Couplage de deux modèles de simulation (MUP-City et SimPLU) pour évaluer l'articulation entre différentes échelles de documents d'urbanisme

Rencontres de Théo Quant – 17 mai 2017

Maxime Colomb, Mickaël Brasebin, Julien Perret, Cécile Tannier

Institut National de l'Information Géographique et Forestière
Chrono-environnement, CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Contexte : le phénomène de péri-urbanisation

- Répond aux souhaits d'un grand nombre de ménages
- Impact négatif sur les trois sphères du développement durable
- Objectif de régulation

Contexte : l'encadrement législatif

- 2000 : Loi SRU
- 2010 : Loi Grenelle II
- 2014 : Loi A.L.U.R
- 2015 : Loi NOTRe

Contexte : l'encadrement législatif

- 2000 : Loi SRU
- 2010 : Loi Grenelle II
- 2014 : Loi A.L.U.R
- 2015 : Loi NOTRe

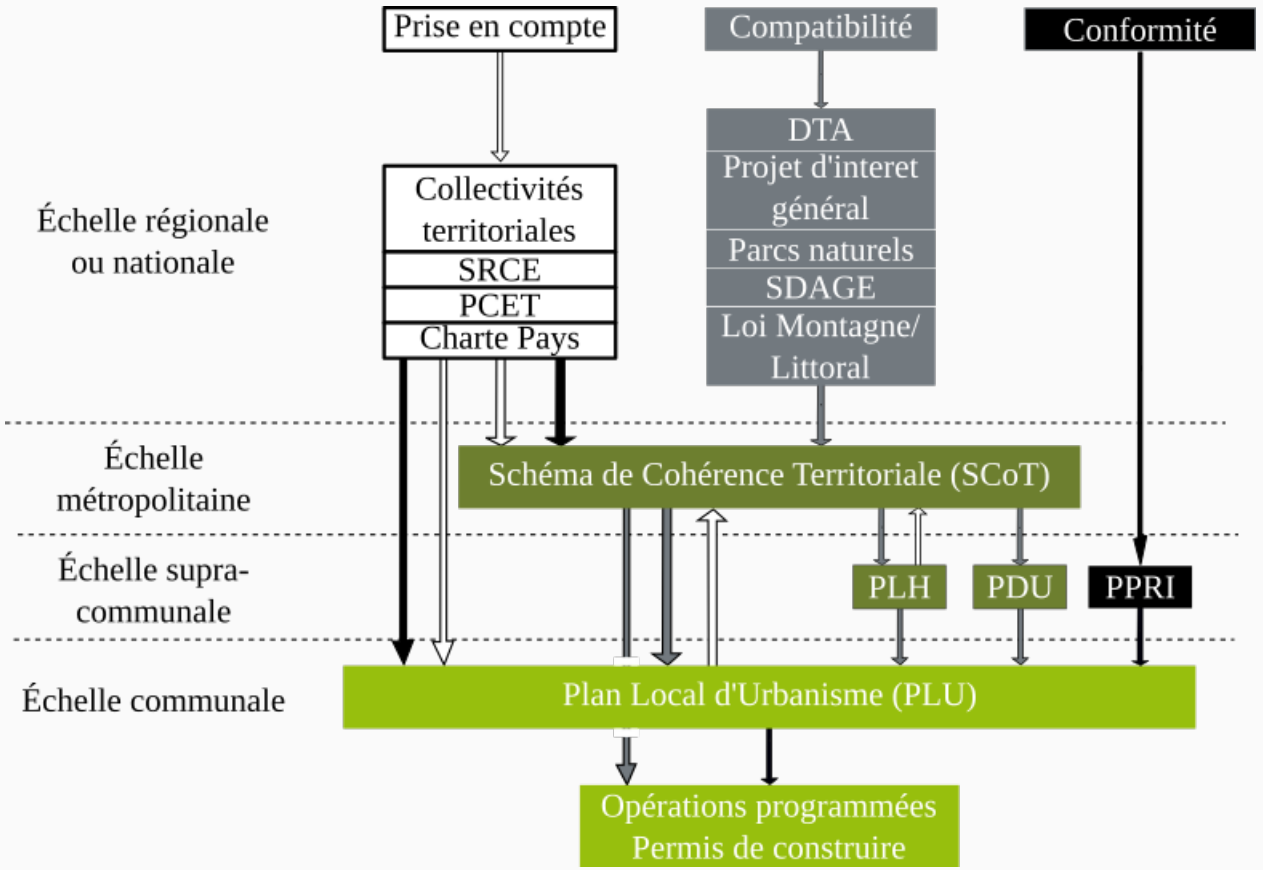
En résumé

Plus de poids pour les acteurs régionaux

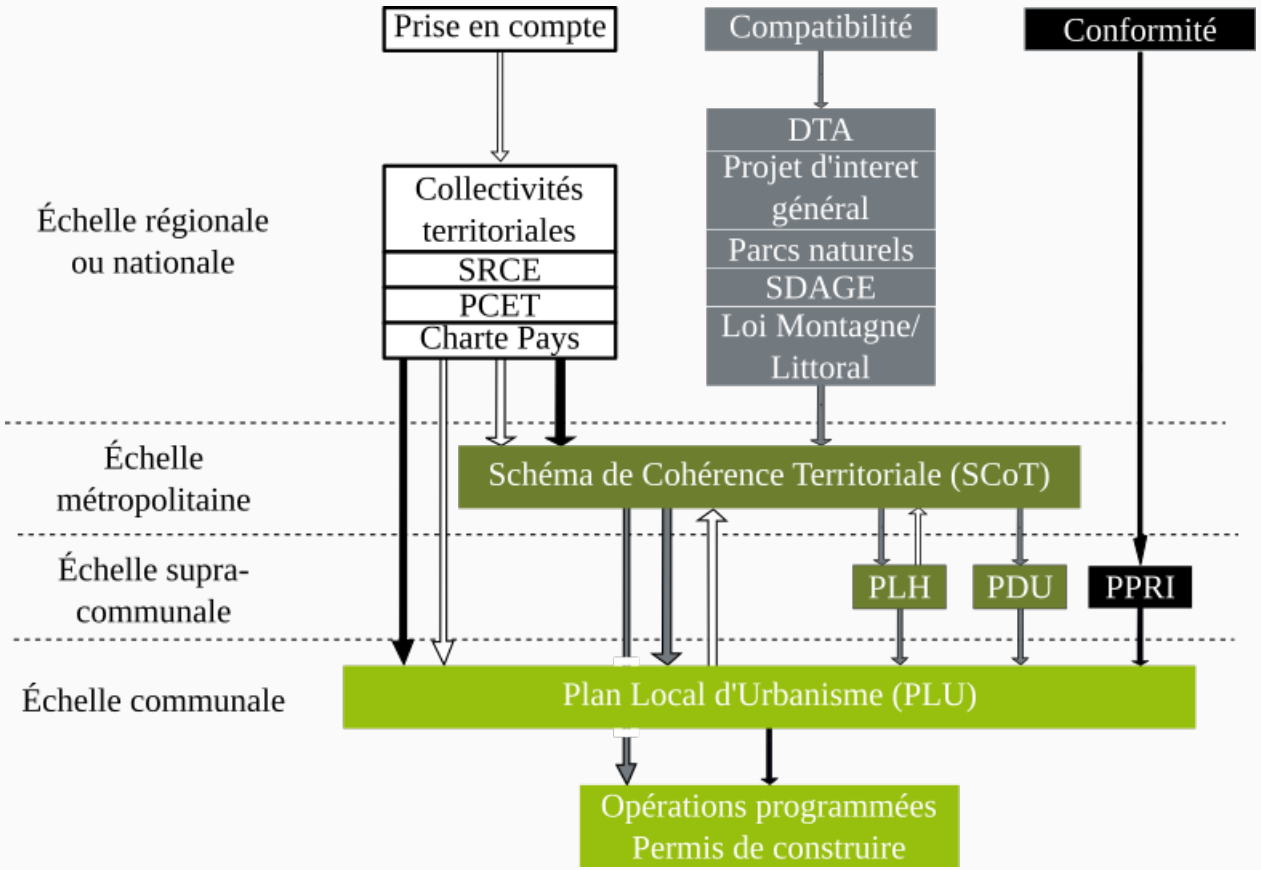
Prise en compte des enjeux environnementaux

Densification plutôt qu'expansion

Contexte : les documents d'urbanisme et de planification



Contexte : les documents d'urbanisme et de planification



Intrication de ces divers documents

Contexte : les documents d'urbanisme et de planification

- Leurs rédacteurs sont différents
- Leurs objectifs peuvent varier
- Leurs effets peuvent être contradictoires

Contexte : les documents d'urbanisme et de planification

- Leurs rédacteurs sont différents
- Leurs objectifs peuvent varier
- Leurs effets peuvent être contradictoires

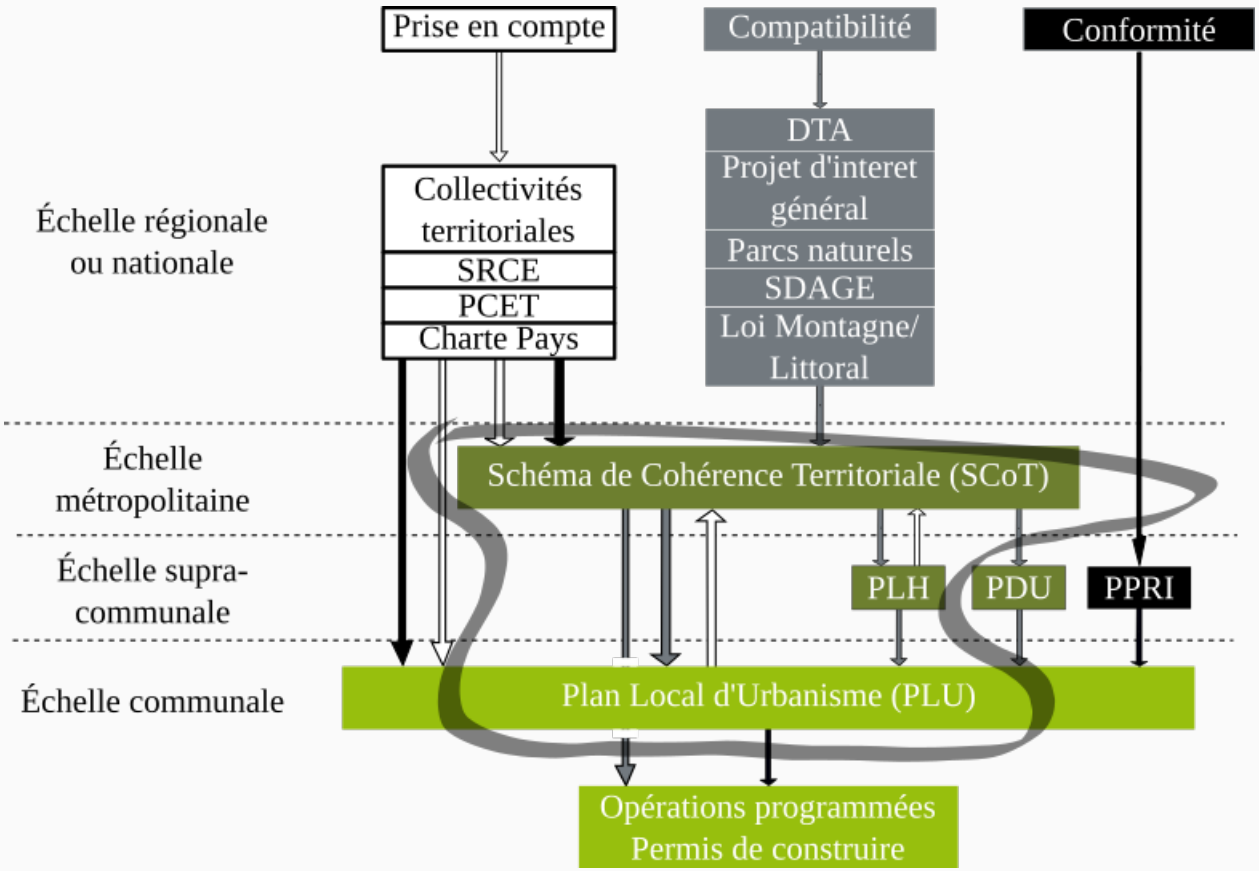
Nécessité de coordonner les documents d'urbanisme et de planification pour que leurs actions soient concordantes

Zoom sur le développement résidentiel

Objectif : contrôler la construction de logements

Zoom sur le développement résidentiel

Objectif : contrôler la construction de logements



Documents de planification régionale

Le **Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)** synchronise les politiques territoriales régionales

- territorialise la construction de logements par communauté d'agglomération, par commune ou même par quartier
- fixe des contraintes morphologiques et de densité

Documents de planification régionale

Le **Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)** synchronise les politiques territoriales régionales

- territorialise la construction de logements par communauté d'agglomération, par commune ou même par quartier
- fixe des contraintes morphologiques et de densité

Le **Programme Local de l'Habitat (PLH)** fixe la politique du logement

- précise le nombre et le type de logements prévus par commune

Documents de planification régionale

Le **Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)** synchronise les politiques territoriales régionales

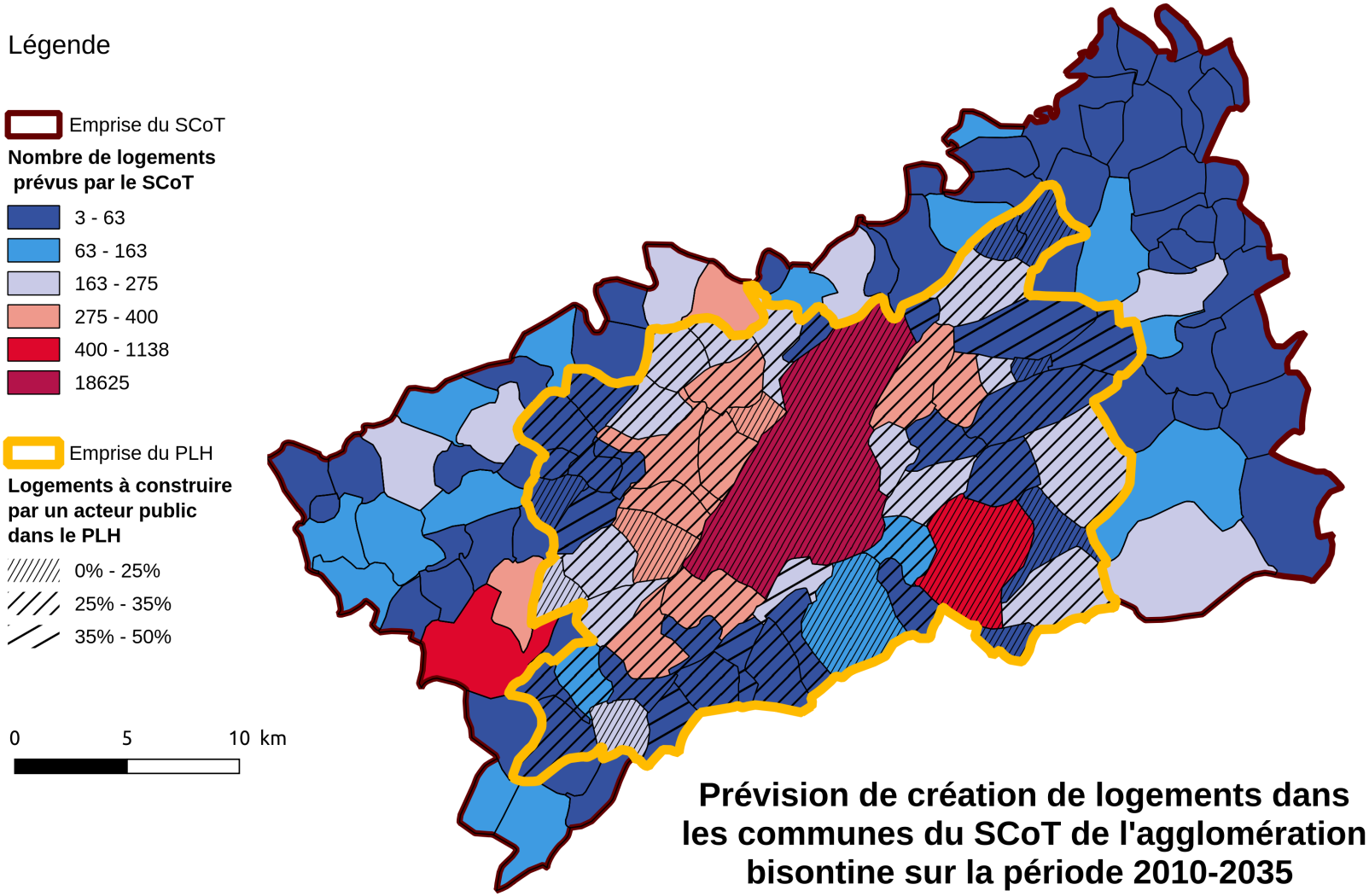
- territorialise la construction de logements par communauté d'agglomération, par commune ou même par quartier
- fixe des contraintes morphologiques et de densité

Le **Programme Local de l'Habitat (PLH)** fixe la politique du logement

- précise le nombre et le type de logements prévus par commune

Relation de compatibilité entre ces deux documents

Documents de planification régionale - Exemple



Documents de planification locale - Les PLU

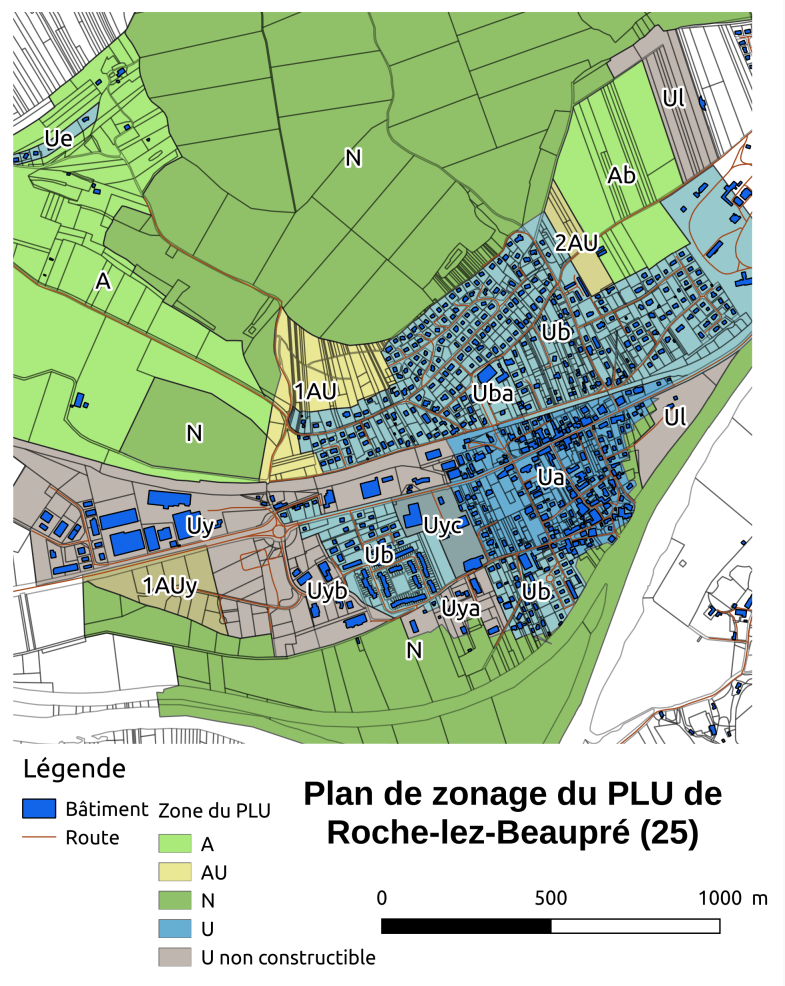
Le **Plan Local de l'Urbanisme (PLU)** détaille et spatialise les contraintes de constructibilité au sein d'une commune

- a des effets directs sur la constructibilité mais ne planifie pas la construction
- donne un cadre pour la création de programmes de construction de logements (OAP, ZAC, ZAD)
- se compose notamment d'un zonage et d'un règlement

Application d'un PLU - Le zonage

Zonage général et sous-zones particulières :

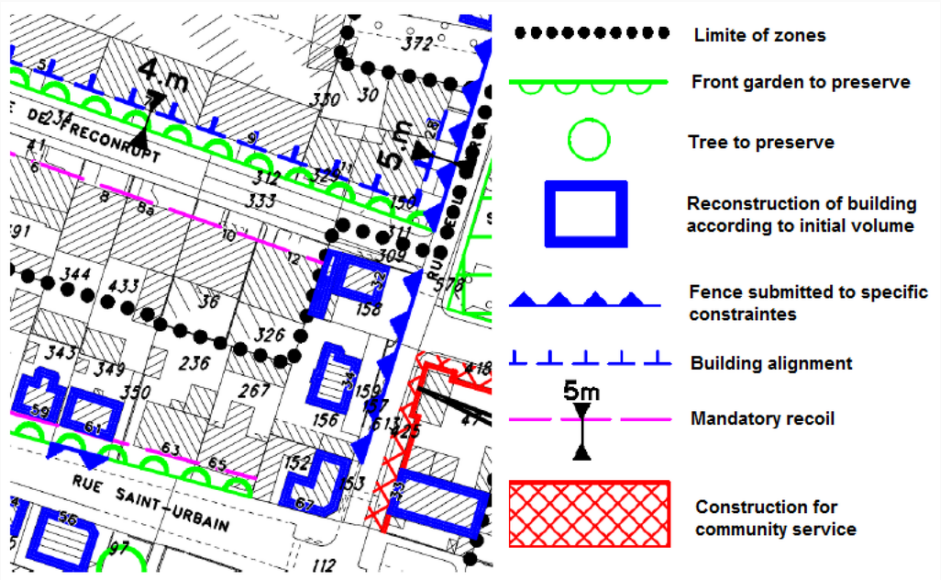
- Naturelles **(N)** *non constructibles*
- Agricoles **(A)** *non constructibles*
- Les zones définies comme Urbanisées **(U)**
- Les zones définies comme À Urbaniser **(AU)**



Application d'un PLU - Le règlement

Pour chaque sous-zone :

- Articles 1, 2 : restrictions d'usage du sol
- Articles 6, 7, 8 : position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie
- Article 10 : hauteur maximale
- Article 11 : aspect extérieur

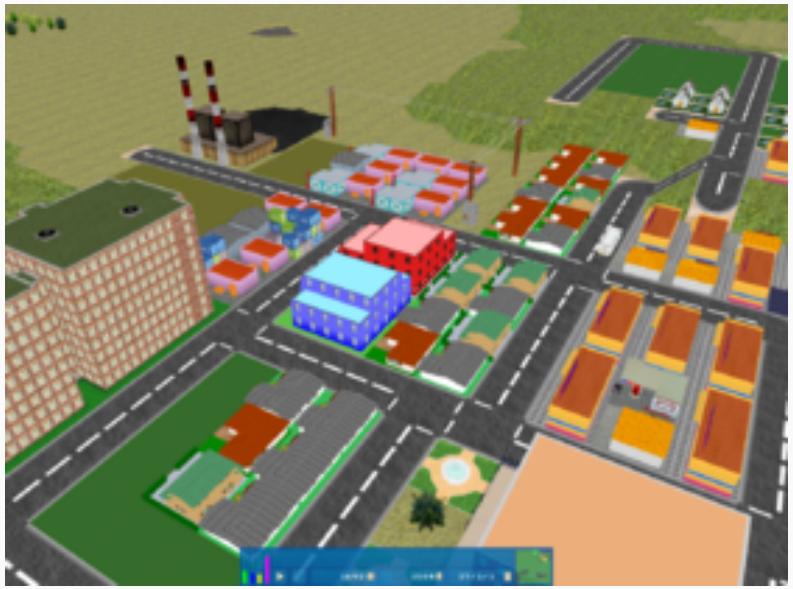


Exemple de contraintes dans Brasebin 2016

Approche : la simulation prospective

Les outils informatiques de **simulation prospective** permettent d'étudier les effets des documents sur les territoires

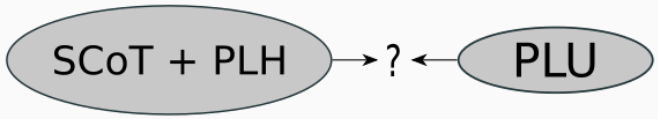
- formalisation explicite de connaissances thématiques
- automatisation des traitements grâce à l'augmentation des puissances de calculs
- modélisation générale et reproductible à des cas particuliers



Problématique : planification régionale – planification locale

Scot + PLH : Objectifs de logements

PLU : Contrainte de construction

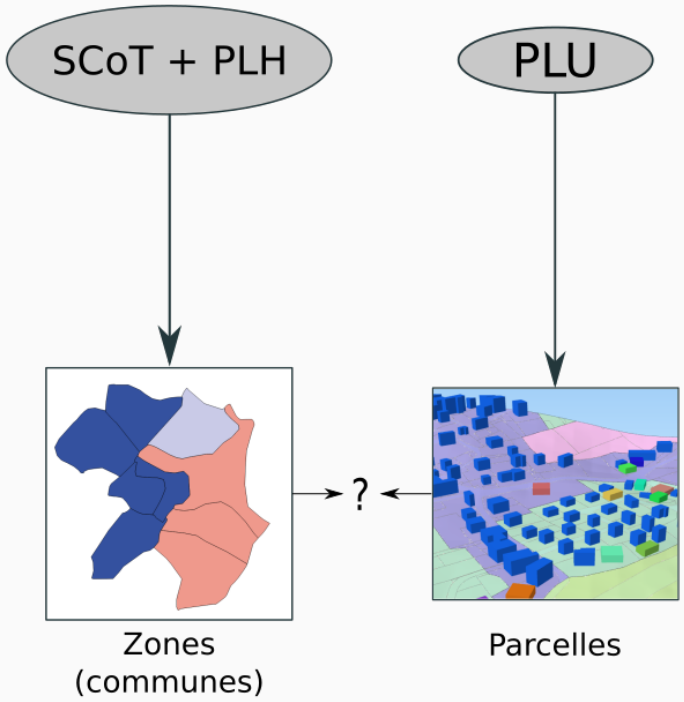


Problématique : planification régionale – planification locale

Scot + PLH : Objectifs de logements
PLU : Contrainte de construction

Comment vérifier la compatibilité entre ces différents documents ?

- Différents objets
- Différentes échelles

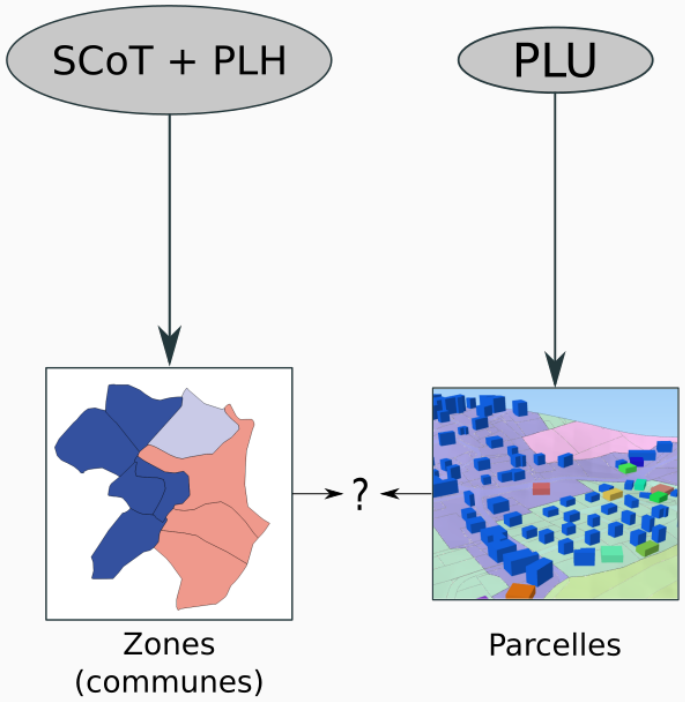


Problématique : planification régionale – planification locale

Scot + PLH : Objectifs de logements
PLU : Contrainte de construction

Comment vérifier la compatibilité entre ces différents documents ?

- Différents objets
- Différentes échelles



Couplage de deux modèles de simulation

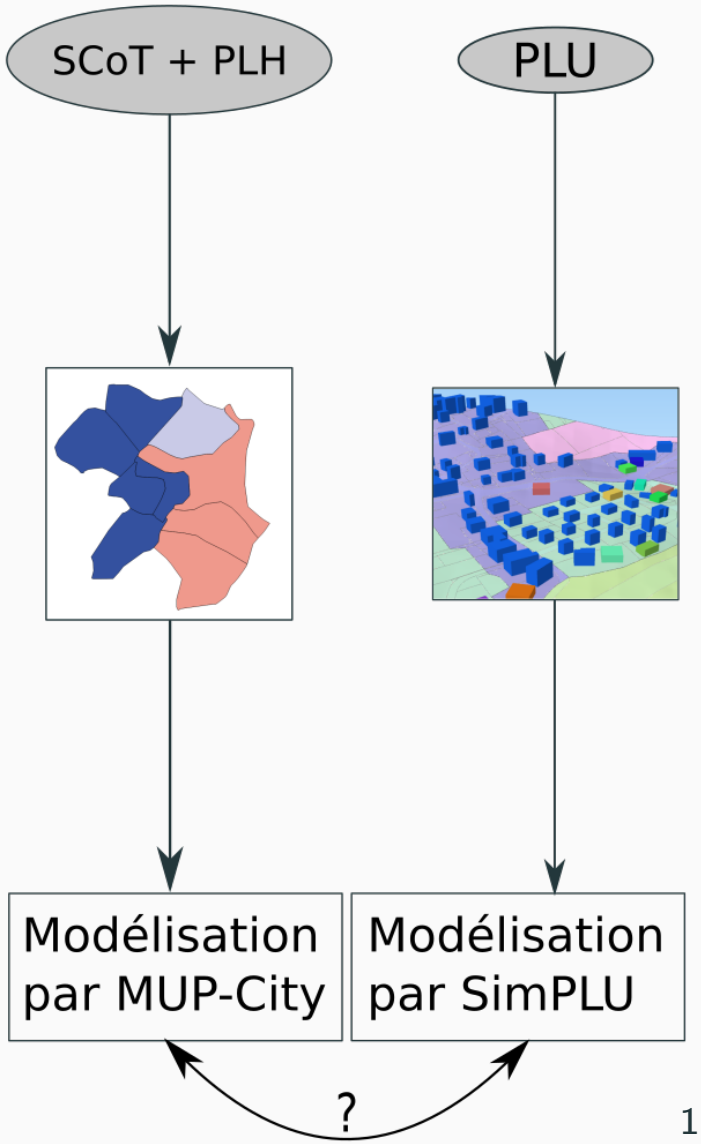
Problématique : planification régionale – planification locale

Scot + PLH : Objectifs de logements
PLU : Contrainte de construction

Comment vérifier la compatibilité entre ces différents documents ?

- Différents objets
- Différentes échelles

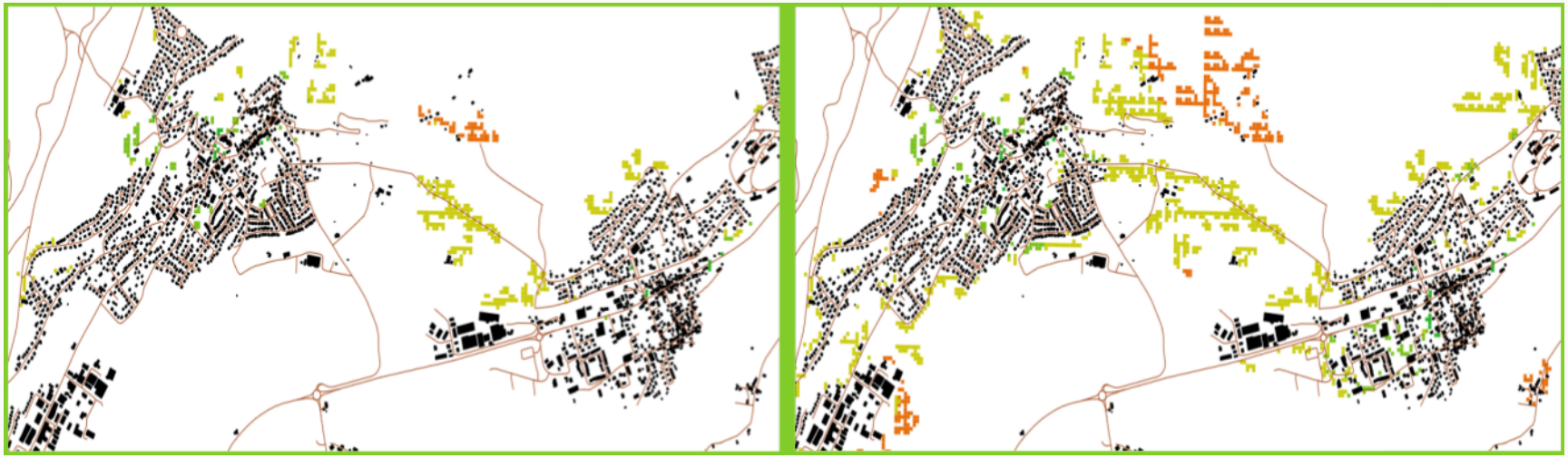
Couplage de deux modèles de simulation
Développement résidentiel régional : **MUP-City**
Constructibilité locale : **SimPLU**



Présentation des deux modèles de simulation

Simulation multi-échelle du développement résidentiel

- prend en compte une entière **région urbaine**
- simule jusqu'à proposer une **organisation spatiale locale**
- met en œuvre différentes **orientations d'aménagement**



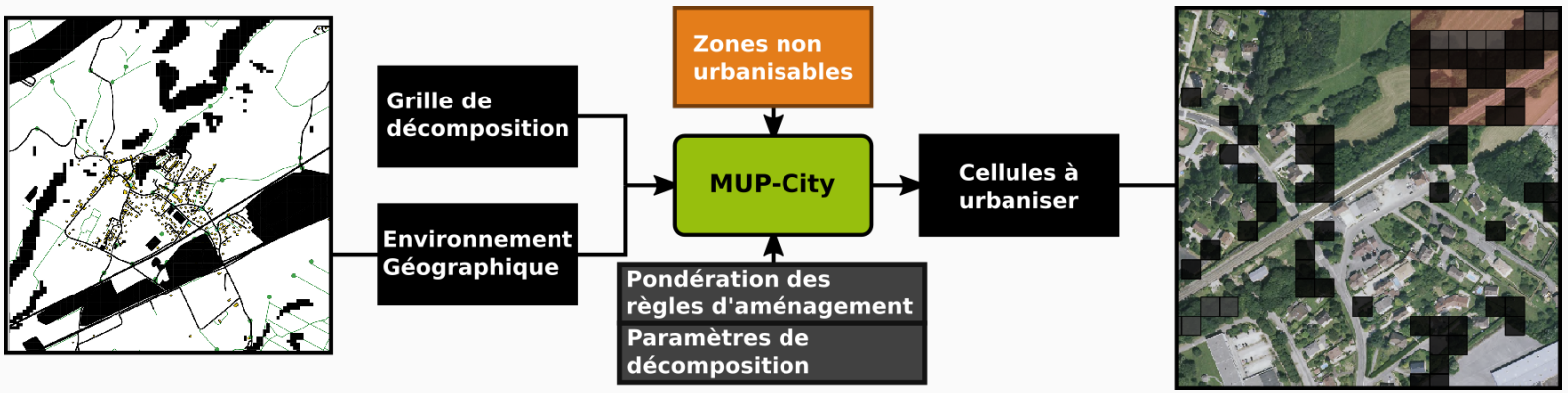
MUP-City : fonctionnement

Entrées

- Environnement vectoriel
- Paramètres de simulation et règles d'aménagement

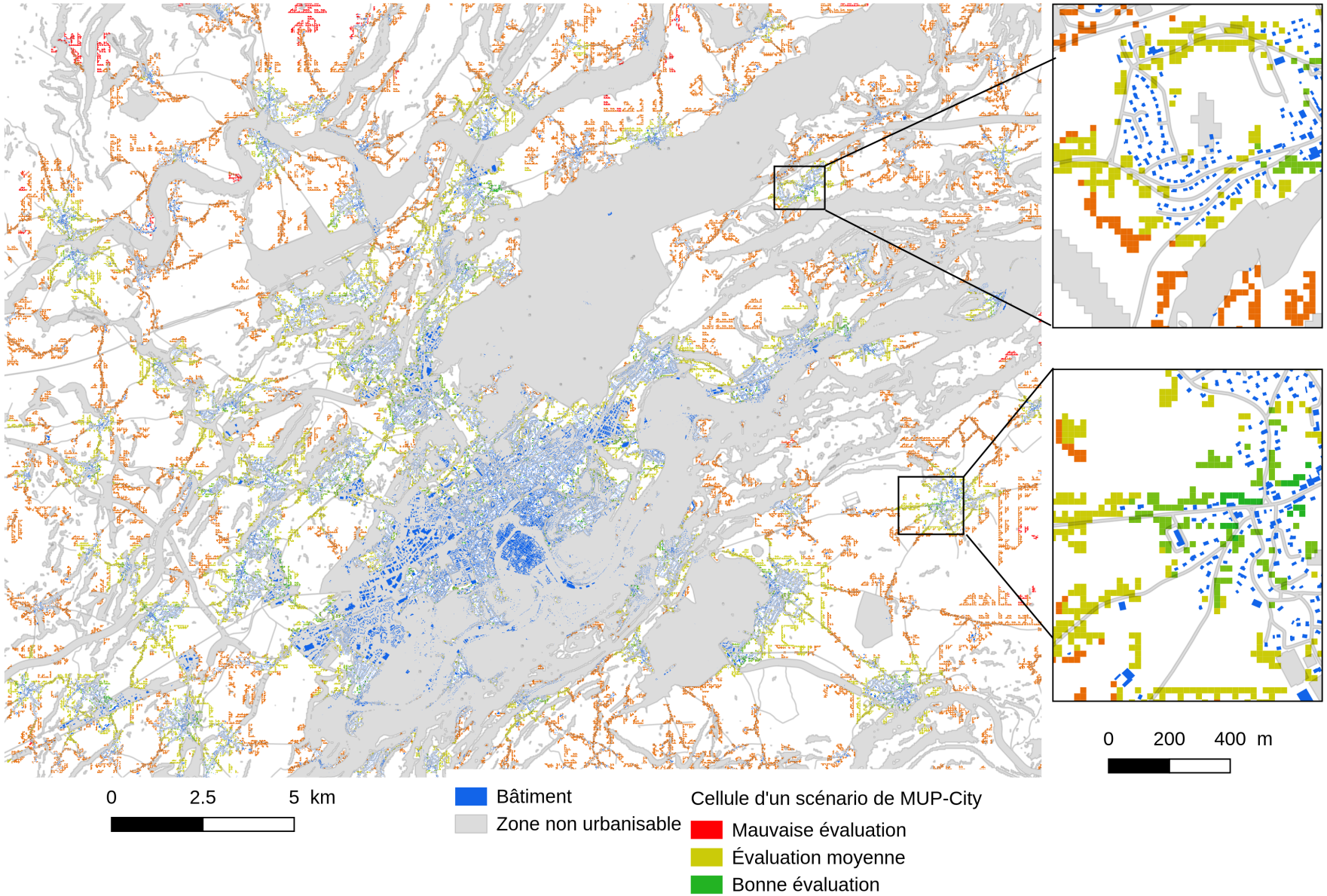
Sorties

- **Cellules de 20m** représentant des emplacements potentiellement urbanisables
- Évaluations suivant des critères morphologiques et d'accessibilité



MUP-City : exemples

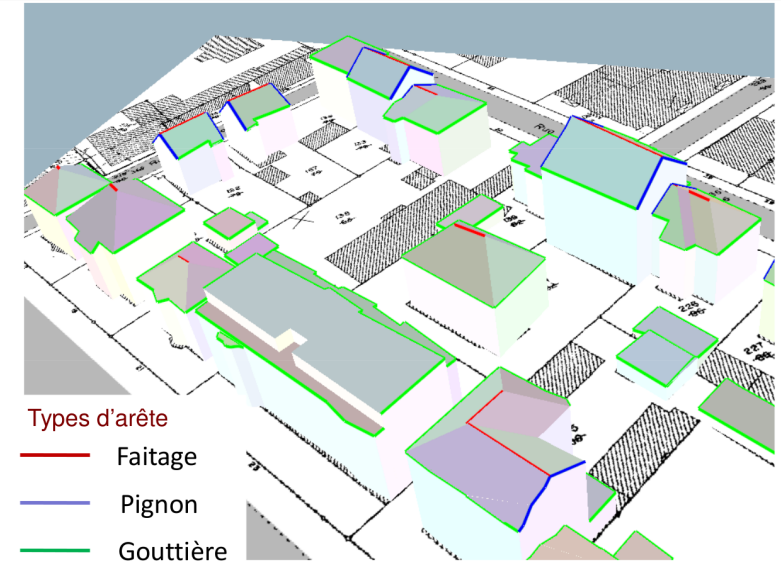
Exemple des sorties de MUP-City



SimPLU

Génère des enveloppes de bâtiments en 3D

- Produit un ensemble de bâtiments potentiellement constructibles selon les **contraintes du PLU**
- Optimise certains paramètres afin de poursuivre différents **objectifs de construction**
- Simule le comportement d'agents constructeurs



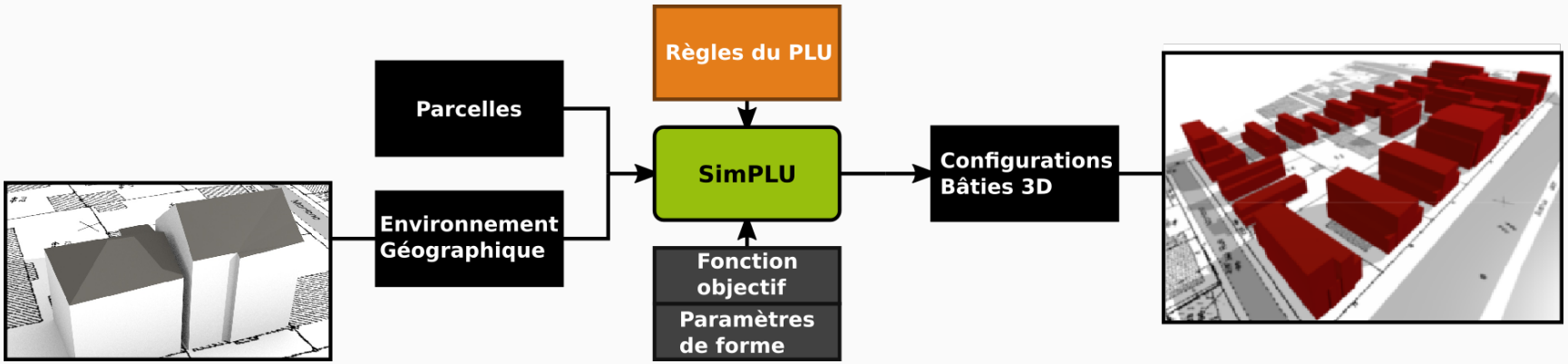
SimPLU : entrées et sorties

Entrées

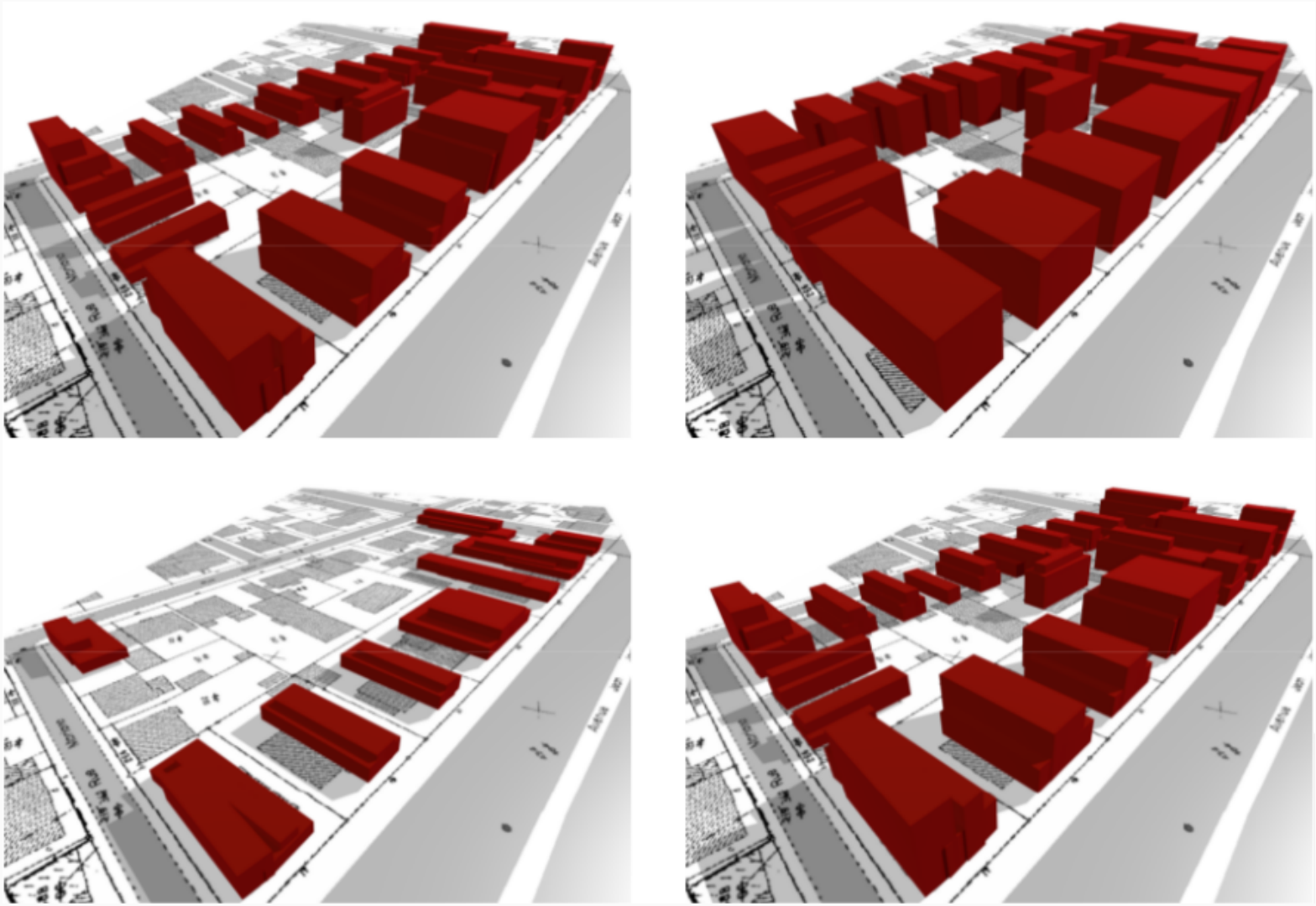
- Parcelle au sein d'un îlot urbain
- Paramètres de forme des bâtiments simulés
- Fonctions d'optimisation

Sortie

- Bâtiments en 3D représentant un potentiel constructible



SimPLU : exemples



Configurations bâties d'un îlot selon différentes règles du PLU (Brasebin, 2014)

Couplage de ces deux modèles

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

- Combien de logements sont-ils constructibles sur les **zones ouvertes à l'urbanisation ?**

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

- Combien de logements sont-ils constructibles sur les **zones ouvertes à l'urbanisation ?**
  1. Densification des zones Urbanisées

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

- Combien de logements sont-ils constructibles sur les **zones ouvertes à l'urbanisation ?**
  1. Densification des zones Urbanisées
  2. Estimation de construction dans les zones À Urbaniser

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

- Combien de logements sont-ils constructibles sur les **zones ouvertes à l'urbanisation ?**
  1. Densification des zones Urbanisées
  2. Estimation de construction dans les zones À Urbaniser
- Les objectifs régionaux sont ils atteignables avec les PLU actuels ?

Couplage : objectifs

Le développement prévu dans les documents de planification régionaux est-il **réalisable** avec les documents d'urbanisme locaux ?

- Combien de logements sont-ils constructibles sur les **zones ouvertes à l'urbanisation ?**
  1. Densification des zones Urbanisées
  2. Estimation de construction dans les zones À Urbaniser
- Les objectifs régionaux sont ils atteignables avec les PLU actuels ?
- Si non, où ouvrir de nouvelles zones à urbaniser ?

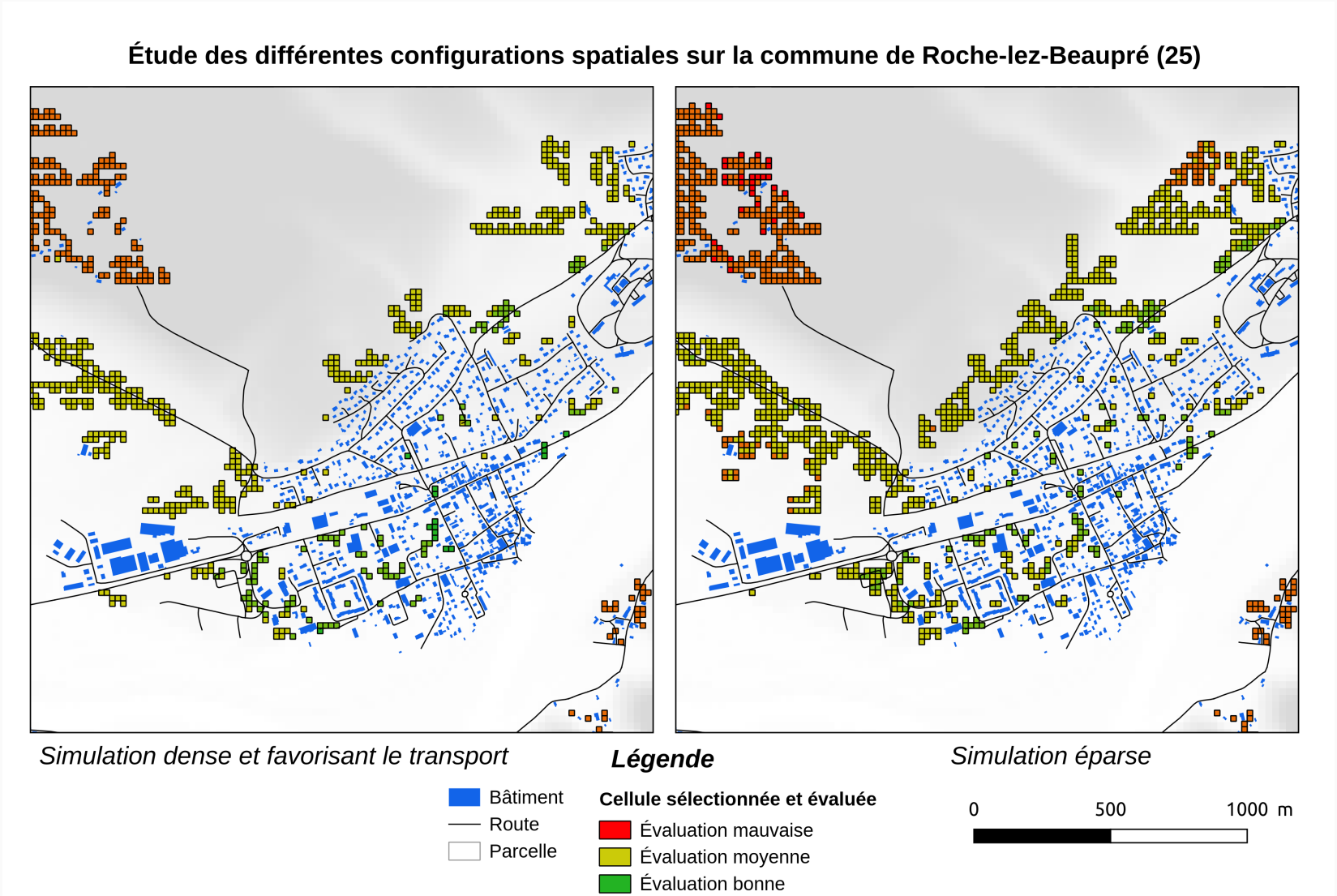
Les étapes du couplage

Méthodologie en 4 étapes

1. Choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City

1ère étape : choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City

Traduit des objectifs de développement régionaux



Les étapes du couplage

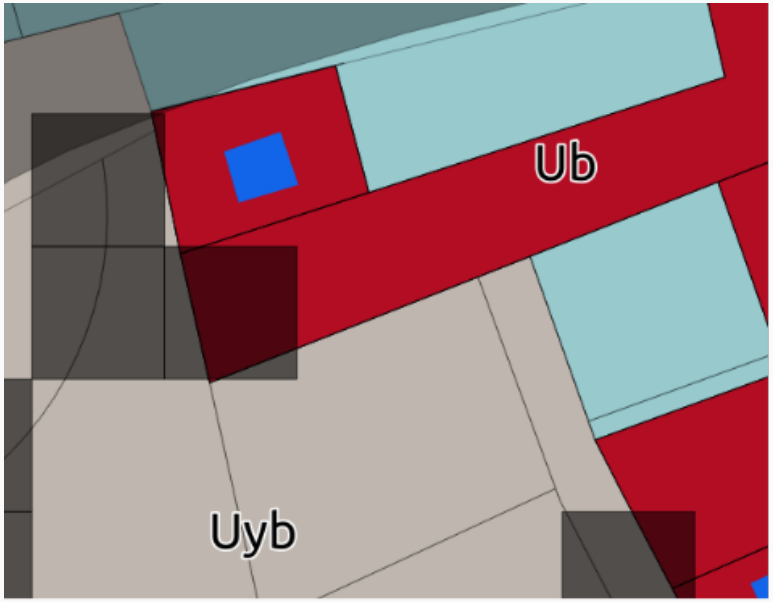
Méthodologie en 4 étapes

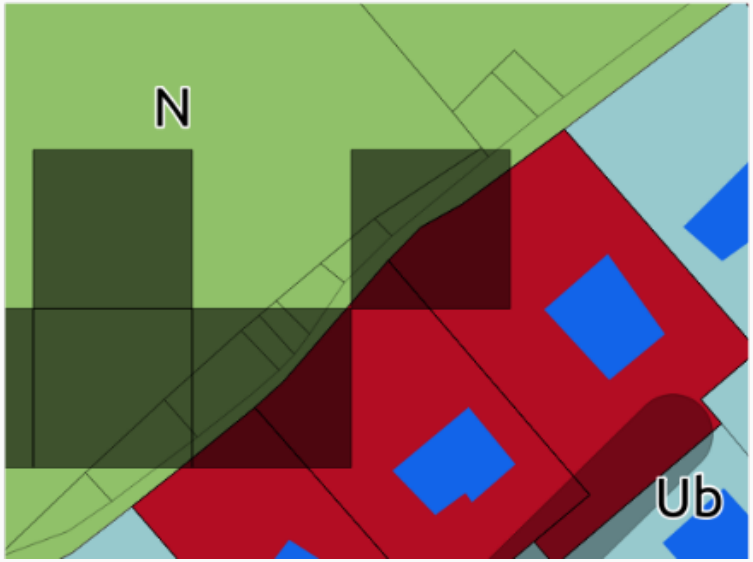
1. Choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City
2. *Densification :* sélection des parcelles

2ème étape : sélectionner les parcelles à analyser

Sélection simple :

- cellule touchant une ou plusieurs parcelles
- parcelle dans une zone constructible





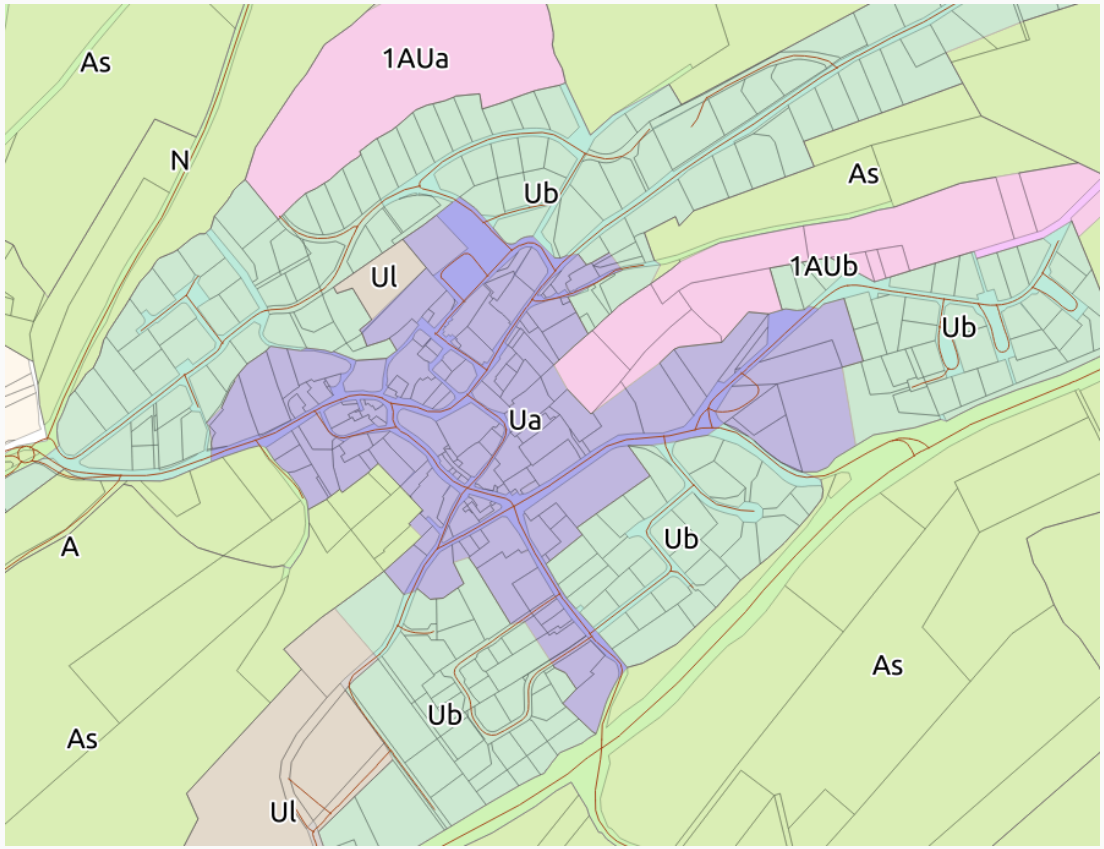
Les étapes du couplage

Méthodologie en 4 étapes

1. Choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City
2. *Densification :* sélection des parcelles
3. *Densification :* modélisation du PLU et simulation avec SimPLU

3ème étape : modélisation du PLU et simulation avec SimPLU

- Transcription du règlement du PLU par zone
- Définition des critères d'optimisation



Les étapes du couplage

Méthodologie en 4 étapes

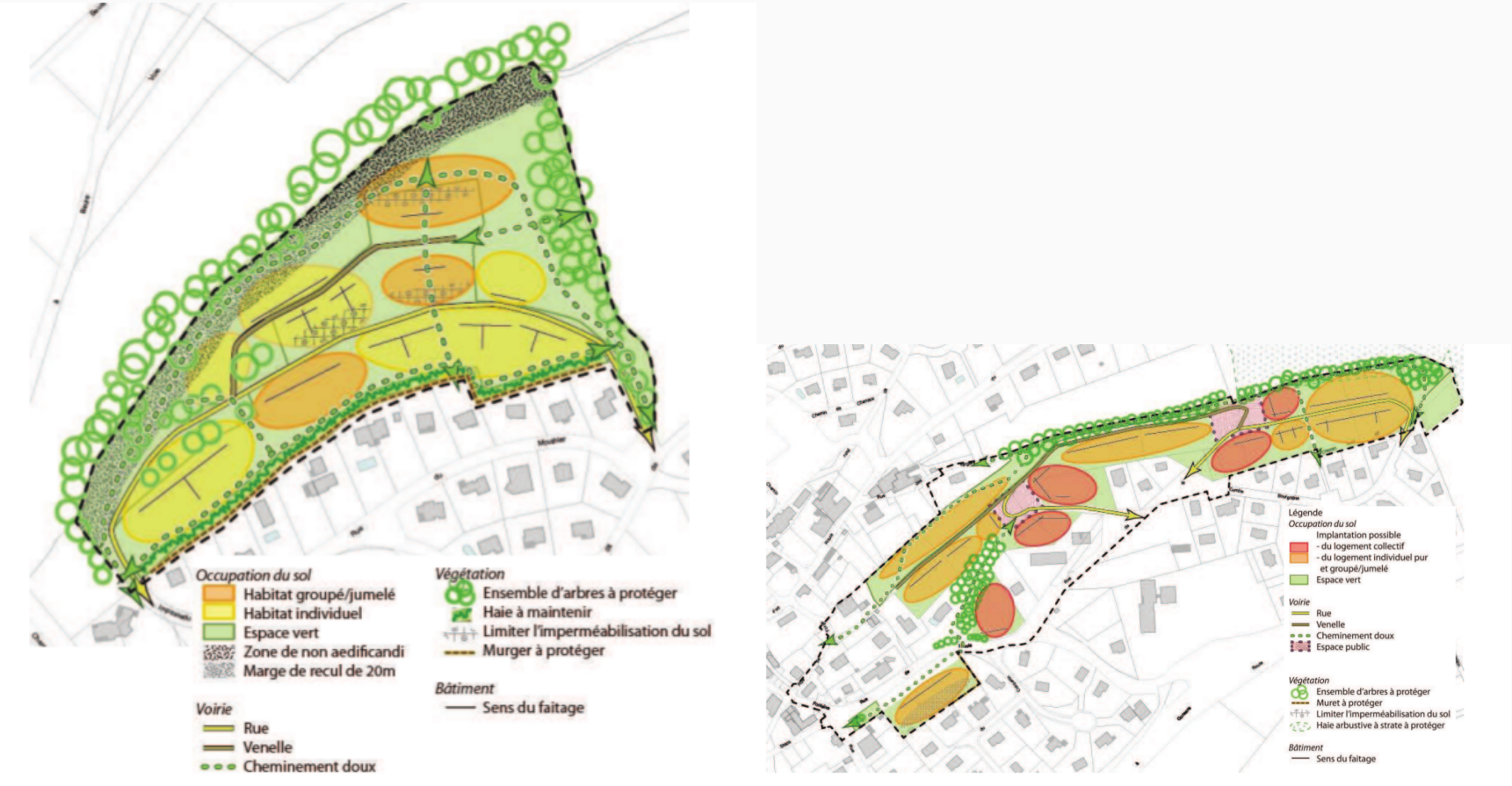
1. Choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City
2. *Densification :* sélection des parcelles
3. *Densification :* modélisation du PLU et simulation avec SimPLU
4. *Extension résidentielle :* estimation du nombre de logements

4ème étape : estimation du nombre de logements dans les bâtiments

Combien peut-on mettre de logements dans les bâtiments simulés ?
Hypothèse simplificatrice : un logement fait $150m^2$

4ème étape : estimation du nombre de logements dans les zones à urbaniser

- Défini dans les dispositifs opérationnels (OAP, ZAC)
- Ou estimation



Exemples d'Opération d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Étude de cas : Roche-lez-Beaupré (25)

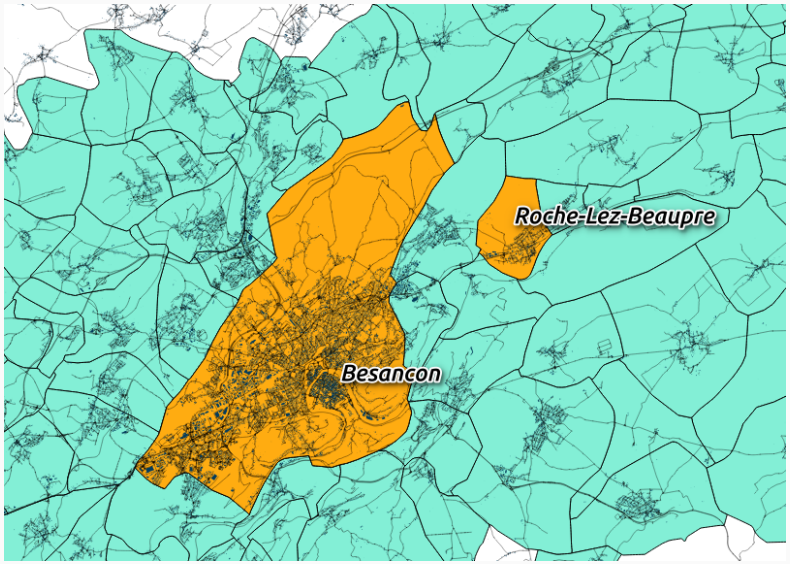
Présentation de la commune

Roche-lez-Beaupré

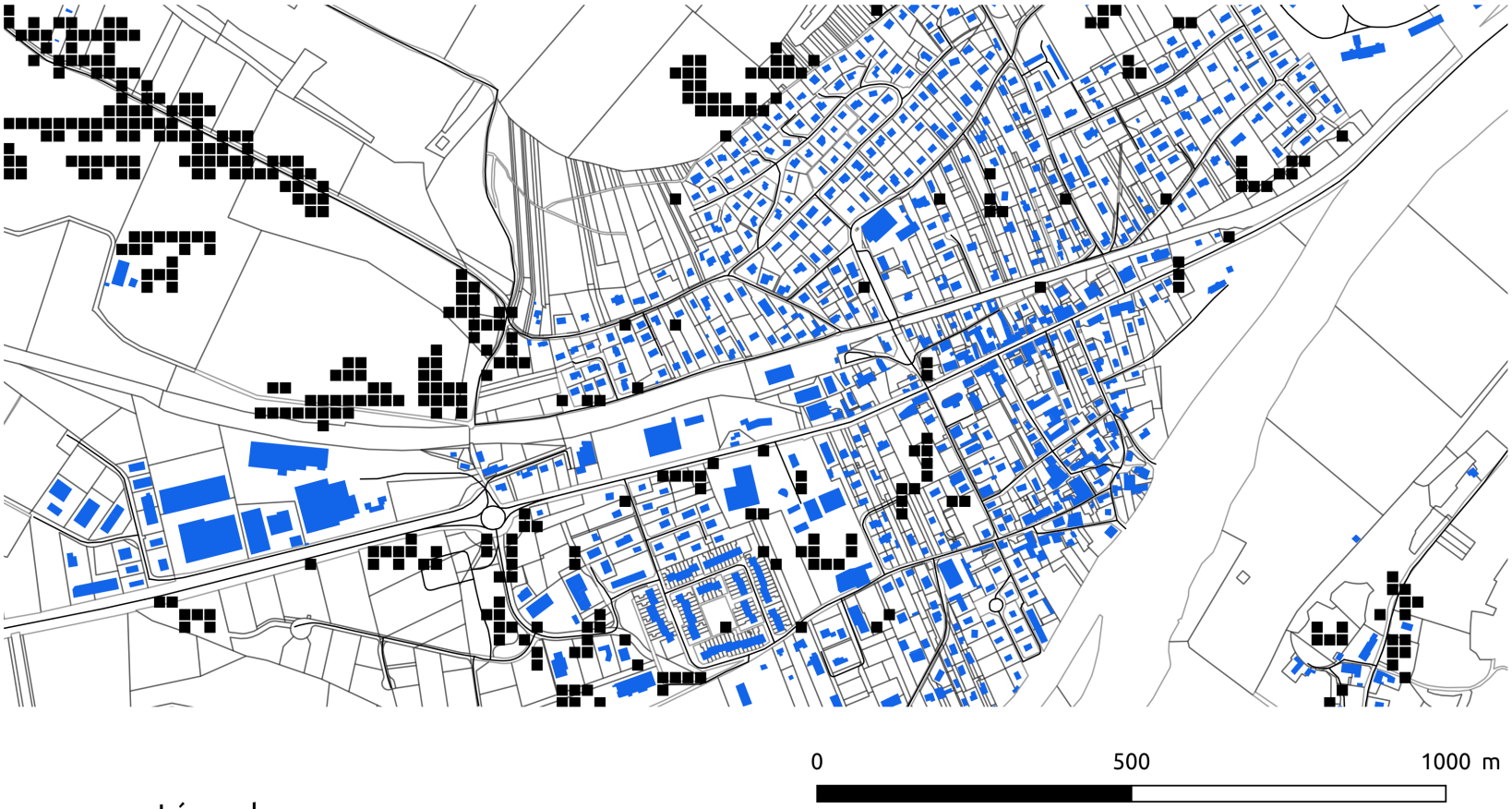
2100 habitants – Commune halte ferroviaire

PLH : construction de 350 logements entre 2010 et 2035

Densité visée par le SCoT : 20 log/ha

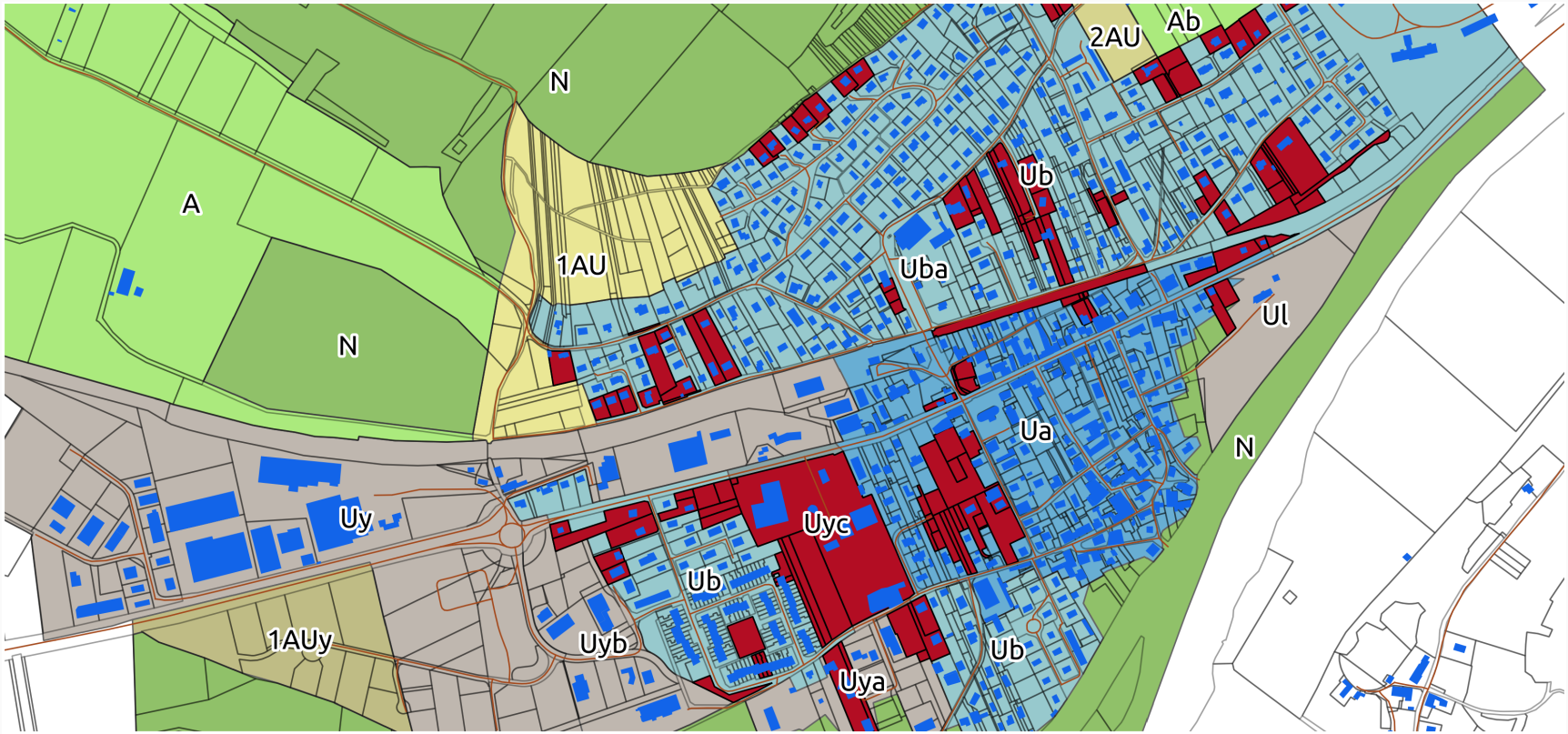


1ère étape : sélection d'une configuration spatiale simulée avec MUP-City



Simulation spatiale issue de MUP-City sélectionnée pour la densification de la commune de Roche-lez-Beaupré

2ème étape : sélection des parcelles



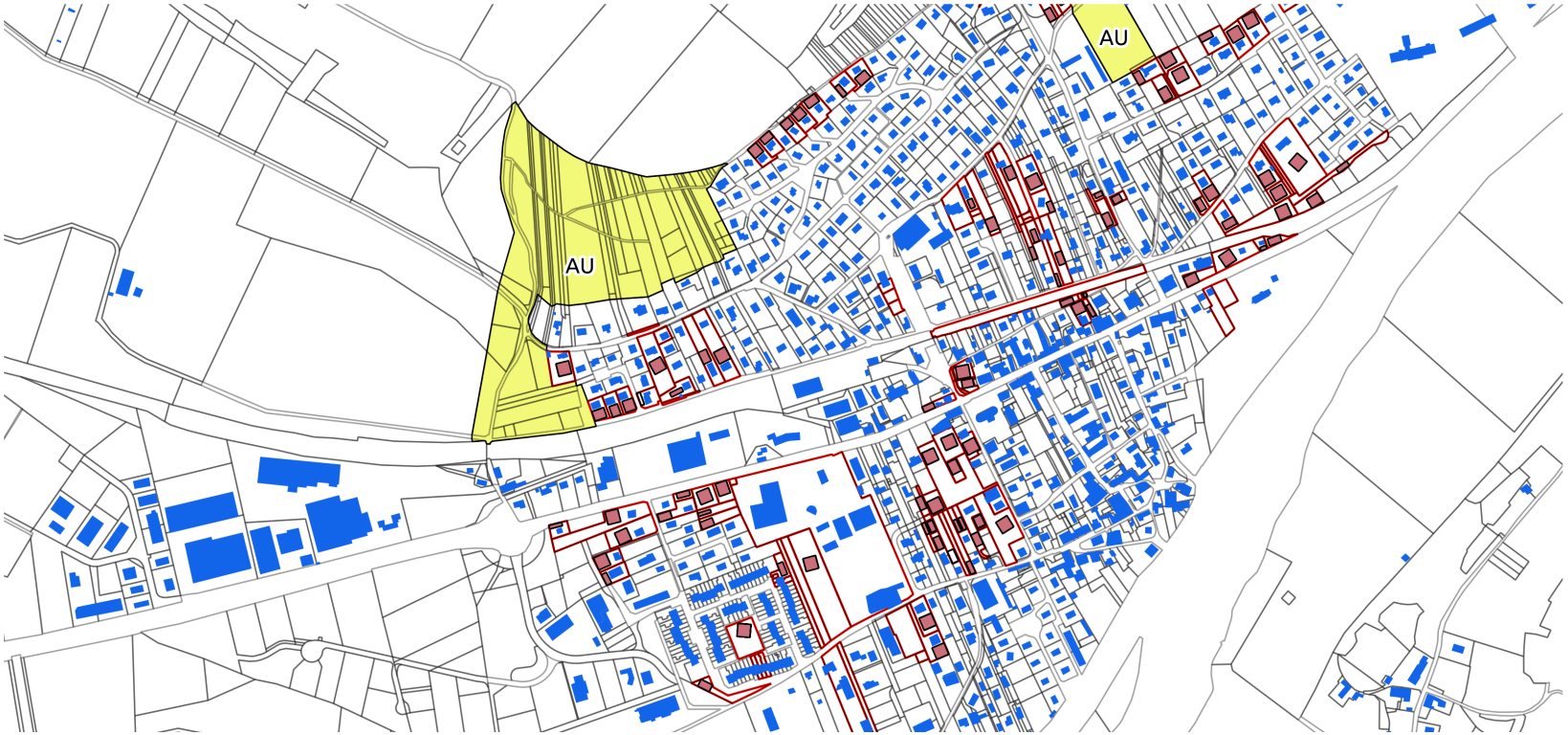
Parcelles sélectionnées pour la densification de la commune de Roche-lez-Beaupré

3ème étape : modélisation et simulation du PLU

Règles de construction différentes pour chaque zone

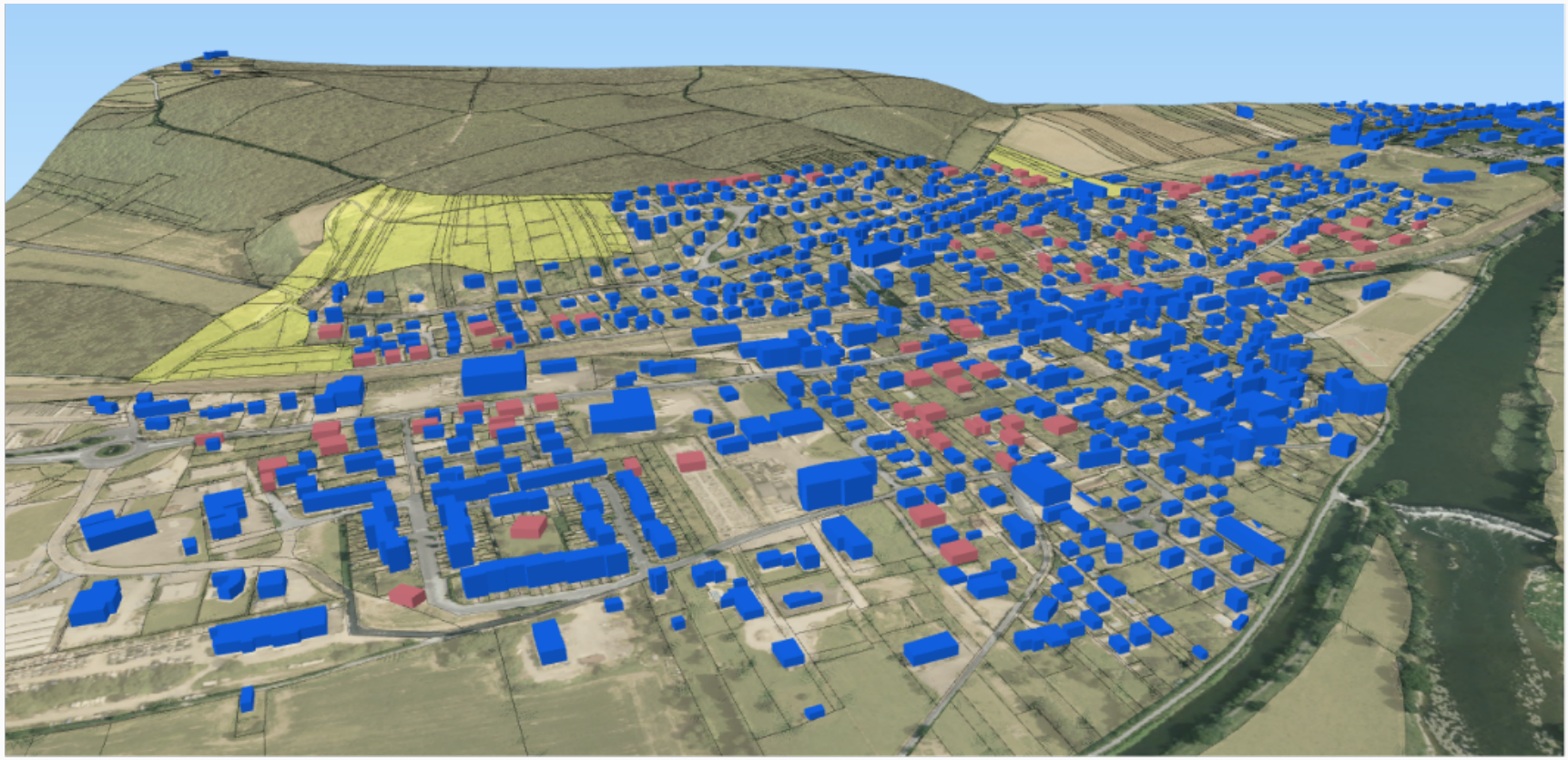
- Uniquement des bâtiments simples de 3 à 20m de côté
- Recul par rapport à la voirie et aux limites séparatives selon les règlements
- Coefficients d'emprise au sol selon les règlements

3ème étape : modélisation et simulation du PLU



Simulation de bâtiments pour la densification de la commune de Roche-lez-Beaupré

3ème étape : modélisation et simulation du PLU



Bâtiment simulé

Bâtiment existant

Zone "À Urbaniser" (AU)

Vue 3D de la simulation de bâtiments pour la densification de la commune de Roche-lez-Beaupré (25)

4ème étape : estimation du nombre de logements dans les bâtiments

Formes de logement caractéristiques

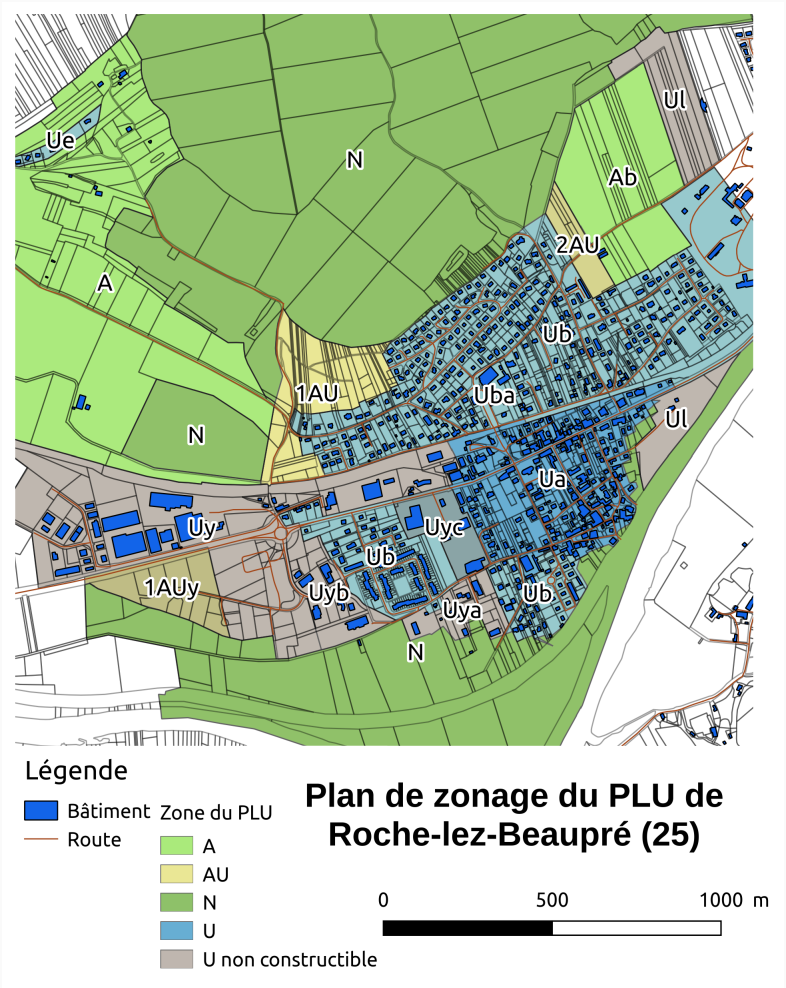
Maisons mitoyennes

Logement collectif

— Estimation du nombre de logements par bâtiments —

Emprise au sol des bâtiments et contenance en logements	Nombre de bâtiments de ce type
De 75 à 225 m^2 1 logement	36
De 226 à 375 m^2 2 logements	29
De 375 à 400 m^2 3 logements	27
Total de logements simulés	175

4ème étape : estimation du nombre de logements dans les zones AU



— Estimation de construction— dans les zones AU

Surface utile	9.3 ha
Densité visée par le SCoT	20 log/ha
Estimation nb logements	186 log

Analyse des résultats

Nombre de bâtiments densification	Logements potentiels en densification	Estimation de logements en zone AU	Total	Prévision régionale	Différentiel
94	175	186	361	350	+11 (3%)

Relativement à toutes ces hypothèses simplificatrices, la commune peut répondre aux objectifs de construction de logements avec son PLU actuel

Conclusions

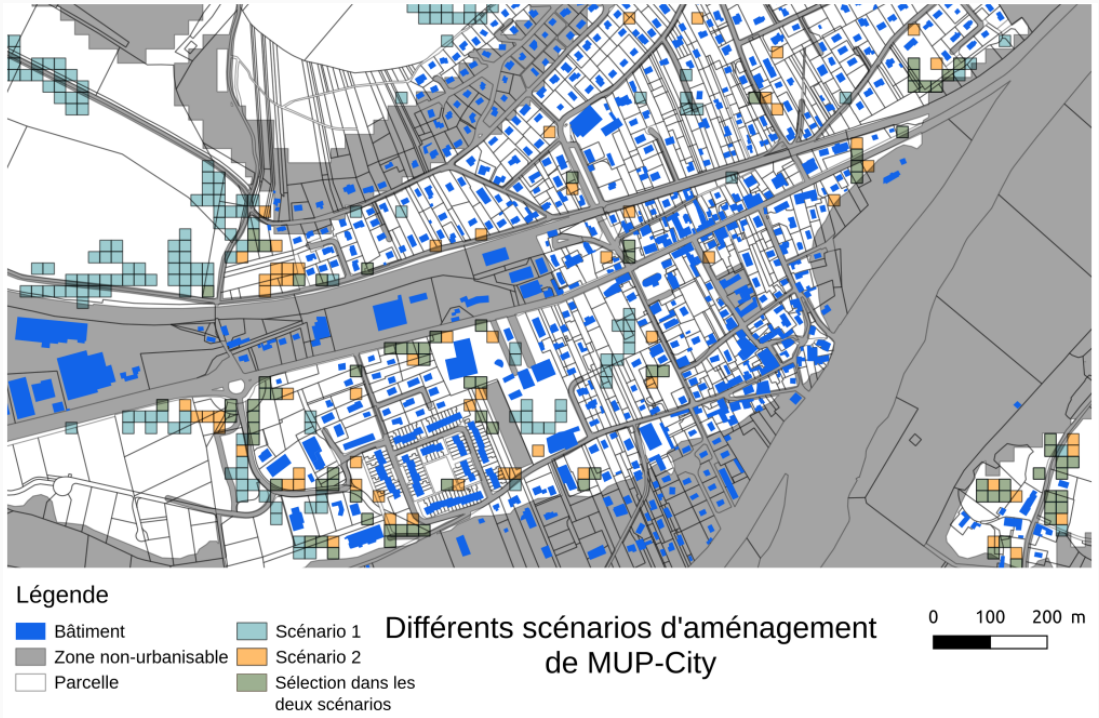
Conclusions

Première approche expérimentale du couplage

- Évaluation des potentiels de densification résidentielle
- Confrontation des objectifs locaux et régionaux en matière de construction de logements
- Approche uniquement top-down

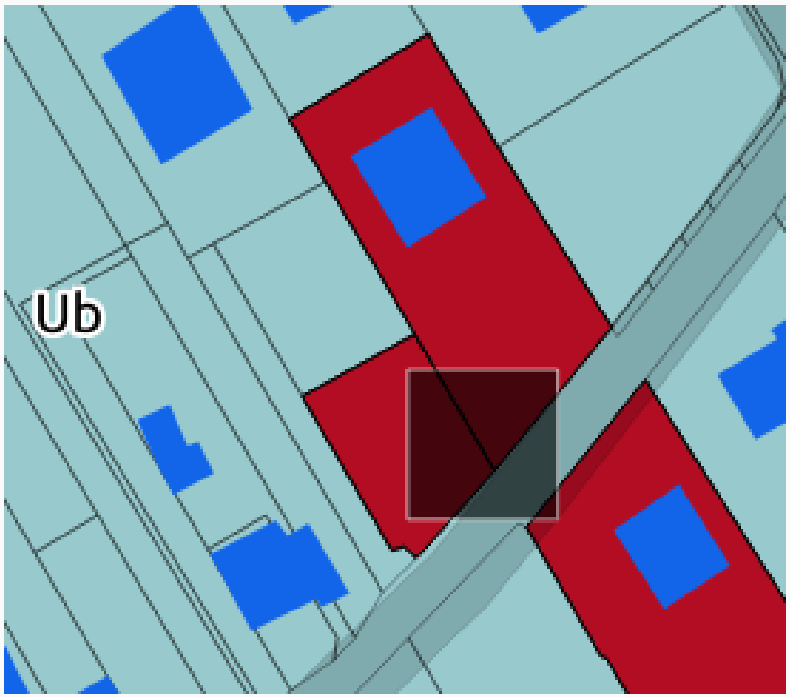
Perspectives de développement - Les configurations spatiales simulées

Pour l'analyse des nombreuses configurations spatiales simulées avec MUP-City : distribution des simulations



Perspectives de développement - Affiner la sélection des parcelles

Une seule parcelle par cellule

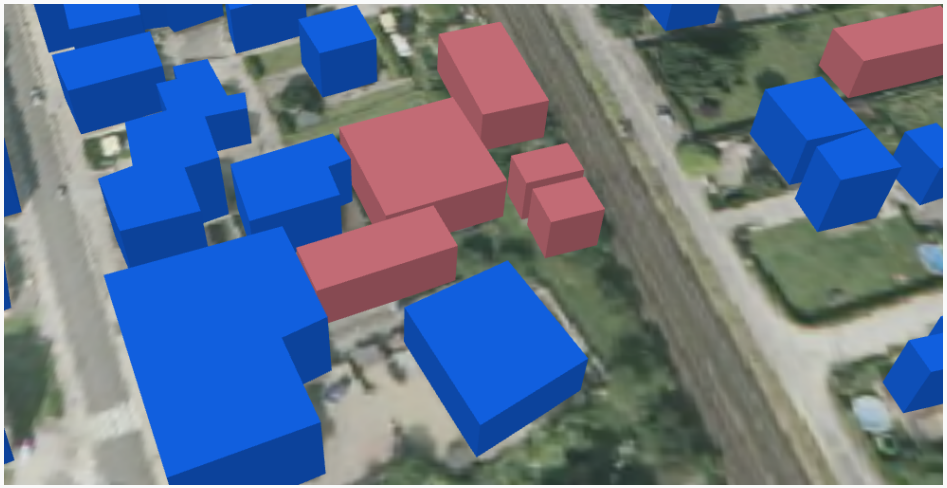


Perspectives de développement - Affiner la sélection des parcelles

Procédure de découpage/agrégation parcellaire

Perspectives de développement - Adapter le simulateur SimPLU à la densification

Contraintes spécifiques pour la densification



Problème d'accessibilité à la voirie

Perspectives de développement - Adapter le simulateur SimPLU à la densification

Déploiement de certaines types de densification résidentielle prédéfinis

Densification parcellaire en drapeau

Perspectives de développement - Estimation des logements

- Différencier les types de logements à construire selon les **prescriptions du PLH**
- Affiner la **conversion bâtiment/logement**
- Sélection de l'ouverture de **nouvelles zones à urbaniser** grâce aux sorties de MUP-City

Merci pour votre attention

Everything we do is open source

maxime.colomb@ign.fr

MUP-City: `https://sourcesup.renater.fr/mupcity/`

SimPLU: `https://github.com/IGNF/simplu3D`

Questions?