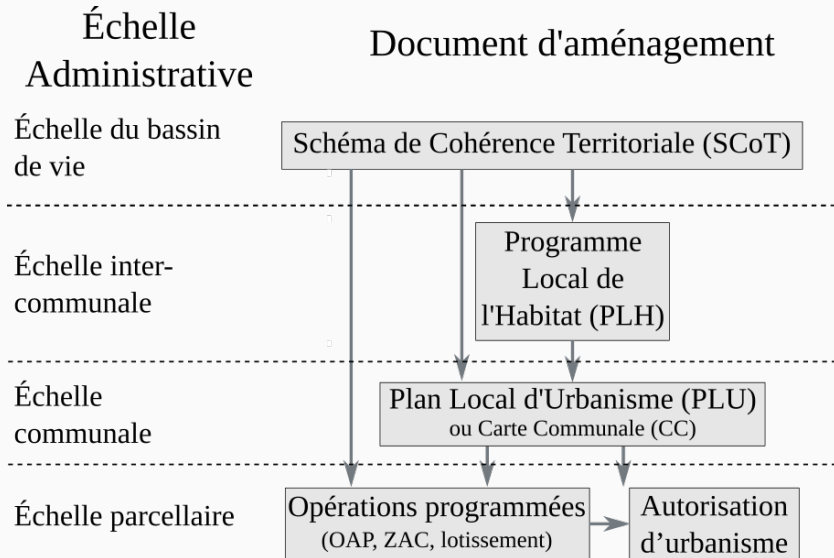


Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle de l'ensemble d'une région urbaine

Maxime Colomb

29 janvier 2020

Divers documents d'aménagement réglementant l'extension résidentielle



Différents types de contraintes réglementaires

Type de contrainte Échelle	Zone non urbanisable	Emplacement du développement résidentiel	Type des bâtiments	Type des logements
Bassin de vie	Artificialisation Trames vertes et bleues	Orientation générale	Densification	
Inter-communale	Prévention des risques	Accessibilité	Type des opérations de construction	Objectif de création de logements
Communale		Zonage	Règlement	
Parcellaire			Opérations spéciales d'aménagement	

Enjeux : compatibilité/conformité entre les documents

- Différents **rédacteurs** des documents de planification et d'urbanisme
- Différentes **échelles** d'application du développement résidentiel
- Objectifs divers
- Effets incertains de chaque document
- Combinaisons potentiellement **contradictoires**

Comment simuler le développement résidentiel d'une région urbaine à un niveau très détaillé, afin d'identifier et d'explorer les effets combinés des différents types de documents de planification et d'urbanisme ?

Création du modèle ArtiScales de développement résidentiel :

- réaliste
- multi-échelle
- ouvert
- couplant différentes approches

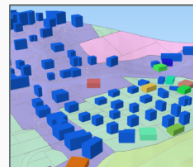
Sélection d'emplacements
intéressants à urbaniser et traduisant
des contraintes d'aménagement



Sélection (et recomposition)
parcellaire



Simulation de bâtiments contraints
par les règlements d'urbanisme sur
certaines parcelles

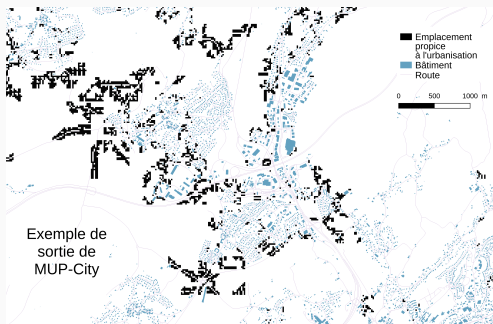


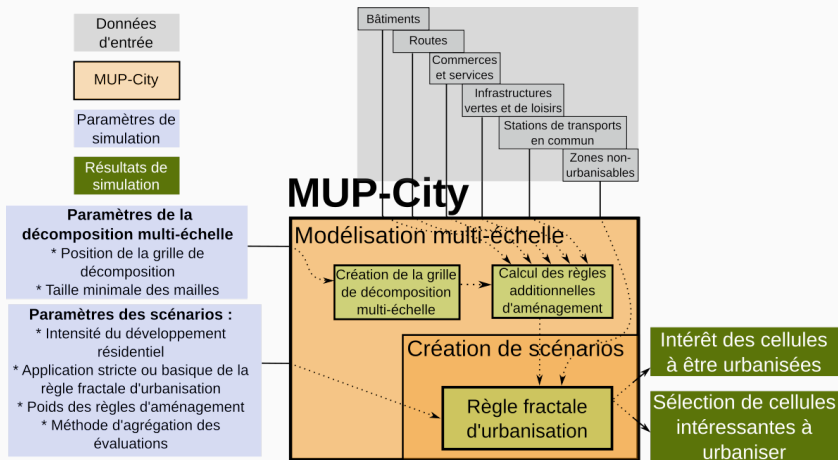
Simulation d'un nombre et d'un type
de logements

MUP-City

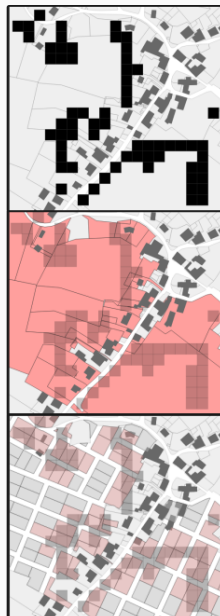
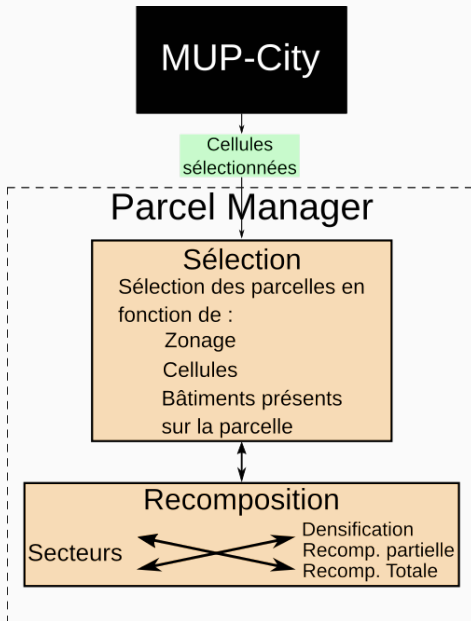


- Propose une **organisation spatiale locale** de développement résidentiel pour une **région urbaine**
 - organisation fractale
 - accessibilité à diverses aménités
- Représente différentes **orientations d'aménagement** grâce à de multiples paramètres.

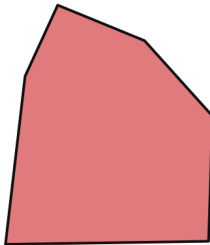




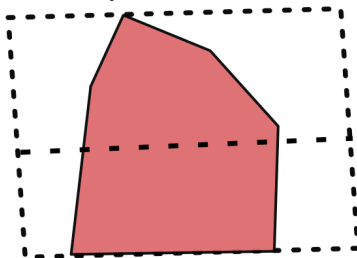
Parcel Manager



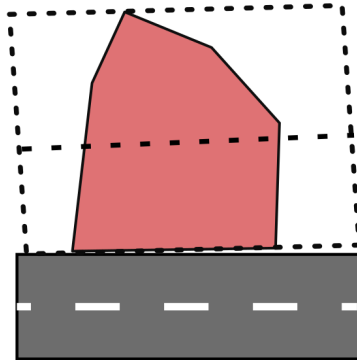
Parcelle initiale



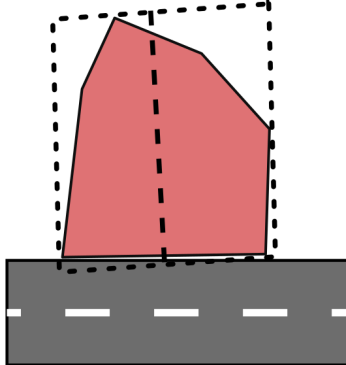
Boite englobante orientée
et séparée en deux



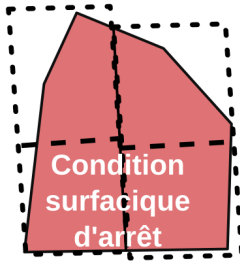
Cherchant à donner un accès à la route aux parcelles



Cherchant à donner un accès à la route aux parcelles



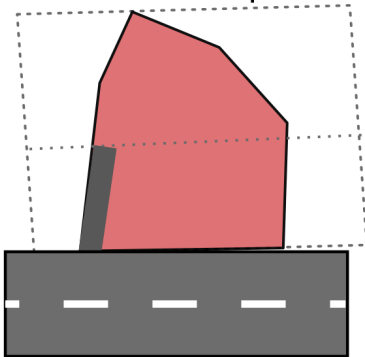
Processus itératif



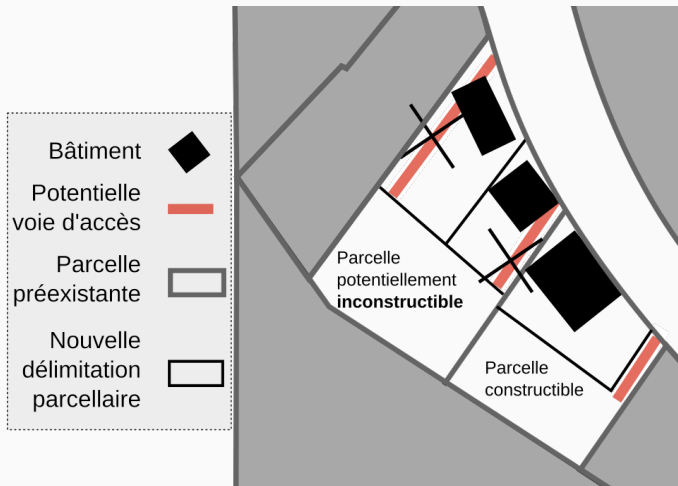
création de voirie?



Possibilité de générer une route
sur un côté de la parcelle ?

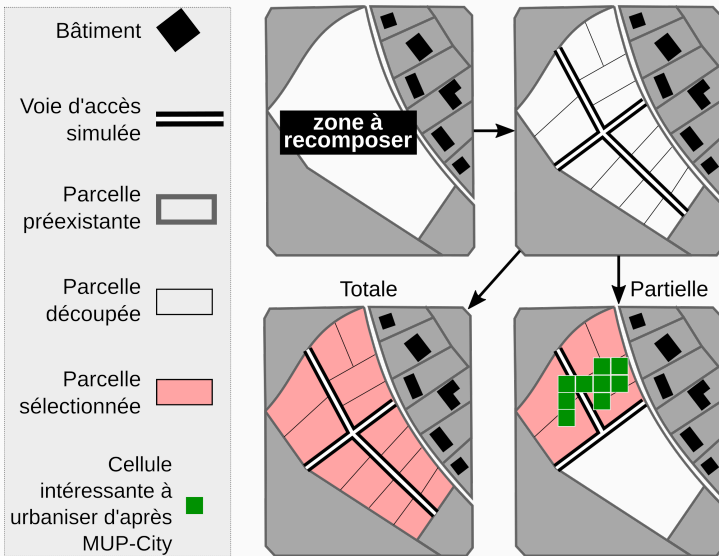


- Densification
- Recomposition parcellaire totale
- Recomposition parcellaire partielle



- Densification
- Recomposition parcellaire totale
- Recomposition parcellaire partielle

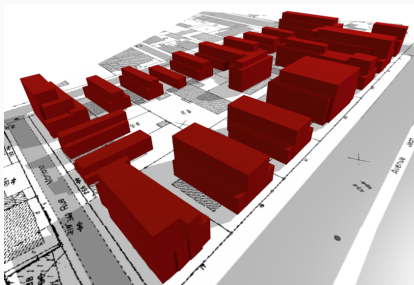
Recomposition parcellaire totale et partielle



SimPLU3D

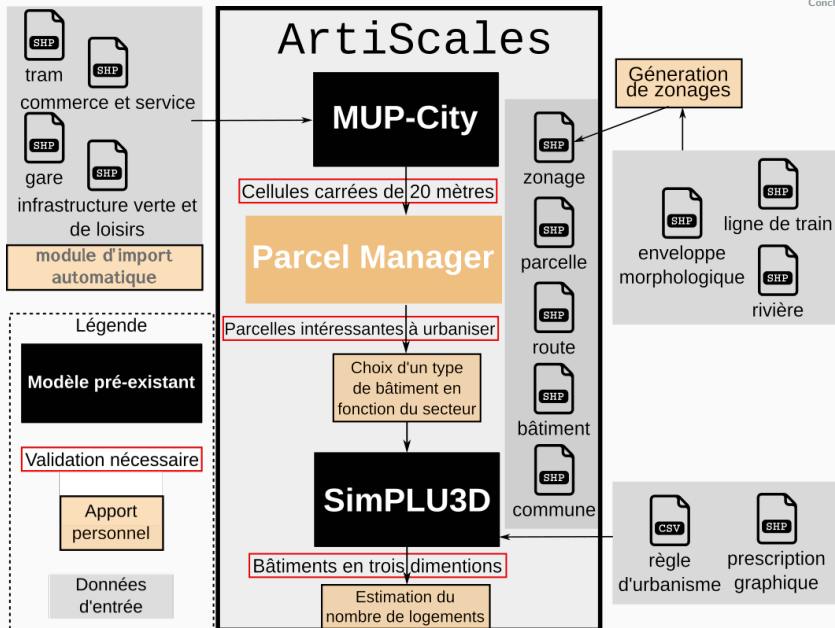
SimPLU3D

- Génère un ensemble de bâtiments selon
 - les **contraintes réglementaires**
 - un type de forme prédéterminé
- Optimise certains paramètres afin de poursuivre différents **objectifs de construction**
- Simule le comportement d'agents constructeurs



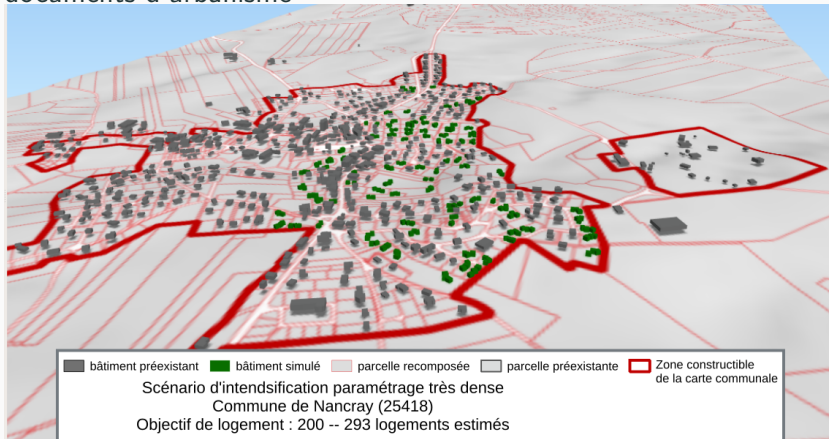
- Tirage aléatoire d'une classe d'appartements
- Surface paramétrable de ces classes
- Distribution paramétrable des logements dans l'immeuble

Construction du modèle ArtiScales



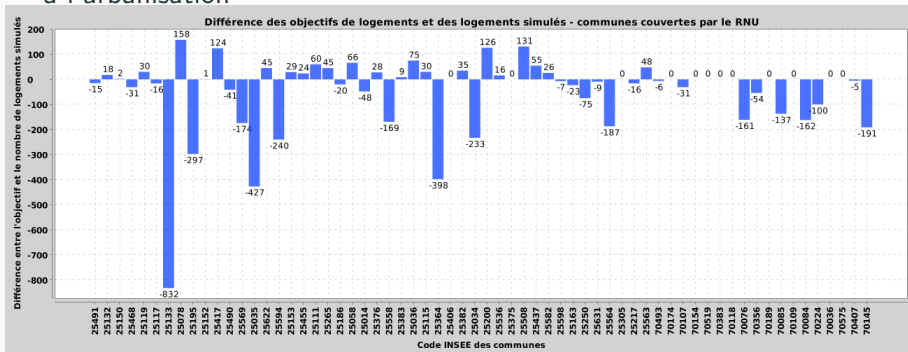
Utilisation thématique des résultats d'ArtiScales

Incompatibilité entre les objectifs de création de logements et les documents d'urbanisme



Détecter la nécessité d'un zonage

De nombreuses communes où s'applique le RNU¹ sont trop ouverte à l'urbanisation



¹ dans les communes sans zonage pré-défini, le RNU s'applique dans les *Parties Actuellement Urbanisée (PAU)*

Incompatibilité entre les documents

Incompatibilité entre les objectifs de création de logements et les documents d'urbanisme



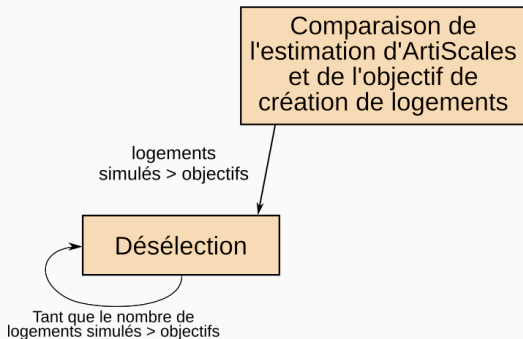
Avanne-Aveney	Objectif de création de logements : 350
Scénario d'ArtiScales	Nombre de logement manquant
Développement ciblé - dense	75
Développement ciblé - peu dense	245
Intensification - dense	259
Intensification - peu dense	285

bâtiment préexistant
 parcelle recomposée
 bâtiment simulé dans le scénario développement ciblé - dense



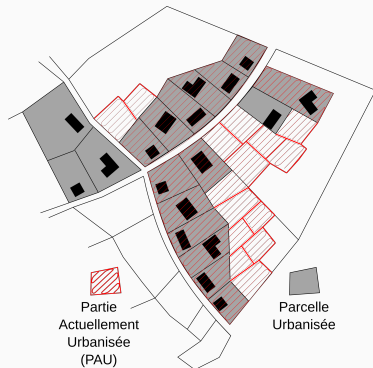
Incompatibilité entre les documents

Rétro-action sur le zonage



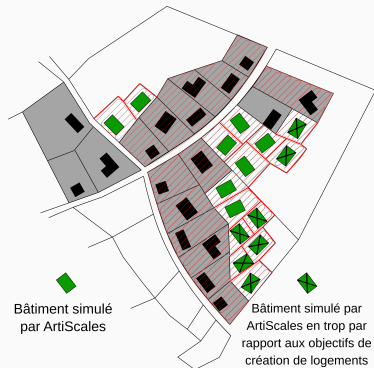
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- enveloppe des *Parties Actuellement Urbanisées*
- ajout des parcelles simulées par ArtiScales les plus intéressantes à urbaniser



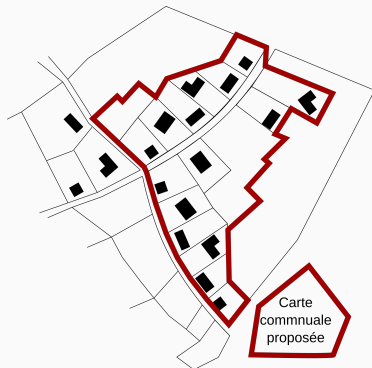
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- enveloppe des *Parties Actuellement Urbanisées*
- ajout des parcelles simulées par ArtiScales les plus intéressantes à urbaniser
 - respecte les densités objectives et des objectifs de création de logements
 - certifie un certain non-étalement urbain



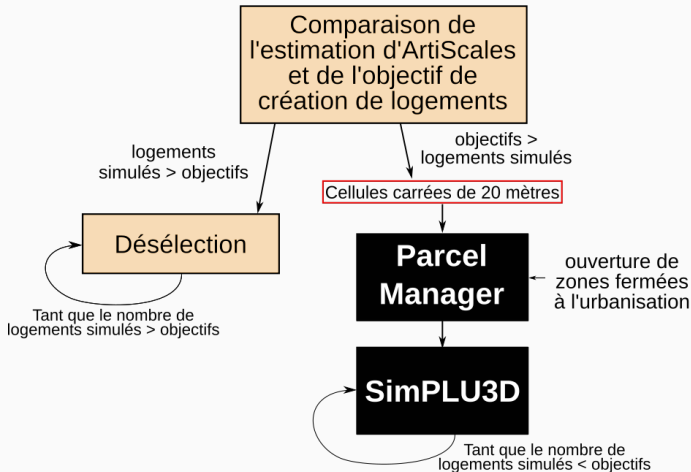
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- enveloppe des *Parties Actuellement Urbanisées*
- ajout des parcelles simulées par ArtiScales les plus intéressantes à urbaniser
 - respecte les densités objectives et des objectifs de création de logements
 - certifie un certain non-étalement urbain
- proposition de la zone retenue comme une zone ouverte à l'urbanisation de la carte communale, ou pour détecter des interdictions de construire lors de l'instruction de permis de construire



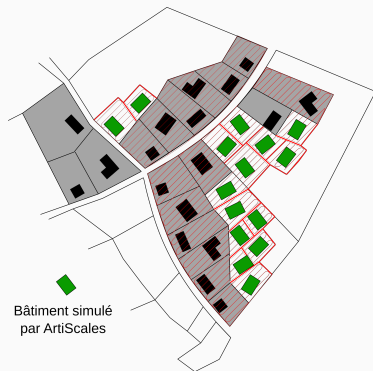
Incompatibilité entre les documents

Rétro-action sur le zonage



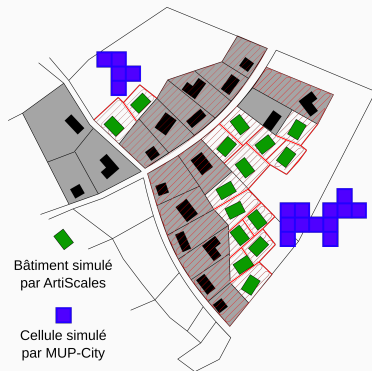
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- Simulation d'ArtiScales



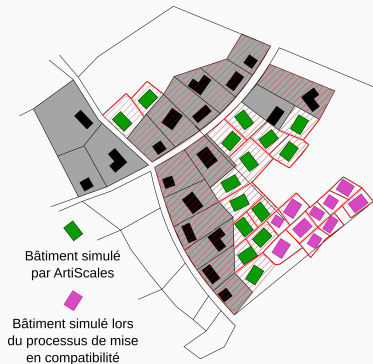
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- Simulation d'ArtiScales
- Prise en compte des cellules de MUP-City hors des zones urbanisables



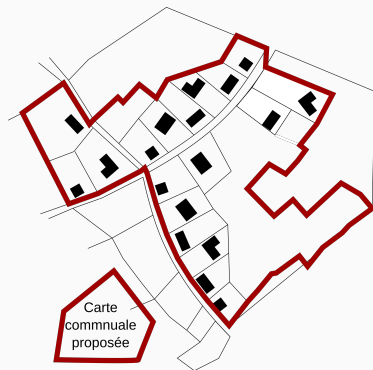
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- Simulation d'ArtiScales
- Prise en compte des cellules de MUP-City hors des zones urbanisables
- Simulation itérative de parcelles et de bâtiments.



Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- Simulation d'ArtiScales
- Prise en compte des cellules de MUP-City hors des zones urbanisables
- Simulation itérative de parcelles et de bâtiments.
- Proposition de la zone retenue comme une zone ouverte à l'urbanisation de la carte communale



Conclusion et perspectives

Simulateur hybride : couplage de **modèles génératifs** avec un **modèle stylisé** pour en faire un outil **opérationnel d'aide à la décision pour l'aménagement**

Résultats réalistes et plausibles au regard des évolutions du territoire

Perspectives d'utilisation d'ArtiScales dans l'aide à la décision territoriale

Comparer certaines versions de documents en modifiant certaines contraintes des règlements

Par exemple :

- Zonage (développé)
- Articles du PLU (hauteur, retraits)
- Objectifs de la planification (création de logements, densité...)

Développer de nouveaux indicateurs pour évaluer les scénarios de développement résidentiel

Orienter la conception des documents d'aménagement vers des configurations résidentielles intéressantes

Automatiser l'analyse de variabilité pour permettre la génération de configurations spatiales intéressantes à urbaniser

Merci pour votre attention

Everything we do is open source

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

SimPLU3D: <https://github.com/IGNF/simplu3D>

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

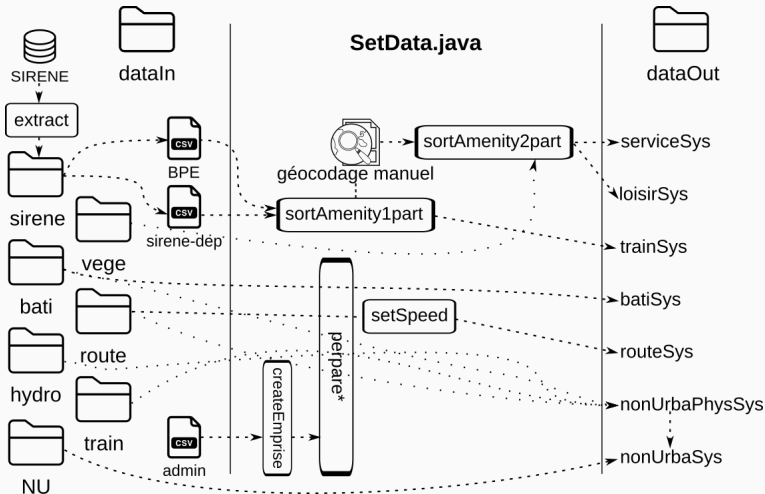
Contraintes pour délimiter les PAU

1. Une PAU doit contenir au moins cinq bâtiments à but d'habitation (sont exclus les extensions des habitations (abris et annexes), les bâtiments industriels et agricoles...).
2. Ces bâtiments doivent être spatialement regroupés. Une distance maximale de 50 mètres entre ces bâtiments est habituellement choisie.
3. Les bâtiments et les parcelles sur lesquels ils sont construits doivent entretenir une proximité immédiate. Aucun élément contraignant, tel que les routes importantes, les voies ferrées et les rivières, ne doit séparer ces zones.
4. Les parcelles non urbanisées incluses dans les PAU doivent être à proximité directes des parcelles urbanisées.
5. Les parcelles trop grandes peuvent être découpées afin de produire une urbanisation concordante avec le tissu urbain local.
6. Les effets de continuité linéaire entre les différents hameaux, notamment le long de routes, sont à proscrire.
7. La protection de l'activité agricole doit être garantie (grâce à la collaboration avec la chambre de commerce départemental).
8. Les réseaux viaires doivent être préexistants au sein de ces zones (ce critère ne peut néanmoins pas être contraignant).
9. Les parcelles ne doivent pas être situées dans des zones d'importance écologique ou de risque environnemental.

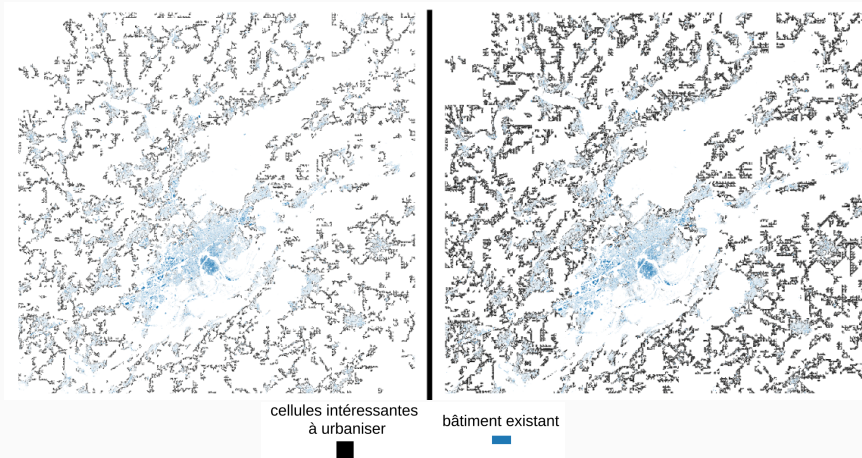
Exemple de PAU



Données nécessaire à l'exécution de MUP-City



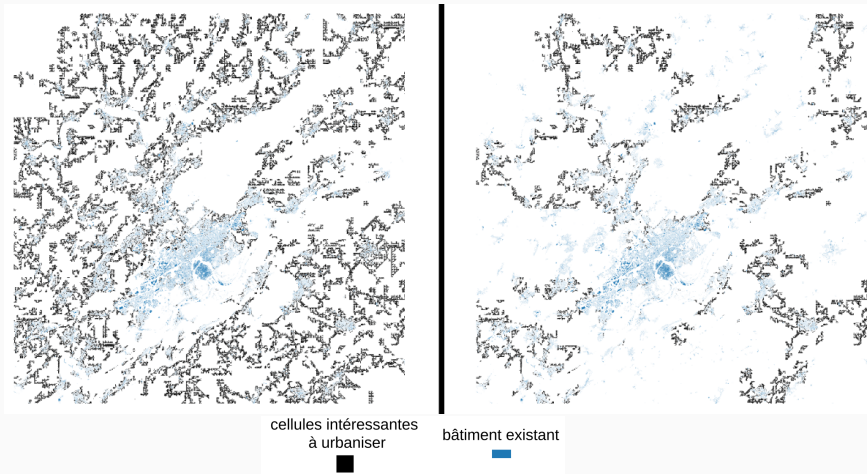
1. Intensité du développement résidentiel



Exemples d'un scénario peu dense et d'un scénario modérément dense

1. Intensité du développement résidentiel
2. Uniformité du développement résidentiel

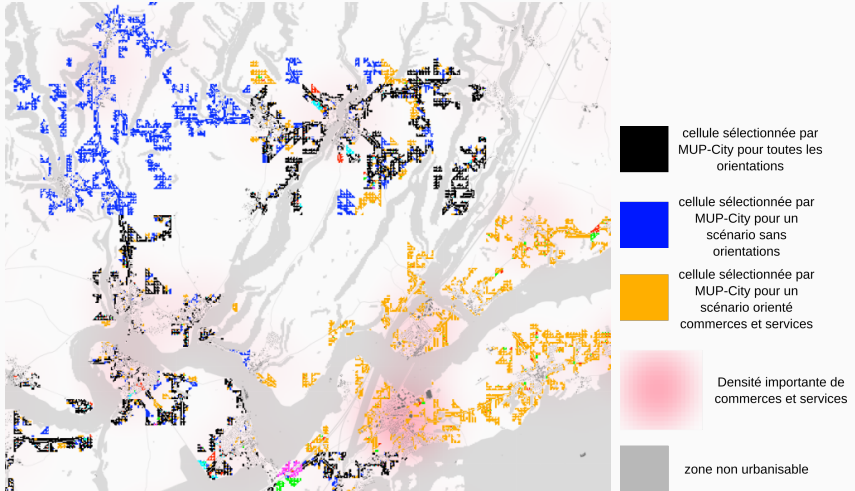
MUP-City : uniformité du développement résidentiel



Exemples d'un scénario uniforme et d'un scénario contrasté

1. Intensité du développement résidentiel
2. Uniformité du développement résidentiel
3. Pondération des règles additionnelles d'aménagement

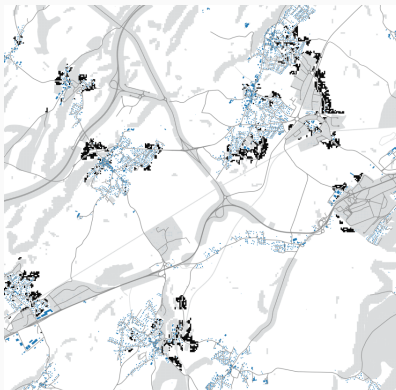
MUP-City : orientation du développement résidentiel



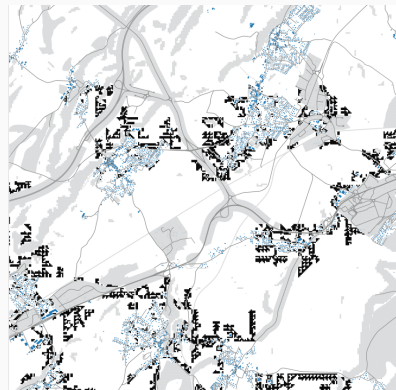
Exemple de différentes orientations poursuivies par le développement résidentiel

1. Intensité du développement résidentiel
2. Uniformité du développement résidentiel
3. Pondération des règles additionnelles d'aménagement
4. Aggrégation des règles additionnelles d'aménagement

MUP-City : caractère extensif ou non de l'extension résidentielle



méthode de Yager (1977) (évaluation minimale)



méthode des moyennes pondérées

cellules intéressantes
à urbaniser



bâtiment existant



zone non urbanisable



Pour l'ensemble de la zone d'étude :

- nombre total de bâtiments et de logements simulés,
- emprise au sol totale et surface de plancher totale.
- densité (logements, surface au sol, surface de plancher) par surface de parcelles bâties.

Pour chaque commune :

- surface des parcelles où un bâtiment est simulé
- densité de l'ensemble de la commune après simulation.
- nombre de logements simulés et différenciés selon leurs types
- différentiel entre le nombre de logements créés et les objectifs de création de logements
- valeur moyenne (et écart type) de la densité de logements simulée et comparé aux objectifs

Orientations d'Aménagement et de Programmation :

Définition de l'organisation pour l'urbanisation de certaines zones.

Table 1: Comparaison de la simulation utilisant le scénario **c** et un paramétrage induisant une *forte densité* avec les objectifs de création de logements dans les OAP de Saône (25532)

Nom de la zone	Petite Saône	La Messarde	Au Cras	La Gilleroye
Objectif de création de logements	9	62	24	219
Estimation d'ArtiScales	7	54	16	151
Ressemblance des plans	non	oui	oui	non

Comparaison d'OAP et des résultats de simulation

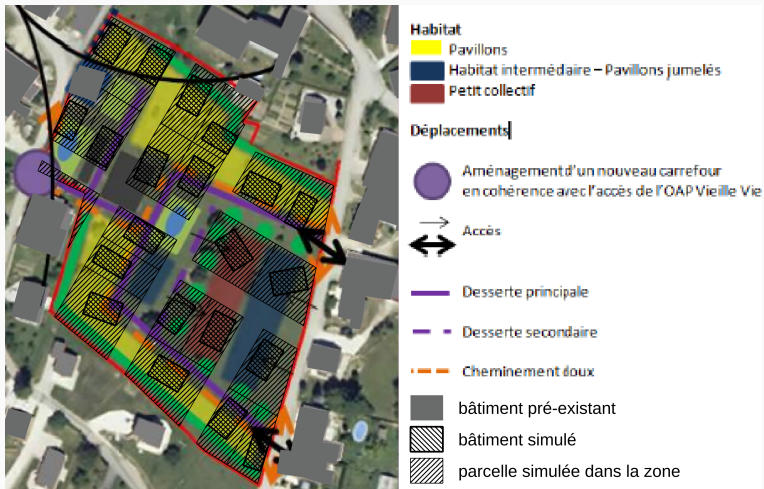


Illustration superposant l'OAP du *Champ Sera* à La Tour De Say (25640) et les résultats de la simulation provenant du scénario c avec le paramétrage induisant une *forte densité*