

Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle de l'ensemble d'une région urbaine

Sous la direction de M. Brasebin, J. Perret & C. Tannier
Soutenance de thèse

Maxime Colomb

2019-09-11

Introduction

Contexte : le phénomène d'étalement urbain

- Répond aux souhaits d'un grand nombre de ménages
- Multiples effets négatifs
- Objectif de régulation des pouvoirs publics



Dynamiques résidentielles prépondérantes

Contexte : documents d'aménagement réglementant l'extension résidentielle

Échelle
Administrative

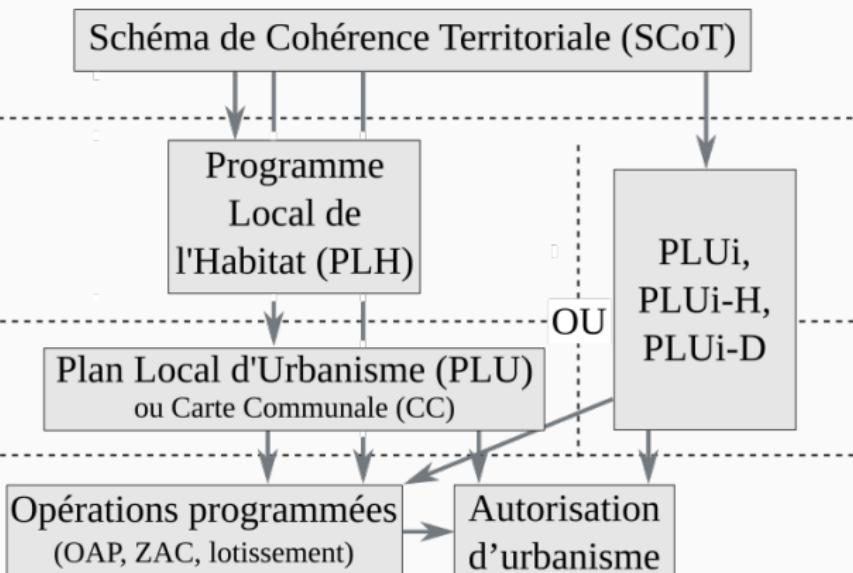
Échelle du bassin
de vie

Échelle inter-
communale

Échelle
communale

Échelle parcellaire

Document d'aménagement



Différents types de contraintes réglementaires

<i>Type de règle</i> <i>Échelle</i>	Zone non urbanisable	Position des logements	Type des logements
Bassin de vie	Contraintes sur l' artificialisation des sols	Contraintes sur la densification des tissus bâties	
Inter-communale	Plan de prévention des risques	Accessibilité aux réseaux de transports	Objectifs de création de logements
	Servitudes	Zonage	Règlement du PLU
Communale			
Parcellaire			Opérations d'aménagement

- Différentes échelles d'application
- Différents rédacteurs
- Objectifs divers
- Effets potentiellement contradictoires

- Différentes échelles d'application
- Différents rédacteurs
- Objectifs divers
- Effets potentiellement contradictoires

Anticiper leurs effets afin d'améliorer leurs **concordance** et de préciser leurs **impact**

Moyens : Outils d'aide à la décision pour l'aménagement



Objectifs

Modélise **un ou plusieurs phénomènes** réels

Simule l'**évolution** du système

Simulations réapplicables et systématisables

Objectifs

Modélise **un ou plusieurs phénomènes** réels

Simule l'**évolution** du système

Simulations réapplicables et systématisables

Utilisations

Représenter des futurs potentiels, recherchés, redoutés

Permettre de comparer plusieurs **scénarios**

Objectifs

Modélise **un ou plusieurs phénomènes** réels

Simule l'**évolution** du système

Simulations réapplicables et systématisables

Utilisations

Représenter des futurs potentiels, recherchés, redoutés

Permettre de comparer plusieurs **scénarios**

Limites

Approximations inhérentes aux **niveaux de détails** et à la **modélisation** des phénomènes

Utilisation pour l'aide à la conception de documents et non pour une rédaction *automatisée*

Comment simuler le développement résidentiel d'une région urbaine à un niveau très détaillé, afin d'assister à la rédaction des différents types de documents de planification et d'urbanisme ?

Étude de l'effet des **documents d'aménagements** sur le développement résidentiel

- représenter leurs **effets** sur le développement résidentiel
- Assister les aménageurs dans leurs élaborations

Étude de l'effet des **documents d'aménagements** sur le développement résidentiel

- représenter leurs **effets** sur le développement résidentiel
- Assister les aménageurs dans leurs élaborations

Création d'un modèle de développement résidentiel afin de simuler des évolutions :

- réaliste (respectant les règlements et les contraintes physiques et fonctionnelles)
- multi-échelle (d'une agglomération à la parcelle)

Plan de la présentation

Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation
Conclusion

- Présentation d'**ArtiScales**
- Présentation des **modules** d'ArtiScales
- Présentation d'une **expérimentation** d'ArtiScales

ArtiScales

Création d'un modèle de développement résidentiel afin de simuler des évolutions :

- Simuler un développement résidentiel potentiel à l'échelle de l'agglomération
- Traiter différemment certains types de zones (types de communes, interdictions de construire)
- Simuler la construction de bâtiments (position, type de bâtiment) en fonction des contraintes réglementaires afin d'estimer les logements créées

Afin d'assister à la rédaction des documents d'aménagements :

- Simulation de nouvelles parcelles, bâtiments, logements
- Expliciter l'articulation entre les différents documents d'aménagement
- Calcul d'indicateurs (fonctionnels, environnementaux, morphologiques) afin d'évaluer les développements résidentiels provoqués par ces documents

Résultats attendus

Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation
Conclusion

Différents mécanismes à différentes échelles

Différents mécanismes à différentes échelles

Couplage de modèles de simulation : **ArtiScales**

Trois différents modèles nécessaire :

- Détection d'emplacements intéressants à urbaniser au sein de l'agglomération
- Recomposition du tissus parcellaire
- Simulation sous contraintes des bâtiments

Trois différents modèles nécessaire :

- Détection d'emplacements intéressants à urbaniser au sein de l'agglomération
- Recomposition du tissus parcellaire
- Simulation sous contraintes des bâtiments

Ouverts pour permettre leurs réutilisations

Faire un tableau avec les avantages et les inconvénients des différentes approches

- LUTI (UrbanSim, MobiSim)
- MMA (Artznete 10)
- Aide à la décision multi objective
- Automate cellulaire

Faire un tableau avec les avantages et les inconvénients des différentes approches

- LUTI (UrbanSim, MobiSim)
- MMA (Artznete 10)
- Aide à la décision multi objective
- Automate cellulaire

MUP-City (Morphologique multi-fractale sous contrainte multi objective)
modèle stylisé

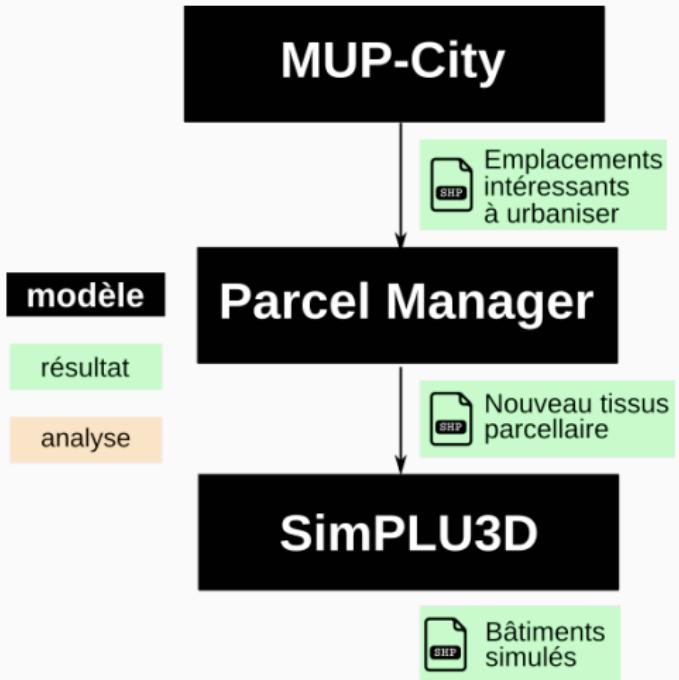
- UrbanSimul : marché foncier mais ne permet pas d'opérations de remodelage des parcelles
- Algorithmes de découpages parcellaire existent (Vanegas 12)..

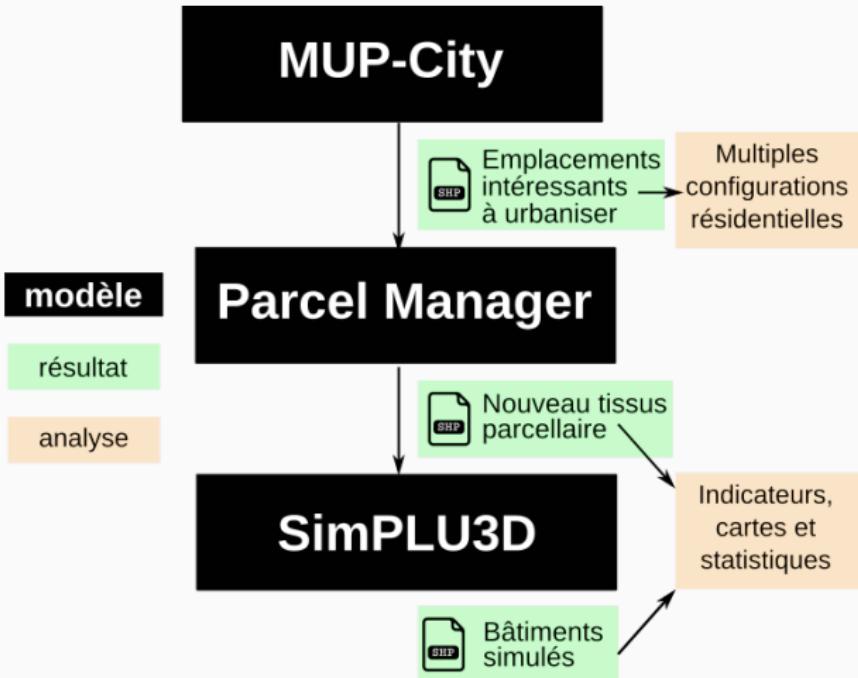
Réemploi de ces algorithmes pour développer un module : **Parcel Manager**

- Modèle paramétrique (Coors 2009)
- Modèle d'optimisation sous contrainte : **SimPLU**

ArtiScales : Couplage de modèles

Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation
Conclusion



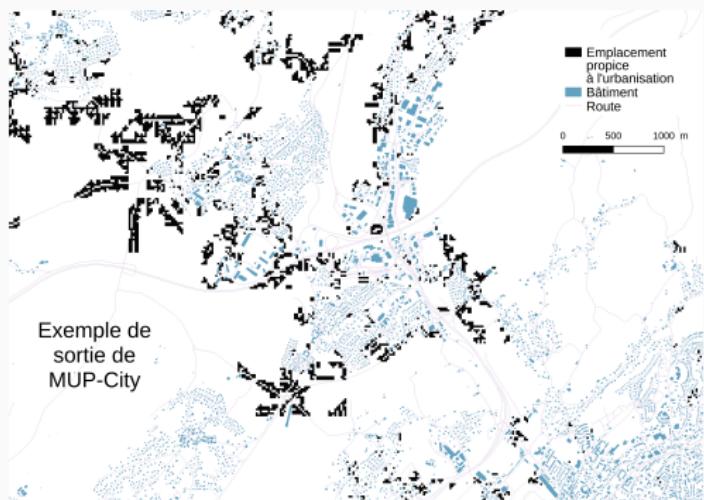


MUP-City



Simulation multi-échelle du développement résidentiel

- Considère une **région urbaine** entière
- Propose une **organisation spatiale locale**
- Met en œuvre différentes **orientations d'aménagement**

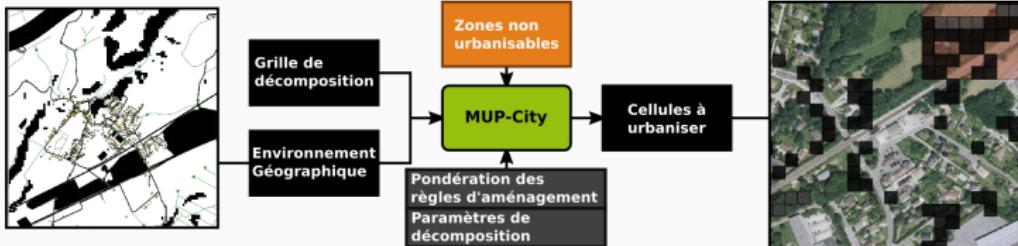


Entrées

- Environnement vectoriel
- Paramètres de simulation et d'orientations d'aménagements

Sorties

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



Principe

Analyser la variation des résultats de simulation d'un modèle

Sélection de **configurations résidentielles** à exploiter

-

Objectifs

Fiabilité des résultats de simulation

Sélection de **configurations résidentielles** à exploiter

-

Verrous

Définition des indicateurs utilisés pour caractériser les résultats

-



Trois types de variation des paramètres

RéPLICATION de scénario à paramètres égaux : **Stabilité**

Paramètres d'entrée légèrement différents : **Sensibilité**

Choix scénaristiques : **Analyse qualitative**

Conclusion de cette étude

Systématisation des analyses par la distribution de calculs

Méthodologie reproductible

Sélection de plusieurs sorties à tester dans le couplage



Parcel Manager

Présentation

Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation
Conclusion

Exemples d'utilisation du modèle

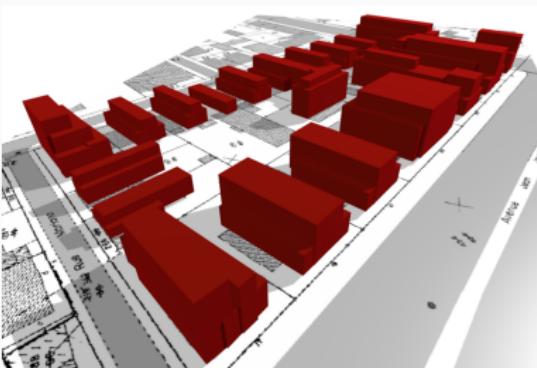
Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation
Conclusion

SimPLU

SimPLU

Génère des configurations bâties en 3D

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

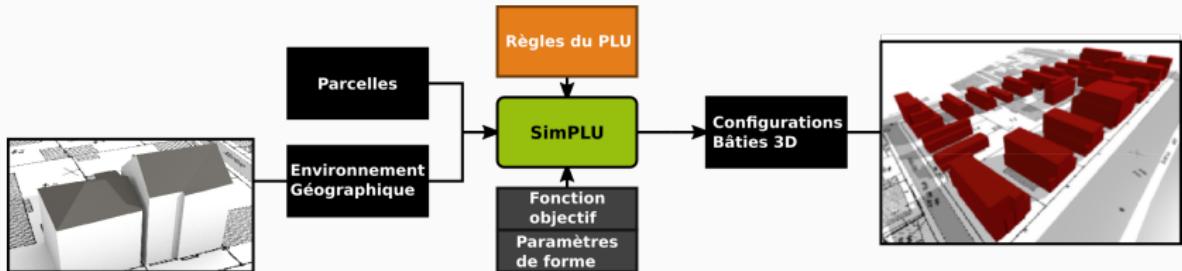


Entrées

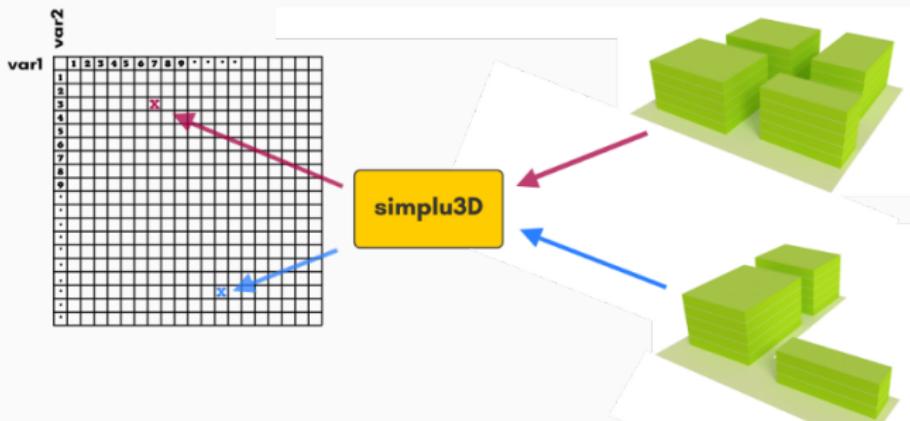
- Parcelle au sein d'un îlot urbain
- Dimension et placement des "boîtes" simulés
- Fonction d'optimisation

Sortie

- Configuration en 3D représentant un potentiel constructible



SimPLU: étude des sorties - Exemple



Explorations systématiques visant à la mise au point de bonnes pratiques pour la création de PLU (Chapron, Brasebin, Perret et al, 2017)

Expérimentation

Objectifs de l'expérimentation

- Valider le fonctionnement d'ArtiScales
- Analyser les effets de la variabilité des simulation de MUP-City sur les résultats finaux

Objectifs de l'expérimentation

- Valider le fonctionnement d'ArtiScales
- Analyser les effets de la variabilité des simulation de MUP-City sur les résultats finaux

Application à la communauté d'agglomération du Grand Besançon (est de la France)

Conclusion sur cette expérimentation

- Couplage expérimental (*conférence ECTQG - août 2017*)
- **Différents scénarios d'extension résidentielle pour un même jeu de documents d'urbanisme**

Futurs développements

- Approfondir les scénarios
- Analyse quantitative
- **Exploration** des différentes configurations spatiales possibles

Conclusion

Plusieurs configurations résidentielles simulés

conclusions communes sur certaines communes

Possibilité d'utiliser d'autre modèles

Mèle des modèles descriptifs

Merci pour votre attention

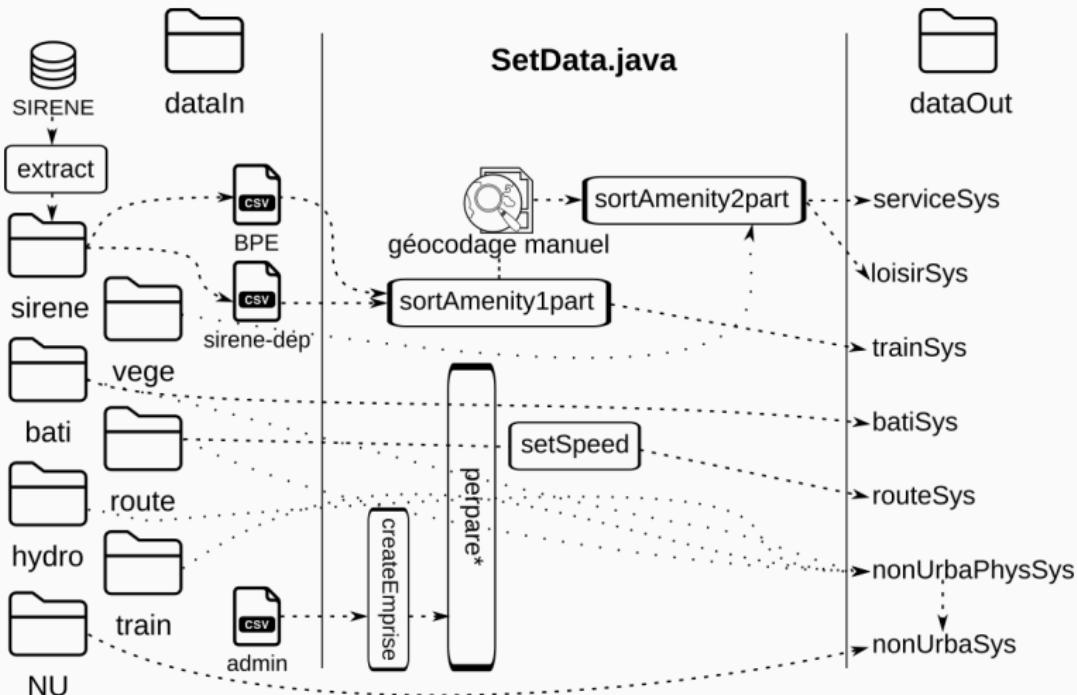
Everything we do is open source

MUP-City: <https://sourcesup.renater.fr/mupcity/>

SimPLU: <https://github.com/IGNF/simplu3D>

PLUCities : <https://github.com/ArtiScales/>

Données nécessaire à l'exécution de MUP-City



Données nécessaire à l'exécution de SimPLU

Introduction
ArtiScales
MUP-City
Parcel
SimPLU
Expérimentation