

# PROJET URMIBALI

Journée de l'Unité de Recherche AAP

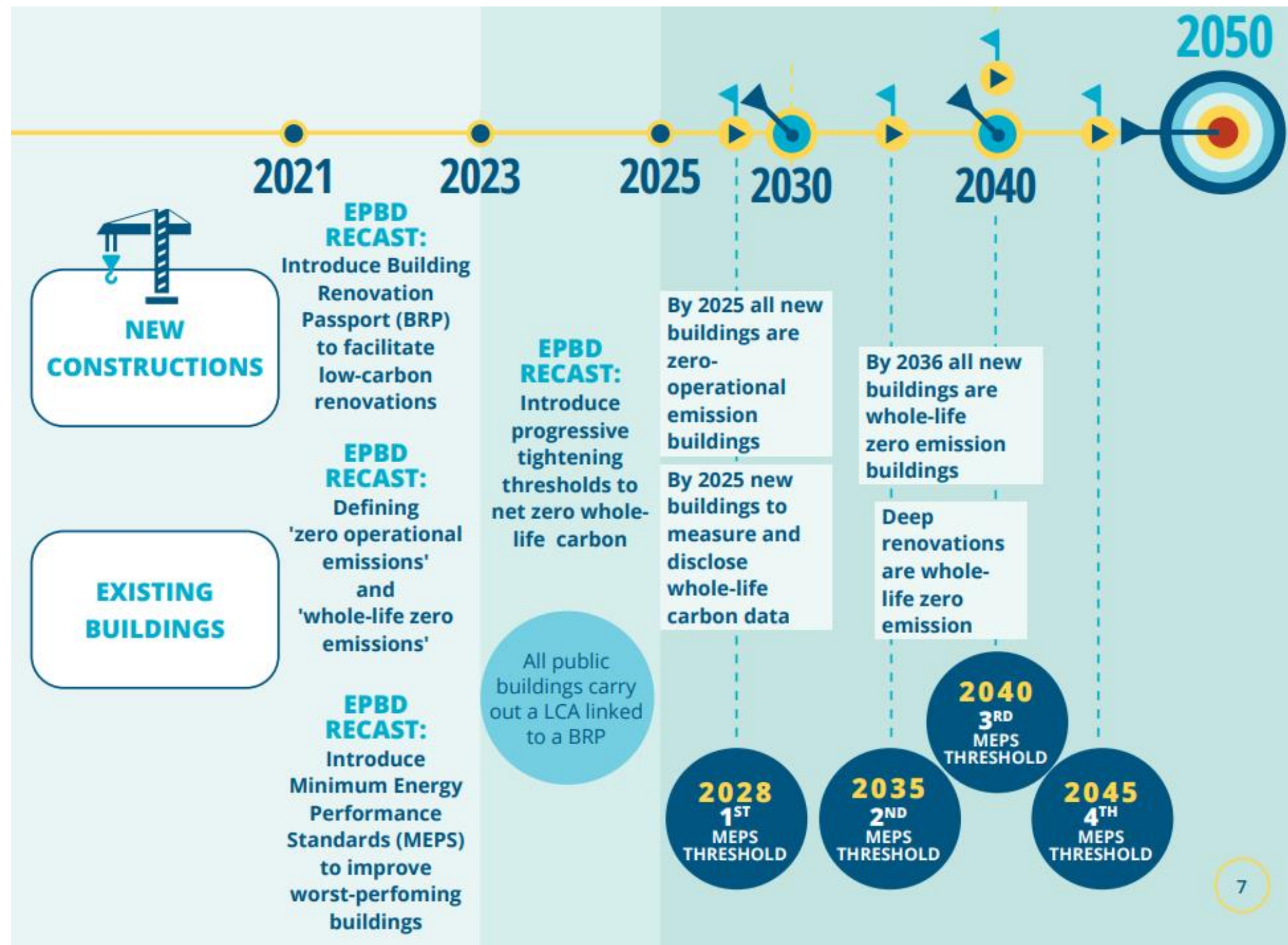
21/02/2025

# CONTEXTE

# Contexte / Ambitions européennes pour le secteur de la construction



# Contexte / Ambitions européennes pour le secteur de la construction



## Objectifs européens en matière d'efficacité énergétique, à l'horizon 2028:

- Bâtiments 100% électriques
- Bâtiments à faible émission de carbone
- Décarbonisation du chauffage et de la climatisation
- **Produits de construction à faible émission de carbone**

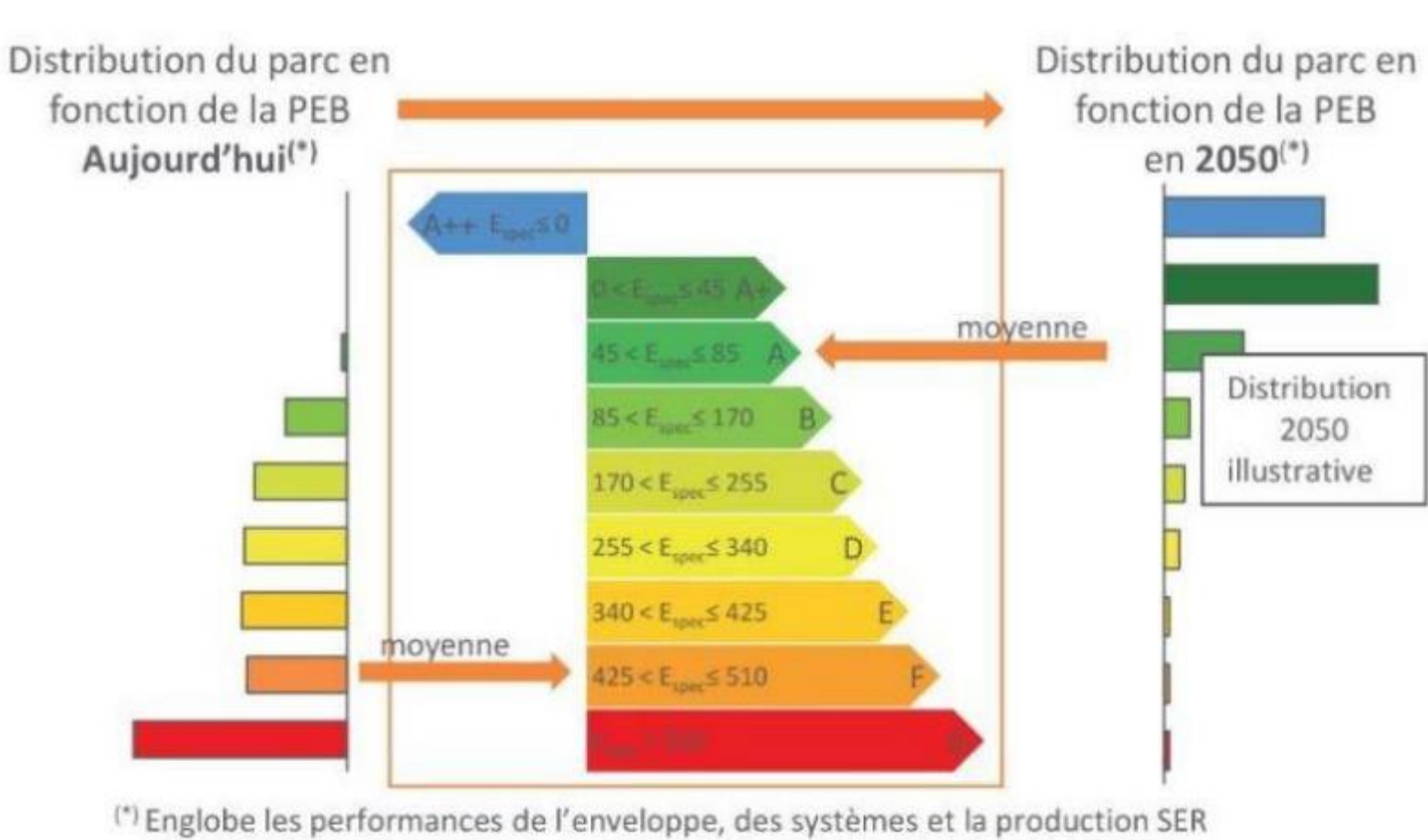


Usage obligatoire de matériaux biosourcés et/ou de matériaux de réemploi pour rester en dessous des seuils « carbone » imposés

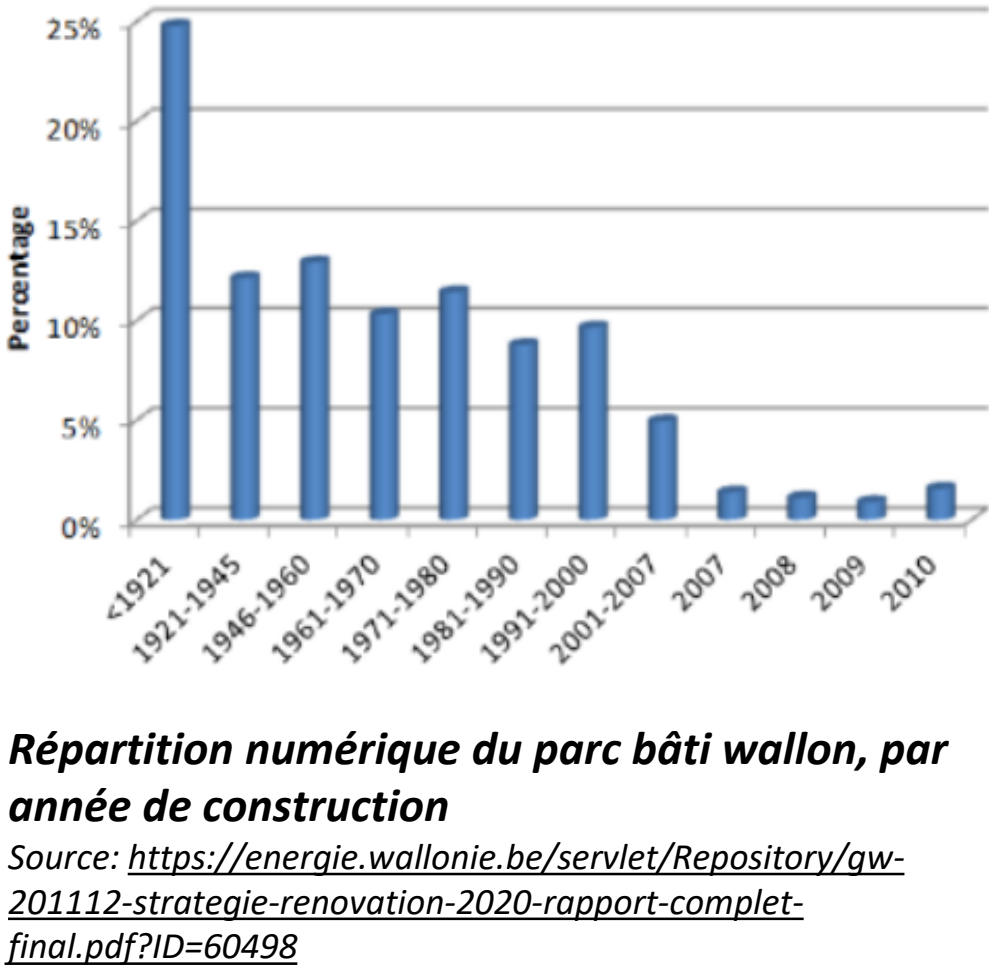
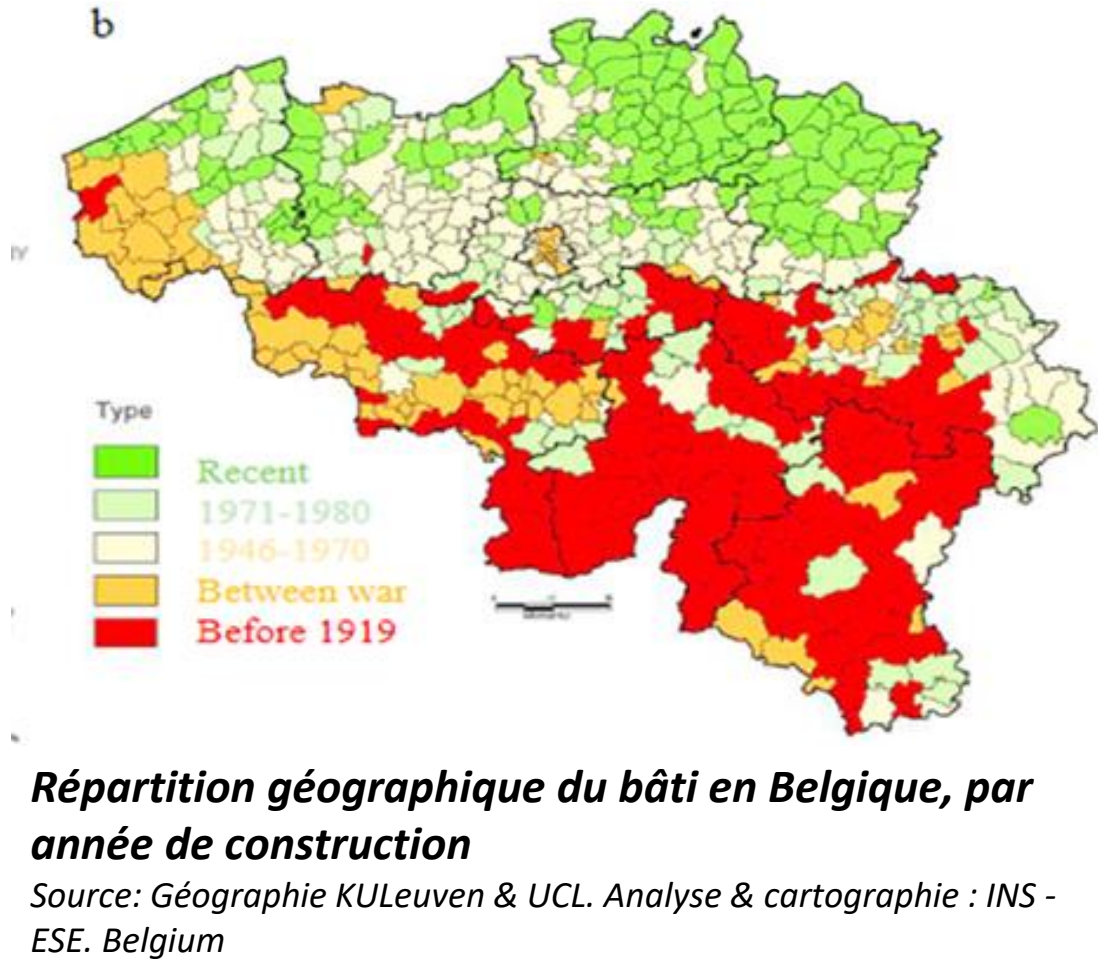


# Contexte / Ambitions wallonnes pour le secteur de la construction

La Wallonie a adopté en 2017, puis en 2020 **une stratégie de rénovation à long terme**, ayant pour objectif de passer, à l’horizon 2050, du label PEB F actuel (434 kWh/m².an en moyenne), au label PEB « A décarboné » en moyenne pour l’ensemble du parc des logements, soit une consommation spécifique de 45 à 85 kWh/m².an

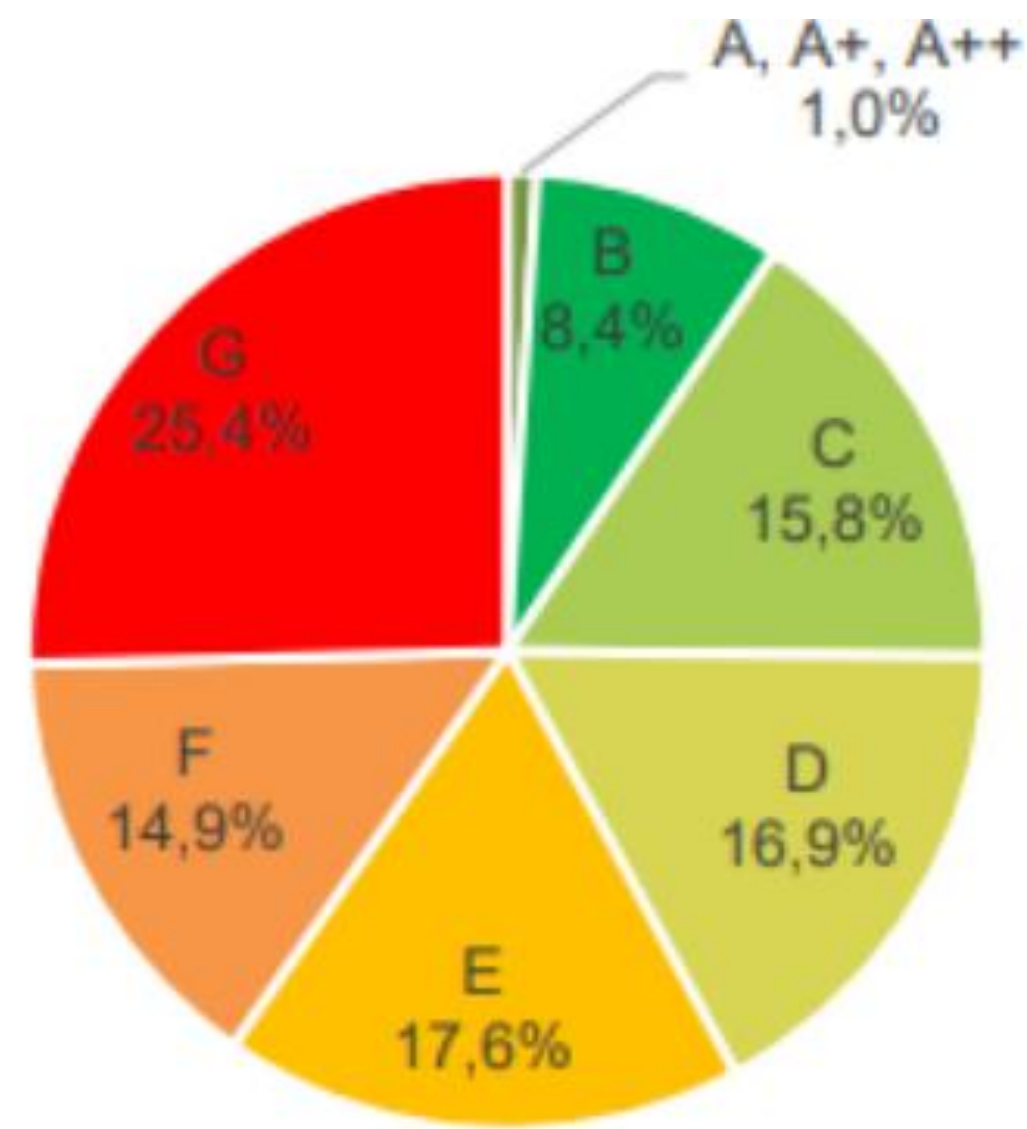


**Objectif long terme pour la performance énergétique des bâtiments.**  
Source : SPW – DGO4 – Direction des Bâtiments Durables, Avril 2017, Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment

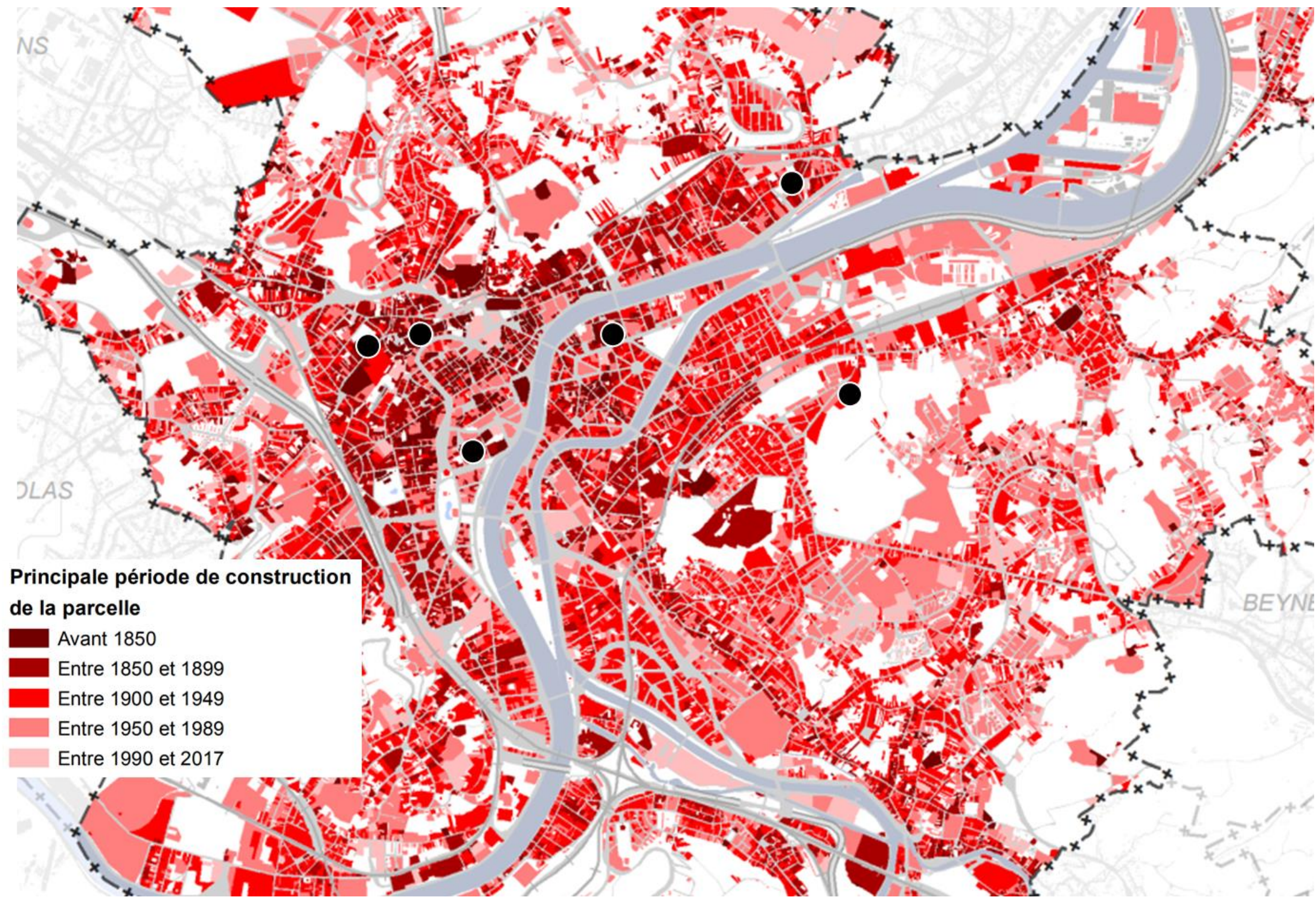




# Contexte / Le parc bâti liégeois



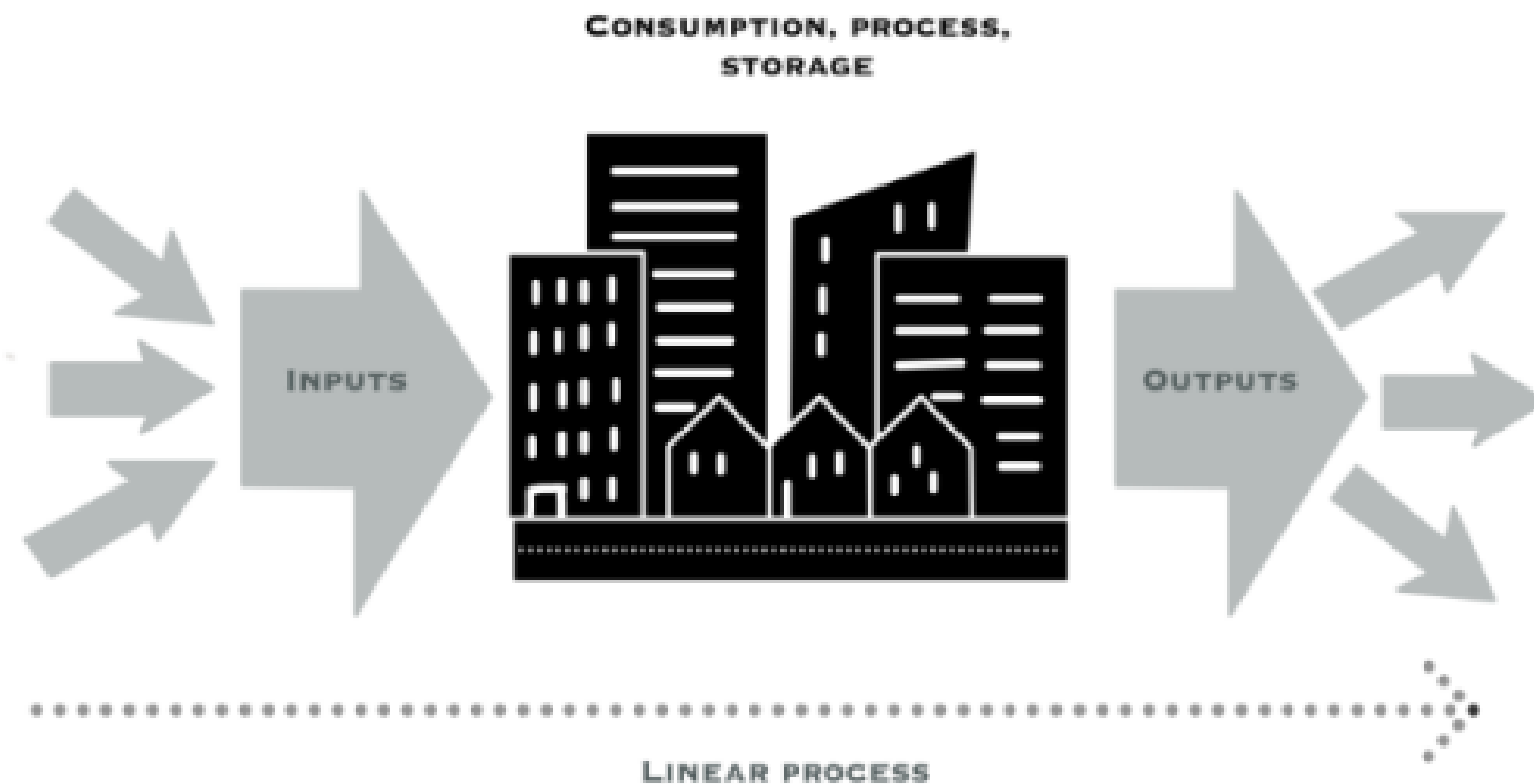
**Proportion des différents labels énergétiques pour la province de Liège en 2018**  
Source : ANFRIE, MAJCHER, & KRYVOBOKOV (2019)



**Age du bâti de la ville de Liège (2017)**  
Source : Ville de Liège - SPF AGDP 2015, Cellule Cartographie - HB/MDVille de Liège - Département de l'Urbanisme



# Contexte / Inscrire les réhabilitations dans une approche d'*Urban mining*



Selon les études de métabolisme urbain, **les matériaux et produits de construction sont transportés vers la ville** où ils sont assemblés pour **former des entités cohérentes sous la forme des bâtiments, des infrastructures, des espaces publics**. Les villes présentent ainsi une forte concentration de matériaux de construction.

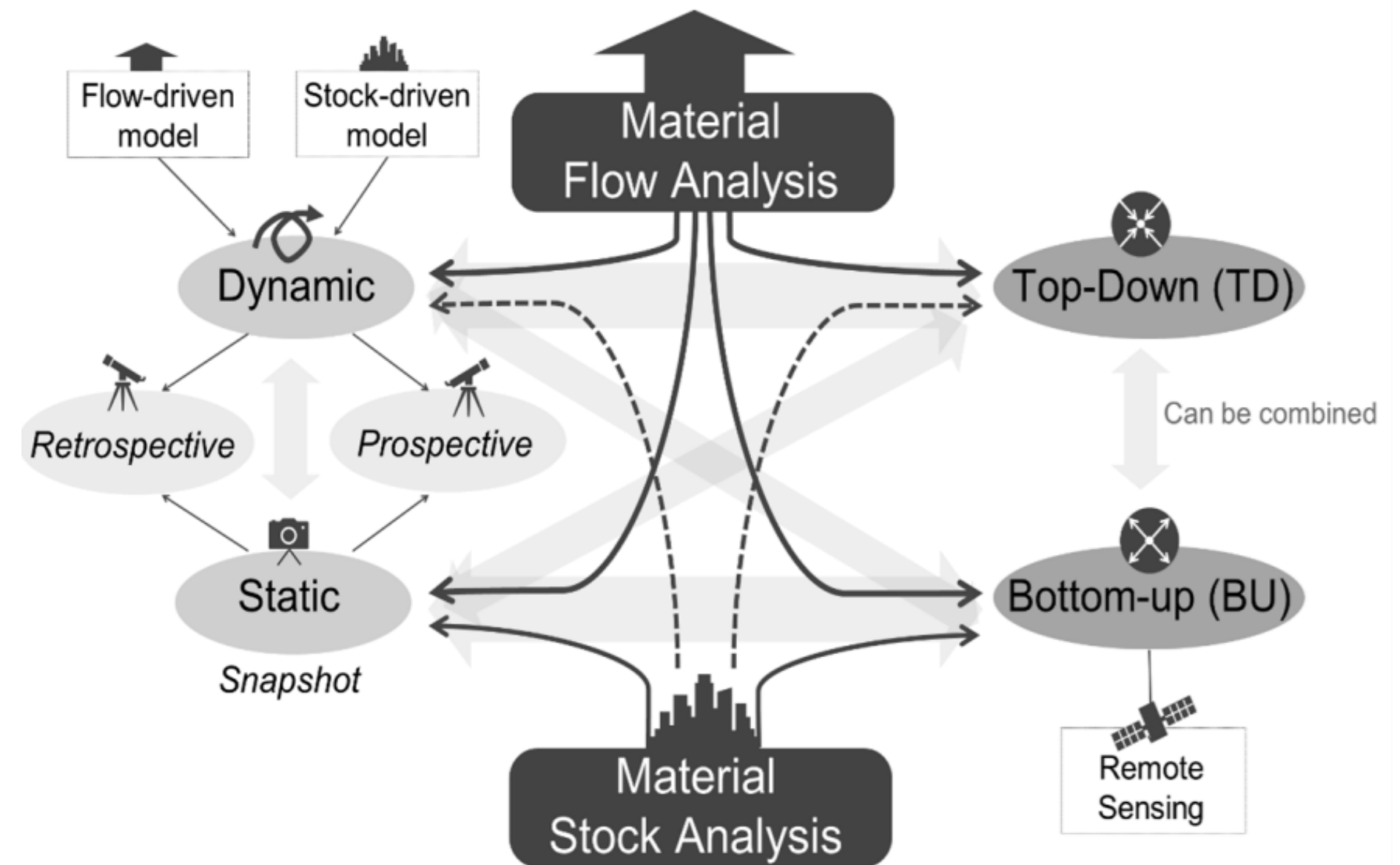
Selon le concept d'Urban Mining, elles représentent ainsi un gisement de matières et de ressources susceptibles d'être exploitées dans le futur.

Source : Gobbo, E. (2021). *Understanding Urban Stocks* (No. UCL-Université Catholique de Louvain).

# Contexte / Inscrire les réhabilitations dans une approche d'*Urban mining*

## Le concept d'Urban Mining vise plusieurs objectifs:

- Eviter que des ressources potentielles ne soient éliminées sous forme de déchets;
- Réduire la pression sur les ressources naturelles en prolongeant le cycle de vie des matériaux déjà extraits;
- Stimuler le développement d'activités économiques locales liées à l'exploitation de la « mine urbaine ».



Source : Gobbo, E. (2021). Understanding Urban Stocks (No. UCL-Université Catholique de Louvain).



Ce concept peut jouer un rôle important pour consolider, stimuler et augmenter les pratiques de réemploi des matériaux de construction et ainsi diminuer à la fois la pression sur les ressources naturelles et le bilan carbone du secteur.



# Contexte / Inscrire les réhabilitations dans une approche d'*Urban mining*

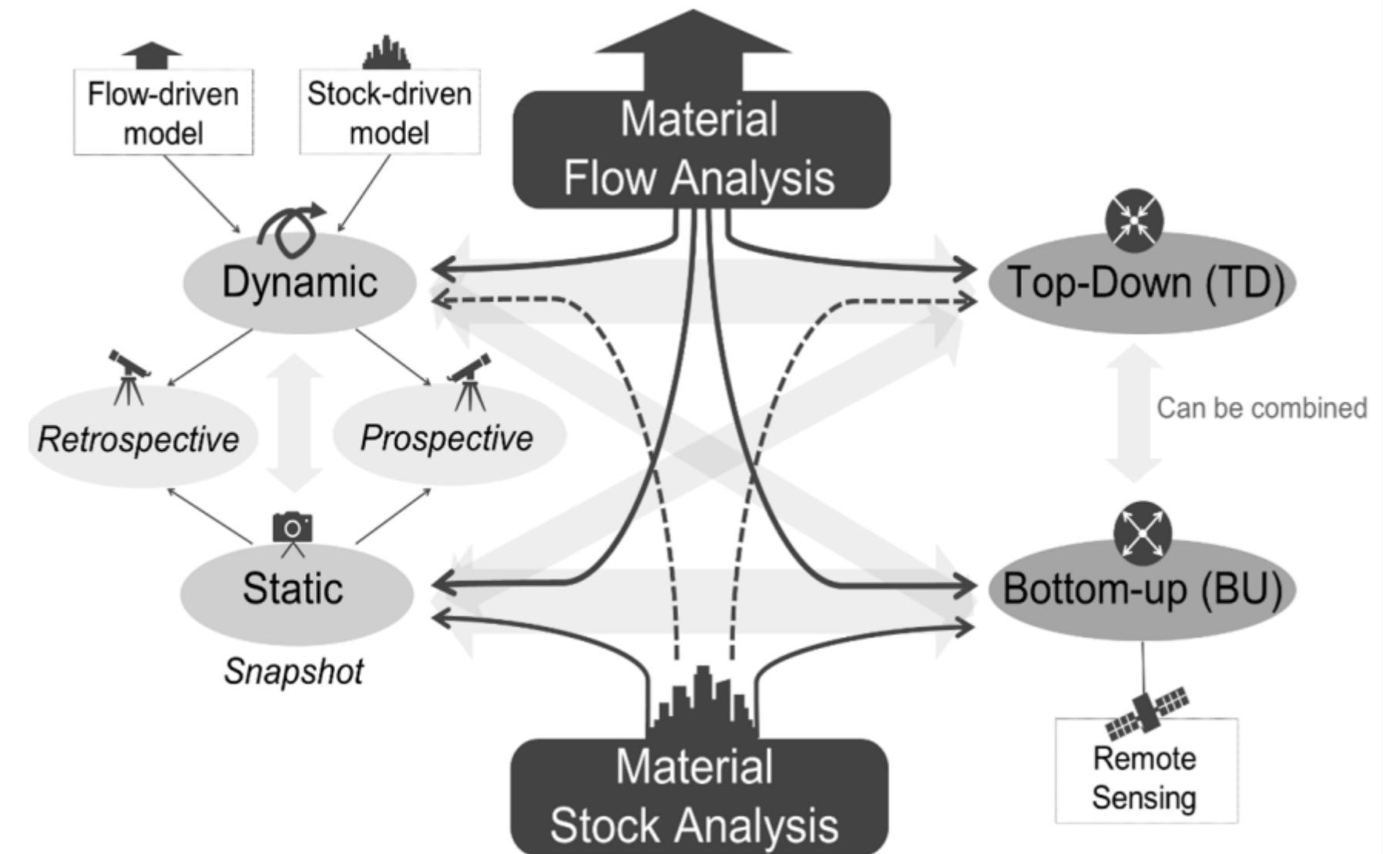
## OUI, mais...

La Région Wallonne ne dispose pas de données statistiques détaillées relatives à son parc résidentiel ancien et aux matériaux en présence dans ce parc.

Ces données ne peuvent collectées que par **une approche ascendante basée sur l'étude approfondie de cas d'étude représentatifs des types bâtis et sur l'analyse statistique des opérations de réhabilitation.**

Les résultats obtenus doivent ensuite être extrapolés à l'échelle d'un territoire, en fonction de la représentativité de chaque type bâti.

**Vu la diversité du parc bâti wallon, ces études sont donc longues, énergivores et coûteuses.**



Source : Gobbo, E. (2021). Understanding Urban Stocks (No. UCL-Université Catholique de Louvain).

# OBJECTIFS ET ETAPES MÉTHODOLOGIQUES DU PROJET



# Objectifs du projet

Les objectifs du projet se déclinent en deux volets.

1. **Le développement d'une méthode numérique d'acquisition rapide de données fines** permettant **d'inventorier et quantifier** le gisement de matériaux de construction composant le parc **bâti ancien liégeois**, y compris leur assemblage et la réversibilité de ceux-ci.
2. **La production d'une comptabilité théorique**, basée sur plusieurs scénarios, des différentes fractions **de déchet produites** lors de démolitions ou **réhabilitations** et l'identification des filières de valorisation, existantes ou à créer, à proximité de la ville de Liège.

« **inventorier** » =

fournir des données qualitatives (nature, assemblage, état de dégradation...) sur les matériaux d'origine en présence

« **quantifier** » =

fournir des données quantitatives et estimatives sur les matériaux en présence et les flux générés par les opérations de réhabilitation, tant en masse qu'en volume

« **bâti ancien liégeois** » =

parc résidentiel construit avant 1919. Celui-ci représente environ 30% du parc wallon et 53% du parc liégeois

« **réhabilitation** » =

toute opération d'amélioration énergétique visant à atteindre les exigences wallonnes

# Etapes méthodologiques

---

Les objectifs du projet se déclinent ainsi en deux volets.

## 1. Le développement d'une méthode d'acquisition rapide de données

En croisant et en combinant des **données acquises par l'analyse typologique, historique et constructive des types bâtis urbains anciens** et **des données à référence spatiale récoltées in situ**, sur un ensemble de bâtiments représentatifs, au moyen d'outils de documentation numérique.

L'analyse croisée des données « historiques » et « in situ » permettra d'établir **un inventaire quantitatif des matériaux en présence, au plus proche de la réalité construite**

- Briques de terre cuite
- Pierres naturelles
- Bois de charpente et de parachèvement
- Enduits et mortiers
- Acier, fonte, vitrage



# Etapes méthodologiques

---

Les objectifs du projet se déclinent ainsi en deux volets.

## 2. La production d'une comptabilité théorique

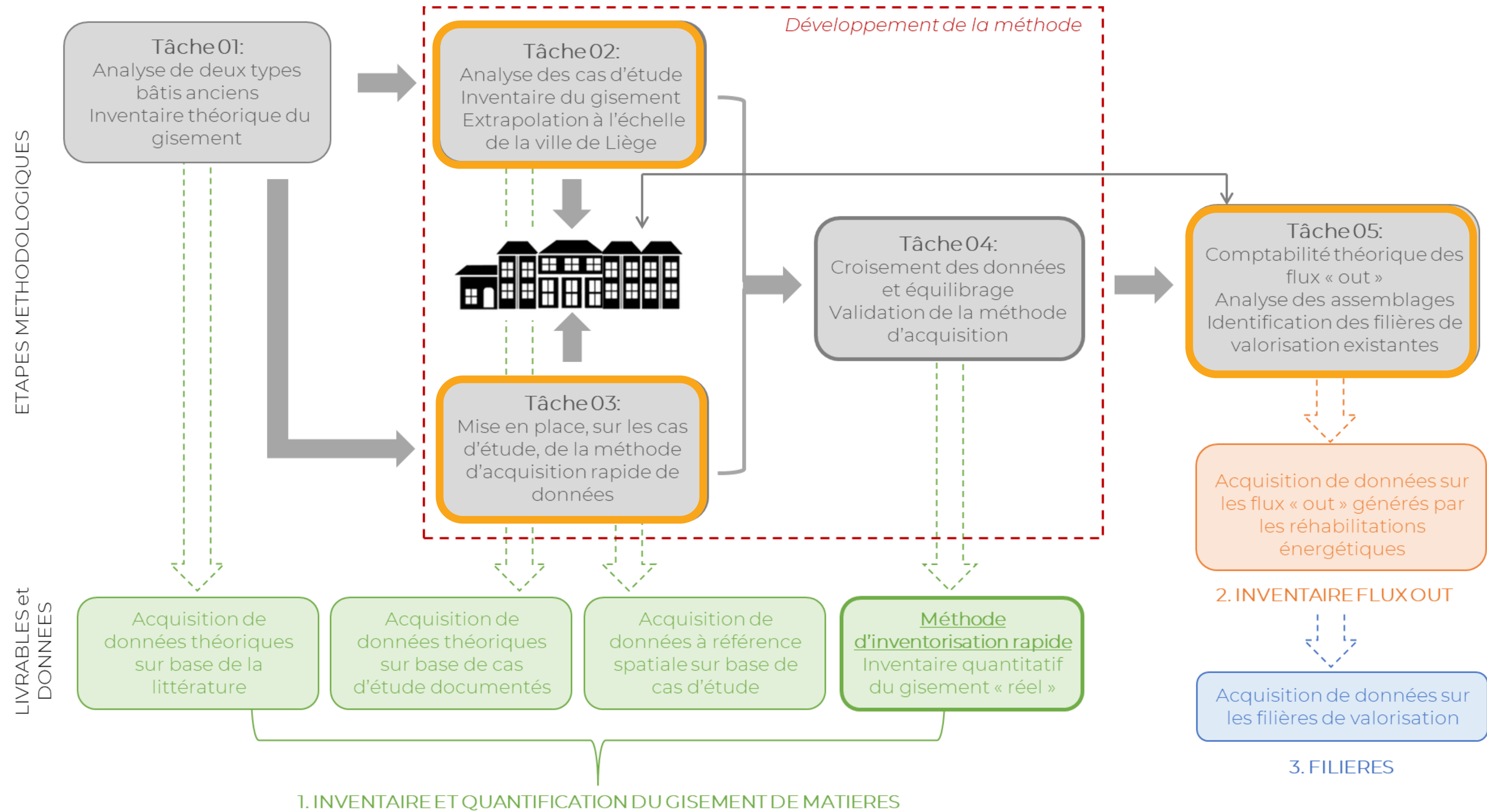
L'estimation théorique des déchets sortants des opérations de réhabilitation ou flux « out », pour chaque type bâti étudié, sera établie par la **sélection et l'analyse de trois scénarios de rénovation énergétique de l'enveloppe** faisant varier le pourcentage de **démolition**, dans chacune des parois (toiture, façades, dalle de sol).

Les principaux flux « out » seront mis en perspective avec

- une **évaluation de la réversibilité des assemblages** de ces matériaux (en vue du démontage et du réemploi)
- un **inventaire des filières de valorisation**, existantes et/ou à créer à **proximité de la ville de Liège**

**Ces analyses théoriques permettront d'établir un premier estimatif des déchets de démolition qui pourront être produits d'ici 2050 et de discuter la capacité de filières existantes à les gérer.**

# Etapes méthodologiques





# TÂCHE 02 : ANALYSE DU GISEMENT DE MATIÈRES EXISTANT

# Tâche 02 / Analyse du gisement matières existant

---

## Objectifs

Réaliser **un inventaire quantitatif des principaux matériaux en présence** dans le bâti ancien liégeois, en se basant sur des **bâtiments représentatifs** en termes de techniques et matériaux de construction et les sources iconographiques à disposition.

## Méthodologie

Sur base des cas d'études et des documents iconographiques :

- 1) Inventaire photographique, scans 3D et photogrammétries** (si absence de documentation iconographique)
- 2) Métré des grandes surfaces** (enveloppe, murs intérieurs porteurs, planchers et toiture)
- 3) Décomposition des parois** (en 3 couches différentes : finition intérieure, structure et finition extérieure)



# Tâche 02 / Cas d'études



## Cas 01

Deux maisons classées, propriété de la Région Wallonne, présentant de nombreux vestiges des **XIII<sup>e</sup>, XIV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècle** : façades en moellons de grès houiller, calcaire de Meuse et tuffeau, charpente du XIV<sup>ème</sup> siècle et en intérieur, de nombreux pans de bois et enduits peints du XIV<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle



## Cas 02

Maison forte classée du **XVI<sup>e</sup> siècle**.  
Appartenant à un propriétaire privé, c'est un bâtiment « 4 façades » non restaurée mais assez authentique, en pierre et grès houiller.



## Cas 03

Bâtisse classée appartenant à un propriétaire privé. Construite en pan-de-bois en 1509, elle a subi plusieurs agrandissements et modifications (avec des modes constructifs différents) entre le **XVII<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle**.



# Tâche 02 / Cas d'études



## Cas 04

Bâtiment implanté sur le site Fonck, en briques et pierres calcaires édifié au **XVIII<sup>e</sup> siècle** et remanié au **XIX<sup>e</sup> siècle**. Ce bâtiment, bien qu'à vocation militaire présente un caractère spécifiquement mosan et est constitué des matériaux et systèmes constructifs représentatifs du bâti résidentiel des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècle.



## Cas 05

Maison bourgeoise construite en **1895**, modifiée légèrement en **1922**. Elle constitue un exemple représentatif du bâti résidentiel mitoyen de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et du début du XX<sup>e</sup> siècle.



## Cas 06

Propriété du Logis Social de Liège, est un bâtiment construit en **1898**. Bien qu'à vocation militaire, ce bâtiment a subi très peu de transformations et est constitué des matériaux et systèmes constructifs représentatifs de l'art de bâtir durant la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.



## Tâche 02 / Analyse du gisement matières existant

## Méthodologie

## Etape 2 : Métré des surfaces

- Décomposition par **paroi**
- Décomposition par **étage**
- Décomposition **pleins/vides**
- Mise en évidence des **surfaces les plus importantes**
- Mise en évidence des éléments ponctuels (éléments architectoniques)

Type de paroi	Dénomination complète	Unité	Nbr	Largeur	Epaisseur	Hauteur	Surface	Surface totale
<div>Paroi</div> <div>Etages</div>	<b>Façade Avant (Fa AV)</b>	Parties pleines						
	Fa AV-ss	Façade avant sous-sol	Espaces vides					
		Mur plein	m²					
		Ouvertures aération	m²					
	Fa Av-sb	Façade avant rez soubassement	Espaces vides					
		Mur plein	m²					
		Portes sb	m²					
		Ouvertures aération	m²					
		Seuil	m²					
	Fa AV-rz	Façade avant rez	Espaces vides					
		Mur plein	m²					
		Ouvertures / baies au rez	m²					
		Portes au rez	m²					
		Elements architectoniques 01	m²					
		Eléments architectoniques 02	m²					
	Fa AV-e1	Façade avant premier étage	Espaces vides					
		Mur plein	m²					
		Ouvertures / baies	m²					
		Elément architectonique 01	m²					
		Elément architectonique 02	m²					
		Elément architectonique 03	m²					
	Fa-AV-e2	Façade avant second étage	Espaces vides					
		Mur plein	m²					
		Ouvertures / baies	m²					
		Elements architectoniques 01	m²					
		Eléments architectoniques 02	m²					
		Eléments architectoniques 03	m²					
	Fa-AV-co	Façade avant combles	Espaces vides					
	Mur plein	m²						
	Ouvertures / baies	m²						
	Elements architectoniques 01	m²						
	Eléments architectoniques 02	m²						



# Tâche 02 / Analyse du gisement matières existant

## Méthodologie

### Etape 3 : Décomposition des parois

- Décomposition par **couche ou layer**
- Pour chaque couche
  - **identification** du statut, de la nature, de la classe de déchet, du code déchet du ou des matériaux
  - **estimation de la masse et du volume** qu'il occupe au sein du bâtiment

Type paroi	Dénominat	Layer	Type layer	N°	Couches	Statut origine, contemporain	Nature	Fraction	classe de décode	déch.	surface en mètre carré	épaisseur en mètre (m)	% dans la couche	masse volumique kg/m³	masse totale kg	masse totale % masse paroi	volume total m³	volume total % volume paroi
Façade avant																		
Fa AV ss	façade avant sous-sol	Li	finition int.	1	/													
				2	nduit à la cha	origine	chaux	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	17,76	0,005	100%	1500	133,19	0,87	0,09	1,03
		Ls	structure	3	rique terre cu	origine	terre cuite	erte - terre cu	classe 3	17 01 02	17,76	0,480	90%	1800	13809,55	90,22	7,67	89,07
				3'	ortier de cha	origine	mortier	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	17,76	0,480	10%	1600	1363,91	8,91	0,85	9,90
		Le	finition ext.	4	/													
				5	/													
Total surface Fa AV ss												0,485			15306,65		8,61	
Fa AV sb	façade avant soubassement	Li	finition int.	1	/													
				2	tuc de finitio	origine	chaux	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	4,69	0,005	100%	1500	35,19	0,87	0,02	1,03
		Ls	structure	3	rique terre cu	origine	terre cuite	inerte - pierre	classe 3	17 01 02	4,69	0,480	90%	1800	3648,81	90,22	2,03	89,07
				3'	ortier de cha	origine	mortier	inerte	classe 2	17 01 07	4,69	0,480	10%	1600	360,38	8,91	0,23	3,90
		Le	finition ext.	4	pierre calcair	origine	pierre calcair	inerte - pierre	classe 3	17 01 02 ou	4,69	0,100	100%	2600	1220,02	30,17	0,47	20,62
				5	/													
Total surface Fa AV sb												0,585			4044,38		2,28	
Fa AV rz	façade avant rez de chaussée	Li	finition int.	1	/													
				2	tuc de finitio	origine	chaux	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	7,25	0,005	100%	1500	54,35	1,15	0,04	1,36
		Ls	structure	3	rique terre cu	origine	terre cuite	erte - terre cu	classe 3	17 01 02	7,25	0,360	90%	1800	4226,33	89,54	2,35	88,28
				3'	ortier de cha	origine	mortier	inerte	classe 2	17 01 07	7,25	0,360	10%	1600	417,42	8,84	0,26	3,81
		Le	finition ext.	4	Enduit en ci	origine	ciment	erte - ciment	classe 3	17 01 07	7,25	0,002	100%	1500	21,74	0,46	0,01	0,54
				5	/													
Total surface Fa AV rz												0,365			4719,84		2,66	
Fa AV e1	façade avant premier étage	Li	finition int.	1	/													
				2	nduit à la cha	origine	chaux	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	16,90	0,005	100%	1500	126,74	1,15	0,08	1,36
		Ls	structure	3	rique terre cu	origine	terre cuite	erte - terre cu	classe 3	17 01 02	16,90	0,360	90%	1800	9855,32	89,54	5,48	88,28
				3'	ortier de cha	origine	mortier	inerte	classe 2	17 01 07	16,90	0,360	10%	1600	373,37	8,84	0,61	3,81
		Le	finition ext.	4	Enduit en ci	origine	ciment	inerte	classe 3	17 01 07	16,90	0,002	100%	1500	50,70	0,46	0,03	0,54
				5	/													
Total surface Fa AV e1												0,367			11006,12		6,20	
Fa AV e2	façade avant second étage	Li	finition int.	1	/													
				2	nduit à la cha	origine	chaux	inerte - chaux	classe 3	17 01 07	13,76	0,005	100%	1500	103,20	1,15	0,07	1,36
		Ls	structure	3	rique terre cu	origine	terre cuite	erte - terre cu	classe 3	17 01 02	13,76	0,360	90%	1800	8025,07	89,54	4,46	88,28
				3'	ortier de cha	origine	mortier	inerte	classe 2	17 01 07	13,76	0,360	10%	1600	792,60	8,84	0,50	3,81
		Le	finition ext.	4	Enduit en ci	origine	ciment	inerte	classe 3	17 01 07	13,76	0,002	100%	1500	41,28	0,46	0,03	0,54

Type paroi	Dénomination	Layer	Type layer	N°	Couches de n	Statut origine, contemporai n	Nature	Fraction	lasse de déché	Code déchet	surface en mètre carré	épaisseur en mètre (m)	% dans la couche	masse volumique kg/m <sup>3</sup>	masse totale kg	masse totale % masse paroi	volume total m <sup>3</sup>	volume total % volume paroi	
Façade avant																			
Fa AV ss	façade avant sous-sol	Li	finition int.	1	/														
				2	nduit à la chau	origine	chaux	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	17,76	0,005	100%	1500	133,19	0,87	0,09	1,03	
		Ls	structure	3	rique terre cuit	origine	terre cuite	erte - terre cuit	classe 3	17 01 02	17,76	0,480	90%	1800	13809,55	90,22	7,67	89,07	
				3'	ortier de chau	origine	mortier	inerte - chaux	classe 2	17 01 07	17,76	0,480	10%	1600	1363,91	8,91	0,85	9,90	
		Le	finition ext.	4	/														
				5	/														
Total surface Fa AV ss												0,485			15306,65		8,61		

# Tâche 02 : Analyse du gisement matières existant

## Résultats - bâtiment

### Cas 01 : Place Emile Dupont

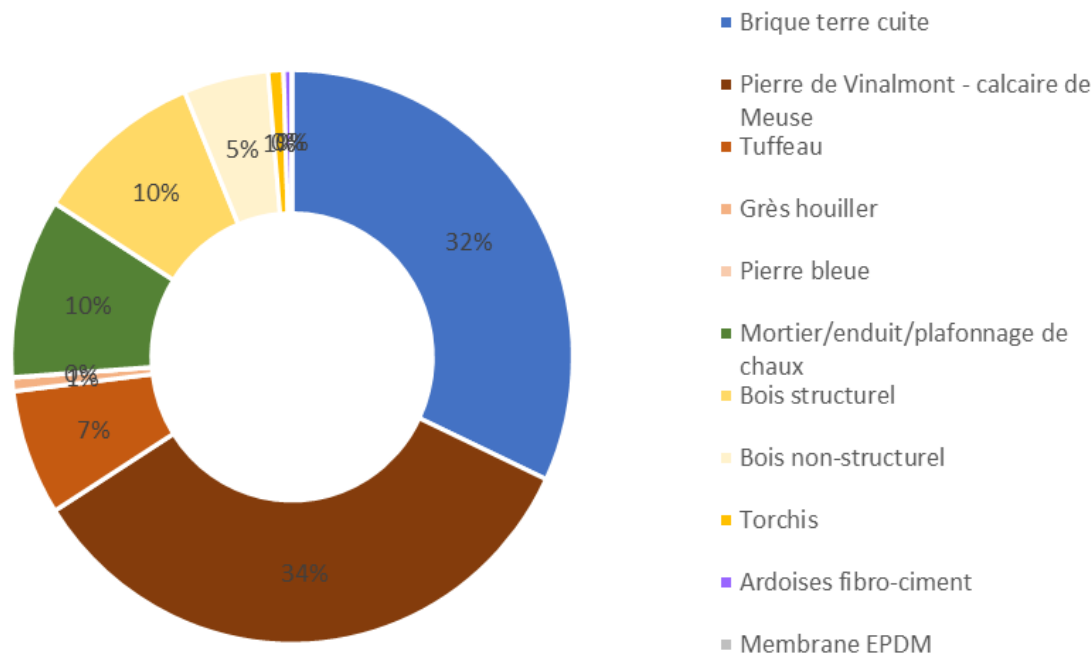


Matériaux	Fraction	Masse totale (kg)	Volume total (kg)
Brique terre cuite	Terre cuite	307063,60	227,45
Pan-de-bois (structurel)	Bois	9554,85	11,94
Pannes en bois (structurel)	Bois	7297,17	9,12
Entraits en bois (structurel)	Bois	960,00	1,20
Chevrans en bois (structurel)	Bois	20514,16	25,64
Poutres en bois (structurel)	Bois	12159,34	15,20
Solives en bois (structurel)	Bois	43003,24	53,75
Voliges en bois (non-structurel)	Bois	28093,20	35,12
Lambourdes en bois (non-structurel)	Bois	9898,80	12,37
Lattage en bois (non-structurel)	Bois	3329,54	2,39
Lattis en bois (non-structurel)	Bois	5556,82	6,95
Pierre de Vinalmont - calcaire de Meuse	Pierre naturelle	325938,14	120,99
Tuffeau	Pierre naturelle	67935,62	48,53
Grès houiller	Pierre naturelle	7297,20	3,24
Mortier de chaux	Chaux	70863,75	44,29
Enduit à la chaux	Chaux	16175,09	10,78
Torchis	Organique, naturel	8456,72	5,29
Ardoises fibro-ciment	Fibro-ciment	4466,34	1,60
Membrane EPDM	Matière plastique	177,12	0,14
Plafonnage à la chaux	Chaux	10132,78	7,24
Pierre bleue	Pierre naturelle	220,23	0,08

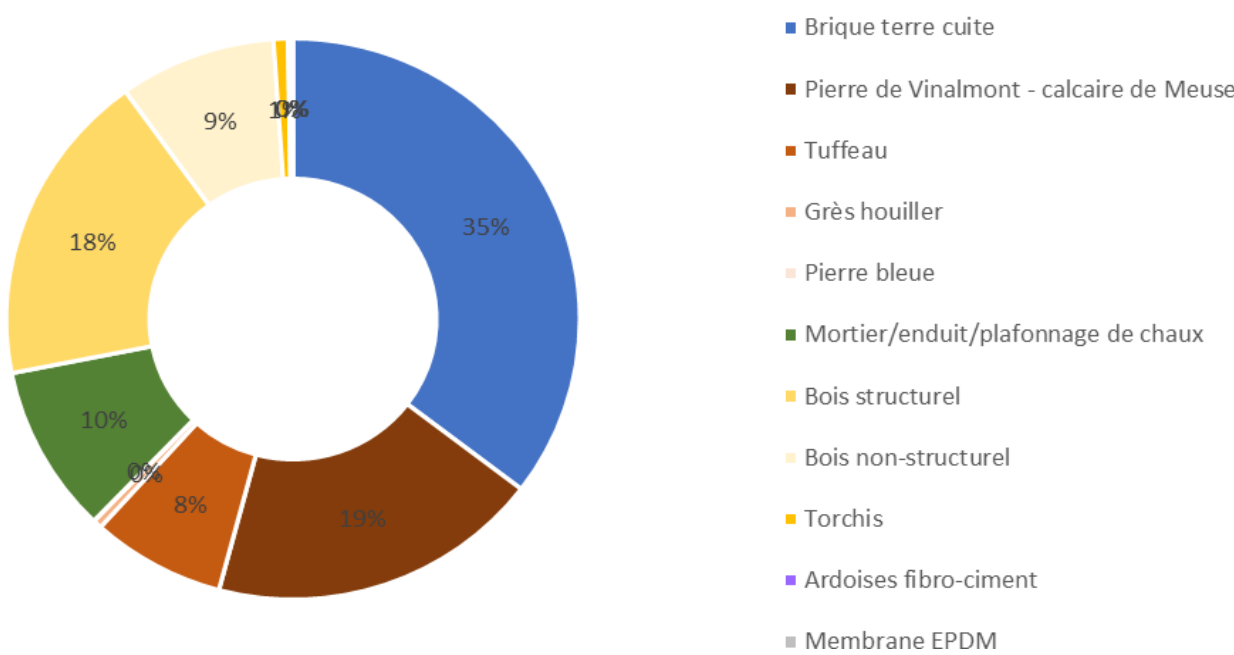
Masse totale de matériaux  
959. 060 kg

Volume total de matériaux:  
643 m³

Répartition des masses par nature de matériau (kg) pour l'ensemble des parois



Répartition des volumes par nature de matériau (m³) pour l'ensemble des parois



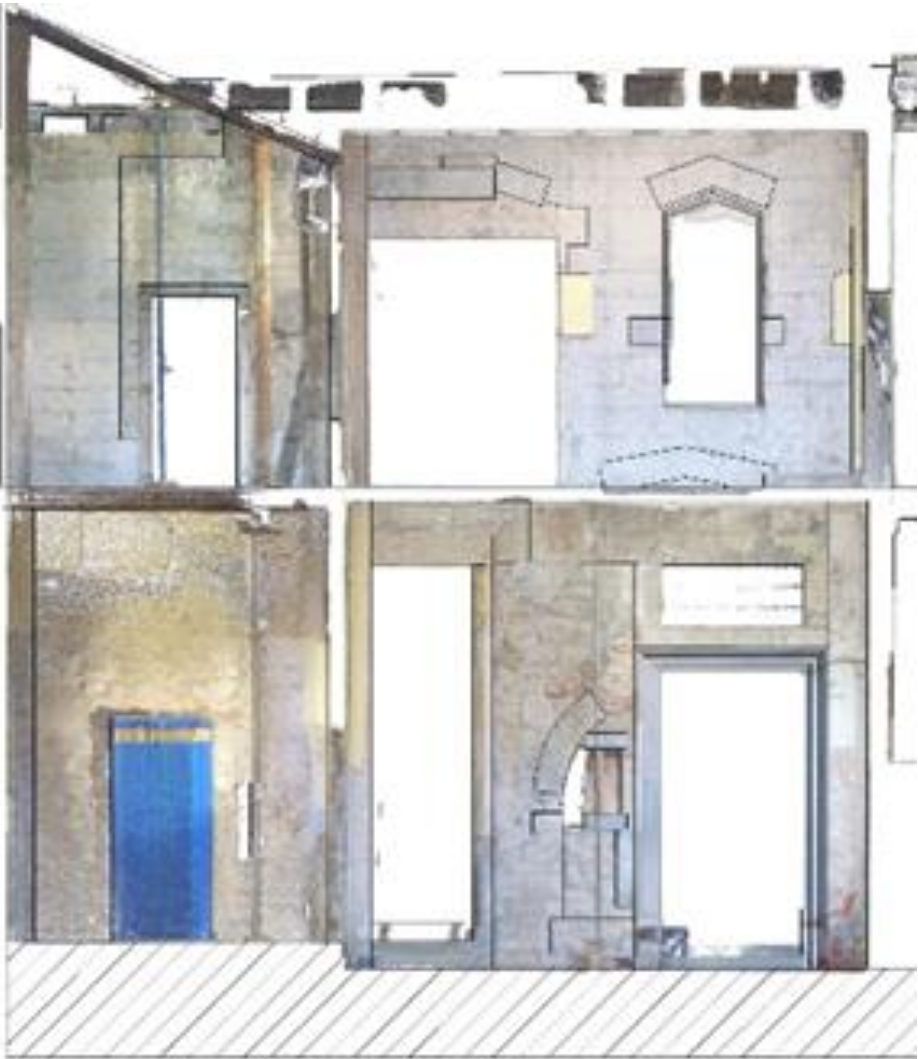


# Tâche 02 : Analyse du gisement matières existant

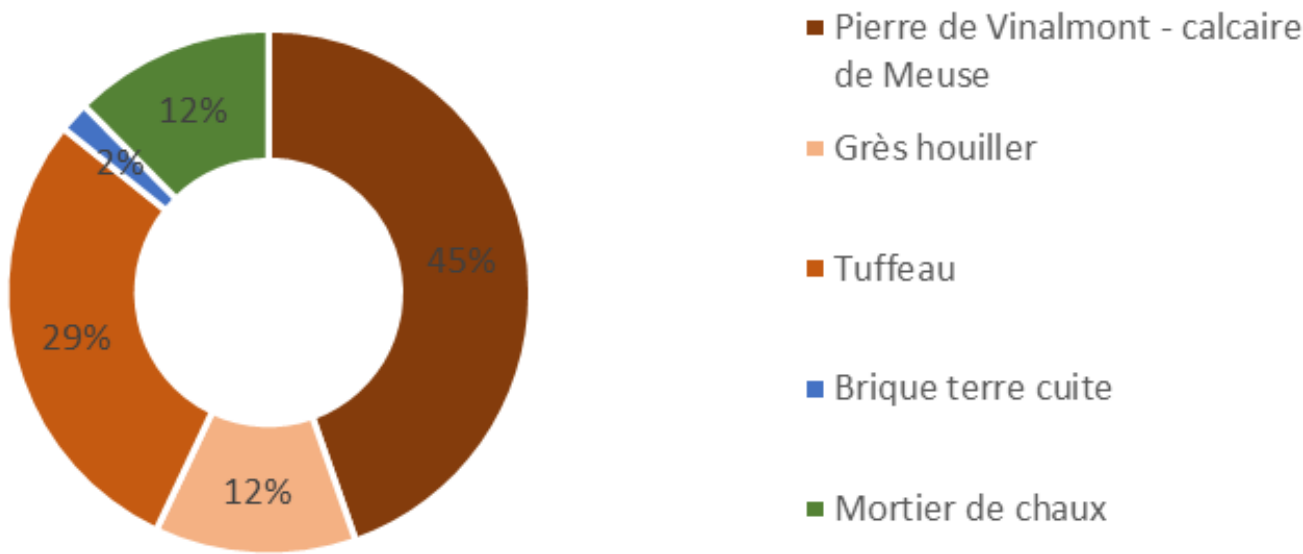
## Résultats - paroi spécifique (façade intérieure)

### Cas 01 : Place Emile Dupont

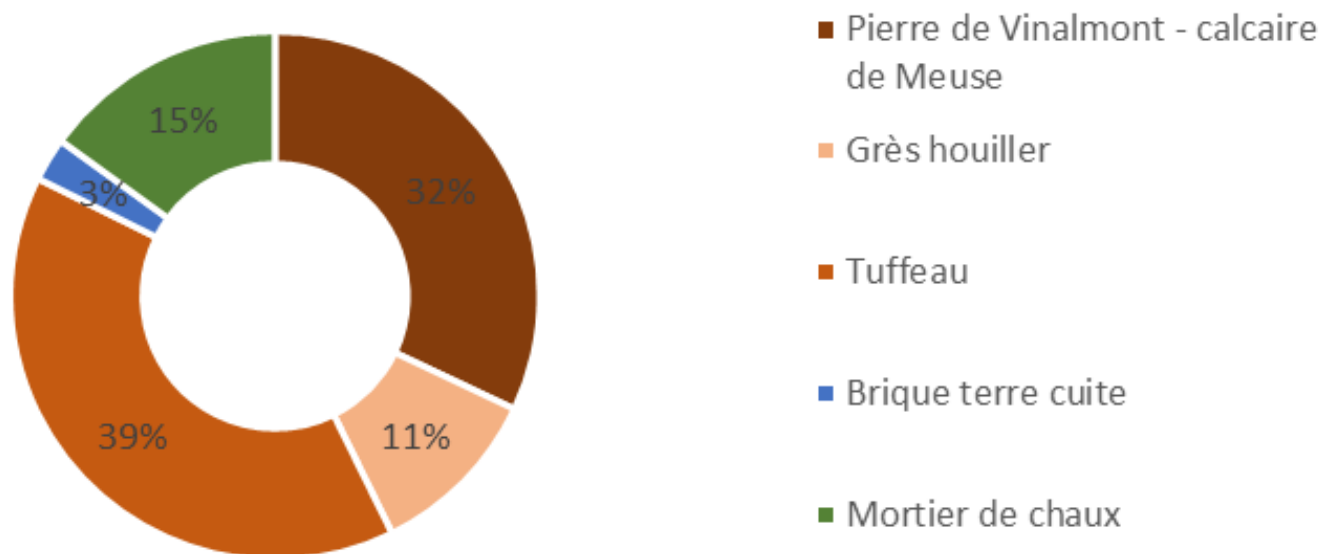
Matériaux	Masse totale (kg)	Volume total (kg)
Pierre de Vinalmont - calcaire de Meuse	26205,66	9,73
Grès houiller	7297,20	3,24
Tuffeau	16840,88	12,03
Brique terre cuite	1094,58	0,81
Mortier de chaux	7288,32	4,56



Répartition des masses totales par nature de matériaux dans la façade intérieure (kg)



Répartition des volumes totaux par nature de matériaux dans la façade intérieure (m³)





# Tâche 02 : Analyse du gisement matières existant

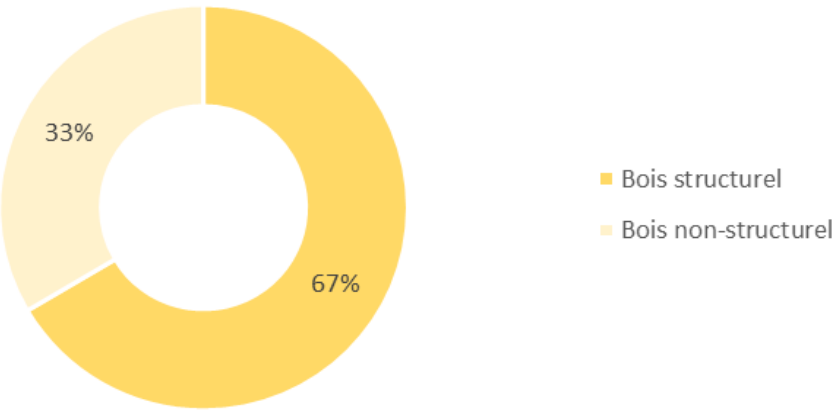
## Résultats - bois et pierres

### Cas 01 : Place Emile Dupont

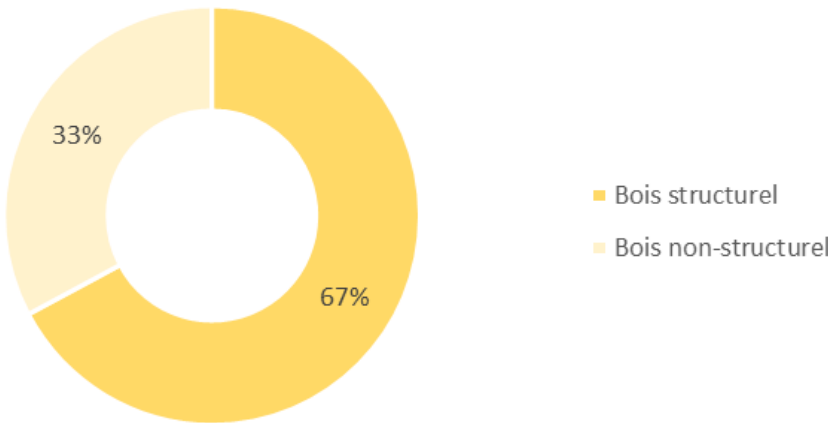


Bois	Masse totale (kg)	Volume total (kg)
Bois structurel	93488,75	116,86
Bois non-structurel	47054,18	57,05

Répartition des masses totales par fonction de bois (kg)

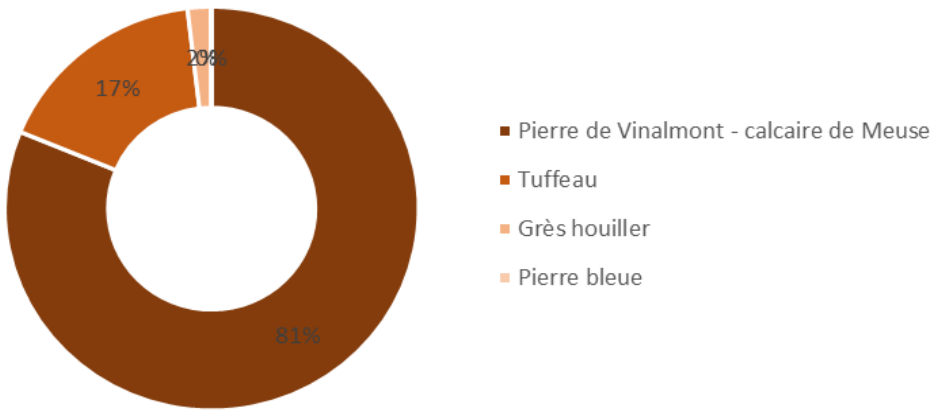


Répartition des volumes totaux par fonction de bois (m³)



Pierres	Masse totale (kg)	Volume total (kg)
Pierre de Vinalmont - calcaire de Meuse	293699,98	91,33
Tuffeau	67935,62	48,53
Grès houiller	7297,20	3,24
Pierre bleue	220,23	0,08

Répartition des masses totales par nature de pierres (kg)



Répartition des volumes totaux par nature de pierres (m³)





# Tâche 02 : Analyse du gisement matières existant



1 Cas 01 – classé  
13/14<sup>e</sup> siècle  
Place Emile-Dupont 9



Cas 02 - classé  
16<sup>e</sup> siècle  
Rue Saint-Léonard 535



Cas 03 - classé  
16<sup>e</sup> siècle  
rue Mont St Martin, 54



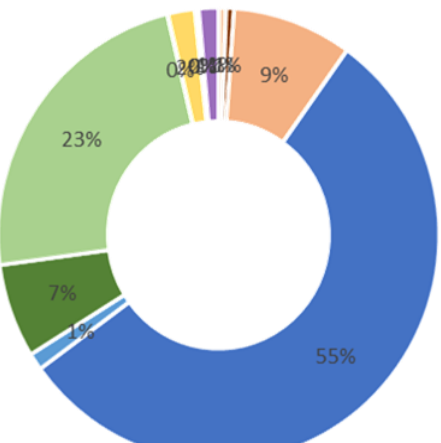
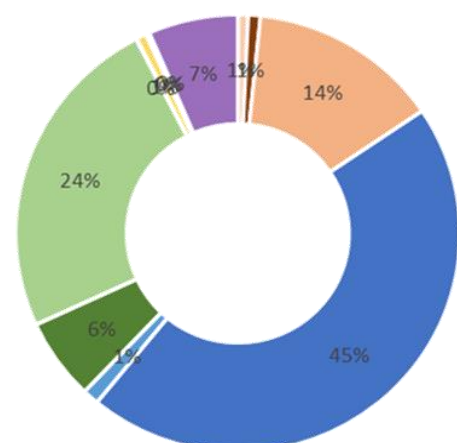
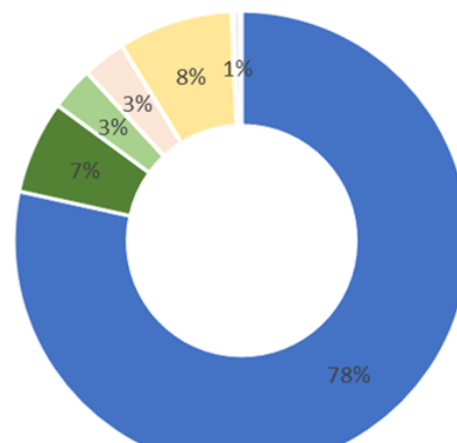
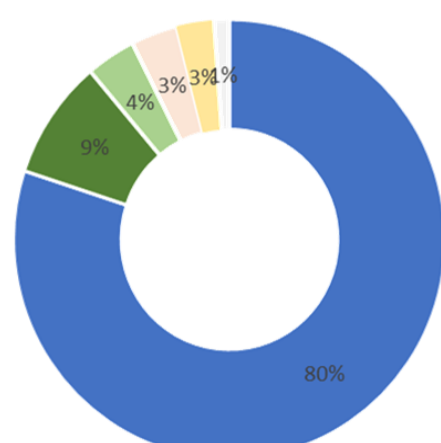
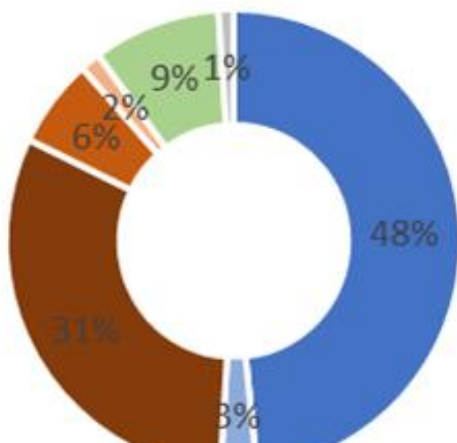
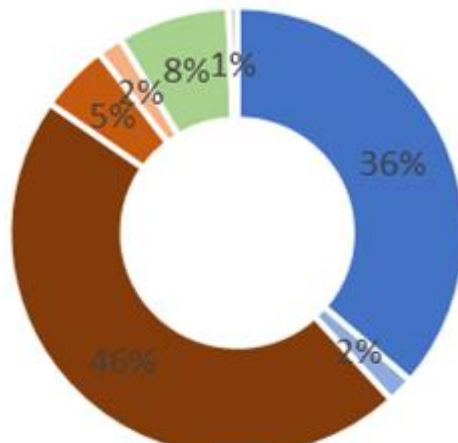
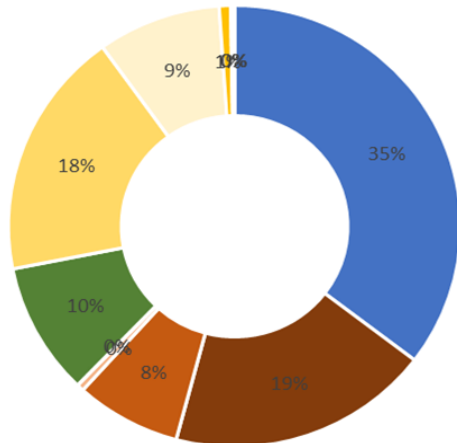
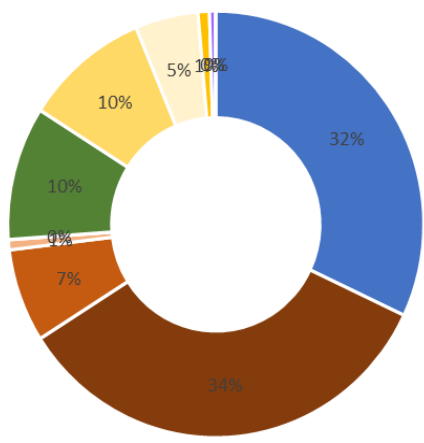
2 Cas 04  
17 / 18<sup>e</sup> siècle  
Blvd de la Constitution



3 Cas 05  
19<sup>e</sup> siècle  
Rue Saint-Laurent 53



4 Cas 06  
19<sup>e</sup> siècle  
Rue Trou Louette



# TÂCHE 03 : DÉVELOPPEMENT DE LA MÉTHODE NUMÉRIQUE



# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

## Définition et objectifs

Méthode d'acquisition rapide de données fines via des outils numériques, permettant d'**inventoriser** et **quantifier** le gisement de matériaux de construction composant le parc bâti ancien liégeois



Données qualitatives :

- Nature
- Assemblage
- État de dégradation



Données quantitatives :

- Volume
- Masse

# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

## Définition et objectifs

Méthode d'acquisition rapide de données fines via des outils numériques, permettant d'inventoriser et quantifier le gisement de **matériaux de construction composant le parc bâti ancien liégeois**

- Matériaux d'origine
- Matériaux « intégrés » lors des précédentes réhabilitations
- Au plus proche de la réalité in situ





# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

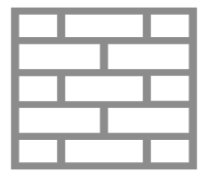
## Enjeux



1. Production d'un jeu de données cohérent, consultable et interprétable



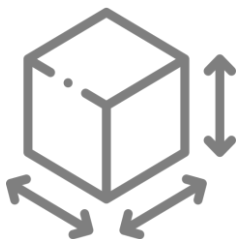
2. Reconnaissance automatique des entités géométriques



3. Assistance dans la reconnaissance des matériaux et des assemblages



4. Interprétation des pleins (au-delà de la surface visible)

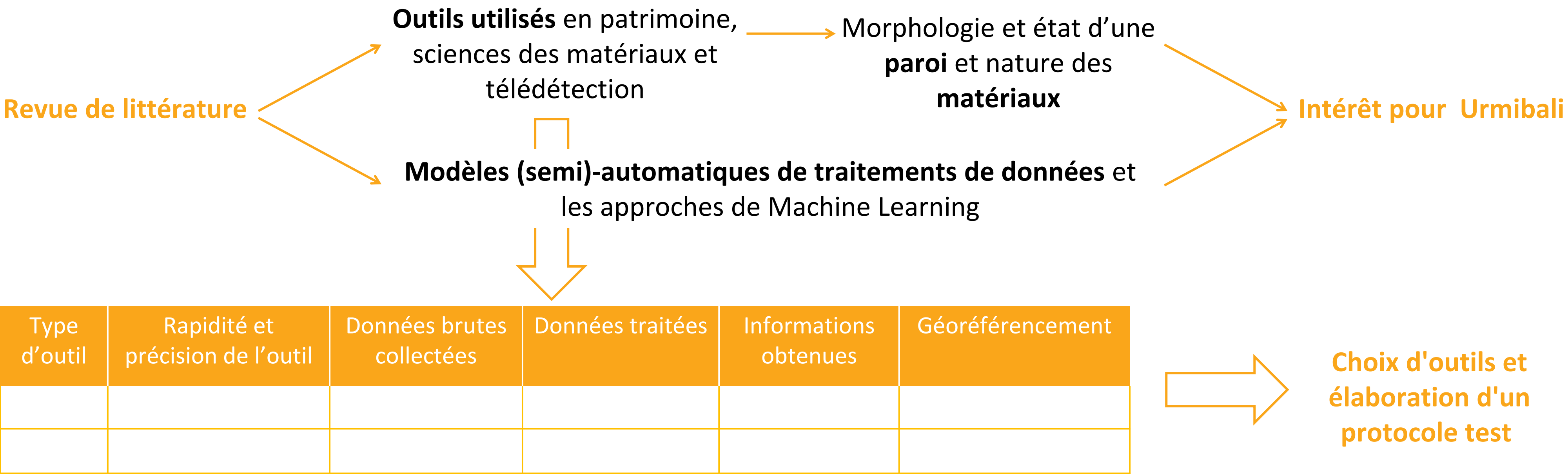


5. Assistance dans le calcul des volumes de matériaux





# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

## Sélection des outils d'acquisition de données



# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique


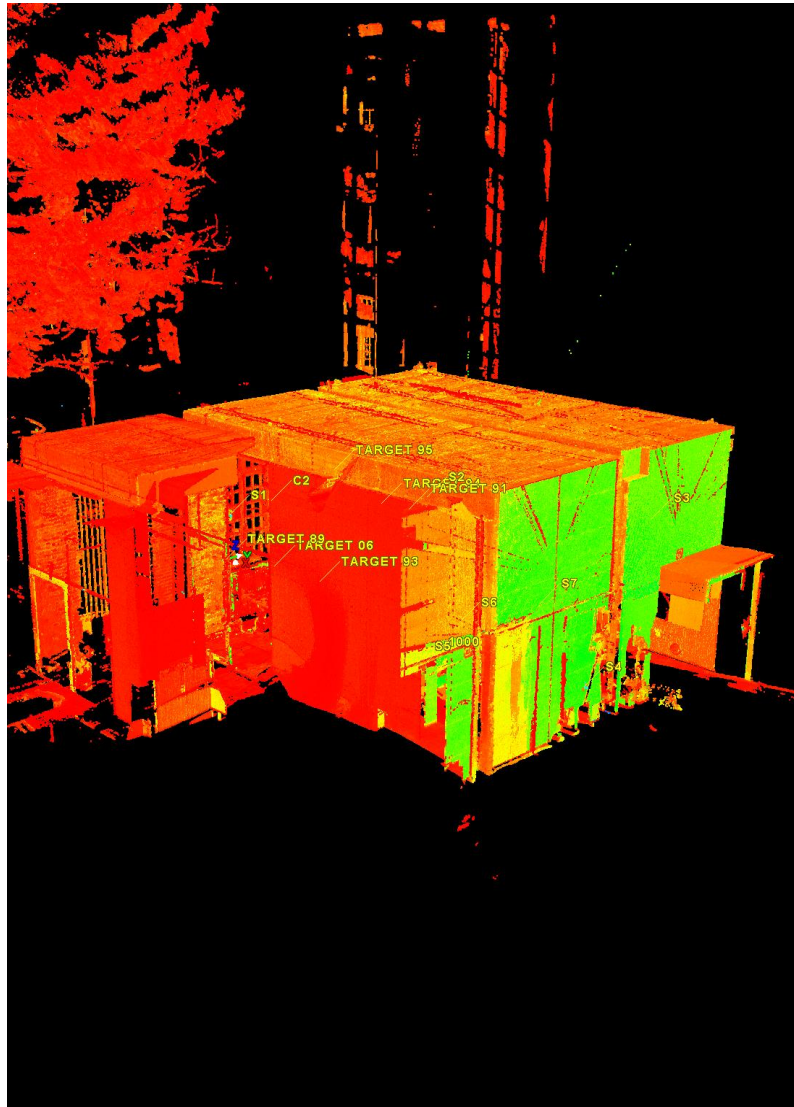
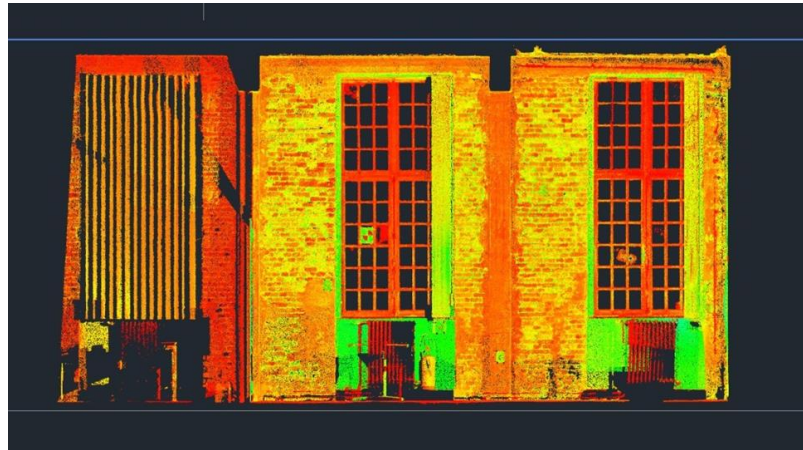
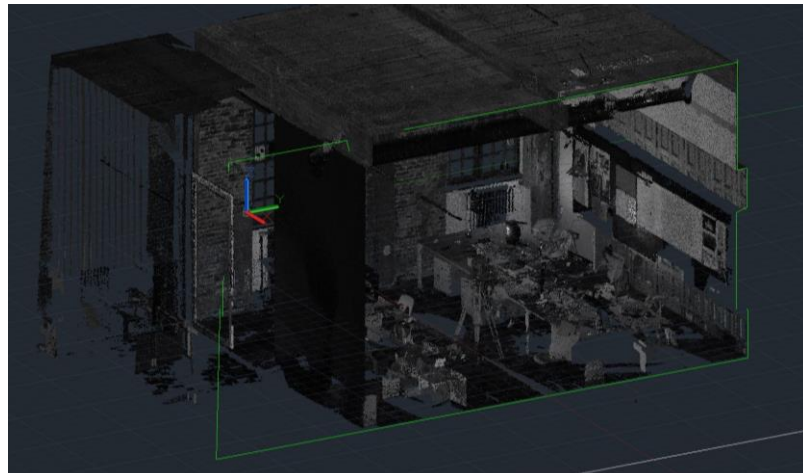
## Sélection des outils d'acquisition de données

Type d'outil	Rapidité et précision de l'outil	Données brutes collectées	Données traitées	Informations obtenues				
<div>Capteur photo</div> <div></div> <div>Drône</div> <div></div> <div>Appareil photo manuel</div>	<table><tr><th>Précision</th><th>Rapidité</th></tr><tr><td>★★★</td><td>★★★☆☆</td></tr></table>	Précision	Rapidité	★★★	★★★☆☆		<div></div> <div></div> <div>Maillage haute précision Orthophotos Modèle 3D</div>	<p>Visualisation claire et précise des matières en présence et des assemblages</p> <p>Indications sur le relief général de la paroi et sa texture</p>
Précision	Rapidité							
★★★	★★★☆☆							



# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

## Sélection des outils d'acquisition de données

Type d'outil	Rapidité et précision de l'outil	Données brutes collectées	Données traitées	Informations obtenues				
<div>Capteur LIDAR</div> <div></div> <div>Leica BLK (scanner laser)</div>	<table><tr><th>Précision</th><th>Rapidité</th></tr><tr><td>★★★</td><td>★☆☆</td></tr></table>	Précision	Rapidité	★★★	★☆☆	<div></div> <div>Nuage de points haute précision</div>	<div></div> <div>Image avec informations sur l'intensité de lumière réfléchie</div> <div></div> <div>Tranches dans le nuage permettant de réaliser des plans et des coupes</div>	<div>Visualisation complémentaire des matières en présence, grâce à l'intensité de lumière renvoyée par les matériaux.</div> <div>Réalisation de plans et de coupes pour d'éventuels métrés quantitatifs</div>
Précision	Rapidité							
★★★	★☆☆							



# Tâche 03 : Développement de la méthode numérique

## Sélection des outils d'acquisition de données


Type d'outil	Rapidité et précision de l'outil	Données brutes collectées	Données traitées	Informations obtenues				
<div>Capteur LIDAR + capteur photo</div> <div></div> <div>NAVVIS VLX (scanner portable)</div>	<table><tr><th>Précision</th><th>Rapidité</th></tr><tr><td>★★★☆☆</td><td>★★★★★</td></tr></table>	Précision	Rapidité	★★★☆☆	★★★★★	<div></div> <div>Nuage de points</div> <div></div> <div>Photographies panoramiques à 360°</div>	<div></div> <div>Images en couleur ou par intensité</div> <div></div> <div>Navigation possible dans le modèle Tranches et coupes</div>	<div>Visualisation moins précise des matières en présence et des assemblages</div> <div>Réalisation de plans et de coupes pour d'éventuels métrés quantitatifs</div>
Précision	Rapidité							
★★★☆☆	★★★★★							

# TÂCHE 05 : SCÉNARIOS DE RÉHABILITATION ET ANALYSE DES FLUX SORTANTS



# Tâche 05 / Scénarios de réhabilitation

Pour chaque cas d'étude, proposer **trois scénarios de réhabilitation énergétique**, faisant varier, pour chaque paroi, le pourcentage de démolition. Les matériaux isolants choisis sont tous des isolants biosourcés, produits en Wallonie.

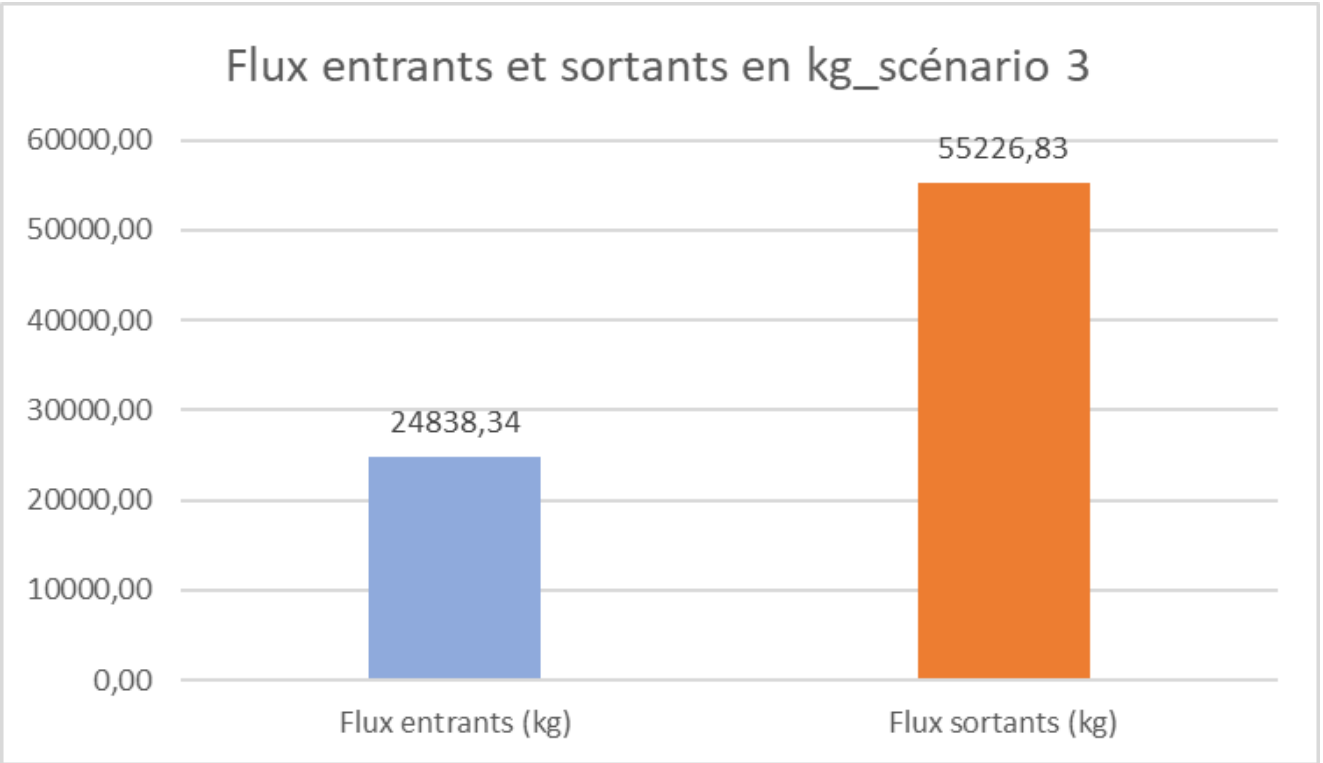
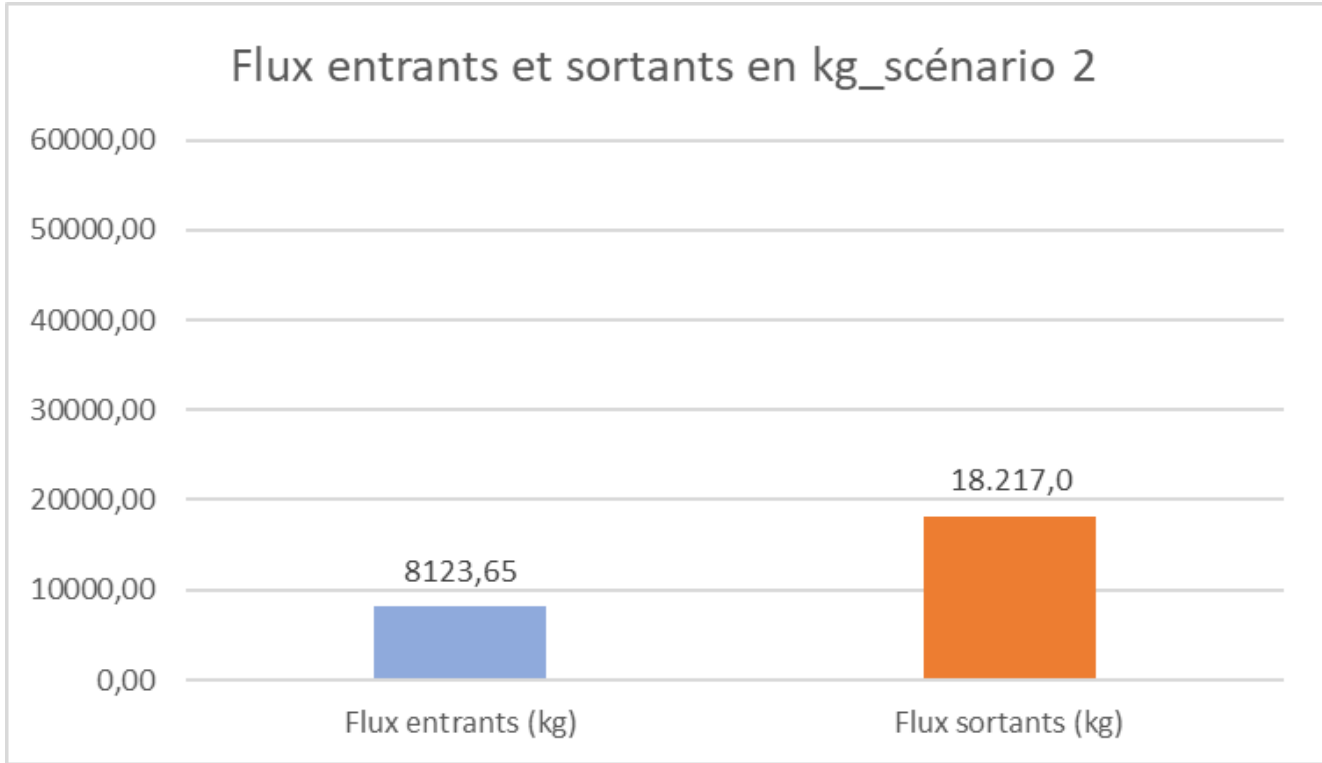
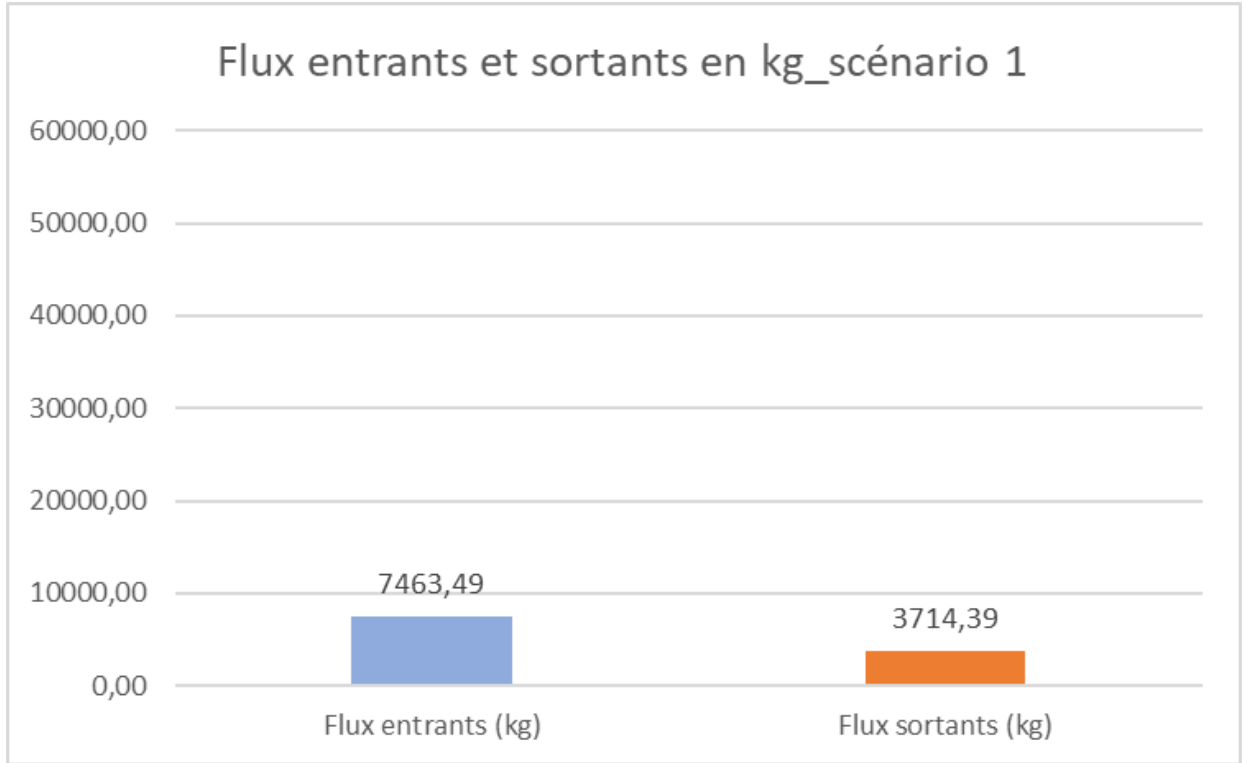
Cas d'étude	Scenario 01 : Réhabilitation avec peu de démolition	Scenario 02 Réhabilitation avec qq démolitions	Scenario 3 Réhabilitation lourde
	<p><b>Façade avant :</b> Pas de travaux</p> <p><b>Façade arrière:</b> <b>Enlèvement de la finition extérieure</b> Isolation par l'extérieur</p> <p><b>Toiture:</b> Démontage de la couverture , <b>du lattage et contre-lattage</b> Isolation entre chevrons + pare-vapeur Nouvelle finition intérieure, nouveau lattage et contre-lattage, couverture existante remplacée</p> <p><b>Dalle de sol :</b> Pas de travaux</p> <p><b>Châssis:</b> <b>Châssis démontés</b> et remplacés par de nouveaux châssis bois, double vitrage</p>	<p><b>Façade avant :</b> Pas de travaux</p> <p><b>Façade arrière:</b> <b>Enlèvement de la finition extérieure</b> <b>Agrandissement des baies (30%)</b> Isolation par l'extérieur</p> <p><b>Toiture:</b> <b>Démontage de la couverture , du lattage et contre-lattage</b> <b>Remplacement de 30 % de la charpente</b> Isolation entre chevrons + pare-vapeur Nouvelle finition intérieure, nouveau lattage et contre-lattage, nouvelle couverture</p> <p><b>Dalle sur cave:</b> Pas de travaux</p> <p><b>Châssis:</b> <b>Châssis démontés</b> et remplacés par de nouveaux châssis bois, double vitrage</p>	<p><b>Façade avant :</b> <b>Enlèvement finition intérieure sur hauteur d'allège</b> Isolation par l'intérieur des allèges</p> <p><b>Façade arrière:</b> <b>Démolition complète de la façade arrière</b> Nouvelle façade en ossature bois</p> <p><b>Toiture:</b> <b>Démontage de la couverture , du lattage et contre-lattage</b> <b>Remplacement de 50% de la charpente</b> Isolation par l'extérieur Nouvelle finition intérieure, nouveau lattage et contre-lattage, nouvelle couverture</p> <p><b>Dalle sur cave:</b> Démontage du revêtement de sol Enlèvement du mortier d'égalsation Placement d'un isolant + chape sèche + revêtement</p> <p><b>Châssis:</b> <b>Châssis démontés</b> et remplacés par de nouveaux châssis bois, double vitrage</p>



# Tâche 05 / Analyse des flux sortants – premiers résultats (en masse)



Scenario 01 : Réhabilitation avec peu de démolition	Scenario 02 Réhabilitation avec qq démolitions	Scenario 3 Réhabilitation lourde
--	---	-------------------------------------



# PERSPECTIVES

# Perspectives pour l'année à venir

---

## **Finaliser les inventaires théoriques des cas d'étude (tâche 2)**

- Gisements des deux derniers cas d'étude
- Fiches descriptives des principaux matériaux

## **Mettre en place et tester le protocole envisagé pour l'acquisition de données (tâche 3)**

- Mise en place et test sur le type 2 « Maison bourgeoise »
- Collecte et traitement des données

## **Démarrer la tâche 04 : Croisement des données et équilibrage**

- Croisement des données théoriques et des données à référence spatiale récoltées in situ
- Réalisation d'un inventaire quantitatif au plus proche de la réalité construite
- Amélioration et validation la méthode de documentation rapide et Évaluation du niveau de précision dans l'acquisition des données.

## **Finaliser l'analyse des flux « sortants - Scénarios de réhabilitation (tâche 5)**



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

S. Trachte / P. Hallot / Ph. Sosnowska / A. Schreurs /  
O. Noël / A. Romboux

[sophie.trachte@uliege.be](mailto:sophie.trachte@uliege.be) et [ophelie.noel@uliege.be](mailto:ophelie.noel@uliege.be)