



Production de données pour une lecture énergétique multiscalaire du parc bâti résidentiel dans le cadre de la ville intelligente

Gianluca Cadoni et Mohamed Belmaaziz

Laboratoire Project[s]

ENSA-Marseille

Le projet de recherche ATRE

ATlas des gisements de Rénovation Énergétique

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

(enveloppe; façades,
toitures, planchers)
surfaces d'échange

Édifice

Contexte
(urbain, naturel,
social...)

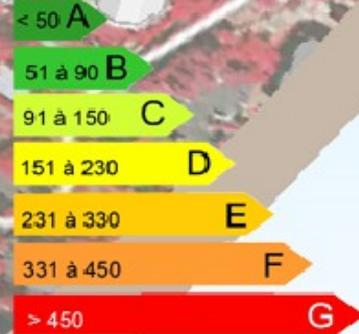
Type

Bilan-type

corrections

Bilan contextualisé

apports / déperditions



architecture

ensa•m
marseille

Projet de recherche ATRE
Gianluca Cadoni et Mohamed Belmaaziz

Project[s]

Chiffres clés

- 33.4 millions d'habitations dont 27.8 millions de résidences principales
- 30 % de la consommation en énergie finale
- 56 % sont construits avant la 1^{ère} RT en 1975
- Le parc résidentiel est responsable de 59 % de ces consommations
- 1 % renouvellement du parc logements par an
- Faible taux de rénovation
- Objectifs nationaux : réductions des consommations 38 % à l'horizon 2020

Réduction massive des consommations : les initiatives locales ou nationales (plateformes de rénovation, outils de diagnostic, aides financières...) mise en place ne sont insuffisantes et ne sont pas toujours coordonnées.

Complexité des critères définissant le parc de logements

→ Hétérogénéité du parc résidentiel

- *âge des constructions*
- *types de logements (individuel, collectif, privé, public)*
- *déjà rénové ou non*
- *contexte urbain ou rural*
- *matériaux qui composent l'enveloppe*
- *la forme de l'édifice, son orientation, son contexte*
- *modes de chauffage, statut d'occupation, comportement des usagers*

→ Disponibilité des données, fiabilité, et précision.

Éléments de réflexion et objectifs

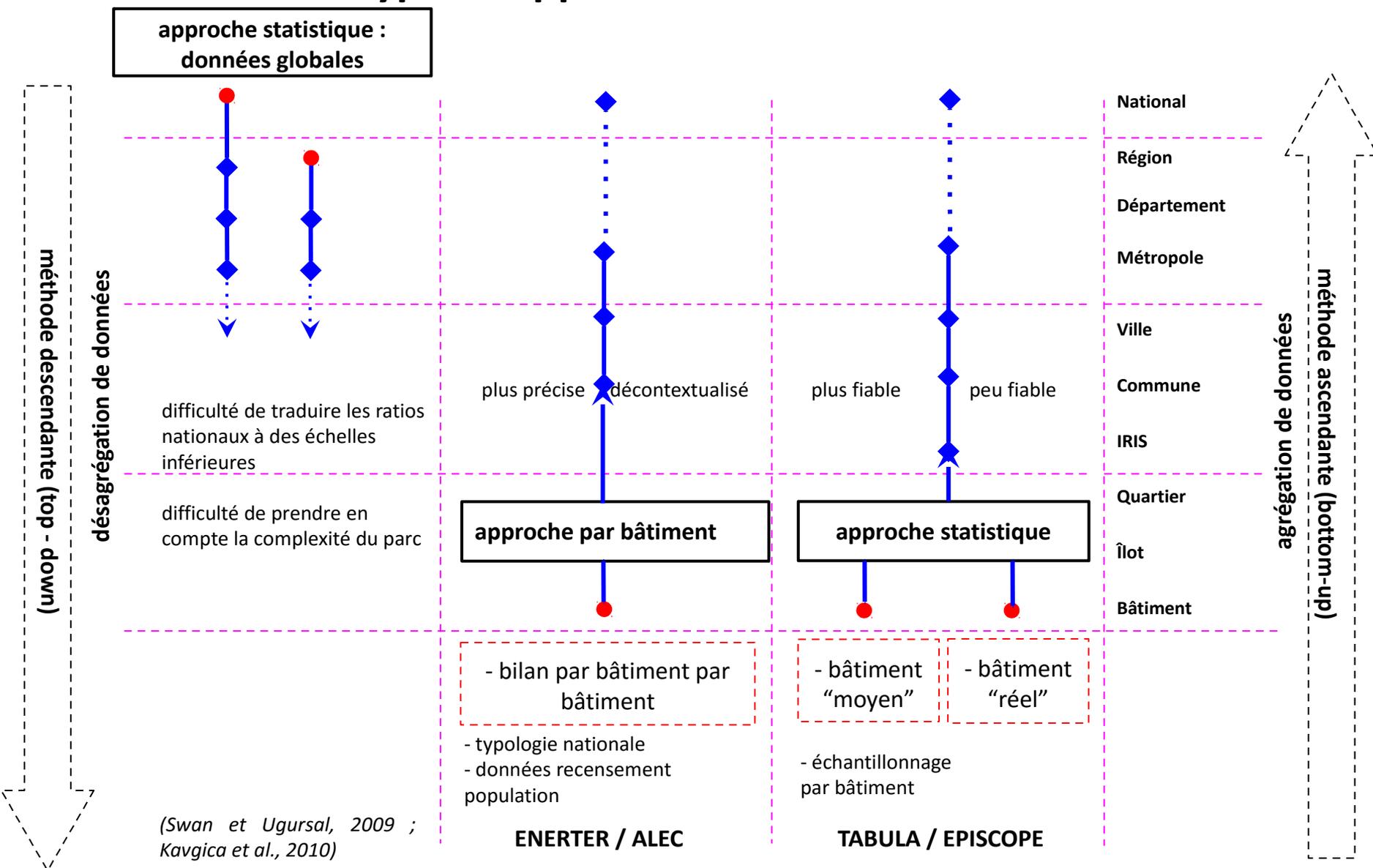
La massification de la rénovation énergétique ne sera possible qu'en traitant cette complexité et en articulant les échelles d'intervention

Dans quelle mesure, en évitant un inventaire bâtiment par bâtiment, peut-on envisager la réalisation d'une cartographie permettant d'identifier les gisements d'économies d'énergie et en conséquence de travaux de rénovation?

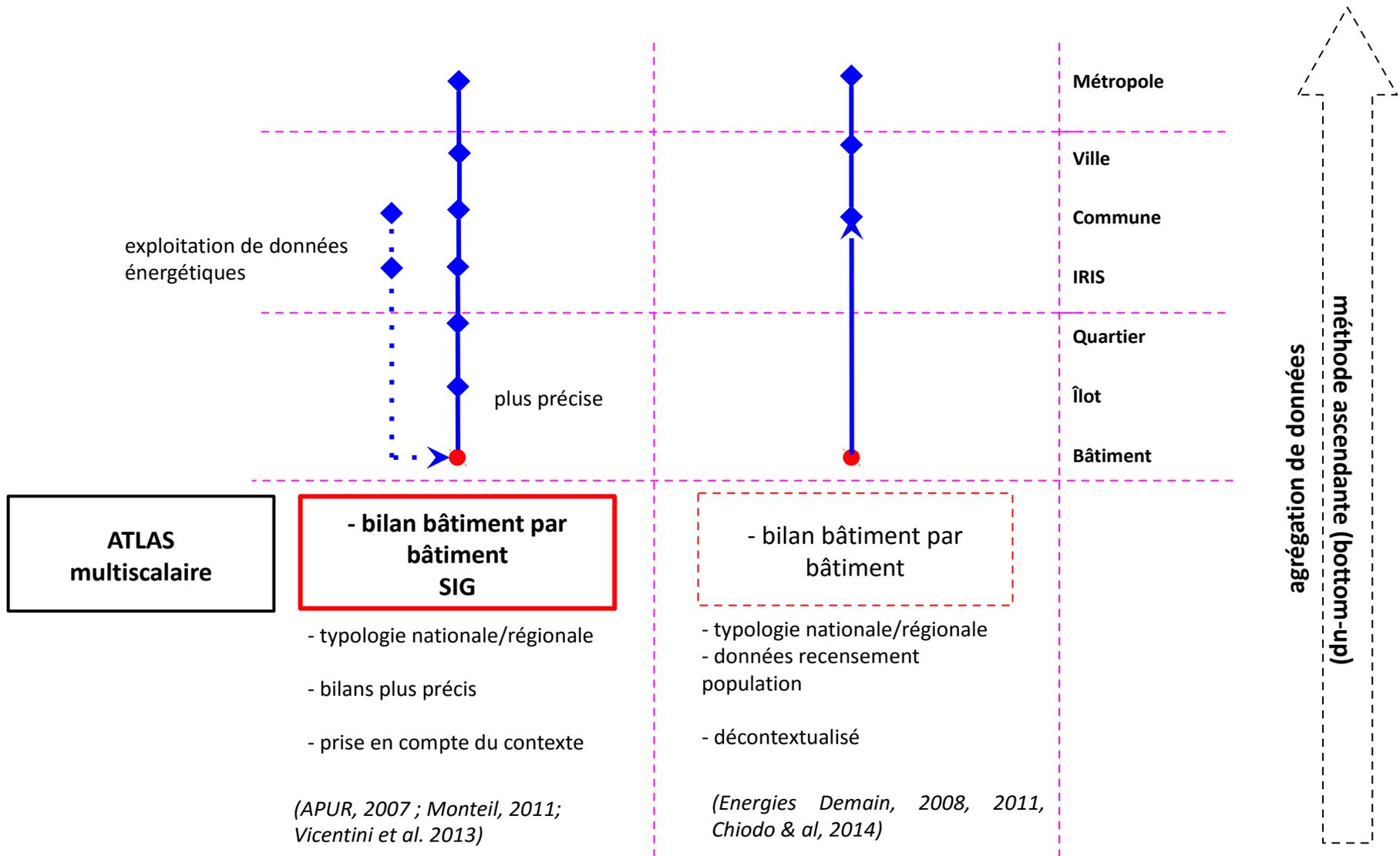
Éléments de réflexion et objectifs

- ➔ Le projet ATRE: création des méthodes et outils permettant de réaliser un atlas de rénovation énergétique
- ➔ L'atlas: outil fédérateur pour les multiples acteurs de la transition énergétique permettant d'impulser un passage à l'acte
- ➔ Lecture des questions énergétiques à différentes échelles du territoire
 - **région, communes:** contribuer à orienter les politiques publiques territoriales
 - **ville, quartier:** lecture plus détaillée en y associant des critères urbains (densité, compacité, typologie, époque de construction, occupation, ...)
 - **édifice:** informations intrinsèques à chaque bâtiment

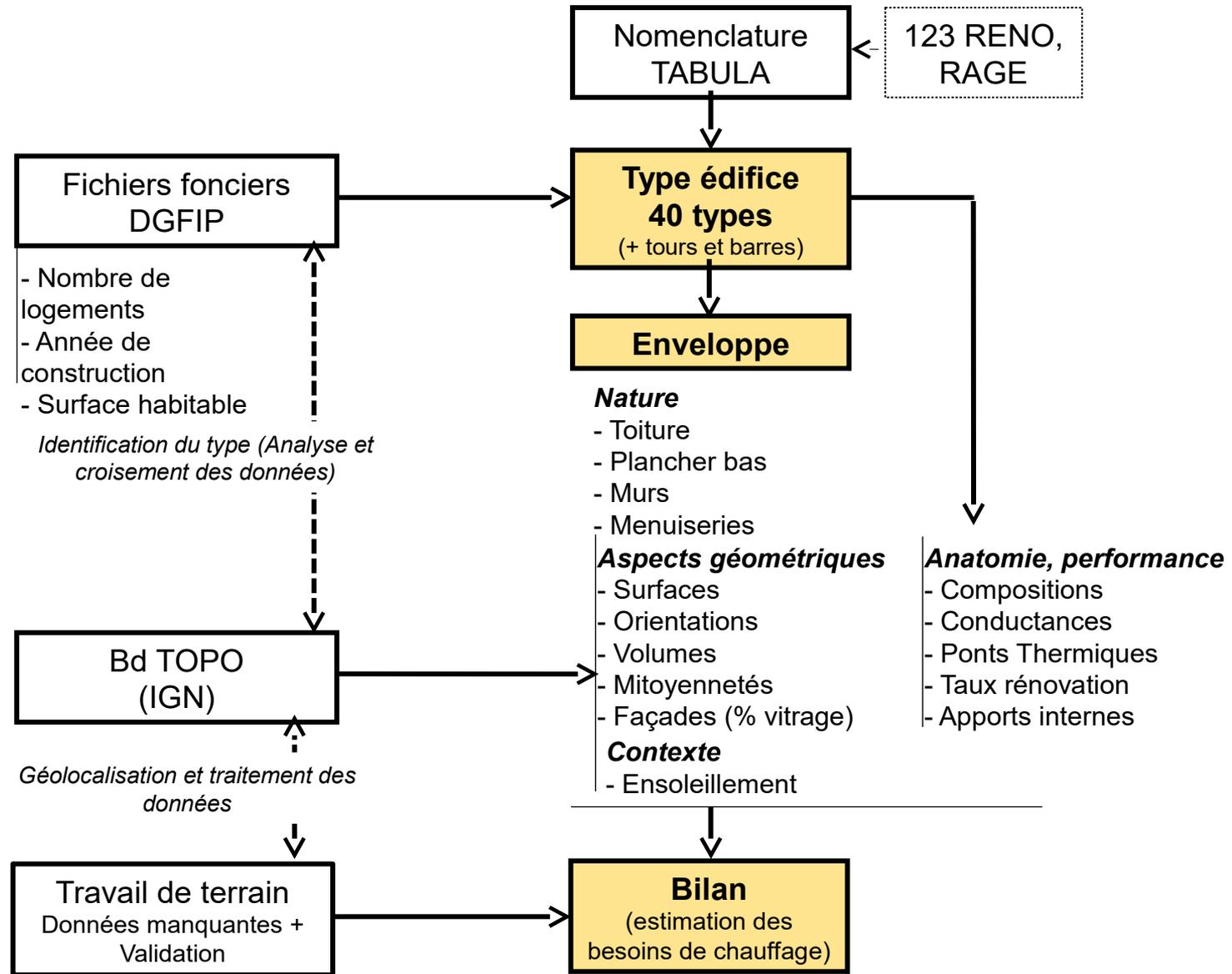
Types d'approches et échelles visées



Approche « bâtiment par bâtiment »



Démarche mise en œuvre



Nomenclatures employées

		SFH	TH	MFH	AB
Classe bâtiment	Periode constructive	Maison individuelle détachée SFH	Maison individuelle mitoyenne TH	Petit logement collectif (<10 log.) MFH	Grand logement collectif (≥10 log.) AB
< 1915	1 Avant 1915				
1915-1948	2 1915 - 1948				
1949-1967	3 1949 - 1967				
1968-1974	4 1968 - 1974				
1975-1981	5 1975 - 1981				
1982-1989	6 1982 - 1989				
1990-1999	7 1990 - 1999				
2000-2005	8 2000 - 2005				
2006-2012	9 2006 - 2012				
> 2012	10 après 2012				

- Nombre de lots par bâtiment
- Période de construction
- Mitoyenneté



40 types:

- Single Family House (SFH),
- Terraced House (TH)
- Multi-family House (moins de 10 lots) (MFH)
- Apartment Block (plus de 10 lots) (AB)



Nomenclature Locale (123 RENO) : *meilleure connaissance des types architecturaux locaux et des matériaux d'enveloppe.*



Les bases de données disponibles

BD TOPO et Bd Parcellaire réalisées par l'IGN

Les bâtiments géo-localisés :

- Sont représentés comme des polygones et contiennent les informations sur l'hauteur, l'altimétrie, le périmètre, ...

Les Parcelles géo-localisés :

- Contiennent les informations du N de parcelle cadastrale, ...



Les Fichiers Fonciers, réalisée par le CEREMA sur la base de données MAJIC de la DGFIP

Les information géo-localisées à la parcelle :

- Le nombre de lots
- Les surfaces habitables
- Age, matériaux, occupation, ...

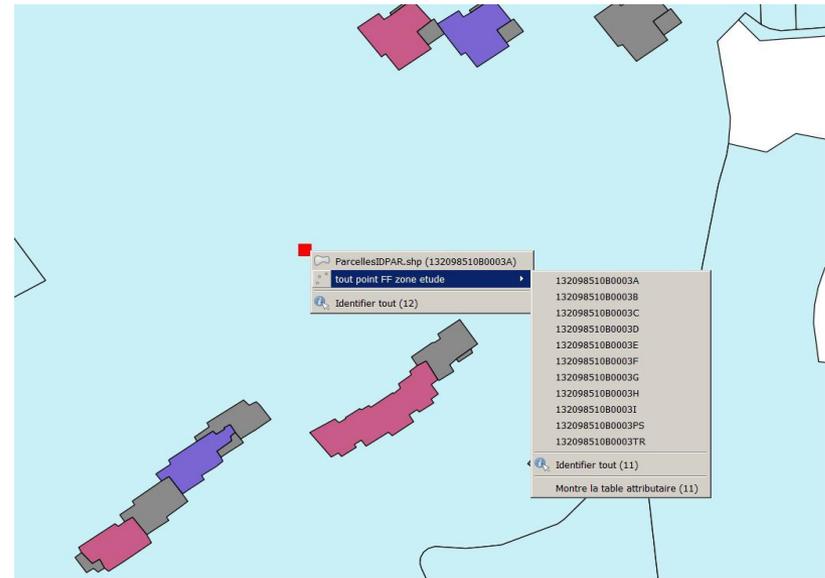
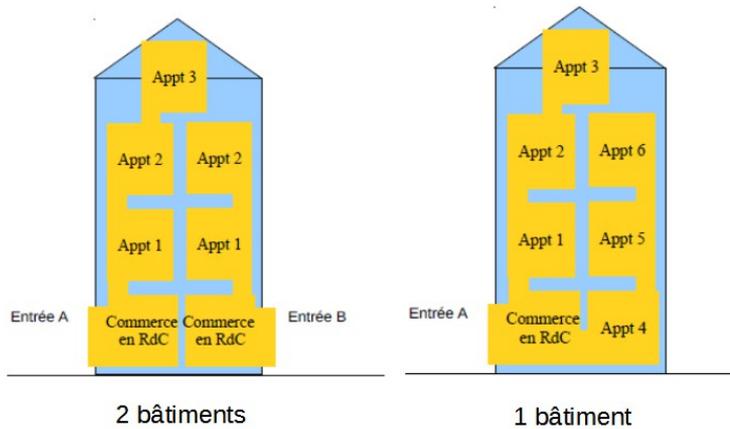


Exploitation des données Fichiers Fonciers et la BD Topo



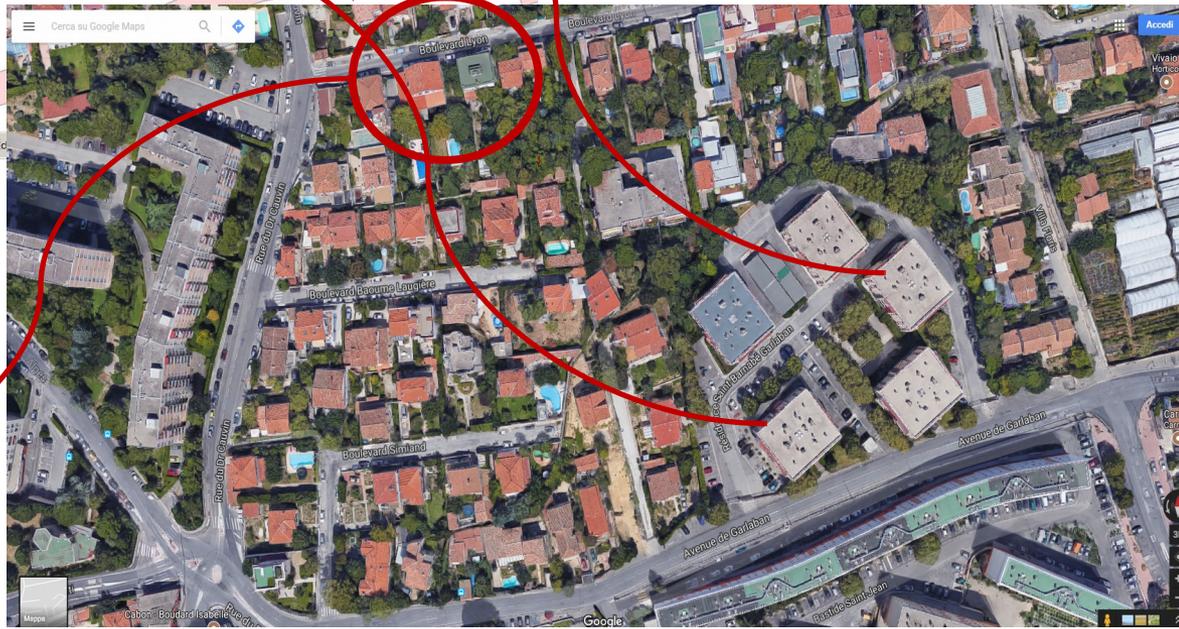
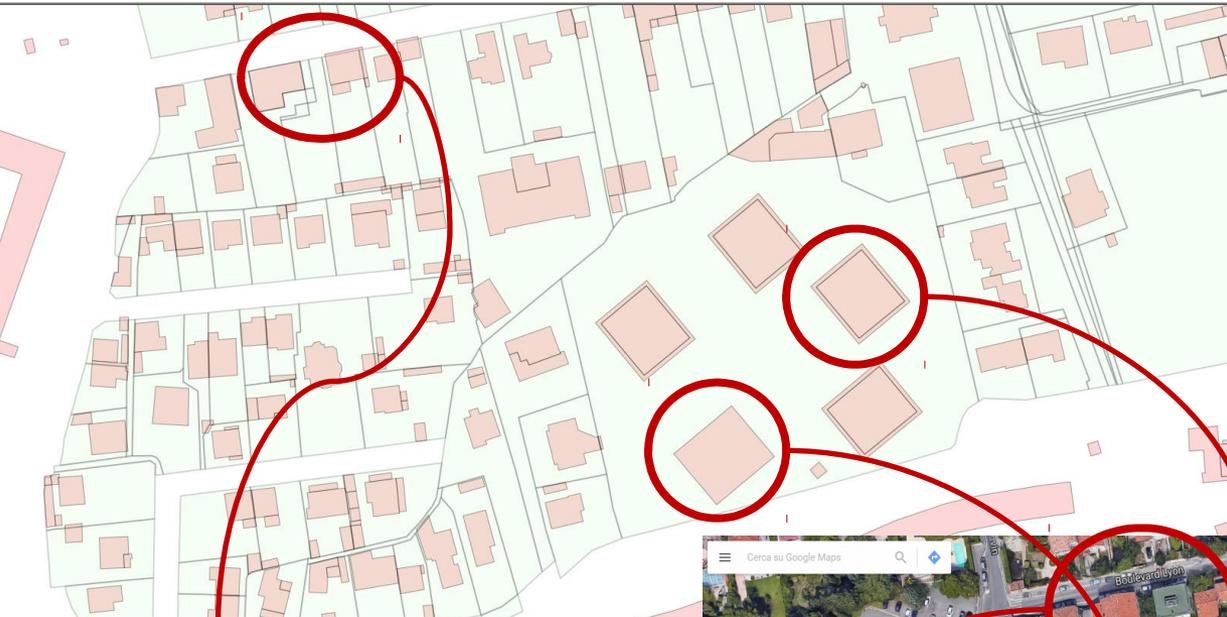
Le rapprochement entre les deux bases de données est parfois très compliqué.

1. découpage (aléatoire) des bâtiments dans la BD TOPO
2. les points "bâtiment" des fichiers fonciers sont concentrés au milieu de la parcelle
3. plusieurs bâtiments peuvent être positionnés sur la même parcelle
4. plusieurs parcelles peuvent composer une copropriété multi-parcellaire



Rejet des petits bâtiments (annexes)

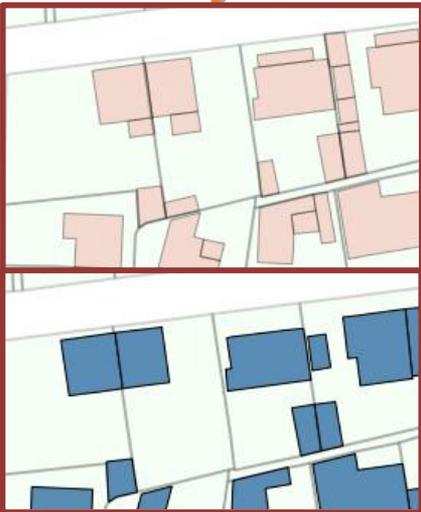
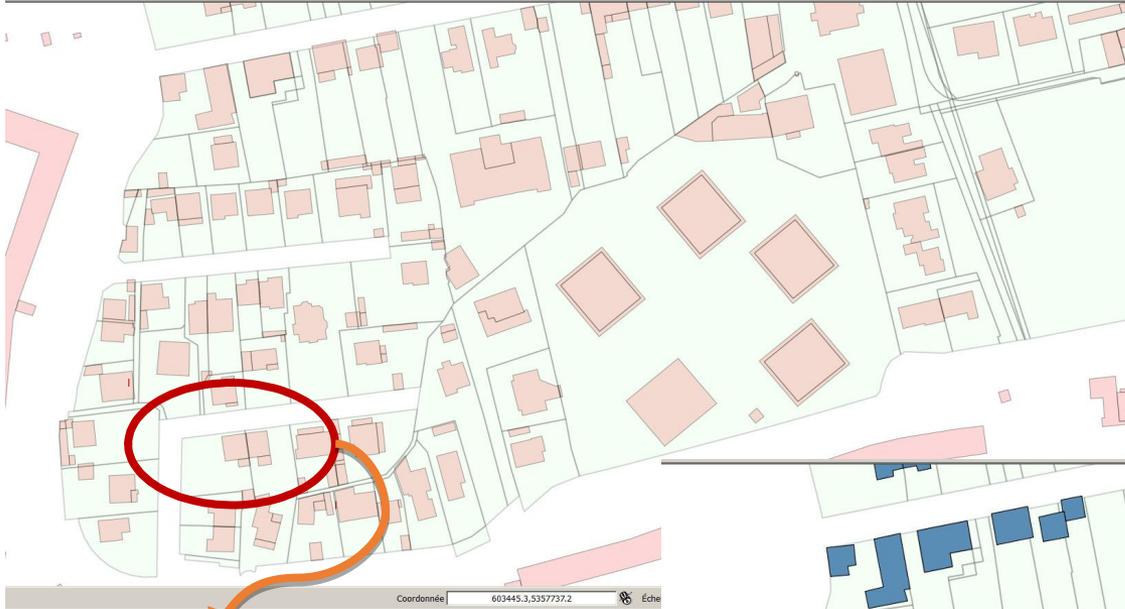
La précision des contours des bâtiments n'est pas parfaite et est parfois aléatoire.



Rejet des petits bâtiments (annexes)

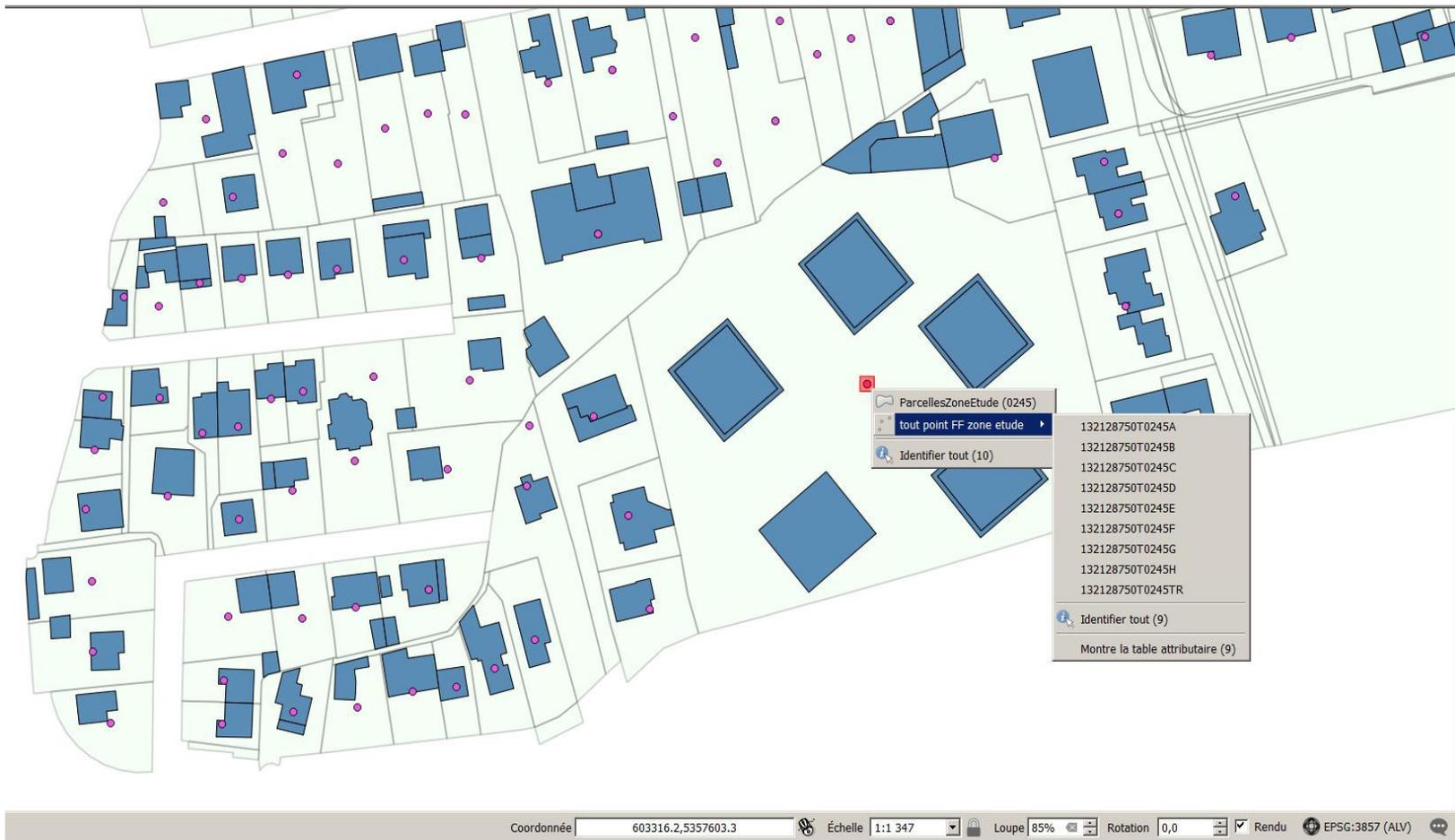
Elimination des annexes ayant une surface inférieure à 40 m^2 et un volume inférieur à 120 m^3

Ce choix devra être validé par le terrain.



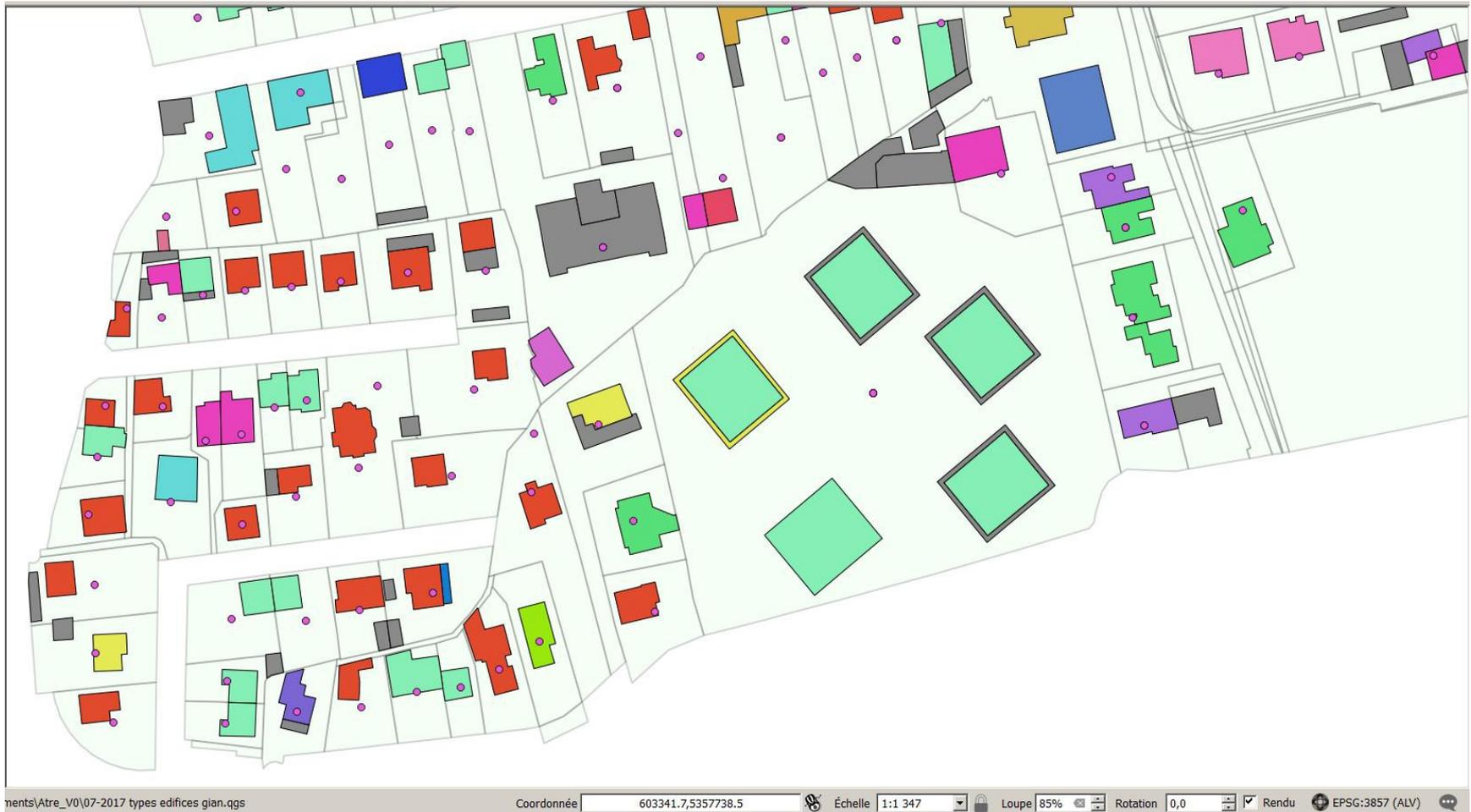
Associer une date aux bâtiments

Les points des bâtiments sont associés aux polygones de la BD TOPO



Associer une date aux bâtiments

Les dernières corrections devront être apportées manuellement (travail in-situ, ex-situ)



Approche basée sur les SIG



Surfaces mitoyennes



Orientations des façades



Hiérarchisation des façades

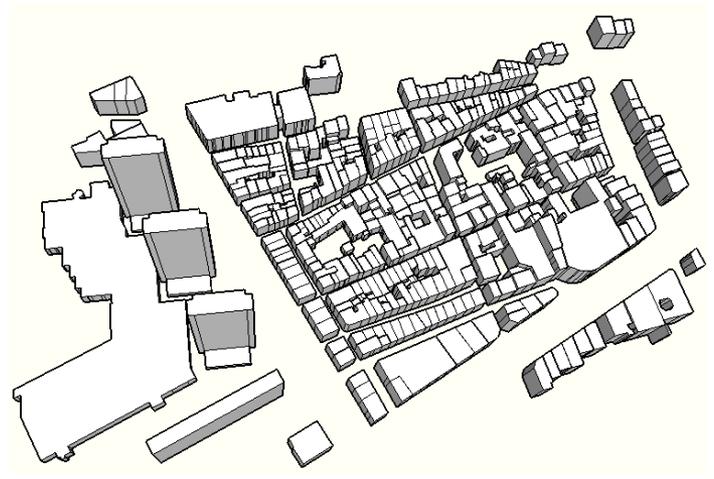


Typologie des bâtiments

Approche basée sur les SIG



Fichier.csv Qgis (polygones + hauteurs des bâtiments)



Maquette 3D : étude de l'ensoleillement avec T4SU

T4SU outil développé par le CRENAU (ENSA-Nantes) utilisé comme plugin dans SketchUp permet d'évaluer :

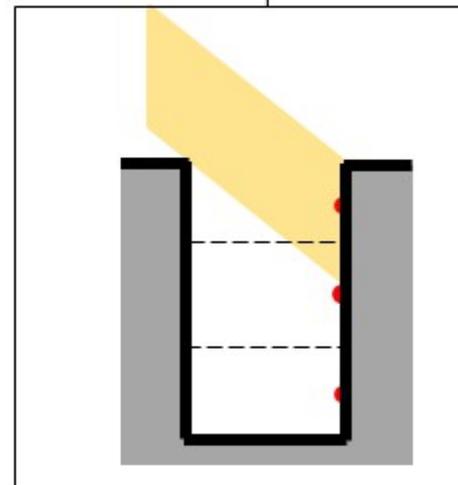
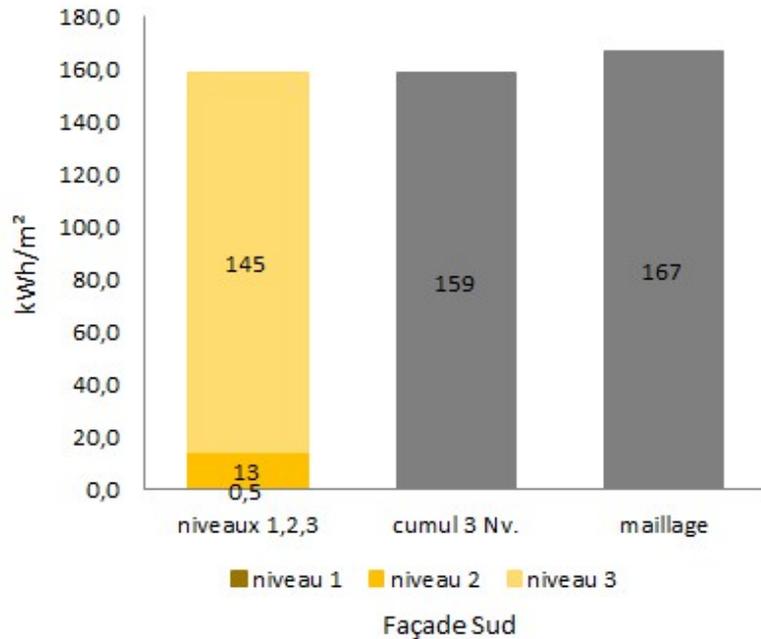
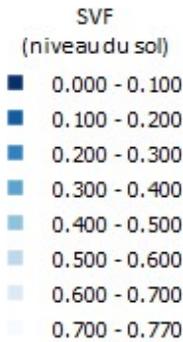
- SVF partie du ciel visible
- Rayonnement théorique direct reçu

Une procédure a été mise en place pour évaluer le rayonnement réel (fichiers météo) reçu par m² de façade avec la prise en compte des masques dus aux bâtiments environnants.



résultats de rayonnement solaire global par m² de façade

Validation des résultats



Évaluation de la fraction d'ensoleillement en fonction de la hauteur (Nb. d'étages)

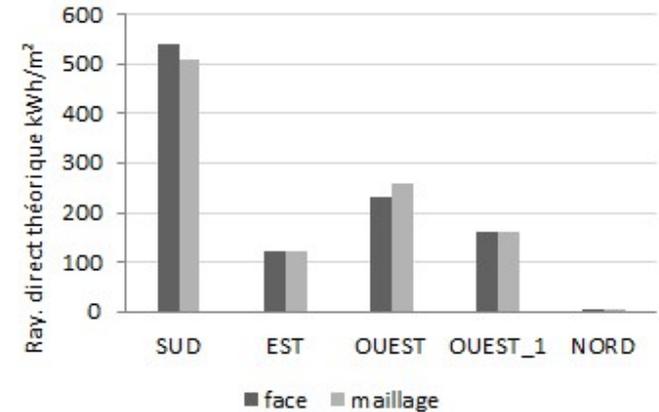
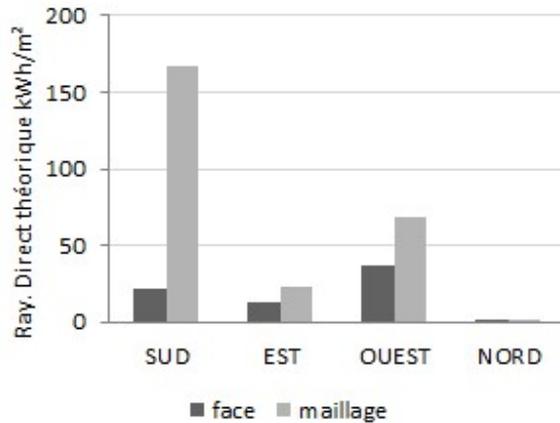


Pondération des flux solaires reçus par type constructif et par orientation



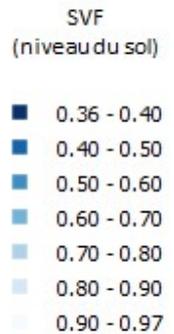
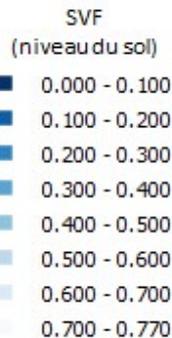
Validation des flux reçus : comparaison avec les fichiers météo pondérés à l'aide des masques pris avec la photo fish-eye

Validation des résultats



	SUD	EST	OUEST	NORD
face	22	12,4	37	0,5
maillage	167	23,4	69	0,45
rapport face/maillage %	13	53	54	110

	SUD	EST	OUEST	OUEST_1	NORD
face	541	123	230	163	0,15
maillage	511	122	259	161	0,20
rapport face/maillage %	106	101	89	101	77



- Comparaison entre le calcul par façade et le calcul à partir de la discrétisation (maillage) des façades

Caractérisation des enveloppes

Les différentes composantes d'enveloppe

Synthèse et interprétation données utilisés

Typologie < 1914	Ratio					Ratio
SFH.01	15%					
Principale Secondaire	21%					14%
	9%					
parois	Fenêtres	porte	toit	PL bas sur VS	PL bas sur TP	classe pont thermique
1,37	4,80	4,50	2,78	2,40	0,61	Low
123Reno	TABULA	123Reno	123Reno	123Reno	123Reno	TABULA

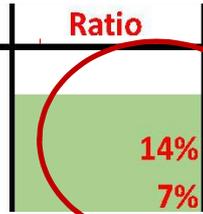
ratios résultant des analyses des photos

Les valeurs employées et leur origine

les ratios d'ouvertures venant des nomenclatures et ceux évalués par l'analyse photogrammétrique des façades

Caractérisation des façades

ratios résultant des analyses des photos



SFH.01.	Principale/Secondaire	Fenêtres	Façade	ratio
BATIMENT0000000257912673	P	19166,00	185000,00	10,36%
	S	702,00	10500,00	6,69%
BATIMENT0000000259327296	P	40908,00	229400,00	17,83%
	S			
BATIMENT0000000257912409	P	5000,00	37164,00	13,45%
	S			



l'analyse des ratios d'ouverture des façades devra être implémentée par les prises de photos sur le terrain des différents archétypes.

Bilans thermiques

Des procédures de calculs ont été développées sur Qgis pour établir le bilan thermique de chaque bâtiment

➔ Les pertes de chaleur par l'enveloppe

➔ Les pertes de chaleur par ventilation (volumes d'échange d'air ont été estimés pour chaque type de bâtiment)

$$Q_{loss} = [(\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \psi_k) + (Vh \times Q_v \times 0,34)] \times DH$$

$$Q = Q_{loss} - [(Q_G \times \tau \times sf \times A_f) + (Q_i \times A)]$$

Q_G Radiation solaire reçue

Q besoin en chauffage [MWh]

τ ratio d'ouverture des façades (Nomenclatures)

sf facteur solaire des fenêtres (Nomenclatures)

A_f surface d'enveloppe [m²]

Q_i apports internes [MWh/m²]

A surface chauffée [m²]



Bilan thermique kWh/m²

Travail de terrain

1. Edifices :

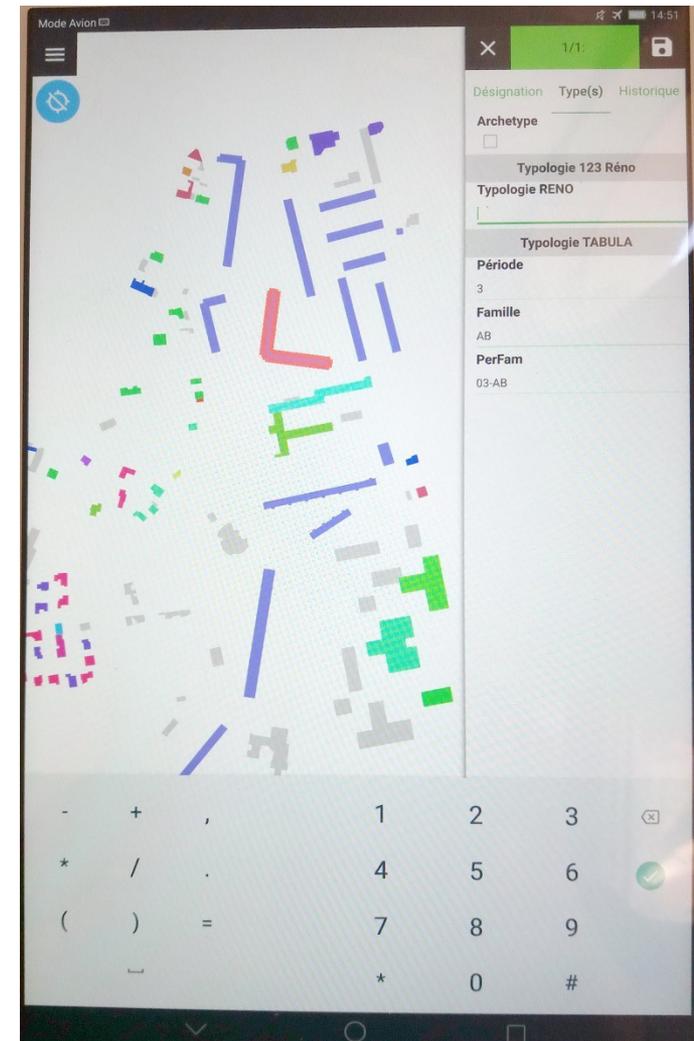
- Vérification (PerFam) des dates FF
- Assignation Type 123 Reno
- Vérification des édifices rejetés
- Affectation des Archétypes
- Taux renov (1 menuiseries; 2 rénov complète; 3 isolation ext)
- Qualité architecturale (possibilité d'accepter une isolation par l'extérieur)
- Commentaires

1. Façades :

- Vérification de la hiérarchie
- vérification des taux de vitrage
- Rénovation fenêtres (%)

1. Plancher bas :

- Ratio pl bas vers extérieur/local non chauffé/commerce (25%; 50%; 75%; 100%)



Résultats de la campagne de terrain

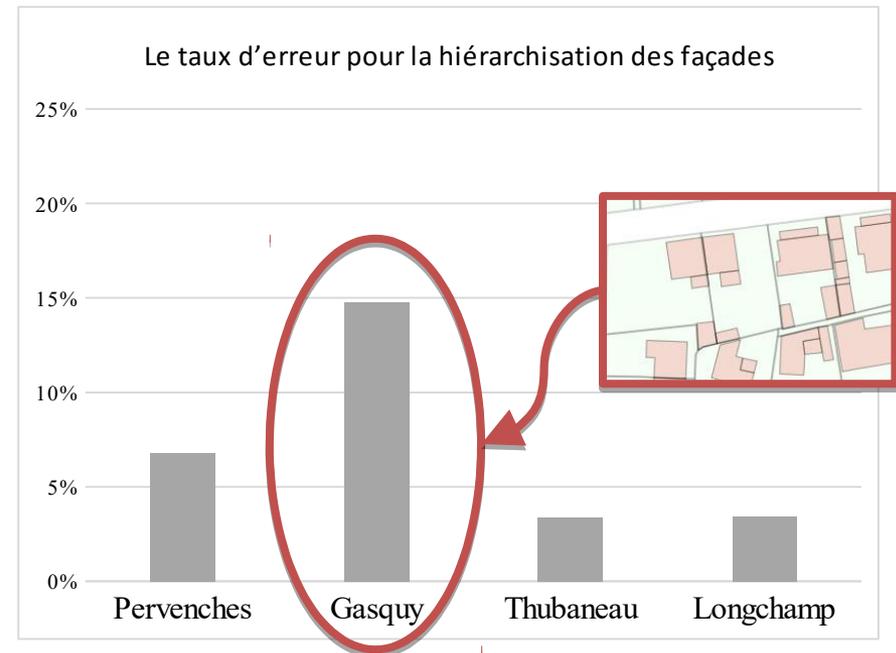
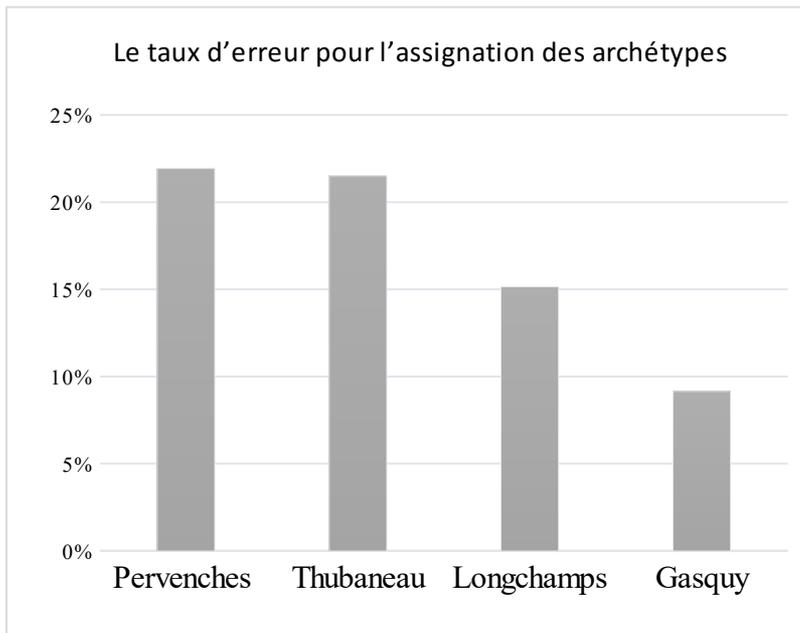
- **Participants**

La campagne de terrain a été menée grâce au travail du laboratoire PROJECT[s], pour les iris urbains, et des différents partenaires du projet, ainsi que de 4 étudiants de l'école d'architecture embauchés par EnvirobatBDM en stage, pour la commune de Septèmes les Vallons.

- **Objectifs**

Le premier objectif était de vérifier les procédures automatiques concernant le taux d'erreur pour l'assignation des archétypes et le taux d'erreur concernant la hiérarchisation des façades.

Le deuxième objectif était d'améliorer la qualité des informations des nomenclatures



Résultats de la campagne de terrain



Ces résultats sont fondés sur l'analyse de 594 bâtiments construits avant 1915.
Concernant les autres périodes constructives nous avons moins de cas d'étude, mais suffisants.

Conclusions et perspectives

En quoi l'atlas peut contribuer à faire la ville intelligente ?

- La question de la rénovation est traitée dans sa globalité
 - La lecture énergétique multiscalaire permet d'éviter l'analyse au prisme de la performance (isolation, solutions technologiques)
 - L'agrégation de données à des échelles supérieures, quartier, IRIS, ville permet aussi une analyse socio-économique (précarité énergétique)

- Favoriser une meilleure coordination entre les parties prenantes de la rénovation énergétique
 - L'atlas est outil commun, fédérateur et évolutif

- Favoriser l'implication citoyenne
 - Accès à une information appropriée qui aide à la prise de décision

Conclusions et perspectives

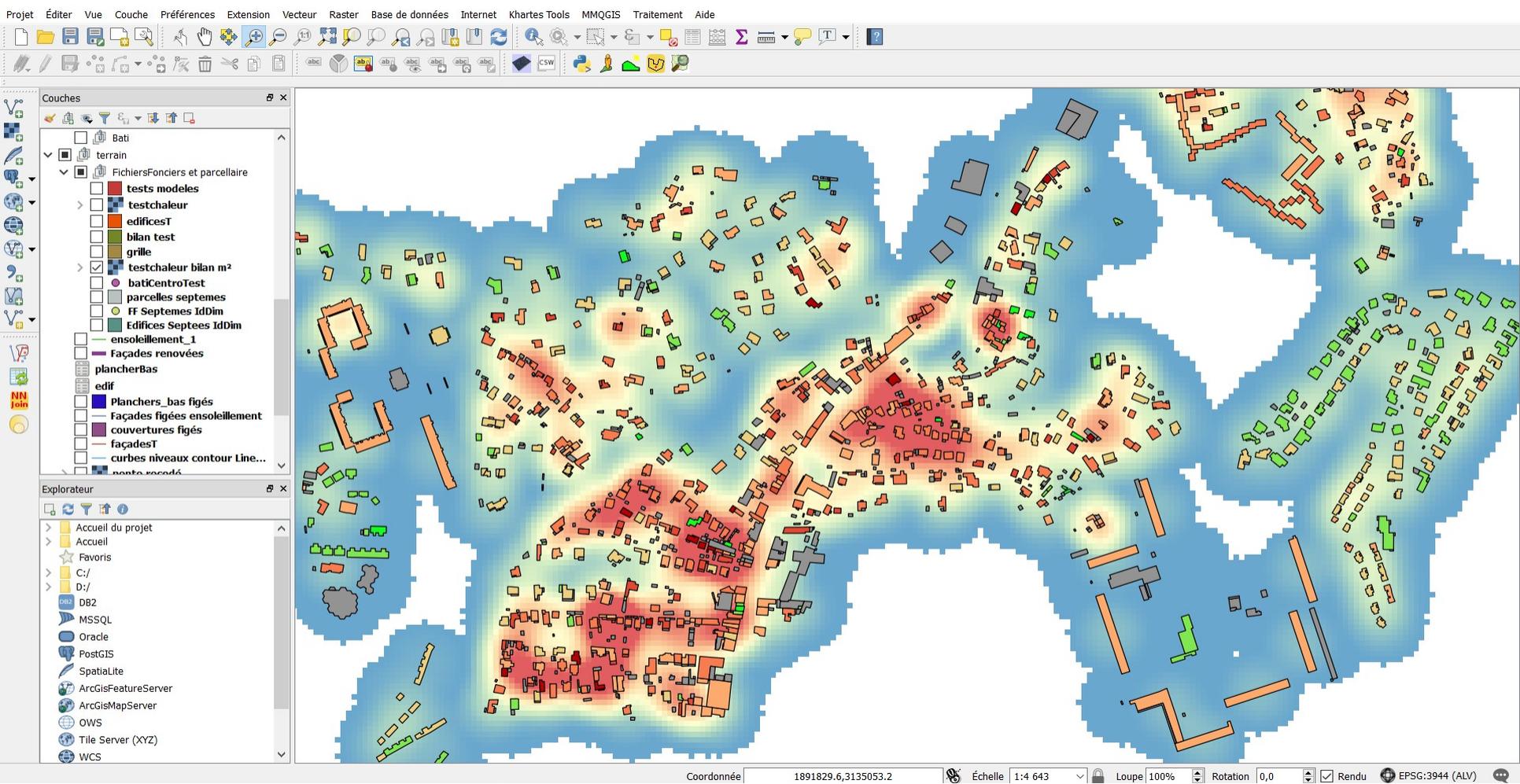
Au delà de la lecture énergétique à différentes échelles du territoire en vue de la massification, les données produites permettront d'appréhender la problématique énergétique de la ville et de l'architecture

→ L'atlas est un outil qui permettra d'analyser les interactions entre forme bâtie et comportement énergétique

- Interroger les facteurs morphologiques ayant une influence sur l'énergie: *Masques urbains et potentiel solaire, mitoyenneté, développé d'enveloppe, rugosité des enveloppes, rapport plein/vide (densité du bâti), déperditions/apports solaires/potentiel de ventilation/éclairage naturel/potentiel production d'énergie*

- Croisement avec des données ayant une influence sur l'ICU: *présence de l'eau, du végétal, hypothèses évolutions climatiques*

Les bilans des besoins en chauffage



Merci pour voter attention

Gianluca Cadoni et Mohamed Belmaaziz
Laboratoire Project[s]
ENSA-Marseille

contact:

gianluca.cadoni@marseille.archi.fr

mohamed.belmaaziz@marseille.archi.fr