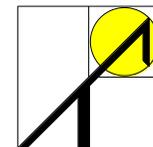


AMÉLIORER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET LE CONFORT DES HABITATIONS D'AVANT 1914

Utilisation des outils numériques récents pour le diagnostic et la conception



PLAN DE L'EXPOSÉ

Le projet de recherche
Le bâti ancien et la performance énergétique



Les outils numériques innovants
pour caractériser les bâtiments in situ



Méthodologie intégrée d'étude des bâtiments
Intégrer les outils innovants dans une démarche globale



Résultats des études
La ferme en long de Lablau



Conclusions et perspectives
A retenir...



Le projet de recherche

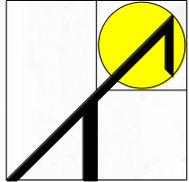
Le bâti ancien et la performance énergétique



LE PROJET

- P-Renewal

- Rénovation énergétique du bâti wallon d'avant-guerre (1914) à valeur patrimoniale



cstc.be
Recherche • Développe • Informe

LE PROJET

- Une question centrale :

« Quelles sont les meilleures stratégies pour améliorer la performance énergétique et le confort des bâtiments wallons d'avant 1914 ? »



DIVERSITÉ DES BÂTIMENT ET DE LEUR OCCUPATION





QUELLES PRIORITÉS?

QUELLES PRIORITÉS?





MEILLEUR RAPPORT COÛT/BÉNÉFICE/PRÉSERVATION/ ...?

LE PROJET

- Des questions en pratique

- ...
- Le remplacement des châssis et ses impacts
- L'assainissement des caves
- La récupération des combles dans le volume protégé
- L'isolation par l'intérieur et les risques pour la maçonnerie
- La réparation des dégâts comme opportunité pour l'amélioration énergétique
- ...

EN PRÉSERVANT LES VALEURS PATRIMONIALES!



LE PROJET

Partenaire 1 (coordinateur):



Architecture et Climat (UCL)

Sophie Trachte, chargée de recherche ;
Dorothee Stiernon, assistante de recherche.

Partenaire 2:



Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)

Division Développement Durable et Rénovation

Michael De Bouw, chef de Laboratoire adjoint ;
Samuel Dubois, chef de projet ;
Julie Desarnaud, chef de projet.

Parrain 1:



Confédération Construction Wallonne

Nicolas Spies, conseiller de la cellule énergie ;
Virginie Richiuso, coordinatrice de la « Commission Patrimoine ».

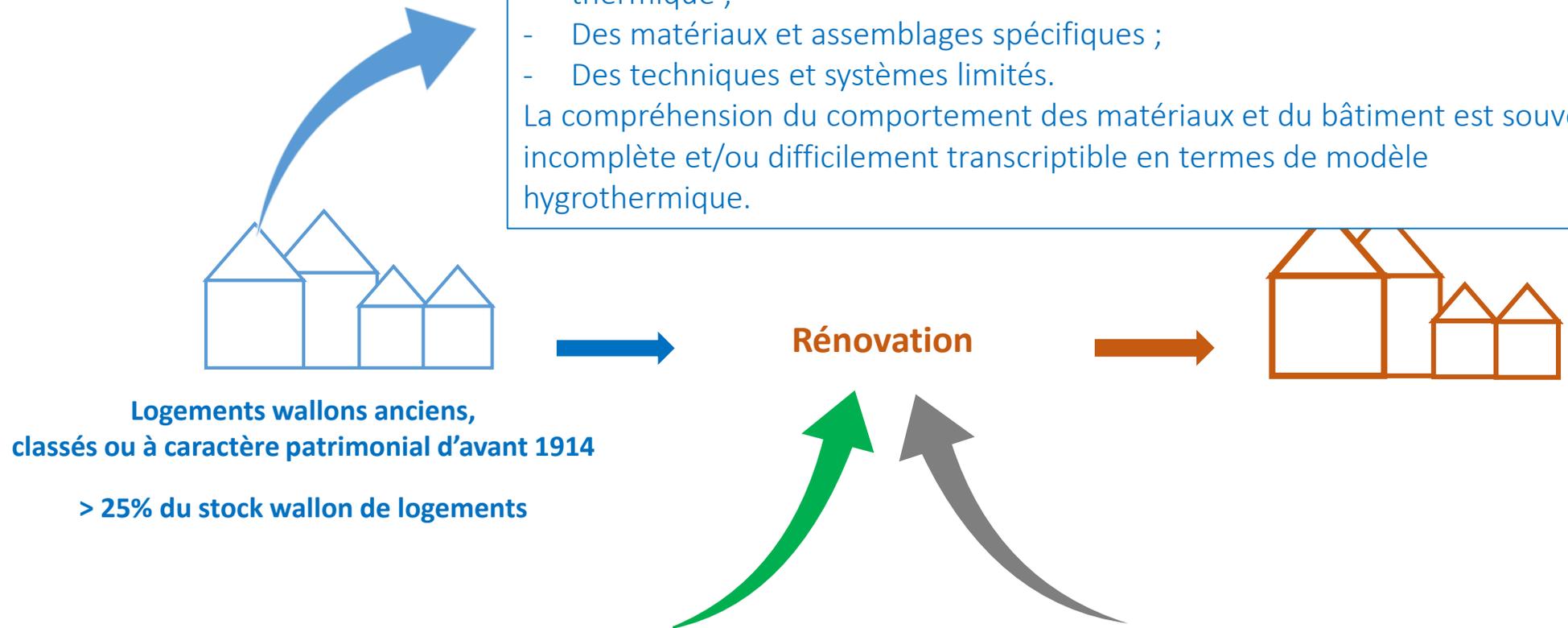
Parrain 2:



Institut Wallon du Patrimoine (IPW)

(devenu Agence wallonne du patrimoine, après la fusion avec le SPW)
Thomas Deruyver, cellule Missions immobilières.

LE PROJET



Bâti ancien à caractère patrimonial

Spécificités particulières du bâti ancien :

- Un comportement thermique singulier caractérisé par une haute inertie thermique ;
- Des matériaux et assemblages spécifiques ;
- Des techniques et systèmes limités.

La compréhension du comportement des matériaux et du bâtiment est souvent incomplète et/ou difficilement transcribable en termes de modèle hygrothermique.

Enjeux du développement durable

La réalisation des transformations doit tenir compte :

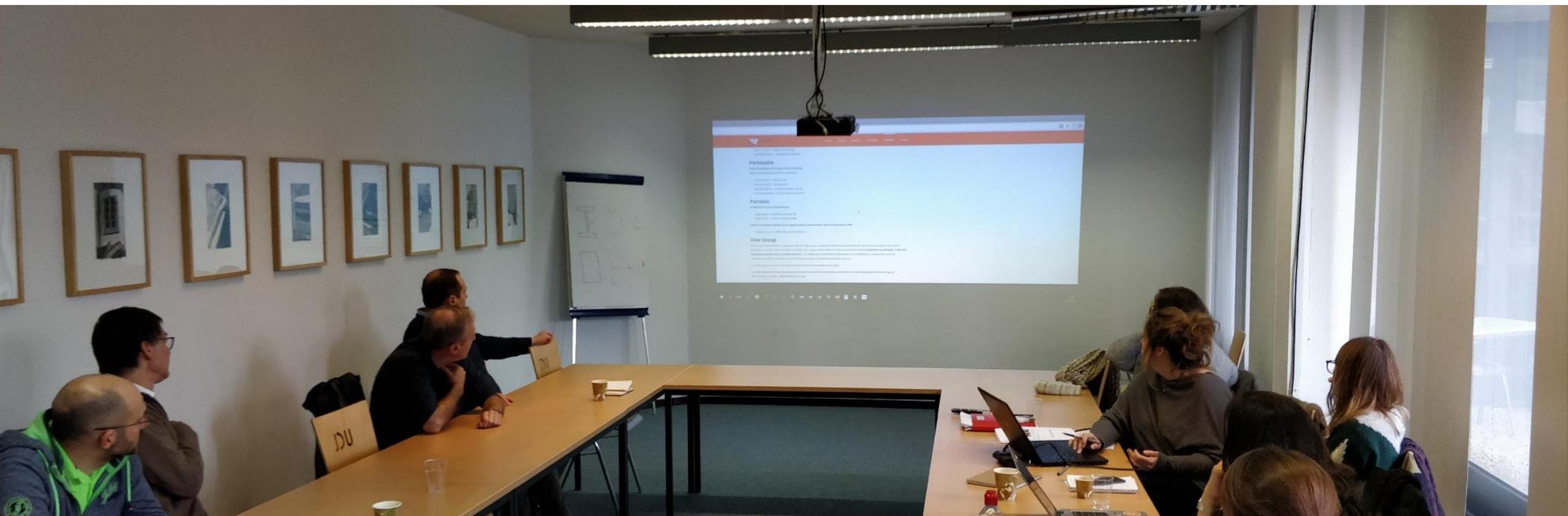
- De l'utilisation rationnelle des ressources (énergie et autres) ;
- De la gestion des eaux ;
- Du choix des matériaux ;
- De la santé des occupants...

Performances énergétiques des bâtiments

La rénovation énergétique doit tenir compte :

- De la valeur patrimoniale du bâtiment ;
- Des risques de dégradation du bâtiment.

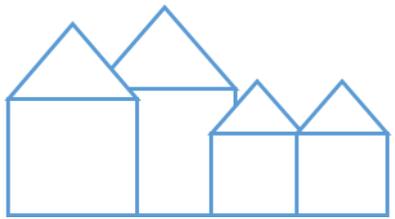
UN 'USER GROUP'



SECTEUR DE LA RÉNOVATION DU BÂTI ANCIEN À CARACTÈRE PATRIMONIAL

LES 'WORK PACKAGE'

1



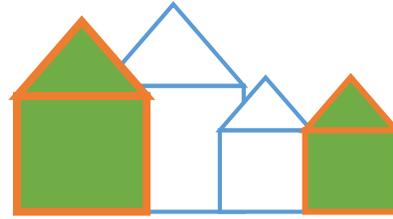
Typologies

2



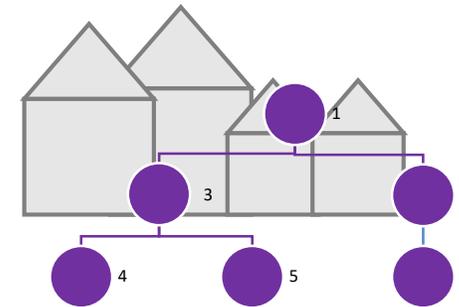
Etude de cas

3



Objectifs et stratégies

4



Validation / Reproductibilité

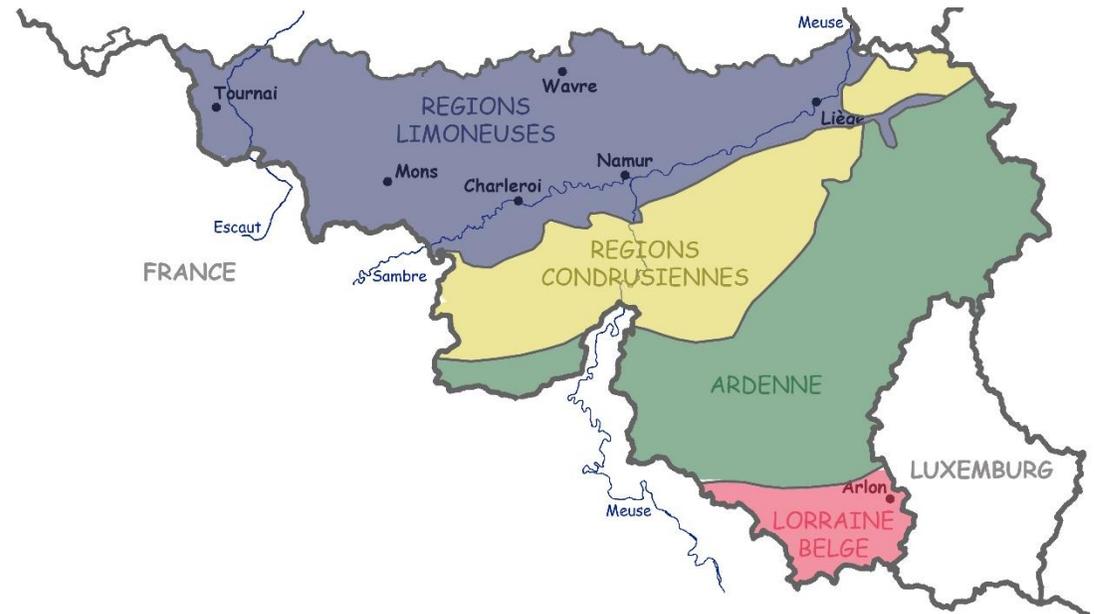
5



Outil méthodologique

TYPOLOGIE DU BÂTI

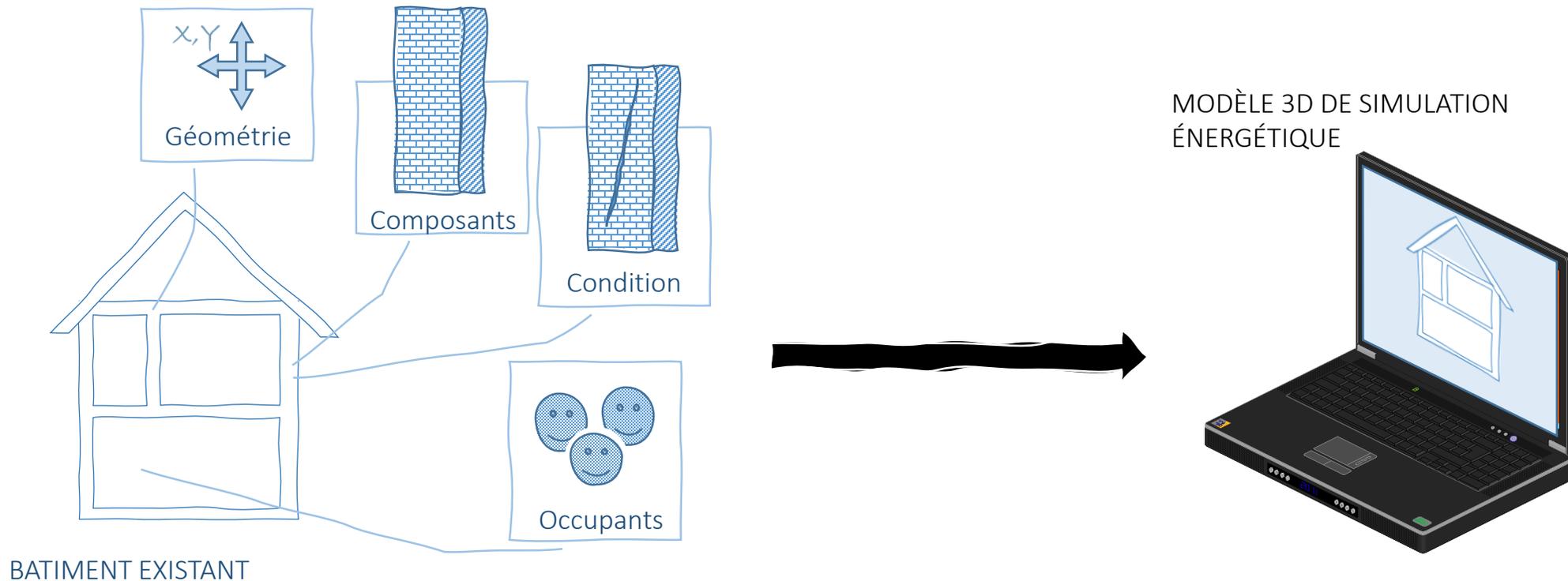
- Dresser une image du logement pré-1914
- Difficultés
 - Chaque bâtiment est unique; comment le mettre dans une 'case'?
 - Analyser la distribution statistiques des types et sous-types
 - Limite des données cadastrales...



TYPES	HABITAT OUVRIER		HABITAT BOURGEOIS			FERME TRADITIONNELLE		FERME A COUR
Sous-types	Cellule ouvrière	Maison modeste	Maison bourgeoise	Villa	Hôtel de maître	Ferme en bloc Ferme en long	Ferme en bâtiments //	Ferme en carré Ferme en U Ferme en L
								
Description	Modeste maison basse construite selon un plan simple	Modeste maison à 2 niveaux construite selon un plan simple	Maison unifamiliale usuelle, mitoyenne, à façade relativement étroite et haute	Maison unifamiliale imposante, à 4 façades	Demeure urbaine de standing, à 2 ou 4 façades	Ferme élémentaire unifamilière pluricellulaire		Grande ferme à plusieurs bâtiments disposés autour d'une cour
	Parcelle étroite et peu profonde	Parcelle petite	Parcelle de taille moyenne	Parcelle de belle taille	Parcelle de belle taille (2 ou 3 parcelles réunies)	Grande parcelle isolée dans la campagne, généralement en bordure d'une route ou au bout d'un chemin		Grande parcelle isolée dans la campagne, généralement au bout d'un chemin
	Principalement dédiée aux plus démunis et aux travailleurs saisonniers	Principalement dédiée aux ouvriers	Principalement dédiée à la petite bourgeoisie	Principalement dédiée à la haute bourgeoisie		Principalement dédiée aux fermiers et aux propriétaires terriens		
Variantes	Différentes tailles façade à 2 ou 3 petites travées ajout éventuel à l'arrière d'une petite chambre parfois un petit cellier sous la chambre	Différentes tailles 1 ou 2 pièces en enfilade ajout éventuel à l'arrière d'une cour intérieure et de petites annexes parfois une petite cave non éclairée en sous-sol	Différentes tailles succession de 2 ou 3 pièces en profondeur 3 ou 4 niveaux ajout éventuel à l'arrière d'annexes et d'1 remise en fond de parcelle parfois une cave en sous-sol, sur toute ou une partie de la surface, éclairée ou non		Différentes tailles succession de 3 pièces en profondeur 3 ou 4 niveaux 1 ou plusieurs annexes dans la cour intérieure à l'arrière de l'habitation	Différentes tailles tricellulaire : habitation - étable avec fenil - grange habitation - grange - étable avec fenil bicellulaire : habitation - étable avec fenil 1 ou 2 niveaux ajout éventuel d'annexes au fil du temps parfois 1 cave en sous sol, sur une partie de surface		Différentes tailles selon les besoins et la situation financière du fermier plusieurs bâtiments : habitation, étable avec fenil, grange et annexes
	Organisation spatiale		Organisation spatiale	Organisation spatiale		Différentes formes selon l'agencement des cellules		Différentes formes

ETUDE DE CAS

- Etudier des bâtiments témoins et les utiliser pour valider des stratégies de rénovation adéquates (au travers de modèles de simulation)



ETUDE DE CAS

- Etudier des bâtiments-témoins et les utiliser pour valider des stratégies de rénovation adéquates (au travers de modèles de simulation)

- Caractériser les différents 'types' de bâtiments

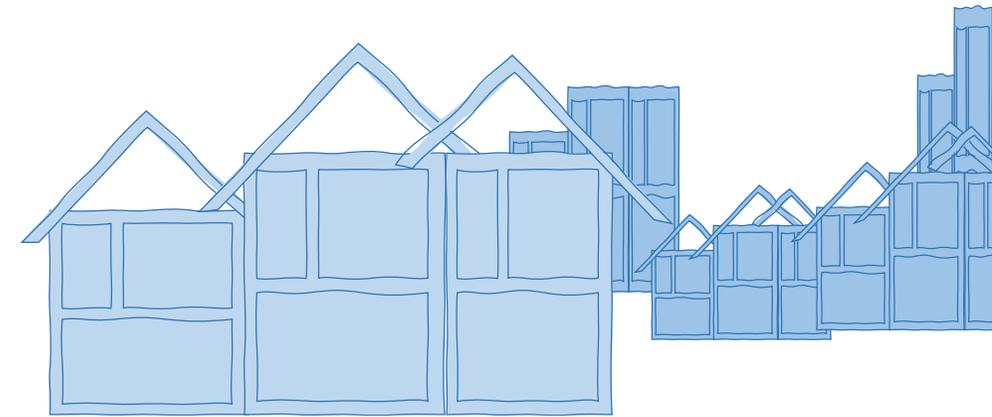
Architecture?

Matériaux?

Occupation?

Systèmes et utilisation?

Pathologies?



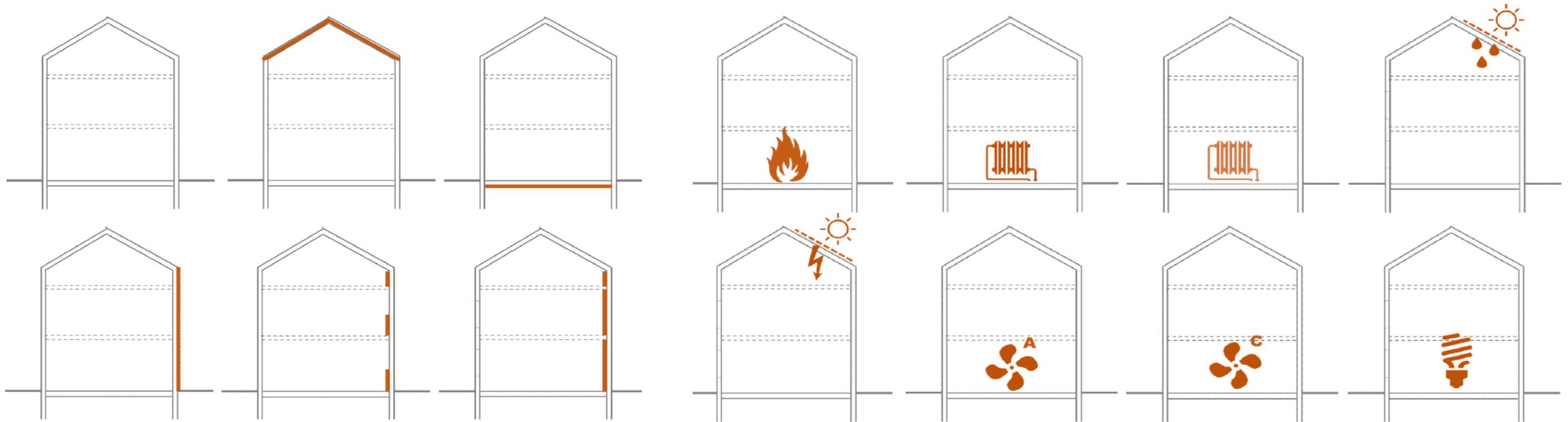
Produire des modèles numériques fiables (= collecter beaucoup de données!)

DÉFINITION DES OBJECTIFS DE RÉNOVATION

- Lister tout ce qu'il est nécessaire/souhaitable/réaliste d'atteindre comme performance
 - Etat des lieux par cas d'étude
 - Mise en évidence des spécificités patrimoniales
 - Mise en évidence des atouts et faiblesses du bien étudié en termes de confort et de performance
 - Analyse de la pertinence des objectifs PEB
 - ...

DÉFINITION DES MESURES DE RÉNOVATION

- Lister tout ce qui est possible de faire!



DÉFINITION DES STRATÉGIES D'INTERVENTION

- **Combiner des mesures**

- [PE - C] : priorité donnée aux mesures ayant un impact important sur la performance énergétique et le confort ;

MAIS en favorisant

- [VP] : les mesures n'ayant pas ou peu d'impact sur la valeur patrimoniale du bien ;
- [CF] : les mesures financièrement peu coûteuses ou abordables ;
- [OU] : les mesures ayant peu d'impact sur l'utilisation ou l'occupation du logement durant les travaux ;

Et éventuellement, quand cela est envisageable

- [AC] : les mesures pouvant être mises en œuvre en auto-construction.

Les outils numériques innovants

pour caractériser les bâtiments in-situ



LES OUTILS NUMÉRIQUES

SUR SITE / SITUATION EXISTANTE

Numérisation
3D

Réseau de
capteurs



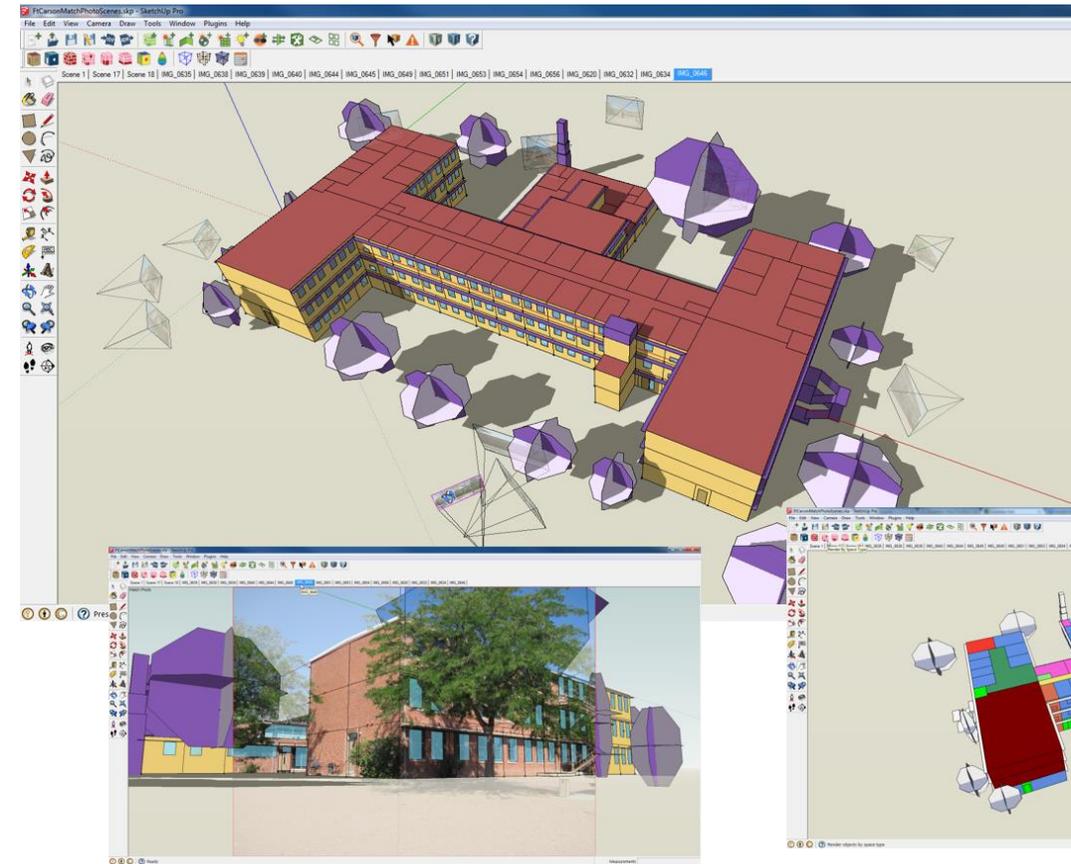
HORS SITE / SITUATION EXISTANTE ET PROJÉTÉE

BEM
(Building Energy
Modelling)

BEM

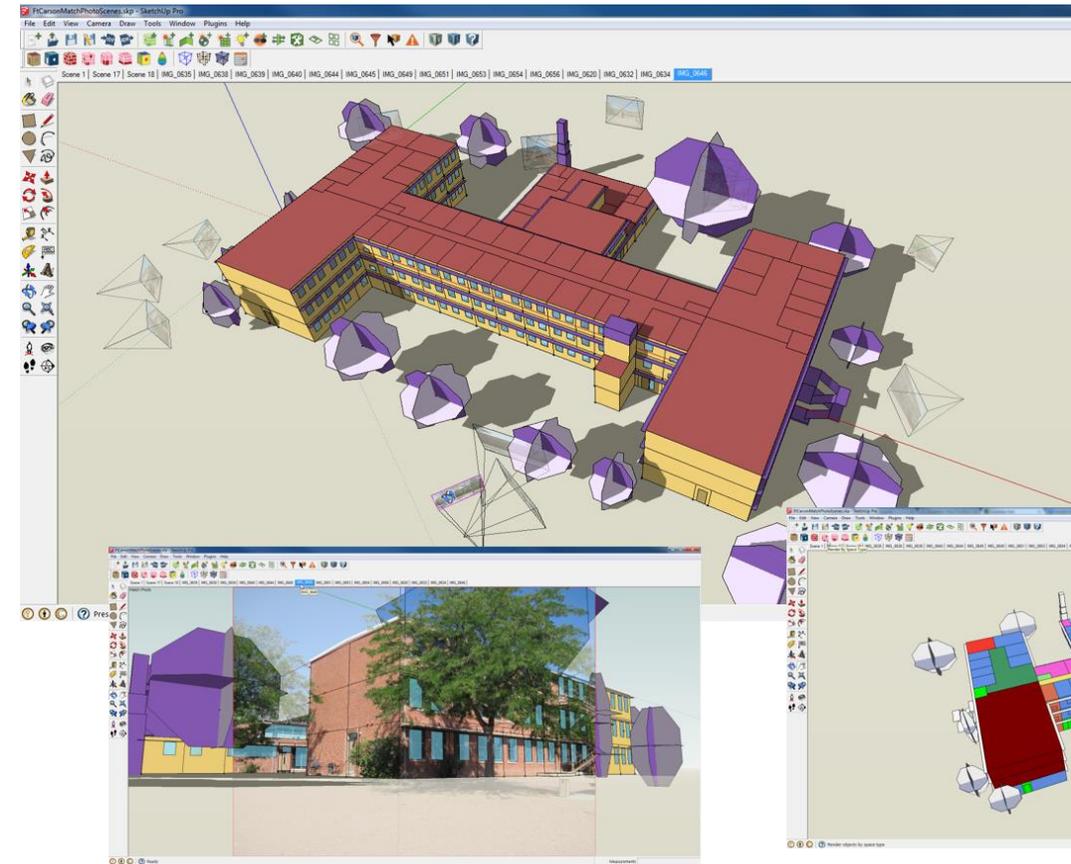
- Outils de simulation dynamique à l'échelle du bâtiment entier

- En anglais
 - *Whole Building Performance Simulation (BPS)*
 - *Whole Building Energy Modeling/Simulation (BEM/BES)*
- Pourquoi?
 - Conception architecturale du bâtiment
 - Conception des systèmes HVAC
 - Certification de la performance du bâtiment
 - Analyse du confort
 - ...



BEM

- Outils de simulation dynamique à l'échelle du bâtiment entier
 - En comparaison avec une simulation statique
 - Retranscription fine des gains/pertes énergétiques en fonction de l'heure de la journée
 - Retranscription fine des consignes liées au systèmes
 - Prise en compte des phénomènes inertiels
 - Prise en compte des transferts entre zones

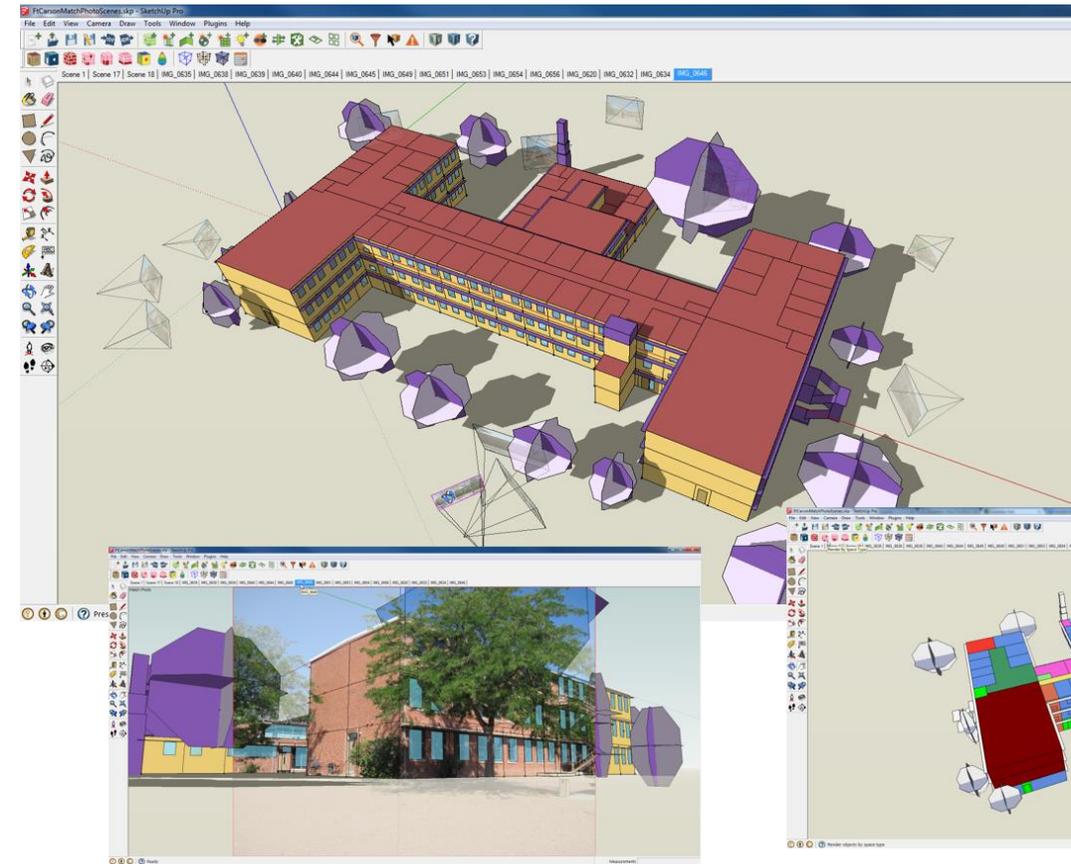


BEM

- Données

- Climat
- Site
- Géométrie
- Enveloppe
- Gains internes
- Ventilation (naturelle et forcée)
- Systèmes
- ...

- Simulation journalière / annuelle



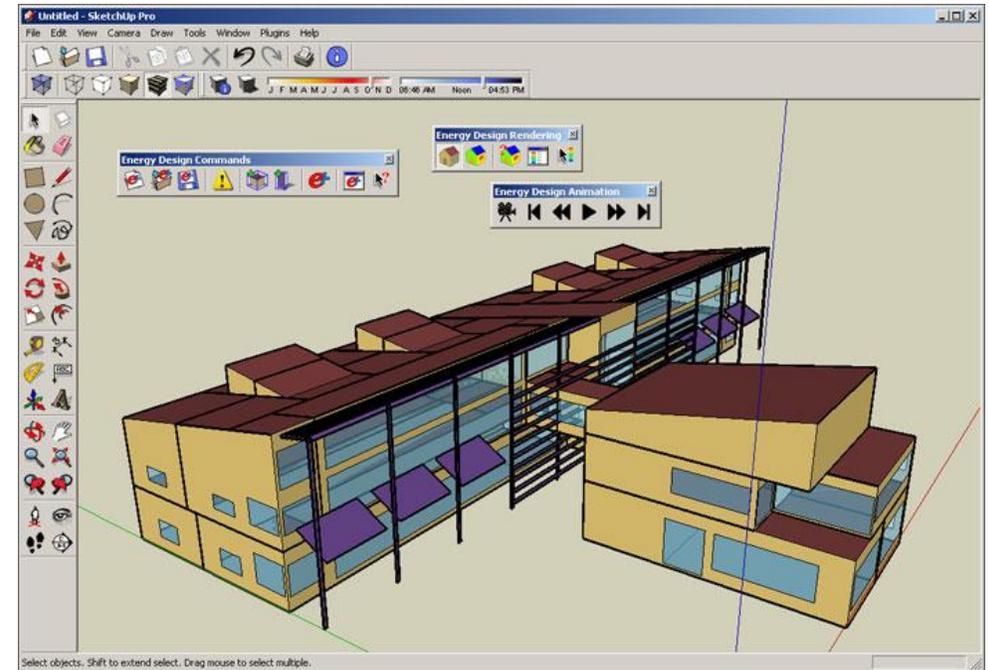
BEM

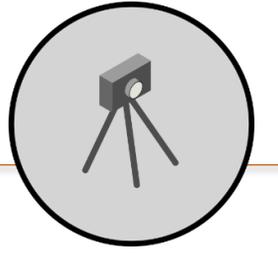
- Nombreux logiciels et moteurs de calcul

Moteur de simulation	Développeur	Première sortie	Licence	GUI
ApacheSim	Integrated Environmental Solutions Ltd., UK		Commercial	VE 2018
Carrier HAP	United Technologies, US		Commercial	Carrier HAP
DOE-2	James J. Hirsch & Associates, US	1978	Freeware	eQuest, RIUSKA, EnergyPro, GBS
EnergyPlus	Lawrence Berkeley National Laboratory, US	2001	Freeware	DesignBuilder, OpenStudio, ...
ESP-r	University of Strathclyde, UK	1974	Freeware	ESP-r
IDA	EQUA Simulation AB, SE	1998	Commercial	ICE, ESBO
SPARK	Lawrence Berkeley National Laboratory, US	1986	Freeware	VisualSPARK
TAS	Environmental Design Solutions Limited, UK		Commercial	TAS 3D Modeler
TRNSYS	University of Wisconsin-Madison, US	1975	Commercial	Simulation Studio, TRNBuild

BEM

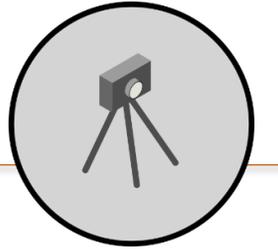
- Nombreux logiciels et moteurs de calcul
 - OpenStudio
 - Solution BEM complète
 - Logiciel open source basé sur les moteurs *EnergyPlus* (énergie) et *Radiance* (lumière)
 - Une application + plugin *Sketchup*





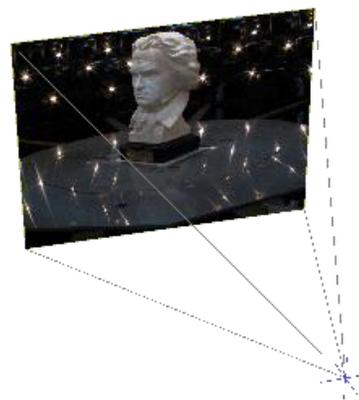
- Le relevé géométrique à haute résolution
 - L'ère du 'nuage de points'
 - De nombreuses technologies disponibles

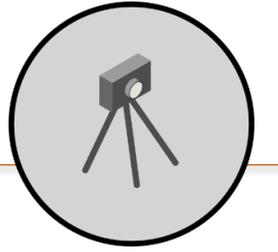




- Photogrammétrie

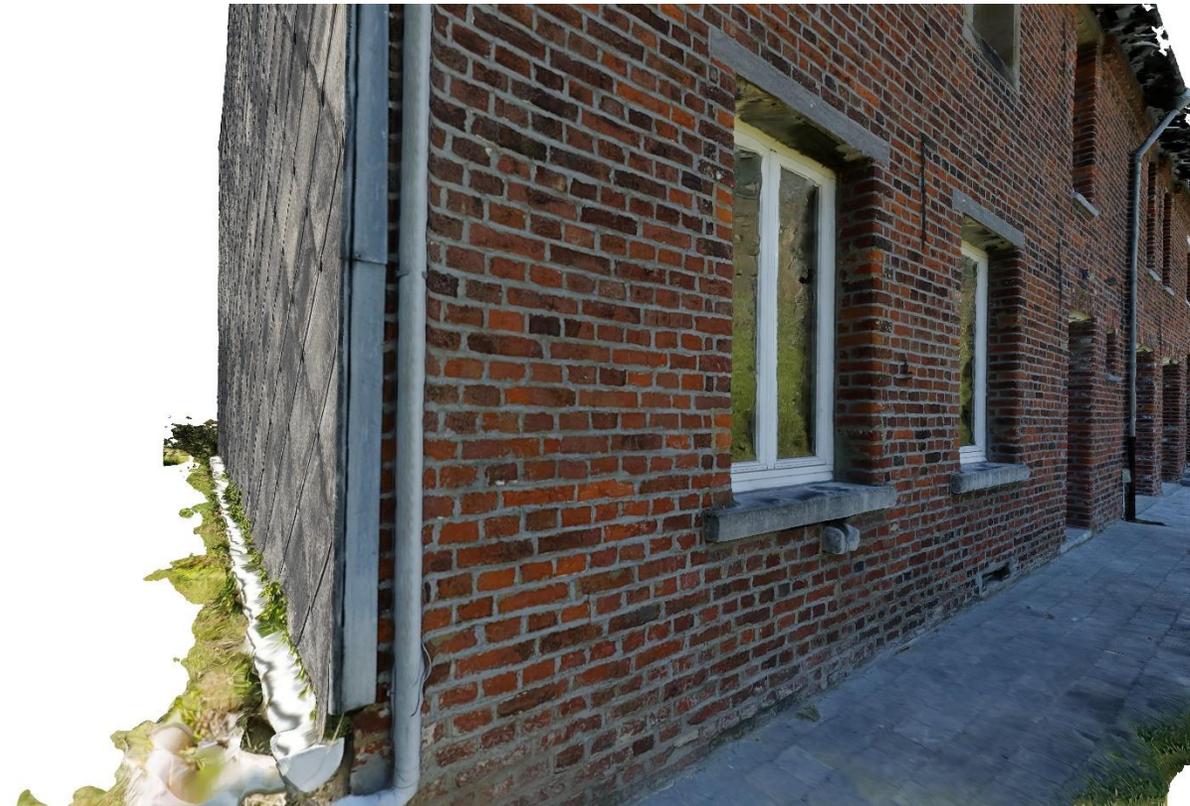
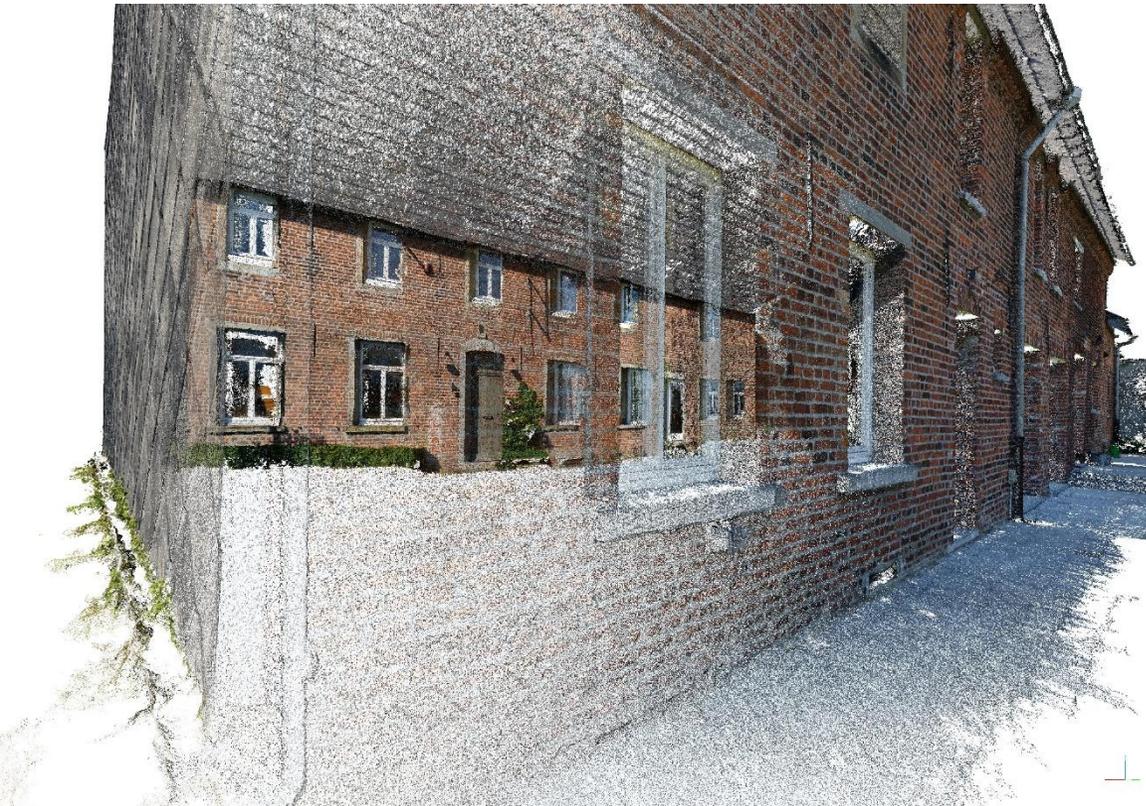
- Principe
 - Création de modèles détaillés sur base de photos uniquement





- Photogrammétrie

- Principe
 - Production d'un nuage de points / maillage



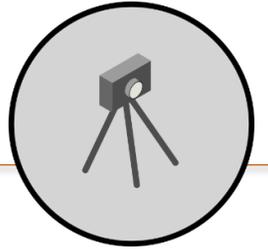
NUMÉRISATION 3D

- Avantages de la photogrammétrie
 - ✓ Adapté au bâtiment ancien
 - ✓ Précision
 - ✓ Exhaustivité
 - ✓ Rapidité
 - ✓ Interopérabilité



INFORMATION TRÈS RICHE : GÉOMÉTRIE + COULEUR

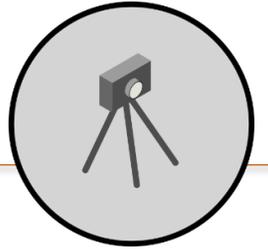
NUMÉRISATION 3D



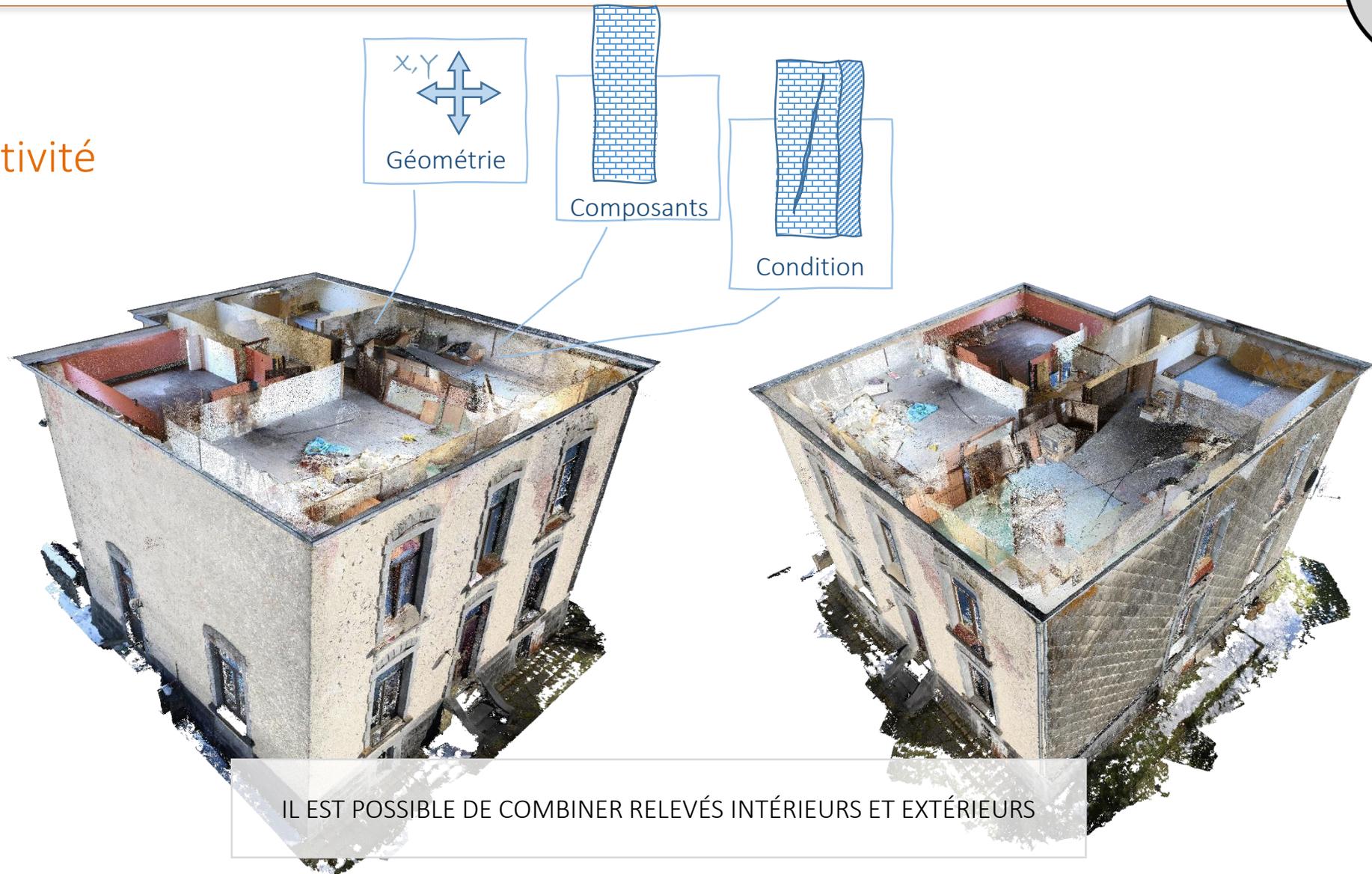
- Précision



NUMÉRISATION 3D



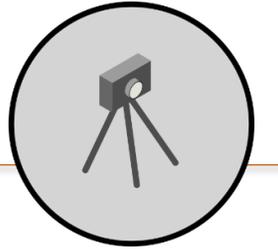
- Exhaustivité



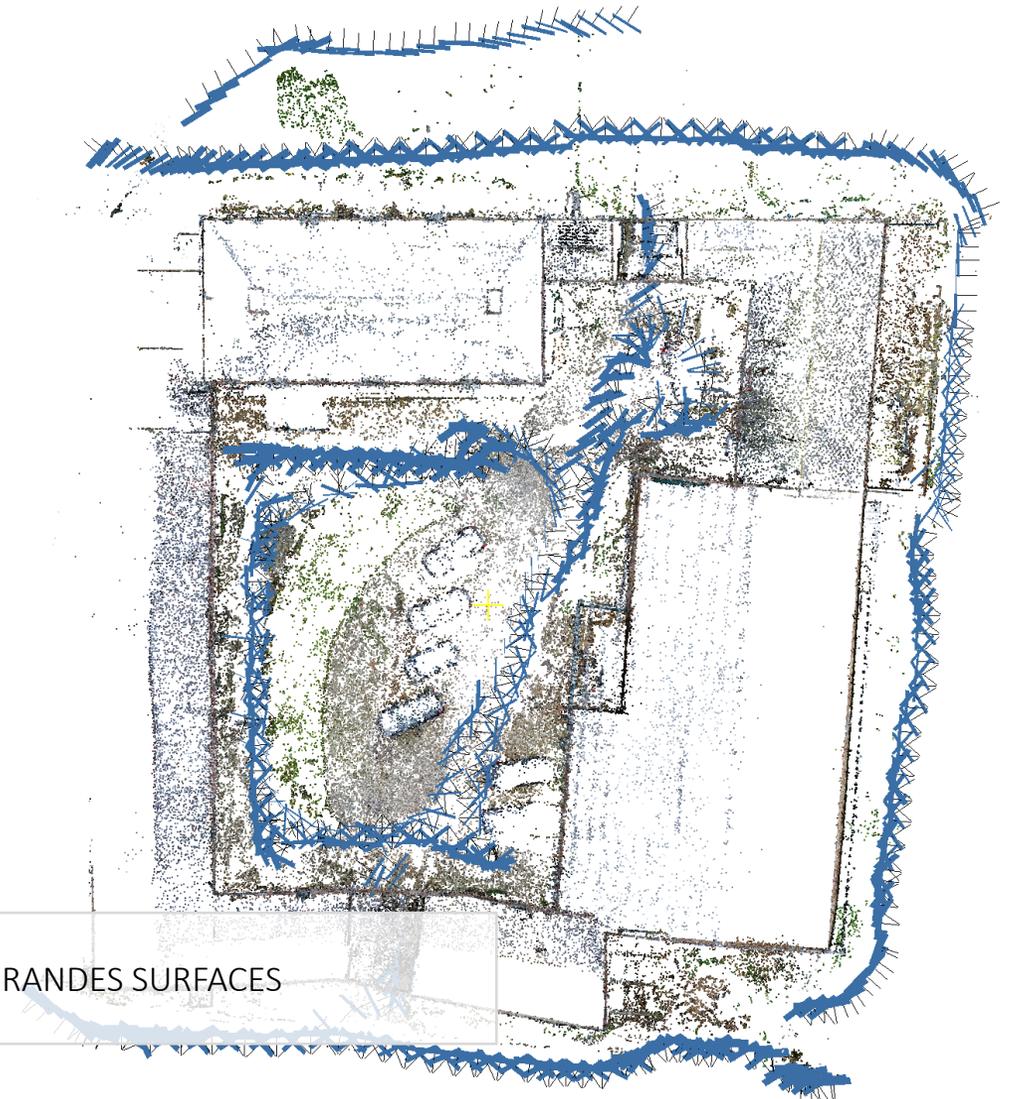
IL EST POSSIBLE DE COMBINER RELEVÉS INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS



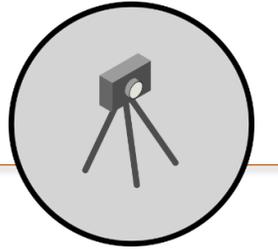
NUMÉRISATION 3D



- Rapidité



NUMÉRISATION RAPIDE DE GRANDES SURFACES

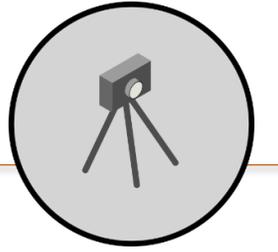


- Interopérabilité

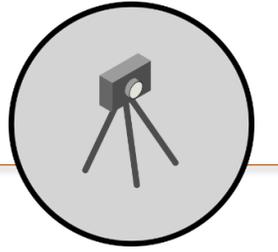
- De nombreuses technologies produisent des nuages de points



RELEVÉ AU SCANNER LASER

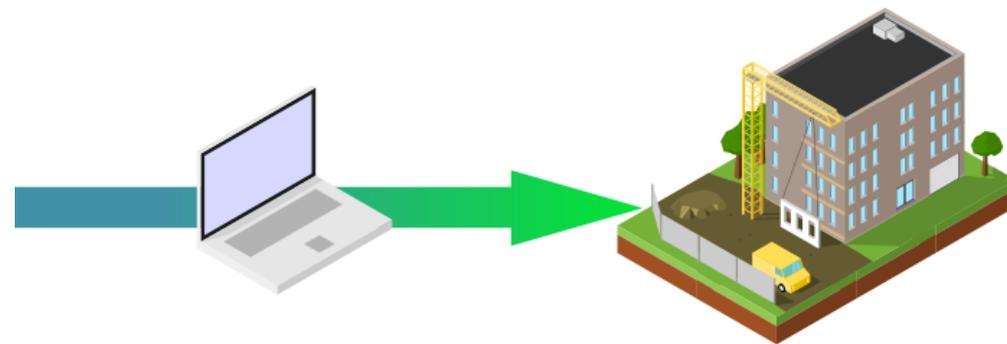
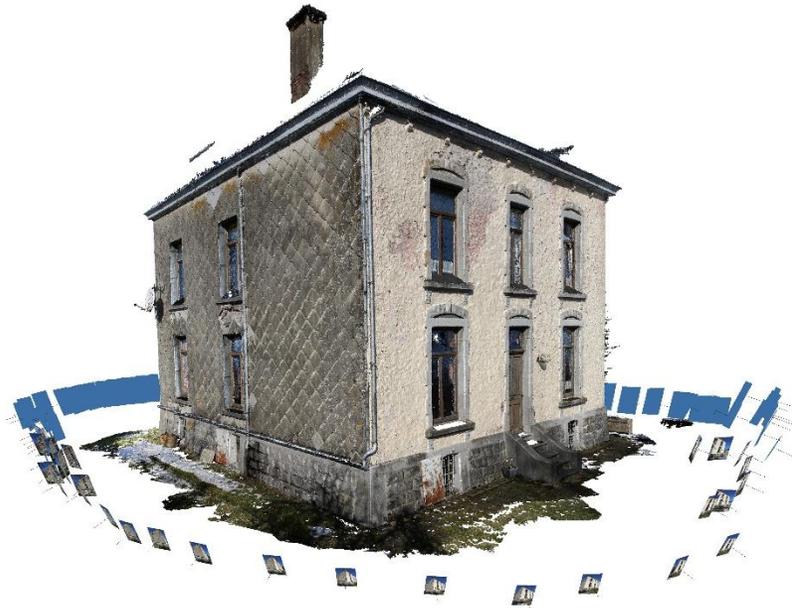


- Avantages de la photogrammétrie
 - ✓ Multi-tâches
 - ✓ Particulièrement efficace pour le diagnostic complet!
 - ✓ Multi-échelles



- Multi-tâches

- La numérisation 3D doit être abordée en termes de 'livrables'!



.OBJ .IFC .TIFF .DXF ...

NUMÉRISATION 3D

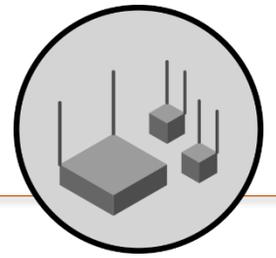
- Multi-échelles



DU MATÉRIAU JUSQU'AU SITE

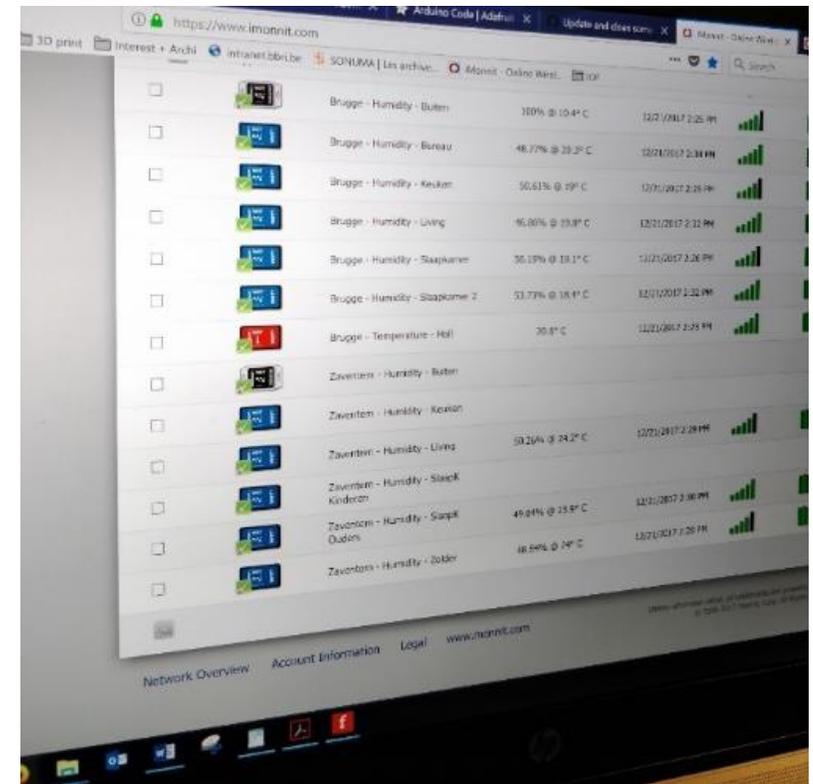
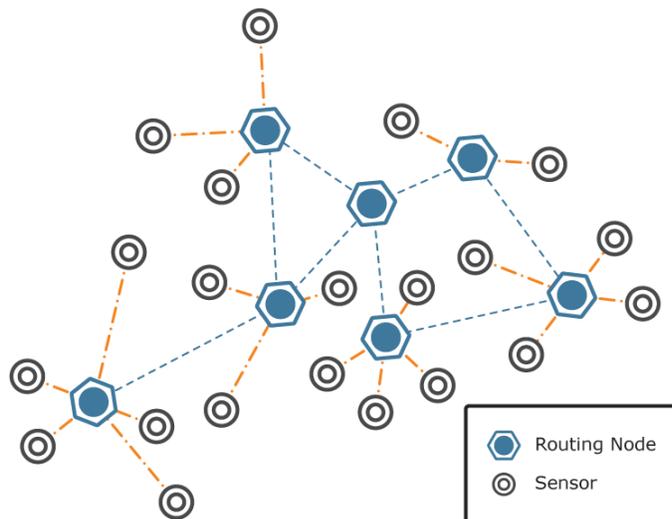


RÉSEAU DE CAPTEURS

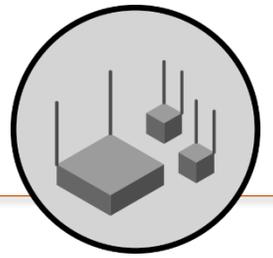


- Principe

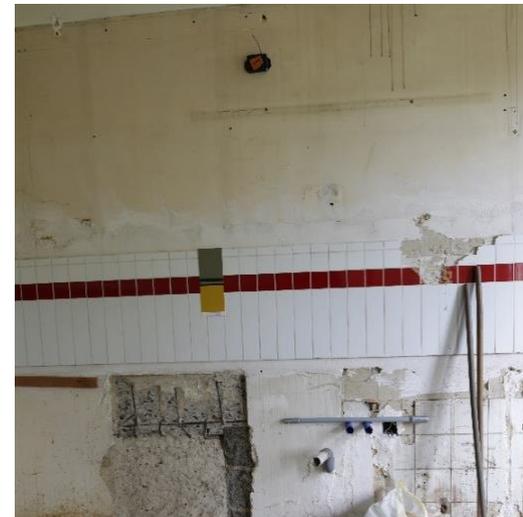
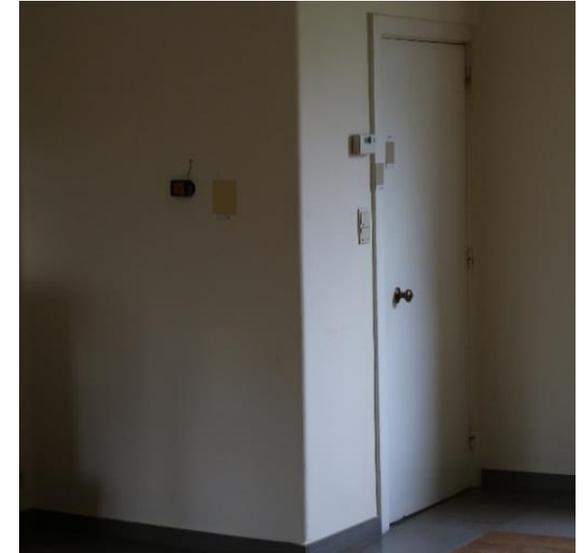
- De nombreux capteurs sans fil
- Une station centrale de collecte de données
- Accès aux données à distance!



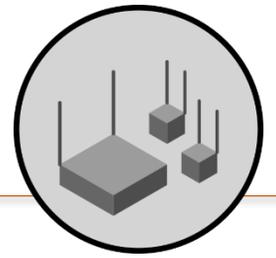
RÉSEAU DE CAPTEURS



- Discrétion



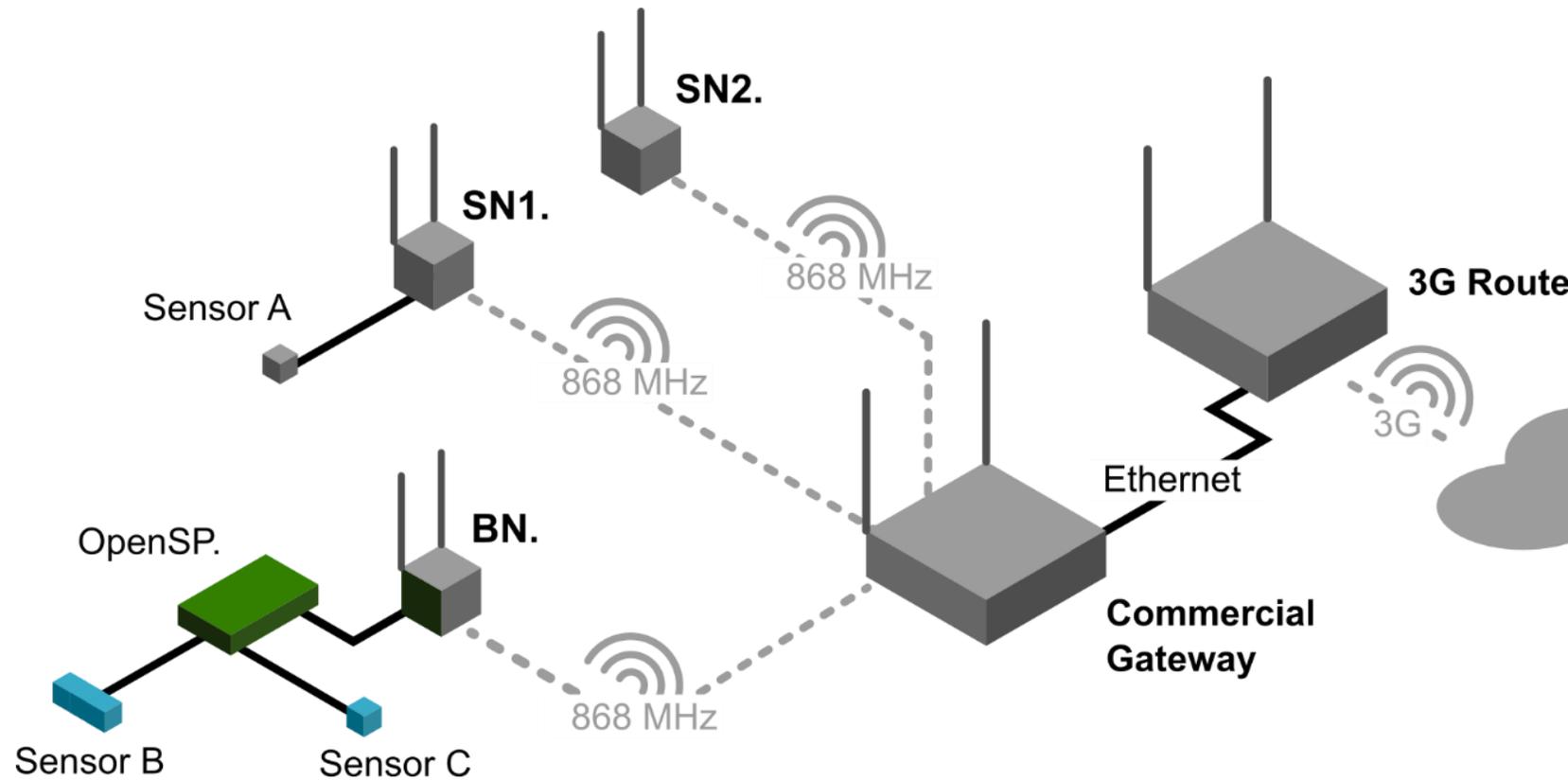
RÉSEAU DE CAPTEURS



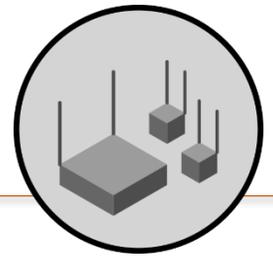
- Grande flexibilité



CAPTEURS SUR MESURE



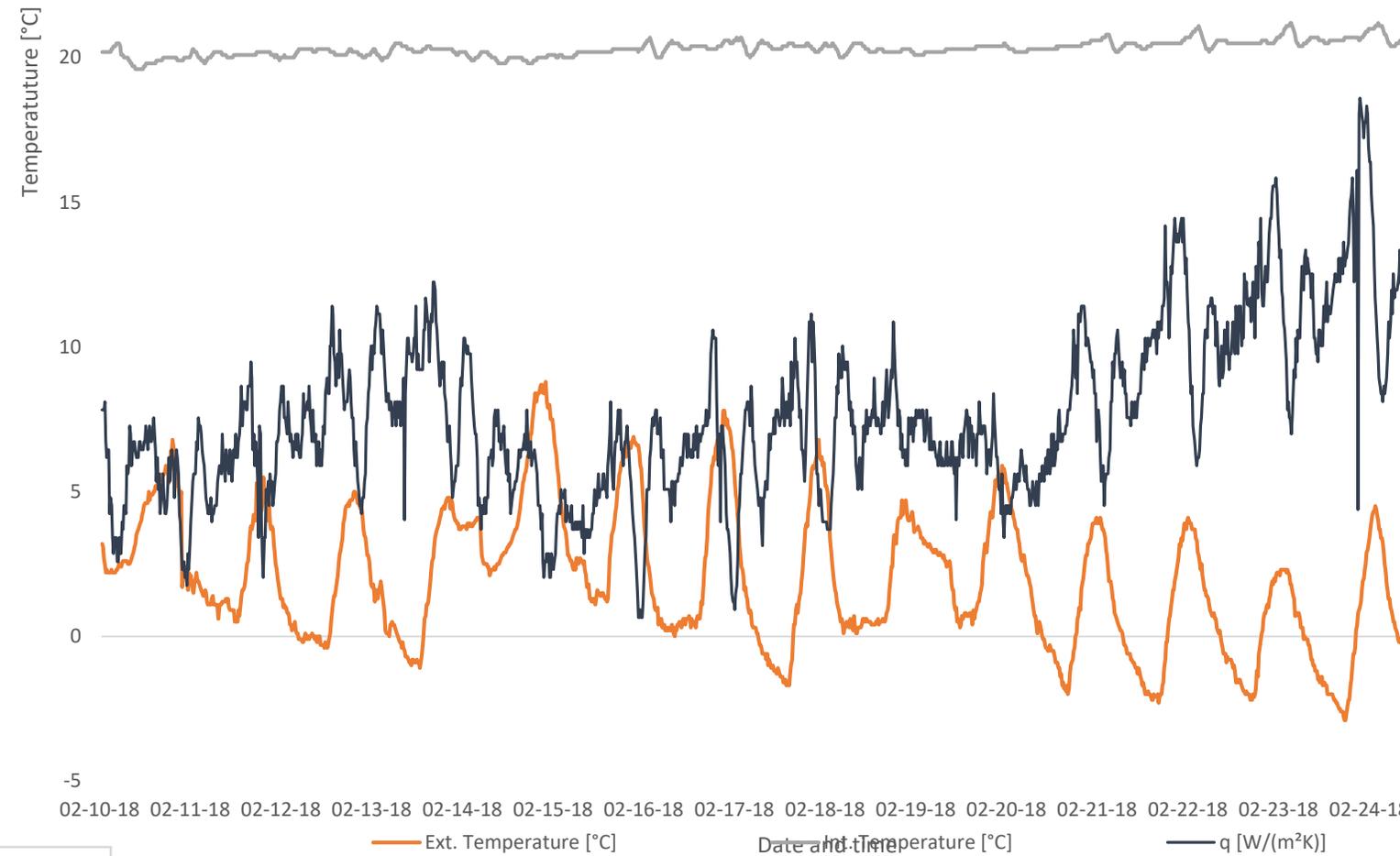
RÉSEAU DE CAPTEURS



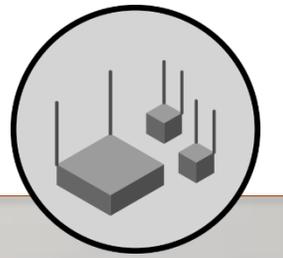
- Grande flexibilité



EXEMPLE : FLUX DE CHALEUR SUIVI À DISTANCE



RÉSEAU DE CAPTEURS

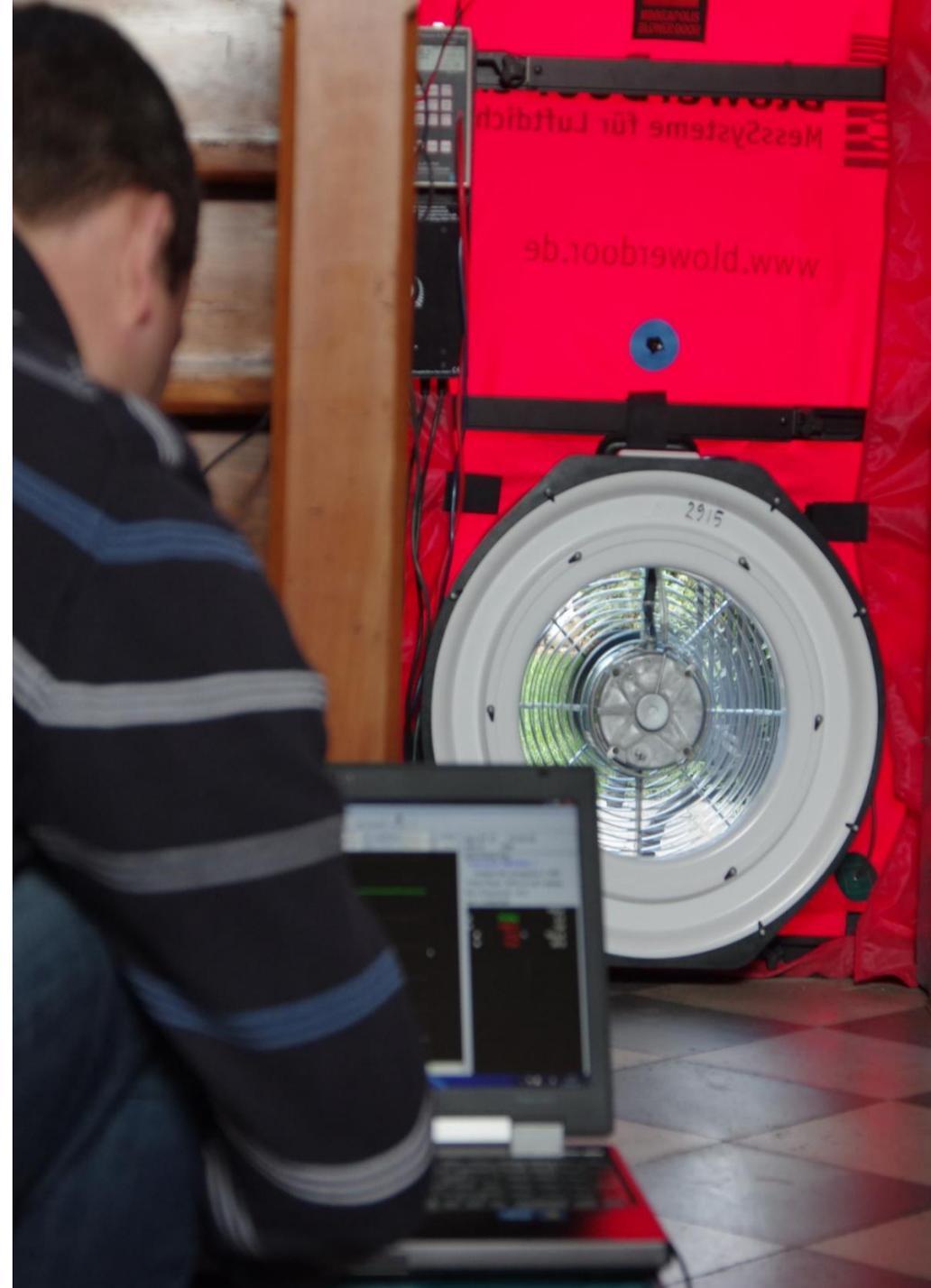


- Grande flexibilité

AVANT....

Méthodologie intégrée d'étude des bâtiments

Intégrer les outils innovants dans une démarche
globale



MÉTHODOLOGIE SUIVIE

- Le point

- De nombreux bâtiments occupés à caractériser
- Caractérisation la plus exhaustive possible pour obtenir des modèles énergétiques dynamiques fiables

...Temps et ressources toujours limités!



LES DONNÉES

- La notion de donnée est centrale dans la construction 4.0
- Quelles données nécessaires pour un diagnostic énergétique exhaustif?
 - Réponse : beaucoup!
 - Si on veut simplifier:

Données techniques	
Données architecturales/géométriques	ex. mur en maçonnerie de 45cm d'épaisseur
Données physiques	
<i>Données physiques statiques</i>	ex. valeur U du mur = 0,9 W/m ² K
<i>Données physiques dynamiques</i>	ex. Graphique de température de surface d'un mur au cours du temps

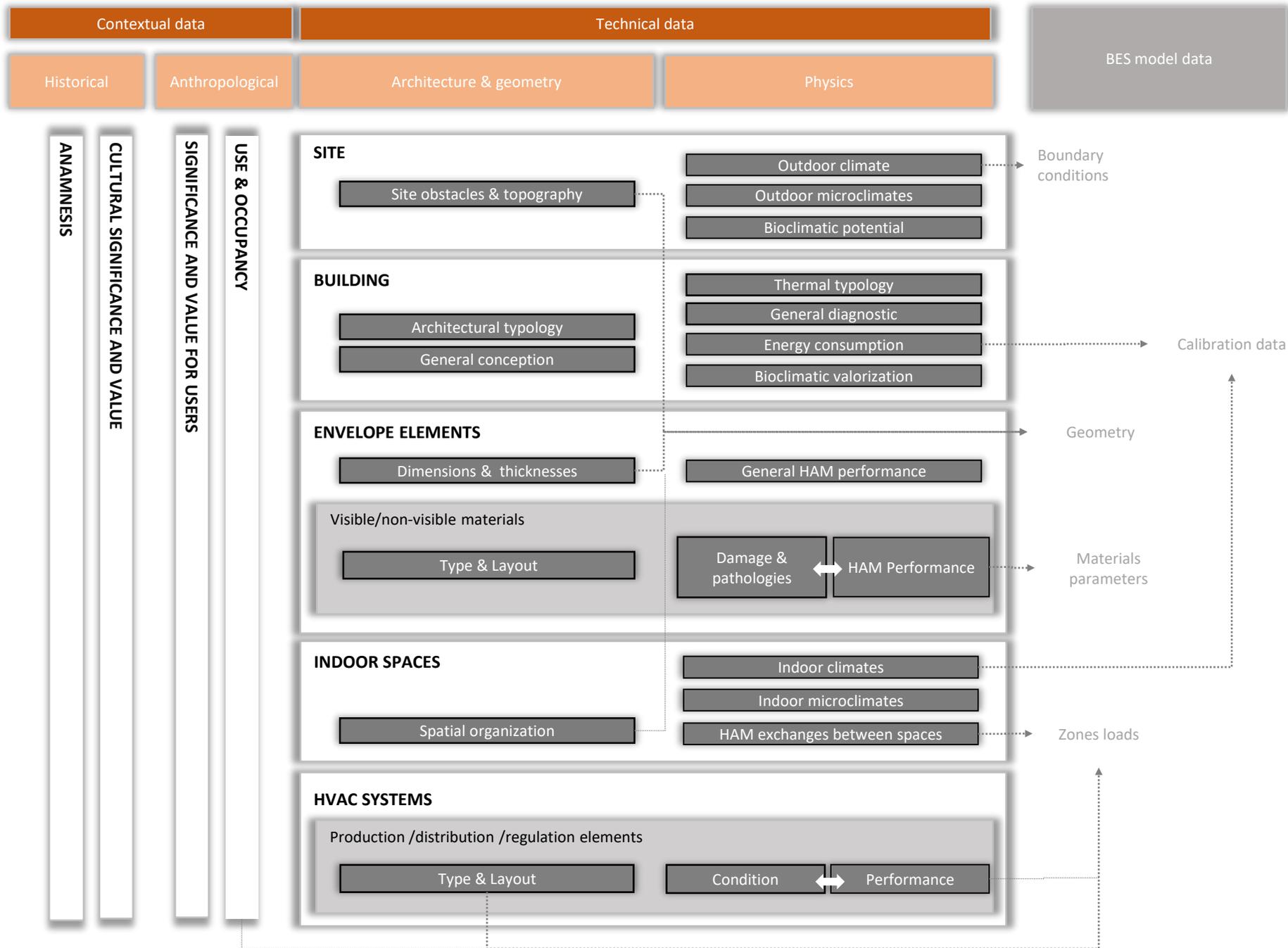
LES DONNÉES

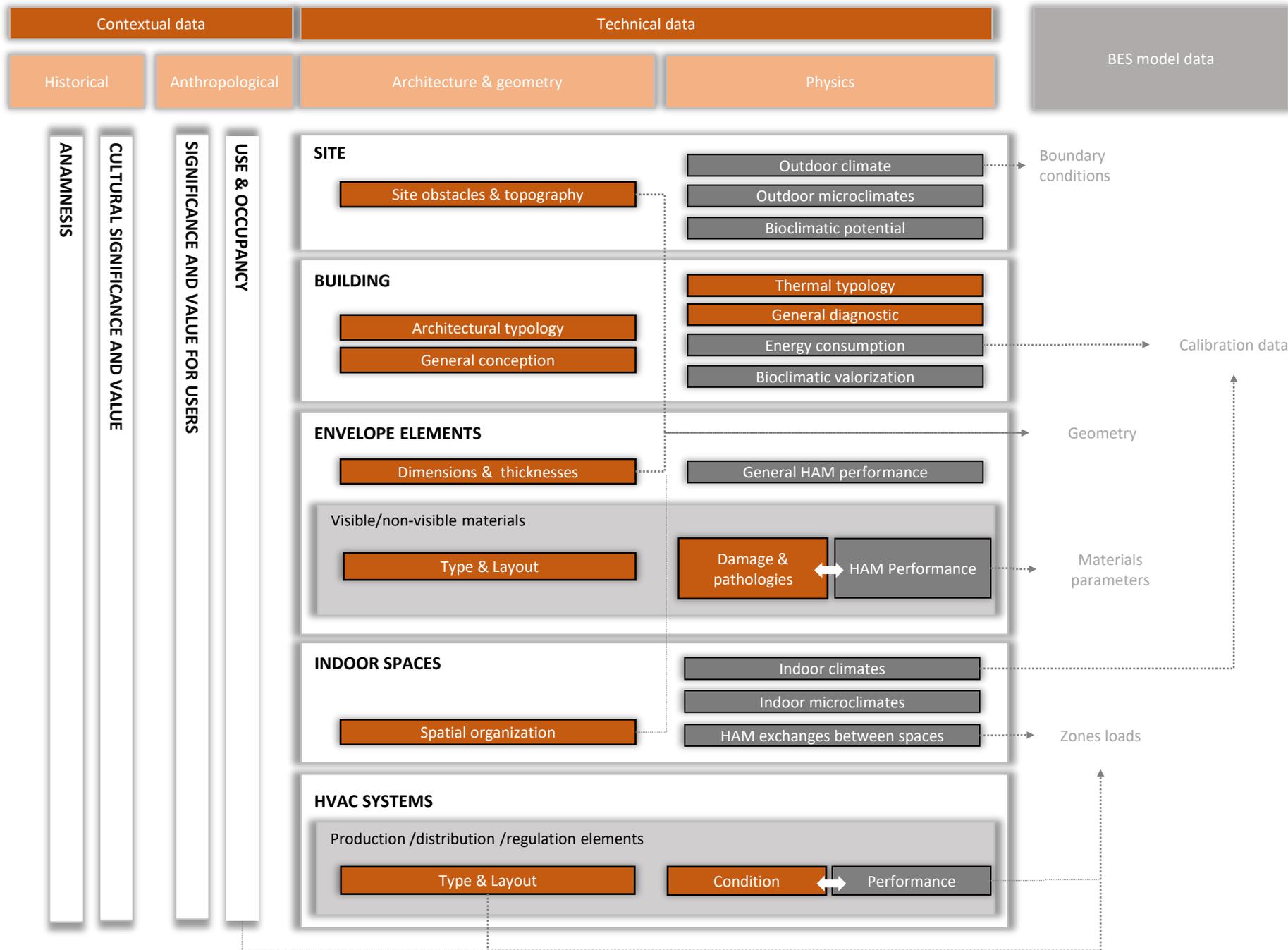
- La notion de donnée est centrale dans la construction 4.0
- Quelles données nécessaires pour un diagnostic énergétique exhaustif?
 - Réponse : beaucoup!
 - Si on veut simplifier:

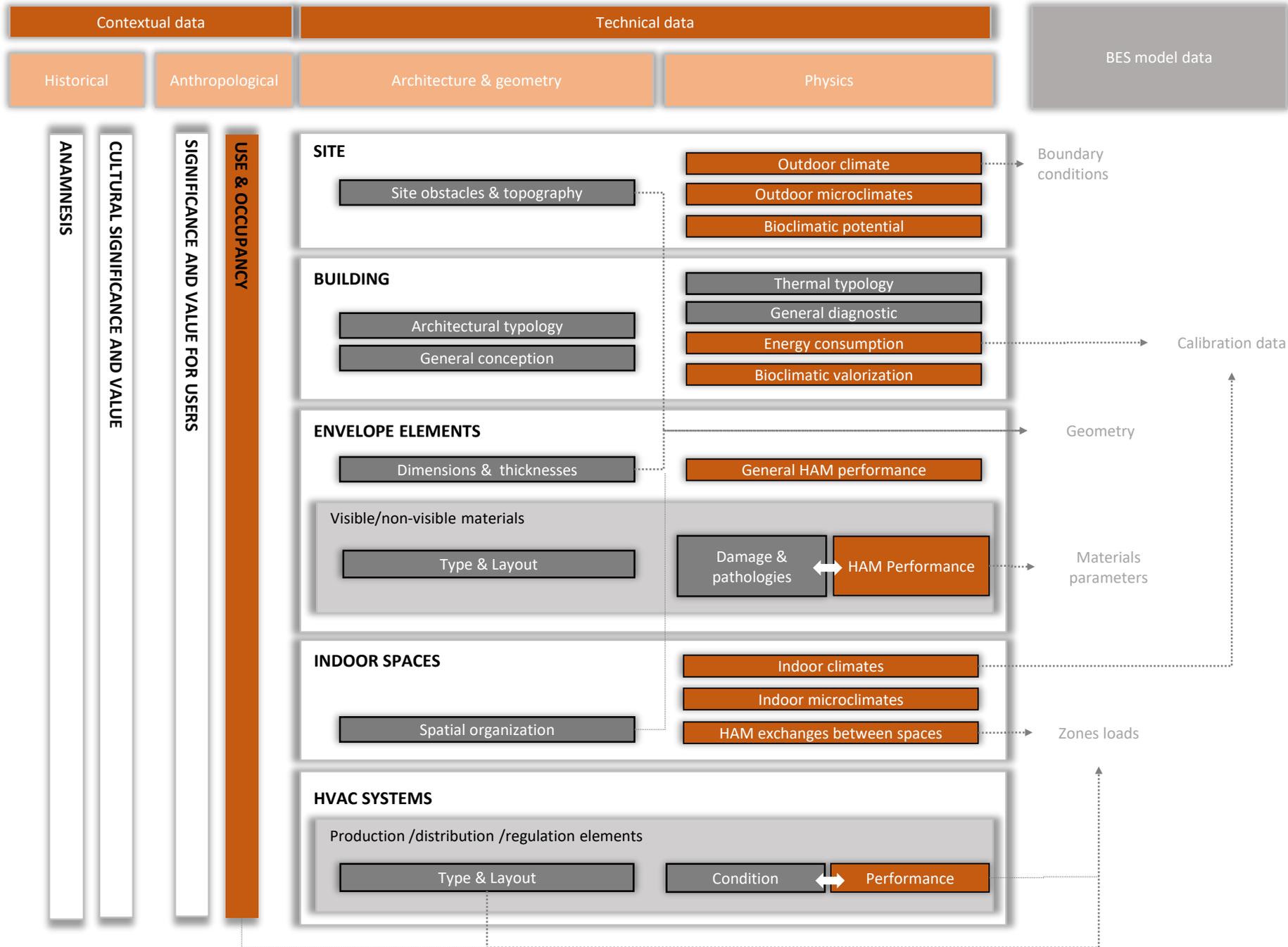
Données contextuelles	
Données historiques	ex. le bâtiment a été construit en 1897
Données 'anthropologiques'	ex. Les occupants ne sont pas présents le lundi de 8h à 11h



Contextual data		Technical data		
Historical	Anthropological	Architecture & geometry	Physics	
ANAMNESIS	CULTURAL SIGNIFICANCE AND VALUE	SIGNIFICANCE AND VALUE FOR USERS	USE & OCCUPANCY	SITE
				BUILDING
				ENVELOPE ELEMENTS
				INDOOR SPACES
				HVAC SYSTEMS

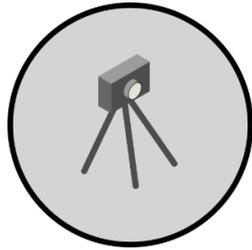






LES DONNÉES

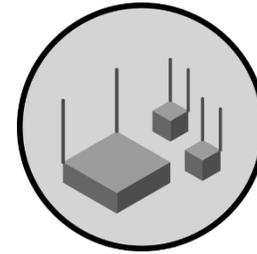
- En synthétisant, l'apport du numérique:



Données architecturales et géométriques

Quelques données physiques statiques
(principalement état des matériaux et systèmes)

Et support de rapportage!



Données physiques dynamiques

Données 'anthropologiques' liées à l'utilisation

EN PRATIQUE

- Approche opérationnelle en trois phases

1. Etude préliminaire

1 visite

Méthodes de diagnostic simples

2. Etudes approfondies

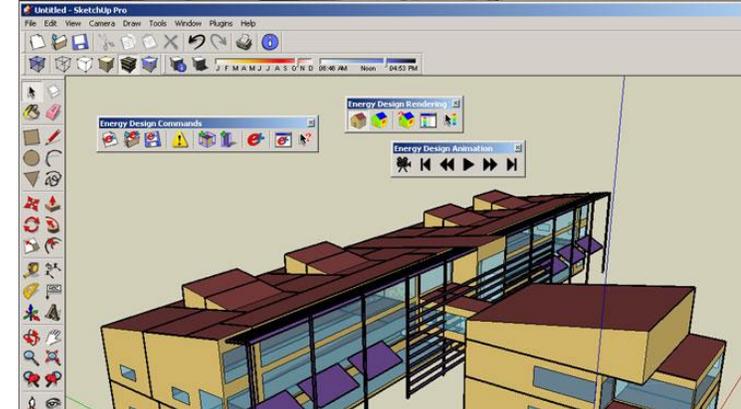
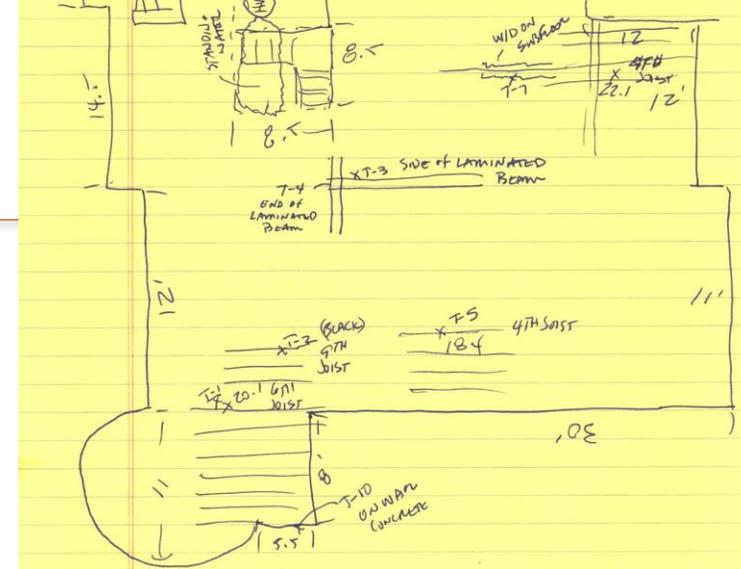
Visites complémentaires

Méthodes de diagnostic avancées

3. Modélisation énergétique

Modélisation de calibration

Mmodélisation exploratoire



EN PRATIQUE

- Approche en trois phases

1. Etude préliminaire

‘Dégager une image générale de chaque bâtiment retenu, de ses qualités et de ses problèmes’

- Recherche contextuelle
- Interview
- Prédiagnostic
- Réalisation du relevé photogrammétrique en intérieur et extérieur



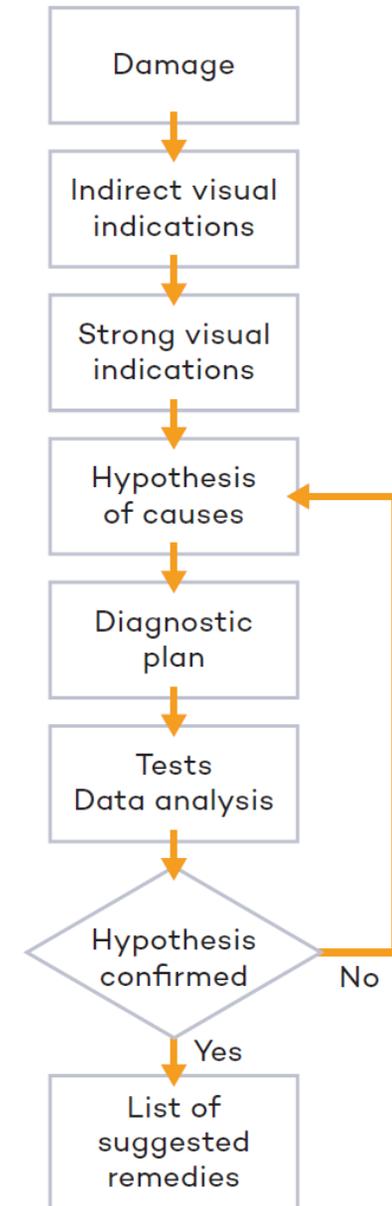
EN PRATIQUE

- Approche en deux phases

- 2. Etudes approfondies

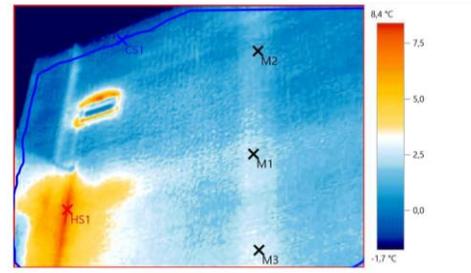
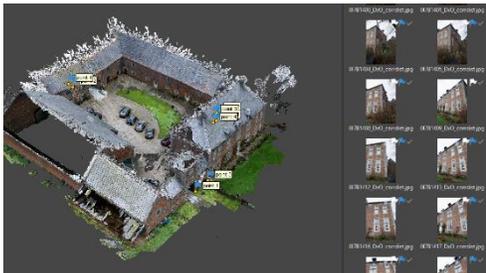
'Confirmer les hypothèses émises et approfondir la connaissance du bâtiment'

- Domaine architectural
 - Description de l'agencement intérieur
 - Caractérisation de l'enveloppe
 - Caractérisation de baies
 - Caractérisation des systèmes
- Domaine physique
 - Cartographie des dégâts et pathologies
 - Diagnostic de la physique du bâtiment
 - Evaluation de la performance énergétique et du confort

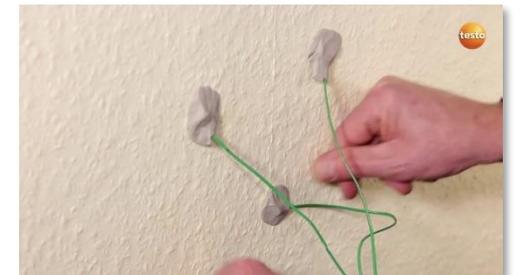


EN PRATIQUE

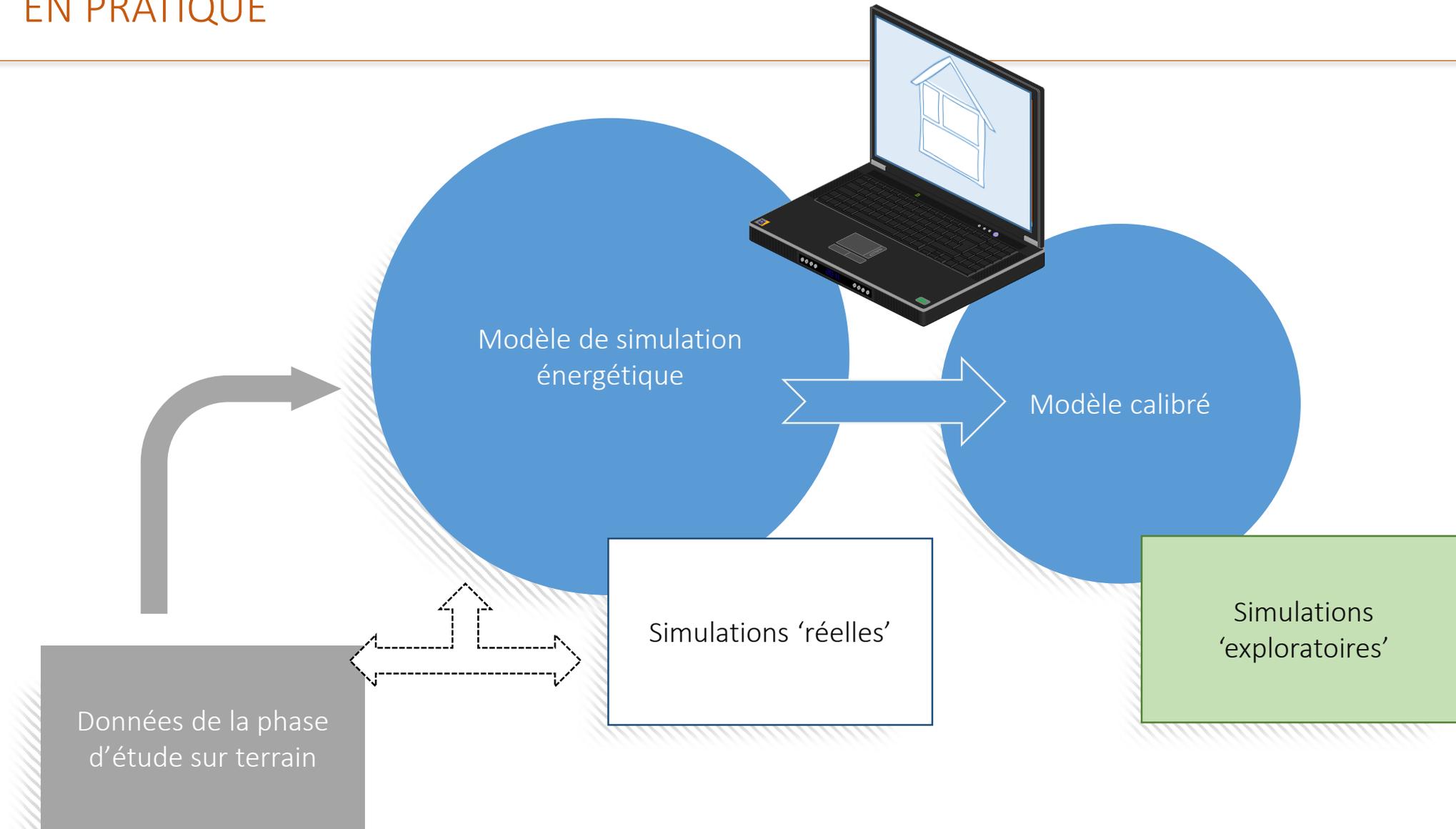
- Approche en deux phases
 2. Etudes approfondies



UN ENSEMBLE D'ESSAIS RÉALISABLES



EN PRATIQUE



EN PRATIQUE

- Mise à profit des techniques de pointes utilisées sur chantier pour la mise en place des modèles
 - Le relevé 3D pour créer la géométrie
 - Les monitoring pour 'calibrer les modèles'

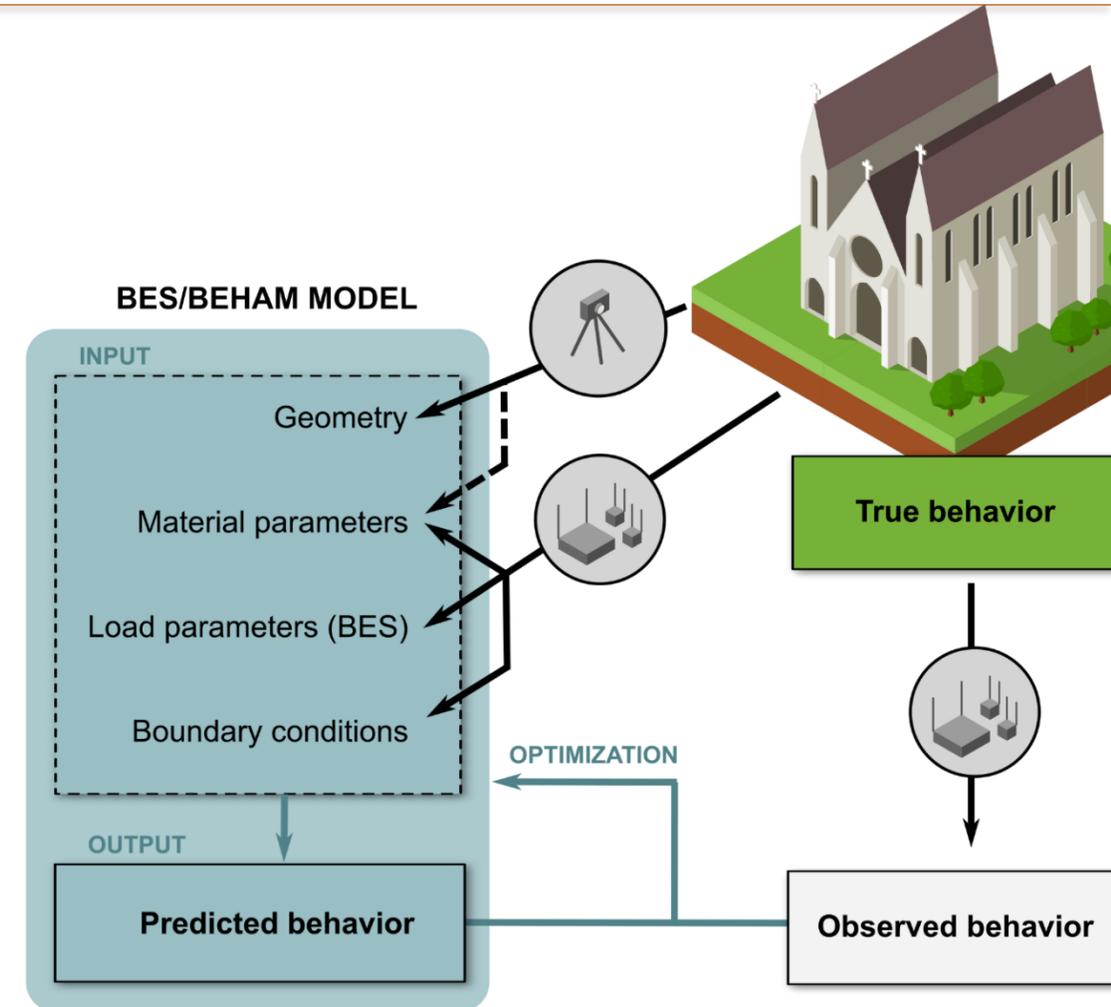


EN PRATIQUE

- Calibration des modèles

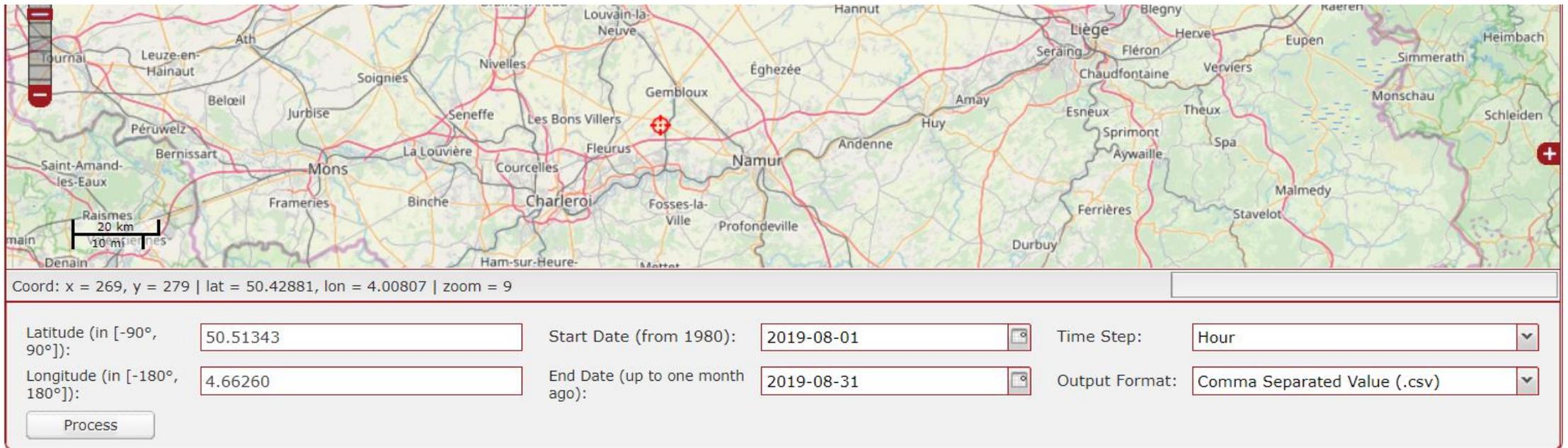
- Mesures Température/humidité dans de nombreuses pièces
- Mesures (si possible) de la consommation énergétique

→ Ce qu'on va comparer aux sorties du modèle (pour autant que le climat extérieur et les conditions d'occupation soient réalistes!)



EN PRATIQUE

- Générer des fichiers climatiques *EnergyPlus* automatiquement pour n'importe quelle année
 - Utilisation des services satellitaires (T/HR/Patm/rayonnement)
 - Codage en Python
 - Facilite la calibration pour des jeux de données limités



Coord: x = 269, y = 279 | lat = 50.42881, lon = 4.00807 | zoom = 9

Latitude (in [-90°, 90°]):

Longitude (in [-180°, 180°]):

Start Date (from 1980):

End Date (up to one month ago):

Time Step:

Output Format:

Résultats des études

La ferme en long de Labliau



RÉSULTATS

- Choix des cas d'études



Ferme en carré (Sart-Mélin)



Villa (Léglise)



Maison ouvrière (La Louvière)



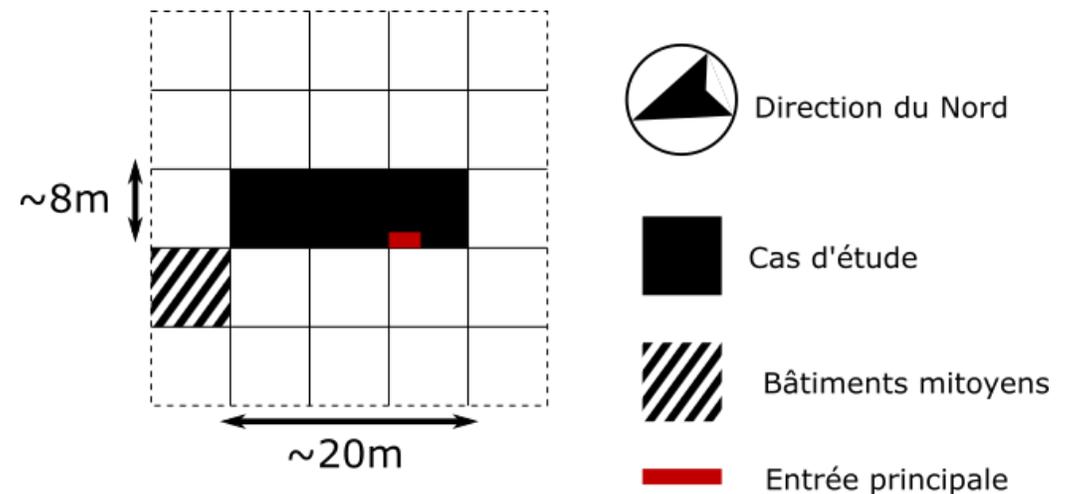
Ferme en long (Labliau)



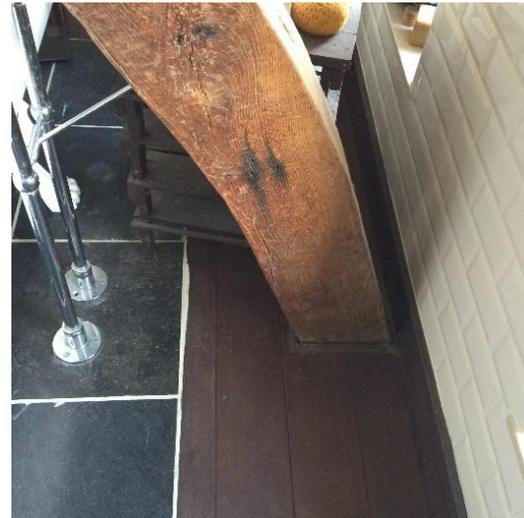
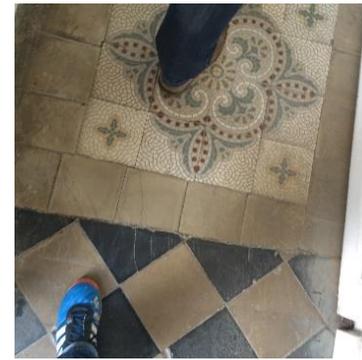
Maison bourgeoise (Liège)

ETUDE PRÉLIMINAIRE

- **Pathologies**
 - Remontées capillaires en cave et dans les murs du REZ
 - Rejointoyage grossier
 - Bois attaqués
 - ...
- **Confort et performance**
 - Efficacité des systèmes de chauffage (distribution)
 - Qualité des interventions passées
 - ...
- **Problématiques-types patrimoine/énergie**
 - Rénovation de maçonneries
 - Rénovation des caves
 - Rénovation des combles
 - Gérer la « mosaïque » des interventions



ETUDE PRÉLIMINAIRE



ETUDE PRÉLIMINAIRE

- Numérisation 3D



_DxO



017B1178_DxO



017B1180_DxO



017B1181_DxO



017B1182_DxO



017B1183_DxO



_DxO



017B1189_DxO



017B1190_DxO



017B1191_DxO



017B1192_DxO



017B1193_DxO

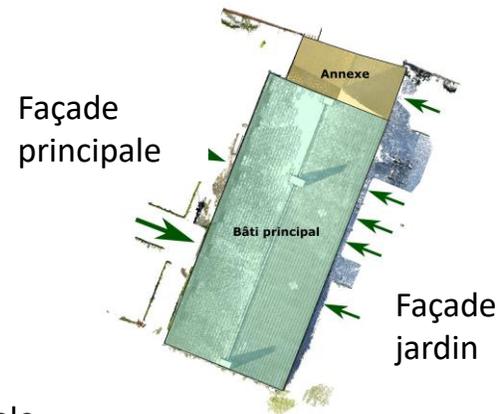


DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Organisation générale



Façade principale



Façade principale

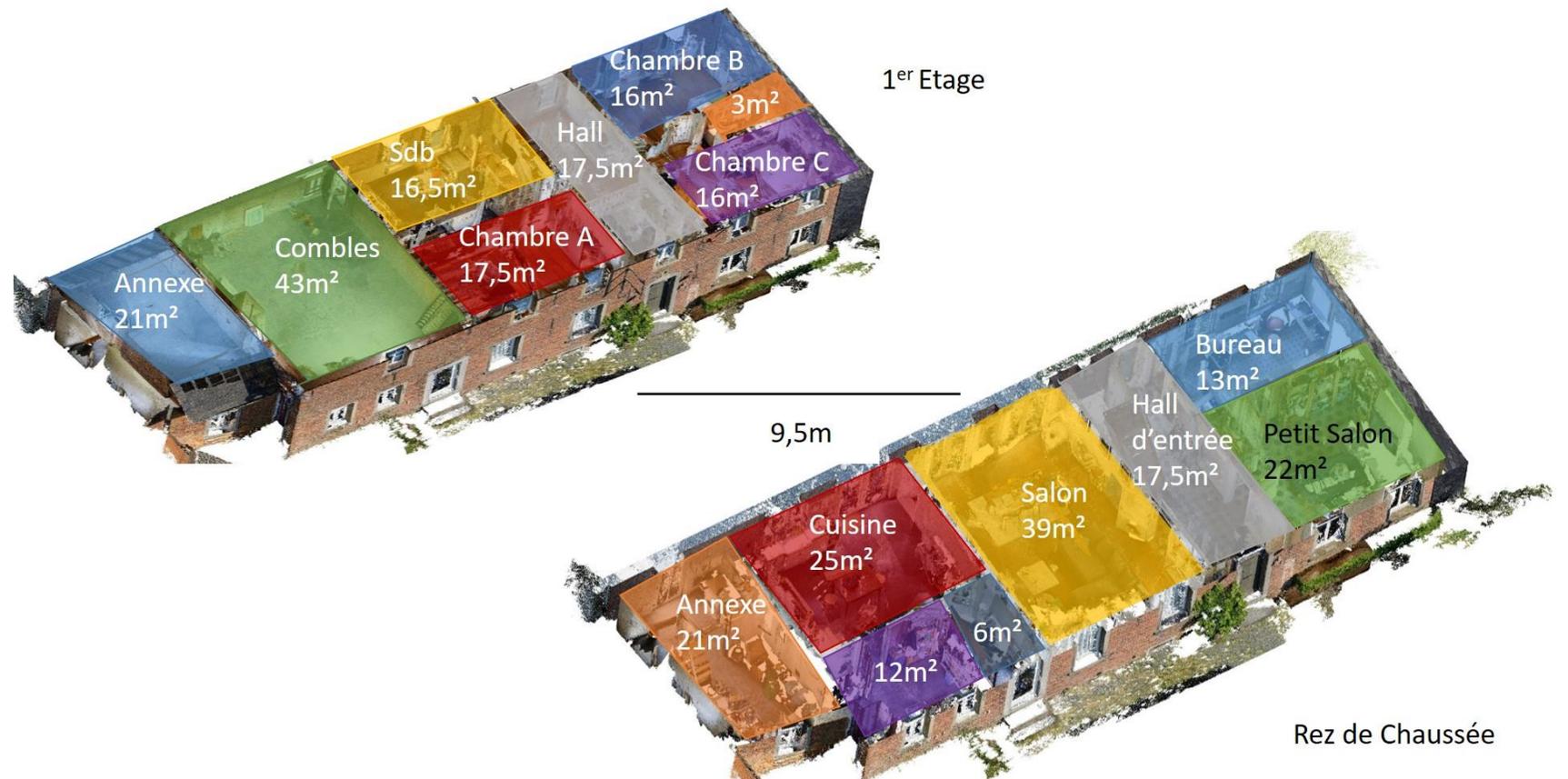
Façade jardin



Façade jardin

DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Organisation générale



DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)



PROFITER DE L'INFORMATION DE COULEUR

DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)

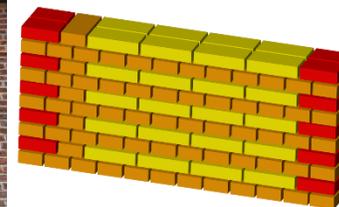
APPAREIL FLAMAND

DESQUAMATION

REJOINTOYAGE
INADÉQUAT

PAS D'ISOLATION

...



DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)

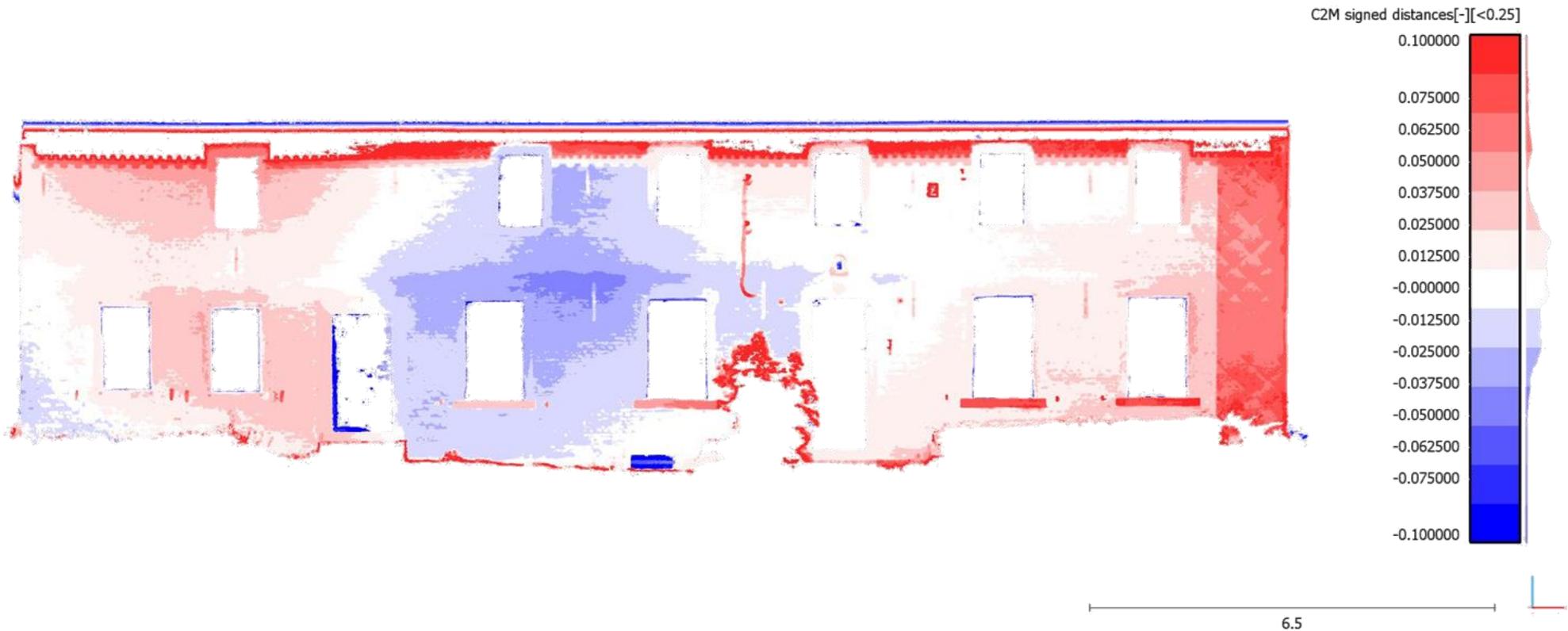


PROFITER DE L'INFORMATION DE PROFONDEUR



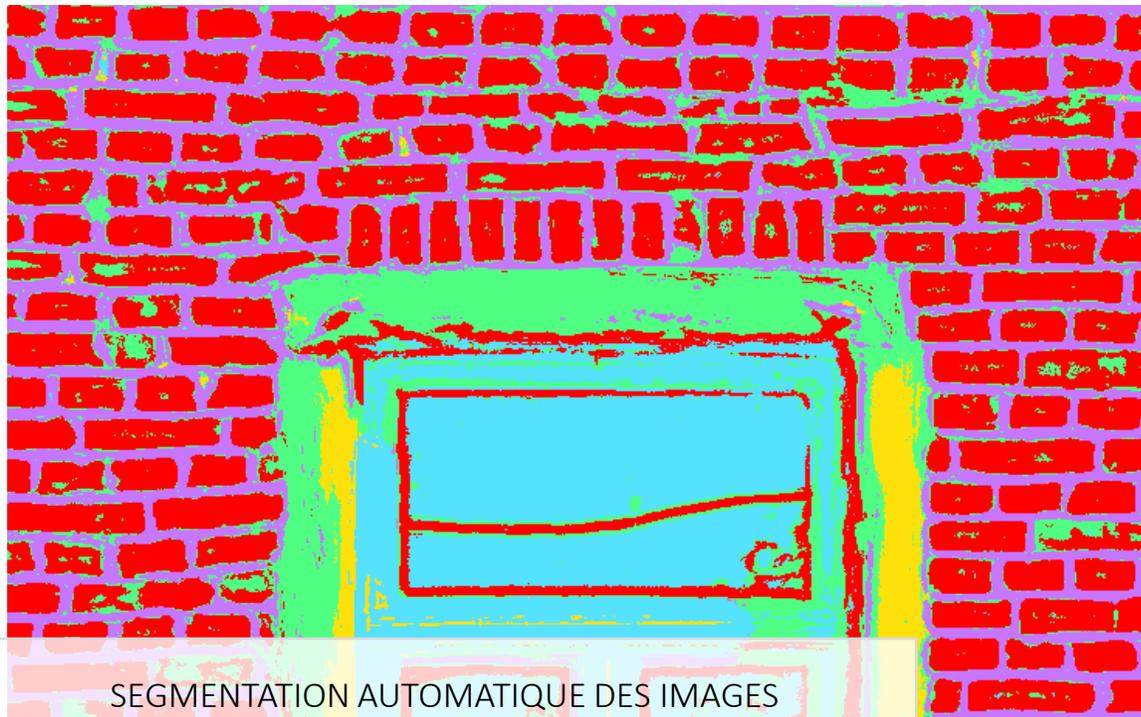
DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)



DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)

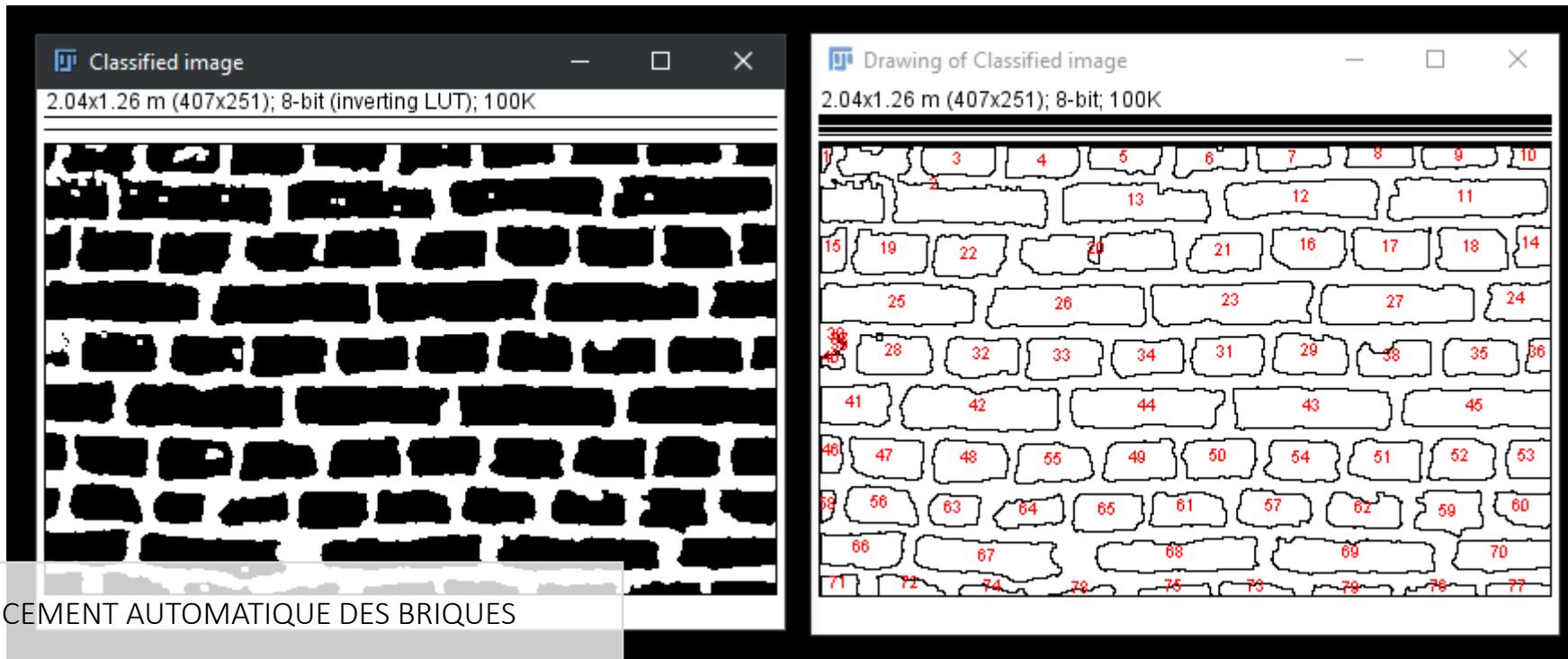


SEGMENTATION AUTOMATIQUE DES IMAGES



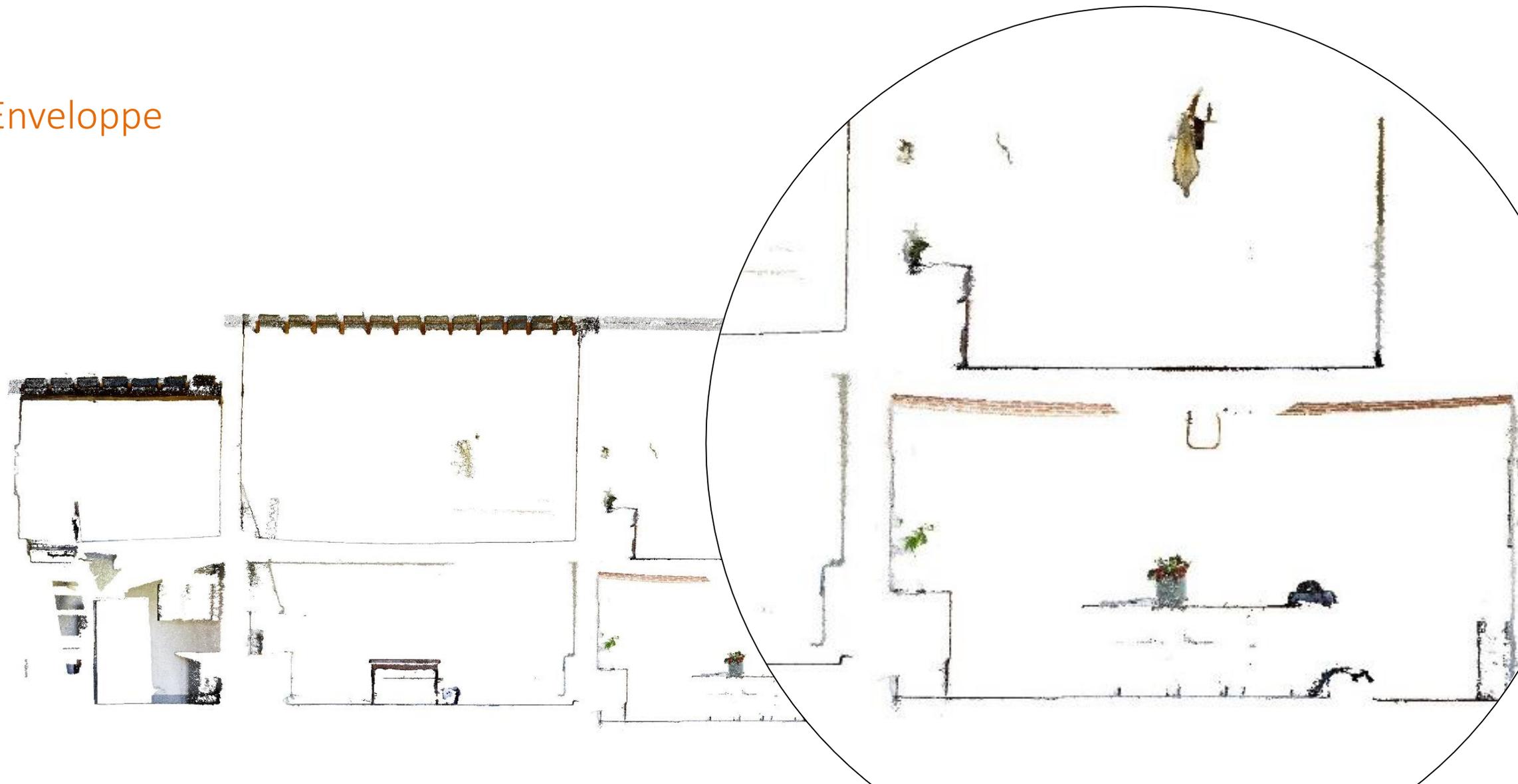
DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe (ex. murs)



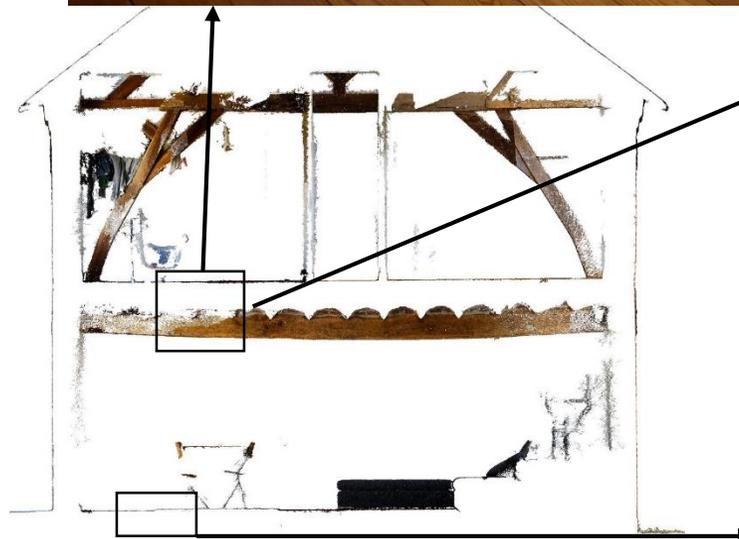
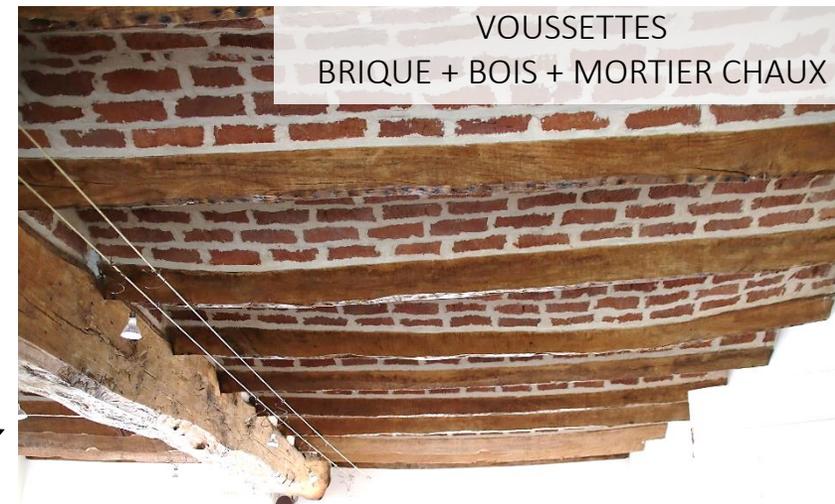
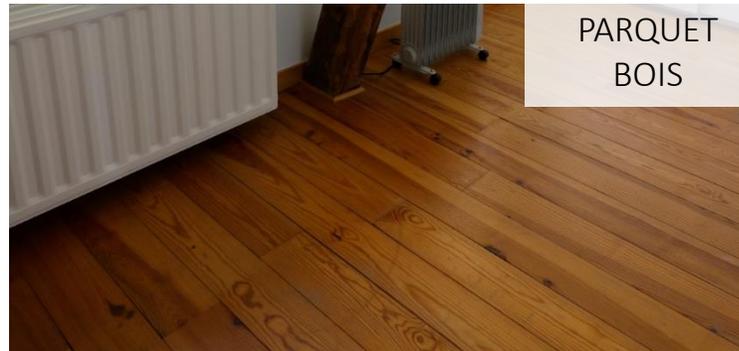
DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Enveloppe



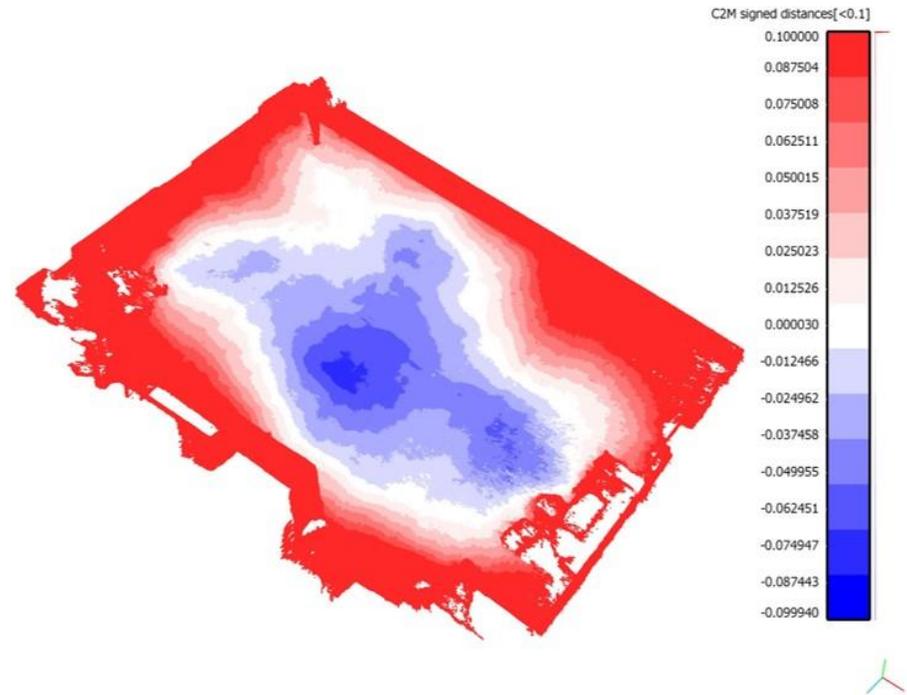
DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Planchers



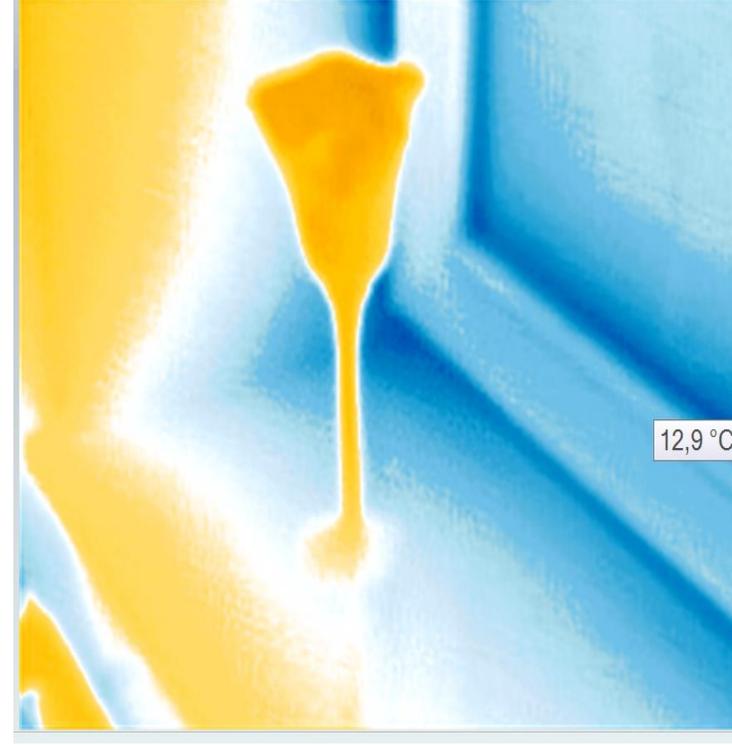
DESCRIPTION ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

- Planchers



ANALYSE DE LA PERFORMANCE

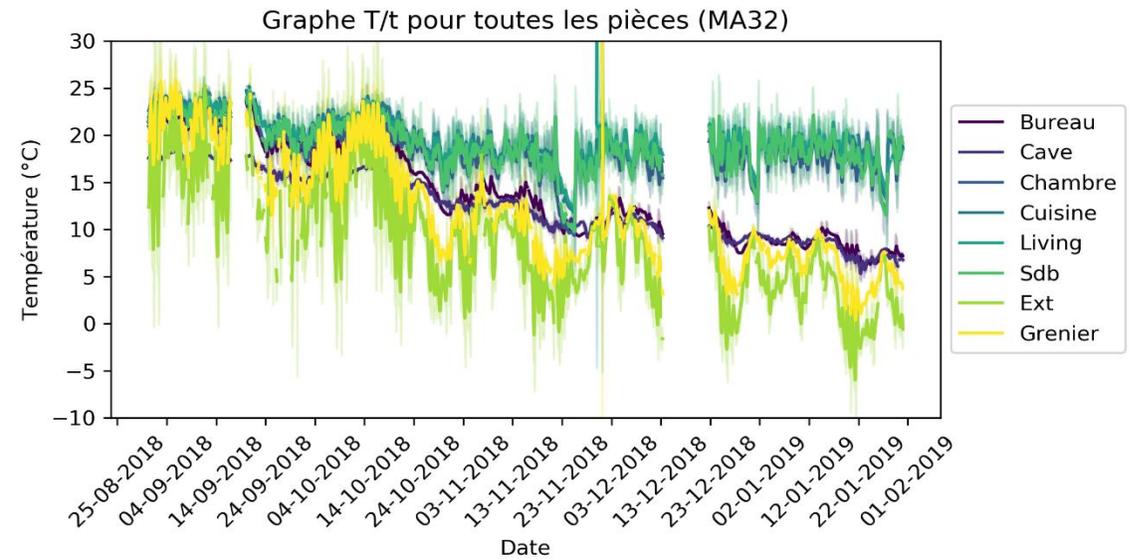
- Essais complémentaires



ANALYSE DE LA PERFORMANCE

- Monitoring

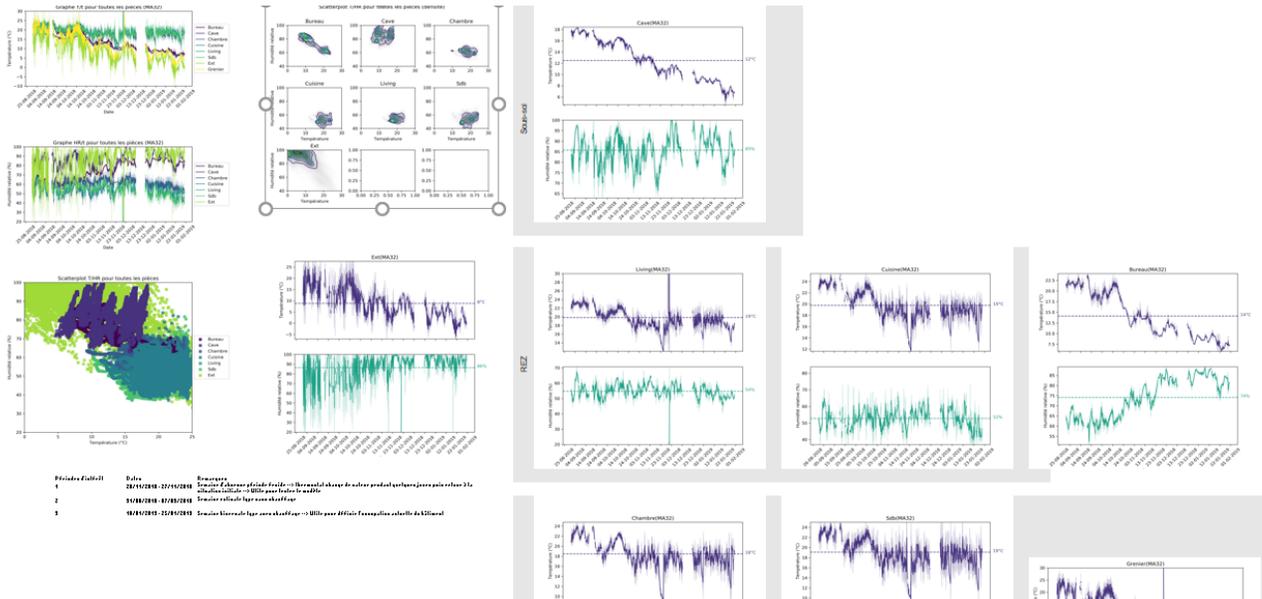
- Mesures de longue durée: 7 Capteurs Humidité relative et température (2ans)



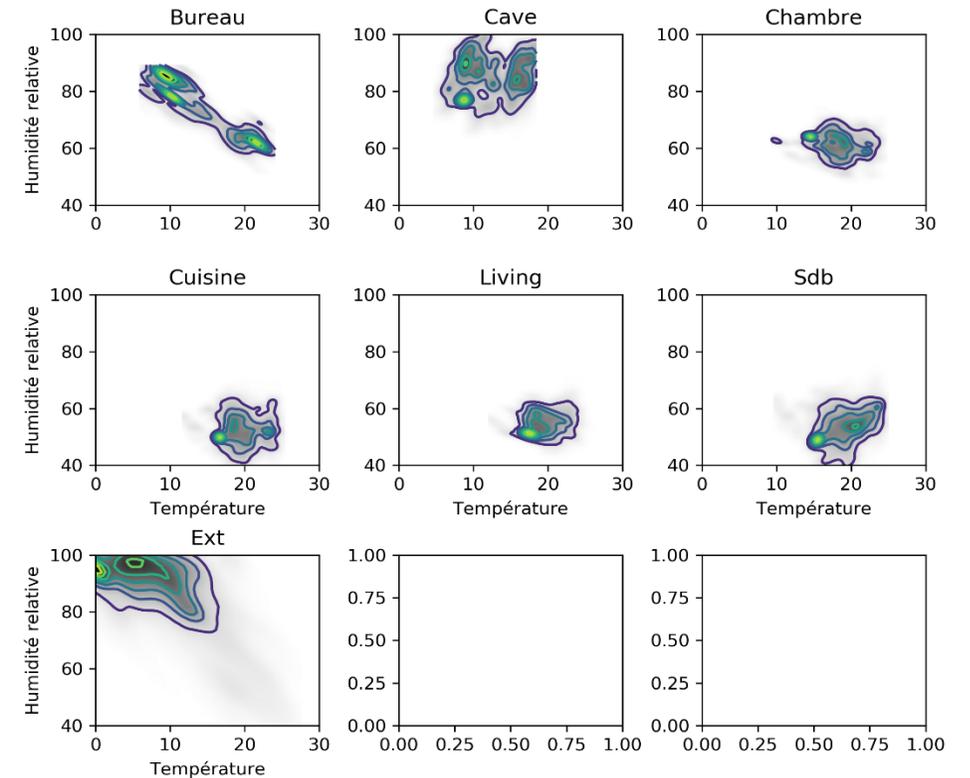
MODÉLISATION ÉNERGÉTIQUE

• Données de calibration

- Traitement automatique des données de monitoring (nécessaire!!)
- Codage Python



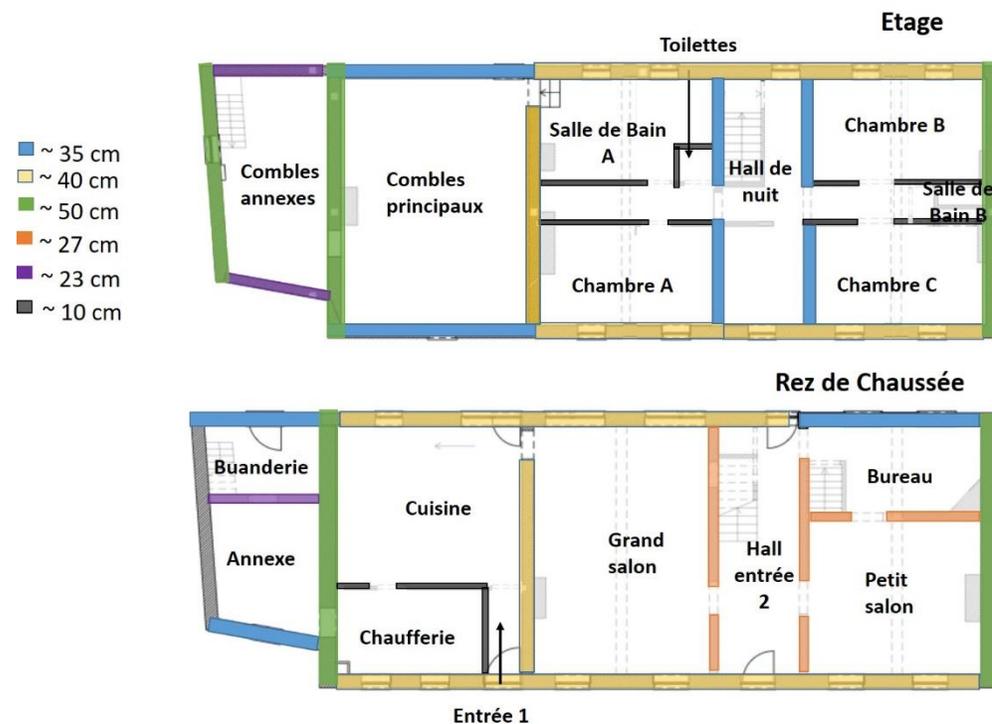
Scatterplot T/HR pour toutes les pièces (densité)



MODÉLISATION ÉNERGÉTIQUE

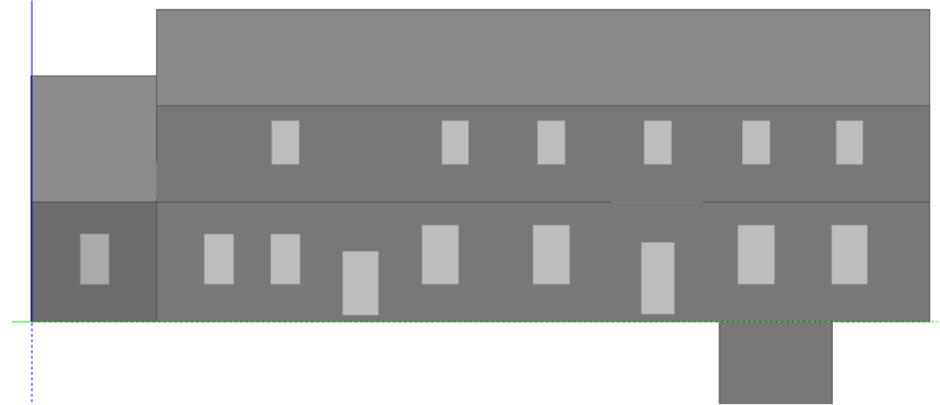
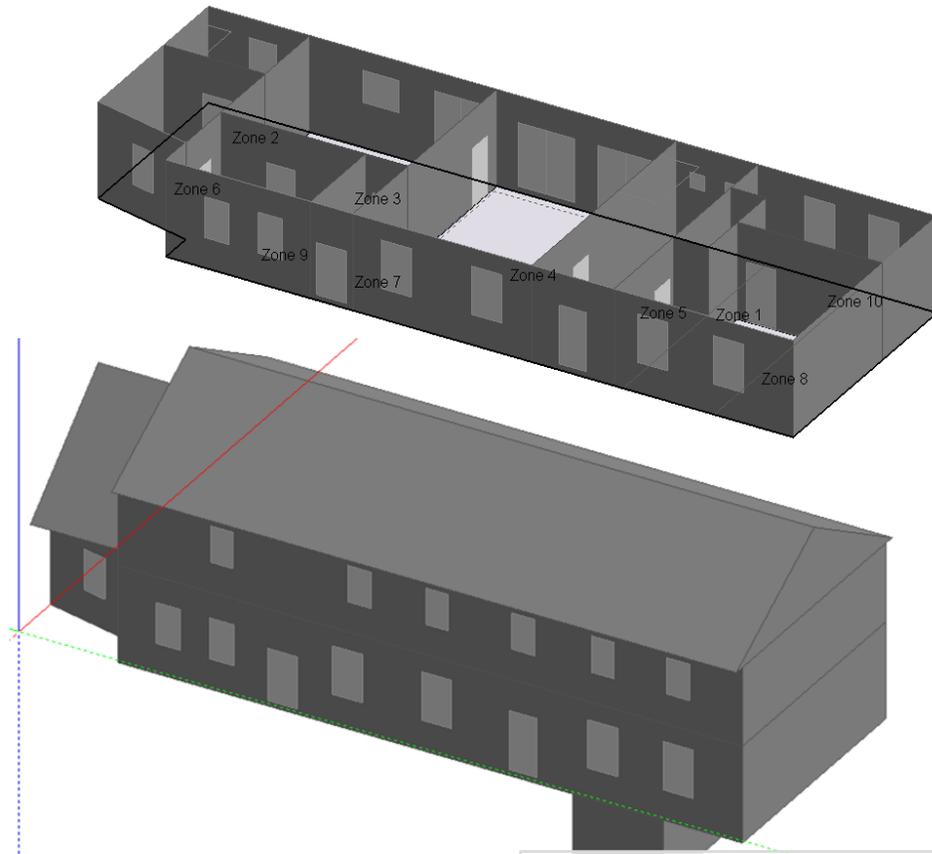
- Interprétation/transcription des données

- Préparation des 'inputs' pour les modèles de simulation énergétique!



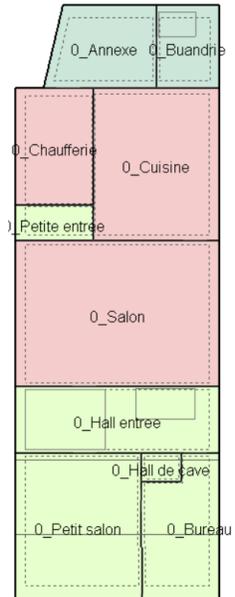
Couche	Composition	Epaisseur	Densité	Conductivité thermique
		m	Kg/m ³	W/(m.K)
INTERIEUR 1		0.40		
Couche A	Maçonnerie Brique		1500 <math>\rho < 1600</math>	1
Couche B	Enduit plâtre	0.02	600 <math>\rho < 1000</math>	0.4
INTERIEUR 2		0.27		
Couche A	Maçonnerie Brique		1500 <math>\rho < 1600</math>	1
Couche B	Enduit plâtre	0.02	700 $\rho \leq 900$	0.4
INTERIEUR 3		0.10		
Couche A	Cloison plâtre	0.014	700 $\rho \leq 900$	0.25
INTERIEUR 4		0.35		
Couche A	Maçonnerie Brique		1500 <math>\rho < 1600</math>	1
Couche B	Enduit plâtre	0.02	600 <math>\rho < 1000</math>	0.25
INTERIEUR 5		0.23		
Couche A	Maçonnerie Brique	0.23	1500 <math>\rho < 1600</math>	1

MODÉLISATION ÉNERGÉTIQUE

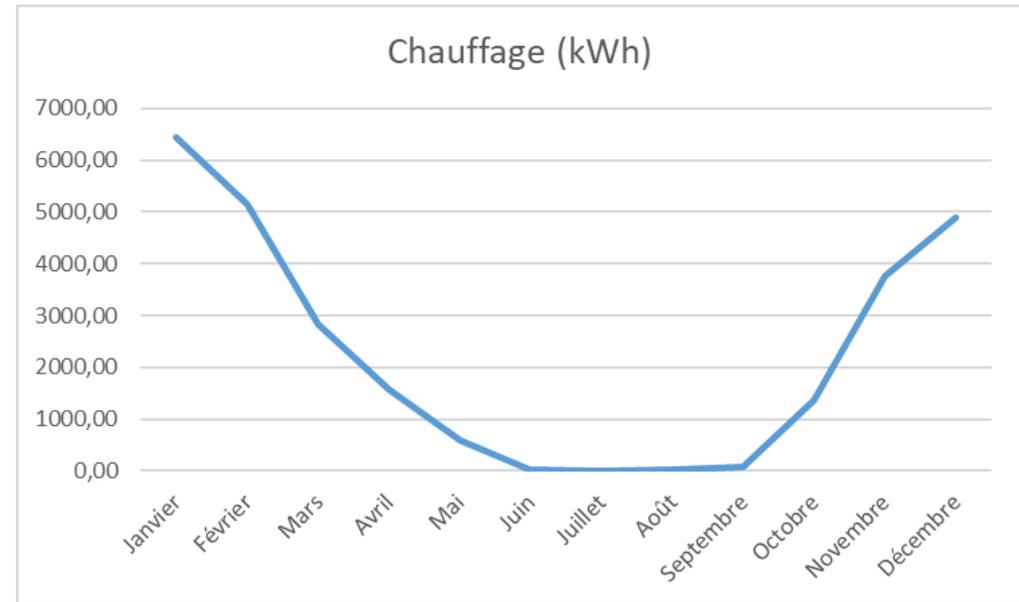


ENCODAGE DE LA GÉOMÉTRIE ET DES MATÉRIAUX

SIMULATIONS



	Chauffage (kWh)
Janvier	6441,38
Février	5158,37
Mars	2841,54
Avril	1574,22
Mai	579,61
Juin	21,74
Juillet	0,01
Août	13,42
Septembre	85,36
Octobre	1355,20
Novembre	3760,42
Décembre	4892,00

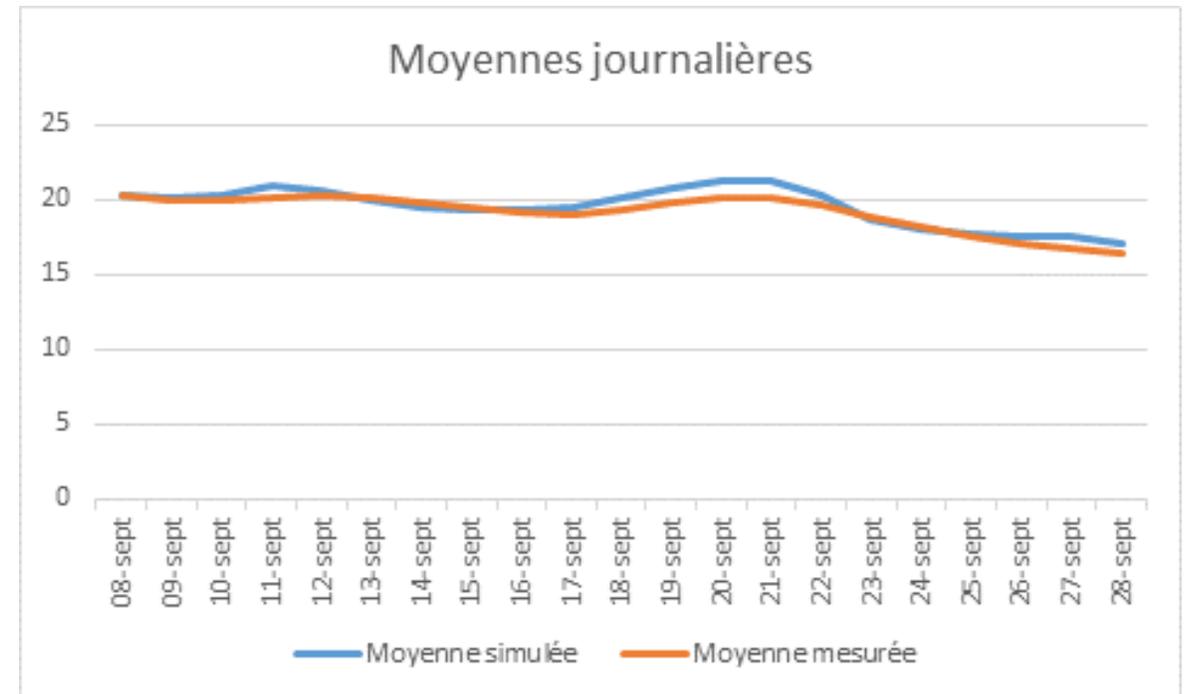


PREMIÈRE SIMULATION

SIMULATIONS

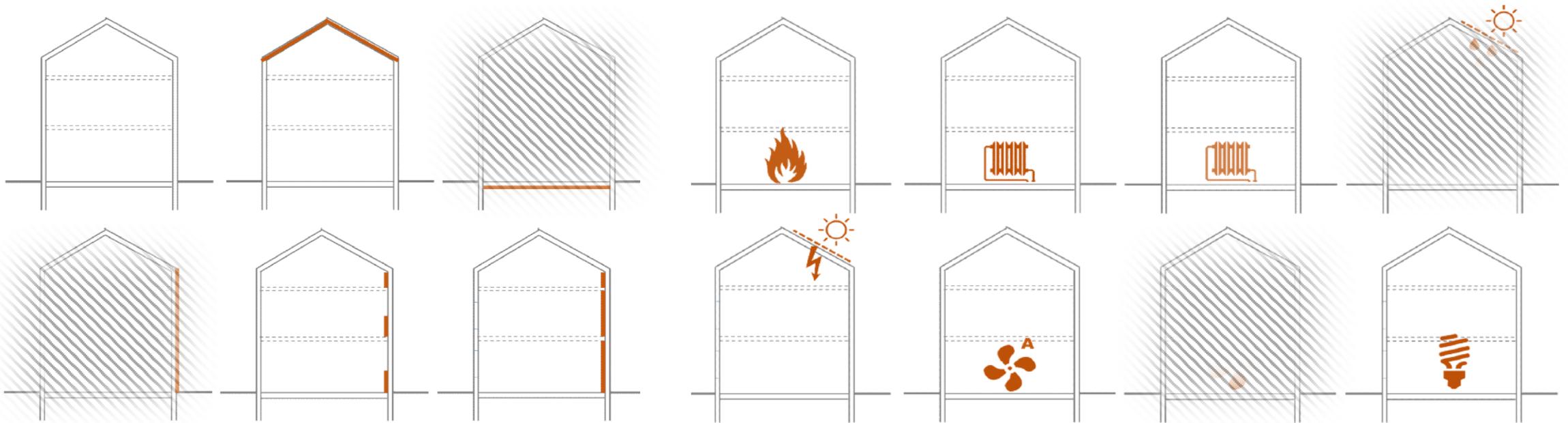
- Calage des mesures
 - Exemple de résultat comparatif

	V1	V2	V3
Climat	Référence (Bruxelles)	Réel 2018 (Davis + CAMS)	Réel 2018 (Davis + CAMS)
Site	Orientation + ombrage	Orientation + ombrage	Orientation + ombrage
Enveloppe (construction set)			
Cave_Bureau	LAB_CS_1	LAB_CS_1	LAB_CS_1
0_Annexe			
0_Chaufferie			
0_Petit Entrée			
0_Cuisine			
0_Salon_Salle a manger			
0_Hall d'entrée			
0_Hall de cave			
0_Bureau			
0_petit salon			
1_Hall	LAB_CS_1	LAB_CS_1	LAB_CS_1
1_Chambre A			
1_Chambre B			LAB_CS_2
1_Chambre C			
1_SDB			
1_SDE			



SIMULATIONS

- Test des stratégies



Conclusions et perspectives

A retenir...



CONCLUSIONS

- Projet extrêmement intéressant... Et très ambitieux!

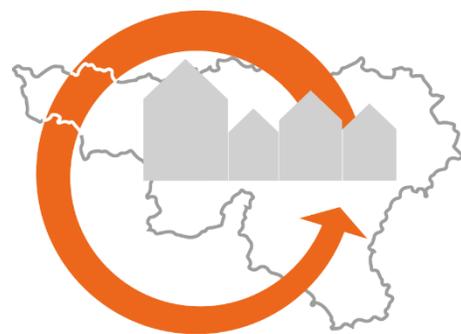


Le projet P-Renewal (*Rénovation énergétique du bâti wallon d'avant-guerre à valeur patrimoniale*) est un projet obtenu dans le cadre de l'Appel à projet « Energie – AIE 2016 » du SPW-DGO4.

Le projet réunit **deux partenaires**, Architecture et Climat (coordinateur) et le CSTC, ainsi que **deux parrains**, la Confédération

CONCLUSIONS

- **Les outils numériques permettent :**
 - De mieux appréhender la complexité du bâti ancien (rénovation énergétique plus sensée)
 - De mieux « enregistrer » cette complexité
 - De gagner en temps et précision lors de l'utilisation de simulations énergétiques dynamiques
- **Quelques points d'attention :**
 - Nécessité de formation aux outils nouveaux
 - « Trop de données tuent les données »



Merci de votre attention!