

# Couplage de deux modèles de simulation 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



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

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

### **En résumé**

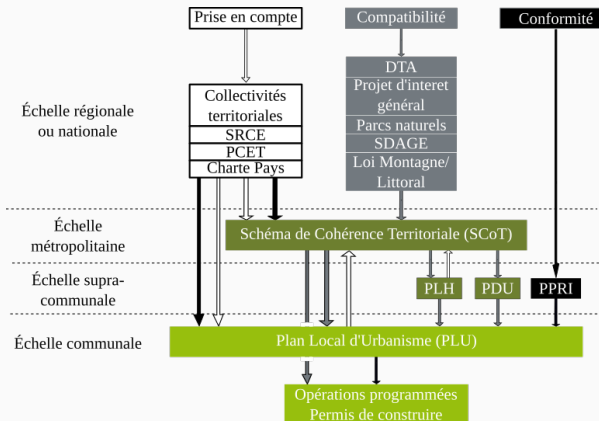
Plus de poids pour les acteurs régionaux

Prise en compte des enjeux environnementaux

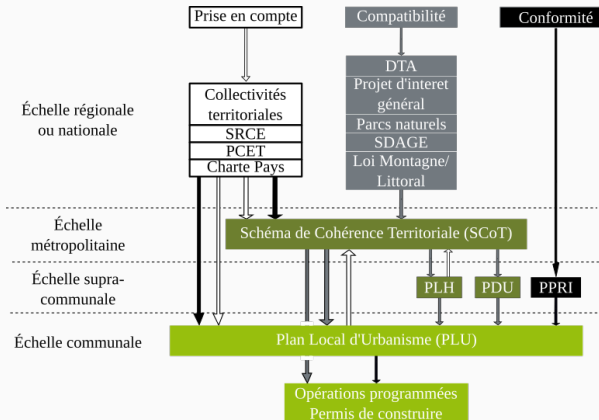
Densification plutôt qu'expansion



# Contexte : les documents d'urbanisme et de planification



# Contexte : les documents d'urbanisme et de planification



Intrication de ces divers documents

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

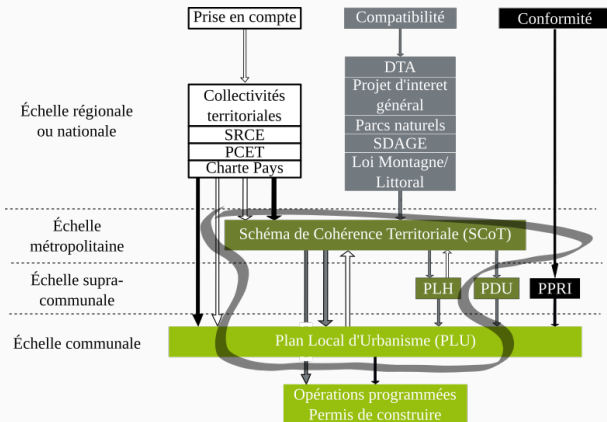
- Leurs rédacteurs sont différents
- Leurs objectifs peuvent varier
- Leurs effets peuvent être contradictoires

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

**Objectif** : contrôler la construction de logements

# Zoom sur le développement résidentiel

**Objectif :** contrôler la construction de logements



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 **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



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

## Légende

 Emprise du SCoT

**Nombre de logements prévus par le SCoT**

 3 - 63

 63 - 163

 163 - 275

 275 - 400


 400 - 1138


 18625

 Emprise du PLH

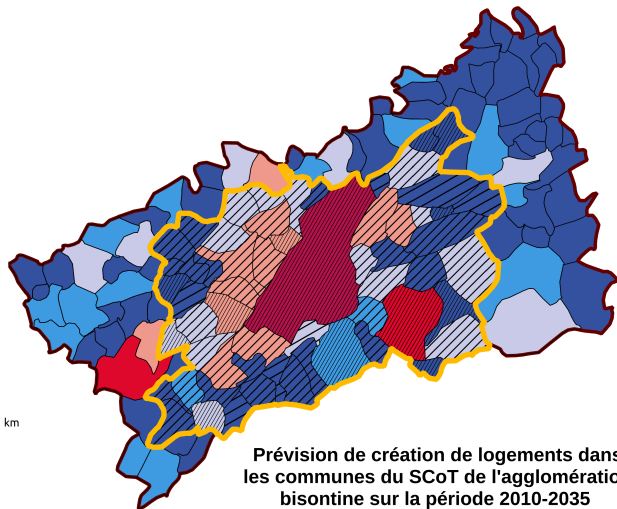
**Logements à construire par un acteur public dans le PLH**

 0% - 25%

 25% - 35%

 35% - 50%

0 5 10 km



**Prévision de création de logements dans les communes du SCoT de l'agglomération bisontine sur la période 2010-2035**

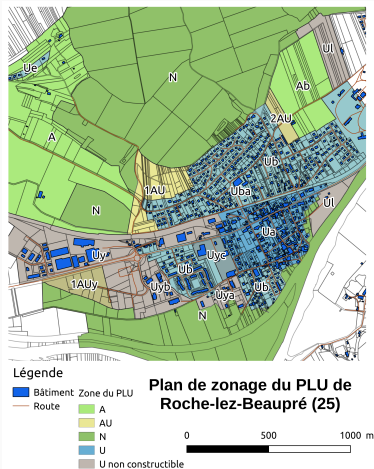
Le **Plan Local de l'Urbanisme (PLU)** détaille et spatialise les contraintes de constructibilité au sein d'une commune

- 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**)





# Approche : la simulation prospective

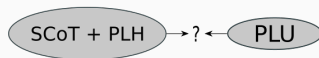
Les outils informatiques de **simulation prospective** permettent d'étudier les effets des documents sur les territoires

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



**Scot + PLH : Objectifs de logements**

**PLU : Contrainte de construction**



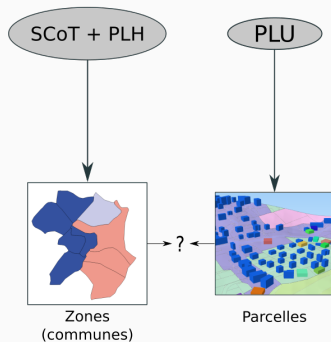
# Problématique : planification régionale – planification locale

**Scot + PLH : Objectifs de logements**

**PLU : Contrainte de construction**

Comment vérifier la compatibilité entre ces différents documents ?

- Différents objets
- Différentes échelles



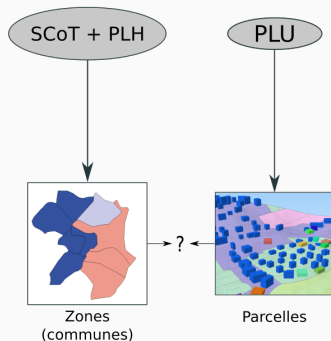


**Scot + PLH : Objectifs de logements**  
**PLU : Contrainte de construction**

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**

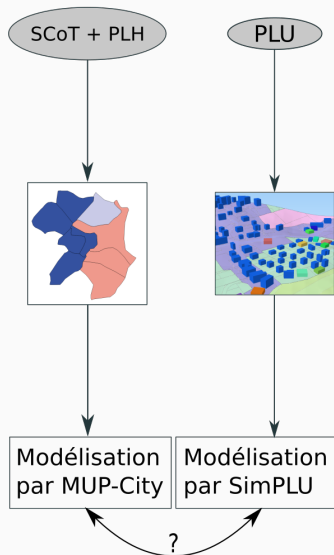
Comment vérifier la compatibilité entre ces différents documents ?

- 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**



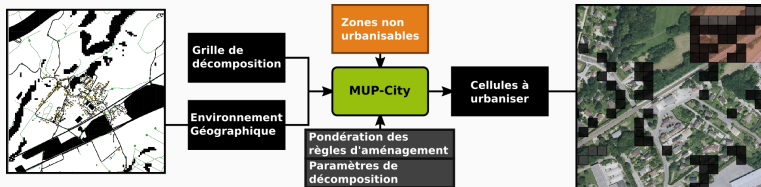
# MUP-City : fonctionnement

## Entrées

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

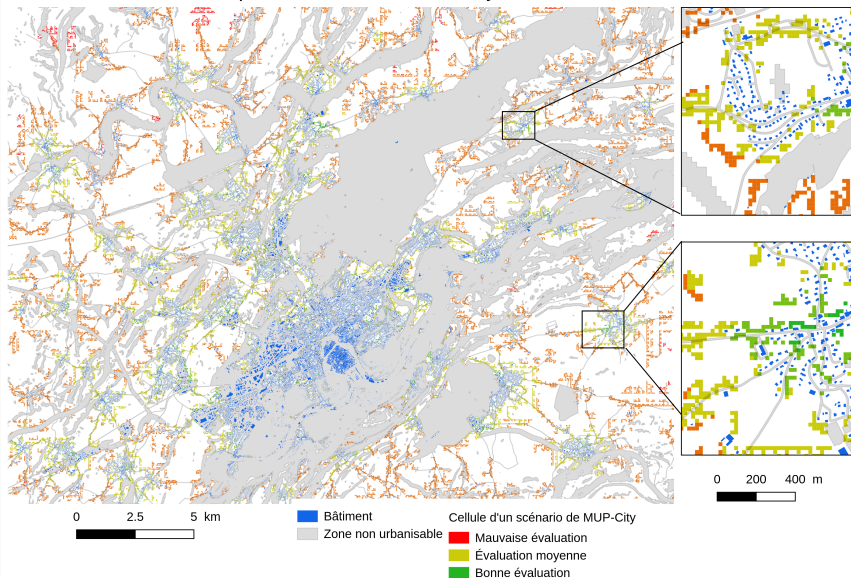
## Sorties

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



# MUP-City : exemples

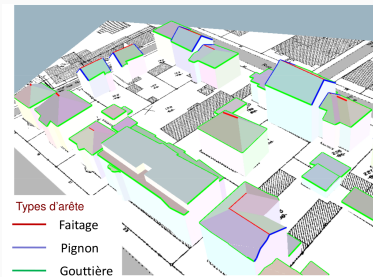
Exemple des sorties de MUP-City



## 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



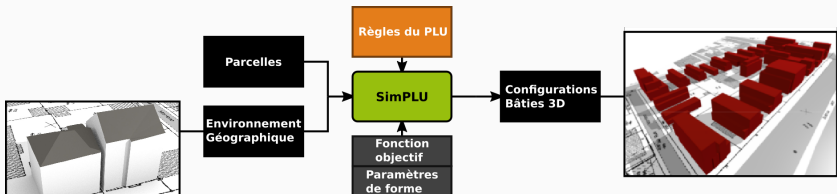
# SimPLU : entrées et sorties

## Entrées

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

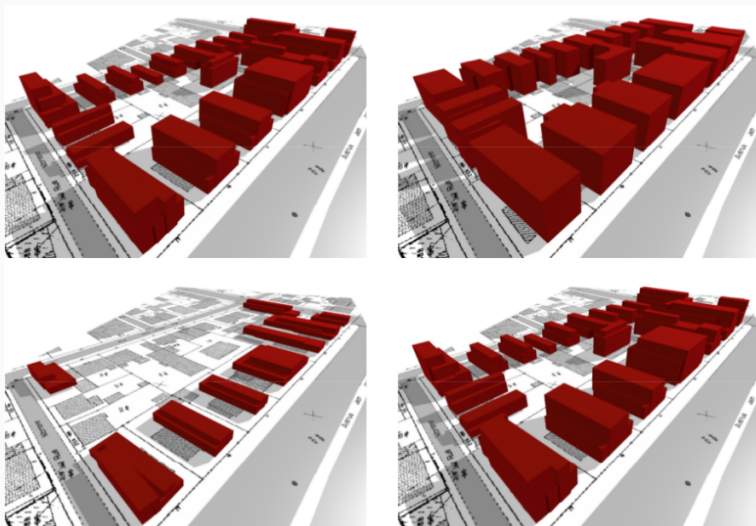
## Sortie

- 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**

---

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

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** ?

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**

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

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 ?

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 ?



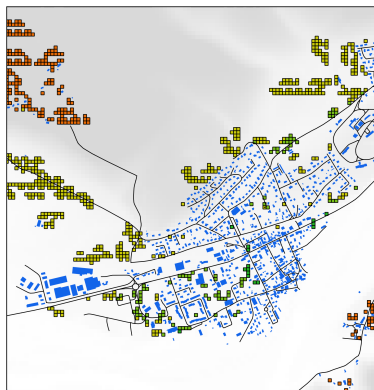
## Méthodologie en 4 étapes

1. Choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City

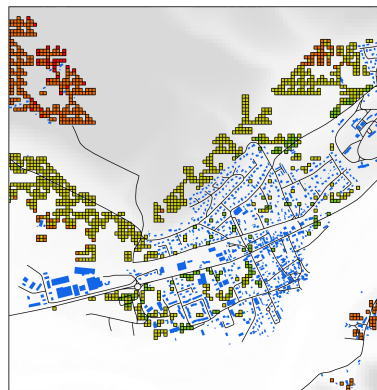
# 1ère étape : choisir une configuration spatiale simulée avec MUP-City

Traduit des objectifs de développement régionaux

Étude des différentes configurations spatiales sur la commune de Roche-lez-Beaupré (25)



*Simulation dense et favorisant le transport*



*Simulation éparse*

- Bâtiment
- Route
- Parcelle

## Légende

- Cellule sélectionnée et évaluée
- Évaluation mauvaise
- Évaluation moyenne
- Évaluation bonne

0 500 1000 m

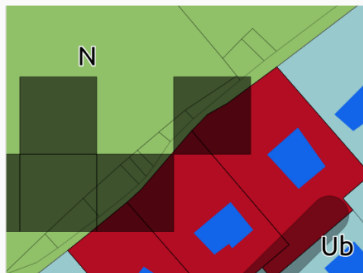
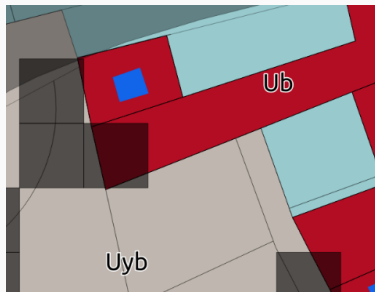
## Méthodologie en 4 étapes

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

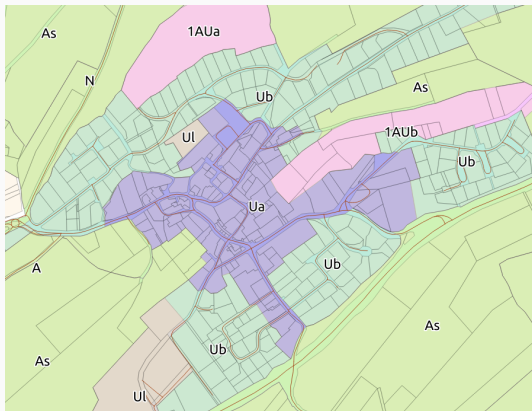


## Méthodologie en 4 étapes

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



## 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<sup>2</sup>*



# 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)**

---

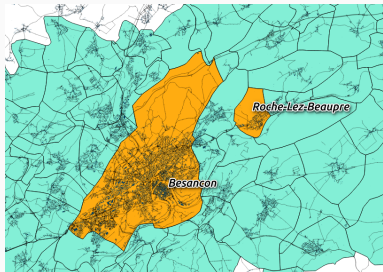
# Présentation de la commune

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

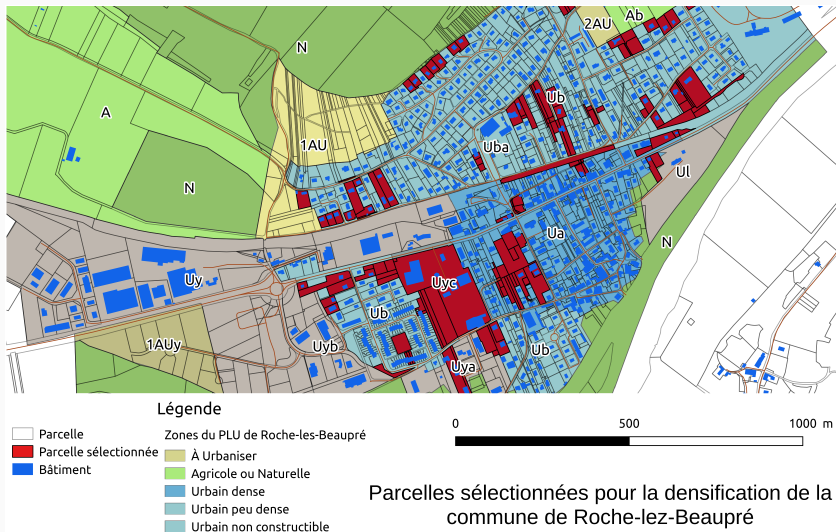


## Légende

- Parcelle
- Cellules MUP-City
- Bâtiment

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

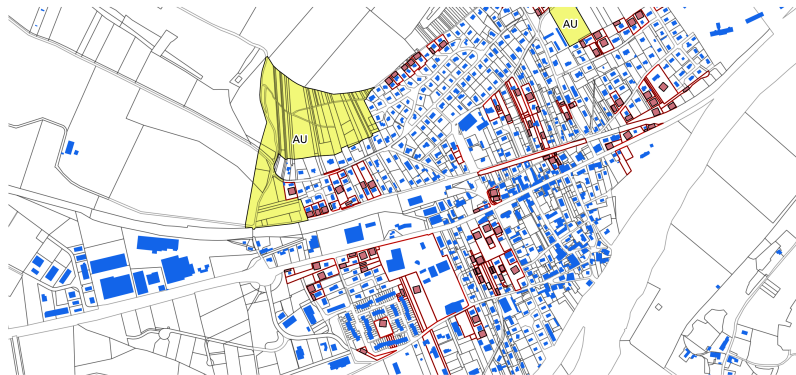
## 2ème étape : sélection des parcelles



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

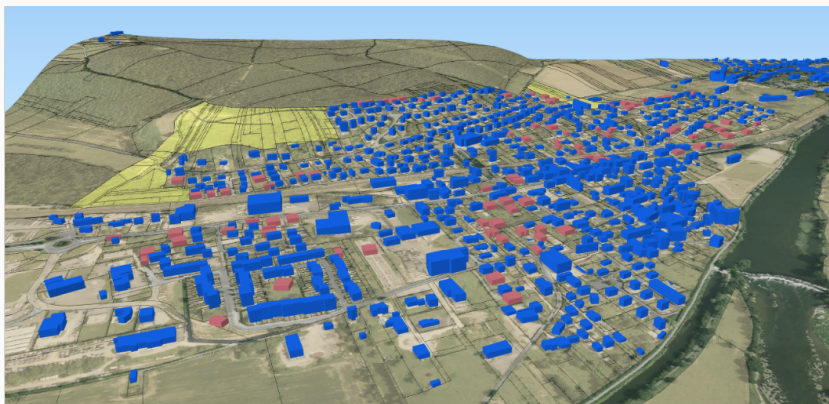


### Légende

- Parcèle
- Bâtiment pré-existant
- Bâtiment simulé
- Parcèle sélectionnée

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

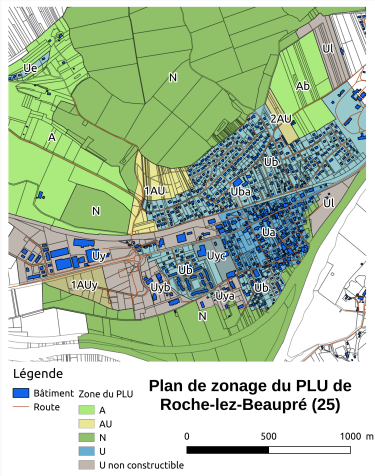


Logement collectif

— 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

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

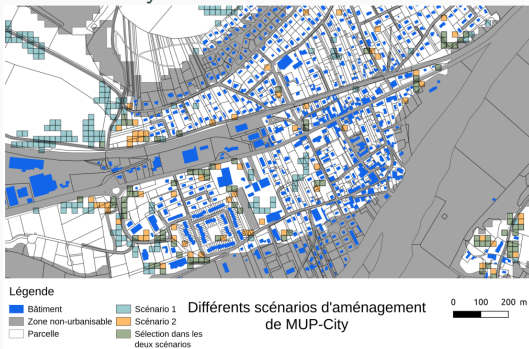
---

## 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

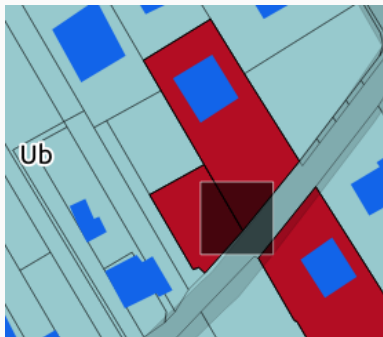
# Perspectives de développement - Les configurations spatiales simulées

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 certains types de densification résidentielle prédéfinis



*Densification parcellaire en drapeau*

- 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?