



# Expérimentation pédagogique de la gestion de la circularité d'un bâtiment via la maquette numérique

Dr. Mohamed-Anis GALLAS

Ar. Gregorio SAURA LORENTE

Faculté d'Architecture et d'Urbanisme (Laboratoire de Conception Architecturale)

Université de Mons (Belgique)

# Contexte/enjeux de recherche

# Contexte

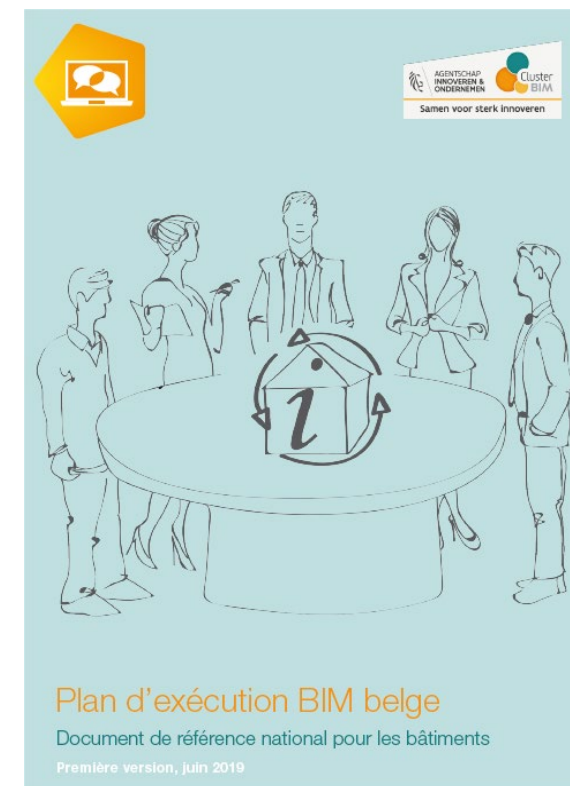
## **Introduction aux méthodologies BIM dans la formation des architectes**

- BIM = Black Box (étudiants/enseignants)
- Activités BIM ≠ Activités de conception architecturale
- Approche théorique du BIM = Faibles apports pour les étudiants (réf enquêtes pédagogiques)
- Pratiques BIM = besoins professionnels ≠ besoins pédagogiques

# Enjeux de la recherche

## Aplatir « le BIM »

- Rendre les pratiques BIM plus tangibles chez les étudiants



## Proposer et expérimenter des pratiques BIM adaptées aux élèves-architectes

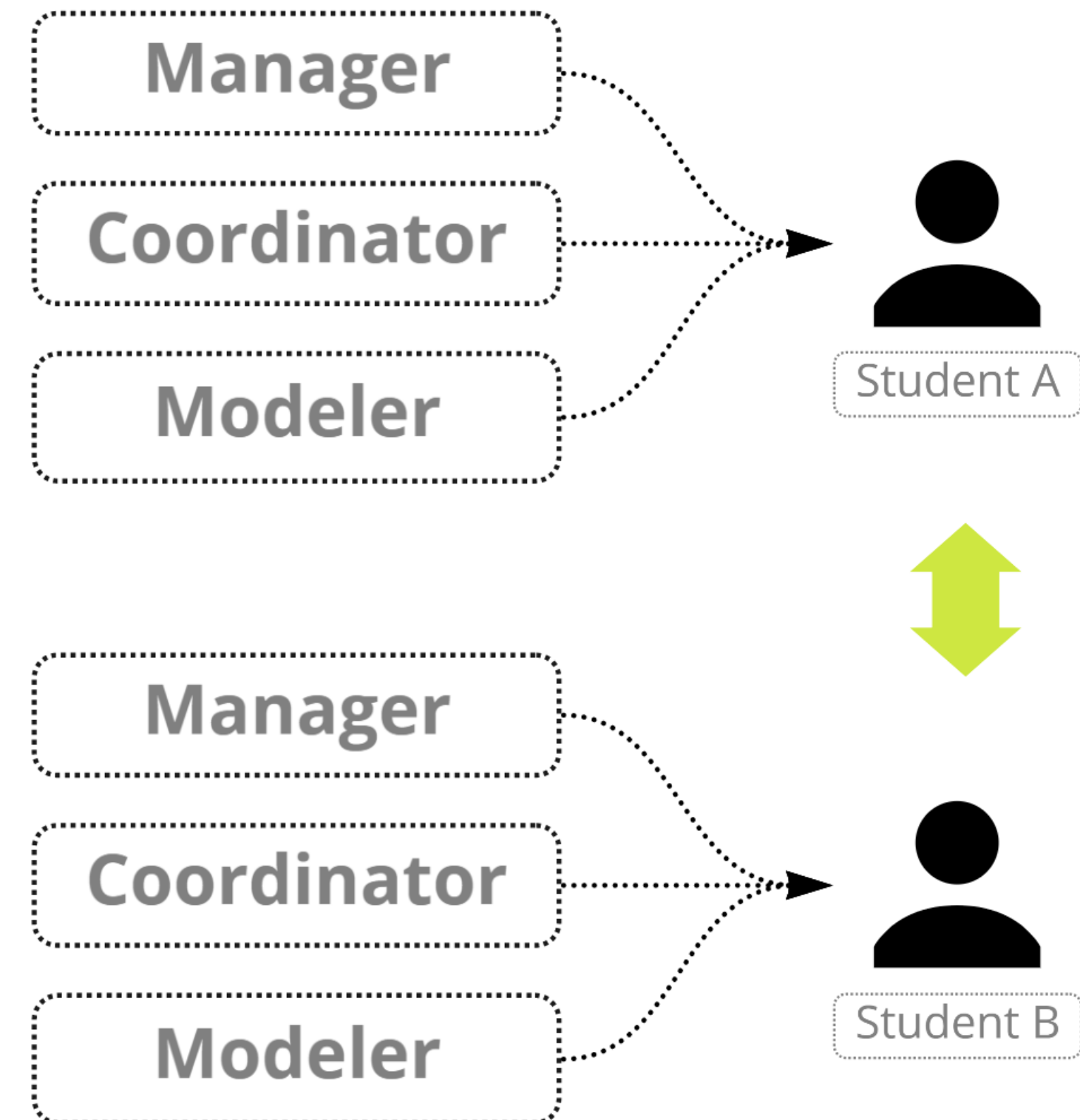
- Exploiter les notions de circularité/réemploi pour l'intégration du BIM dans la formation des architectes

**Aplatir « le BIM »**

# Aplatir « le BIM »

## Initier les étudiants aux pratiques BIM

- Intégrer et structurer des données (de différents types) dans les MN
- Créer et lier des MN au format IFC
- Explorer les MN au format IFC via des outils de recherche « intelligents » de données
- Construire de manière collective une MN fédérée
- Développer des rôles plus concrets dans les démarches collaboratives de création de MN comme réponse à des objectifs BIM précis

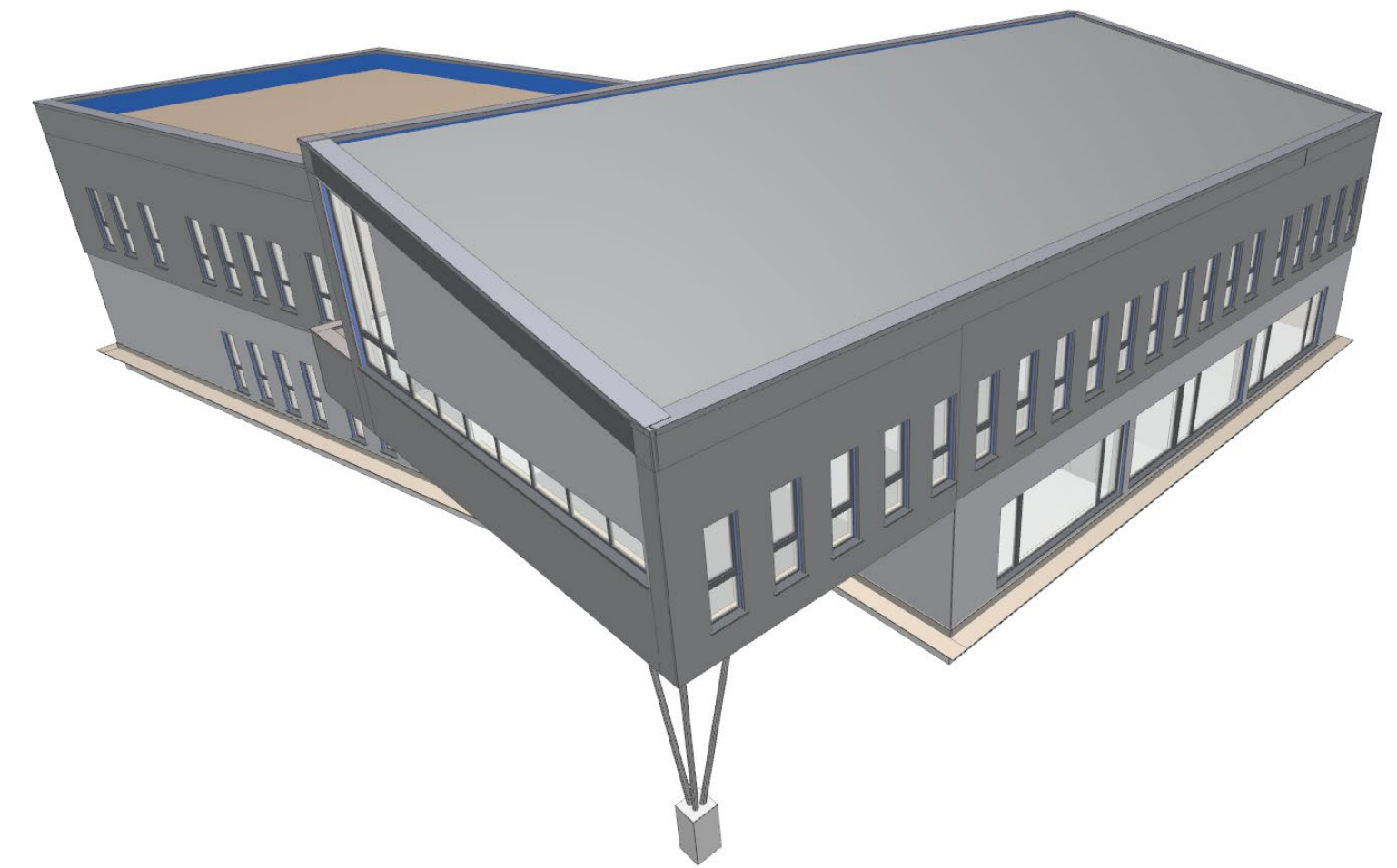


# Aplatir « le BIM »

## Utilisation du jeu comme outil d'exploration

- Mise en place de jeu de « la chasse aux données » pour explorer la recherche et la visualisation de données de MN au format IFC

Il faut trouver le mur avec le GUID  
"0hRo6HCH99dwERqnz3isn\_". Dans le paramètre *Name* vous  
aurez la consigne pour la suite de la chasse aux données.



Modifier le smart view

Nom: 01\_GUID

Type d'élément	Propriété	Opérateur	Valeur	Action
Any element	GUID	Est	0hRo6HCH99dwERqnz3isn_	Ajouter



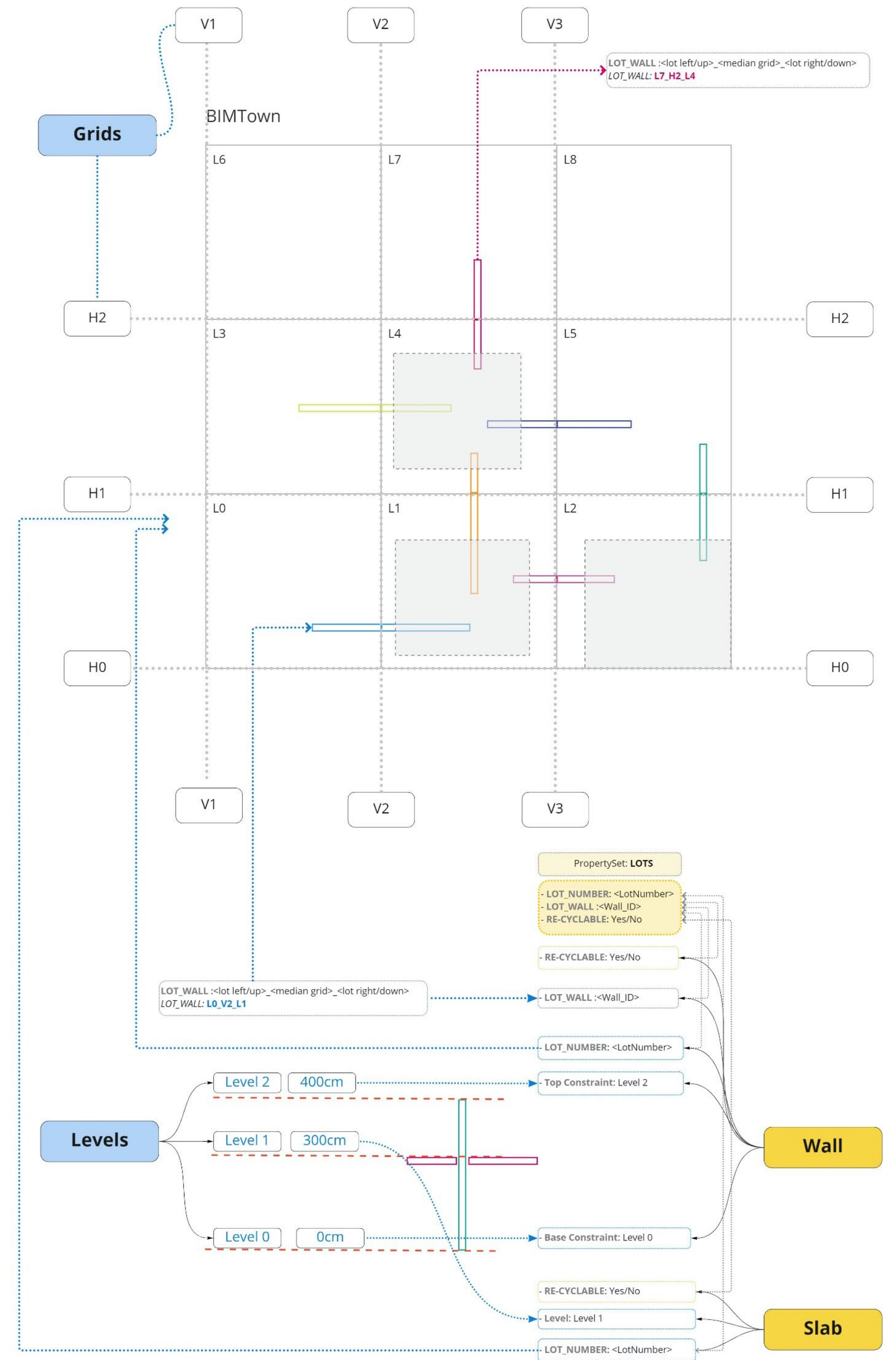
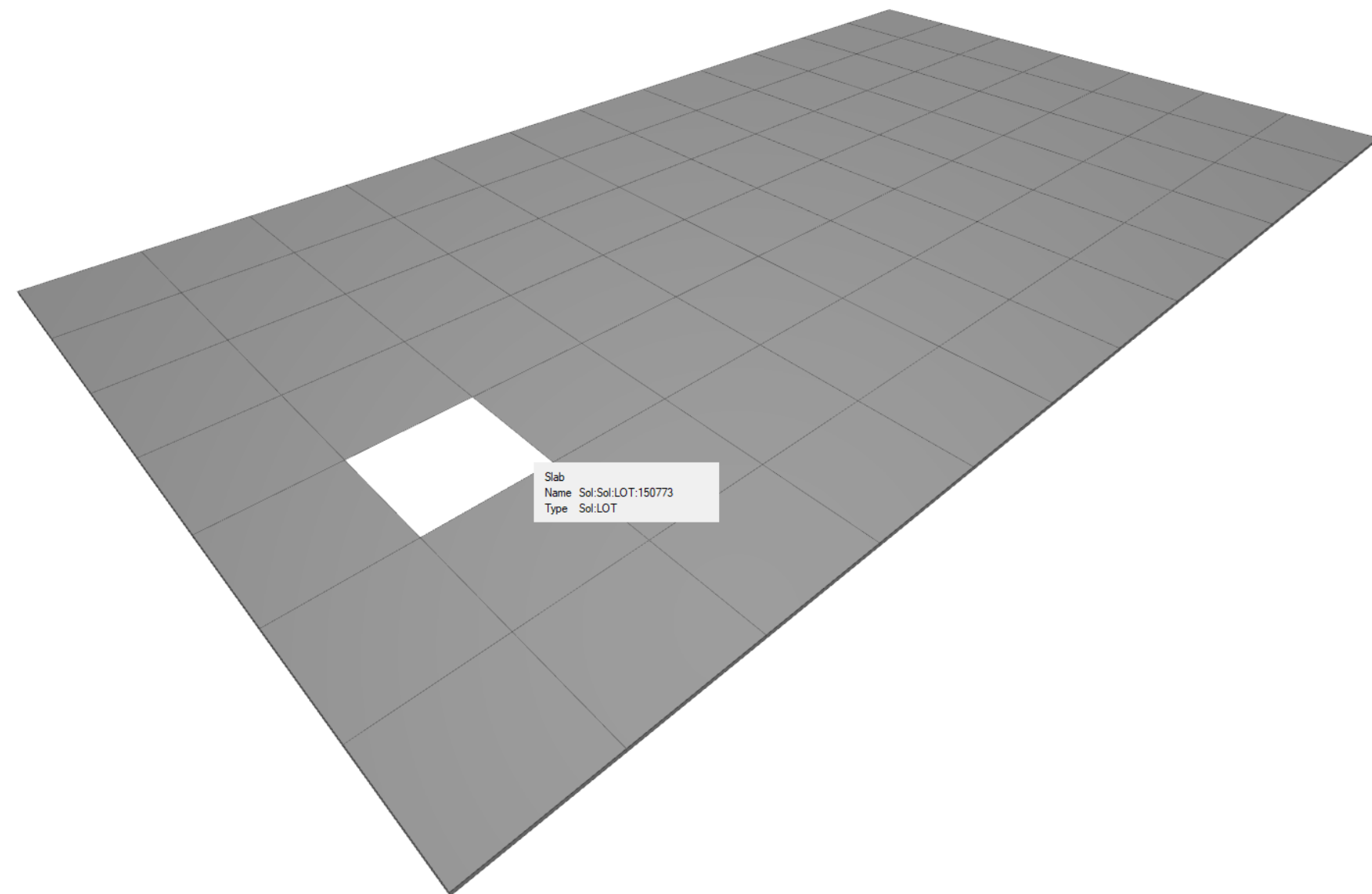
Propriété	Valeur
Model	CLICK_Int
Prefix	
Name	Trouver la porte avec la property Tag: "196090", la consigne suivant sera dans la property "Name"
Phase	Etat du projet
Type	MUR_INT_10_MM
Type Name	MUR_INT_10_MM
Description	
Material Name	Plaque de mur de gypse, Plaque de mur de gypse, Montant métallique, Plaque de mur de gypse, Plaque de mur d...
Layer	I-WALL-____-OTLN
Is External	False
Load Bearing	False
IFC Element	IfcWallStandardCase
Predefined Type	STANDARD
Tag	156661
GUID	0hRo6HCH99dwERqnz3isn_



# Aplatir « le BIM »

## Simplifier les processus BIM

- Mise en place de jeu « BIM\_Town » pour créer un environnement urbain fictif avec des règles précises
- Les règles de modélisation et d'organisation des données sont proposées sous la forme d'un PEB simplifié (graphe partagé)

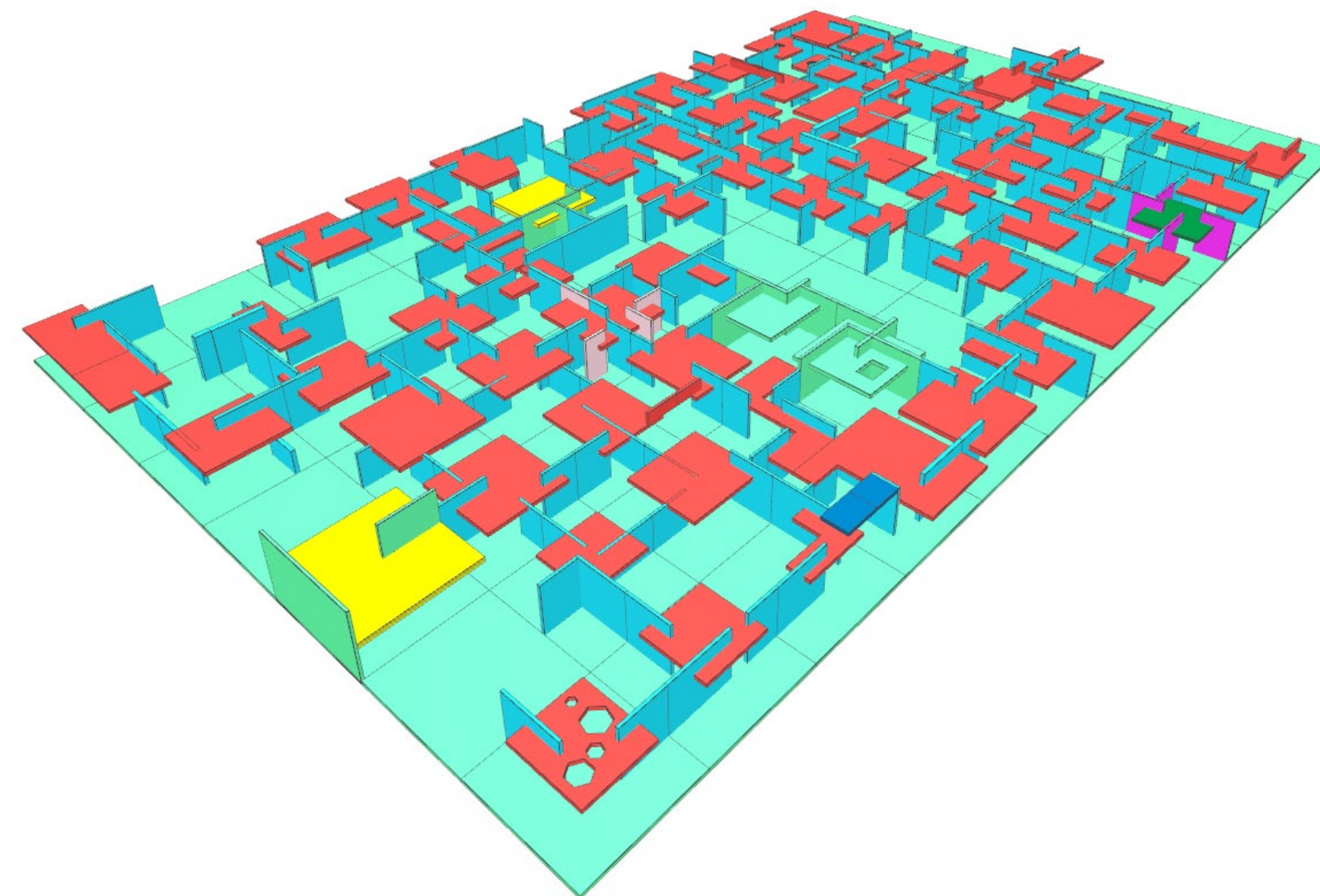
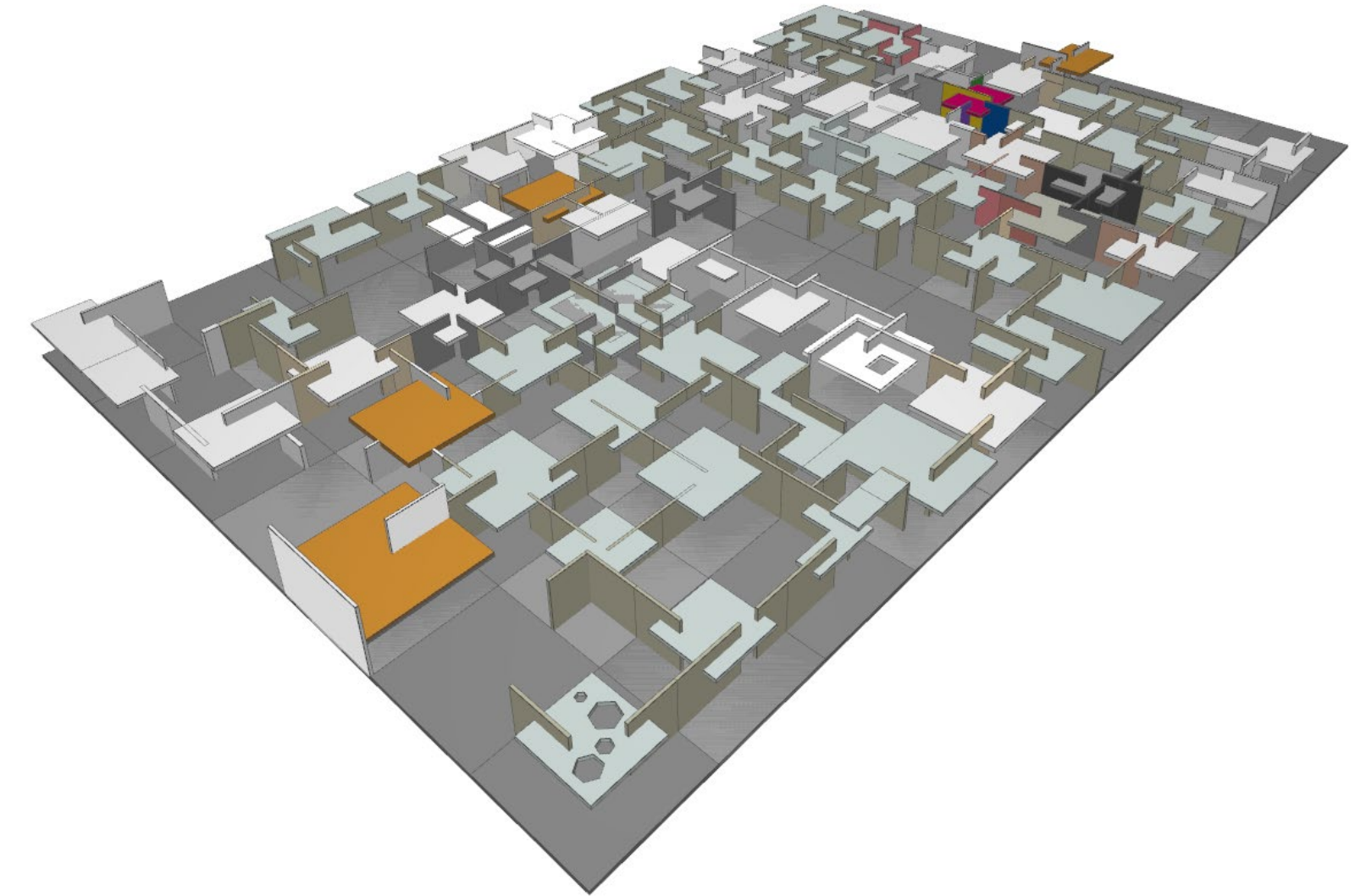




# Aplatir « le BIM »

## Simplifier les processus BIM

- Les étudiants doivent respecter des règles simplifiées pour co-construire l'environnement urbain :
  - Partage des modèles créés selon une base commune (*IFC partagé*)
  - Vérification (autocontrôle) de la qualité/fiabilité des modèles et données (*smatviews*)
  - Gestion des problèmes via une plateforme de BCF (*BIMCOLLAB*)



Nôme	#	Couleur
1er étage	3	Yellow
Level 0	67	Cyan
LEVEL 0	1	Magenta
Level 1	63	Red
LEVEL 1	1	Green
Level 2	20	Dark Blue
LEVEL 2	1	Purple
Niveau 0	1	Pink
Niveau 1	1	Brown
Niveau 2	1	Dark Blue
Rez-de-chaussée	4	Light Green
Toiture	1	Brown

A screenshot of a BIM collaboration software interface. The top part shows a grid of 14 thumbnails, each representing a different wall element (e.g., '1. Mur Clara', '2. Mur Awais', '3. Mur Jeremie'). The selected thumbnail is '5. 1. Mur Nathan'. Below the grid, a detailed view of the selected wall is shown, including a description: '2000 mm, en partant du haut à ta droite. Mur de 200 mm d'épaisseur avec une hauteur de 2750 mm.' The interface also shows the status 'Actif', resolution options, and a list of users to assign the task to.

# Aplatir « le BIM »

## Résultats

- Assimilation des pratiques fondamentales qui caractérisent les démarches BIM (~~Black-BOX~~)
- Expérimentation de notions (simples) liées au BIM
  - BEP
  - BCF
  - IFC
- Prise en compte du poids de l'organisation dans la co-construction de MN
- Développement de bonnes pratiques collaboratives
- Prise en compte de l'impact de la fiabilité des données dans la construction collaborative de MN



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## 1. Intégration des pratiques et usages BIM adaptés aux élèves architectes

- Identifier des enjeux du BIM non liés à la productivité, à l'optimisation,...
- Volonté de rapprochement entre pratiques durables et pratiques BIM

## 2. La circularité et le réemploi comme enjeux

- Besoin de méthodologies qui intègrent les acteurs et le cycle de vie du projet
- Besoin de données précises et fiables
- Manque de connaissance du domaine auprès des étudiants (au même niveau que le BIM)

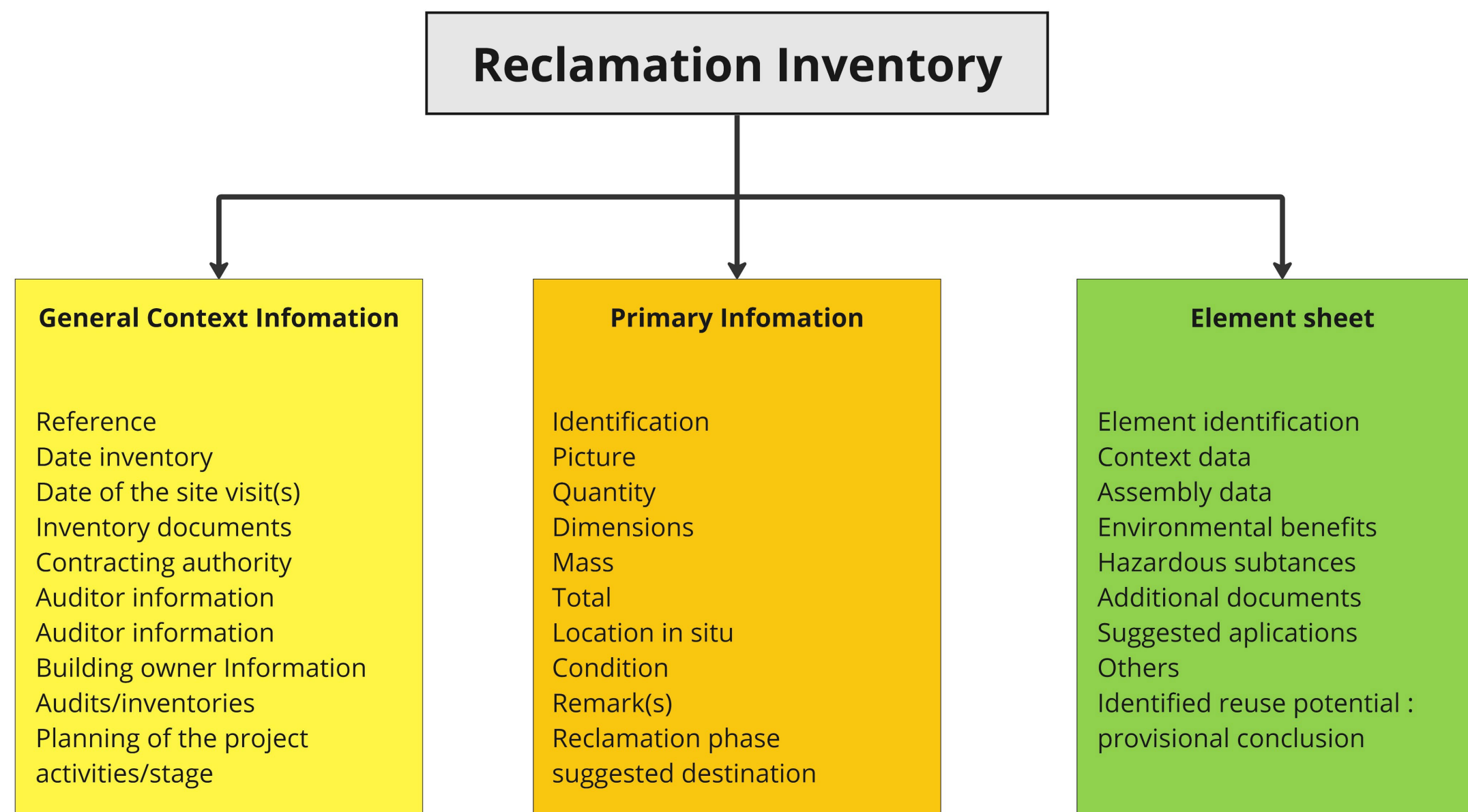


**Gérer la circularité et le réemploi via la maquette numérique**

# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Développer la connaissance du domaine de la circularité et du réemploi

- Initiation au domaine à travers les résultats (boîte à outils) du Projet Interreg FCEBE





# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Développer la connaissance du domaine de la circularité et du réemploi *via* le BIM

- Étude critique d'exemples (apports + limites) d'expériences d'audit de circularité *via* le BIM (ancien site VDS-Food-Bxl et anciennes Casernes d'Ixelles)

Ancien site VDS-Food (Drees&Sommer)



Summary	Location	Material	Clashes	Pset_Quantity...	Pset_Reinforc...	Pset_WallCo...
Propriété			Valeur			
ExtendToStructure	False					
IsExternal	True					
LoadBearing	False					
Reference	21.20.E1 _ Briques de parement façades rues					
ThermalTransmitt...	6					

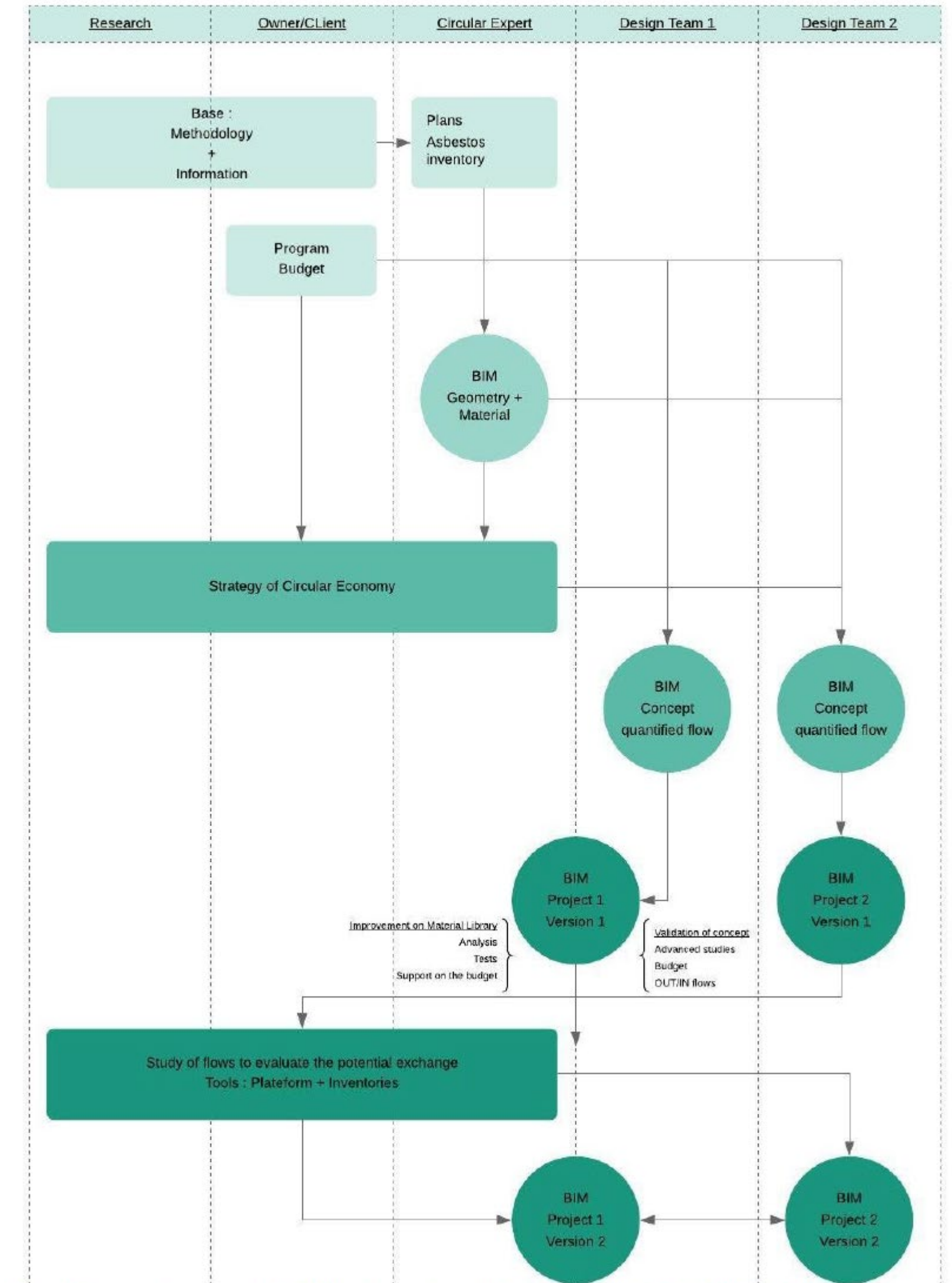


Figure : Etape par étape proposé à la SAU pour les prochaines étapes (source : Victor Ooghe, BATir, ULB)

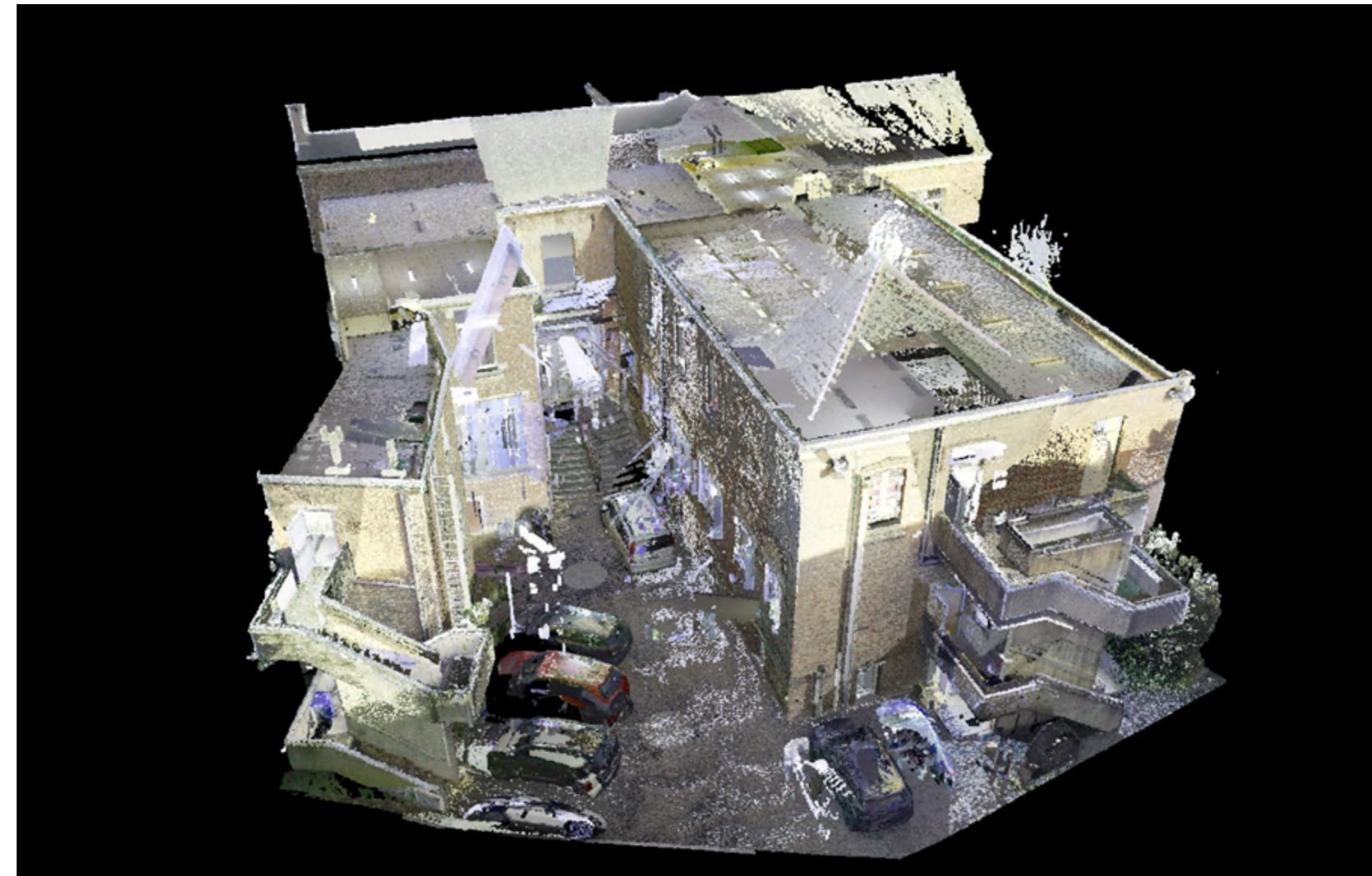
Anciennes Casernes Ixelles (Victor Ooghe, BATir, ULB)



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Prise en compte du contexte d'étude et de la nature des données disponibles

- Travailler à partir de données proches de la réalité (Ortho photos + photos panoramiques + Nuages de points)

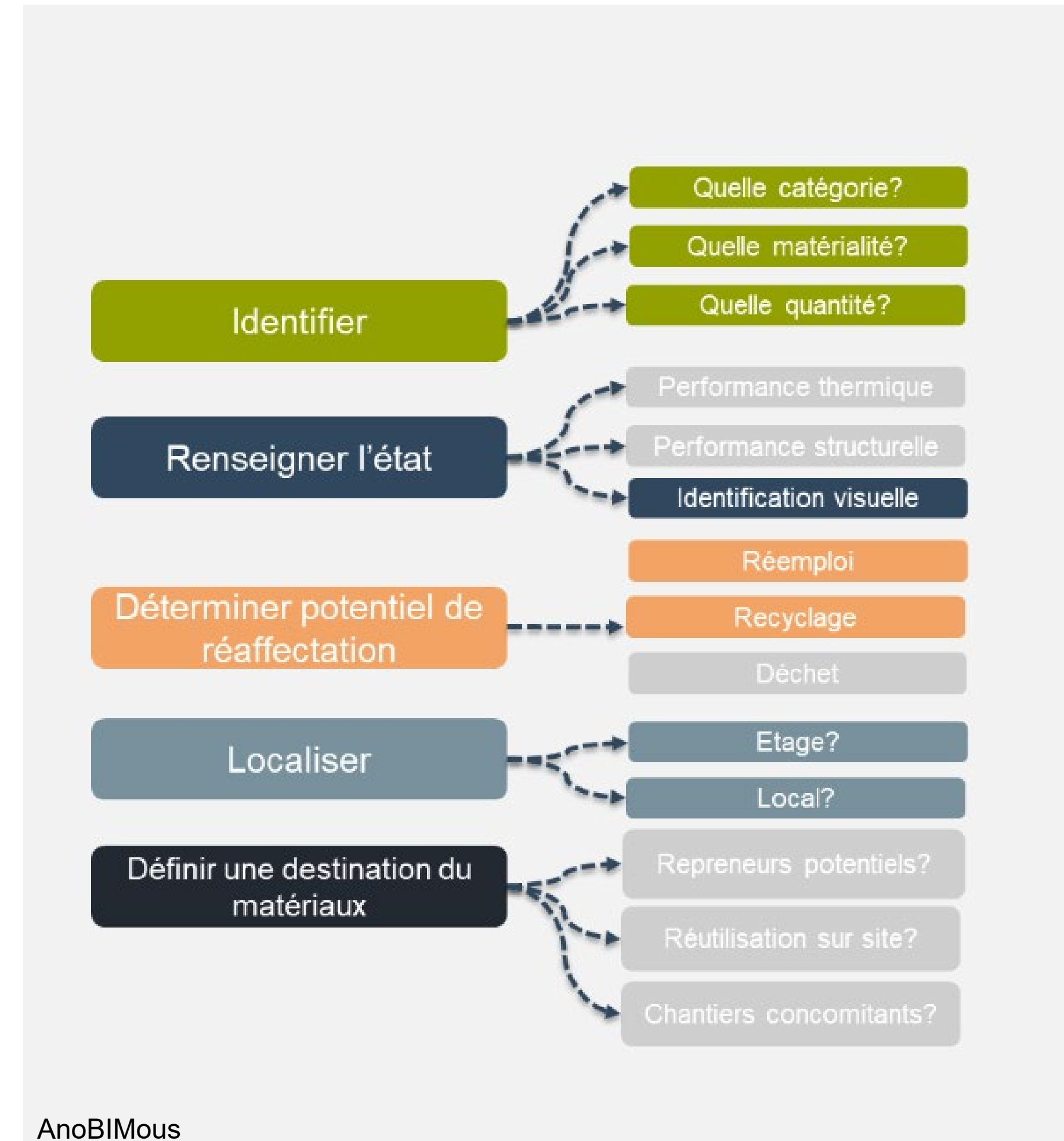




# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Organisation des données

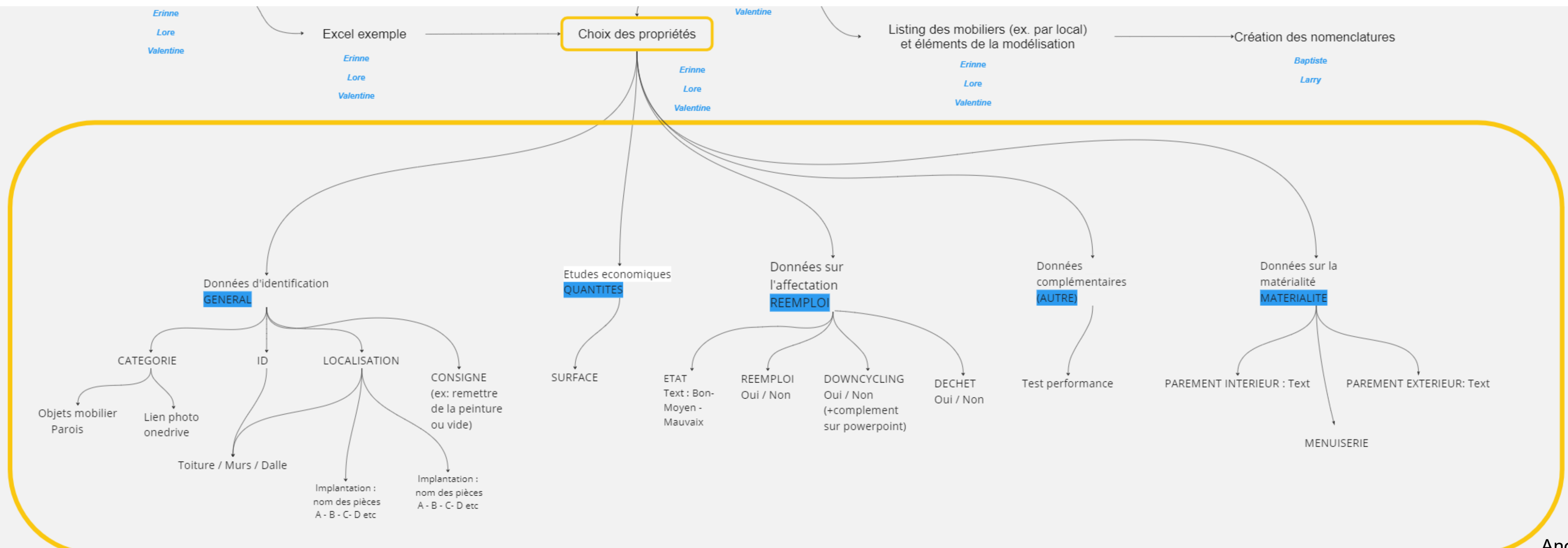
- Définition des usages des propriétés dans le cadre d'une stratégie BIM / circularité et réemploi



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Organisation des données

- Modes d'organisation des données et de nomenclatures adaptées aux usages BIM/circularité et réemploi



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Organisation des données

- Définition des catégories d'objets et des propriétés associées

Categories	Model	Dimensions	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre	Matérialité	Démontable	Recyclage	Valorisation_energetique	Inflammable	Risque_santé	Empreinte_carbone	Resistance_feu
Murs_int		x	x		x	Oui	Down_cycling		Non	Faible	Faible	Indeterminee
Murs_int_cloison						Non		Dechet	Non	Faible	Moyen	
Murs_ext						Oui			Non	Faible	Faible	Indeterminee
Dalles		x	x		x	Non	Down_cycling		Non	Moyen	Faible	
Finitions_murs_sanitaires		*	*		*	Oui	Down_cycling		Non	Faible	Faible	
Finitions_sols_carrelage						Oui	Down_cycling		Non	Faible	Faible	
Finitions_sols_autre						Oui	Up_cycling		Oui	Moyen	Forte	
Faux_plafond		x	x		x	Oui			Oui		Faible	Indeterminee
Portes		?				Oui			Oui		Faible	Indeterminee
Fenêtres		x		x	x	Oui	Down_cycling		Oui		Forte	Indeterminee
Toitures		x	x		x	Oui	Down_cycling		Oui	Moyen	Forte	
Emmeteurs_de_chaleur		x		x		Oui			Non		Faible	
Luminaires_Faux-plafond		?				Oui			Non		Faible	
Luminaires		x		x		Oui			Non		Faible	
Chaises	x	x		x					Oui			
Tables	x	x		x					Oui			
Tableaux_coulissants		?							Non			
Tableaux_verts		?				Oui			Non			
Ecrans		x		x					Non			



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Organisation des données

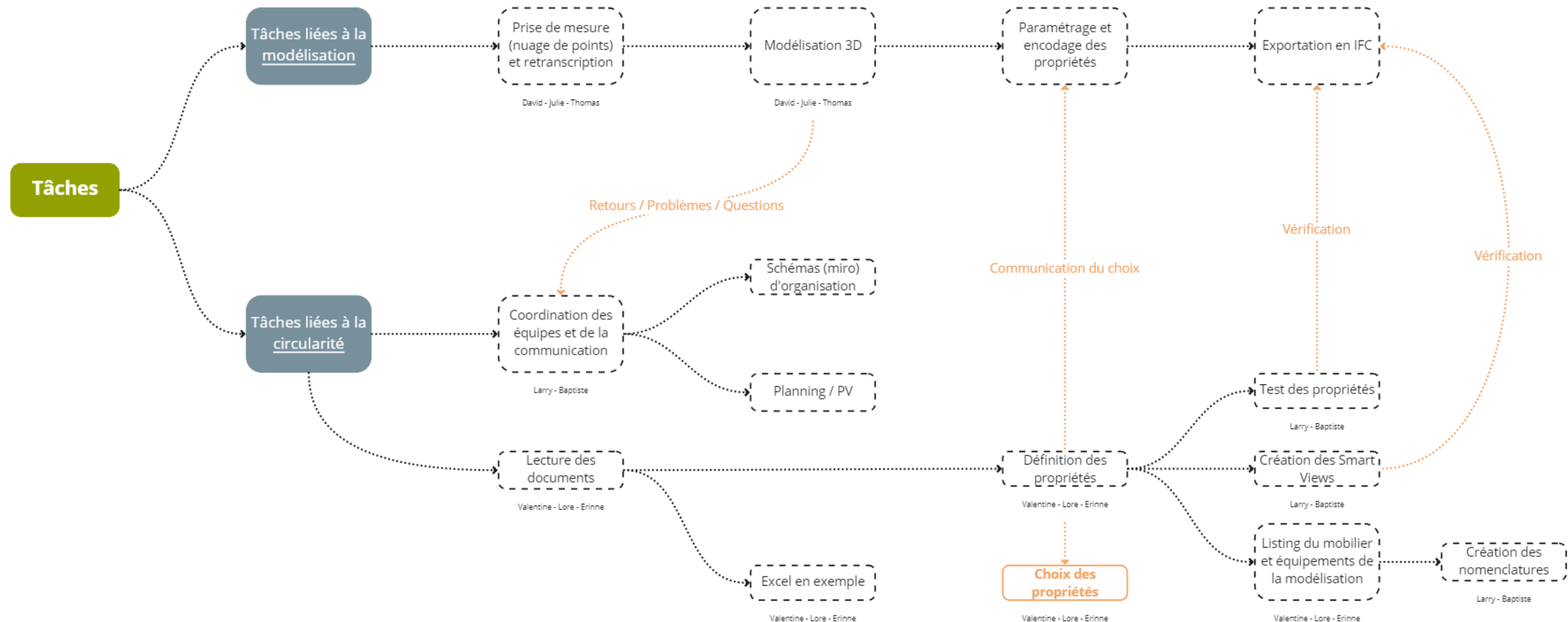
- Définition des propriétés et de leurs nomenclatures/formats

Origine	Groupe	Propriété	États/Valeurs
Créées	Général	Catégorie	txt
		Lien	lien hypertexte vers une image sur un serveur d'image en ligne
		Consigne	txt
	Réemploi	État	BON/MOYEN/MAUVAIS
		Réemploi	OUI/NON
		Downcycling	OUI/NON
		Déchet	OUI/NON
	Matérialité	Parement inté	txt
		Parement exté	txt
		Menuiserie et mobilier	txt
	Localisation	Local mobilier	txt
		Niveau élément	txt
Autre	Test de performance	OUI/NON	
Existantes	Classification	ID et catégories	txt
		Quantités	txt

# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie de modélisation

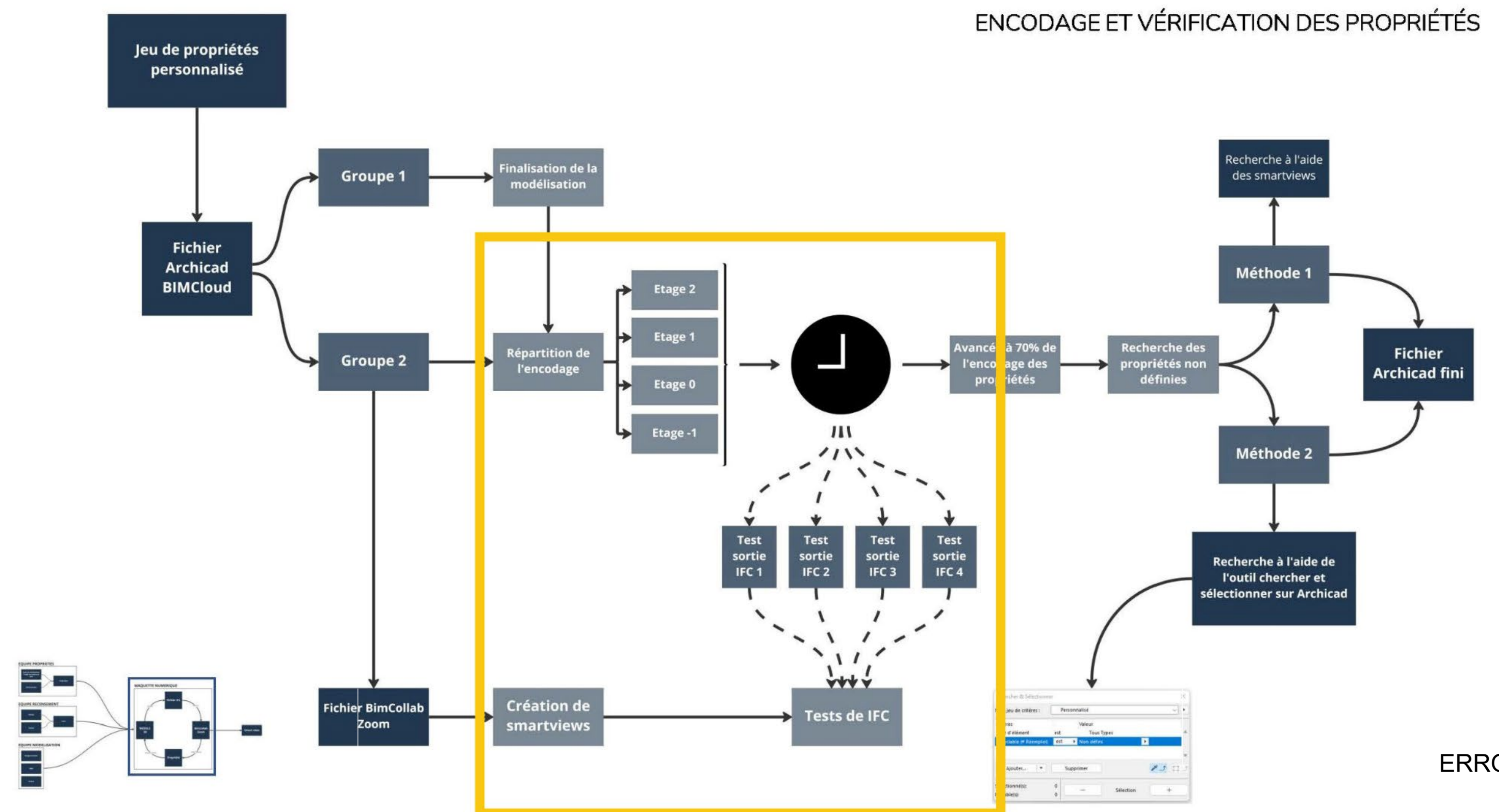
- Définition de choix de modélisation orientée gestion de la circularité et réemploi



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie de modélisation

- Intégration de la contrainte de fiabilité des données et des modèles dans la stratégie





# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie de modélisation

- Intégration de la notion d'autocontrôle et de validation des données

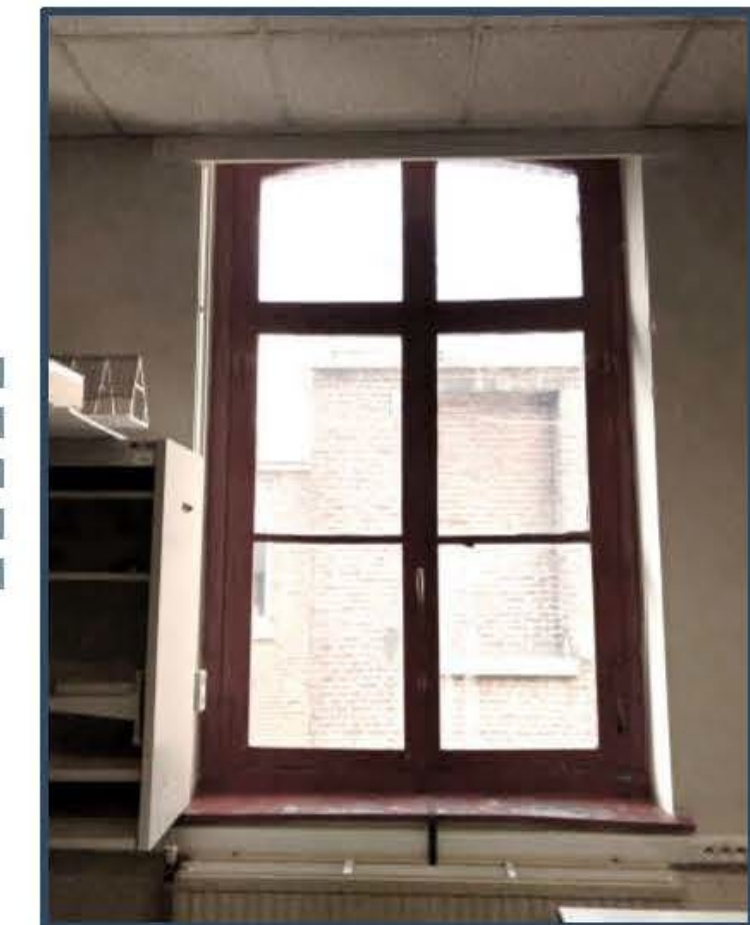
Exemple pour une fenêtre



Présence des groupes de propriétés créés

Summary
Location
Clashes
AC_Pset_RenovationAndPhasing
AUTRE
Solibri (Formules)
Description du produit (Formule)
Fabrication
GÉNÉRAL
LOCALISATION
MATÉRIALITÉ
Pset_DoorCommon
Pset_FireRatingProperties
Pset_ManufacturerOccurrence
Pset_ManufacturerTypeInfo
RÉEMPLOI
Base quantities

Bon fonctionnement du lien



Window	
Summary	Location
Propriété	Vitr
Catégorie	004_FENETRE
Consigne	
Lien	<a href="https://aluminiumonsac.sharepoint.com/sit...">https://aluminiumonsac.sharepoint.com/sit...</a>



# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie d'exploitation des données

- Définition de scénarios d'usage de réemploi et de circularité matérialisés par les smartviews (croisement des données)





# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie d'exploitation des données

- Définition de scénarios d'usage de réemploi et de circularité matérialisés par les smartviews (croisement des données)

### Besoin pour logements étudiants

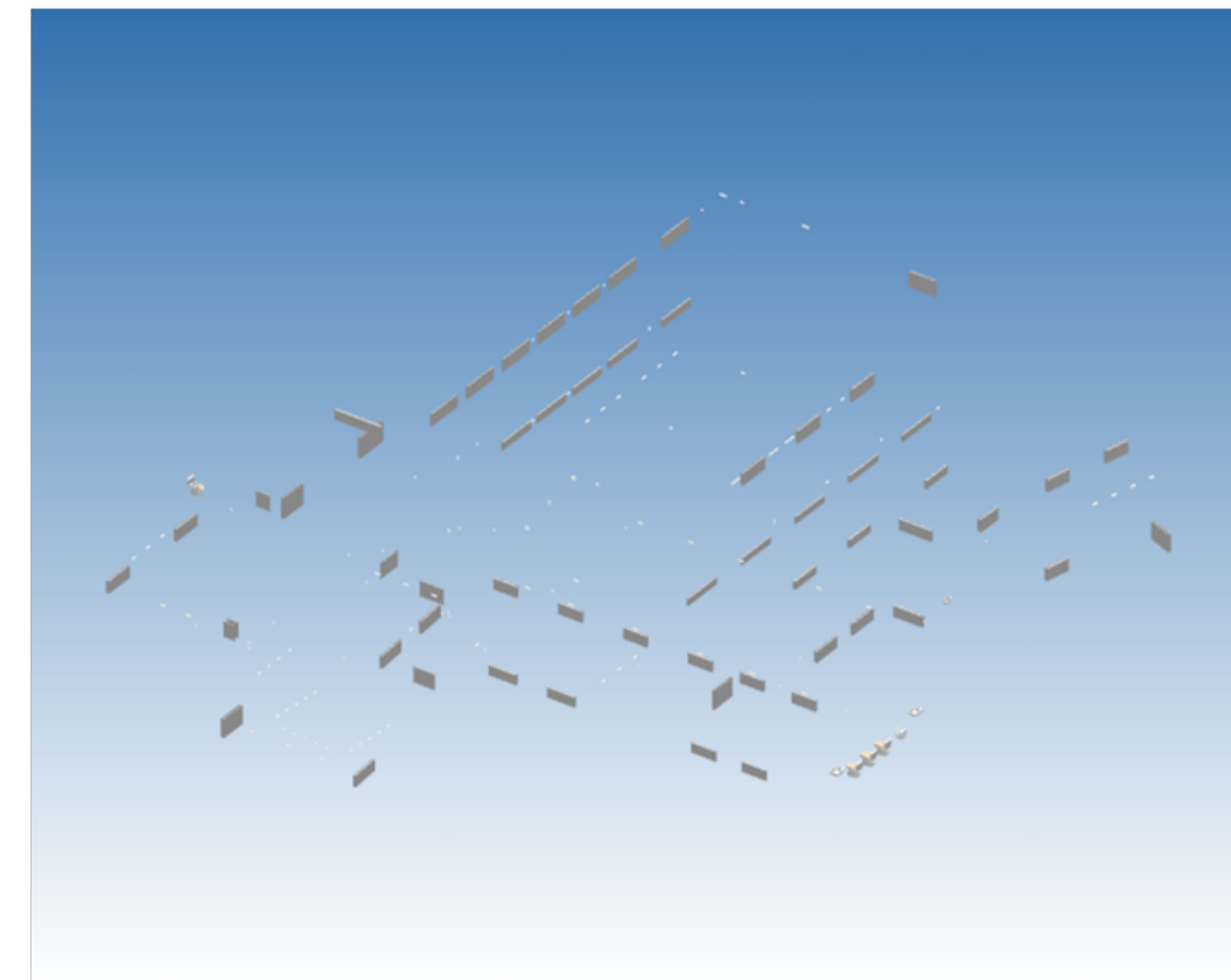
- 100 prises
- 100 interrupteurs
- 50 radiateurs

### Propriétés

- Réutilisable
- Démontable
- En état de marche

### Quantités disponibles

ARMOIRE	46
BANC	5
BANC CAFETARIA	1
CANAPÉ	2
CHAISE	387
ETAGERE	39
FENÊTRE COMBLEE	6
FENÊTRE	65
GARDE CORPS	8
INTERRUPTEUR	39
LAVABO	4
MEUBLE	16
POUBELLE	22
PRISE	215
RADIATEUR	59
RAMPE ENTRÉE	1
TABLE	183
TABLEAU	9
TBI	6
TOILETTE	6
URINOIR	2
TOTAL ELEMENT	1121



### Disponibles :

- 100 prises
- 50 radiateurs
- 39 interrupteurs
- ➔ Manque 61 interrupteurs

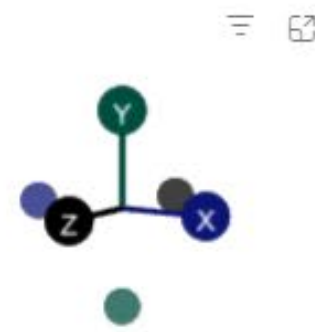
# Pratiques BIM pour gérer la circularité et le réemploi

## Stratégie d'exploitation des données

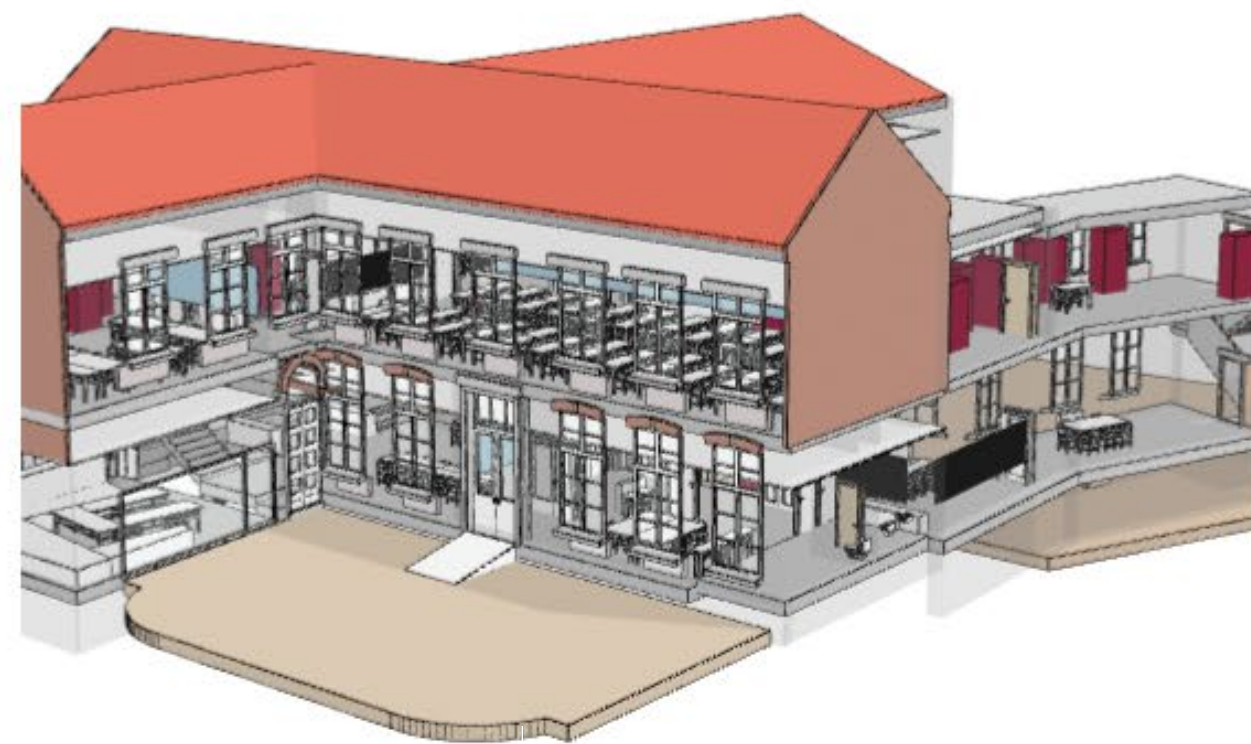
- Développement de plateformes d'aide à la prise de décision (+ interactivité / adapté grand public) – *PowerBI+IFC (3DBI)*



**UMONS**  
University of Mons

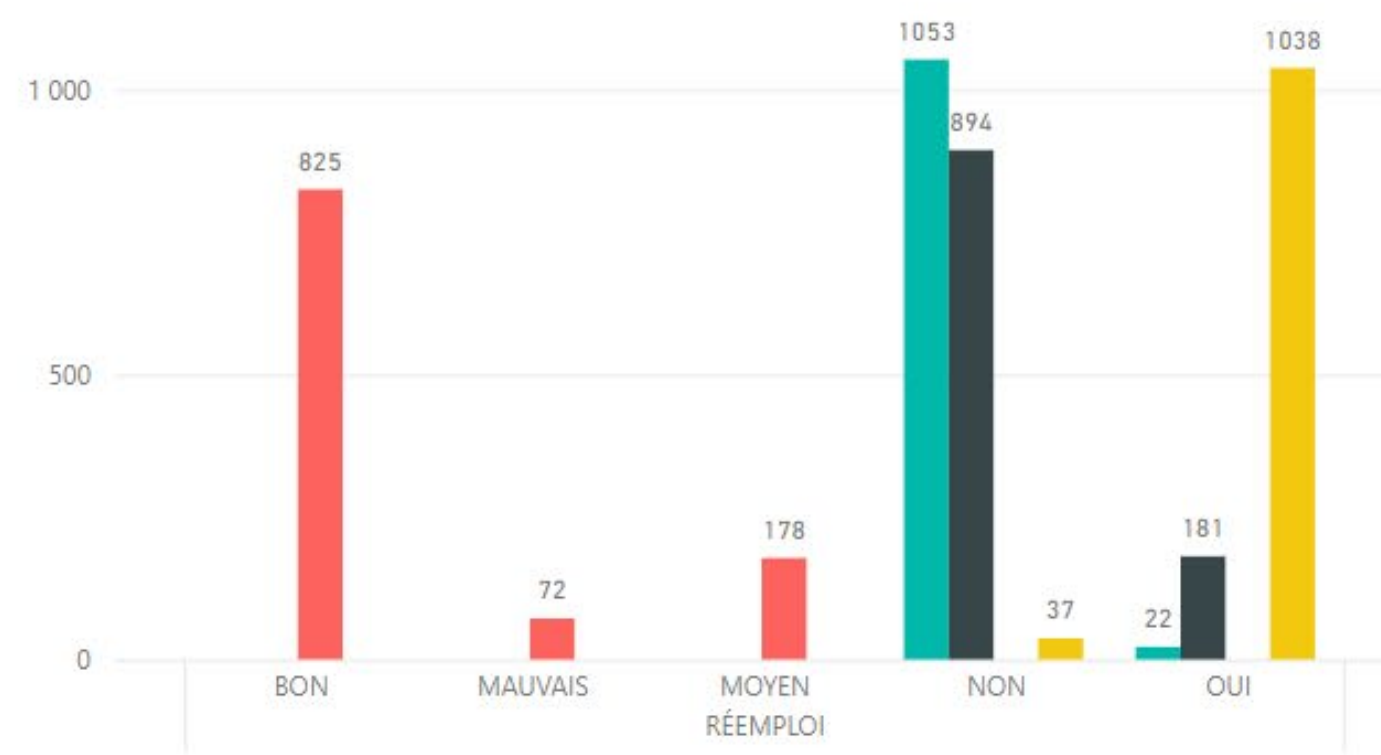


David DALEBROUX  
Valentine DEBLIQUY  
Julie GAYINA  
Larry HOEDENAEKEN  
Lore KADRI  
Erinne LECLERCQ  
Thomas PAUWELS  
Baptiste SERVAIS



Nombre de Id par SetName, Value et Name

Name ● Déchet ● Downcycling ● Etat ● Réemploi



Category	Count
IfcFurnishingElement	812
IfcSlab	61
IfcDoor	50
IfcWindow	60
IfcFlowTermi...	50

# Résultats & Conclusions

# Résultats



- Appropriation des processus BIM et développement de nouveaux en réponse aux objectifs de réemploi et de circularité.
- Intégration avancée de la notion d'autocontrôle à travers les différentes étapes des processus BIM développés
- Une assimilation de la notion de propriétés qui s'est traduite par la génération de modèles BIM riches et à hauts niveaux d'exploitation
- Choix des types de propriétés (formats) en réponse aux usages BIM identifiés

# Résultats



- Expertise plus avancée de la circularité et du réemploi à travers les modèles développés
- Évaluation du potentiel des modèles par des experts en circularité et réemploi
- Manque de temps pour imaginer et mettre en œuvre plus scénarios d'exploitation des modèles pour la gestion de la circularité et le réemploi
- Manque d'optimisation concernant l'exploitation de modèles sur des plateformes interactives de BI par les étudiants





# Merci pour votre attention

*Modèles, jeux, Dashboard : mohamed-anis.gallas@umons.ac.be*

## Expérimentation pédagogique de la gestion de la circularité d'un bâtiment via la maquette numérique

Dr. Mohamed-Anis GALLAS

Ar. Gregorio SAURA LORENTE

Faculté d'Architecture et d'Urbanisme (Laboratoire de Conception Architecturale)

Université de Mons (Belgique)

28/11/2023

**UMONS**  
Université de Mons





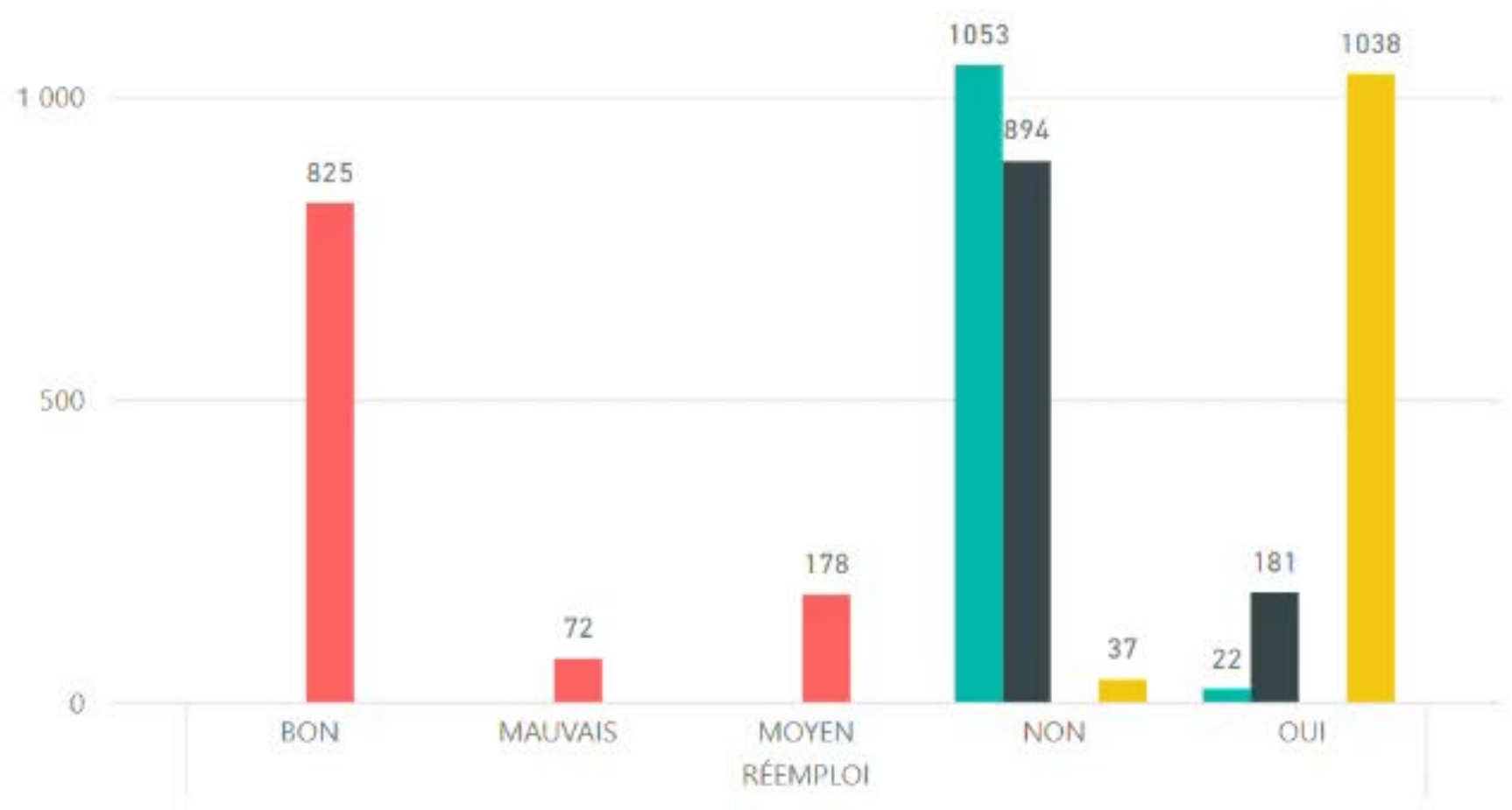
BON

IfcSlab 41		MOYEN		MAUVAIS	
IfcDoor 26		IfcFurnishingEle...		IfcFlo...	
IfcW...		IfcDoor 21		IfcSlab 20	
IfcCo...		IfcFl...		IfcFur...	

IfcFurnishingElement 714

Nombre de id par SetName, Value et Name

Name ● Déchet ● Downcycling ● Etat ● Réemploi



IfcFurnishingElement	IfcSlab	IfcDoor	Ifc...
	61	50	20
812	IfcWindow	IfcFlowTermi...	
	60	50	



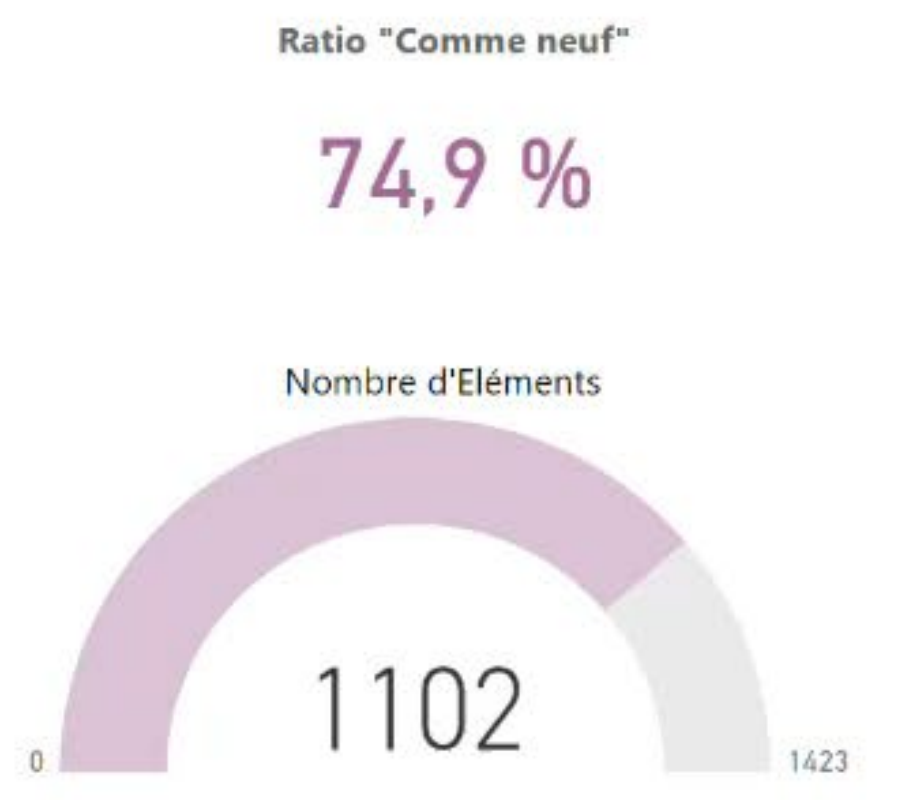
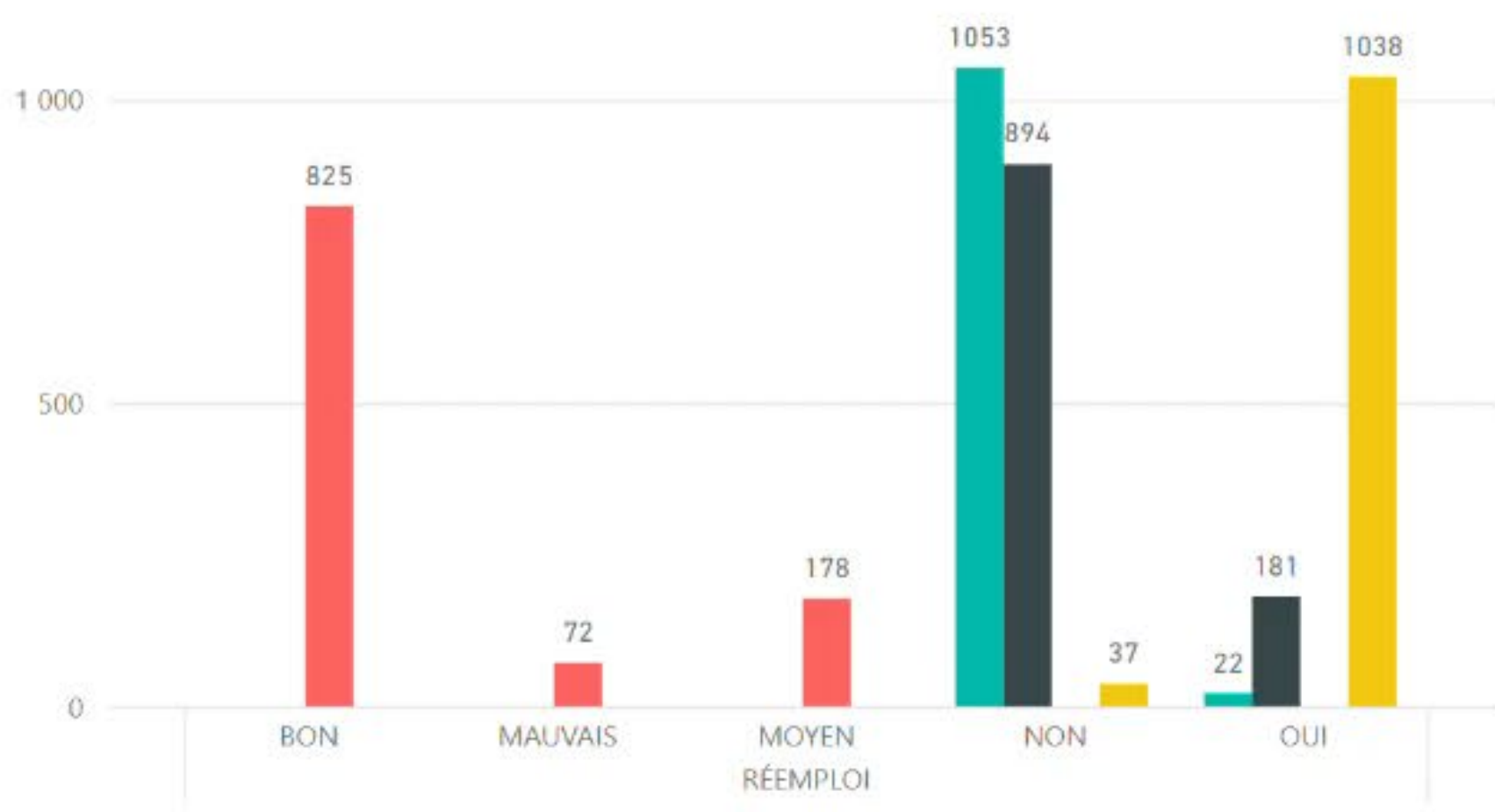


**BON**

IfcSlab 41		MOYEN	MAUVAIS
IfcDoor 26		IfcFurnishingEle...	IfcFlo...
IfcW...	If...		IfcWind...
IfcCo...	IfcFl...	IfcDoor 21	IfcSlab 20
IfcFurnishingElement 714			IfcFur...

Nombre de Id par SetName, Value et Name

Name ● Déchet ● Downcycling ● Etat ● Réemploi



IfcFurnishingElement	IfcSlab	IfcDoor	Ifc...
	61	50	20
812	IfcWindow	IfcFlowTermi...	
	60	50	



**Capturer**

Microsoft Power BI et 1 page supplémentair...

Voir mes captures

**MÉLANGE VOIX**

SORTIE PAR DÉFAUT WINDOWS

Sortie audio de l'ordinateur distant

Sons du système

**Performances**

CPU 3 % **3 %** 100

GPU 0 %

VRAM 19% 3.79 GHz

RAM 30 %

FPS --

60 SECONDES 0

**UMONS**  
University of Mons

Click a model object to see its properties in the right-hand table



SetName	Value
<b>AUTRE</b>	<b>NON</b>
<b>GÉNÉRAL</b>	
Catégorie	
Consigne	
Lien	
<b>LOCALISATION</b>	
Local mobilier	
Niveau éléments	
<b>MATÉRIALITÉ</b>	
Menuiserie et Mobilier	
Parement extérieure	
Parement intérieure	
<b>Quantities</b>	<b>0.000000</b>
2H+F	0.600000
Area	1.350000
ClearHeight	0.270000
CrossSectionArea	3.327908
Depth	0.090000
Epaisseur du faux-plafond	0.300000
Epaisseur mortier	0.010000
FinishCeilingHeight	0.270000
FinishFloorHeight	0.130000
GrossArea	0.000000
GrossCeilingArea	43.058172
GrossFloorArea	0.000000
GrossFootprintArea	0.005030
GrossHeight	0.610000
GrossPerimeter	0.000000
GrossSideArea	0.022978
GrossSurfaceArea	13.362031
GrossVolume	0.000000
GrossWallArea	1.878865
Hauteur brique	0.190000
<b>Total</b>	

- IfcBuilding
- IfcBuildingElem...
- IfcBuildingElem...
- IfcBuildingStorey
- IfcColumn
- IfcDoor
- IfcFlowTerminal
- IfcFurnishingEle...
- IfcProject
- IfcRailing
- IfcRamp
- IfcSite