

## Développement de la Base de données DANUBE

7 mars 2025  
Toulouse



### LMDC :

**Marion Bonhomme (LMDC)**

Lorena de Carvalho Araujo (post-doc LMDC)

### LRA :

**Serge Faraut (LRA)**

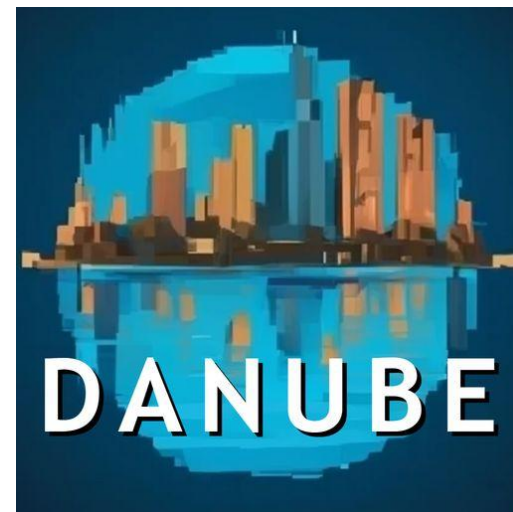
Nathalie Tornay (LRA)

Sandra Marques (LRA)

Lorena de Carvalho Araujo (post-doc LRA)

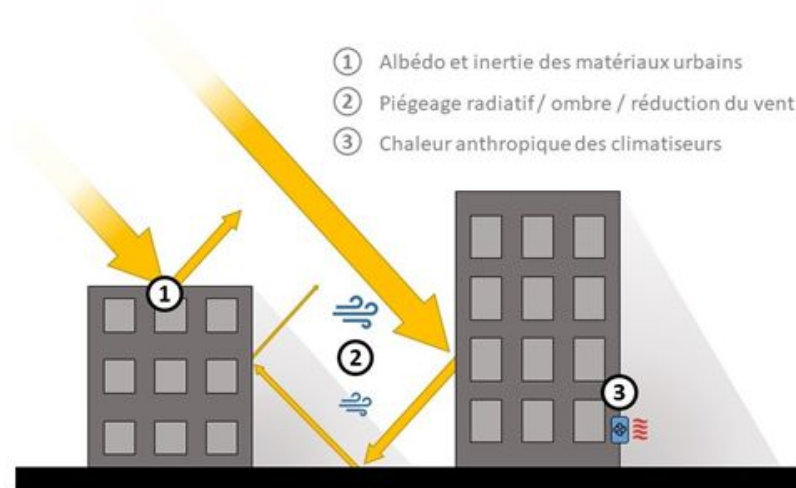
Anne Brunet (Stagiaire LRA - Master M2 TRENT - UT2J)

1. Principes de la **base de données DANUBE**
2. Enrichissement de la base de données DANUBE
3. Vers un « **Outil Danube** » : intégration dans un outil de spatialisation des données DANUBE



# 1. Principes de DANUBE

Le microclimat est influencé par les bâtiments (morphologie, matériaux, systèmes, etc.)



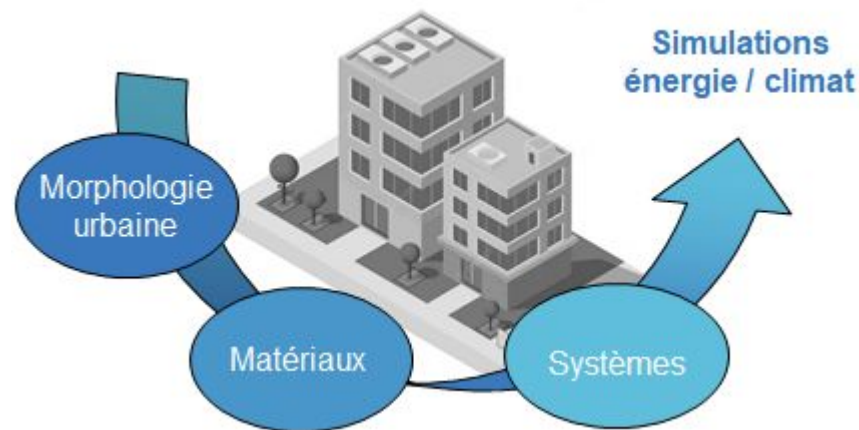
Mais il y a peu de bases de données sur le bâti permettant d'alimenter les modélisations climatiques à l'échelle ville :

- Les informations disponibles à l'échelle nationale ne sont pas assez détaillées
- Seul un nombre limité de bâtiments dispose de diagnostics énergétiques détaillés

# 1. Principes de DANUBE

**Objectifs** = Fournir des données pour tous les bâtiments français :

- pour des simulations énergie / climat
- Pour des diagnostics territoriaux

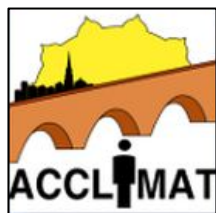


**Solution proposée** : une approche typologique

- Forme urbaine x Usage x Date de construction x Localisation géographique
- Information sur les matériaux de construction, le taux de vitrage, les systèmes

# 1. Principes de DANUBE

Danube a été développée au travers de plusieurs projets de recherche :



GAME  
CEJU CIRTA  
FNAU  
IRSTV  
LAVUE  
LIENSs  
LISST  
LRA

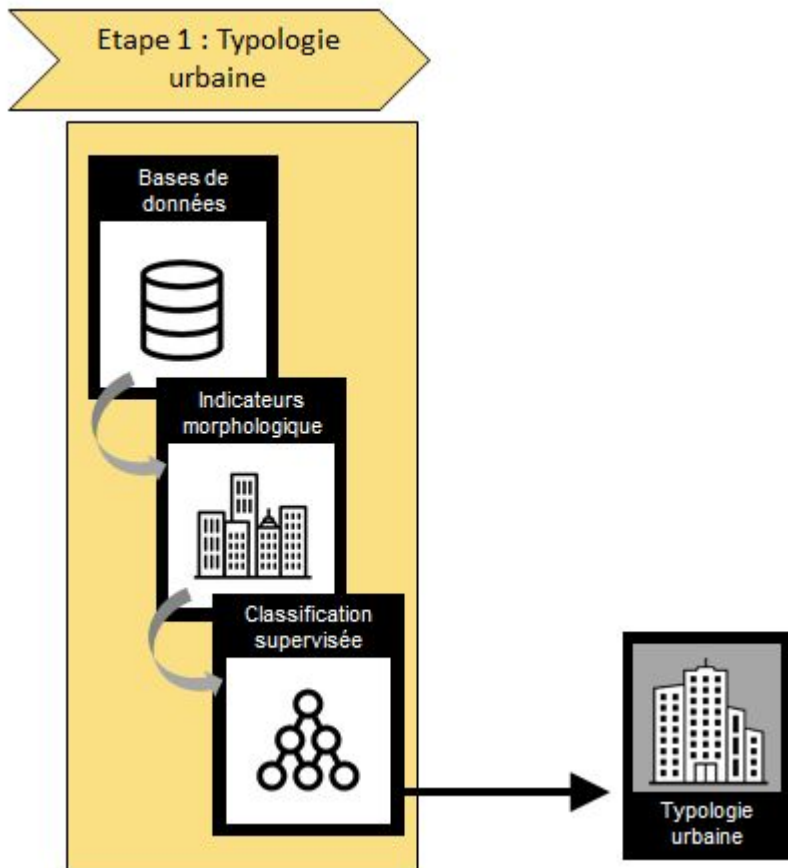


2010 - 2014

2014-2018

2022 - 2025

# 1. Principes de DANUBE



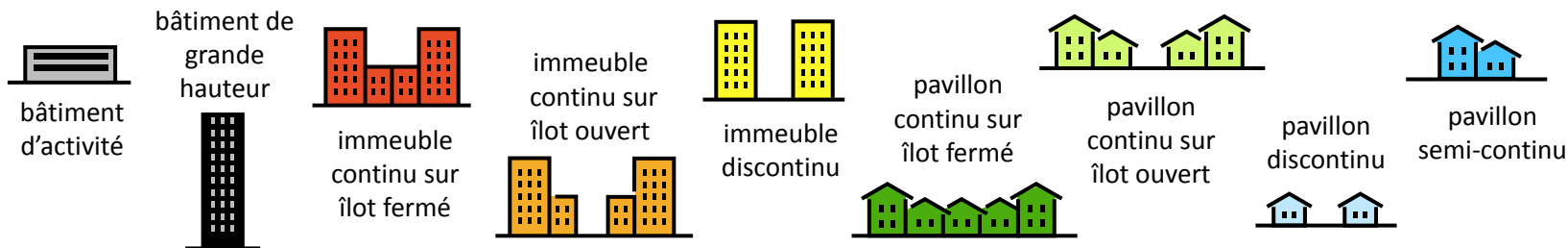
# 1. Principes de DANUBE

10 archétypes urbains ont été déterminés à partir de :

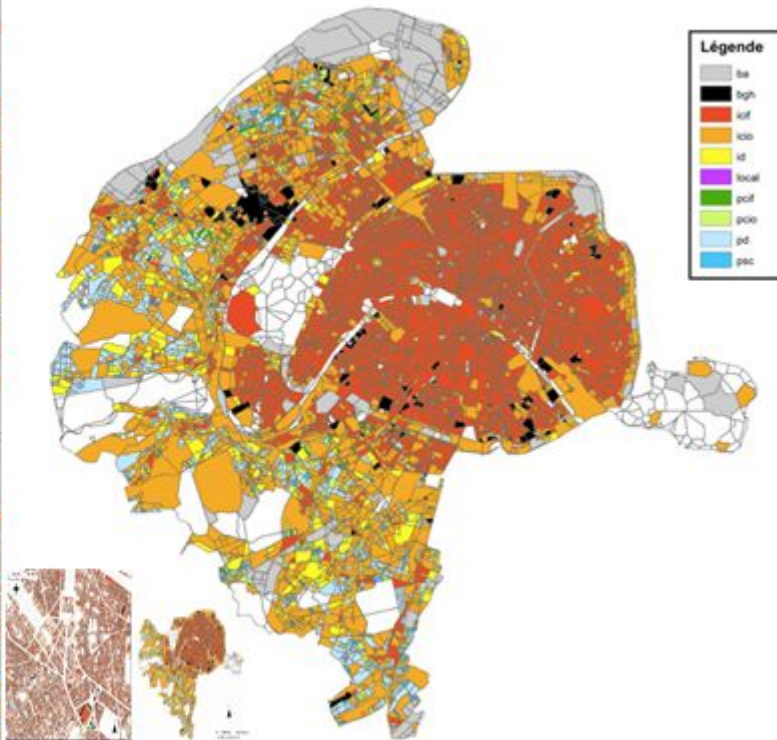
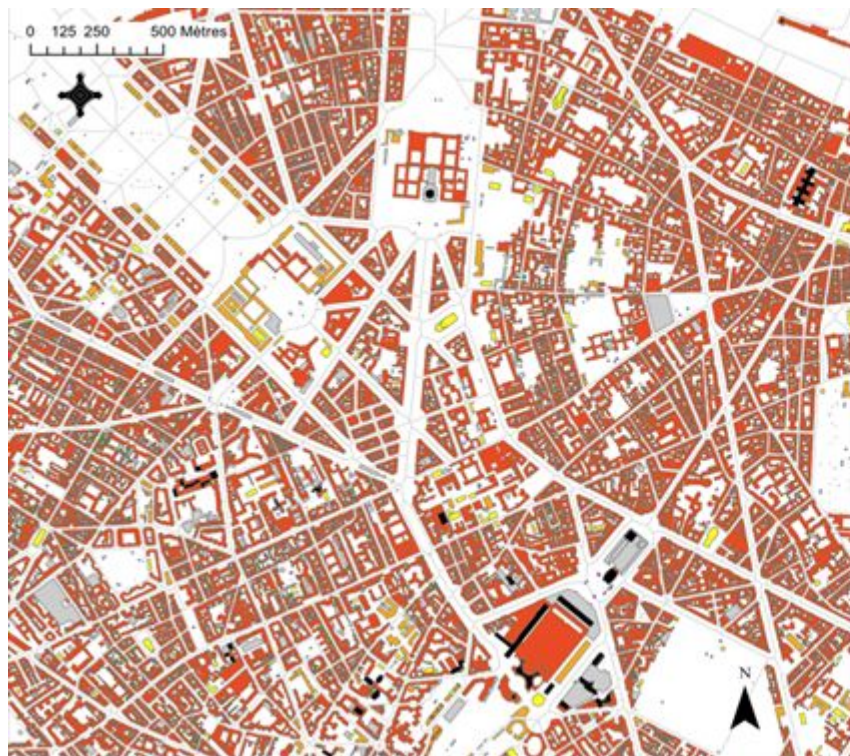
- recherche bibliographique
- questionnaire à destination des agences d'urbanisme (FNAU)

Classification supervisée :

- Pour pouvoir réaliser ce travail pour toutes les villes de France, les archétypes doivent être identifiés automatiquement.
- Apprentissage à partir de typologies pré-identifiées (18 359 bâtiments)
- La méthode sélectionnée, RandomForest, a une précision de 88,47%.

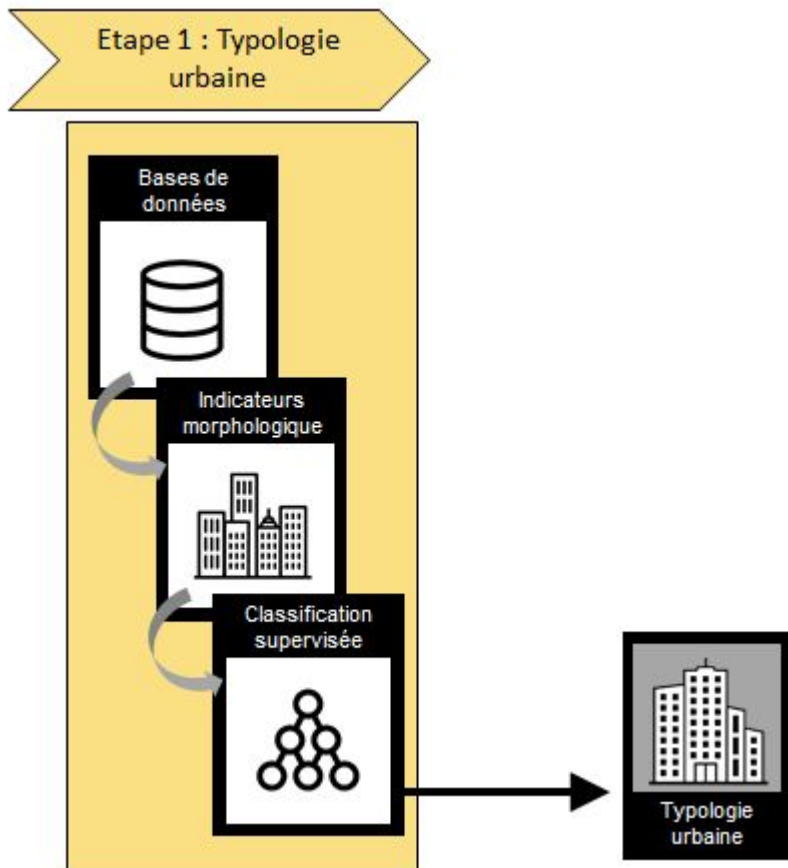


# 1. Principes de DANUBE

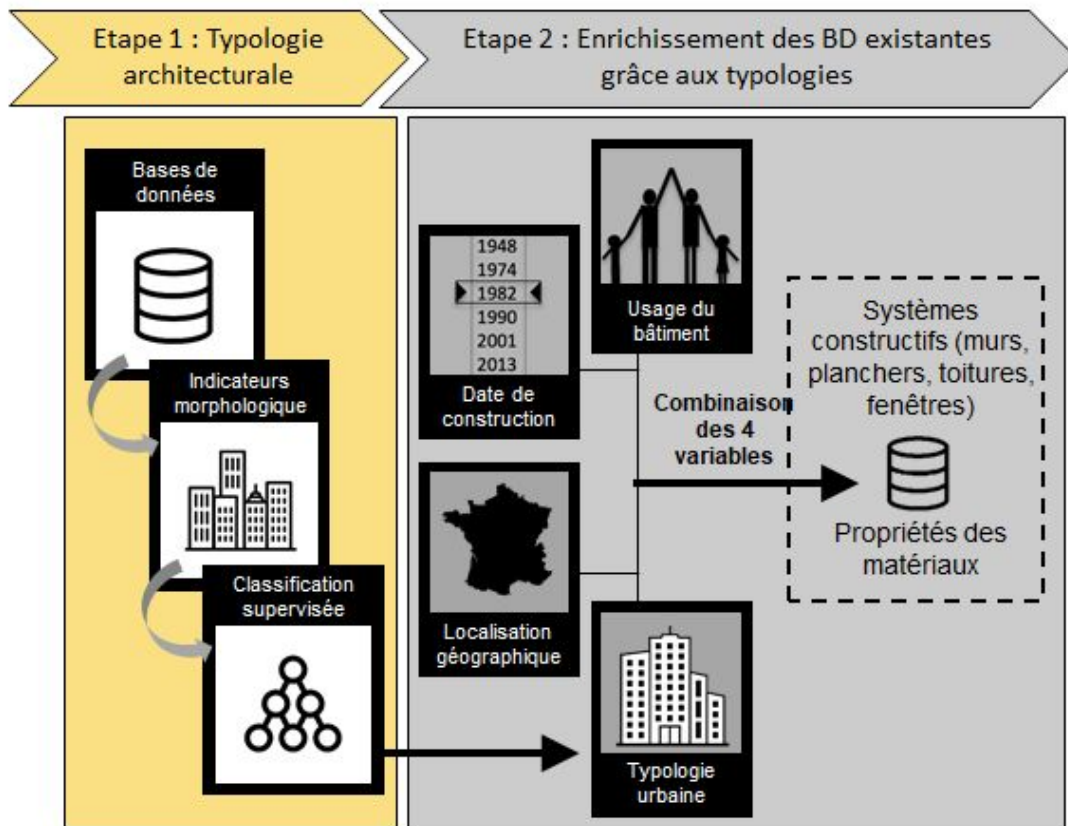




# 1. Principes de DANUBE



# 1. Principes de DANUBE



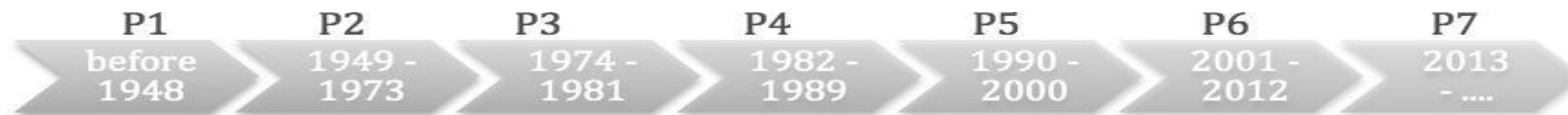
## Données d'usage

Bases de données nationales géoréférencées (BDTOPO-IGN) avec informations de natures et usages à l'échelle des bâtiments



## Période de construction

Basée sur ruptures dans l'histoire de l'architecture et les réglementations thermiques



## Localisation

Territoires de matériaux locaux



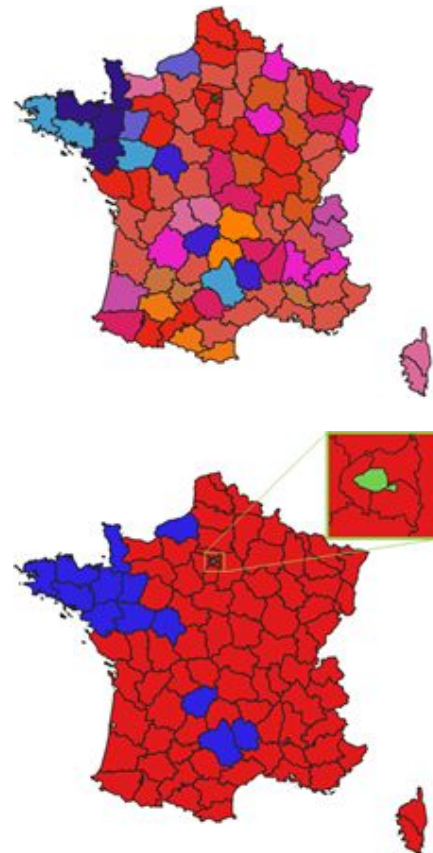
# 1. Principes de DANUBE



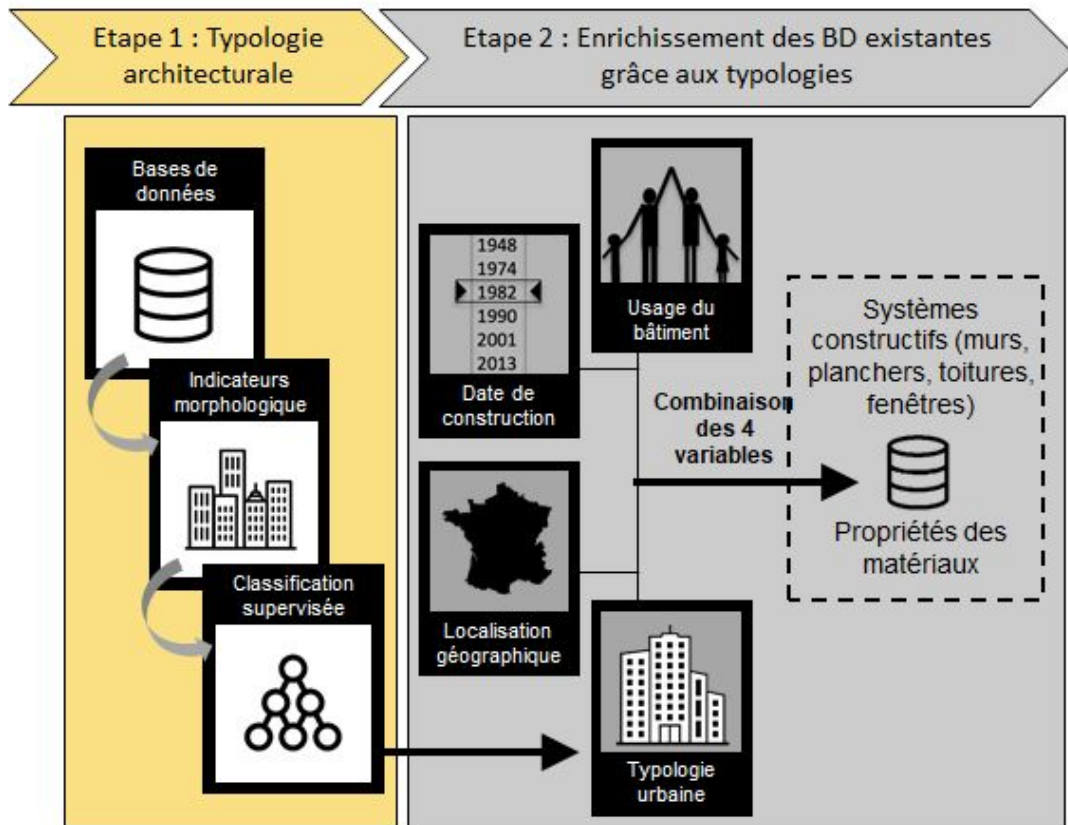
## Localisation

2 cartes décrivent les matériaux locaux pour les murs et les toits, pour les périodes suivantes :

- Période P1 : jusqu'à 1948, une grande diversité de territoires reflétant la diversité des matériaux locaux
- Périodes P2 et suivantes : à partir de 1949, l'industrialisation des procédés de construction uniformise les matériaux des murs, mais les toits sont toujours influencés par les habitudes locales



# 1. Principes de DANUBE

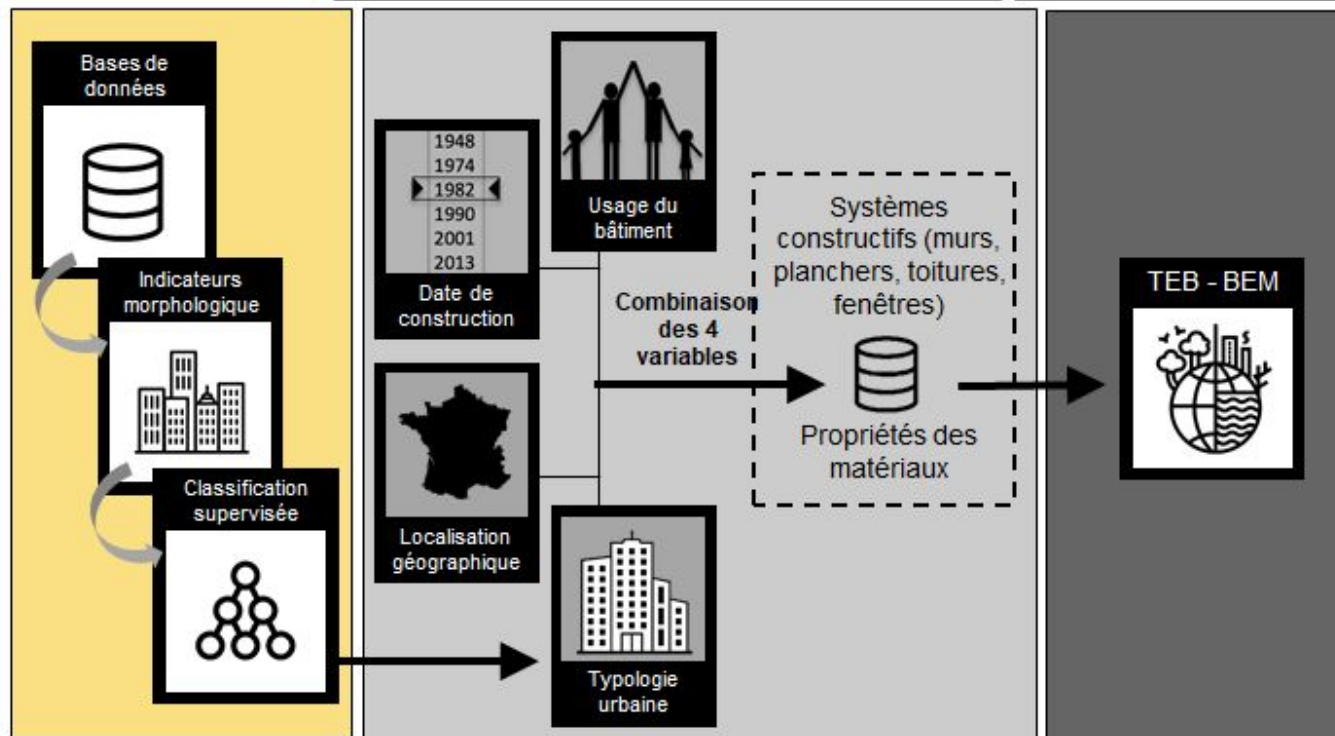


# 1. Principes de DANUBE

Etape 1 : Typologie architecturale

Etape 2 : Enrichissement des BD existantes grâce aux typologies

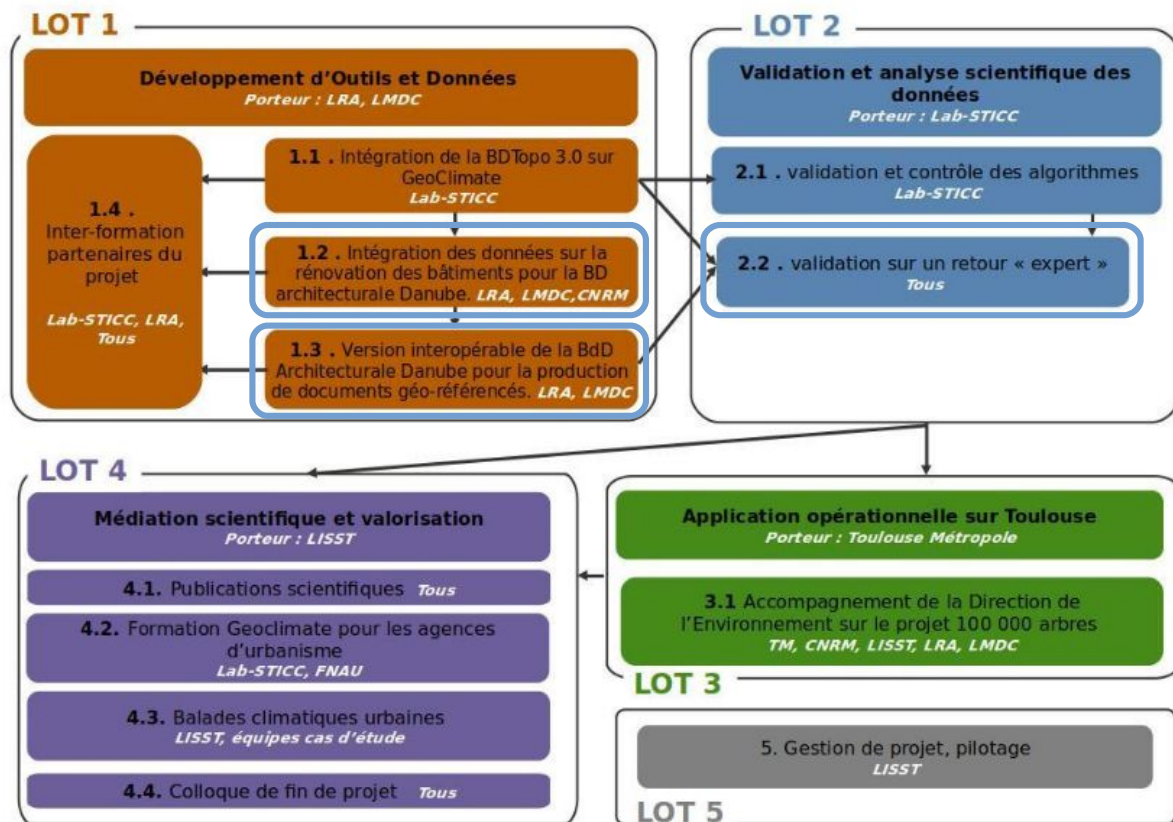
Etape 3 : Simulations énergie-climat



### Développements pour

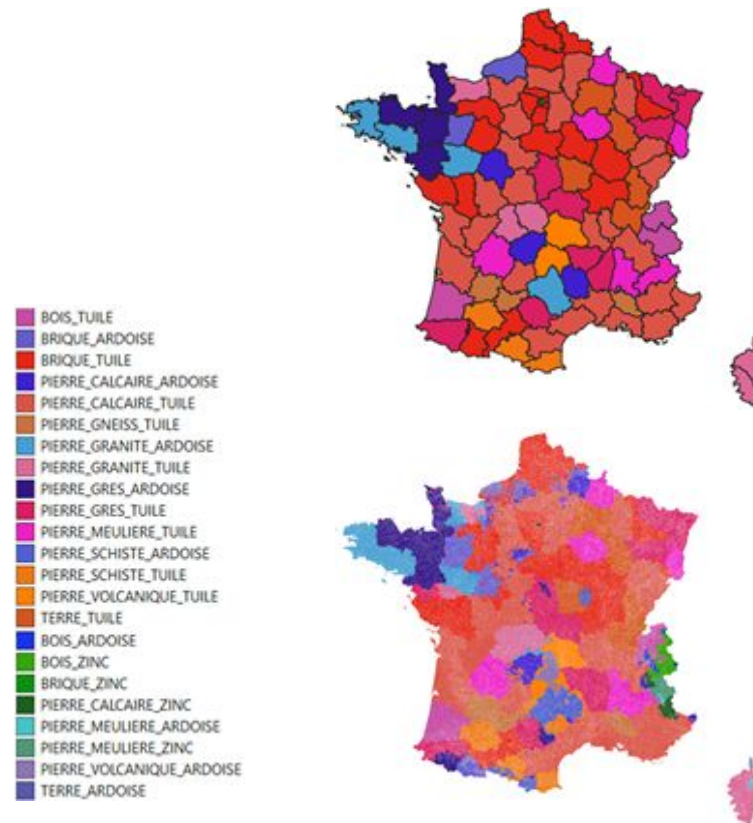
### PAENDORA 2 :

- Consolidation et enrichissement de la base de données
- Intégration dans un outil (traitement et spatialisation des données DANUBE)



### Consolidation de la base de données DANUBE

- Structuration de la base de données DANUBE
- Actualisation des données
- Passage de la localisation à l'échelle du département à celle la commune pour une meilleure caractérisation spatiale des archétypes architecturaux et urbains
- Prise en compte de la rénovation



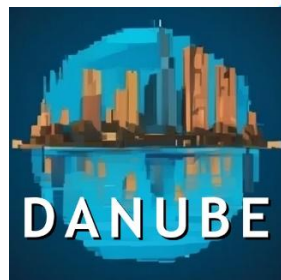


### Problématique

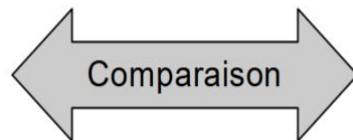
La BD Danube décrivait les bâtiments en fonction de leur date de construction, mais ne prenait pas en compte les rénovations successives qui ont pu avoir lieu.

### Méthode

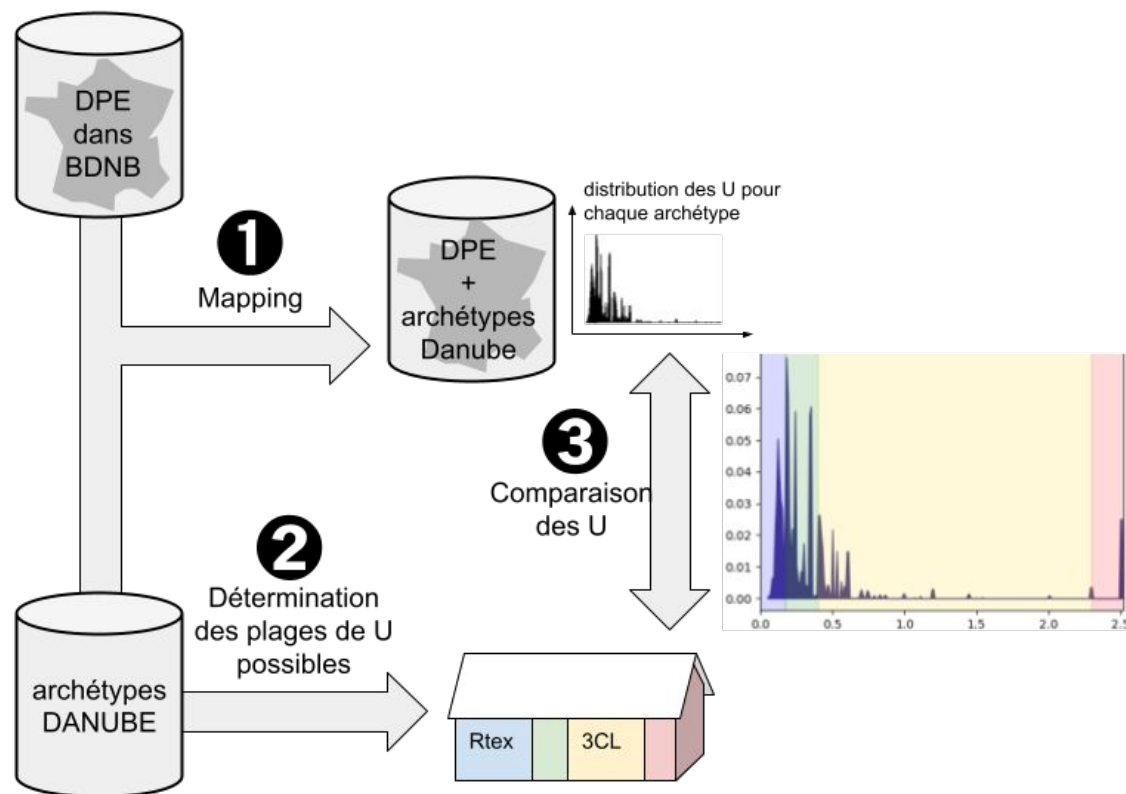
Utiliser les données des diagnostics de performance énergétique (DPE) pour estimer l'écart entre les niveaux d'isolation obtenus à partir de Danube et les niveaux d'isolation évalués lors des DPE, disponibles dans la BDNB.



- Umurs
- Utoits
- Type de Vitrage



- 1** Identification des archétypes DANUBE dans la BDNB
- 2** Détermination des plages de valeur U attendues pour les dispositifs mur et toit de la BD Danube.
- 3** Comparaison des valeurs U des données DPE avec la plage attendue de Danube.



## 2. Enrichissement de DANUBE

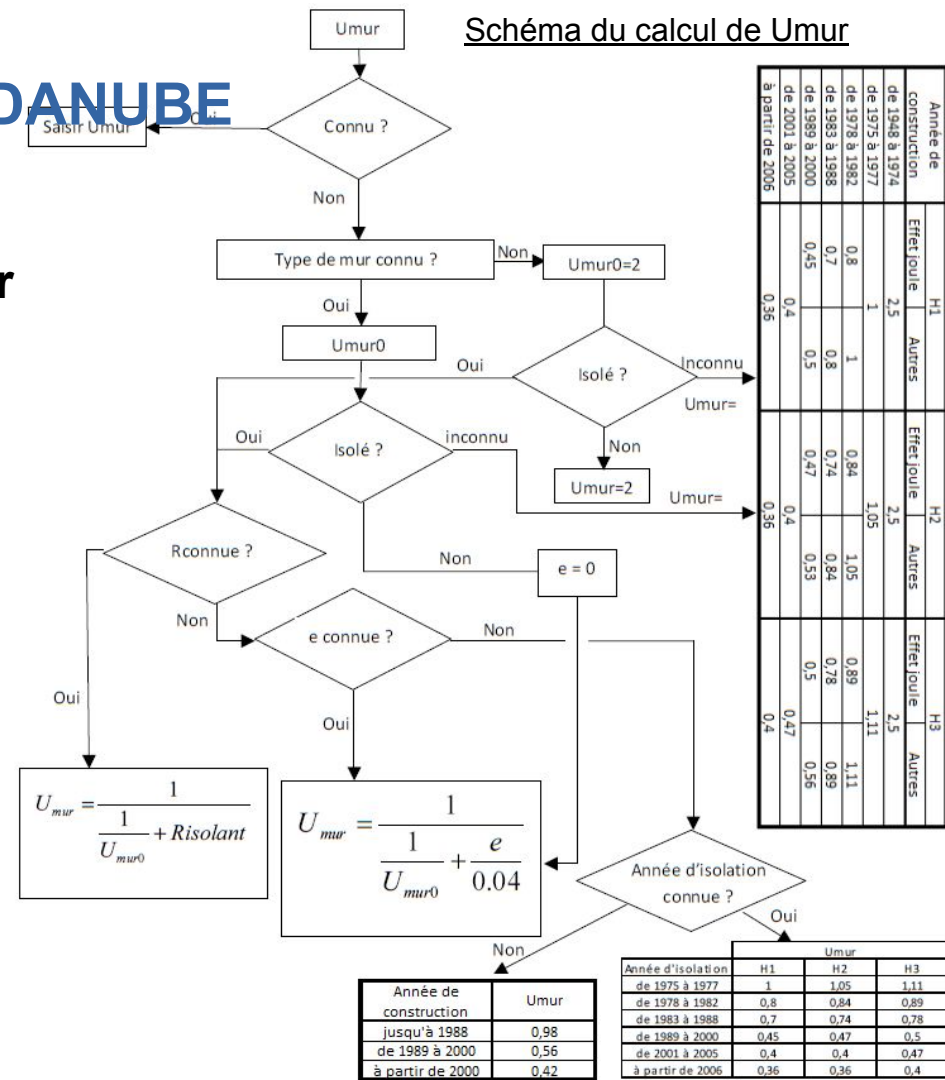
### Schéma du calcul de Umur

## 2 Détermination des plages de valeur U

U

### Méthode 3CL :

- Conçue pour aborder une diversité de situations terrain
- Schémas de définition de la valeur U
  - Calcul : + d'information
  - Valeurs forfaitaires : moins information



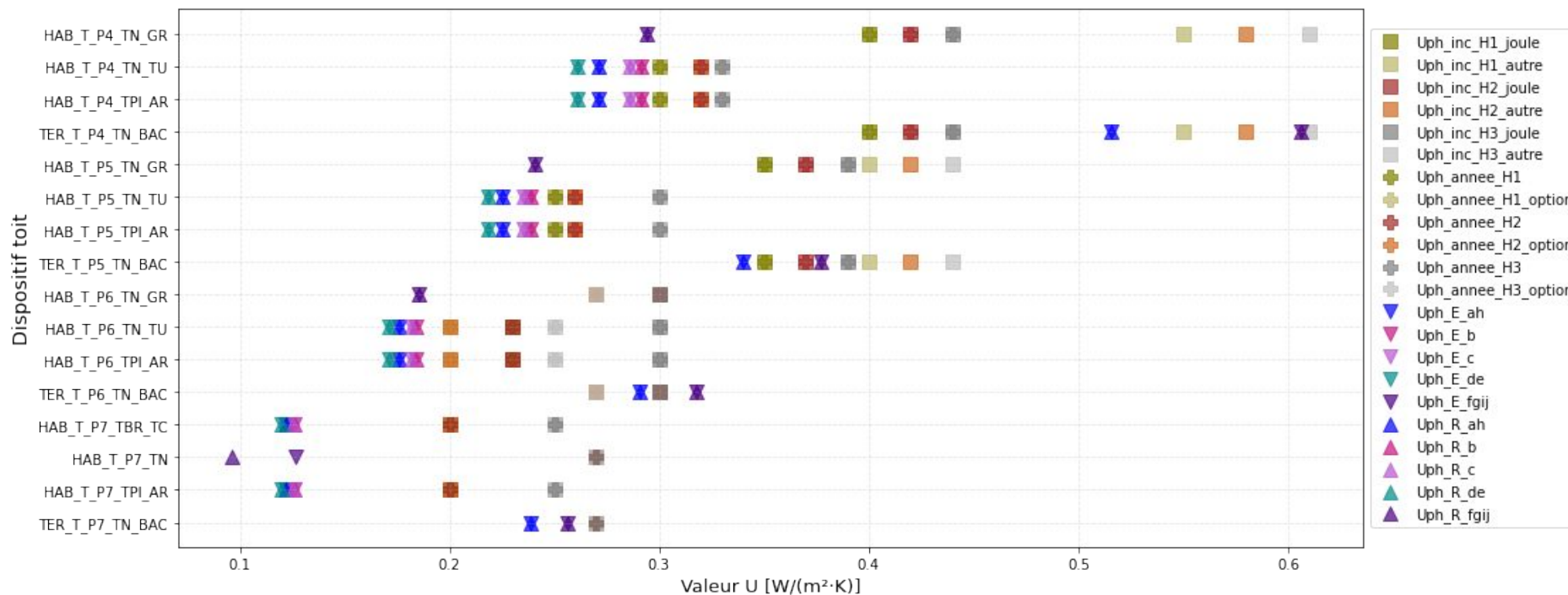
| Année de construction | H1          |        | H2          |        | H3          |        |
|-----------------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
|                       | Effet/Isolé | Autres | Effet/Isolé | Autres | Effet/Isolé | Autres |
| de 1948 à 1974        | 2,5         | 1      | 2,5         | 1,05   | 2,5         | 1,11   |
| de 1975 à 1977        | 0,8         | 1      | 0,84        | 1,05   | 0,89        | 1,11   |
| de 1978 à 1982        | 0,7         | 0,8    | 0,74        | 0,84   | 0,78        | 0,89   |
| de 1983 à 1988        | 0,45        | 0,5    | 0,47        | 0,53   | 0,5         | 0,56   |
| de 1989 à 2000        | 0,4         | 0,4    | 0,4         | 0,47   | 0,47        | 0,47   |
| de 2001 à 2005        | 0,36        | 0,36   | 0,36        | 0,4    | 0,4         | 0,4    |
| à partir de 2006      | 0,36        | 0,36   | 0,36        | 0,4    | 0,4         | 0,4    |

| Année de construction | Umur |
|-----------------------|------|
| jusqu'à 1988          | 0,98 |
| de 1989 à 2000        | 0,56 |
| à partir de 2000      | 0,42 |

| Année d'isolation | Umur |      |      |
|-------------------|------|------|------|
|                   | H1   | H2   | H3   |
| de 1975 à 1977    | 1    | 1,05 | 1,11 |
| de 1978 à 1982    | 0,8  | 0,84 | 0,89 |
| de 1983 à 1988    | 0,7  | 0,74 | 0,78 |
| de 1989 à 2000    | 0,45 | 0,47 | 0,5  |
| de 2001 à 2005    | 0,4  | 0,4  | 0,47 |
| à partir de 2006  | 0,36 | 0,36 | 0,4  |

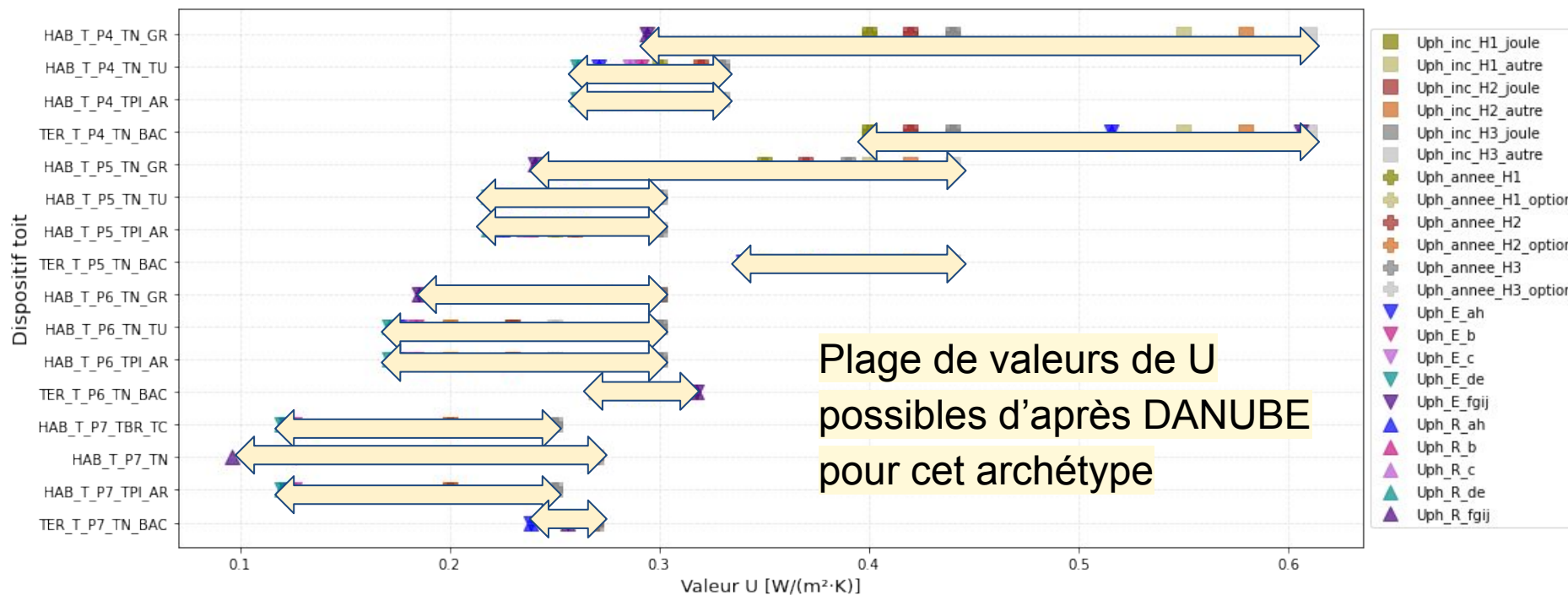
## 2 Détermination des plages de valeur U

Exemple : Valeurs U des toits isolés



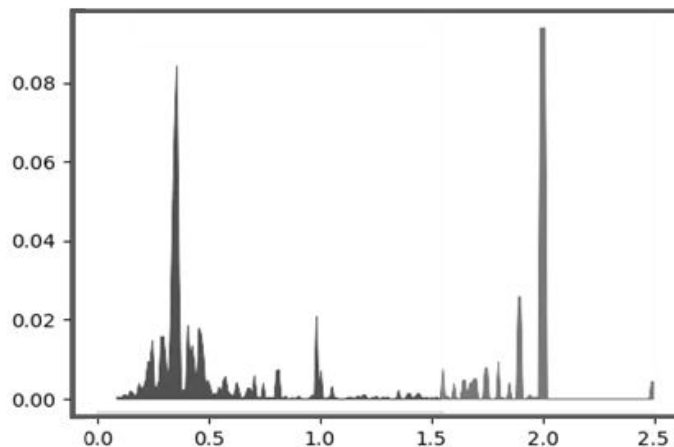
### 2 Détermination des plages de valeur U

Exemple : Valeurs U des toits isolés



### ③ Comparaison des valeurs U des données DPE avec la plage attendue de Danube

Pour 944 765 bâtiments, nous avons comparé les U issus des DPE à ceux de DANUBE



*Densité de probabilité des valeurs de coefficient U des murs pour l'archétype « Pavillon-Logement-Avant 1949-Territoire Terre »*

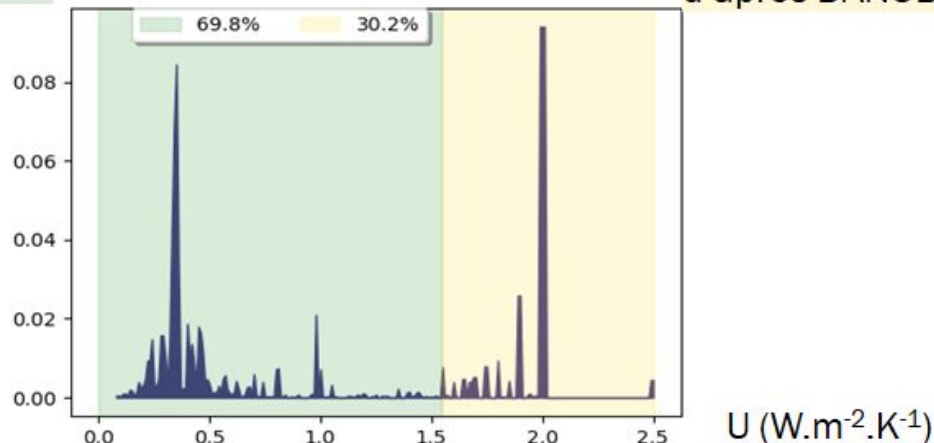
### ③ Comparaison des valeurs U des données DPE avec la plage attendue de Danube

Pour 944 765 bâtiments, nous avons comparé les U issus des DPE à ceux de DANUBE

Plage de valeurs de U correspondant à des rénovations



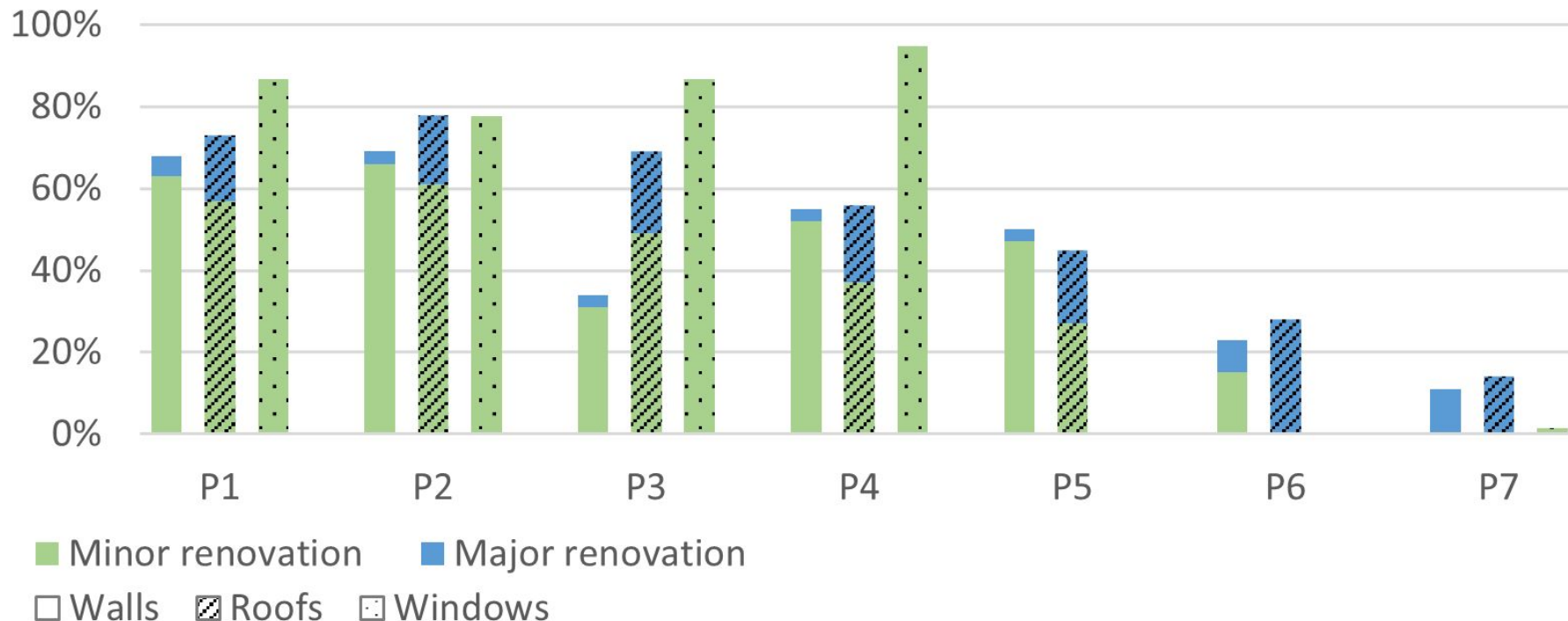
Plage de valeurs de U possibles d'après DANUBE pour cet archétype



*Densité de probabilité des valeurs de coefficient U des murs pour l'archétype « Pavillon-Logement-Avant 1949-Territoire Terre »*

### Résultats

Part de bâtiments rénové selon la période





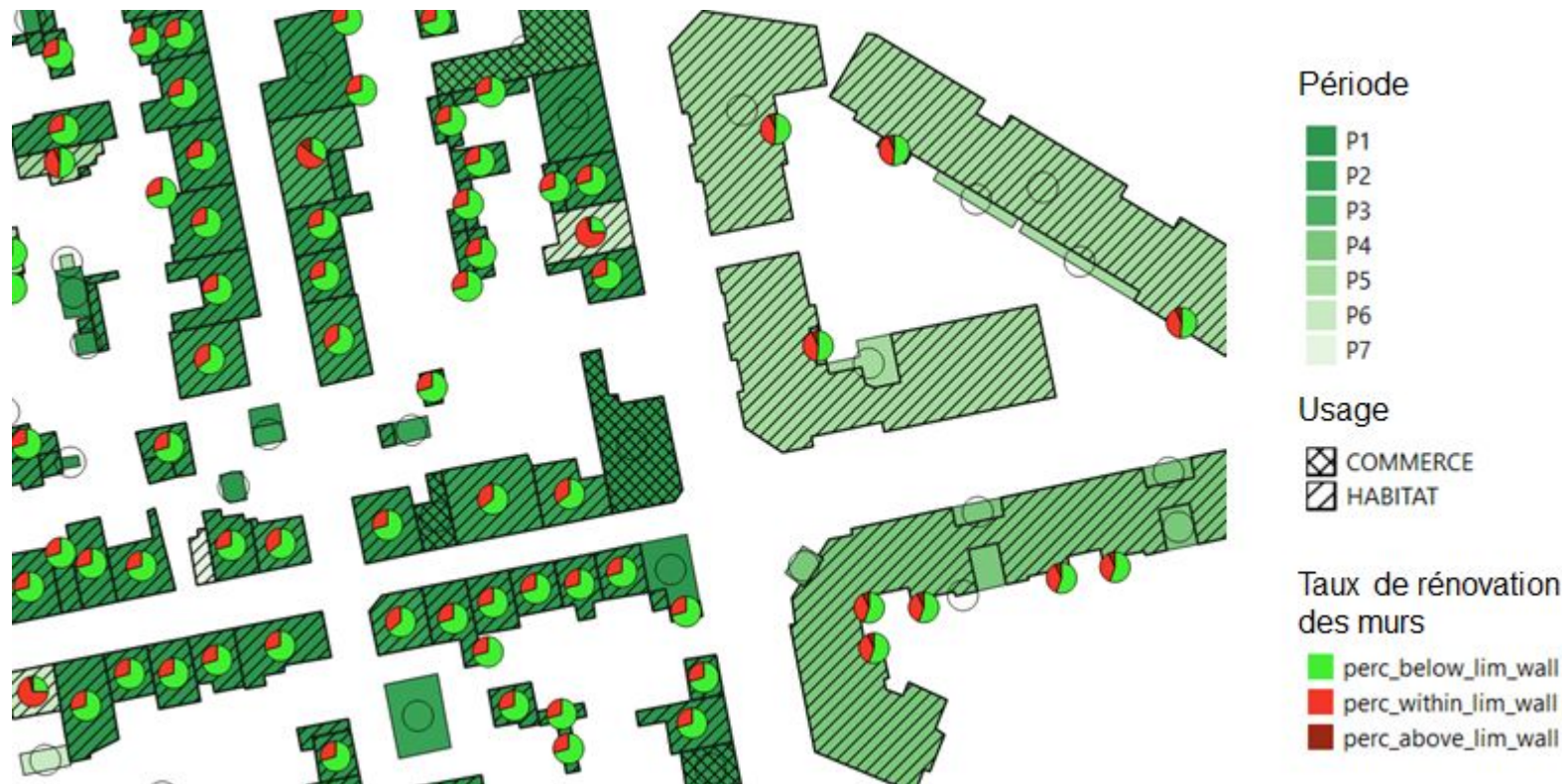
### Résultats

Parts de logements rénovés (murs et toits) selon les dates de construction et les typologies:

| Période      |                              |      | Habitat |       | Habitat pavillonnaire |       | Habitat collectif |       |
|--------------|------------------------------|------|---------|-------|-----------------------|-------|-------------------|-------|
| Code période | Limites date de construction |      | Murs    | Toits | Murs                  | Toits | Murs              | Toits |
| P1           | -                            | 1948 | 68%     | 73%   | 71%                   | 81%   | 62%               | 58%   |
| P2           | 1949                         | 1973 | 69%     | 78%   | 64%                   | 82%   | 100%              | 46%   |
| P3           | 1974                         | 1981 | 34%     | 69%   | 34%                   | 72%   | 43%               | 31%   |
| P4           | 1982                         | 1989 | 55%     | 56%   | 56%                   | 59%   | 44%               | 23%   |
| P5           | 1990                         | 2000 | 49%     | 45%   | 51%                   | 50%   | 39%               | 15%   |
| P6           | 2001                         | 2012 | 24%     | 28%   | 25%                   | 31%   | 14%               | 7%    |
| P7           | 2013                         | -    | 11%     | 14%   | 11%                   | 15%   | 9%                | 5%    |

## 2. Enrichissement de DANUBE

### Exemple d'application



## 2. Enrichissement de DANUBE

### Limites :

- Approche typologique pas conçue pour décrire toute la variabilité du parc de bâtiments
- Incertitudes sur les données DPE
- Échantillonnage de 6% des bâtiments avec DPE limite la représentativité

### Conclusion et perspectives :

- Des données géolocalisées pour aider au diagnostic et alimenter des modèles énergie-climat
- Une méthode inédite et généralisable dans d'autres pays

### Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation

#### Base de donnée et outil DANUBE (tâche 1.3 LRA):

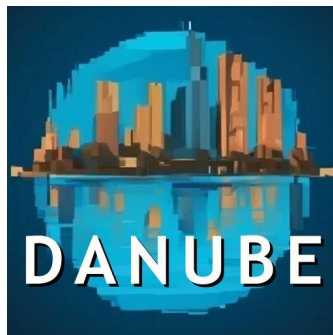
##### Contexte

##### → Évolutions/améliorations des sources de données sur les bâtiments:

- Origine: base de données du projet “MaPUCE” → essentiellement BDTOPO V2
- Outil DANUBE → potentialités de la BDTOPO V3 (nouvelles informations sur usages, dates de construction, matériaux,...)

##### → Nouvelle version de Geoclimate → intégration d’un workflow basé sur la BDTOPO V3

##### → proposition d’une nouvelle forme de la BDD DANUBE et d’un outil dédié (projet ADEME PAENDORA2)



### 3. Vers un outil DANUBE

#### Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation

##### Objectifs :

- Consolidation, évolution de la base de données DANUBE - contextes «énergétique» et «climat» urbain
- Intégration de la Base de données DANUBE (avec informations sur rénovation des bâtiments et nouvelles cartes de territoire)
- Interopérabilité, intégration, spatialisation : vers un outil intégrable dans une chaîne de traitement (incluant les données produites par Geoclimate, et autres données nécessaires)
- adapté aux utilisateurs potentiels, usages pour cas d'études multiples

##### Approche méthodologie :

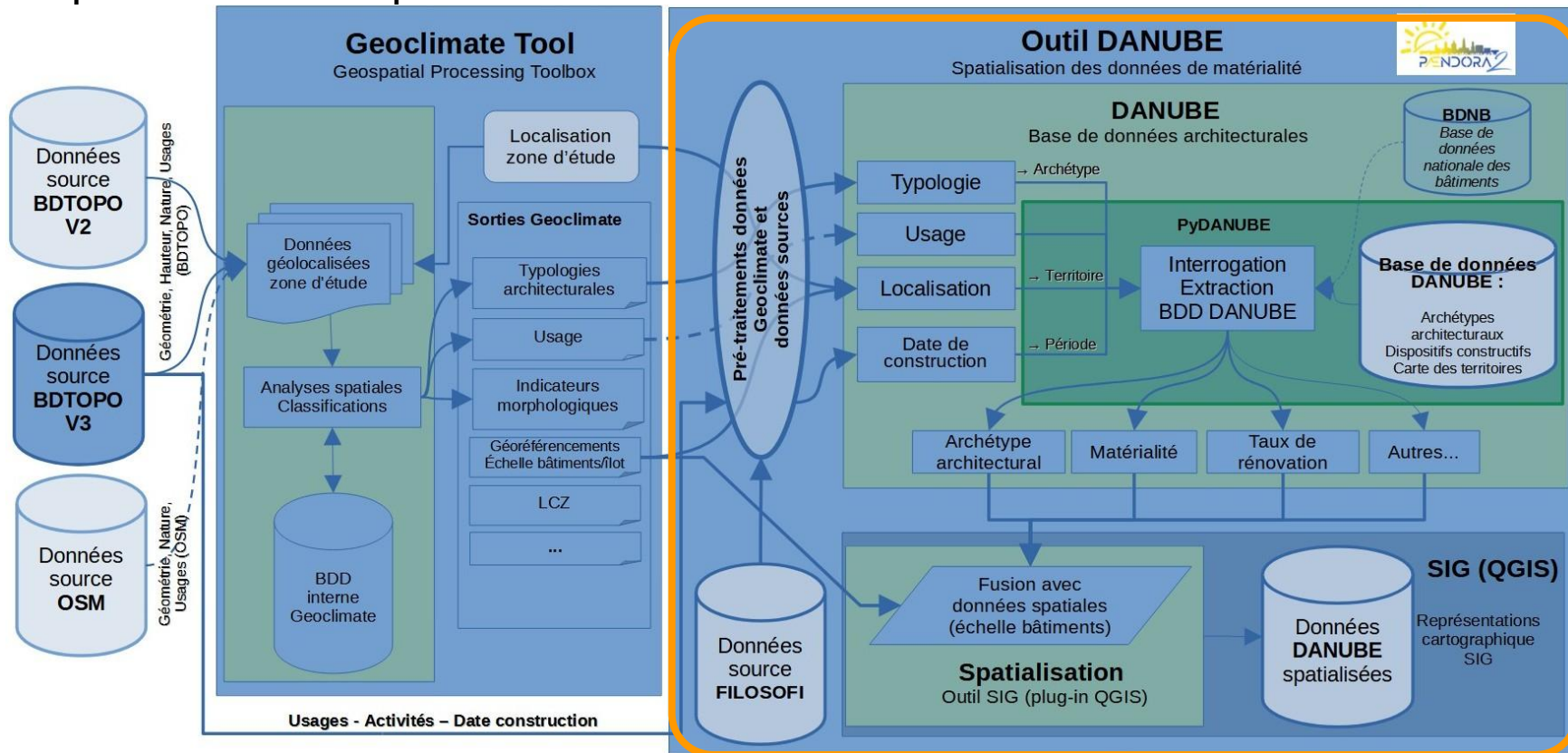
- choix des entrées/analyse des données sources, définition du workflow, phases de traitement, génération/spatialisation/représentation des données DANUBE
- détermination d'un indicateur de qualité des données produites (A à D)

→ développement de l'**Outil DANUBE** sous forme d'une extension pour le SIG QGIS

# 3. Vers un outil DANUBE

## Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation

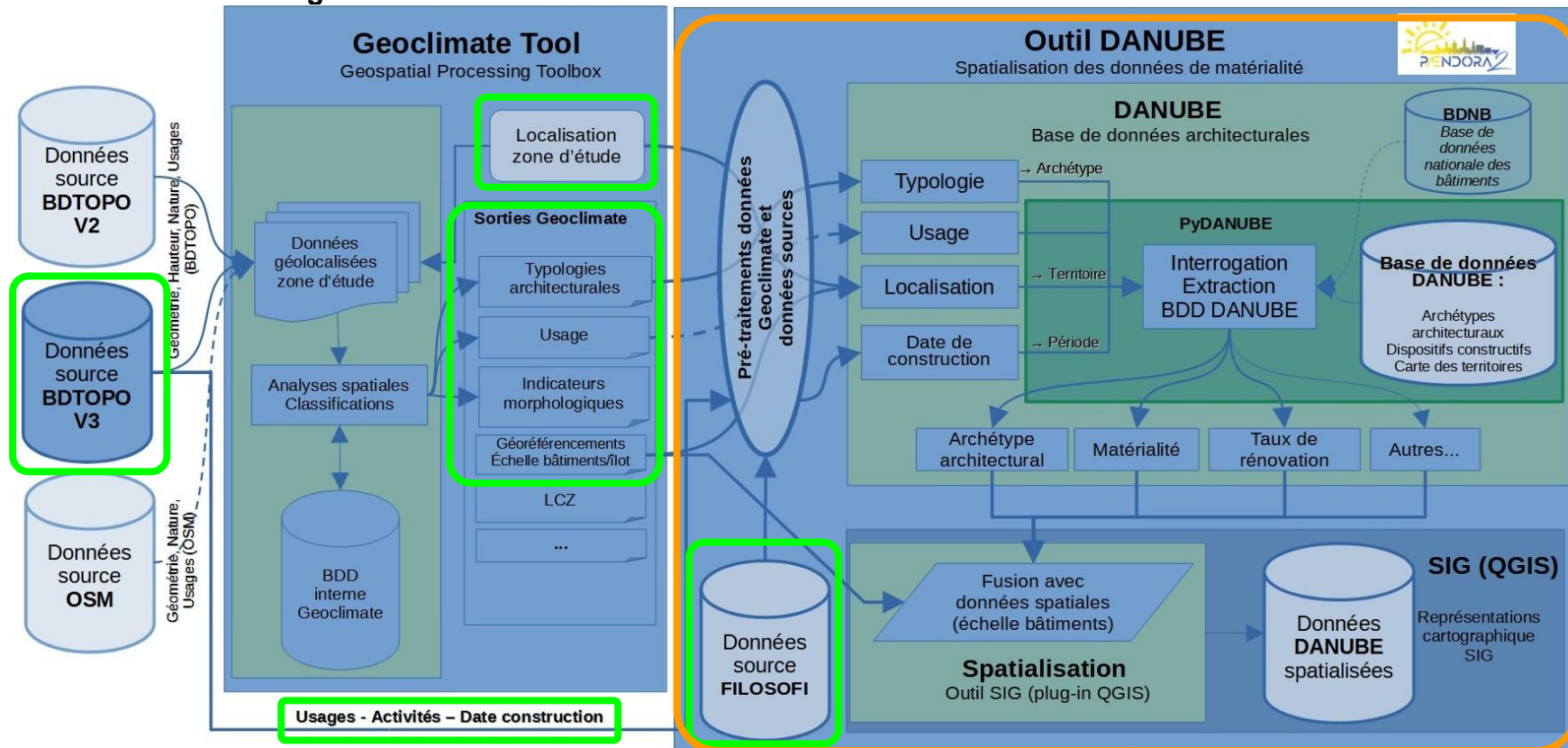
### Proposition d'architecture pour l'Outil DANUBE



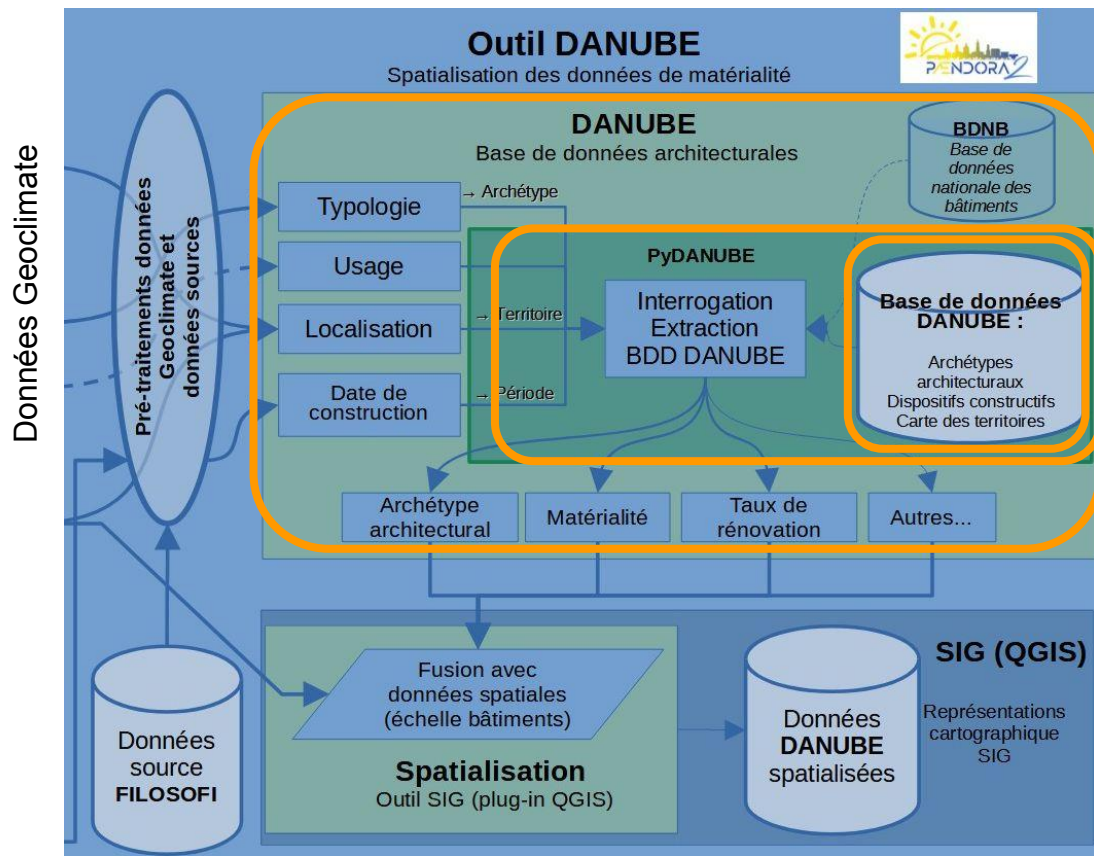
# 3. Vers un outil DANUBE

## Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation

### Outil DANUBE - intégration dans la chaîne de traitement - sources de données



## Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation



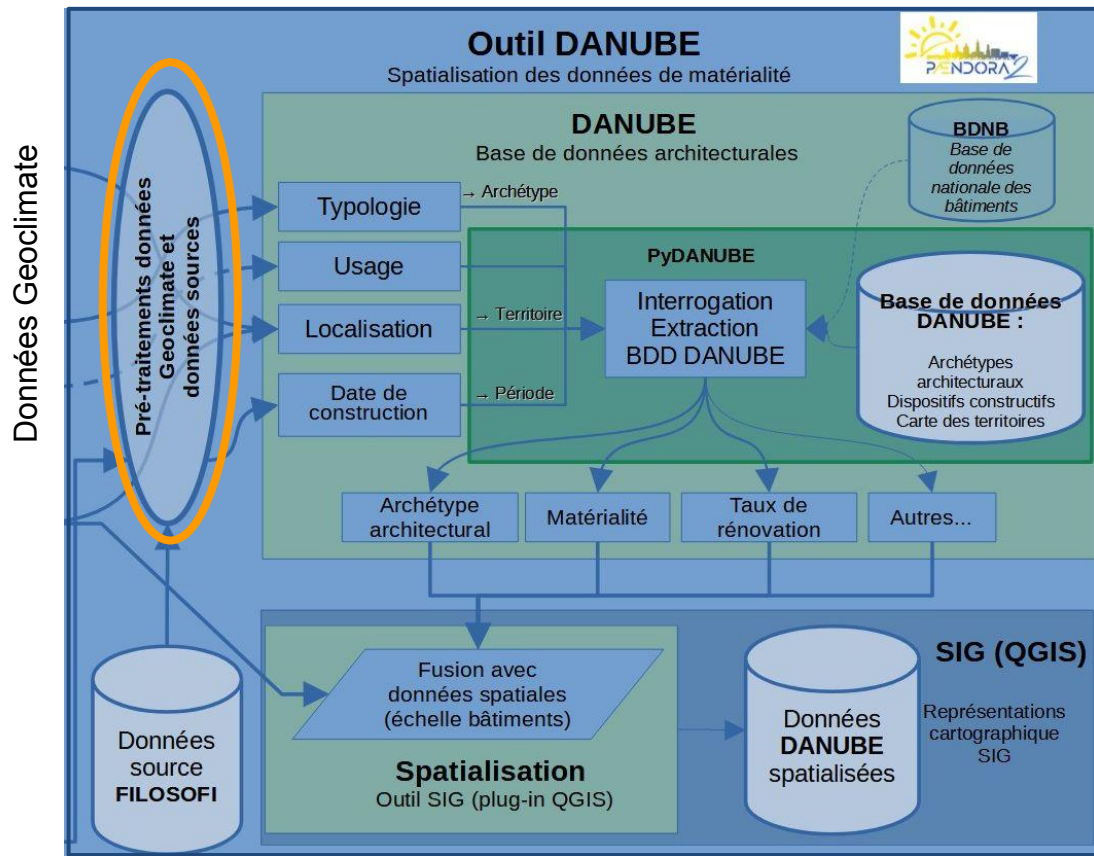
### Architecture de l'outil DANUBE

- Données DANUBE
- Module PyDANUBE
- Base de données interopérable DANUBE



## Bdd DANUBE : Interopérabilité et spatialisation

### Internalisation des pré-traitements de données



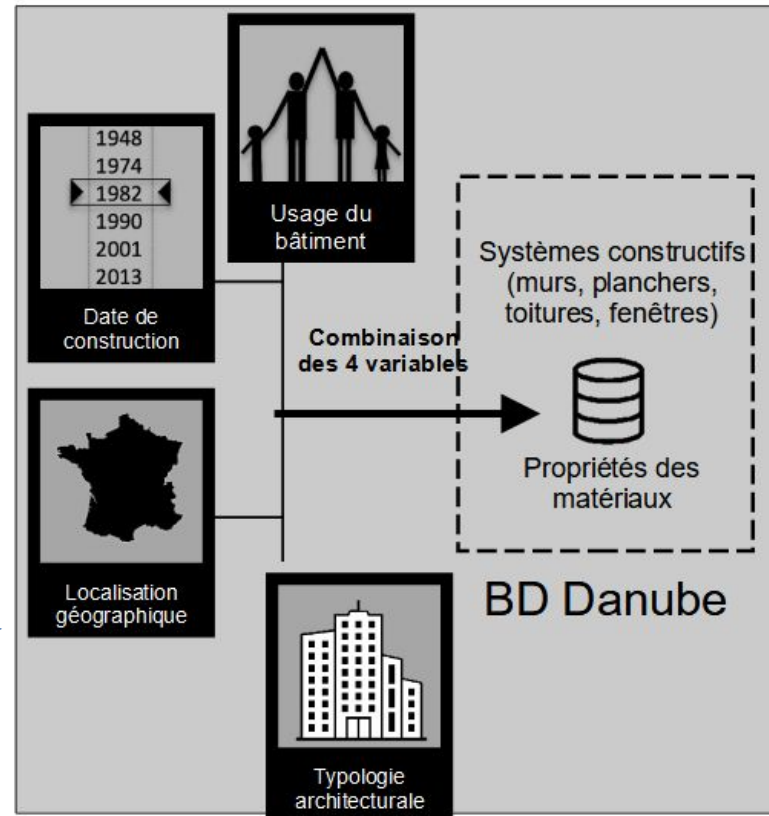
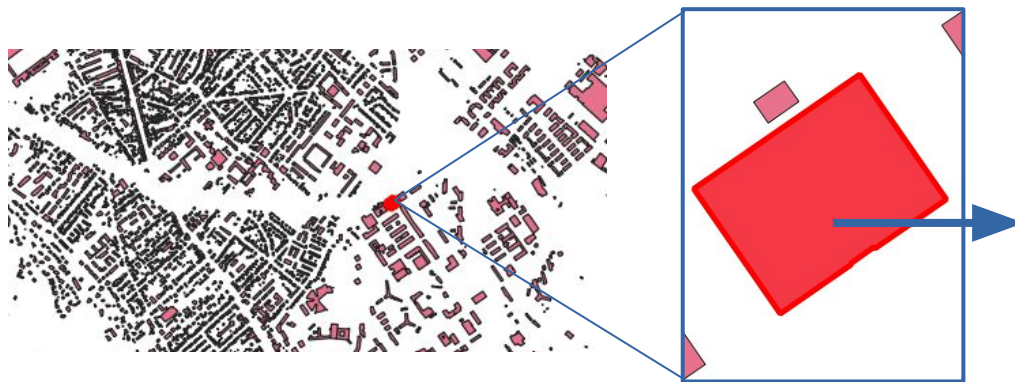
Pré-traitements des données pour DANUBE:

- optimisations et conversions des données sources, traitements géospaciaux
- Génération des données d'entrée pour DANUBE : usages, dates de construction
- Implémentation des géotraitements basée sur les fonctionnalités de QGIS

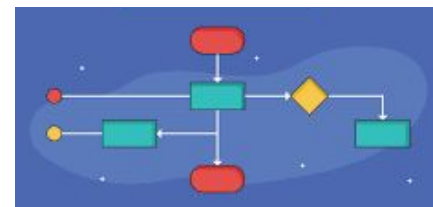
#### Outil DANUBE : analyse/traitements données

#### Objectif

Traitement des données spatialisées à l'échelle des bâtiments pour l'association à des archétypes Danube.



## Outil DANUBE : analyse/traitements données



```

1 layers = QgsProject.instance().mapLayers().values()
2 for layer in layers:
3     if (layer.dataProvider().hasSpatialIndex() == 1):
4         print(f'The {layer.name()} has no spatial index')
5     if (layer.dataProvider().hasSpatialIndex() == 2):
6         print(f'The {layer.name()} has a spatial index')
7

```

### Etapes

1. Choix des **sources de données**
2. Conception du **workflow** de traitement
3. Implémentation des processus (en **Python**)

## Outil DANUBE : analyse/traitements données

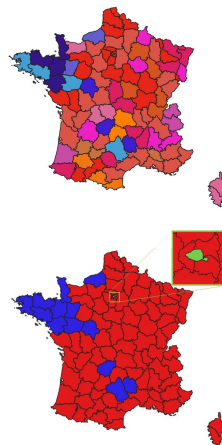
### Sources de données Catégories Danube

#### Période

| Période | Début | Fin  |
|---------|-------|------|
| P1      | -     | 1948 |
| P2      | 1949  | 1973 |
| P3      | 1974  | 1981 |
| P4      | 1982  | 1989 |
| P5      | 1990  | 2000 |
| P6      | 2001  | 2012 |
| P7      | 2013  | -    |

#### Territoire

- Territoires P1
- Territoires P2-P7



#### Typologie

- I - Immeuble
- P - Pavillon
- IGH - Immeuble de grande hauteur
- BA - Bâtiment d'activité

#### Usage

- bâtiment agricole,
- bâtiment d'enseignement,
- bâtiment industriel,
- bâtiment de santé,
- bâtiment religieux,
- bâtiment sportif,
- château,
- commerce,
- habitat,
- local non chauffé,
- serre agricole,
- tertiaire.

## Sources de données

### Couverture des catégories Danube

Typologie 

Territoire 

### Période

- < 50% des bâtiments possèdent une date de construction (dans la BD TOPO v3).
- Des solutions alternatives (agrégations/désagrégations) doivent être développées.

### Usage

- Aucune des différentes sources ne couvre toutes les catégories DANUBE → croisement nécessaire !
- La BD TOPO v3 couvre la majorité des sources, mais présente un haut taux de bâtiments «indifférenciés».

### Outil DANUBE : analyse/traitements données

## Workflow

### Période

#### Option 1

- Association directe entre la variable DATE\_APP (date de construction dans la BD TOPO) et les catégories de période Danube.

#### Option 2

- Calcul de la valeur centrale de DATE\_APP sur le RSU (Référence Spatiale à l'échelle de l'îlot).

#### Option 3

- Utilisation des données Filosofi de l'Insee (carroyées).
- Attribution de la catégorie de date majoritaire.
- Association entre les catégories Filosofi et Danube.



#### Outil DANUBE : analyse/traitements donnés

## Workflow Usage

- Usage - Option 1

Association entre les catégories de ‘NATURE’ et ‘USAGE1’ de la **couche bâtiment** de la BD TOPO et l’usage Danube.

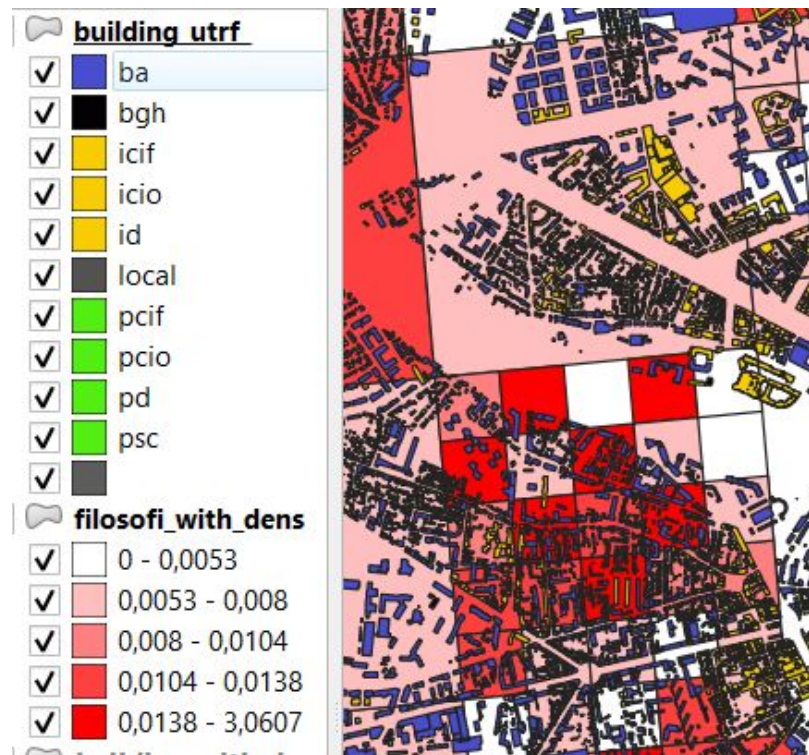
- Usage - Option 2

Association entre les catégories de ‘NATURE’ de la **couche activité** de la BD TOPO et l’usage Danube.

- Usage - Option 3

Analyse de la densité populationnelle pour choisir entre les catégories “Résidentiel” et “bureau”

$$\text{dens\_pop} = \frac{\text{FILOSOFI.Ind}}{\text{GEOCLIMATE\_build\_ind.FLOOR\_AREA}}$$



## Outil DANUBE : analyse/traitements données

### Workflow

### Usage

Correspondances Usage/nature BDTOPO vers DANUBE

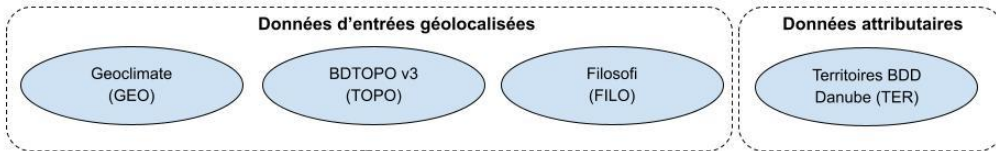
→ utilisation d'une d'association (intégrée à DANUBE\_Tool)

| NATURE                             | ASSOCIATION_NATURE_DAN    |
|------------------------------------|---------------------------|
| Indifférenciée                     |                           |
| Arc de triomphe                    |                           |
| Arène ou théâtre antique           |                           |
| Industriel, agricole ou commercial |                           |
| Chapelle                           | <b>BATIMENT RELIGIEUX</b> |
| Château                            | <b>CHATEAU</b>            |
| Eglise                             | <b>BATIMENT RELIGIEUX</b> |
| Fort, blockhaus, casemate          |                           |
| Monument                           |                           |
| Serre                              | <b>SERRE AGRICOLE</b>     |
| Silo                               |                           |
| Tour, donjon                       | <b>CHATEAU</b>            |
| Tribune                            |                           |
| Moulin à vent                      |                           |

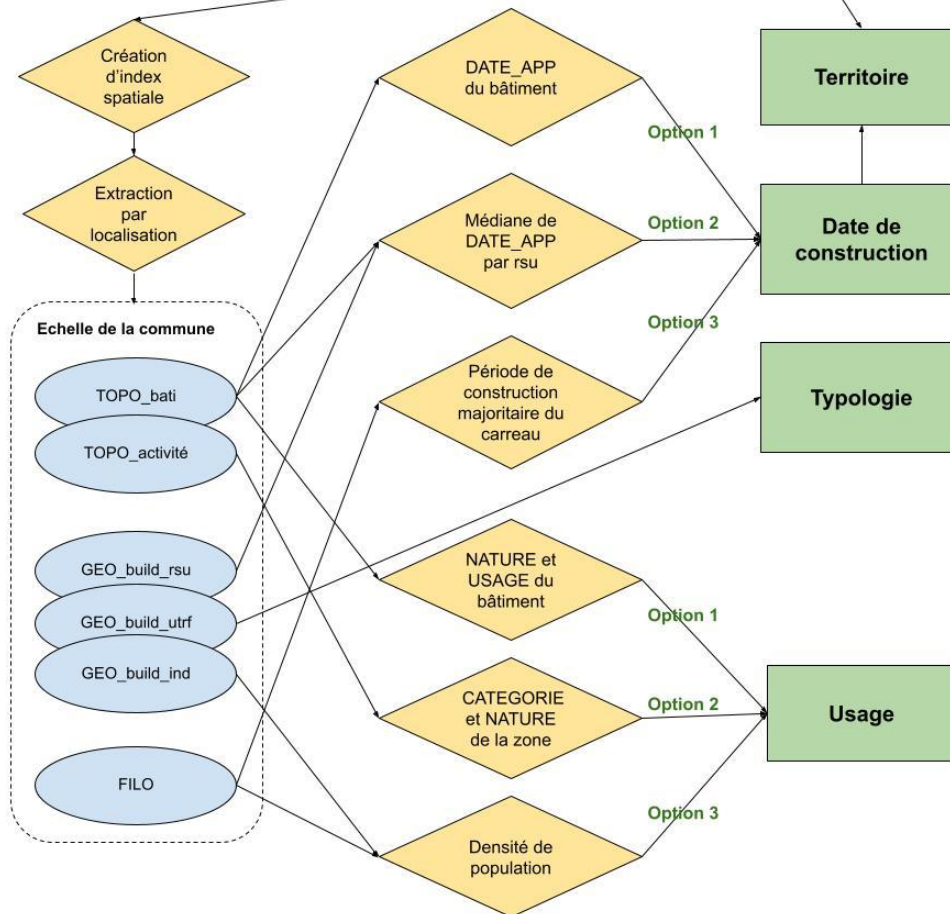
| USAGE1                 | ASSOCIATION_USAGE1_DAN     |
|------------------------|----------------------------|
| Agricole               | <b>BATIMENT AGRICOLE</b>   |
| Annexe                 | <b>LOCAL NON CHAUFFE</b>   |
| Commercial et services | <b>COMMERCE</b>            |
| Industriel             | <b>BATIMENT INDUSTRIEL</b> |
| Religieux              | <b>BATIMENT RELIGIEUX</b>  |
| Sportif                | <b>BATIMENT SPORTIF</b>    |
| Résidentiel            | <b>HABITAT</b>             |
| Indifférencié          |                            |

| CATEGORIES DANUBE              |
|--------------------------------|
| <b>BATIMENT AGRICOLE</b>       |
| <b>BATIMENT D ENSEIGNEMENT</b> |
| <b>BATIMENT INDUSTRIEL</b>     |
| <b>BATIMENT DE SANTE</b>       |
| <b>BATIMENT RELIGIEUX</b>      |
| <b>BATIMENT SPORTIF</b>        |
| <b>CHATEAU</b>                 |
| <b>COMMERCE</b>                |
| <b>HABITAT</b>                 |
| <b>LOCAL NON CHAUFFE</b>       |
| <b>SERRE AGRICOLE</b>          |
| <b>TERTIAIRE</b>               |





## Schéma fonctionnel du pré-traitement des données d'entrée



## 3. Vers un outil DANUBE

### Outil DANUBE : implémentation

#### Principes pour l'implémentation

#### Base de donnée DANUBE, PyDANUBE et Outil DANUBE:

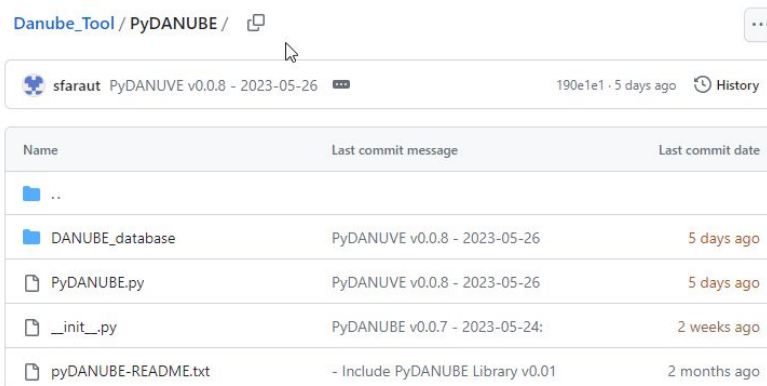
- séparation des traitements de données de DANUBE et des productions/traitements des indicateurs/sources de données/données intermédiaires
- développement et implémentation autonome de la Bdd DANUBE → sous forme de **Classe/Module Python** indépendant de son usage interne → **PyDANUBE**
- développement de l'**outil DANUBE** (extension QGIS «Danube\_tool»)
- hébergement des codes sources sur dépôt GitHub (PyDANUBE et DANUBE\_tool) pour faciliter le développement


## Outil DANUBE : implémentation




### Module PyDANUBE






- incorporation au sein de PyDANUBE des données de la Bdd DANUBE (essentiellement sous formes tabulées)
- implémentations des méthodes et fonctionnalités d'extraction / traitement des données DANUBE - Par exemple, utilisation de Dataframes et de "jointures" de Dataframes (via Pandas)
- implémentation des méthodes de conversion de données (exemple: date de construction  $\longleftrightarrow$  période de construction DANUBE)
- interrogation directe de données archétypales à partir des variables d'entrée (notamment les dates de construction issues du pré-traitement des données source)

→ accessible depuis QGIS (Console Python, script de geoprocessing,...) ou tout programme Python



Danube\_Tool / PyDANUBE / 

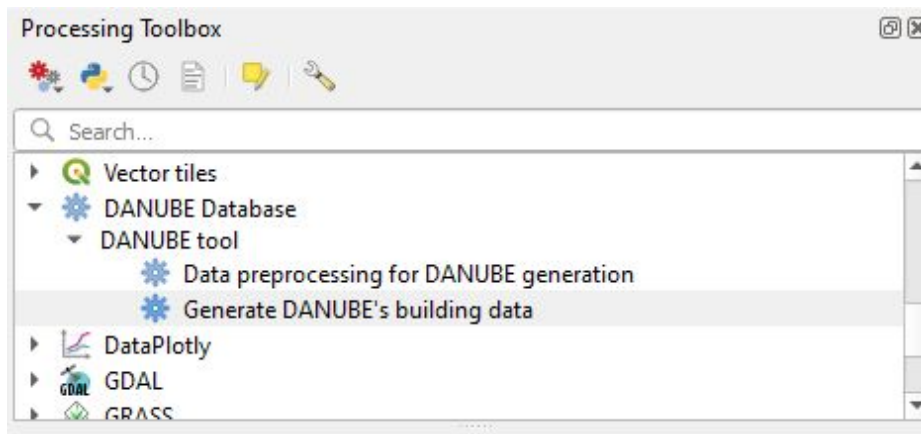
 sfaraut PyDANUBE v0.0.8 - 2023-05-26  190e1e1 · 5 days ago  History

| Name  | Last commit message              | Last commit date |
|---|----------------------------------|------------------|
|  ..                    |                                  |                  |
|  DANUBE_database       | PyDANUBE v0.0.8 - 2023-05-26     | 5 days ago       |
|  PyDANUBE.py           | PyDANUBE v0.0.8 - 2023-05-26     | 5 days ago       |
|  __init__.py           | PyDANUBE v0.0.7 - 2023-05-24:    | 2 weeks ago      |
|  pyDANUBE-README.txt | - Include PyDANUBE Library v0.01 | 2 months ago     |

#### Outil DANUBE : implémentation

##### Danube\_tool : outil de spatialisation des données DANUBE

- intégration dans une chaîne de traitement avec Geoclimate (sources de données fortement communes)
- choix de la forme d'une extension au logiciel SIG QGIS : DANUBE\_tool → spatialisation et représentation SIG
- intégration de la Base de données DANUBE via PyDANUBE (via scripts Extension ou console Python)
- intégration des phases de pré-traitement des données sources et Geoclimate



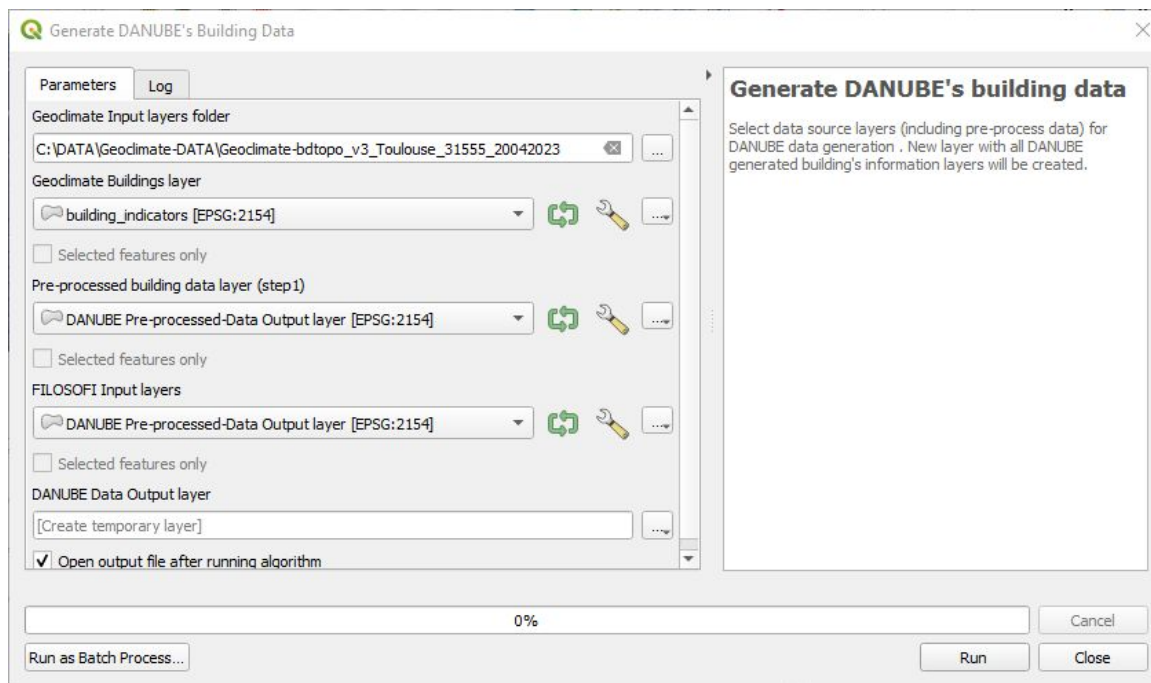
*Accès à DANUBE\_tool via la boîte à outil QGIS (après installation de l'extension)*

- utilisation privilégiée des outils de géotraitement spatiaux, numériques ou statistiques intégrés à QGIS
- objectifs: décomposition en phases de traitements successives: définition des variables d'entrée, pré-traitement des données (workflow), étape de génération finale, aide à la représentation cartographique/symbolique

## Outil DANUBE : implémentation

### Danube\_tool : outil de spatialisation des données DANUBE

Illustration de l'interface de l'outil DANUBE\_tool (génération des données)



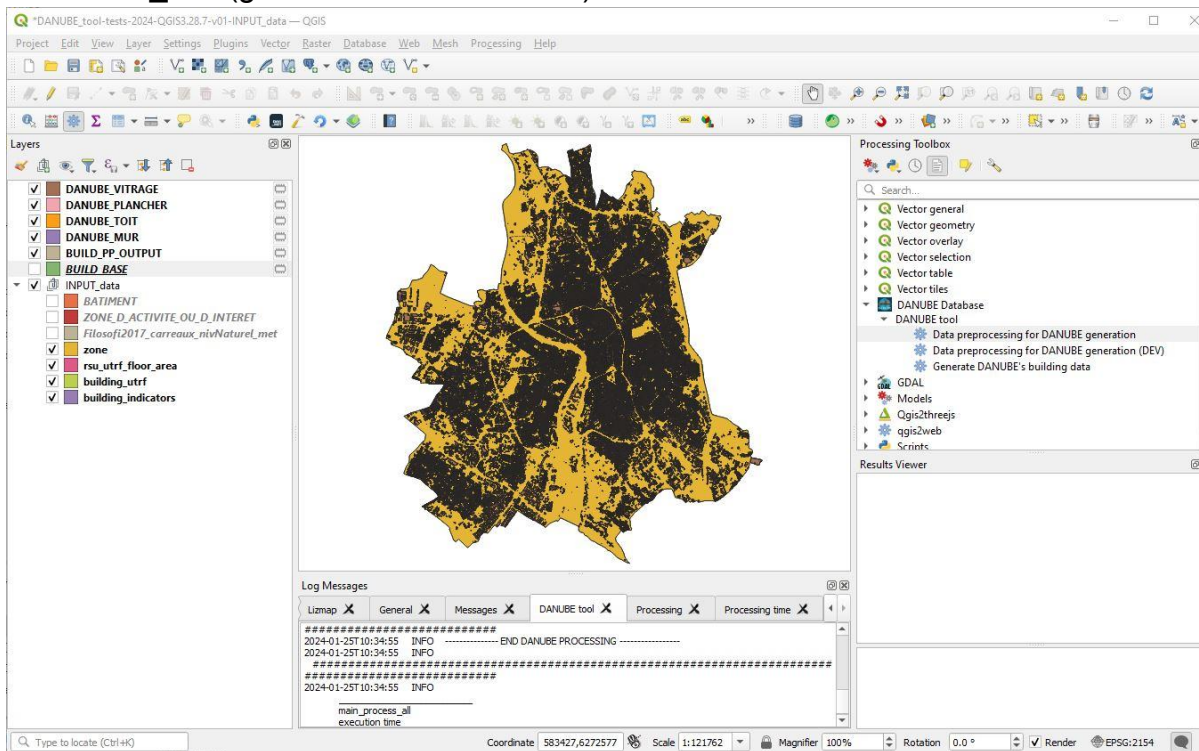
- Définition des sources de données Geoclimate
- Définition des données supplémentaires (FILISOFI)
- Indication couche de sortie pour données DANUBE spatialisées

Interface Outil DANUBE

## Outil DANUBE : utilisation

### Danube\_tool : outil de spatialisation des données DANUBE

#### Utilisation de l'outil DANUBE\_tool (génération des données)

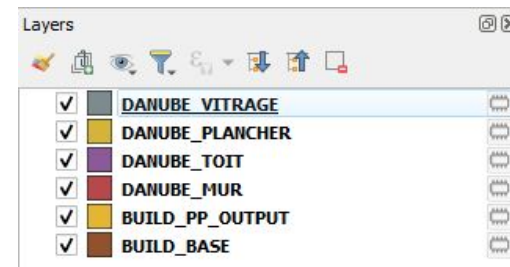


## Outil DANUBE : utilisation

### Danube\_tool : outil de spatialisation des données DANUBE

#### Données produites

- **BUILD\_BASE** : données réduites (à la zone d'étude) et fusionnées à partir des données d'entrée
- **BUILD\_PP\_OUTPUT** : indicateurs et variables d'entrée générés pour la BDD DANUBE, et données DANUBE « archétypales » générées à l'échelle du bâtiment
- **DANUBE\_MUR** : données de matérialités et de dispositifs constructifs DANUBE générées pour les murs (échelle bâtiment)
- **DANUBE\_TOIT** : données de matérialités et de dispositifs constructifs DANUBE générées pour les toits (échelle bâtiment)
- **DANUBE\_PLANCHER** : données de matérialités et de dispositifs constructifs DANUBE générées pour les planchers (échelle bâtiment)
- **DANUBE\_VITRAGE** : caractéristiques des vitrages (échelle bâtiment).



QGIS BUILD\_PP\_OUTPUT — Features: Total: 136142, Filtered: 136142, Selected: 0







| lon_comm | location_source | location_quality | territory_dept | territory_comm  | territory_source | territory_quality | arch_dept | arch_dept_id               | arch_comm       | arch_comm_id               |                 |
|----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 7        | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 8        | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | LOCAL NON CHA...           | UNC_P_P1_TF     | LOCAL NON CHA...           | UNC_P_P1_TF     |
| 9        | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-S-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-S-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 10       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_TULLE    | FRANCE_TULLE     | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P6-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P6_TFR... | HABITAT-P-P6-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P6_TFR... |
| 11       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_TULLE    | FRANCE_TULLE     | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P6-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P6_TFR... | HABITAT-P-P6-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P6_TFR... |
| 12       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_TULLE    | FRANCE_TULLE     | danube_territory  | A         | HABITAT-BA-P2-FRANCE_TULLE | missing         | HABITAT-BA-P2-FRANCE_TULLE | missing         |
| 13       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 14       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 15       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 16       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_TULLE    | FRANCE_TULLE     | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P2-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P3_TFR... | HABITAT-P-P2-FRANCE_TULLE  | HAB_P_P3_TFR... |
| 17       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | LOCAL NON CHA...           | UNC_P_P1_TF     | LOCAL NON CHA...           | UNC_P_P1_TF     |
| 18       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 19       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 20       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 21       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |
| 22       | 31555           | geocode          | A              | FRANCE_BRQQU... | FRANCE_BRQQU...  | danube_territory  | A         | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... | HABITAT-P-P1-F...          | HAB_P_P1_TFR... |

#### Outil DANUBE : utilisation

#### Danube\_tool : représentation cartographiques thématiques

Exemple : matériaux de toiture (REVETEMENT\_EXT\_M1 / couche DANUBE\_TOIT))



|   |                         |             |
|---|-------------------------|-------------|
|  | <i>all other values</i> |             |
|  | ARDOISE                 | ARDOISE     |
|  | GRAVIER                 | GRAVIER     |
|  | TOLE                    | TOLE        |
|  | TUILE                   | TUILE       |
|  | TUILE                   | TUILE       |
|  | TUILE CANAL             | TUILE CANAL |

→ fichier de style :  
Style-QGIS-Matériaux-toitures.sld














## Outil DANUBE : utilisation

### Danube\_tool : représentation cartographiques thématiques

Exemple : matérialité des murs porteurs (PORTEUR\_M1)

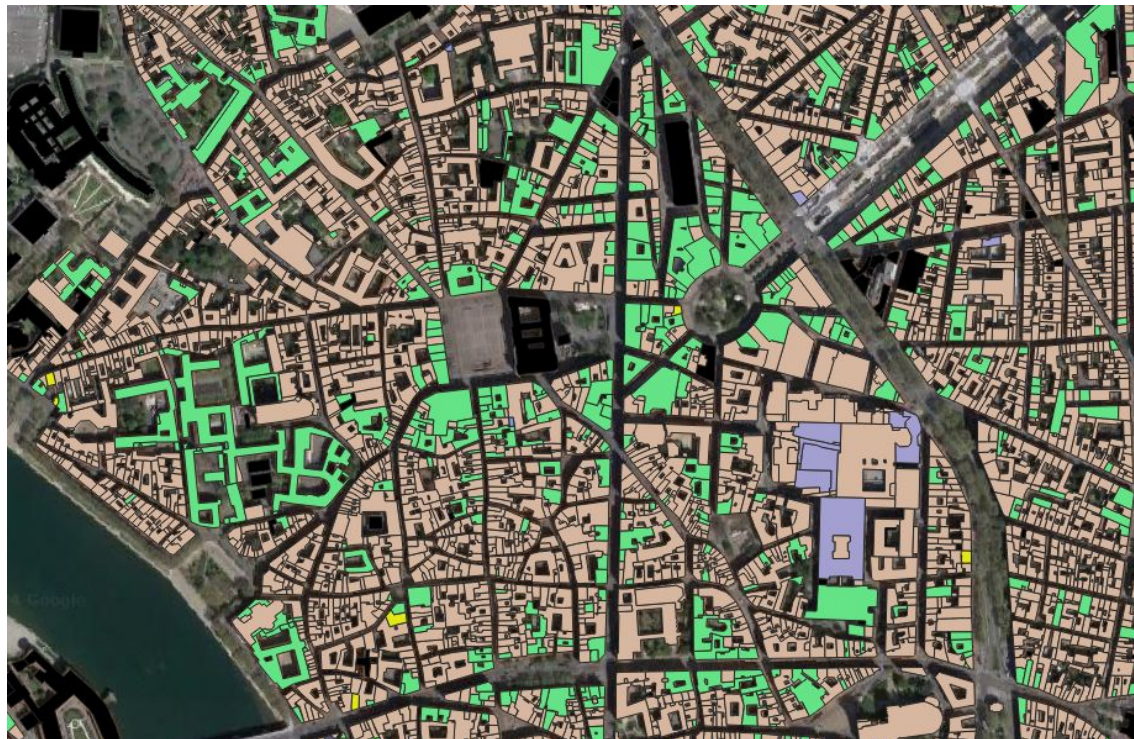










|   |                         |                     |
|---|-------------------------|---------------------|
|  | BETON                   | BETON               |
|  | BETON ARME              | BETON ARME          |
|  | BETON BANCHE            | BETON BANCHE        |
|  | BRIQUE CREUSE           | BRIQUE CREUSE       |
|  | BRIQUE PLEINE           | BRIQUE PLEINE       |
|  | OSSATURE BETON          | OSSATURE BETON      |
|  | OSSATURE METALLIQUE     | OSSATURE METALLIQUE |
|  | PARPAING                | PARPAING            |
|  | PIERRE                  | PIERRE              |
|  | VOILE BETON             | VOILE BETON         |
|  | <i>all other values</i> |                     |

## Outil DANUBE : utilisation

Danube\_tool : représentation cartographiques thématiques

Exemple : revêtement extérieur (REVETEMENT\_EXT\_M1)



|   |                         |                     |
|---|-------------------------|---------------------|
|  | BARDAGE METAL           | BARDAGE METAL       |
|  | ENDUIT                  | ENDUIT              |
|  | MUR RIDEAU VERRE        | MUR RIDEAU VERRE    |
|  | NON                     | NON                 |
|  | PANNEAU BETON           | PANNEAU BETON       |
|  | PANNEAU PREFA BETON     | PANNEAU PREFA BETON |
|  | PANNEAU SANDWICH        | PANNEAU SANDWICH    |
|  | <i>all other values</i> |                     |

→ fichier de style :  
Style-QGIS-Revêteme-murs.sld

### 3. Vers un outil DANUBE

#### Outil DANUBE : confrontation terrain «experte»

#### Ateliers de confrontation terrain «experte» de l'outil DANUBE

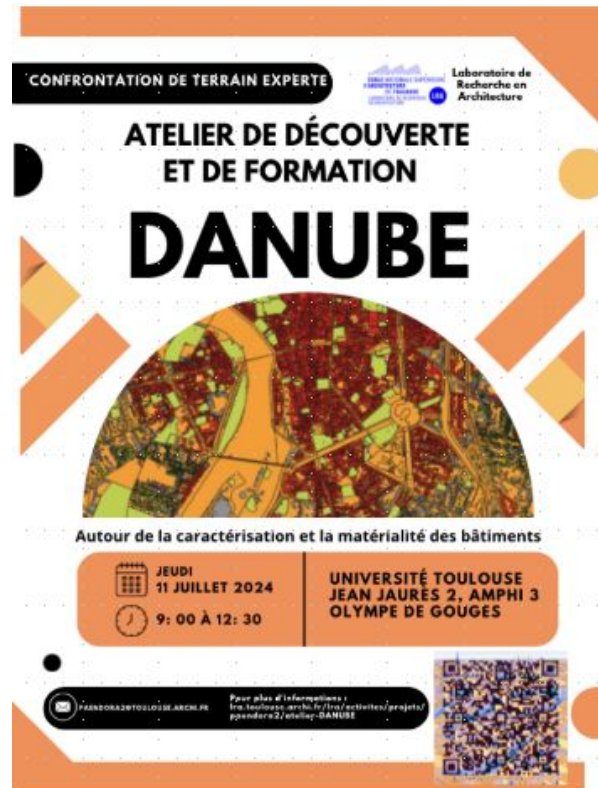
##### Objectifs:

- évaluer le potentiel de l'outil et de formuler des propositions pour améliorer la génération, la représentation et l'exploitation des données produites par DANUBE
- pour un outil utilisable directement par des utilisateurs experts et/ou acteurs
- présenter les autres outils de génération de données urbaines (Geoclimate)

##### Deux sessions d'atelier organisées (en juillet 2024):

- sous forme d'un atelier participatif, incluant une partie découverte/formation
- mobilisation des potentiels utilisateurs experts issus de différents domaines
- identification des profils, des niveaux de connaissance et des cas d'usage
- engageant les participants dans des réflexions sur les problématiques et les possibilités d'utilisation et de représentation des données générées par l'outil DANUBE dans leur cas d'études

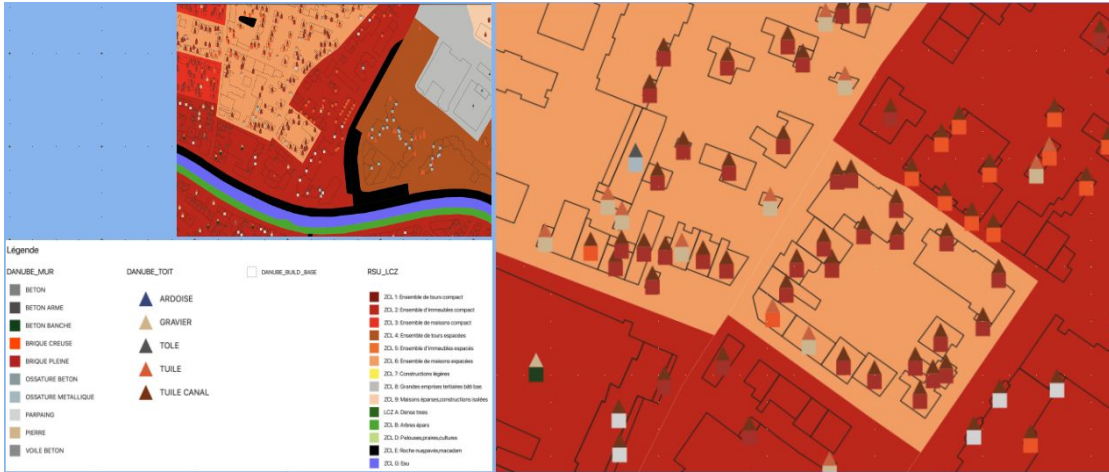
- Exploitation d'un formulaire de retour sur expérience combinant questions quantitatives et qualitatives, permettant à la fois une analyse statistique et une interprétation plus nuancée des réponses



# 3. Vers un outil DANUBE

## Outil DANUBE : confrontation terrain «experte»

### Ateliers de confrontation terrain «experte» de l'outil DANUBE



| DANUBE_MUR           |               | DANUBE_TOIT |  | DANUBE_BLD_SISE                               |  | RSU_LCZ |  |
|----------------------|---------------|-------------|--|---|--|---------|--|
| BETON                | ▲ ARDOISE     |             |  | RSU_1 Ensemble de murs compact                |  |         |  |
| BETON ARME           | ▲ GRAVIER     |             |  | RSU_2 Ensemble d'ensembles compact            |  |         |  |
| BETON BANACHE        | ▲ TOLE        |             |  | RSU_3 Ensemble de maisons compact             |  |         |  |
| BRIQUE CHEVRE        | ▲ TUILE       |             |  | RSU_4 Ensemble de murs espacés                |  |         |  |
| BRIQUE PLEINE        | ▲ TUILE CANAL |             |  | RSU_5 Ensemble d'ensembles espacés            |  |         |  |
| COSSATURE BETON      |               |             |  | RSU_6 Ensemble de maisons espacées            |  |         |  |
| COSSATURE METALLIQUE |               |             |  | RSU_7 Constructions légères                   |  |         |  |
| PANFANG              |               |             |  | RSU_8 Grandes entreprises tertiaires bâti bas |  |         |  |
| PIERRE               |               |             |  | RSU_9 Maisons espacées constructions bâties   |  |         |  |
| VOLEE BETON          |               |             |  | LCZ A: Densité forte                          |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_10 Autres murs                            |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_11 Parkings perméables                    |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_12 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_13 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_14 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_15 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_16 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_17 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_18 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_19 Autres murs perméables                 |  |         |  |
|                      |               |             |  | RSU_20 Autres murs perméables                 |  |         |  |

Représentation des LCZ couplées avec des données de matérialité des murs et des toits des bâtiments

**Base de données architecturales DANUBE et outil Danube**

**Le projet DANUBE**

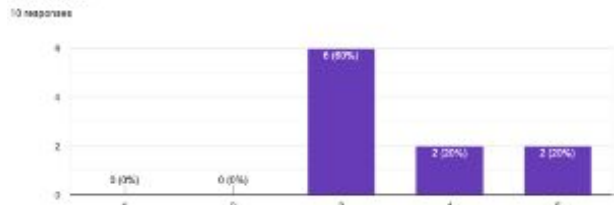
**Objectifs**

- L'identification des leviers d'action
- Mettre à disposition d'un outil de production d'informations spatiales et climatiques
- Conformer les données aux standards existants
- Développer des dispositifs de médiation et transfert de l'information climatique

**Actions**

- Evaluation de l'état de fait d'indicateurs géographiques et climatiques
- Construction de la base de données architecturales DANUBE
- Développement d'un outil de médiation et de spatialisation de données issues de la base de données architecturales
- Action de médiation - Mise en place de balades climatiques urbaines

8) Comment évaluez-vous la pertinence des données que génère l'outil par rapport à vos besoins ?



9) Trouvez-vous que les données sont complètes ?

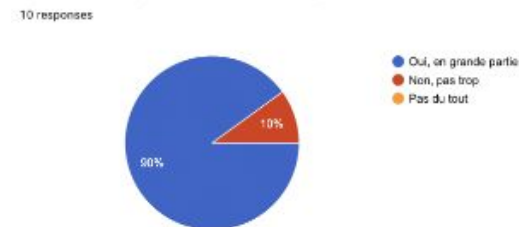


Illustration graphique des réponses à certaines questions fermées.



Credits photos : Anne Brunet

### Base de données DANUBE : avancement

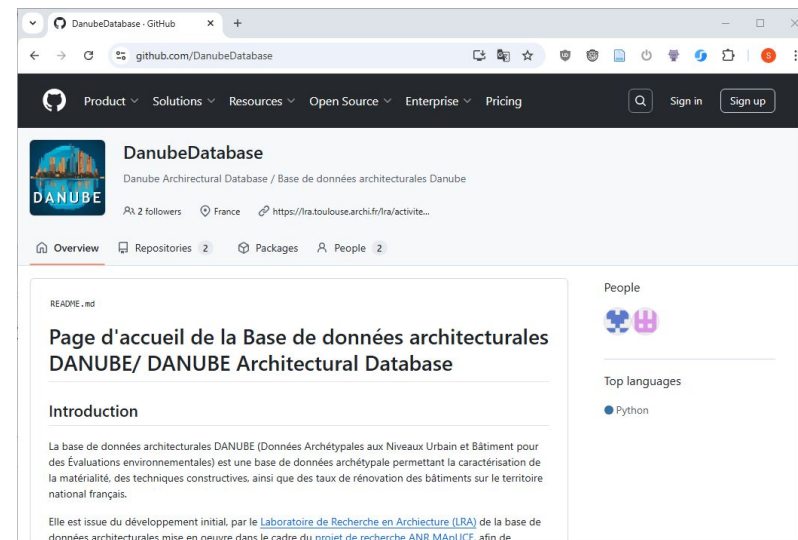
#### Perspectives de développement :

- incorporation des données externes (en licence ouverte) pour faciliter l'usage et les dépendances pour l'utilisateur (ex.: données FILOSOFI)
- générer des informations à d'autres échelles spatiales que celles du bâtiment (par exemple celle de l'îlot) dans le cas où celles-ci peuvent être pertinentes (actuellement seulement à l'échelle du bâtiment) → post-traitements à définir et intégrer à l'outil
- développer d'autres fonctionnalités (ainsi que leurs phases et implémentation sous forme de boîtes à outil QGIS) pour une utilisation dans un contexte opérationnel (métier) → représentations symboliques et cartographiques des informations générées, selon des thématiques spécifiques (en particulier la matérialité et la rénovation)
- interfaçage avec d'autres bases de données, notamment la Base de Données Nationale des Bâtiments (BDNB)

### Conclusions:

- L'outil «DANUBE\_tool» est proposé sous la forme d'une extension au SIG QGIS (en licence ouverte)
- Mise à disposition publique via un référentiel/dépôt GitHub pour la base de données architecturales et l'outil DANUBE\_Tool

→ Ouverture à la communauté et aux contributions pour de futurs développements



### Plus d'informations:

→ Espace "Base de données DANUBE" sur la page du projet "DANUBE" (site LRA):

<https://lra.toulouse.archi.fr/lra/activites/projets/DANUBE>

→ Référentiels GitHub :

DanubeDatabase: <https://github.com/DanubeDatabase>

Danube\_Tool: [https://github.com/DanubeDatabase/Danube\\_Tool](https://github.com/DanubeDatabase/Danube_Tool)



## Développement de la Base de données DANUBE

7 mars 2025  
Toulouse



# Merci !

LMDC :

Marion Bonhomme (LMDC)

Lorena de Carvalho Araujo (post-doc LMDC)

LRA :

Serge Faraut (LRA)

Nathalie Tornay (LRA)

Sandra Marques (LRA)

Lorena de Carvalho Araujo (post-doc LRA)

Anne Brunet (Stagiaire LRA - Master M2 TRENT - UT2J)