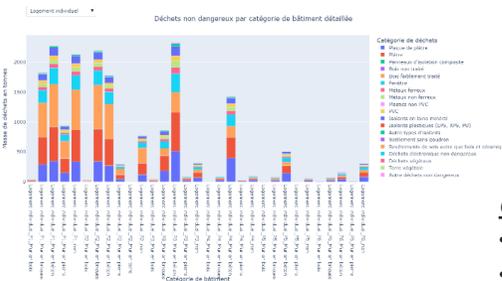
4



A partir d'une estimation des  
répartitions dans les différents  
exutoires



4



**Origine des flux :**

- Type de chantier
- Territoire
- Catégorie de bâtiment
- Catégorie de PEMD

Estimation de la consommation de ressources et de la production de PEMD

2



**Mode de gestion des flux**

**Approche composant**

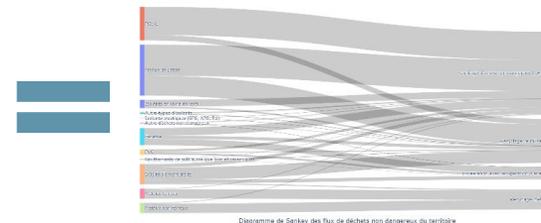
- Réemploi
- Réutilisation

**Approche déchet**

- Recyclage
- Comblement de carrière
- Valorisation énergétique
- Enfouissement
- Incinération sans

Waste category	Catégorie de déchet	Tri en pied de chantier
bituminous mixtures (containing no tar)	DI Mélanges bitumineux (sans goudron)	0,90
unpolluted soil (excluding topsoil)	DI Terres, litières, terre végétale, sols pollués	0,80
concrete	DI Béton	0,70
stone	DI Pierre	0,70
bricks	DI Briques	0,70
roof tiles	DI Tuiles	0,70
ceramic floor tiles, earthenware and sanitary ware	DI Céramiques (carrelage, faïence et sanitaires)	0,70
glass without window frame	DI Verres sans menuiserie	0,03
other inert waste	DI Autres déchets inertes	0,03
gypsum plasterboards and planks	DND Plâtre, Plâques et carreaux	0,50
gypsum plaster on inert support	DND Plâtre Enduit	0,00
insulation composite panels and plaster	DND Plâtre, Composites plâtre, + isolant	0,00
untreated wood	DND Bois Non traités	0,70
low adjuanted wood	DND Bois Faiblement adjuantés	0,70
windows and other glass openings	DND Fenêtres et autres ouvertures vitrées	0,90
ferrous metals	DND Métaux Ferreux	0,90
non ferrous metals	DND Métaux Non Ferreux	0,90
non PVC plastics	DND Plastiques Hors PVC	0,20
PVC plastics	DND Plastiques PVC	0,00
mineral wools insulation	DND Isolants Laines minérales	0,00
cellular plastics insulation (EPS, XPS, PU)	DND Isolants Plastiques alvéolaires (EPS, XPS, PU)	0,00
other insulation	DND Isolants Autres	0,00
sealing (containing no tar)	DND Complexe d'étanchéité sans goudron	0,00
floor covering (excluding floor tiles or wooden floor coverings)	DND Revêtement des sols hors céramique et bois	0,02

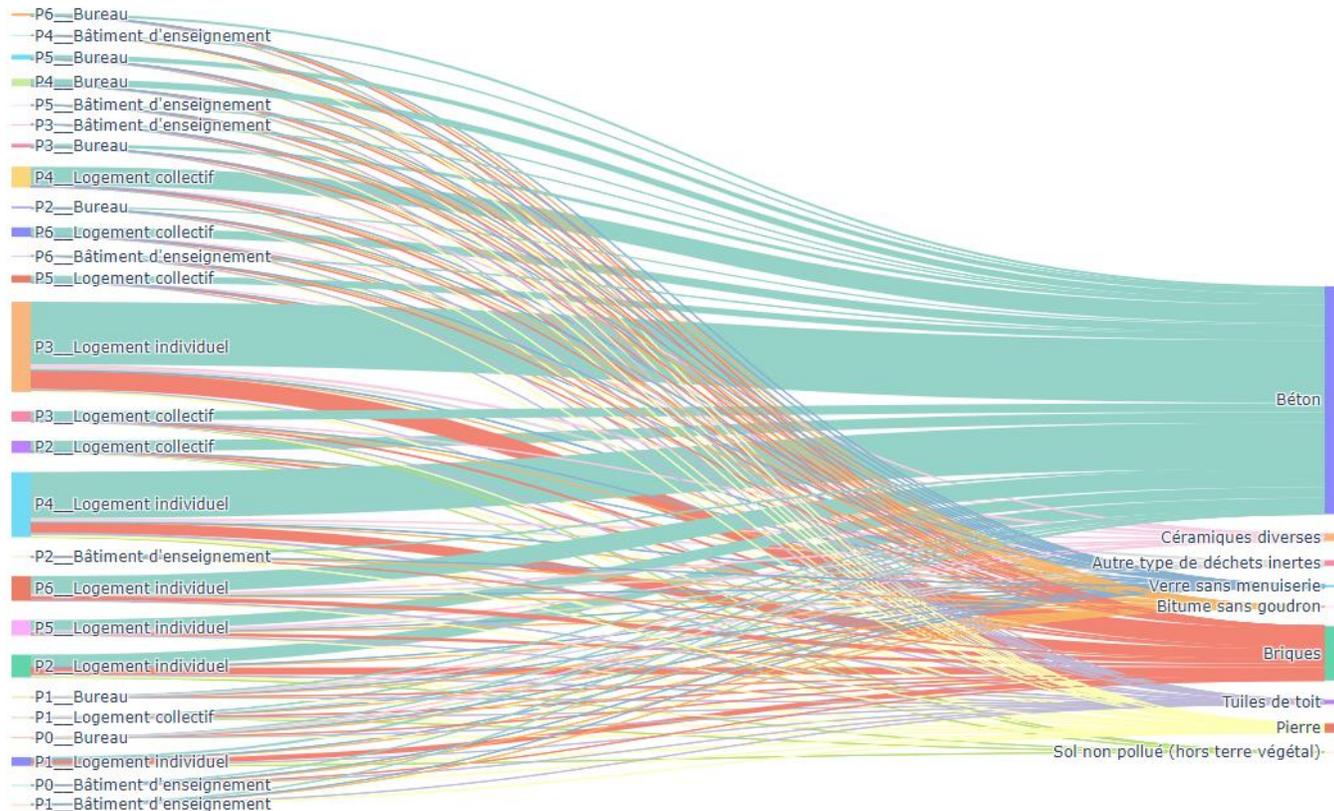
Uniquement déchets à l'heure actuelle



Dernière MAJ en 2021. Faire des liens avec la REP PMCB !

# Analyse de la gestion des flux de PEMD - Résultats

Déchets inertes



## Propose des études très détaillées

- Territoire
- *Catégorie de bâtiment*
- *Type de chantier*
- *Catégorie de PEMD*
- *Approche par composant*

## Différentes échelles territoriales

- Collectivités territoriales
- Département
- Région
- France
- Projet d'aménagement (à fiabiliser)

## Différents types de sortie

- Estimation du stock de composant
- Production de PEMD
- Consommation de ressources
- Analyse des flux de valorisation
- Autres ??

## Un modèle exploitable mais encore de nombreux développements à réaliser !

- Augmenter le nombre de catégorie de bâtiments
- Améliorer l'échantillonnage
- Améliorer les scénarios de pose/dépose de composants
- Développer les liens entre la nomenclature TyPy et la nomenclature PEMD
- Améliorer la prise en compte de la gestion des flux de PEMD
- Faire des liens avec la REP PMCB
- Augmenter la fiabilité des résultats





**CIRCLECHAIN**

**Transformons  
chaque déchet en une  
nouvelle matière première**

**12** CONSOMMATION  
RESPONSABLE



**Moins de 1% des  
matériaux du bâtiment  
sont réemployés**

**et ce chiffre  
ne progresse pas...**

**CIRCLECHAIN**

**se donne la mission d'améliorer  
le réemploi  
et le taux de recyclage des déchets**



# Les problèmes du secteur

1

**Absence d'outils pour  
communiquer et  
échanger de  
l'information**

Gisements, nature,  
possibilités de traitement,  
réemploi, ...

2

**Lourdeurs  
des déclarations  
administratives**

Registes, Bordereau,  
Traçabilité

3

**Un secteur peu  
digitalisé**

Acteurs isolés, mesure,  
pilotage, performance,  
bilan carbone

# Nos actions



**PORTER  
LA SUPPLY-CHAIN**

**MESURER**



**ECHANGER  
DE LA DONNÉE**

**TRACER**



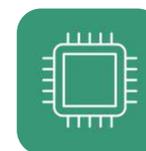
**RÉPONDRE  
AUX OBLIGATIONS  
DE DÉCLARATION**

# Notre réponse.



# Déchetterie 4.0

Hardware, IoT et logiciel



## OUTILS ET ÉQUIPEMENTS

Caméras de lecture de plaques  
d'immatriculation, lien avec les dispositifs de  
pesée,

Tablettes pour l'accueil des usagers, IoT,

Outil de gestion des enlèvements,

Connexion aux Eco-Organismes,

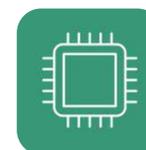
Reporting opérationnel, alertes,

ERP performant



# Déchetterie 4.0

Hardware, IoT et logiciel



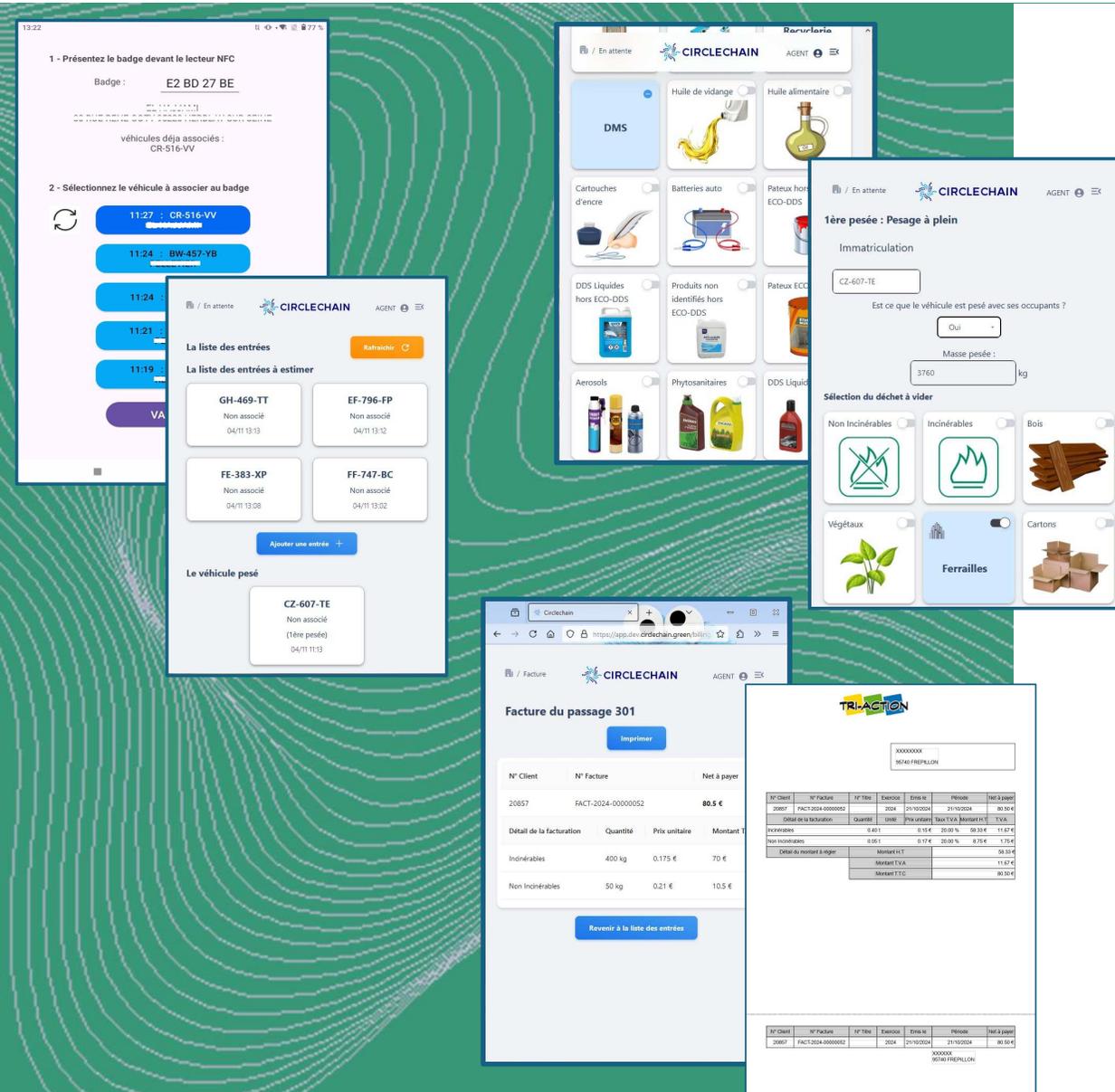
## OUTILS ET ÉQUIPEMENTS

Accueil par lecture de la plaque

Choix des produits de recyclerie  
et des déchets  
par icônes

Suivi des quotas, facturation

Lien Balance



**1 - Présentez le badge devant le lecteur NFC**  
Badge : E2 BD 27 BE  
véhicules déjà associés : CR-516-VV

**2 - Sélectionnez le véhicule à associer au badge**  
11:27 : CR-516-VV  
11:24 : BW-457-YB  
11:24 : VA  
11:21 :  
11:19 :  
VA

**La liste des entrées**  
Ajouter une entrée +

**La liste des entrées à estimer**

<b>GH-469-TT</b> Non associé 04/11 13:13	<b>EF-796-FP</b> Non associé 04/11 13:12
<b>FE-383-XP</b> Non associé 04/11 13:08	<b>FF-747-BC</b> Non associé 04/11 13:02

**Le véhicule pesé**

<b>CZ-607-TE</b> Non associé (1ère pesée) 04/11 11:13
--

**Produits à sélectionner :** DMS, Huile de vidange, Huile alimentaire, Cartouches d'encre, Batteries auto, Pateux hors ECO-DDS, DDS Liquides hors ECO-DDS, Produits non identifiés hors ECO-DDS, Pateux ECO-DDS, Aerosols, Phytosanitaires, DDS Liquides.

**Tère pesée : Pesage à plein**  
Immatriculation : CZ-607-TE  
Est ce que le véhicule est pesé avec ses occupants ?  
Oui  
Masse pesée : 3760 kg

**Sélection du déchet à vider**

Non Incinérables	Incinérables	Bois
Végétaux	Ferrailles	Cartons

**Facture du passage 301**  
Imprimer

N° Client	N° Facture	Net à payer
20857	FACT-2024-00000052	80,5 €

Détail de la facturation

	Quantité	Prix unitaire	Montant T
Indinérables	400 kg	0,175 €	70 €
Non Incinérables	50 kg	0,21 €	10,5 €

Revenir à la liste des entrées

**TRI-ACTION**  
XXXXXXXXXX  
90740 FIEPILLON

N° Client	N° Facture	N° Titre	Exercice	Exercice N°	Période	Net à payer
20857	FACT-2024-00000052	2024	21/10/2024	21/10/2024		80,50 €

Détail de la facturation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Taux TVA	Montant HT	TVA
Indinérables	400	kg	0,175 €	20,00 %	70,00 €	11,67 €
Non Incinérables	50	kg	0,21 €	20,00 %	10,50 €	1,75 €
Détail du montant à payer		Montant HT				80,50 €
		Montant TVA				11,67 €
		Montant TTC				92,17 €

N° Client	N° Facture	N° Titre	Exercice	Exercice N°	Période	Net à payer
20857	FACT-2024-00000052	2024	21/10/2024	21/10/2024		80,50 €

XXXXXXXXXX  
90740 FIEPILLON

# Circlechain Pilotage

Plateforme collaborative



PLATEFORME SAAS

**Portails personnalisés**

Portefeuille des apports

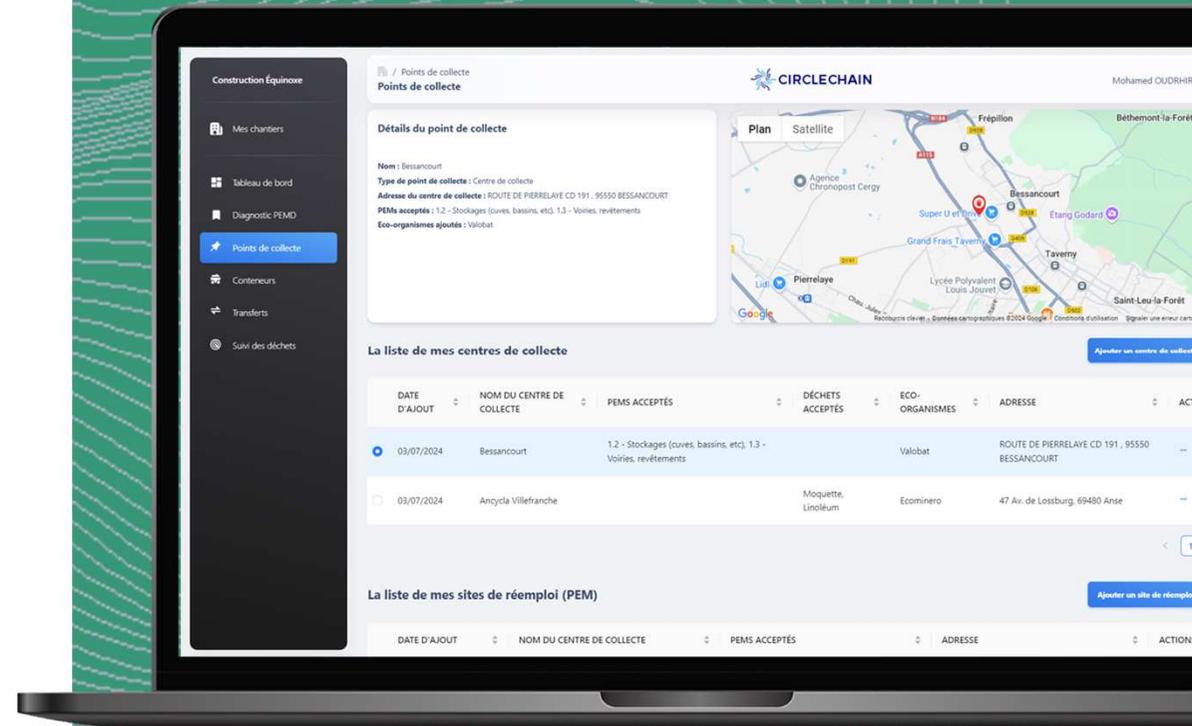
Déclaration des transferts et des transformations

Simulation, mesure

**Traçabilité assurée par Blockchain**

Donnée distribuée

Confiance et Transparence



# Une solution globale

Plateforme collaborative



PLATEFORME SAAS

Portails personnalisés

Portefeuille des apports

Déclaration des transferts et des transformations

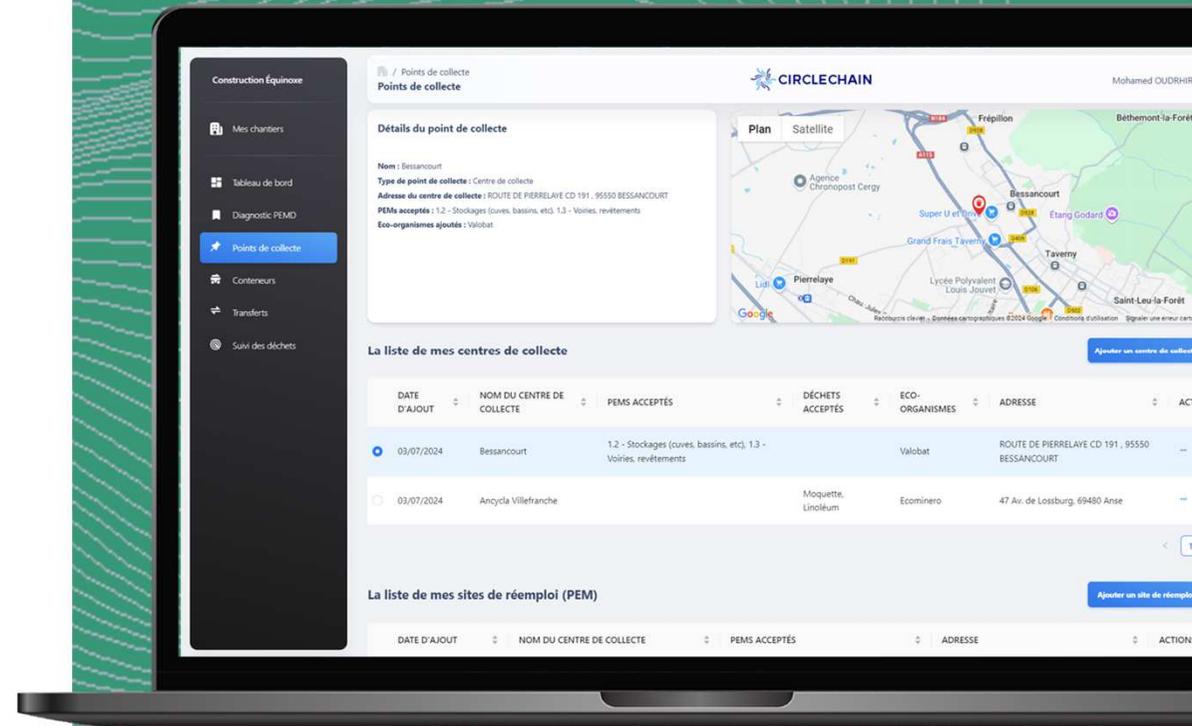
Simulation, mesure

Traçabilité assurée par Blockchain

Passeport Digital pour chaque lot

Donnée distribuée

Confiance et Transparence

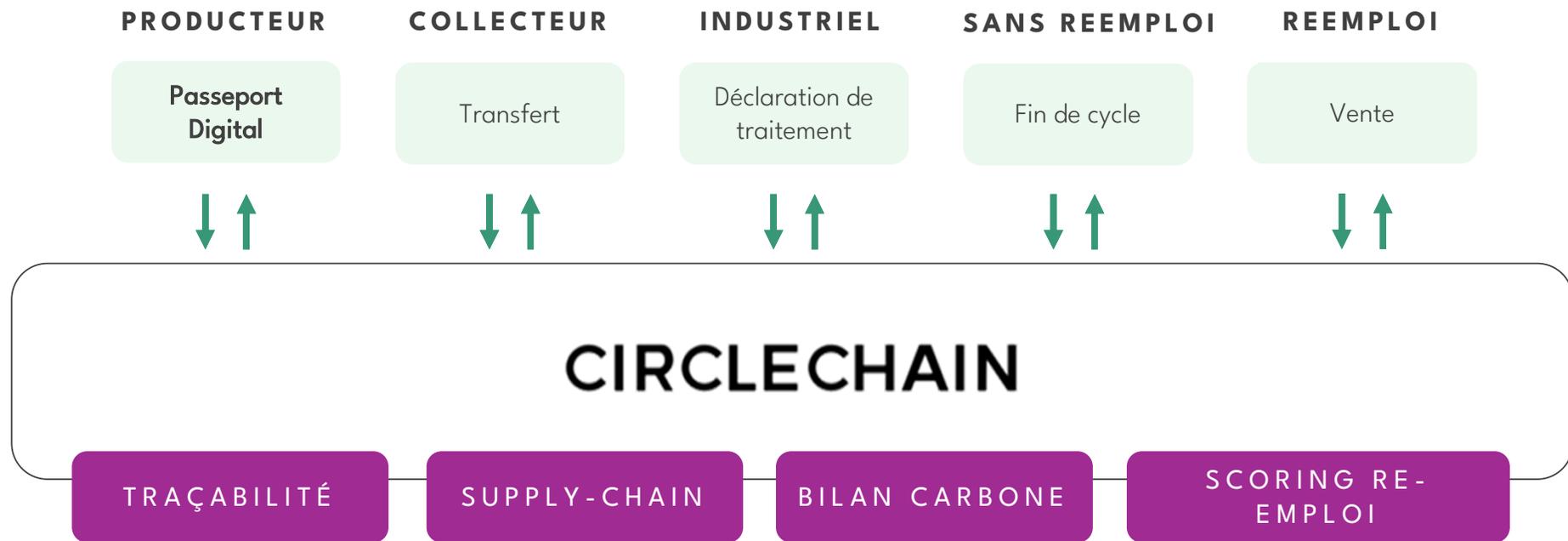


Chantiers

Collectes  
Tris

Traitements  
Réemplois

# Principe de fonctionnement



**Brique technologique : Blockchain de consortium, Infrastructure, monitoring et opération**

# Les bénéficiaires clients

1

## Tracer dès l'accueil des usagers

Un accueil facilité et économique grâce aux LAPI et la connexion à France Connect

2

## Répondre aux besoins des Eco-Organismes et de l'Etat

Registre  
Déclarations  
Suivi des bennes

3

## Faciliter les échanges de données entre les acteurs de la filière

Déchetteries  
Centres de tri  
Centre de valorisation  
Centres de réemploi

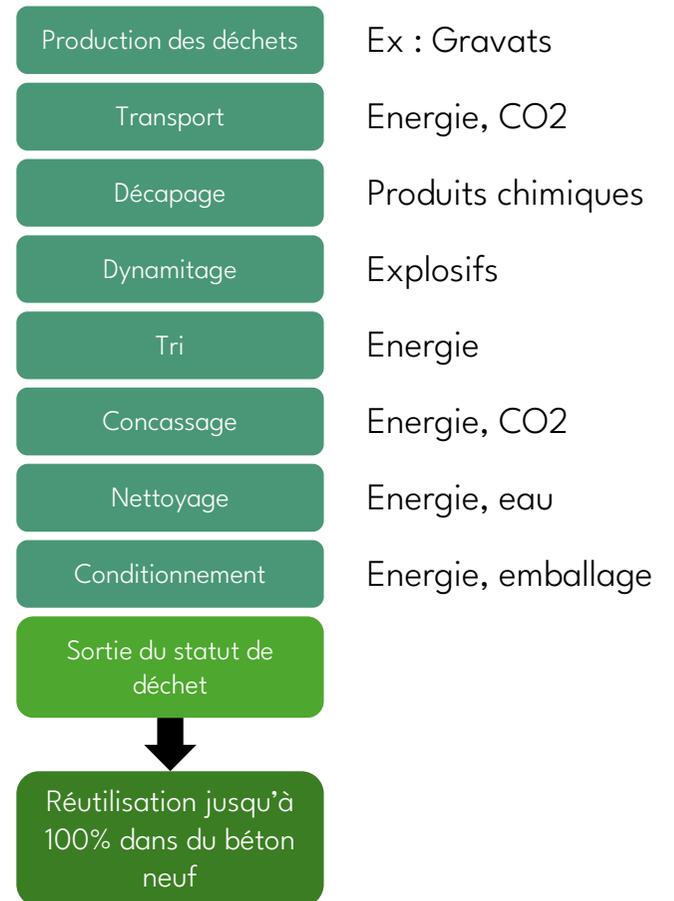
# Le suivi du bilan environnemental

CIRCLECHAIN permet de bâtir automatiquement le **bilan environnemental** des opérations effectuées sur les déchets à travers l'ensemble des acteurs ayant participé aux transformations jusqu'aux produits réutilisables.

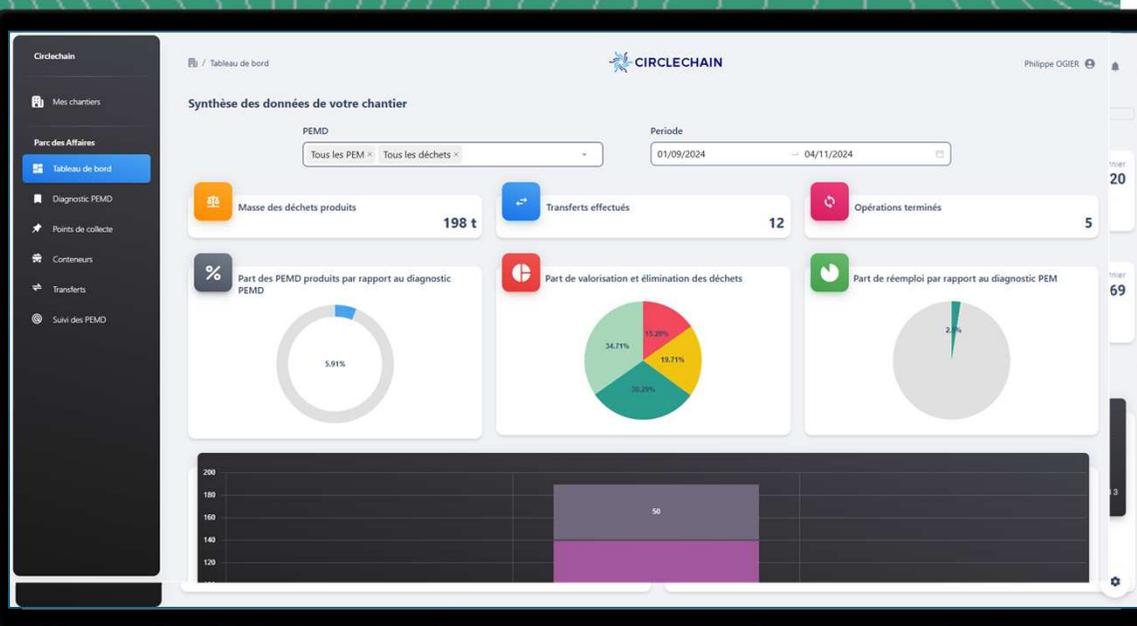
- ★ Evaluation du bilan carbone et du coût environnemental du recyclage : Energie, CO2, GES, eau, produits utilisés dans le process, ...
- ★ Chacune des opérations / transformations est codifiée
- ★ Le NFT déchets est mis à jour en continu et l'information est stockée dans la blockchain.

Il est ainsi possible de mesurer en temps réel la **performance des filières** et le **bilan recyclage**.

Il est également possible de mesurer **l'impact global du recyclage**, en prenant en compte l'effet positif de la réutilisation de la matière recyclée.



# Tableaux de bord



## Tableau de bord à jour

Tableaux de bord mis à jour en temps réel



## Gestion des alertes

Alertes personnalisables



## Edition de rapports

- Statut des déchets par chantier
  - Visibilité des flux
  - Bilan carbone
  - chaîne de responsabilité



## Analyse en continu

Analyse en continu des incohérences entre les données (pesée, ...) ou au sein des portefeuilles

# Les points forts de CIRCLECHAIN



## TRAÇABILITÉ ET REGISTRES AUTOMATIQUES

Eco-organisms, DREAL, Trackdechets,  
RNDTS, ...



## OPEN DATA TRANSPARENCE

Création en automatique de la  
documentation réglementaire



## ADAPTABLE À TOUT PRODUIT

Une solution applicable autant sur les Déchets  
que pour les Produits de réemploi



## TIERS DE CONFIANCE INDÉPENDANT

Applicable à l'ensemble du cycle de  
traitement



## SÉCURITÉ DES DONNÉES PÉRENNITÉ

Connexion sans API, sans installation  
Chaque Utilisateur a son portefeuille  
dans Circlechain



## CONTINUITÉ DIGITALE ET PARTAGE

Une analyse des portefeuilles afin de  
détecter les erreurs et les incohérences



CIRCLECHAIN

**CIRCLECHAIN aide à transformer chaque déchet en une nouvelle matière première.**

**Agissons ensemble pour préserver les ressources non renouvelables de notre planète.**



LA FRENCH TECH  
PARIS-SACLAY



Région  
île de France



Réseau  
Entreprendre



CIRCLECHAIN

→ [jy.orsel@circlechain.green](mailto:jy.orsel@circlechain.green)

→ [philippe.ogier@circlechain.green](mailto:philippe.ogier@circlechain.green)

[www.circlechain.green](http://www.circlechain.green)

12 CONSOMMATION  
RESPONSABLE

