



La ville en transformation.
Approches pluridisciplinaires pour
adresser les nouveaux défis :
changements climatiques, nouvelles
technologies, nouvelles mobilités

Séminaire VILLE2050 - 29 janvier 2020

Ville 2050 – le projet

Ville 2050

- La ville de demain
 - La ville comme lieu des établissements humains
 - 2050 : moyen terme, visions prospectives
 - Objet à l'articulation entre les sciences naturelles et les sciences sociales

- Inventer des trajectoires de développement de la ville, qui concilient les objectifs de durabilité (économique, social, environnement), avec les politiques locales, les attentes des citoyens, les innovations technologiques,
 - Faire un pas de côté par rapport aux « modèles de ville durable » qui se heurtent à des résistances fortes et montrent leurs limites

Programme de la journée

- 10h10 - 12h00 - Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres - *Anim. Katia Chancibault*
- 12h00 -13h30 - *repas (Salle A003)*
- 13h30 - 14h00 - Les enjeux de l'artificialisation - retour sur l'expertise ESCo INRA-IFSTTAR - *B.Béchet & A.Ruas*
- 14h00 - 14h40 - L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique - *Anim. Pascal Gastineau*
- 14h40 - 16h30 - Les nouvelles technologies au service des mobilités. Une approche prospective pour un développement éthique et socialement responsable - *Anim. Mariana Netto*
- 16h30 - 17h00 - Discussion et conclusions de la journée

Séminaire VILLE2050 - 29 janvier 2020

La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis

■ Session 1 :

Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres

Séminaire VILLE2050 - 29 janvier 2020

29 janvier 2020

K. Chancibault

Université Gustave
Eiffel/GERS/LEE

N. Molines

UTC-AVENUES

B. De Gouvello

ENPC/LEESU-CSTB

Session 1.1

Le projet MAnIpUr : Méthodologie pour l'ANalyse d'ImPact des documents d'URbanisme



Université
Gustave Eiffel

Plan de la présentation

Le cadre général du projet WISE Cities

- Fiche d'identité du projet
- L'approche WES Nexus
- La structuration du projet

Le projet MAnipUr

- Contexte et enjeu
- Objectifs et méthodologie
- Les 2 stages prévus



WISE-Cities

Fiche d'identité

Water-energy-soil Interactions for a future Sustainable Environment in Cities

Coordination: P. Chatellier, B. de Gouvello, M. Hendel

Projet entre équipes intégrant l'i-site Future

LEESU / ENPC (+CSTB)

LEE + LISIS / UGE (IFSTTAR)

LIED / UGE (ESIEE)

Une gestation sur 2 années

Première version proposée fin 2017

Version acceptée (v3) initiée le 11 juin 2019

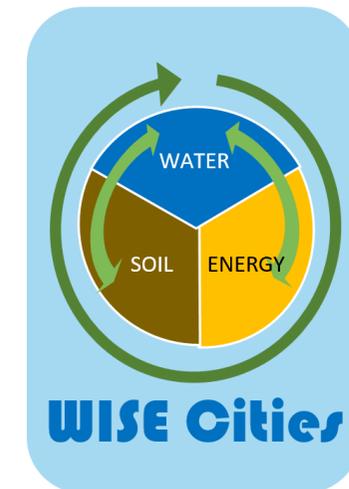
→ Durée 4ans, financement de 250 k€

Objet: le nexus eau-énergie-sol dans la ville de demain

appréhender la réalité et le périmètre de ce nexus

impacts sur le fonctionnement de la ville d'aujourd'hui et de demain

Une analyse basée sur le cas du Grand Paris



WISE Cities

Pourquoi une approche WES nexus?

L'évolution de la fabrique de la ville

Traditionnellement: compétition entre deux usages du sol (bâtiments et espaces publics)

Nouvelles tendances

Apparition de tendances nouvelles dans cette compétition :

- (i) production locale d'énergie au sein même du territoire urbain
- (ii) pratiques d'agriculture urbaine.

En même temps, un nombre croissant de projets visent la combinaison d'usages sur un même espace urbain:

- (i) agriculture sur les toits urbain
- (ii) récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement
- (iii) espace de loisirs et gestion des eaux pluviales...

→ La gestion de l'eau en ville doit tenir compte de cette évolution

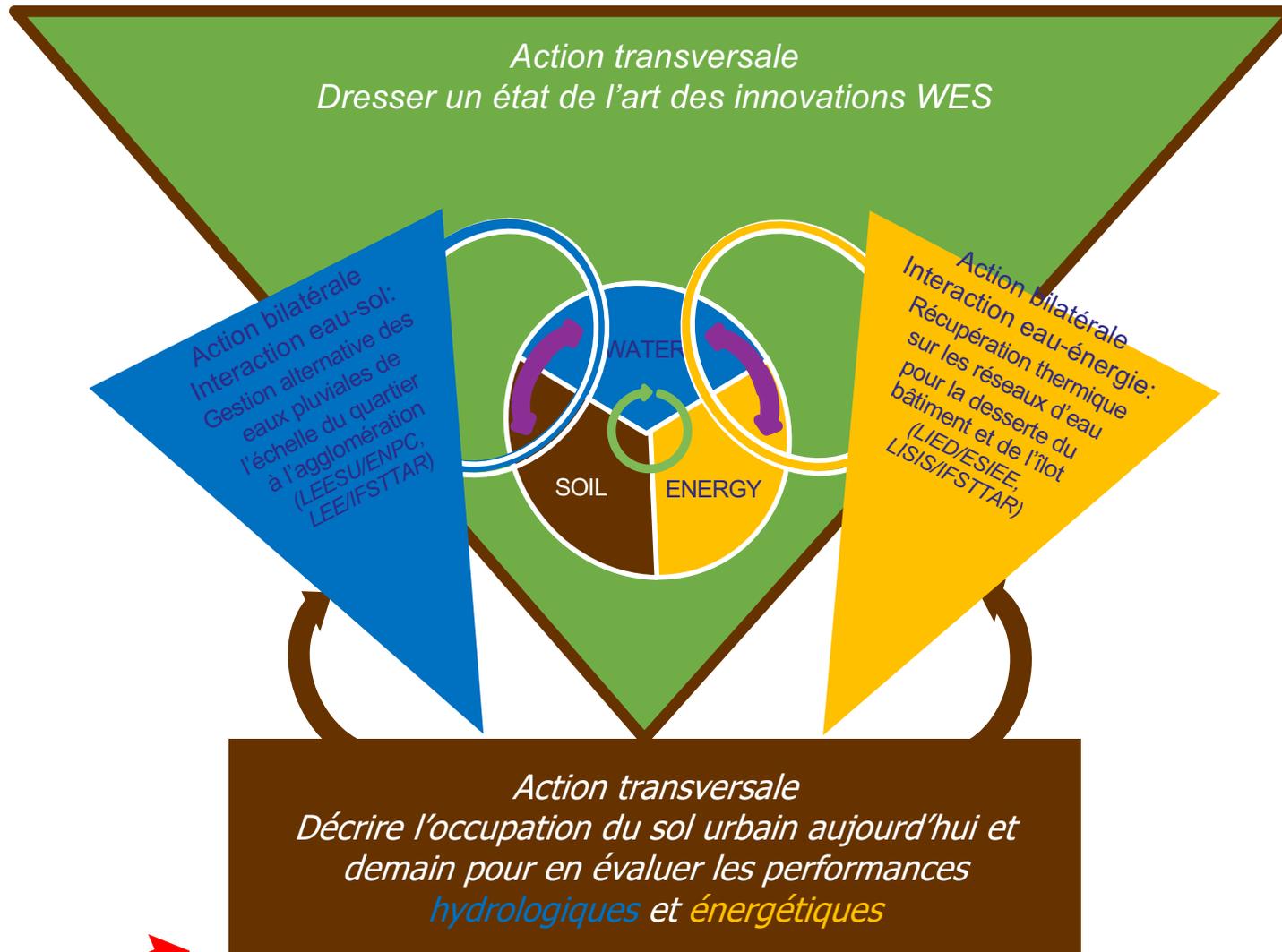
→ **Approche WES nexus = *penser la multifonctionnalité par l'interaction eau-énergie-usages du sol***

→ **Défi pour une communauté de recherche encore largement organisée en différentes disciplines scientifiques**



WISE CITIES

Structuration du projet



Articulation avec le projet Villes 2050 / MAnipUr

MAnipUr Contexte

Urbanisation croissante :

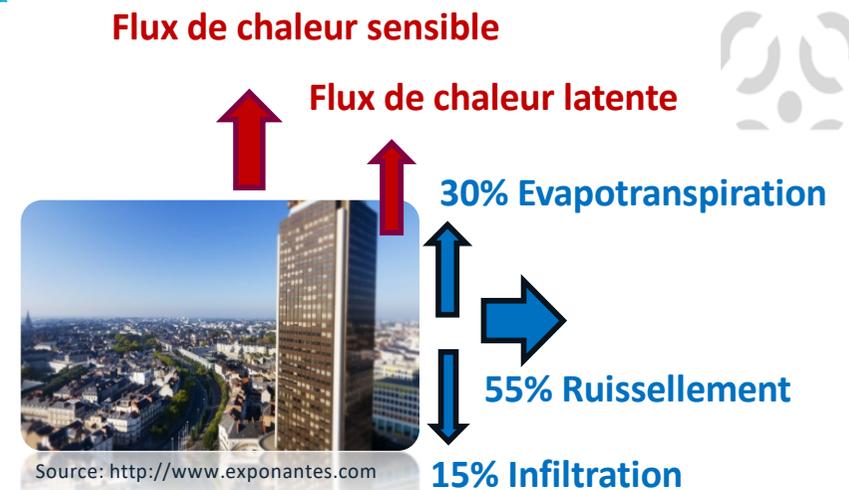
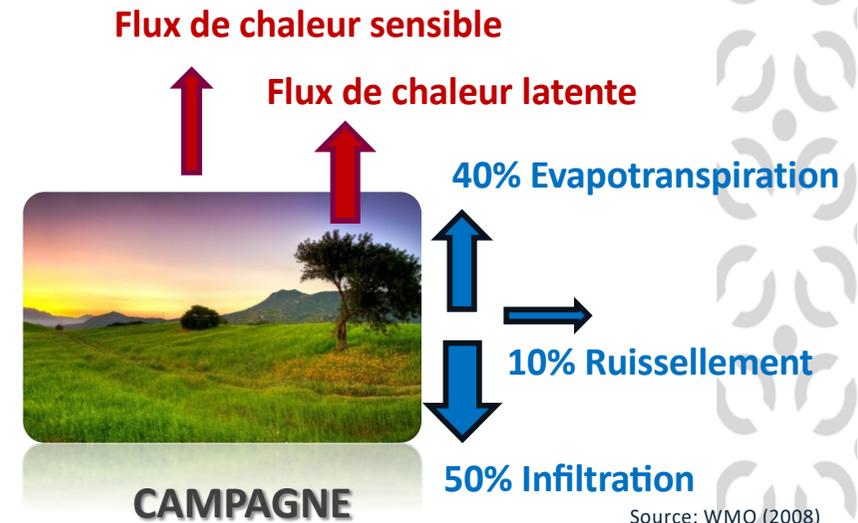
- Cycle de l'eau : fréquence des inondations, étiages
- Bilan d'énergie : îlot de chaleur urbain

Changement climatique :

- Augmentation des températures
- Régime des pluies : incertitudes

➤ Effets de l'urbanisation accentués par le changement climatique

➤ Stratégies d'adaptation : solutions fondées sur la nature



MAnipUr

Contexte: Urbanisme réglementaire

Documents d'urbanisme

PLU

PADD

Zonage d'assainissement pluvial

Loi Alur (24 mars 2014)

Loi sur la biodiversité (8 août 2016)

Loi engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II, 12 juillet 2010)

➤ bilan du PLU/PLUi tous les 6 ans

➤ **Évaluation ex-ante de l'efficacité de leurs règles d'urbanisme vis-à-vis des objectifs initiaux.**

Loi pour l'Accès
au Logement et
un Urbanisme Rénové



MANipUr Enjeu

Évaluation de l'efficacité des documents d'urbanisme

Approche *a posteriori*

Coûteuse, longue

Approche *ex ante*

**Construire des scénarios d'occupation du sol en
fonction des documents d'urbanisme**

**Besoin de modèle numérique pour simuler ces
scénarios et calculer des indicateurs dans les
domaines visés**



MAnipUr

Objectifs et méthodologie

- **Initier le développement d'une méthodologie prospective pour évaluer la compatibilité de différents documents d'urbanisme réglementaire pour la mise en place de stratégies d'adaptation**
 - PLU/PLUm
 - Nantes Métropole
 - Gestion de l'eau et confort thermique
 - **Modélisation TEB-Hydro**
- **Deux stages de master II en parallèle**
- **croisement**



MAnipUr

Stage 1 - urbanisme

Etude en détail du PLUm de Nantes Métropole

- Analyse
- Extraction d'éléments en lien avec les stratégies d'adaptation impactant la gestion de l'eau et le confort thermique (PADD, zonage, règles, ...)

Champs des possibles

- Évolution potentielle de la ville (2030)
- Solutions d'adaptation possibles (gestion de l'eau et confort thermique) par zone



MAnipUr

Stage 2 – modélisation hydro-climatologique

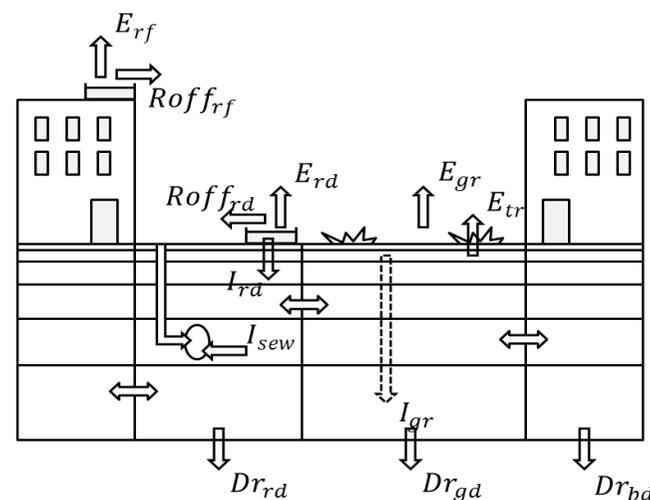
Modèle hydro-climatique (TEB-Hydro)

- Bilan énergétique
- Bilan en eau
- Concept de la rue canyon
 - **Simplification de la ville (maille)**
- Évaluation sur deux bassins versants de Nantes

Reconstruction du réseau d'assainissement connecté au réseau hydrographique naturel (TOHR)

Simulation hydro-climatique de la zone étudiée (TEB-Hydro)

- Calcul d'indicateurs
- Analyse des vulnérabilités par bassin versant / quartier
- Choix de solutions selon les enjeux



MAnipUr

Croisement des deux stages

Construction des scénarios

- En fonction des règles d'urbanisme
- Selon les enjeux hydro-climatiques
- Balayer le champs des possibles.

Traduire en paramètres pour le modèle

Simuler les scénarios et calculer les indicateurs

Comparer avec la situation initiale



MAnipUr Perspectives

- **Thèse envisagée:**
L'eau comme outil d'adaptation aux changements climatiques : méthodologie pour la construction de scénarios réalistes et réglementairement compatibles

- **Retour sur WISE Cities**
Application à une portion du Grand Paris de l'approche développée sur Nantes Métropole

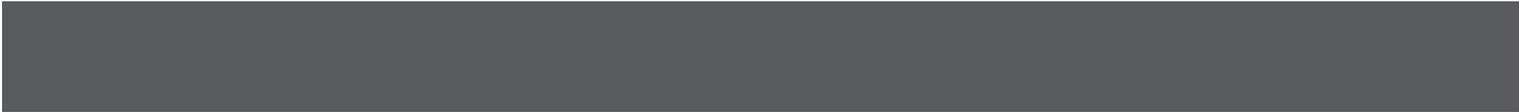


MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

Session 1.2

**L'Urbanisme réglementaire : mise en contexte
et fondamentaux**

Nathalie Molines
AVENUES-GSU, EA 7284

- 
- 1- les lois qui ont fait l'urbanisme réglementaire
 - 2- rapide aperçu du panel de documents d'urbanisme
 - 3- focus sur le PLUi
 - 4- emboîtement des échelles : de la planification réglementaire vers l'urbanisme opérationnel

Introduction générale

Le territoire est régi par plusieurs codes : code de l'urbanisme, code de l'environnement, code de la construction, code des transports,,,

Les dernières lois mises en places (grenelle2, ALUR) verdissent largement les documents d'urbanisme notamment par des obligations renforcées sur la préservation des espaces N, A, F et la limitation de l'étalement urbain

Introduction générale

Les documents d'urbanisme s'inscrivent dans une **hiérarchie de normes et de dispositifs** participant à la protection et à la gestion de l'environnement. **Ils doivent être compatibles entre eux** ou prendre en compte d'autres outils ou dispositifs issus du code de l'environnement, du code de l'urbanisme, du code rural, etc.

Les documents d'urbanisme sont **l'expression d'un projet politique de développement durable, l'instrument de protection de l'environnement et d'amélioration du cadre de vie, et l'expression d'une démarche participative.**

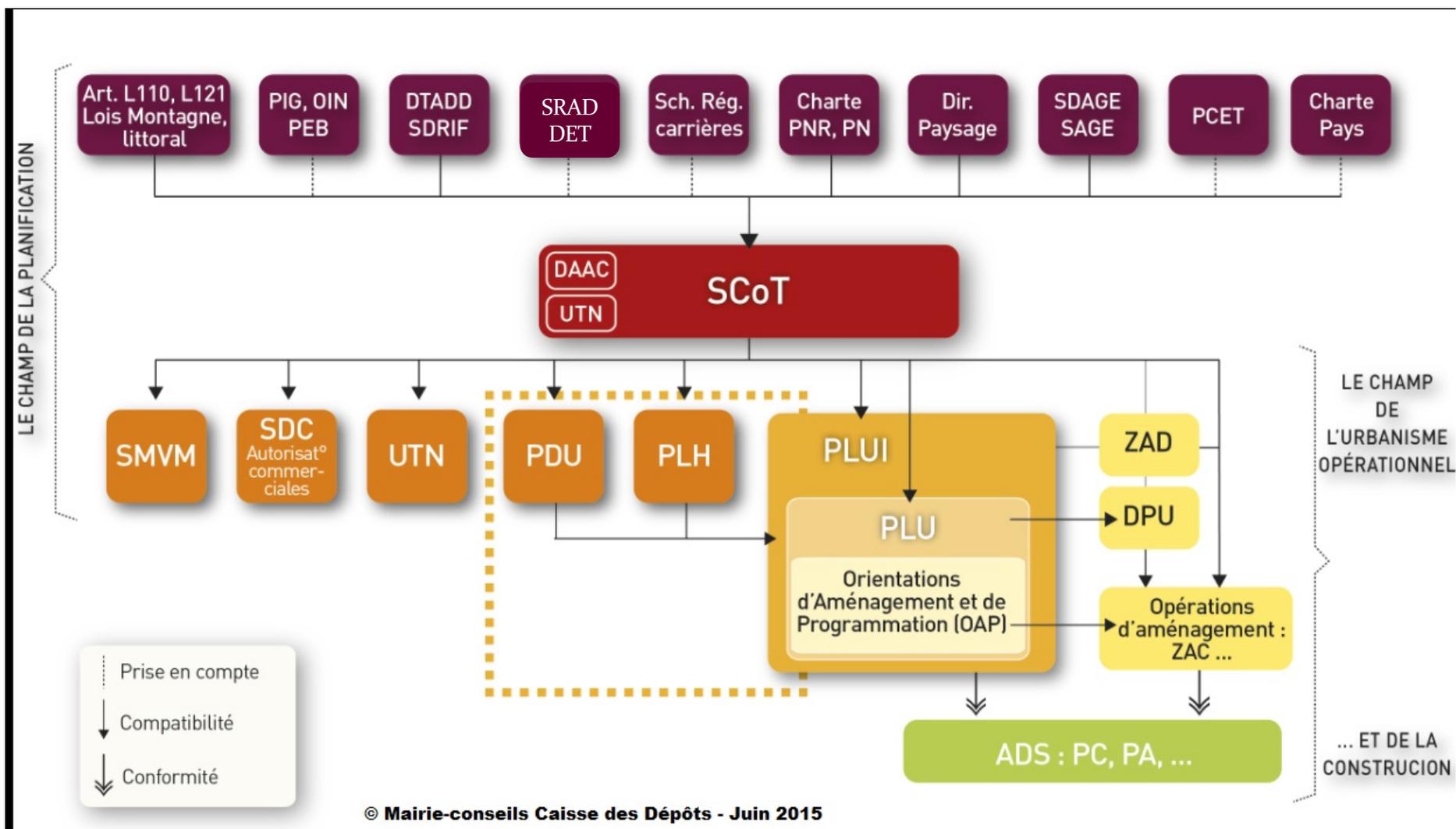
De nombreuses lois et réformes ont fait évoluer la réglementation urbaine, sur la forme d'abord :

- **Loi d'Orientation Foncière -1967 : POS, SDAU, ZAC**
- **Loi SRU – 2000 : POS -> PLU ; SD -> SCOT , PADD**
- **Loi ALUR – 2014 : renforcement du rôle intégrateur du SCOT
PLU - > PLUi**
- **Loi ELAN - 2018**

De nombreuses lois et réformes ont fait évoluer la réglementation sur le fond ensuite :

- **Loi Grenelle2 (ENE)– 2010** : un projet urbain unique et cohérent, analyse de la consommation des espaces naturels, agricole ou forestiers , OAP
- **Loi ALUR – 2014** : intégration des outils de densification et de limitation de l'étalement urbain
- **Loi NOTRe, UH, ENL, MOLLE...**

2- rapide aperçu du panel de documents d'urbanisme



2- rapide aperçu du panel de documents d'urbanisme

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)

- **Créé par la loi SRU, il sert cadre de référence** pour les différentes politiques sectorielles (politiques d'organisation de l'espace et d'urbanisme, d'habitat, de mobilités, d'aménagement commercial, d'environnement)
- **Depuis la loi ALLUR c'est un document pivot** chargé d'intégrer les documents de planification supérieurs (SDAGE, SAGE, SRCE, SRADDET), il permet aux PLU/PLUi de ne se référer juridiquement qu'à lui
- **Outil de conception et de mise en œuvre d'une planification stratégique intercommunale** à un horizon de 20 ans
- **Le SCOT doit respecter les principes du développement durable :**
 - **principe d'équilibre** entre le renouvellement urbain, le développement urbain maîtrisé, le développement de l'espace rural et la préservation des espaces naturels et des paysages ;
 - **principe de diversité** des fonctions urbaines et de mixité sociale ;
 - **principe de respect de l'environnement**, comme les corridors écologiques.

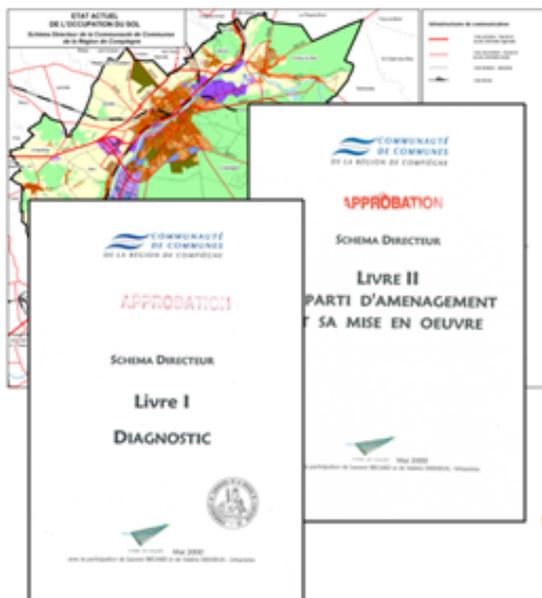
2- rapide aperçu du panel de documents d'urbanisme

ARC 15 communes - 2012

Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)

Schéma Directeur de 2000

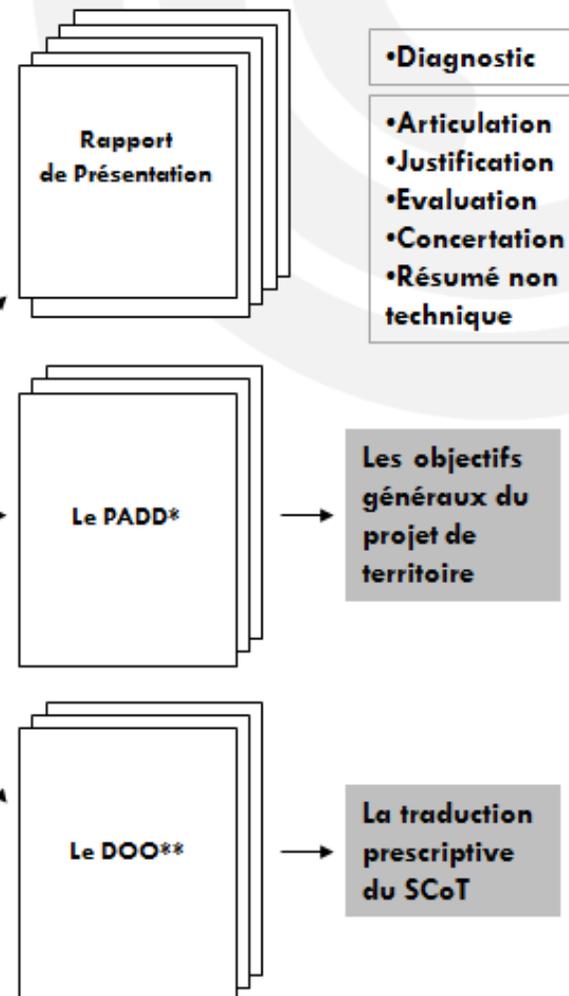
SCoT 2012



* : le **P**rojet d'**A**ménagement et de **D**éveloppement **D**urables

** le **D**ocument d'**O**rientations et d'**O**bjectifs

(1) : le **D**ocument d'**A**ménagement **C**ommercial se répartit entre ces 3 documents



Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal, c'est à la fois :

- un **projet politique** qui expose les **objectifs d'aménagement** et de développement du territoire et **définit une vision collective** sur l'évolution de l'agglomération pour les **10 à 15 prochaines années**
- un **outil réglementaire** qui détermine les secteurs de développement futur et fixe les règles d'utilisation du sol

3- focus sur le PLU/PLUi

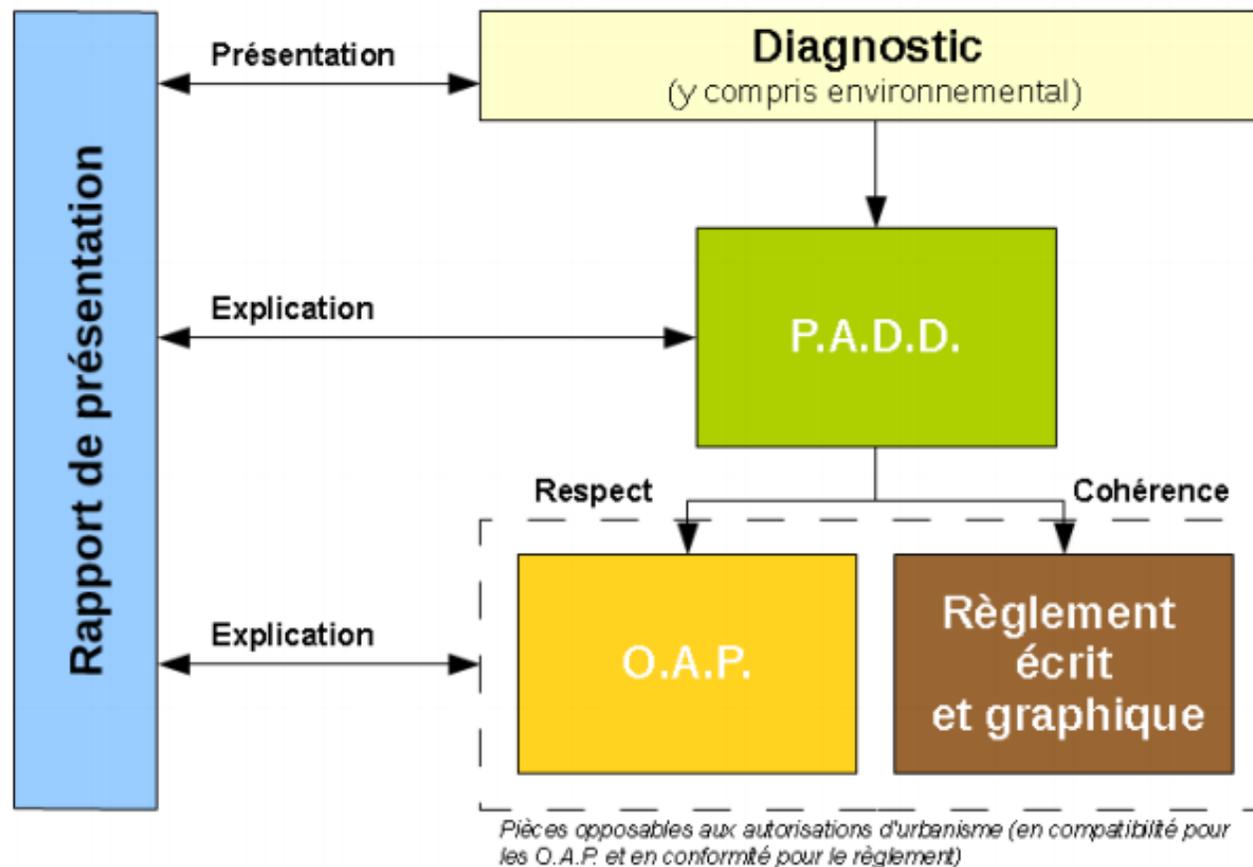
- **Des éléments écrits et graphiques ; un contenu qui se complexifie et se densifie au fil des réformes,**
- **Un projet urbain clairement explicité**
- **De nouvelles pièces demandées afin de mieux appréhender dans leur globalité les problématiques urbaines et environnementales : justification consommation d'espace, analyse des capacités de mutation et de densification, évaluation environnementale si requise...**

3.1 Contenu

- Le **projet urbain** est éclairé par le **rapport de présentation** (a) puis décliné dans le **PADD** (b) et dans les **OAP** (c) ,
- Le **règlement du PLU** dont le contenu est explicité dans les **documents graphiques** vient ensuite définir le **zonage du territoire** (d) et fixer les **règles** applicables dans chacune de ces zones (e)

3- focus sur le PLU/PLUi

3.1 Contenu



Sources : Certu 2013

3.2 le rapport de présentation

- Présente les **grandes caractéristiques du territoire** (diagnostic)
- Résume les **orientations d'aménagement** de la collectivités, leurs **incidences** (environnementale...) et les **mesures** prises pour réduire les impacts,
- **Justifie les orientations retenues** et permet d'en mesurer la pertinence au regard des besoins exprimés
- **Analyse la consommation d'espaces** naturels et agricoles et les objectifs de modération - objectifs chiffrés de limitation de la consommation d'espaces du PADD (loi grenelle2)

3.3 le PADD

- Présente le **projet d'aménagement politique** pour le territoire à une horizon de 10 à 15 ans et inscrit le PLU dans une **démarche de projet**,
- **Définit les orientations du projet en matière** d'urbanisme ou d'aménagement de l'ensemble des communes concernées
- **Arrête les orientations générales** concernant l'habitat, les transports et les déplacements, le développement économique et commercial ...
- **Fixe des objectifs de modération de la consommation de l'espace** et de lutte contre l'étalement urbain.

3.4 les OAP

- Les **orientation d'aménagement et de programmation** (OAP) sont élaborées en cohérence avec le PADD en précisant les intentions d'aménagement de la communes sur des territoires donnés (îlot; quartiers, communes...),
- **Expriment de manière qualitative** les ambitions et la stratégie d'une collectivité territoriale en termes d'aménagement.
- Valorisation de la **planification par le projet** davantage que par la règle.

3.5 le zonage du territoire

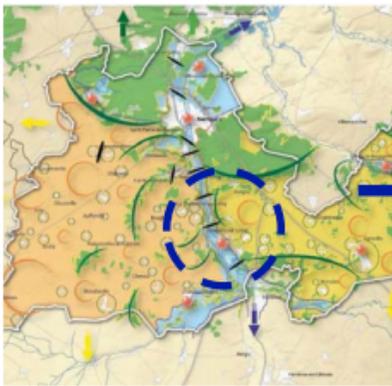
- Le zonage se fait en 4 types de zones :
 - **Les zones urbaines (zone U)** : elles sont déjà équipées et urbanisées. L'équipement de réseaux collectifs d'assainissement est suffisant pour accueillir les constructions nouvelles.
 - **Les zones à urbaniser (zone AU)** : il s'agit de zones à caractère naturel destinées à accueillir de futurs habitants ou de nouvelles entreprises. Cependant, l'urbanisation peut être progressive.
 - **Les zones agricoles (zone A)** : elles sont réservées aux activités agricoles et au logement des seuls agriculteurs
 - **Les zones naturelles (zone N)** : elles sont préservées pour leur paysage, leur faune et leur flore.
- Ces différentes zones U, AU, A, N peuvent être succédées d'autres lettres. Cela permet de les découper encore plus précisément. À chacune des lettres ou ensemble de lettres, des règles spécifiques.

3.6 les règles

- Le rôle du règlement, est de **traduire des objectifs stratégiques**, définis dans le projet d'aménagement et de développement durables (PADD) du PLU.
- Jusqu'alors très «standardisées» et exprimées sous forme de règles métriques rigide,
- **La loi ALUR modernise le règlement afin de l'adapter aux spécificités du territoire :**
 - possibilité de substituer les règles écrites par des **règles graphiques**
 - possibilité de rédiger des **règles qualitatives**, sous forme de résultat à atteindre,
 - possibilité d'introduire des **règles alternatives**
 - possibilité de **différencier les règles** entre constructions neuves et existantes...

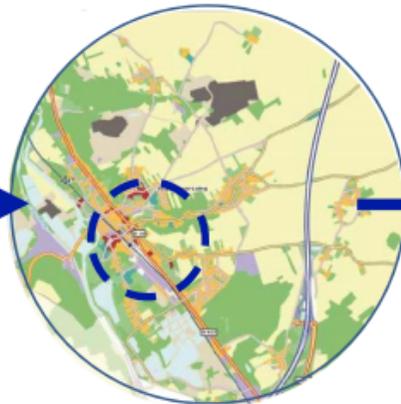
4- emboîtement des échelles

Exemple de Souppes sur Loing (77) et sa Vallée du Loing : une prise en compte de plus en plus forte à tous les stades du PLU(i)



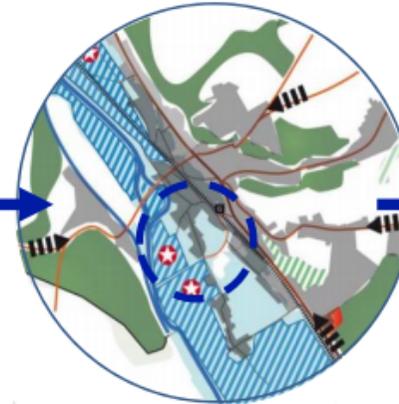
L'échelle du SCoT

Les objectifs paysagers du DOO du SCOT Nemours Gâtinais (approuvé le 5 juin 2015). s'appuient sur une TVB, constituée des axes hydro. et de grands ensembles naturels et boisés. Ces éléments présentent, dans une logique de continuité, une armature pour la circulation des espèces à l'échelle du territoire.



L'échelle du PLU

A l'échelle communale, le PLU (arrêté le 24 mars 2016) identifie les Modes d'Occupation des Sols ; il identifie les continuités naturelles d'intérêt écologique (ou autre intérêt selon besoins du projet) afin de les préserver ou valoriser par des zonages et règlements adéquats.



L'échelle du PADD

Le PADD permet d'affirmer le projet communal. L'axe 2 (sur 3) du PADD affirme la « valorisation des atouts du cadre de vie, les milieux naturels et la biodiversité ». Il conforte le développement et la préservation des espaces participant à ces continuités dans un principe de trame verte et bleue.



L'échelle des OAP

Au sein du PLU, les OAP, opposables dans leur principe aux opérateurs, permettent de traduire les orientations du PADD par des choix d'aménagement permettant leur mise en œuvre sur le terrain : ici l'OAP Les Cailloux promeut une « gestion hydraulique adaptée au site ».

4- emboitement des échelles

Exemple du PLUi HD du Grand Chambéry

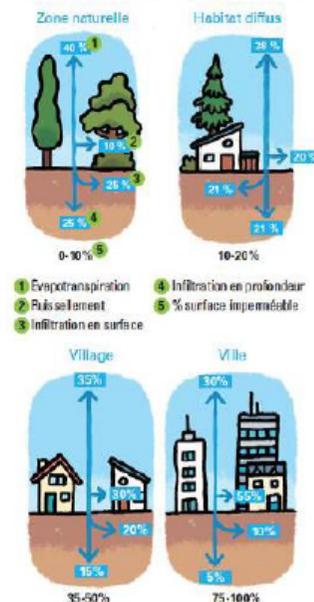
OAP Cycle de l'Eau

3 thématiques :

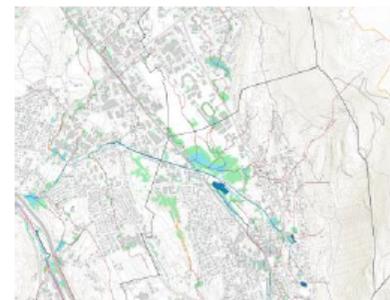
- la sauvegarde de la qualité de l'eau de la nappe phréatique ;
- la gestion du risque face aux écoulements exceptionnels ;
- les bonnes pratiques pour une gestion intégrée des eaux pluviales

Aider les porteurs de projet à bien identifier les documents du PLUi HD à consulter pour obtenir l'ensemble des règles, prescriptions et recommandations

POUR BIEN COMPRENDRE la répartition de l'eau de pluie en fonction de l'occupation du sol



Exemple de désimperméabilisation d'un parking, réalisé par une commune de Grand Chambéry



Cartographie des écoulements exceptionnels avec aléas, objectifs et recommandations associées

		Grille d'aléa	
Hauteur de submersion en cm	> 100	Écoulements forts, avec fortes hauteurs de submersion (risque de noyade)	Écoulements très forts, avec fortes vitesses et fortes hauteurs (risque de noyade et d'emportement)
	50-100	Écoulements conséquents (sans grand danger)	Écoulements forts, avec fortes vitesses (risque d'emportement)
	15-50	Écoulements limités (pour tout projet)	
	< 15	Écoulements limités (pour tout projet)	
		0-0.5	0.5-1 > 1
Vitesses d'écoulement en m/s			

4- emboitement des échelles

Exemple du PLUi HD du Grand Chambéry – OAP Gestion de l'eau

Exigences réglementaires

- Coefficient de Biotope par Surface et de Pleine terre

Extrait du règlement écrit du PLUi HD :

ARTICLE UEA6 : TRAITEMENT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER DES ESPACES NON BATIS ET ABORDS DES CONSTRUCTIONS

1/ Coefficient de Biotope (CBS) et de pleine terre

Le coefficient de biotope est fixé à 35% minimum de la superficie de l'unité foncière.

Les espaces non bâtis doivent être laissés en pleine terre suivant les proportions suivantes :

Emprise au sol du projet	Part des espaces non bâtis devant être conservée en pleine terre
Entre 0 % et 20 % de l'unité foncière	Au moins 40 % de l'unité foncière
Entre 20% et 40 % de l'unité foncière	Au moins 30 % de l'unité foncière
Entre 40 % et 60 % de l'unité foncière	Au moins 20 % de l'unité foncière

Les réhabilitations et les extensions peuvent déroger à la règle.

- Aires de stationnement : revêtement perméable pour infiltration des EP

Extrait du règlement écrit du PLUi HD :

1/ Stationnement pour véhicules motorisés

Les aires de stationnement accueillant des véhicules légers doivent être réalisées en revêtement perméable pour l'infiltration des eaux pluviales à l'exception des projets situés dans des secteurs dont la pente moyenne excède 20%.

- Règles pluviales : différenciation par type de pluies (courantes, moyennes à fortes et exceptionnelles) et renvoi vers le zonage pluvial
- OAP : Recommandations spécifiques pour écoulements exceptionnels

Conclusion

- L'urbanisme réglementaire évolue constamment,
- Les enjeux climatiques et énergétiques -> enjeux transversaux qui ont acquis une place dans l'élaboration des documents d'urbanisme (SCoT, PLU).
- Avec l'intégration des OAP et des PADD, l'urbanisme réglementaire se tourne vers l'urbanisme de projet
- Des documents plus complets, des règles plus souples devraient permettre d'accroître l'efficacité des documents d'urbanisme

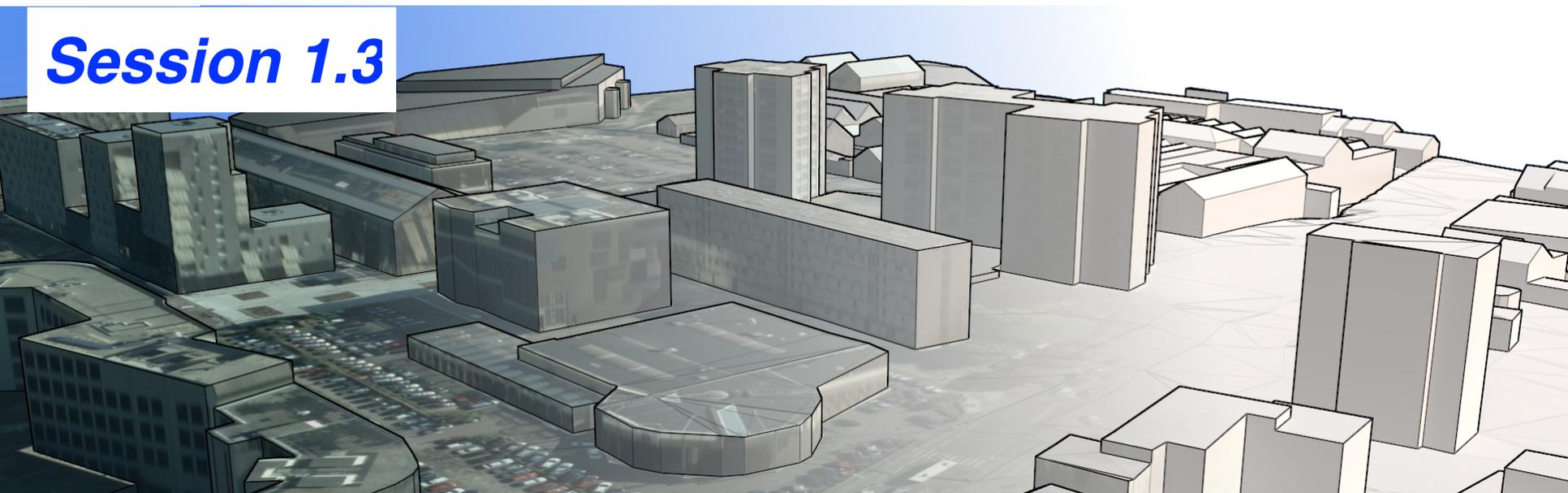
Merci !

3.6 les règles

Une nomenclature nationale flexible articulée autour de 3 thèmes issus de la loi ALUR

- | | |
|---|---|
| I. Destination des constructions, usage des sols et natures d'activité :
destinations, sous-destinations, usages, natures d'activités et mixité | ➤ Ou puis-je construire ? |
| II. Caractéristiques urbaine, architecturale, environnementale et paysagère :
volumétrie, implantation, espaces non-bâtis, stationnement | ➤ Comment j'insère ma construction dans son environnement ? |
| III. Équipement et réseaux :
conditions de desserte des terrains par les voies et réseaux | ➤ Comment je m'y raccorde ? |

Session 1.3



Mickaël Brasebin

Ville 2050 - 29 janvier 2020

Règlements locaux d'urbanisme

Régulation de la constructibilité

Contraintes morphologiques 3D, fonctionnelles et d'aspect.

En France, se traduit notamment par :

Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU)

Enjeu direct : Évaluation de la constructibilité

UG.10.2.4 - Dispositions particulières applicables dans certains secteurs :

Secteurs de Maisons et villas SL.16-31 (Villa de Montmorency) et SL.17.04 (Villa des Terres) :*

Le gabarit-enveloppe en bordure de voie défini par les dispositions de l'article UG.10.2.2 s'applique dans toute la profondeur du terrain, sans préjudice des limites fixées par le gabarit-enveloppe défini en limite séparative par l'article UG.10.3.2.

Son point d'attache est pris au niveau du trottoir (ou à défaut du sol de la voie), à l'alignement (ou à l'alignement de fait de la voie privée), au droit du milieu de la façade de la construction.

Secteur Montmartre (V. planches d'ilot spécifiques dans l'atlas des plans de détail) :

Le gabarit-enveloppe en bordure de voie s'applique aux terrains bordant la voie et à l'intérieur d'une bande de 20 mètres mesurés à partir du plan de la façade représentée sur les planches d'ilot de l'Atlas des plans de détail.

Il se compose successivement :

- a - d'une verticale comprise entre le sol et la cote rattachée au nivellement orthométrique indiquée sur les planches d'ilot ;
- b - le cas échéant, de 1 ou 2 niveaux en retrait. Aucun des retraits ne peut dépasser 3,00 m de hauteur et 0,40 m de profondeur, excepté s'il affecte un couronnement de pente nulle ; dans ce dernier cas, sa profondeur n'est pas limitée ;
- c - d'un couronnement de pente P (le cas échéant, de pentes P et P') défini ci-après selon la couleur du symbole inscrit sur les planches d'ilot (filet ou rectangle), limité par une horizontale située à une hauteur h au-dessus du sommet de la verticale :

1- $P = 0$	$h = 0$	symbole brun
2- $0 < P \leq 30^\circ$	$h = 2,50$ mètres	rectangle rose
3- $30^\circ < P \leq 45^\circ$	$h = 5$ mètres	rectangle vert
4- $45^\circ < P \leq 70^\circ$, P prolongée par une pente P' telle que $0 < P' \leq 15^\circ$	$h = 4$ mètres	filet bleu

Secteur Clichy-Batignolles (ZAC Cardinet Chalabre, ZAC Clichy Batignolles, secteur Saussure) :

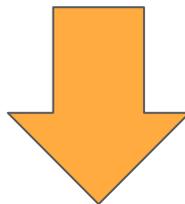
Les dispositions de l'article UG.10.2.1 sont remplacées par les dispositions suivantes en bordure des voies citées ci-après :

- Sur l'avenue de la Porte de Clichy, hors du sous-secteur Berthier Nord et sur les tronçons de voies à créer situées en ZAC qui bordent un espace vert public ou dont la largeur est supérieure ou égale à 20 mètres, le gabarit-enveloppe est constitué d'une verticale limitée par une horizontale située à la hauteur plafond fixée par le Plan général des hauteurs.
- Sur la rue Cardinet et les tronçons de voies à créer situées en ZAC ne bordant pas d'espace vert public et dont la largeur est comprise entre 12 et 20 mètres, le gabarit-enveloppe est constitué d'une verticale limitée par une horizontale fixée à 28 mètres de hauteur.
- Sur les tronçons de voies à créer situées en ZAC ne bordant pas d'espace vert public et dont la largeur est inférieure ou égale à 12 mètres, le gabarit-enveloppe est

Illustration de la problématique

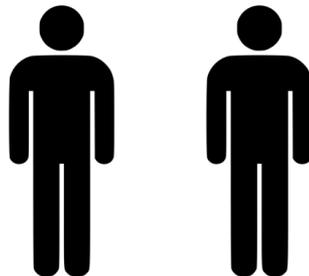
« La distance comptée horizontalement de tout point du bâtiment au point de la limite parcellaire qui en est le plus rapproché doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points. »

Compréhension de la réglementation ?



Formes bâties possibles ?

Compatibilité avec d'autres documents/réglementations ?

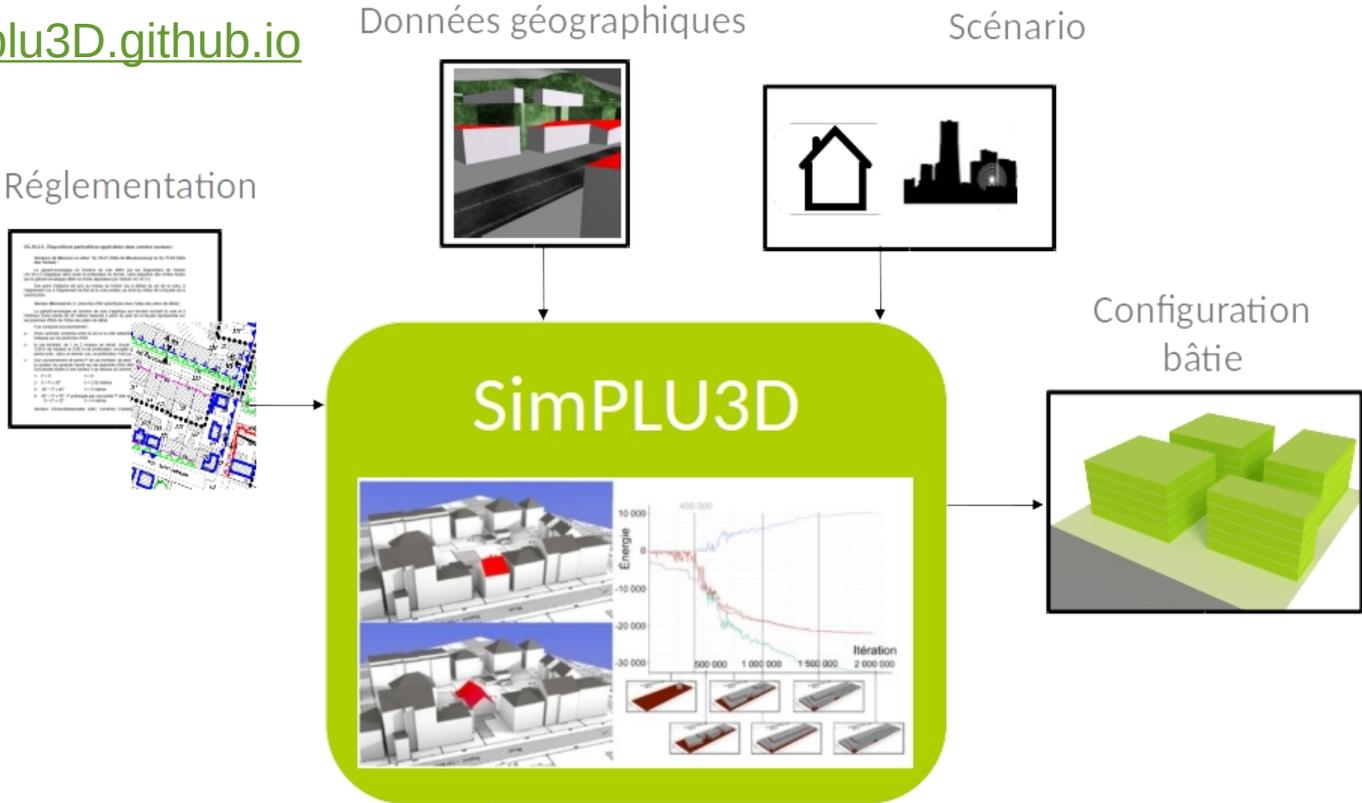


Évaluation systématique sur un territoire ?

Proposition : Génération automatique de formes bâties

Proposition de recherche

<https://simplu3D.github.io>



Plan de présentation

- SimPLU3D : simulateur de formes bâties

- Évaluation du potentiel foncier en Île-de-France
- Assistance au choix de règles du PLU par rapport à des objectifs

Expérimentations



Plan de présentation

- SimPLU3D : simulateur de formes bâties

- Évaluation du potentiel foncier en Île-de-France
- Assistance au choix de règles du PLU par rapport à des objectifs

Expérimentations

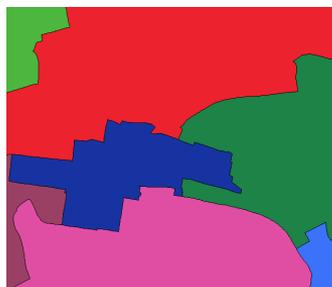


Modélisation de la logique du règlement

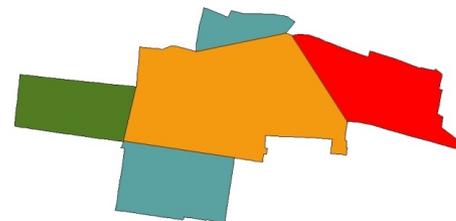
Plans Locaux d'Urbanisme

Contenu régi par le code de l'urbanisme

Commune ou
intercommunalité



Zones

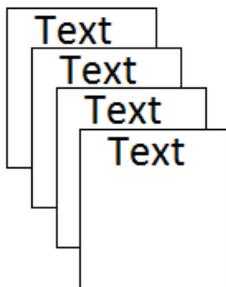


Types

U : Zone urbaine
UA : Zone ouverte à
l'urbanisation
N : Zone naturelle
A : Zone agricole

14 - 16 articles d'intitulés
standards

Textes réglementaires



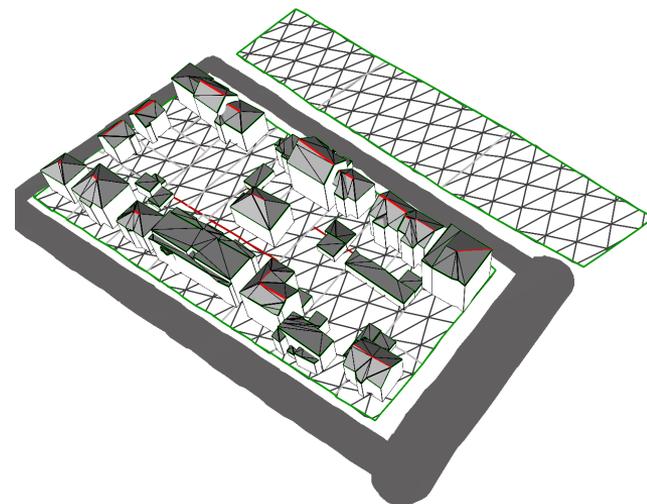
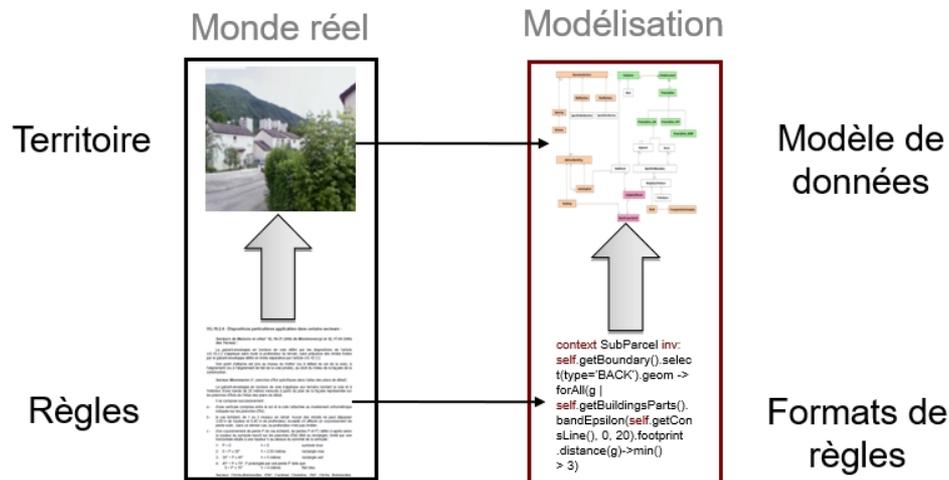
Prescriptions graphiques

Modélisation de la réglementation

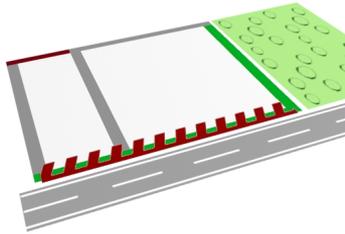
- Modèle des concepts géographiques mentionnés dans les règlements
- Formalisation des règles textuelles

Modélisation prévue pour être extensible et générique
Utilisation de référentiels nationaux

«La **distance** comptée horizontalement de tout point du **bâtiment** à la **limite séparative latérale** la plus proche doit être au moins égale à 6 m. »



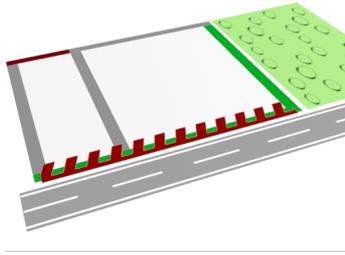
Définition du problème de génération de formes bâties



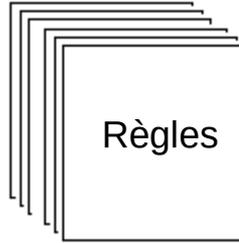
+



Définition du problème de génération de formes bâties



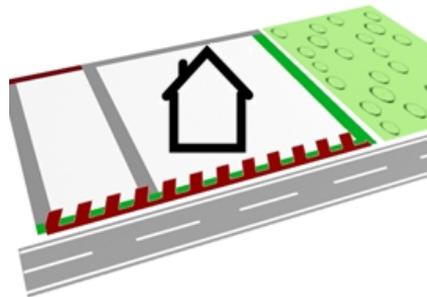
+



+



Fonction d'utilité



Problème
d'optimisation
sous contraintes

Génération de formes bâties

Configuration bâtie : forme composée d'un ensemble de boîtes

Méthode de génération qui détermine automatiquement :

Le nombre de boîtes

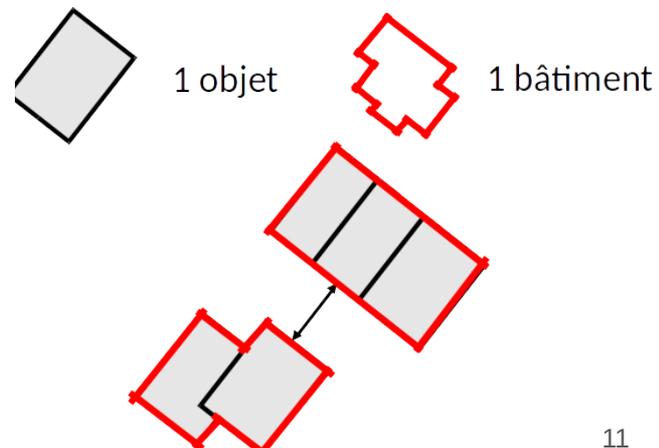
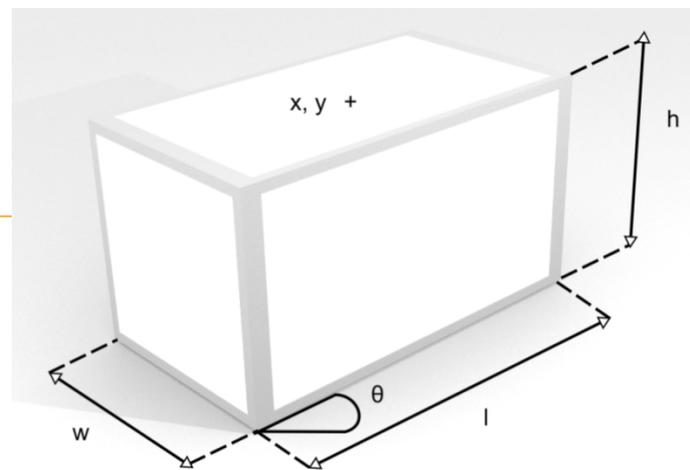
Leurs dimensions et leur orientation

... et qui optimise une fonction d'utilité

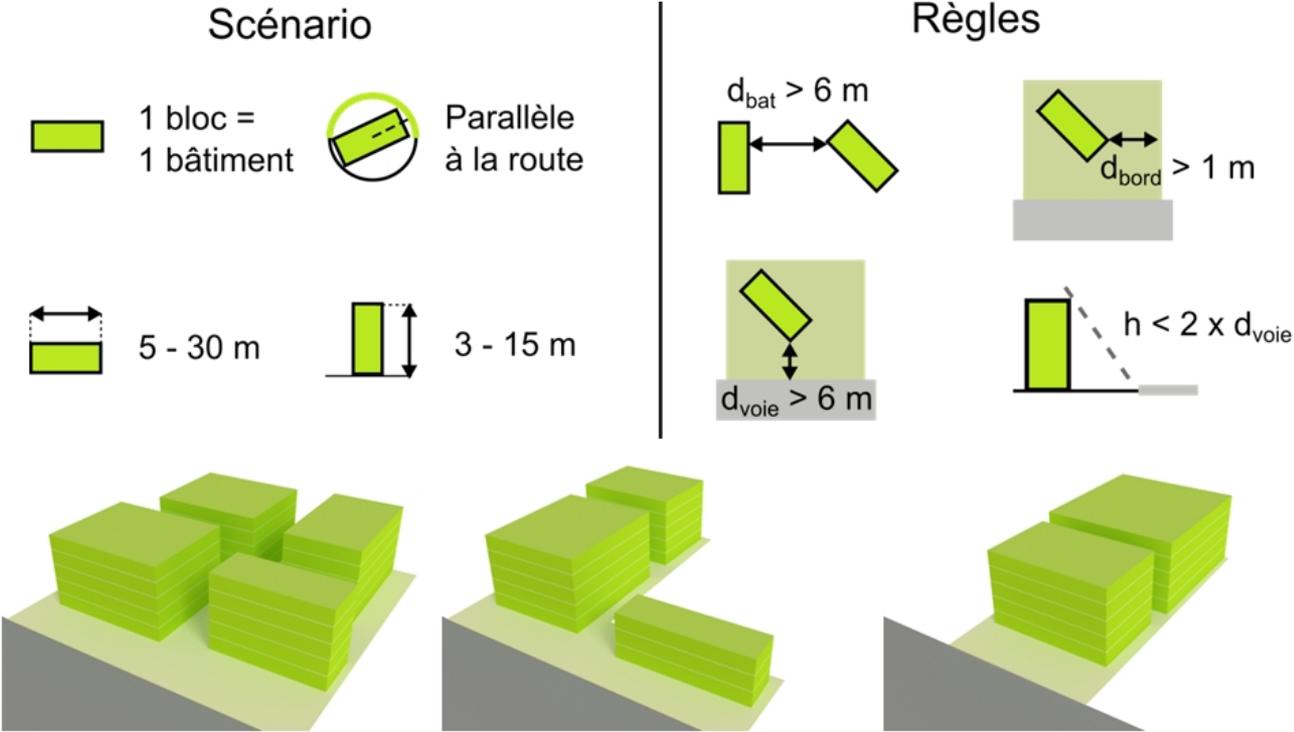
Le volume

...

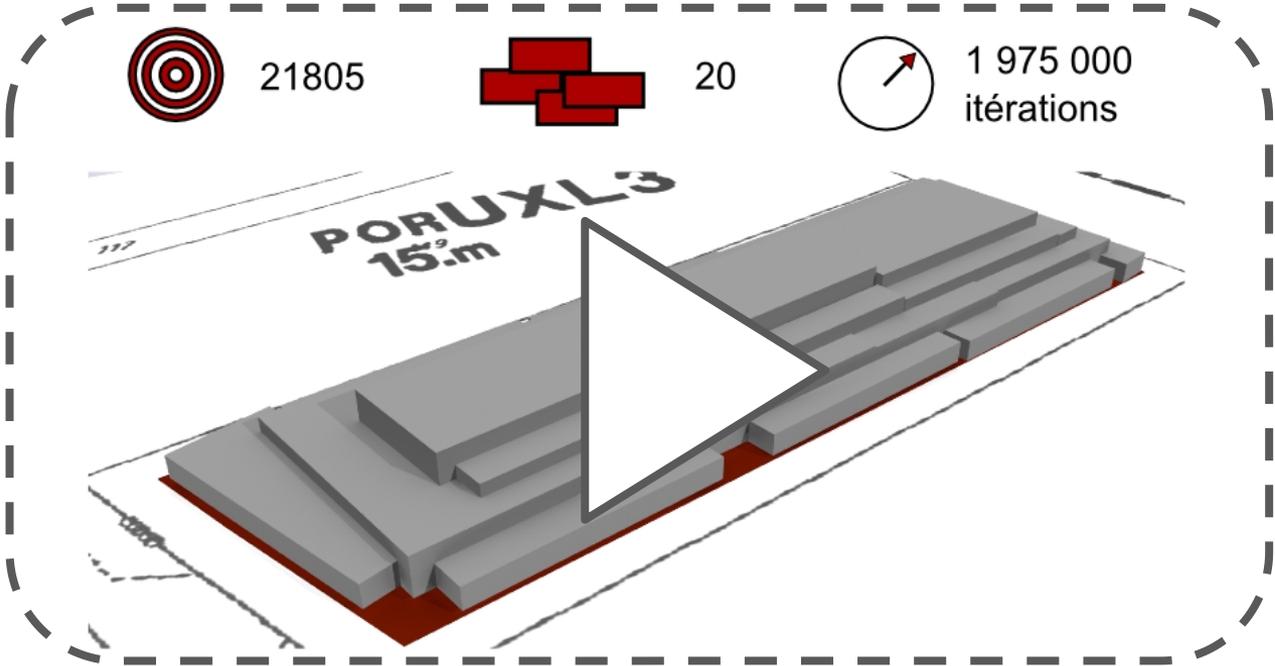
Scénario : Choix de la fonction d'utilité et des caractéristiques des formes utilisées



Premiers résultats : influence de la forme de la parcelle



Démonstration : simulations basiques



Plan de présentation

- SimPLU3D : simulateur de formes bâties

Expérimentations

- Évaluation du potentiel foncier en Île-de-France
- Assistance au choix de règles du PLU par rapport à des objectifs

Simuler la constructibilité : de la parcelle à l'Île de France

Observatoire régional foncier d'IDF : évaluation de la constructibilité



Avant : évaluation par le Coefficient d'Occupation des Sols (COS) , supprimé par la loi ALUR (2014)

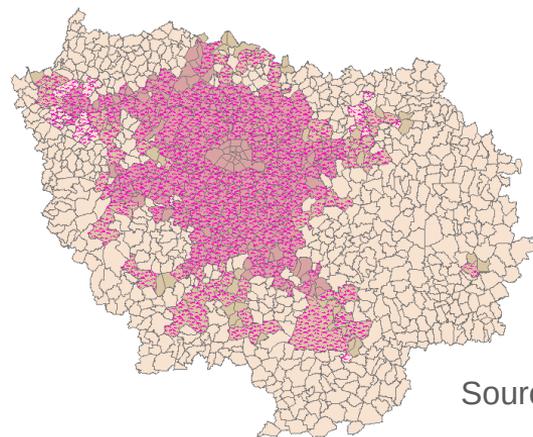


Proposition : Développer un outil complémentaire aux simulateurs «opérationnels» en offrant une modélisation à grande échelle

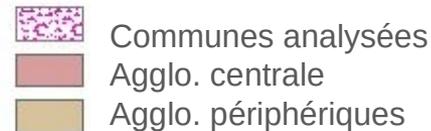


Données du PLU

BD CartoPLU+ produite par l'IAUIDF



Source : IAUIDF

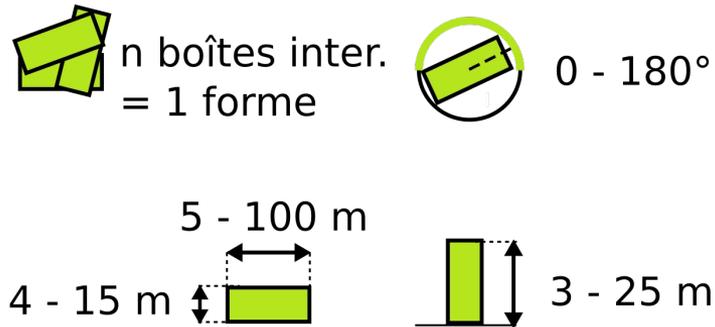


Règles du PLU par zone sur les agglomérations

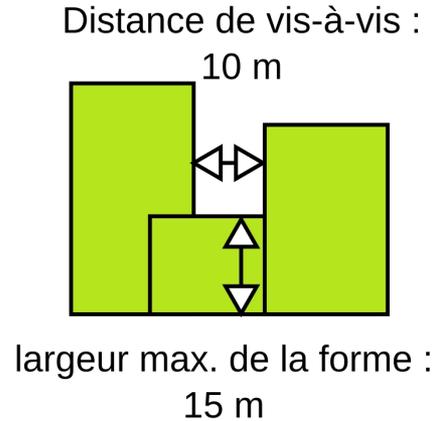
BANDE1	ART 51	ART 61	ART 711	ART 721	ART 731	ART 741	ART 81	ART 91
25	150	4	1	0	0	0	8	0,4
0	99	0	1	0	0	0	99	99
0	99	0	1	0	0	0	99	99
0	99	0	1	0	0	0	6	99
99	99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99	99
0	99	0	1	0	0	0	8	99

Scénarisation de la simulation

Paramètres des boîtes



Contraintes sur la forme bâtie

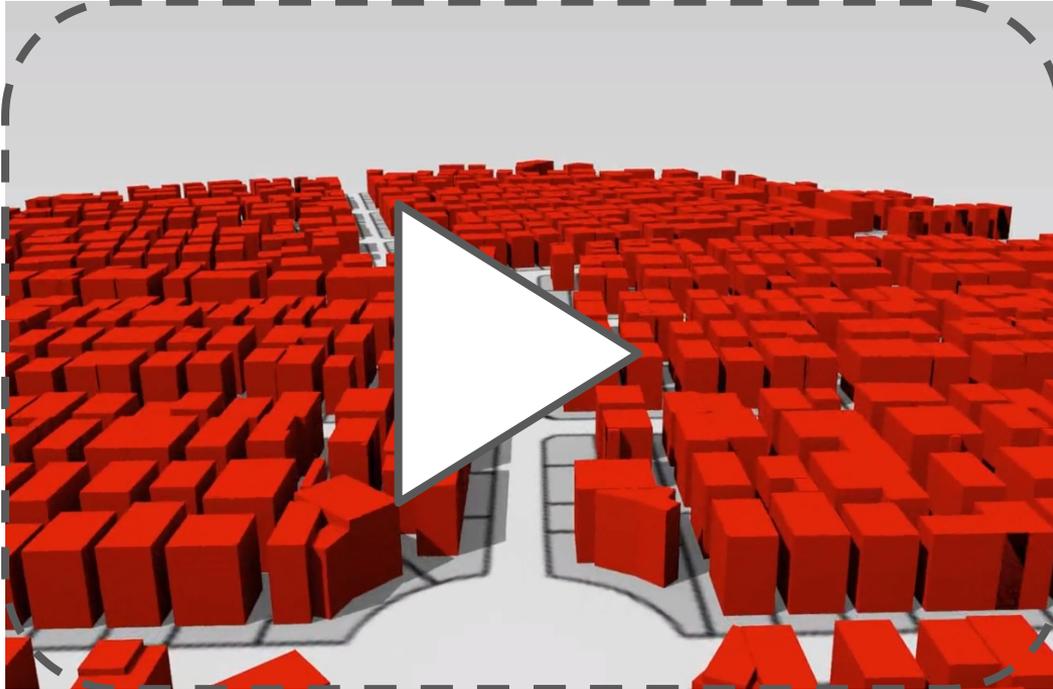


2 minutes par parcelle
1 400 000 parcelles



Nécessité de distribuer les calculs

Démonstration : Simulation de différents tissus

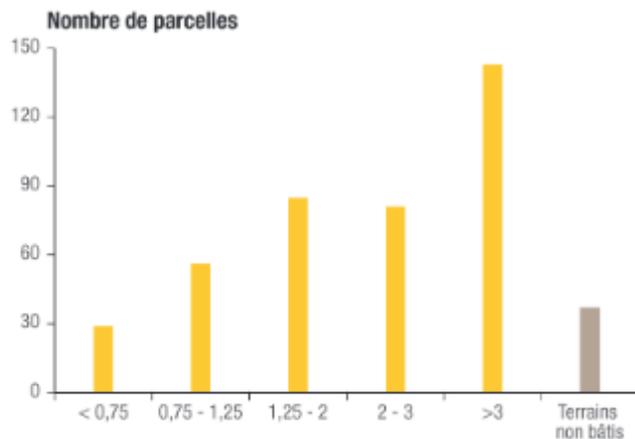


Exploitations des résultats

Production de simulations sur les départements 77 et 94

Identification de potentiels fonciers : comparatif par rapport aux bâtiments existants

Ratio entre la surface de plancher modélisée et l'existant : des capacités de construction encore importantes



Source : IAUIDF



Sources cartographiques : BD Topo, IGN, Mairie 2013, DGF, BD constructibilité, CCQ, DRIEA, EPFF, IAU IdF, ORF. © ORF
Traitement cartographique : IAU IdF © ORF • Mise en forme & fonds cartographiques : IAU IdF

Plan de présentation

- SimPLU3D : simulateur de formes bâties

- Évaluation du potentiel foncier en Île-de-France

- Assistance au choix de règles du PLU par rapport à des objectifs

Expérimentations

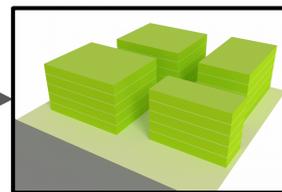
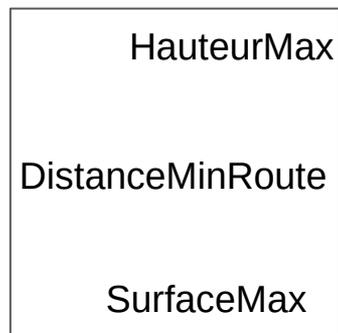


Aide à la conception de documents d'aménagement

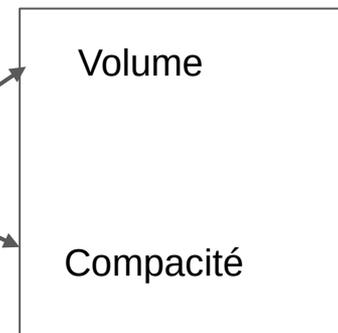
Quels sont les PLU qui permettent d'atteindre des objectifs définis par des indicateurs ?



Entrées (paramètres de règles)



Sorties (indicateurs morpho.)



Prototype d'outil d'aide à la décision

Accessible en ligne (<https://simplu.openmole.org/>)

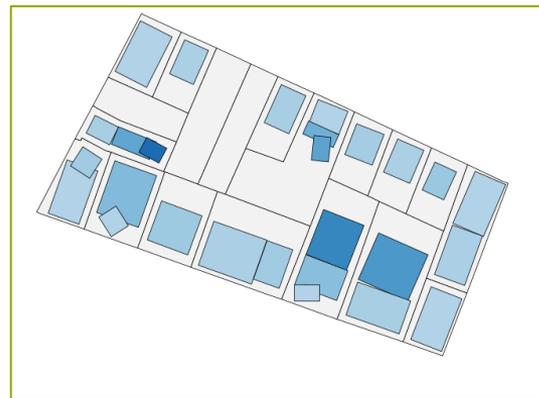
Visualisation 2D/3D
des résultats

Valeurs de règles
à explorer

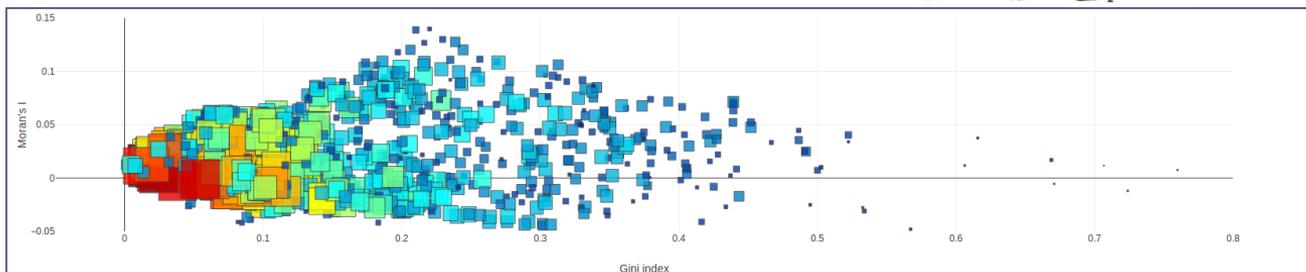
Possible districts according to the PLU
(SIMPLU + OpenMOLE)

distReculVoirie in [0,10]	<input type="range"/>
distReculFond in [0,10]	<input type="range"/>
distReculLat in [0,5]	<input type="range"/>
maximalCES in [0,3,1]	<input type="range"/>
hlniRoad in [0,15]	<input type="range"/>
slopeRoad in [0,5,3]	<input type="range"/>
hauteurMax in [6,24]	<input type="range"/>

3D Details

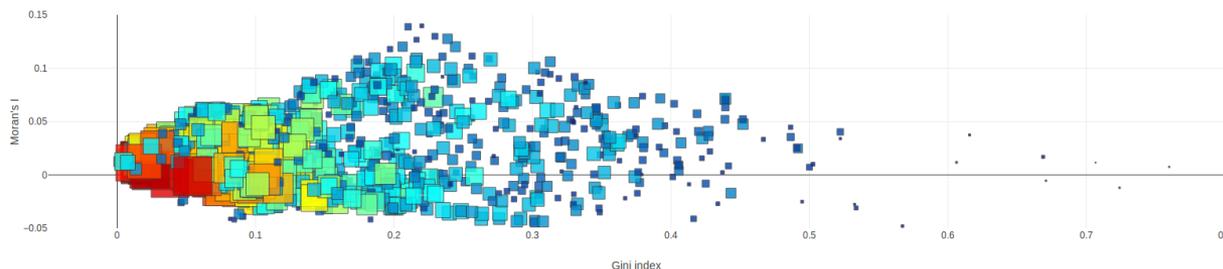


Répartition de
valeurs d'indicateurs



Méthode : tri des simulations par indicateurs

Indice de Moran : Est-ce que les formes bâties de mêmes volumes sont proches les unes des autres ?



Indice de Gini : Est-ce qu'il y a les mêmes volumes bâtis sur l'ensemble des parcelles ?

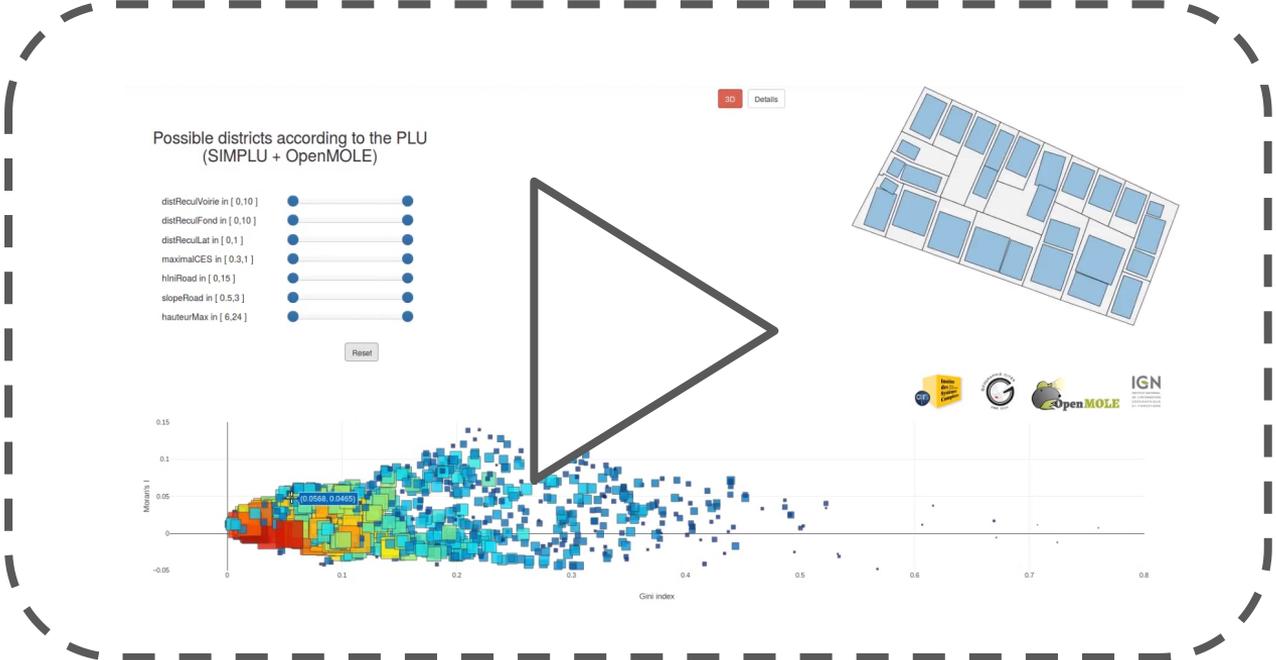


Densité de plancher : Ratio surface disponible à chaque étage / surface de l'îlot



Densité surfacique : Ratio surface bâtie / surface de l'îlot

Démonstration : Exploration de formes bâties



Conclusion

Présentation de SimPLU3D

Méthode de génération de formes basée **optimisation sous contraintes**

Trois applications :

- L'évaluation des potentiels fonciers
- L'aide à la conception de PLU
- La simulation de développements résidentiels

Perspectives

Utilisation de l'outil en Agence : pré-évaluation de surface de plancher

Potentiel d'une parcelle pour
l'accueil de logements pour conseil
aux collectivités

Groupe de travail DDT sur
l'observatoire foncier de Savoie



Lumière sur vos projets d'aménagement

Modélisation 3D d'un nouveau bâtiment :
impact des ombres au 21 décembre à 16h

- Avec *Géoxygène* :
■ Transformation des bâtiments en 3D,
- Calcul de l'ombrage.
- Rendu graphique avec *Blender*.

12m de haut
≈ 4 étages
5 600m²
de surface de plancher

En hiver, ce bâtiment serait impacté jusqu'au 2^{ème} étage par l'ombre de la nouvelle construction.

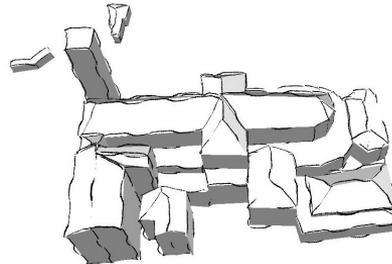
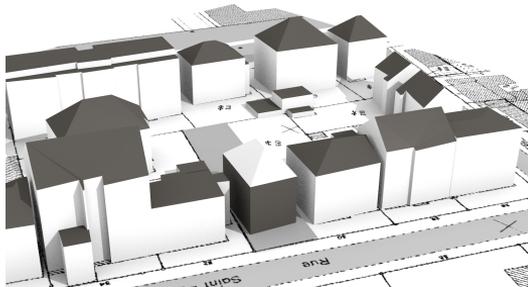
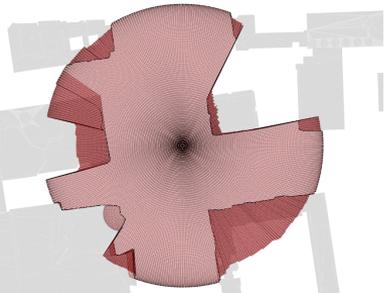
Merci de votre attention

E-mail : mickael.brasebin@agate-territoires.fr

Site Internet : mbrasebin.github.io

Compte Twitter : [@MBrasebin](https://twitter.com/MBrasebin)

Vidéos : https://youtu.be/kLP-1g_uAVo?t=253

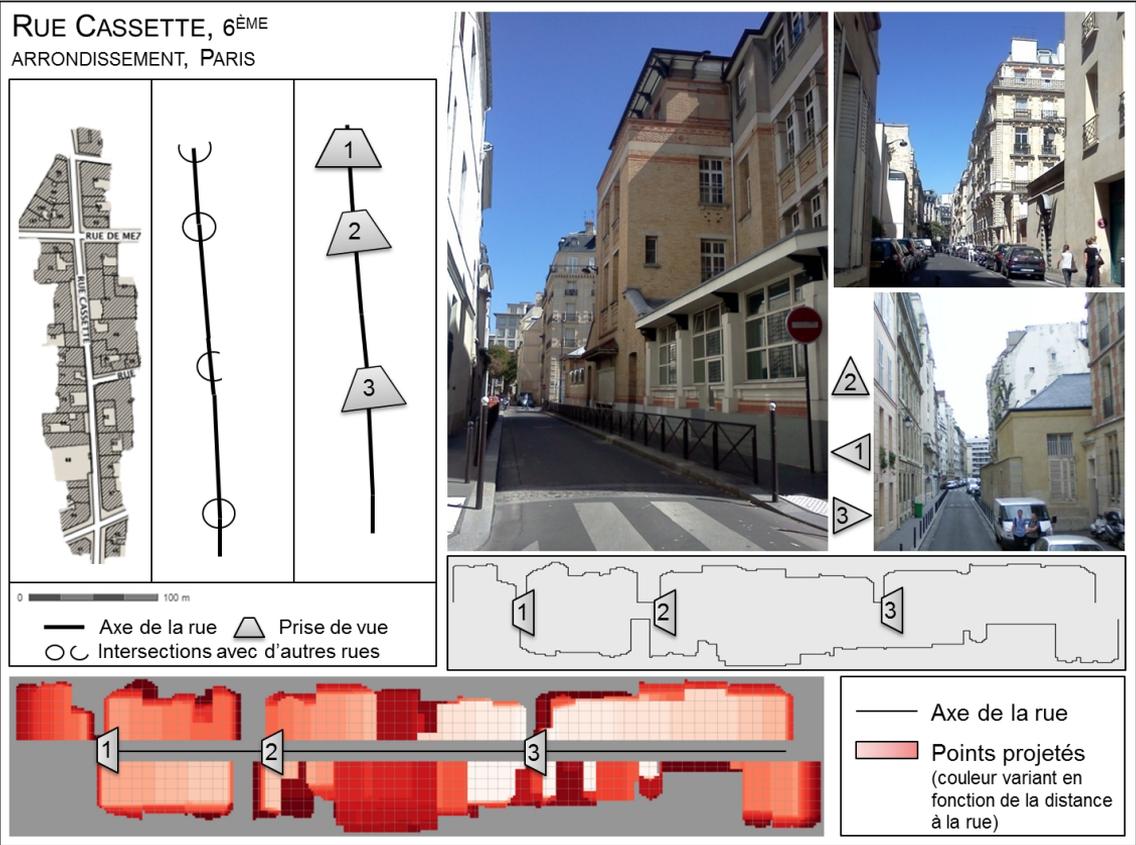


Bibliographie

- Brasebin, M (2009) *GeOxygene: An Open 3D Framework for the Development of Geographic Applications*, 12th International Conference on Geographic Information Science (AGILE)
- Brasebin, M., J. Perret and C. Haëck (2010) *Un système d'information géographique 3D pour l'exploration des règles d'urbanisme*, Actes du Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale (SAGEO 2010)
- Brasebin, M. (2014) *Les données géographiques 3D pour simuler l'impact de la réglementation urbaine sur la morphologie du bâti*, Thèse de doctorat, spécialité Sciences et Technologies de l'Information Géographique, Université Paris-Est, apr 2014.
- Brasebin, M., Perret, J., Mustière, S. and Weber C. (2016) *3D urban data to assess local urban regulation influence*, Computers, Environment and Urban Systems, 2017, ISSN 0198-9715,
- Brasebin, M., Chapron, P., Chérel, G., Leclaire, M., Lokhat, I., Perret, J. and Reuillon, R. (2017) *Apports des méthodes d'exploration et de distribution appliquées à la simulation des droits à bâtir*, Actes du Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale (SAGEO 2017)
- Chérel G., Reuillon R., Cottineau C. (2015). *Beyond corroboration: strengthening model validation by looking for unexpected patterns*. PloS one, p. 20.
- Colomb, M. (2017) *Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle de l'ensemble d'une région urbaine*, Poster journées de la recherche IGN 2017, march 2017 29

Perspectives

Intégration des formes générées dans le bâti existant

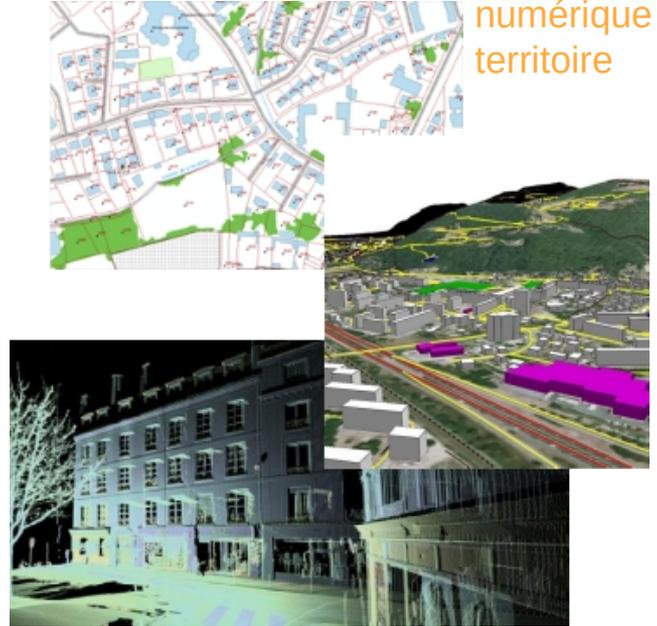


Contexte général de la recherche

SCOT, PLU,
PDU ...

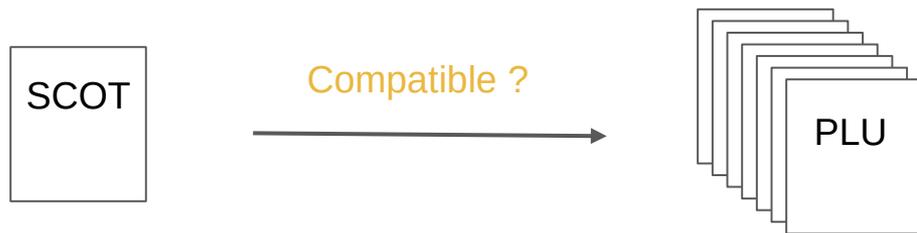


Description
numérique du
territoire

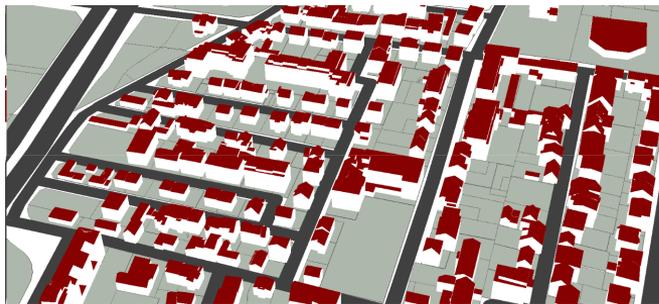


Enjeu : Comment évaluer l'efficacité de ces documents ?

Illustration de la problématique



Constructions possibles ?



Test systématique de
différents scénarios ?

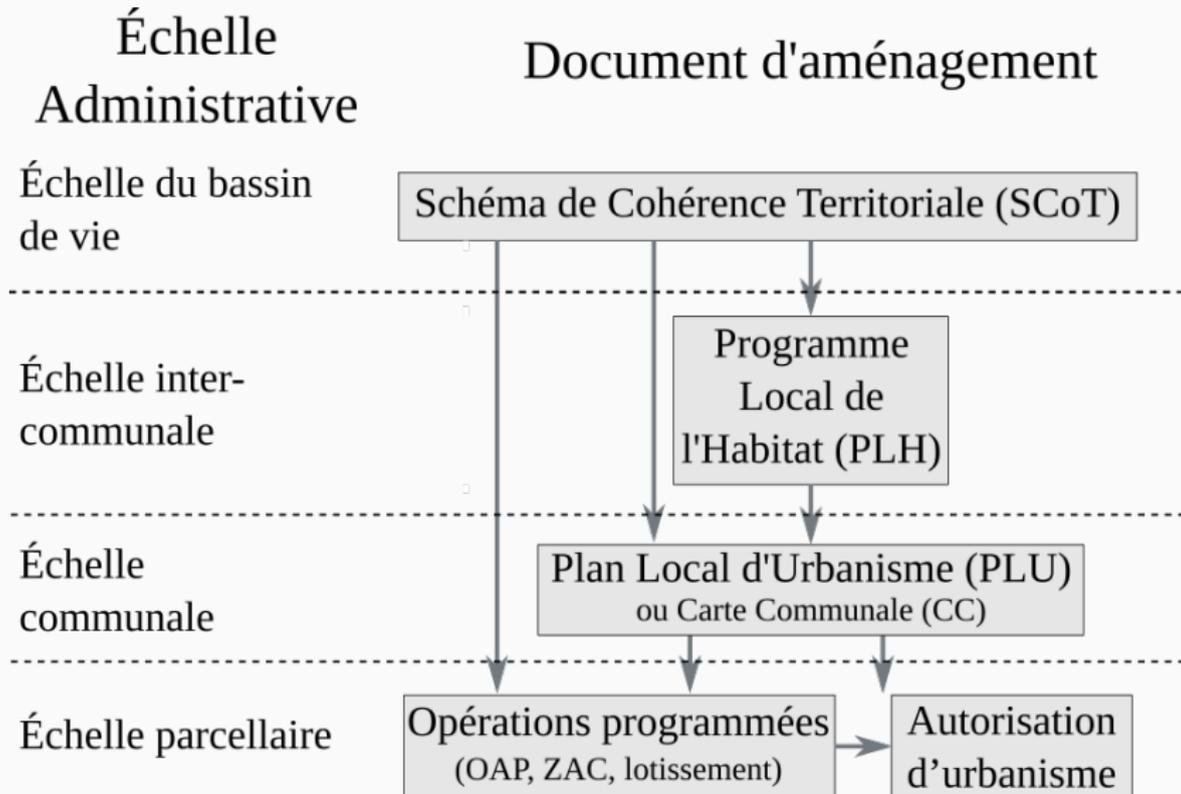
Session 1.4

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

<i>Type de contrainte</i> <i>Échelle</i>	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	
Parcelaire			Opérations spéciales d'aménagement	

- 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

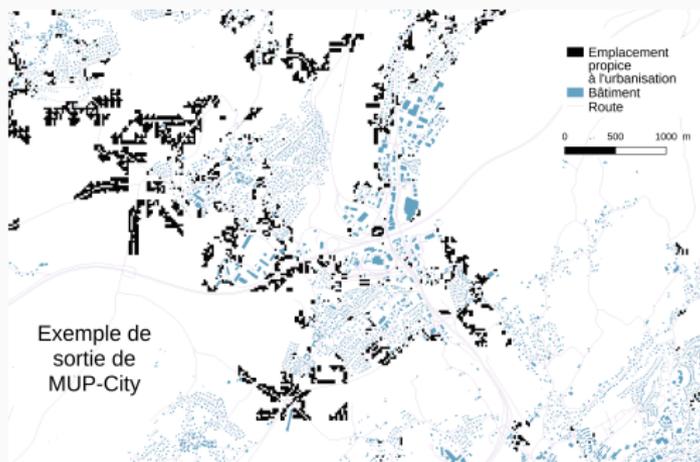


Simulation d'un nombre et d'un type de logements

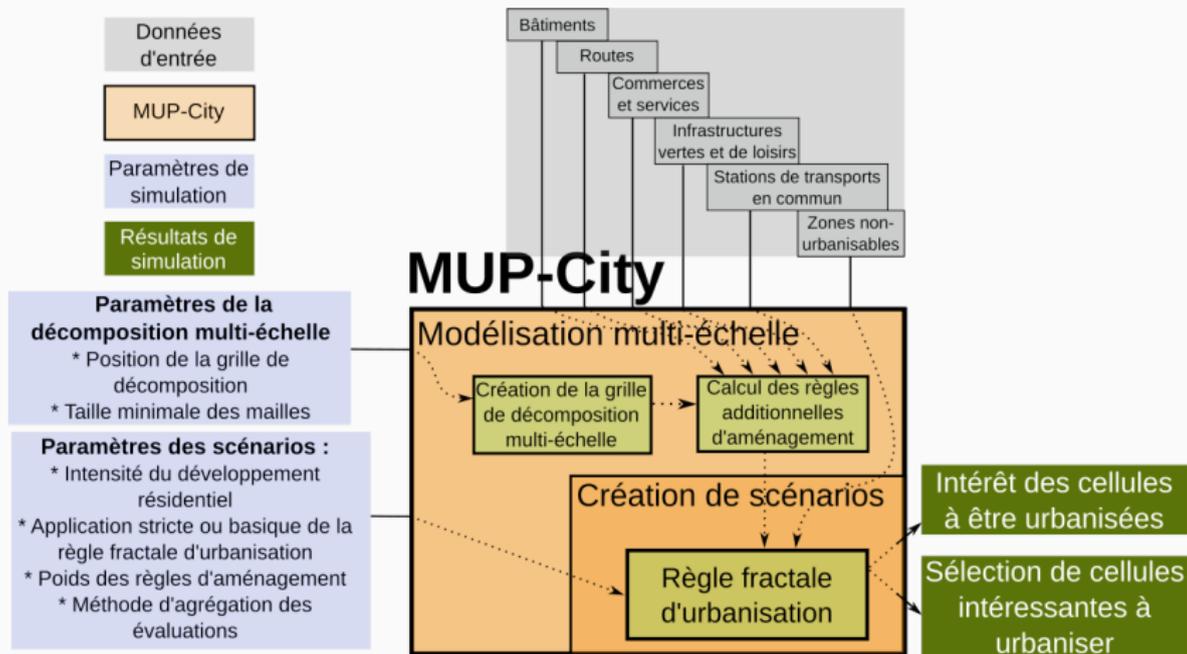
MUP-City



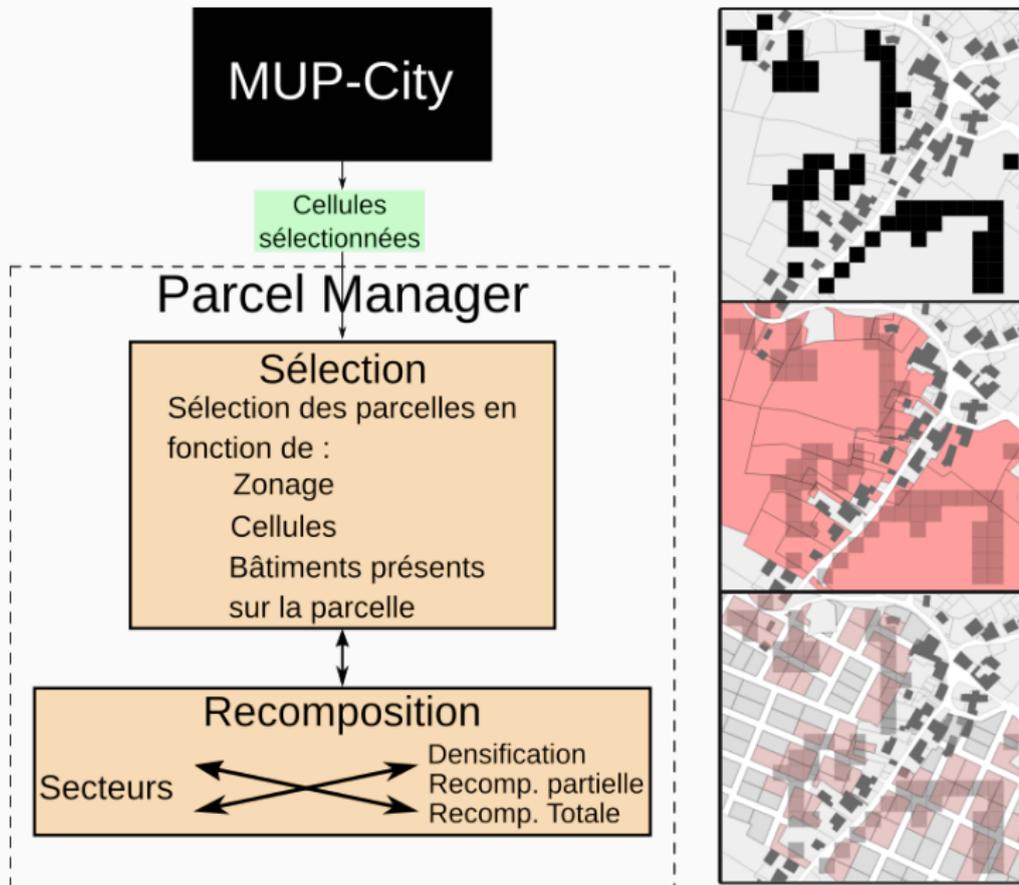
- Propose une **organisation spatiale locale** de développement résidentiel pour une **région urbaine**
 - organisation fractale
 - accessibilité à diverses aménités
- Représente différentes **orientations d'aménagement** grâce à de multiples paramètres.



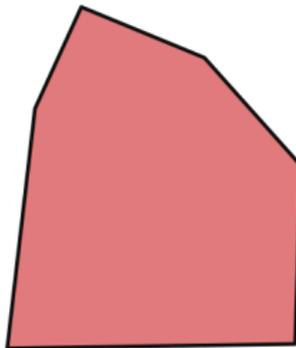
MUP-City: fonctionnement



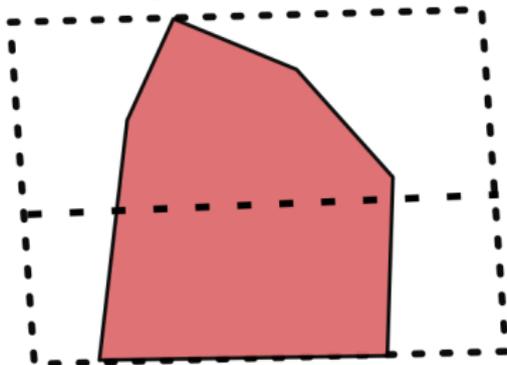
Parcel Manager



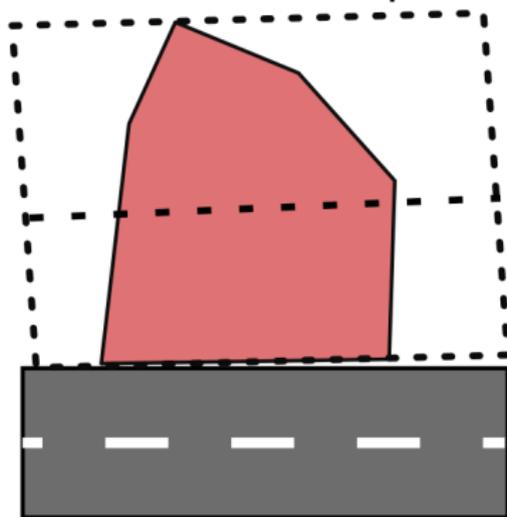
Parcelle initiale



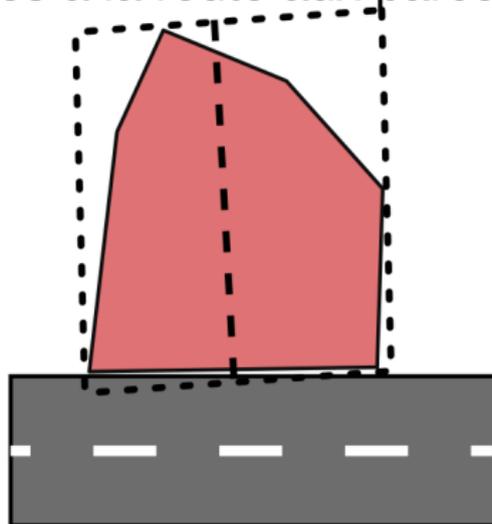
Boite englobante orientée
et séparée en deux



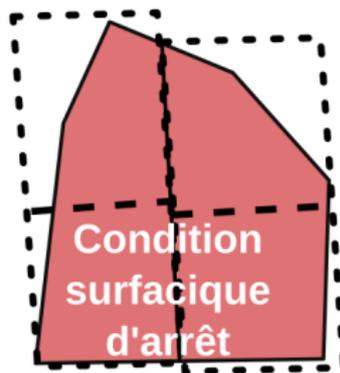
Cherchant a donner un accès à la route aux parcelles



Cherchant a donner un accès à la route aux parcelles



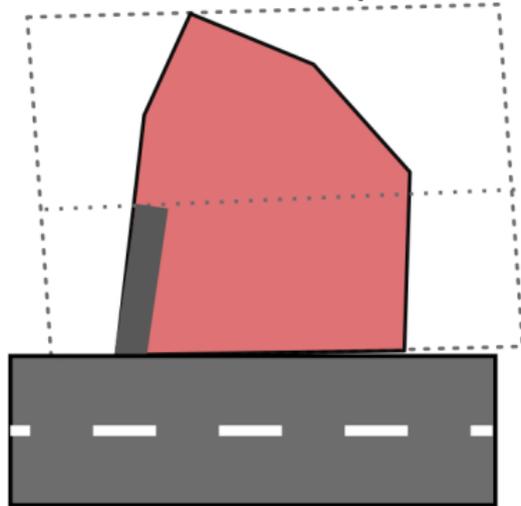
Processus itératif



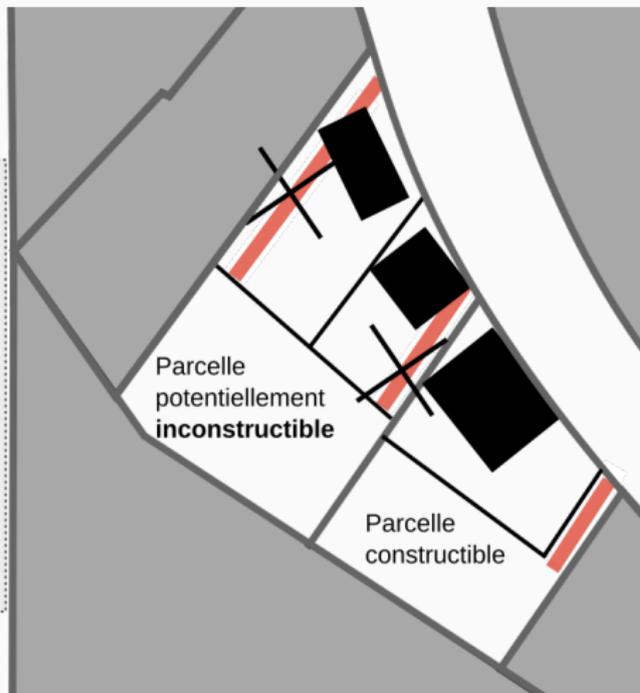
création de voirie?



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

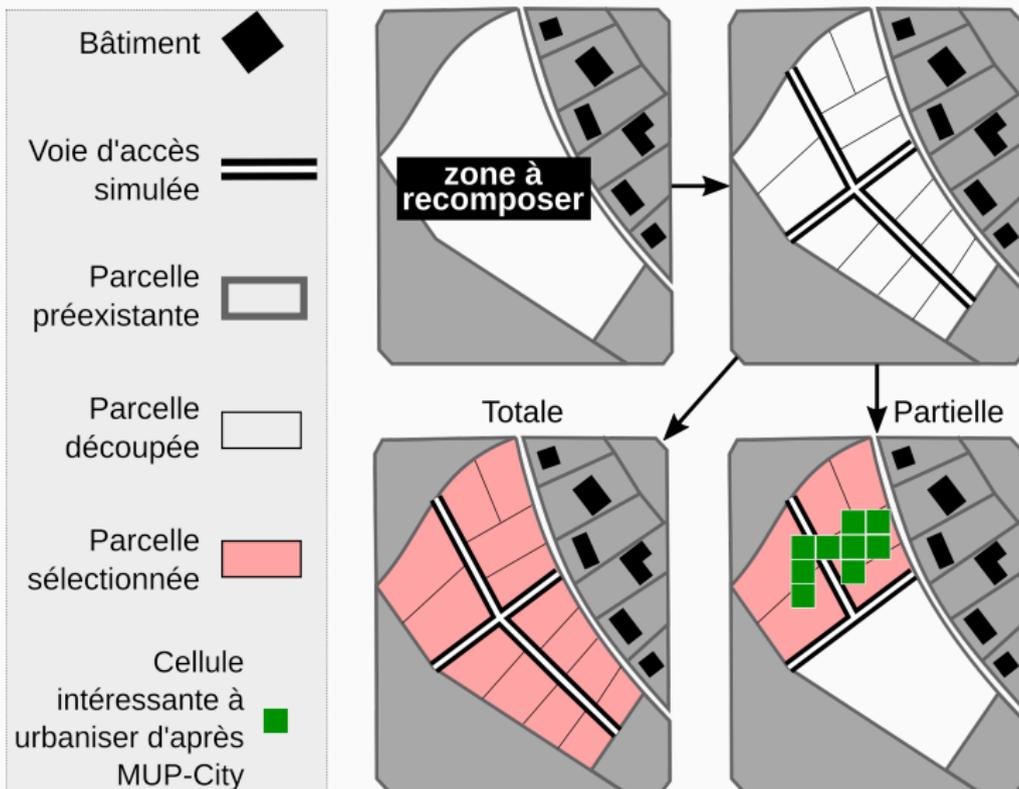


- Densification
- Recomposition parcellaire totale
- Recomposition parcellaire partielle



- Densification
- Recomposition parcellaire totale
- Recomposition parcellaire partielle

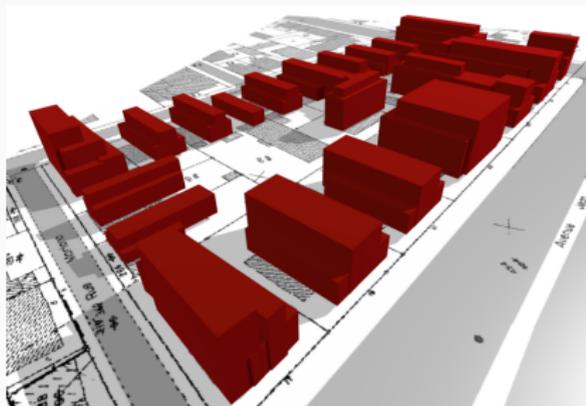
Recomposition parcellaire totale et partielle



SimPLU3D

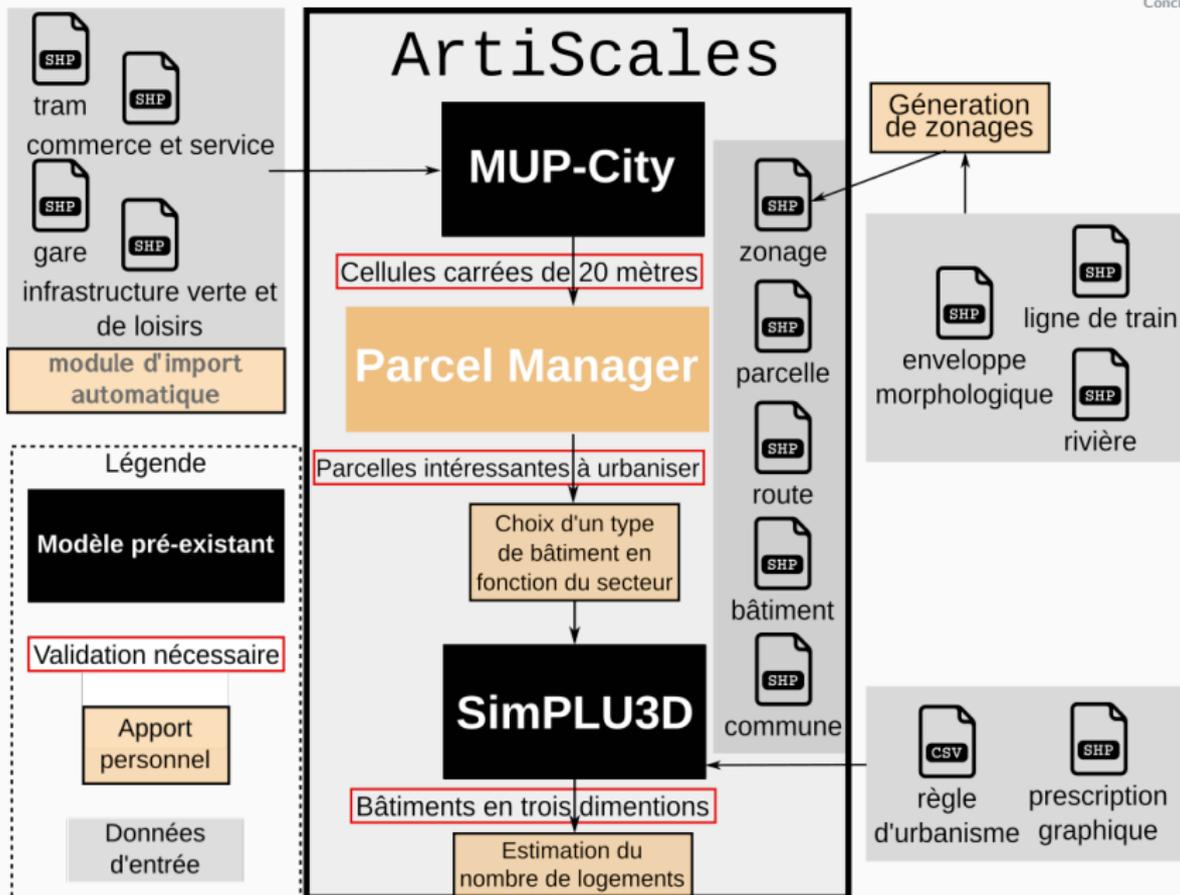
SimPLU3D

- 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



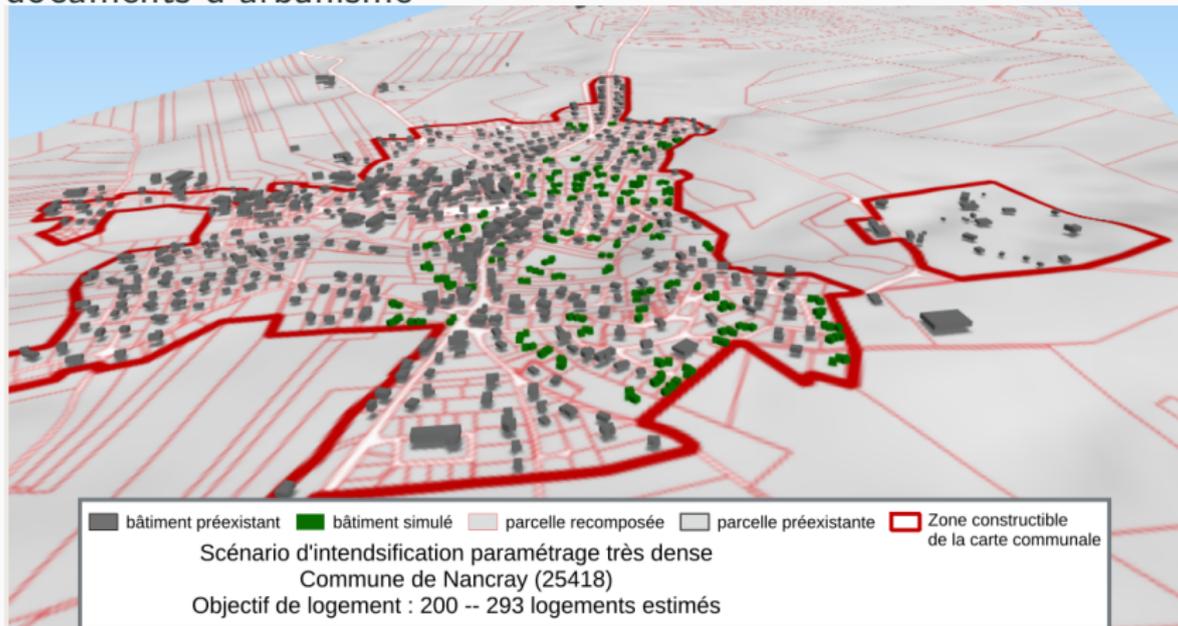
- Tirage aléatoire d'une classe d'appartements
- Surface paramétrable de ces classes
- Distribution paramétrable des logements dans l'immeuble

Construction du modèle ArtiScales

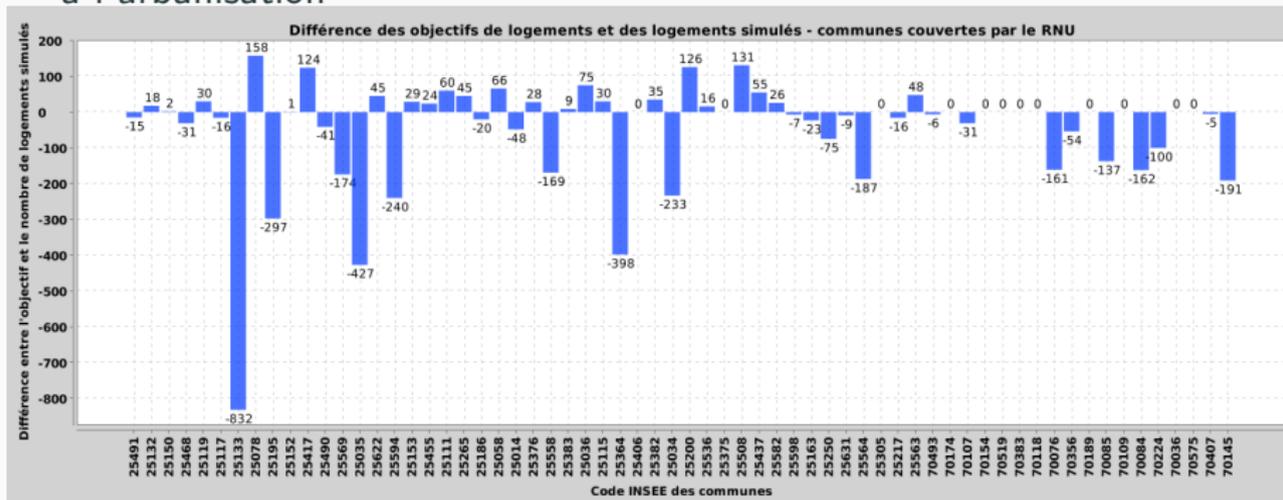


Utilisation thématique des résultats d'ArtiScales

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



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



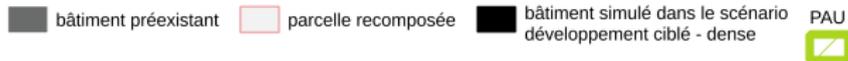
¹ dans les communes sans zonage pré-défini, le RNU s'applique dans les *Parties Actuellement Urbanisée (PAU)*

Incompatibilité entre les documents

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

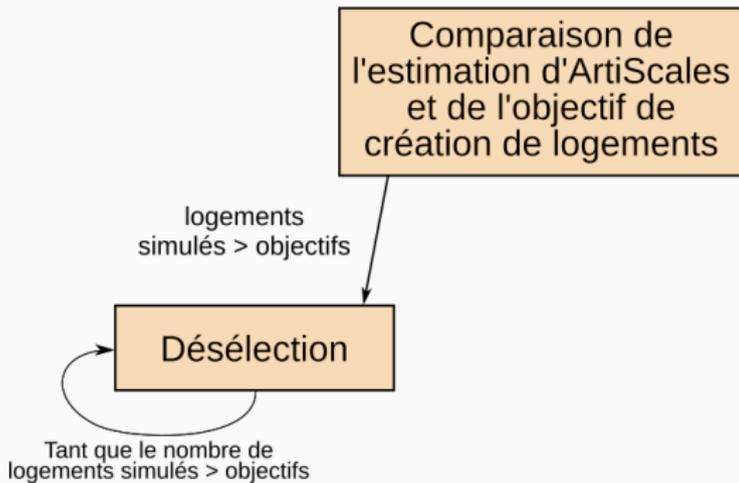


Avanne-Aveney	Objectif de création de logements : 350
<i>Scénario d'ArtiScales</i>	<i>Nombre de logement manquant</i>
Développement ciblé - dense	75
Développement ciblé - peu dense	245
Intensification - dense	259
Intensification - peu dense	285



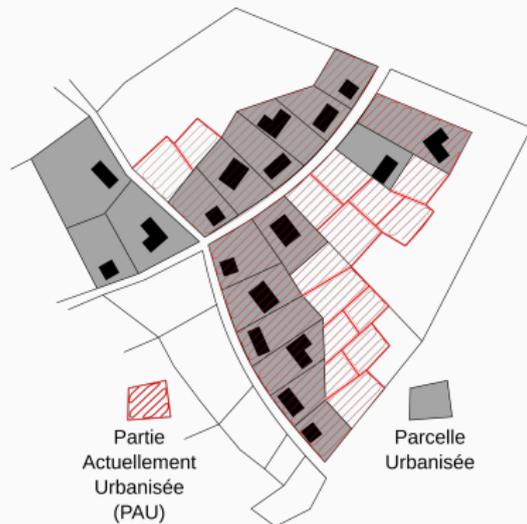
Incompatibilité entre les documents

Rétro-action sur le zonage



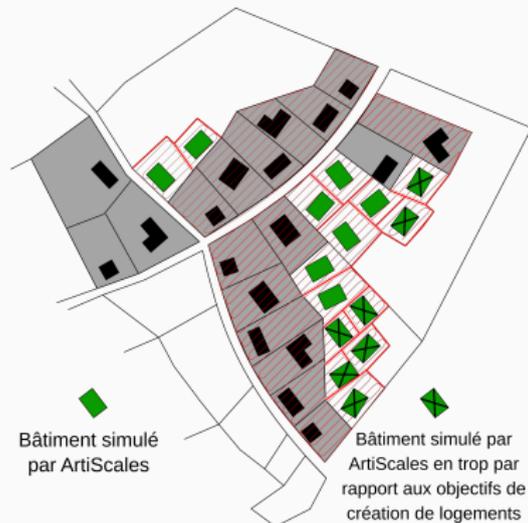
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

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



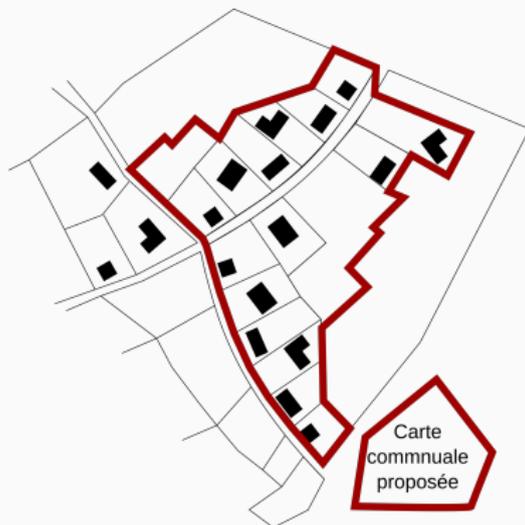
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- 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



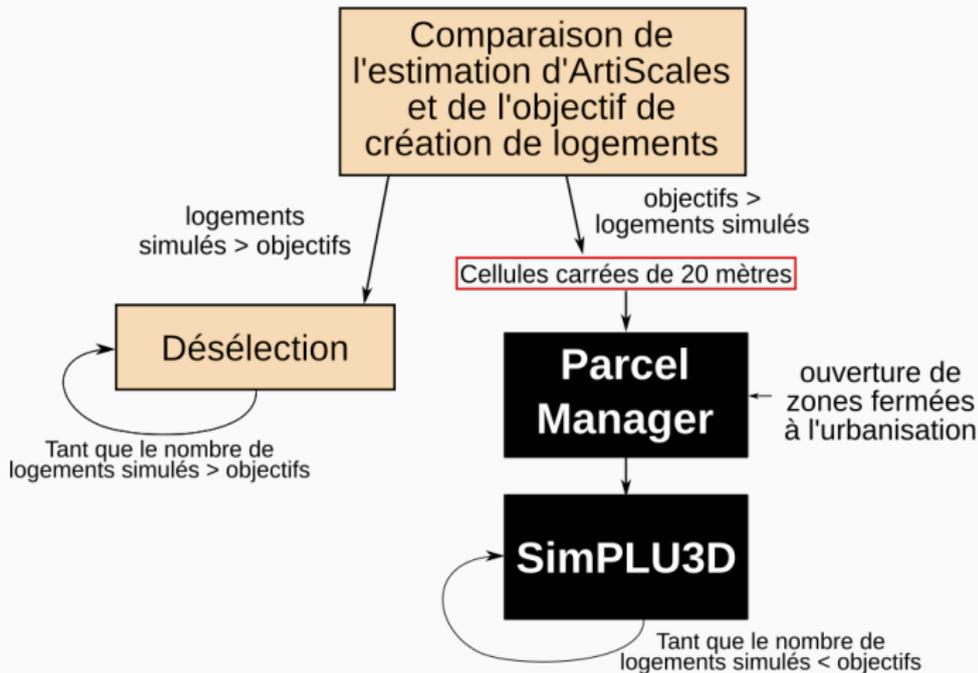
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- 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



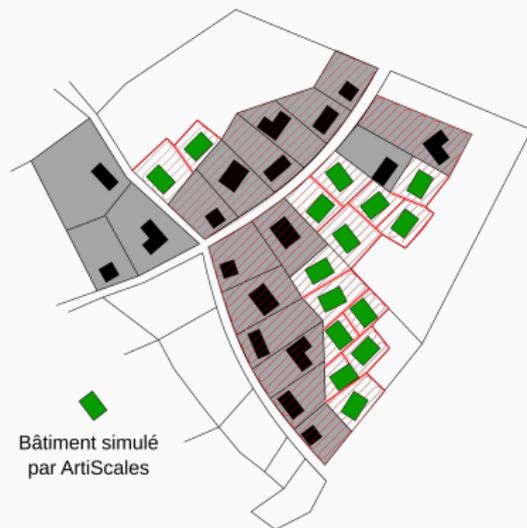
Incompatibilité entre les documents

Rétro-action sur le zonage



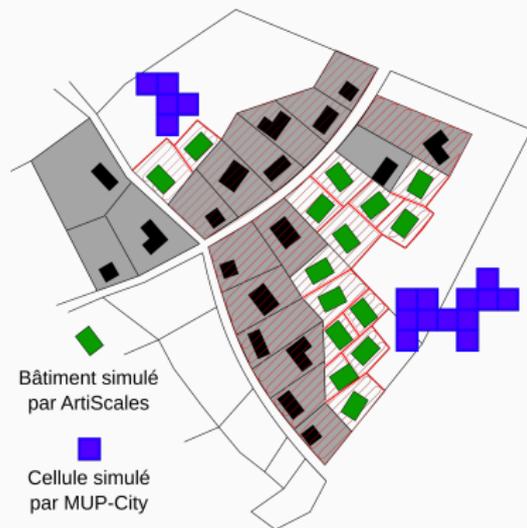
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- Simulation d'ArtiScales



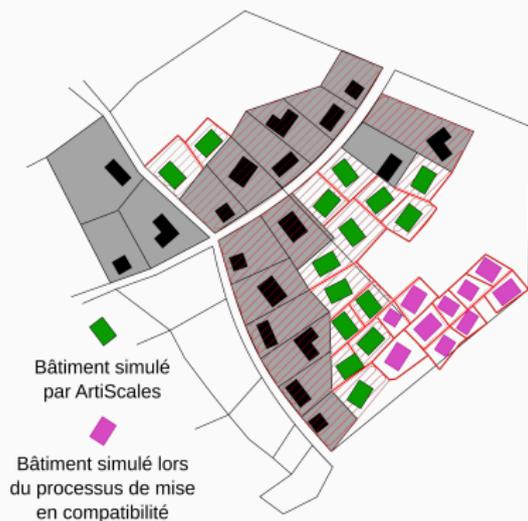
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

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



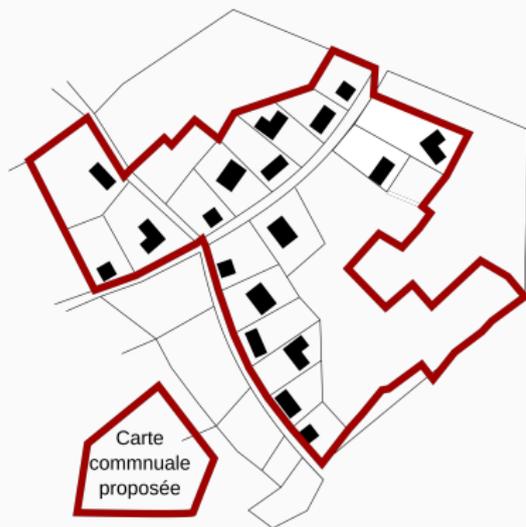
Possibilité de génération automatique de Cartes Communales (en projet)

- 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/>

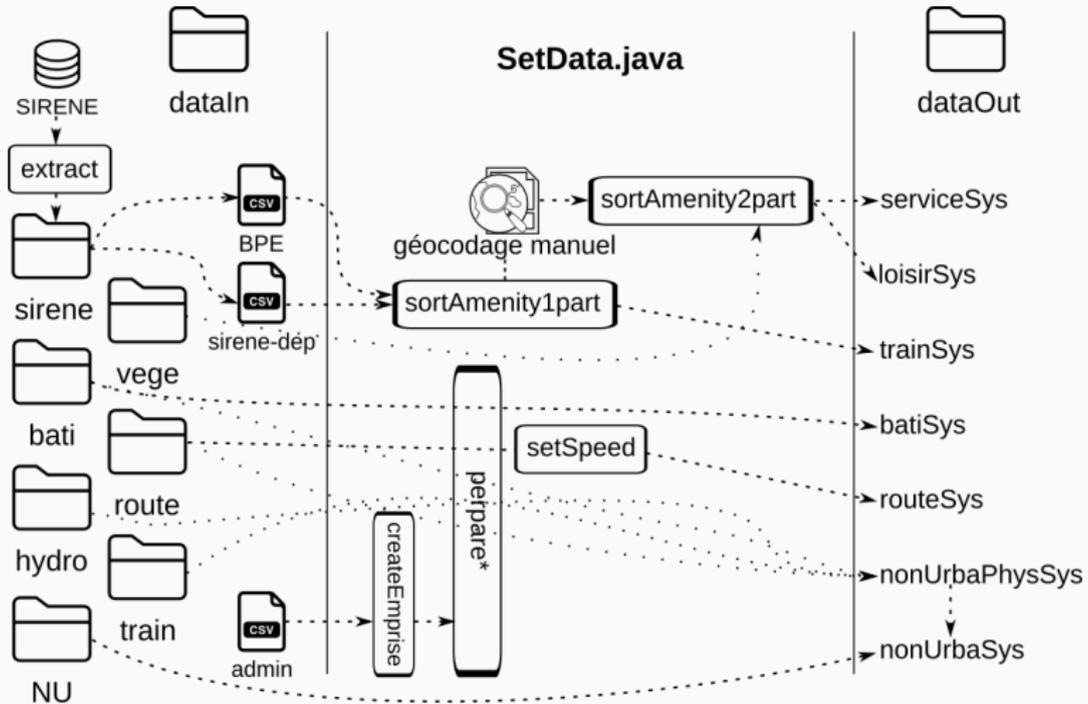
Contraintes pour délimiter les PAU

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

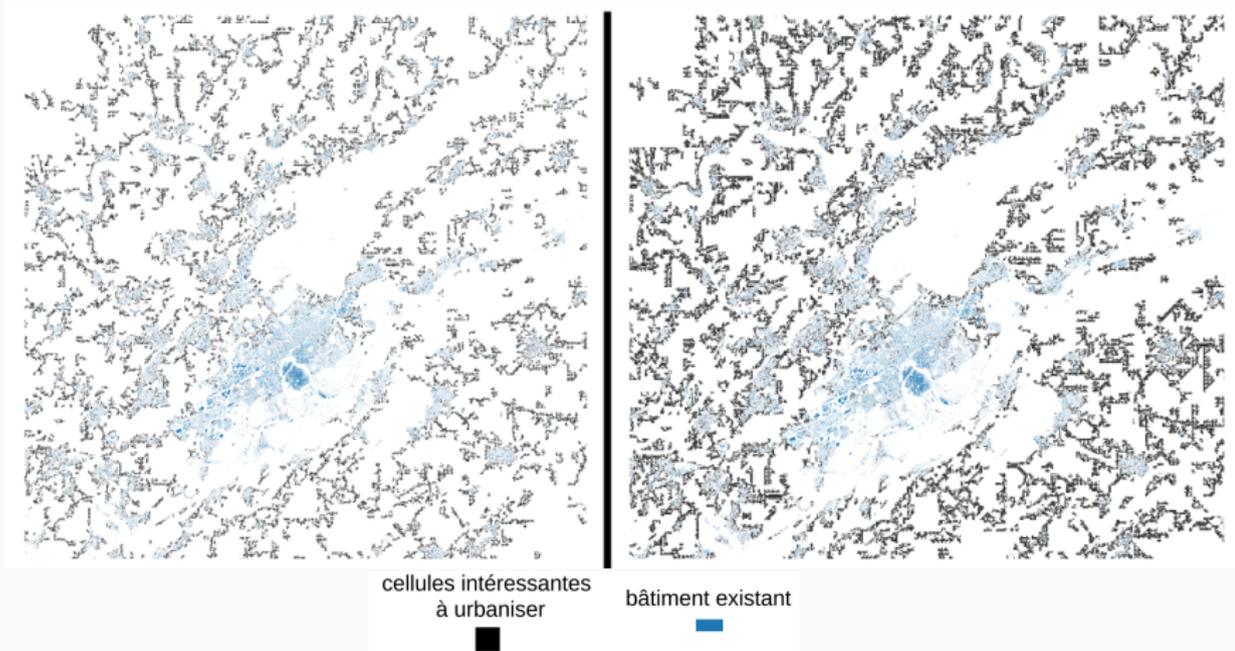


Données nécessaire à l'exécution de MUP-City



1. Intensité du développement résidentiel

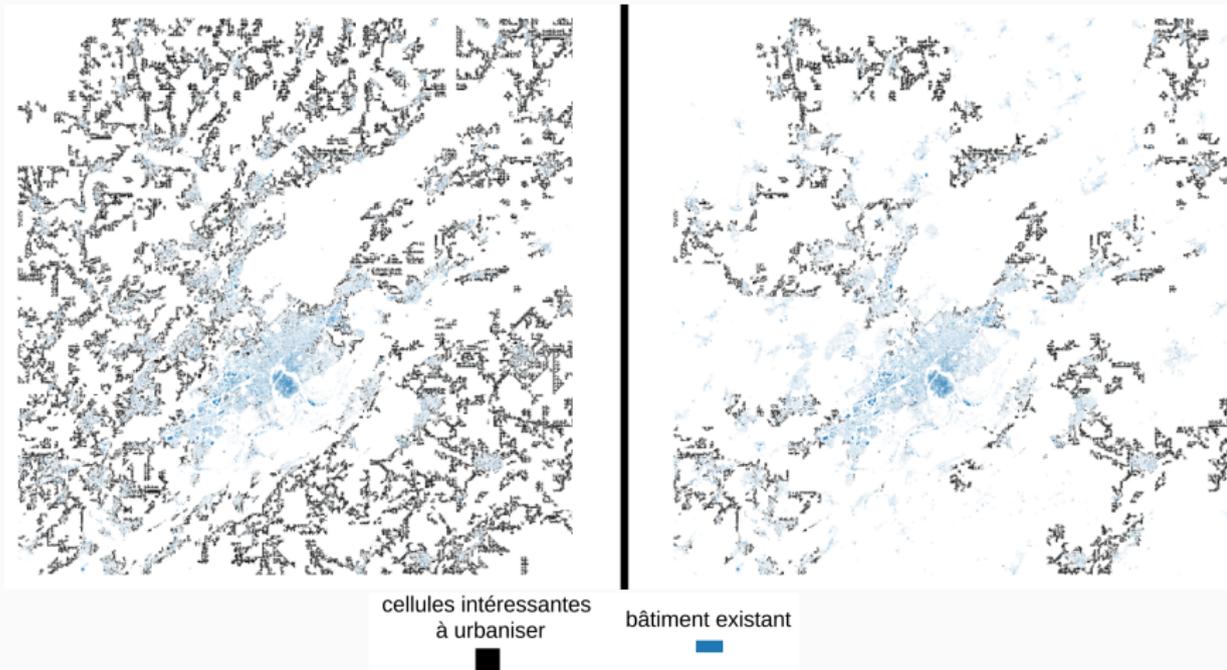
MUP-City : intensité du développement résidentiel



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

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

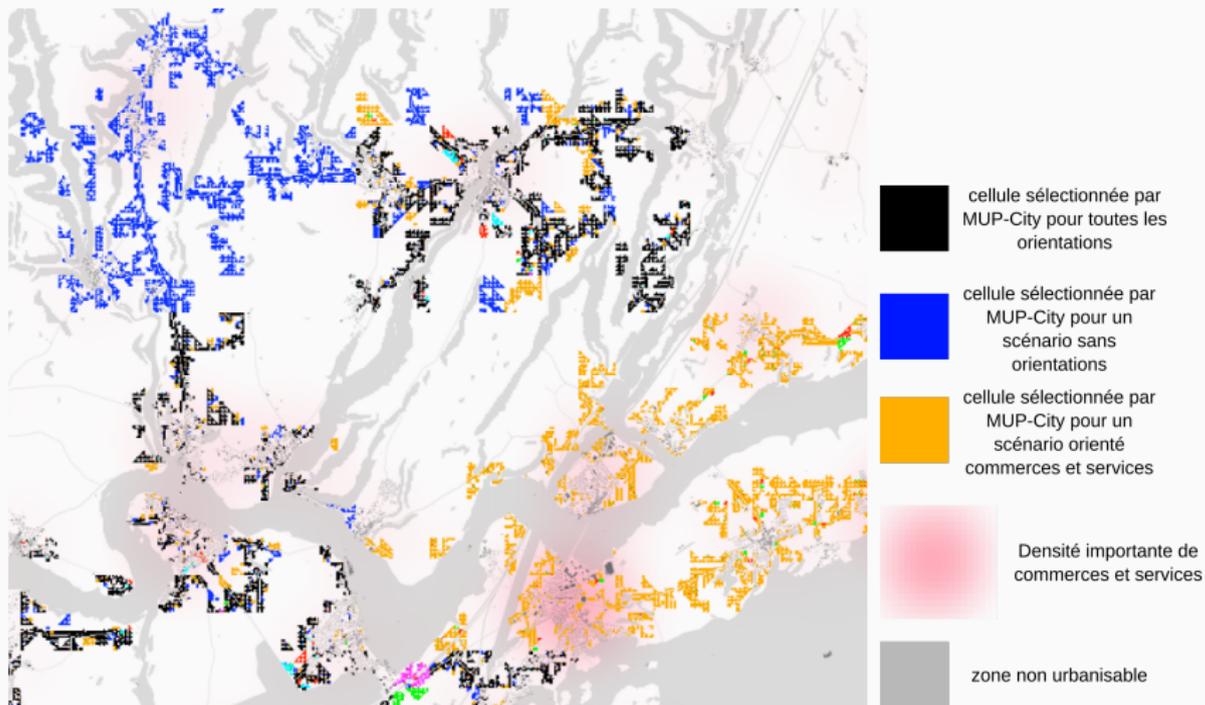
MUP-City : uniformité du développement résidentiel



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

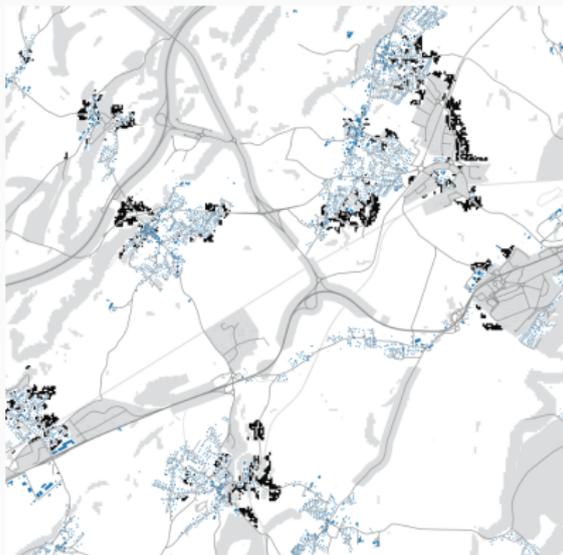
MUP-City : orientation du développement résidentiel



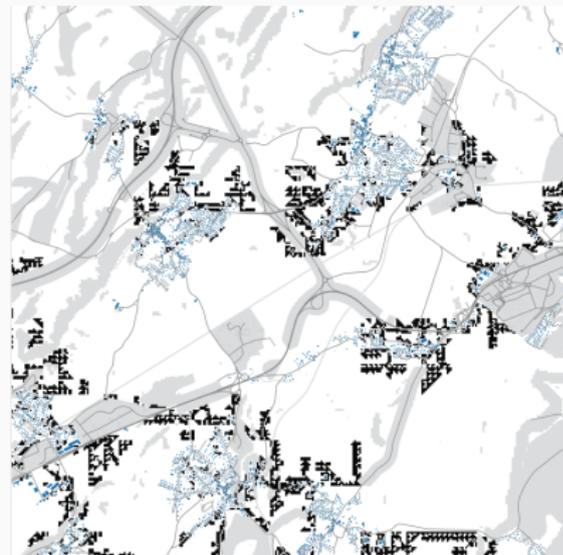
Exemple de différentes orientations poursuivies par le développement résidentiel

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

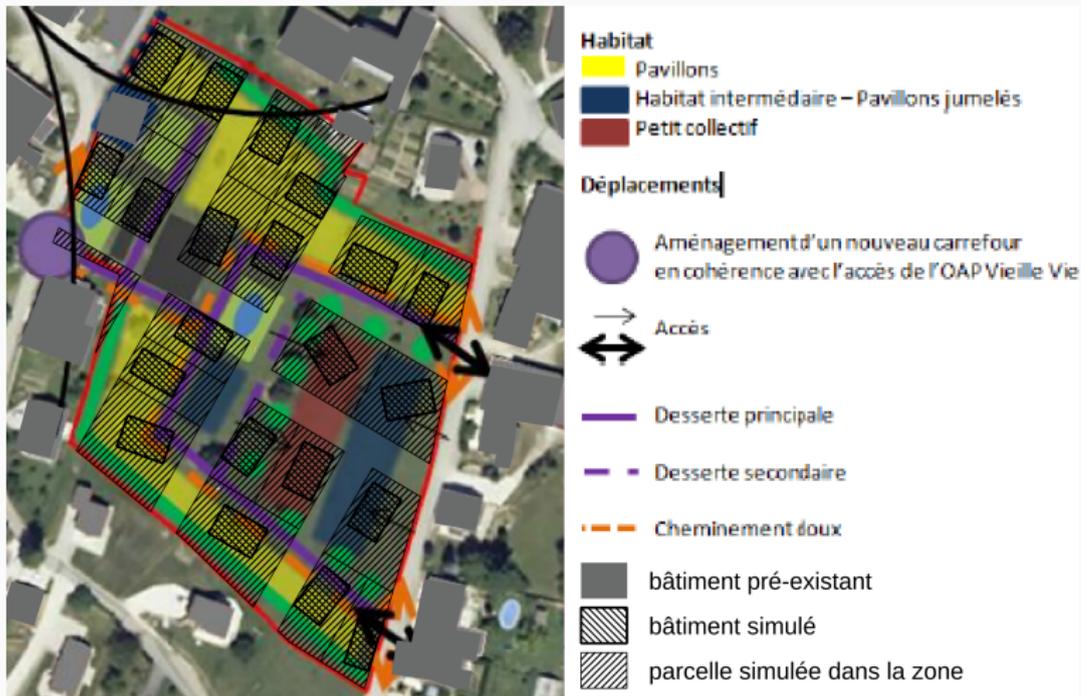


Illustration superposant l'OAP du *Champ Sera* à La Tour De Say (25640) et les résultats de la simulation provenant du scénario c avec le paramétrage induisant une *forte densité*

Session 1.5

L' AIDE À LA DÉCISION ET L'URBANISME RÉGLEMENTAIRE : LES ENSEIGNEMENTS DU CAS D'ÉTUDE TOULOUSAIN ET LES ENJEUX ACTUELS

AURELIE PREVOST

DOCTORAT UTC - LABORATOIRE AVENUES-GSU EA 7284 UTC , TRAVAUX SOUTENUS EN 2013



1. La complexité de la planification urbaine, enjeux actuels
2. problématique de recherche : Evaluer les effets des règlements d'urbanisme locaux
3. Cas d'étude toulousain : proposition d'une méthode d'évaluation
4. Limites de la méthode → quelles perspectives pour l'analyse des effets des PLUi

I

Complexité de la planification urbaine, enjeux actuels

LES DÉFIS RÉELS DE LA PLANIFICATION D'AUJOURD'HUI...

Planifier des « villes durables », face à la complexité des villes, leurs spécificités, et face au concept large de « développement durable »

Planifier avec un but, parfois sans certitude des effets: exemple : limiter l'étalement urbain en densifiant les espaces déjà urbanisés, mais en augmentant finalement la congestion et les difficultés d'accès aux logements

Gérer les conflits entre acteurs (Khainnar, Laudati, 2006) :

- conflits liés à l'incertitude face aux impacts potentiels d'une politique
- conflits fondés sur la procédure (concertation)
- conflits liés aux temporalités (élu, aménageur, habitant...)

ENJEUX ET DIFFICULTÉ D'APPLICATION DES PLU

Dans un contexte complexe dans lequel
s'insère la planification locale aujourd'hui....

Spécificités des Plans Locaux d'Urbanisme...

- **Jeux de règles utilisées complexes !**
- **Difficile anticipation les effets des règles, d'autant que les règlements ne sont pas déterministes (normes plafond toujours employée)**
- **En particulier sur le territoire de l'urbanisme diffus, moins contrôlé par l'action publique**

II

Comment évaluer les effets des règlements d'urbanisme ?
problématique de recherche

Analyse des indicateurs des PLU

Il existe des indicateurs montrant les effets du PLU notamment sur l'environnement, la consommation des espaces, la satisfaction des besoins en logements, etc, appliqués dans le cadre de l'évaluation environnementale des PLU

Les indicateurs courants des PLU sont intéressants pour pointer les faiblesses de l'action publique en matière de gestion environnementale, mais :

Ils font difficilement le lien entre l'état environnemental ou durable du territoire et les effets des règles du PLU « traditionnelles »

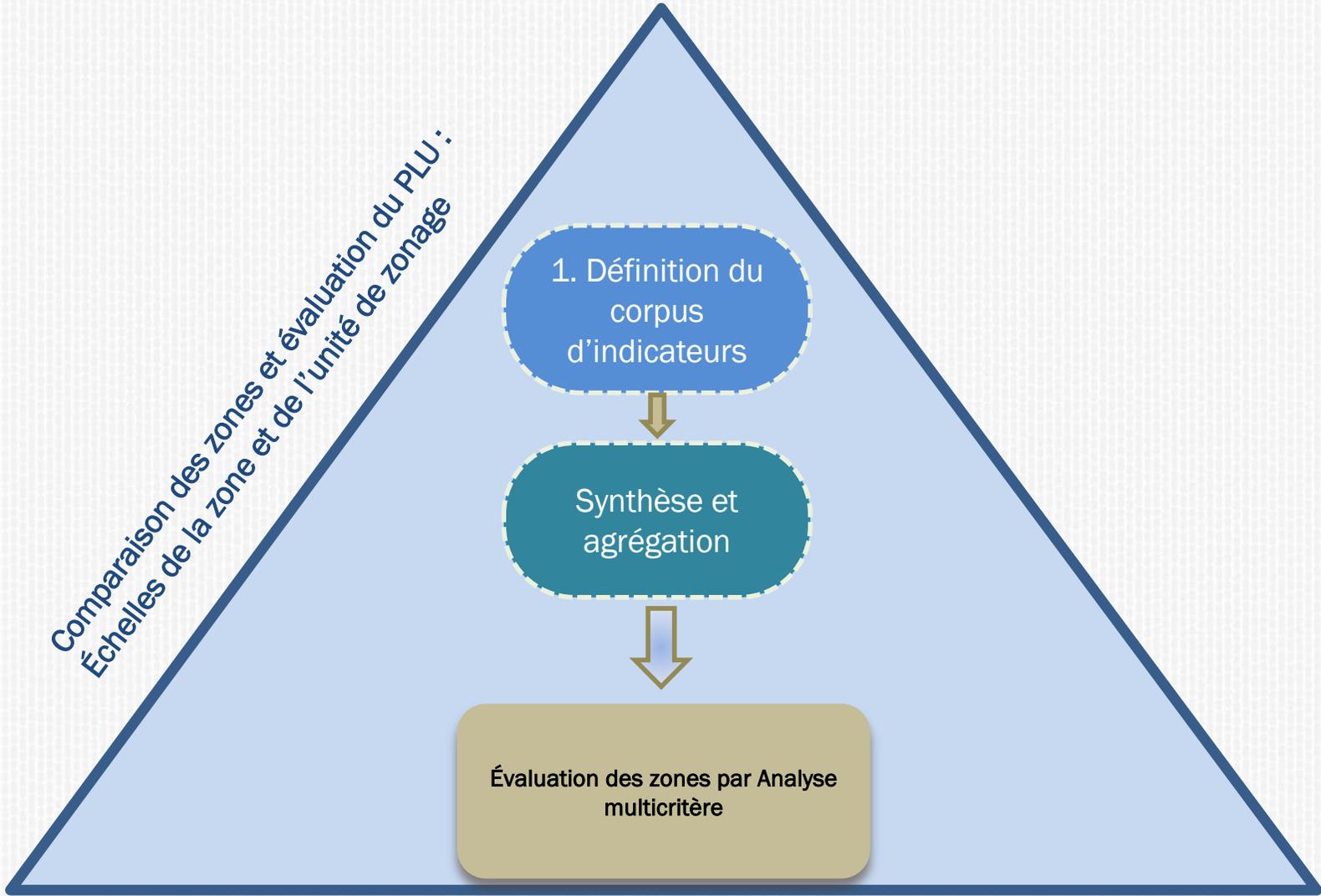
- constructibilité
- organisation du bâti sur la parcelle
- localisation des équipements publics en fonction du zonage

PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE ?

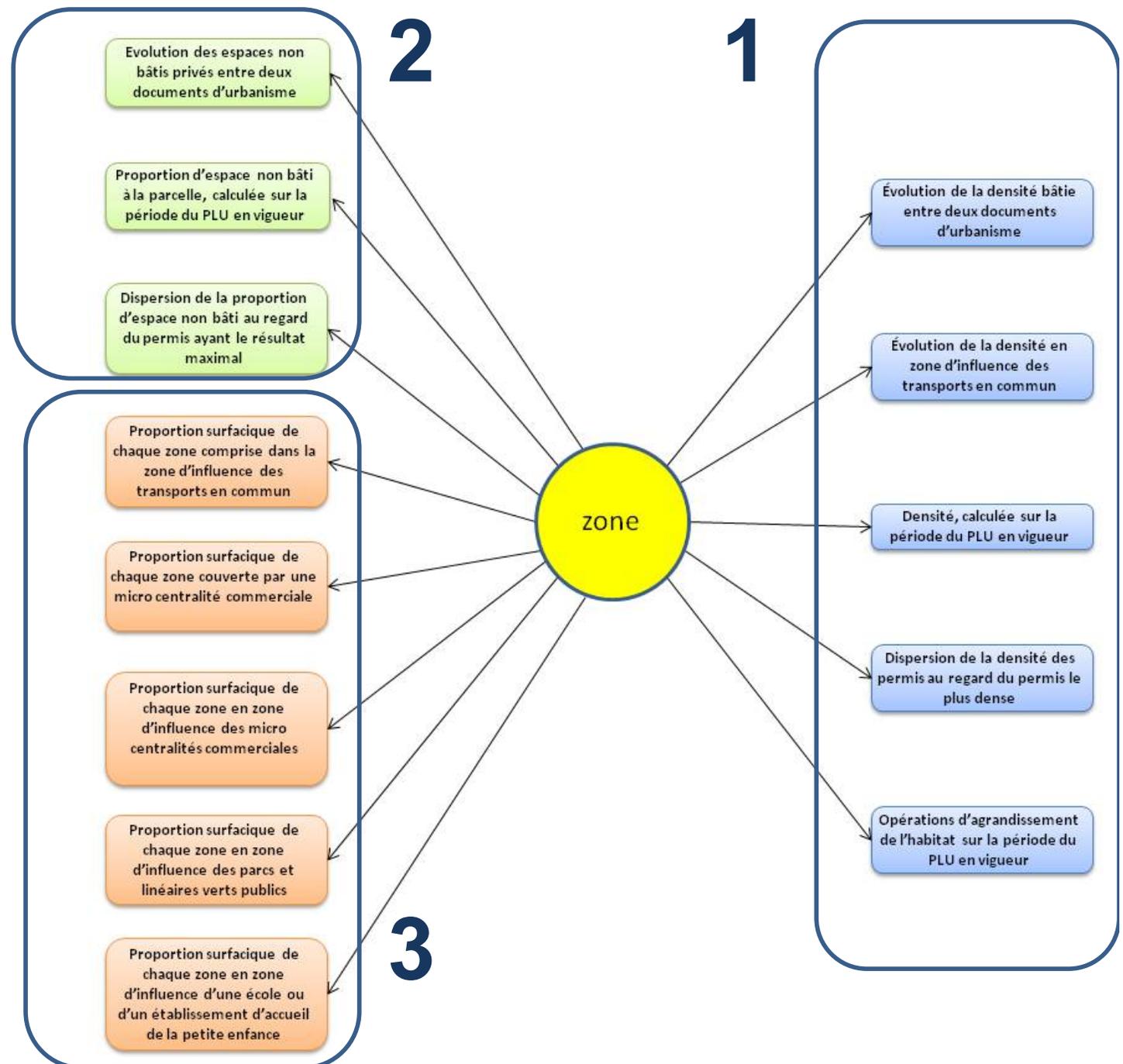
- 1** Comment aider les rédacteurs des PLU à comprendre les effets des règles complexes sur le territoire de l'urbanisme diffus ?
- 2** Comment les aider à apprécier si le dispositif réglementaire répond à certains objectifs d'urbanisme durable au sens du Code de l'urbanisme?
- 3** Quel corpus d'indicateur en complément des indicateurs courants des évaluations environnementales des PLU ?

III

Cas d'étude toulousain : proposition d'une méthode d'évaluation



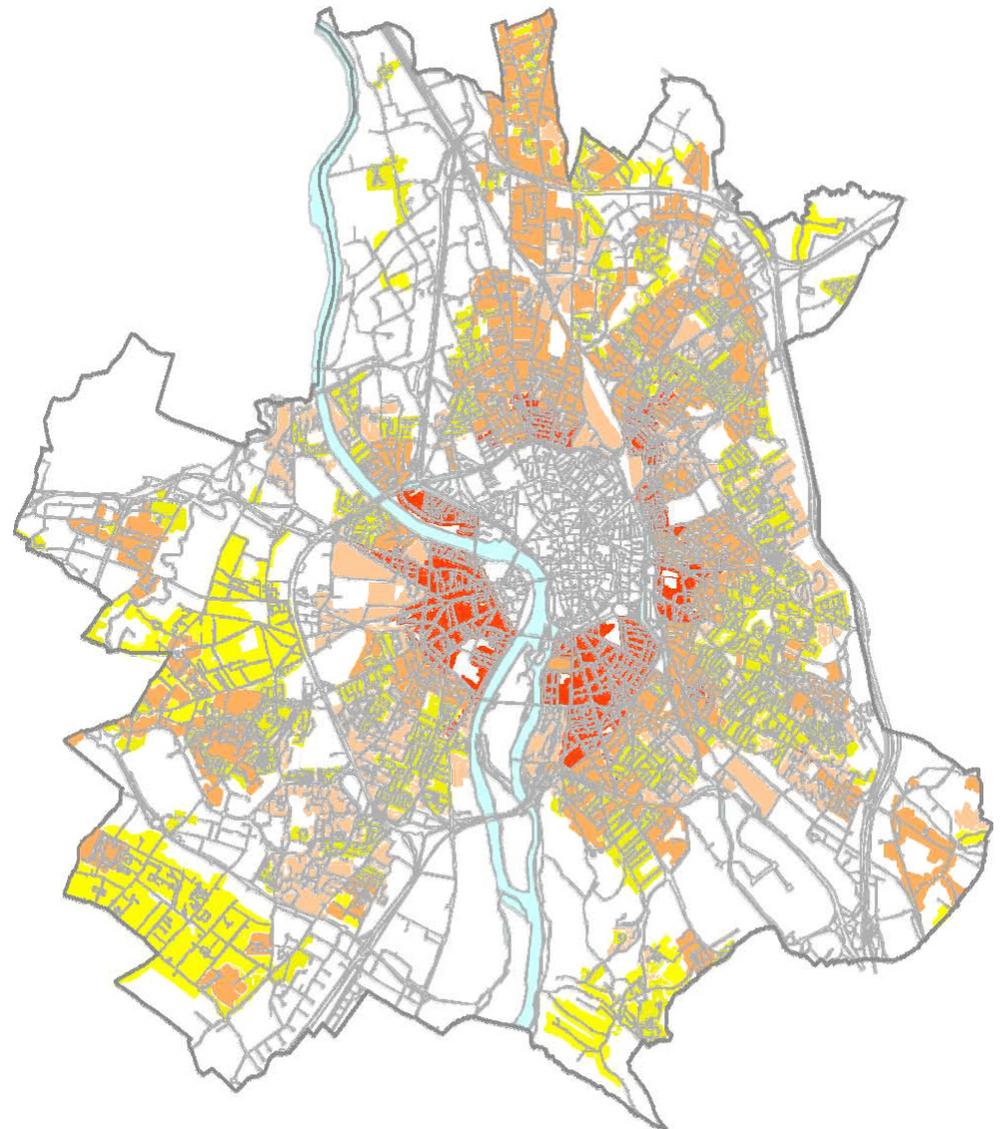
ETAPE 1 : créer un corpus d'indicateurs qui reflète les évolutions, la forme actuelle des constructions, et le degré d'équipement de chaque zone du plan



TERRITOIRE ANALYSE

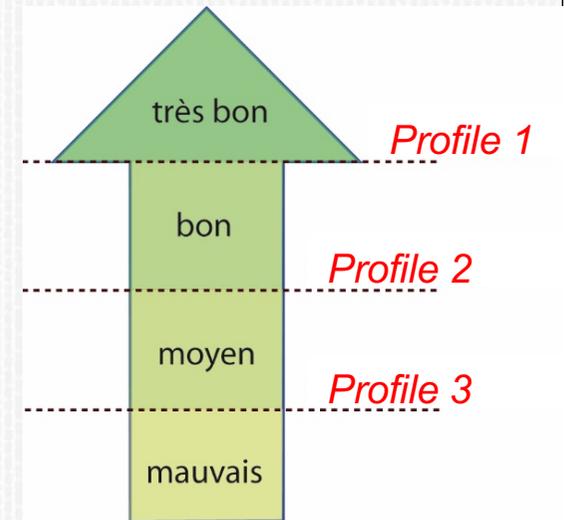
- Cadre de l'urbanisme diffus
- Portions de territoires exclues car non concernées par le règlement « courant » du PLU

UA3	Faubourgs
UB1	Zone au-delà des faubourgs, habitat diversifié
UB2	Habitat collectif
UC1	Habitat pavillonnaire ou individuel en bande
UC2	Habitat pavillonnaire discontinu



CHOIX DE LA MÉTHODE ELECTRE TRI (BERNARD ROY, 1985)

- Méthode multicritère de tri qui assigne les éléments évalués dans des catégories prédéfinies
 - Les catégories sont séparées grâce à des « actions de référence », définies pour chaque indicateur par le décideur ou l'utilisateur.
 - Paramètres « flous » introduits, poids, veto...
- Création puis exploitation d'une relation de surclassement S pour assigner chaque alternative dans une catégorie spécifique





Exemple sur les aménités urbaines

RAPPEL : 5 INDICATEURS

- transports en commun
- école, petite enfance
- Micro-centralité commerciale
- Accès aux micro-centralités commerciales
- Parcs et linéaires verts

PARAMÈTRES

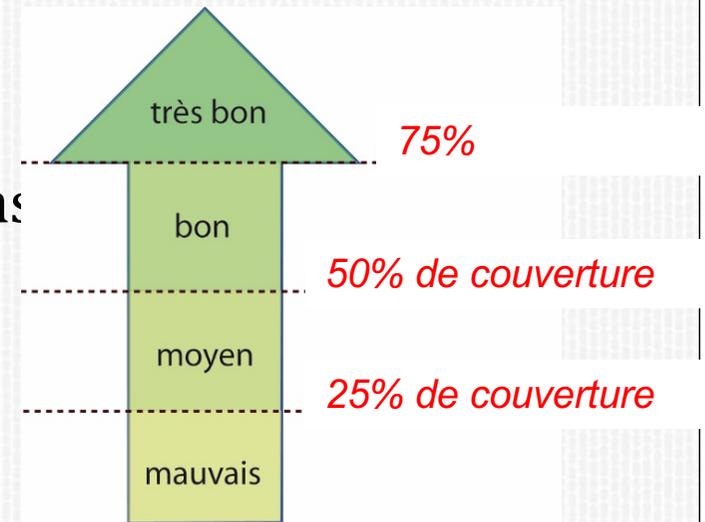
-Les actions de référence sont définies de deux façons : 25-50-75% de couverture de l'unité de zonage, et discrétisation par les K-moyennes (basé sur la distribution des données)

-Les seuils d'indifférence et de préférence sont définis comme 5 et 10%

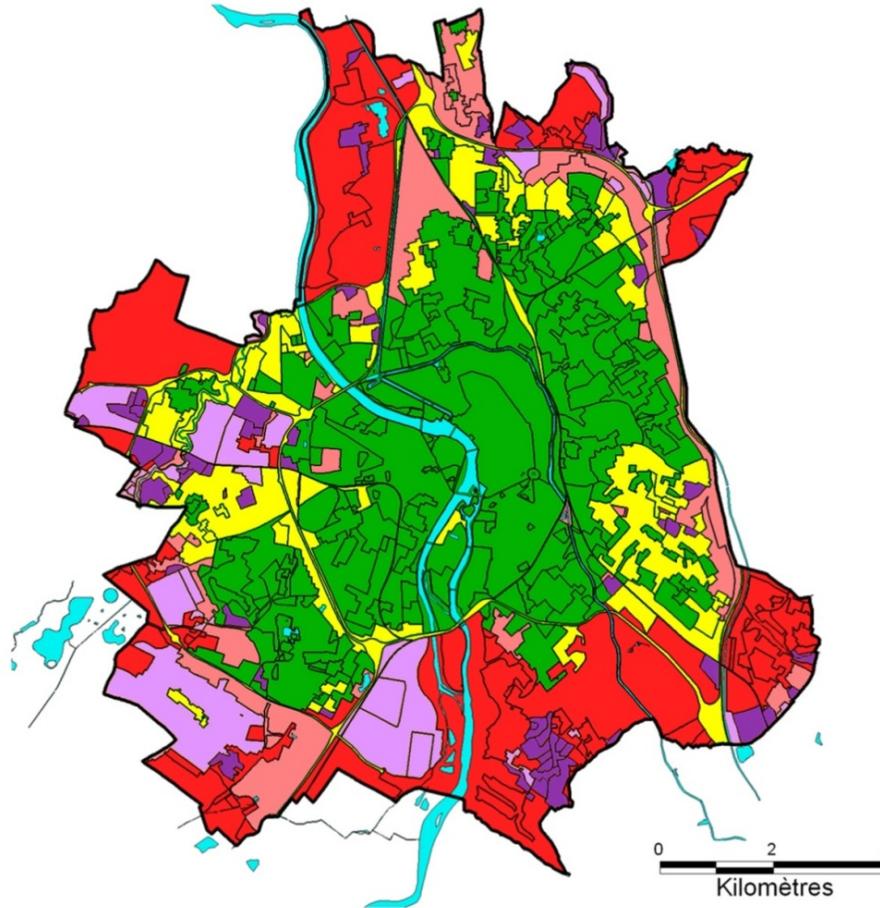
- Pas de veto

- Les poids attribués aux indicateurs sont équivalents

→ Tous les paramètres et profils font l'objet d'une analyse de robustesse



Attribution pessimiste sur les 5 critères reflétant le degré d'aménités des unités de zonage. Pondération équivalente des critères, $q=5$; $p=10$; seuil de coupe stable sur $[0,7 ; 0,8]$

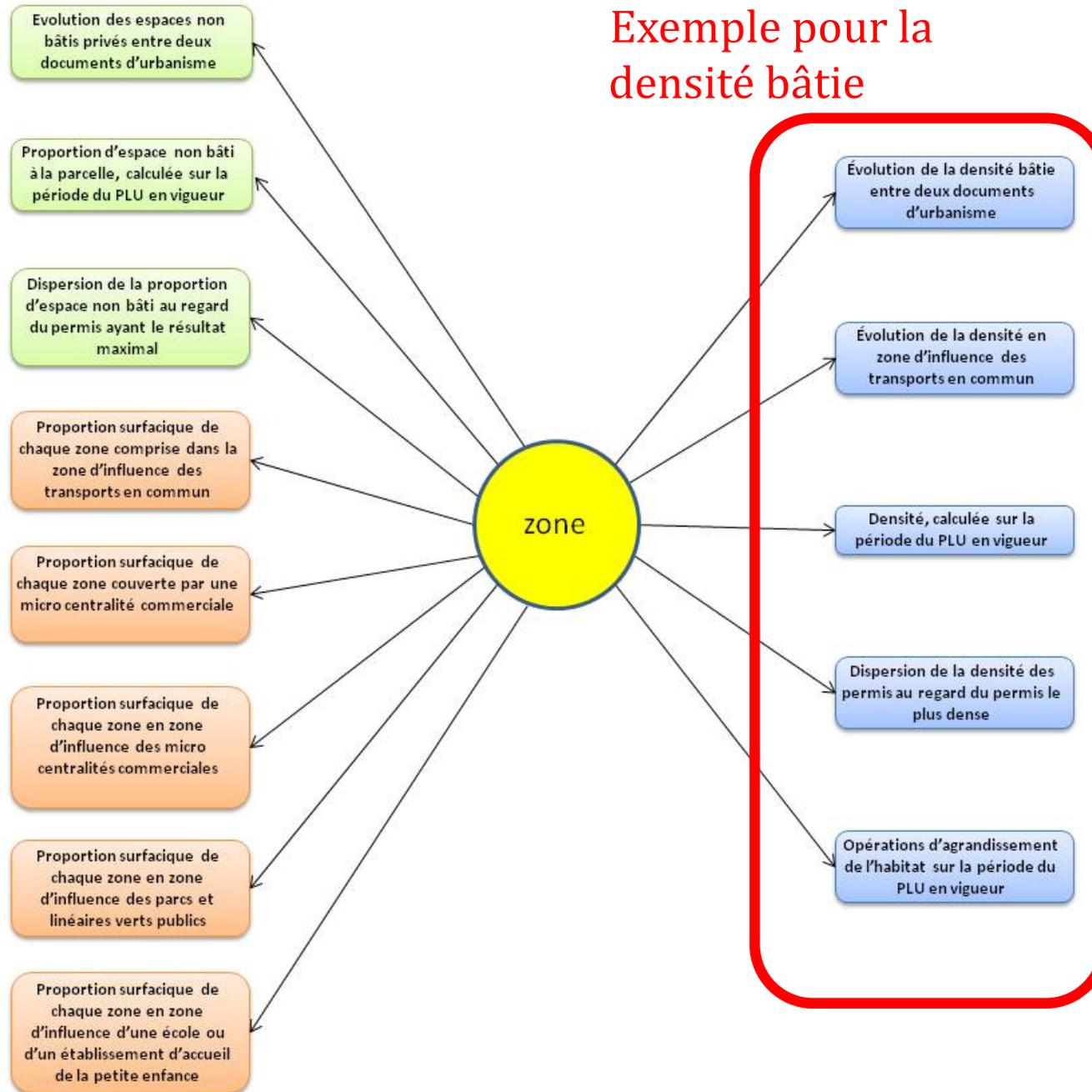


Classe 4 (meilleure)	zones assignées en classe 1 en attribution pessimiste et en classe 3 en optimiste
Classe 3 (bon)	différences d'attribution dues à des incomparabilités sur plusieurs actions de référence
Classe 2 (moyen)	
Classe 1 (mauvais)	zones assignées en classe 1 en attribution pessimiste et en classe 4 en optimiste
	différences d'attribution dues à des incomparabilités sur plusieurs actions de référence

A. Prévost (réalisé en mai 2012)
 Source : zonage du PLU (3ème modification, approuvé en décembre 2007)
 données SIG : CUGT
 méthode multicritère ELECTRE TRI version 2.0a Copyright (c) 1995-98 Lamsade

Zone	Caractère de la zone	classe 4	classe 3	classe 2	classe 1
UA1	Hypercentre – secteur sauvegardé	100%			
UA2	Centre ville, périphérie d’UA1	100%	Centre ville		
UA3	Faubourgs	100%			
UA4	Les 8 noyaux villageois, en périphérie	73%	18%		9%
UB1	Habitat diversifié et mixité sociale et fonctionnelle	47%	16%	8%	30%
UB2	Habitat collectif	70%	11%	3%	15%
UC1	Habitat pavillonnaire ou en bande	52%	16%	4%	29%
UC2	Habitat pavillonnaire discontinu	14%	5%	5%	77%
UE1	Activités économiques	18%	8%	8%	65%
UE2	Activités économiques essentiellement tertiaire	10%	15%	15%	60%
UE3	Activités aéronautiques et aéroportuaires				100%
UP	Grands équipements: hopitaux, universités ...	67%	2%	6%	26%

Exemple pour la densité bâtie



ÉVALUATION ELECTRE TRI POUR LA DENSITÉ

Synthèse des résultats, pour l'enjeu de "densité"

	UA3		UB1		UB2		UC1		UC2	
	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans
COS au PLU	meilleure	meilleure	meilleure	moyen	meilleure	résultat médiocre et incertain	moyen	moyen	moyen	faible
Evolution du COS entre les deux périodes	faible		meilleure		meilleure		résultat médiocre et incertain		faible	
Dispersion du COS calculé pour la période du PLU au regard du COS maximal (avec les permis à destination de collectifs pour les zones UC)	meilleure	meilleure	meilleure	meilleure	meilleure	meilleure	meilleure	moyen	meilleure	moyen
Dispersion du COS calculé pour la période du PLU au regard du COS maximal (sans les permis à destination de collectifs pour les zones UC)	résultat médiocre et incertain						résultat médiocre et incertain	moyen	meilleure	meilleure
AMC globale pour l'enjeu	résultat médiocre et incertain	résultat médiocre et incertain	meilleure	moyen	meilleure	résultat médiocre et incertain	moyen	moyen	faible	faible

- meilleure : Classe 4
- bon résultat : Classe 3
- moyen : Classe 2
- faible : Classe 1
- Résultat médiocre et incertain : beaucoup d'incomparabilités

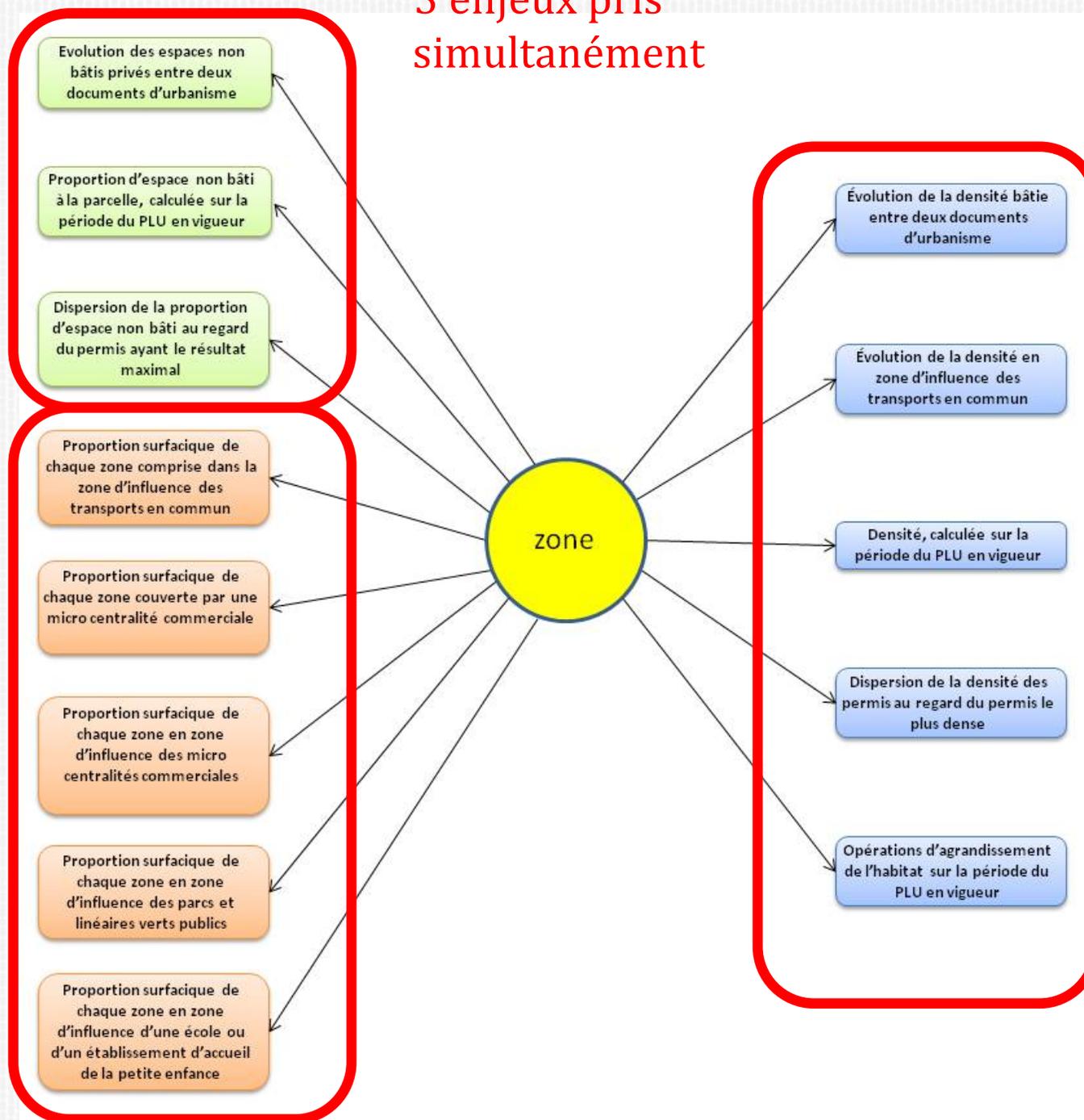
La zone de **faubourgs UA3** : meilleurs résultats dans l'ensemble

Les zones **UB1 (mixte)** et **UB2 (collectif)** obtiennent de bons résultats

La **zone UC1** obtient des résultats moyens

La **zone pavillonnaire UC2** obtient les résultats les plus mauvais, sauf pour la dispersion

3 enjeux pris simultanément



EVALUATION ELECTRE TRI POUR LES 3 ENJEUX

Objectifs de cette évaluation « globale »

→ Obtenir une évaluation des zones globale pour les 3 enjeux réglementaires traités

Résultats :

→ Résultats : médiocre pour toutes les zones, un peu meilleur pour la zone d'habitat collectif de type grands ensembles

→ **Conclusion 1 : aucune zone n'arrive à avoir des résultats convaincants sur les 3 enjeux réglementaires pris simultanément (perte de sens sur le résultat obtenu)**

→ **conclusion 2 : peut-on tout mettre dans « le même panier ? » Le choix des critères est déterminant**

IV

Regard critique sur la méthode développée
perspectives

LIMITES DE LA MÉTHODE (CAS D'ETUDE)

- Prise en compte du développement durable **partielle**
- Attention au choix des critères, perte de sens possible
- L'application d'une telle méthode nécessite une certaine vigilance : Nécessaire confrontation de différents outils et d'analyse à différentes échelles pour éviter les contre-sens
- Ce type de méthode doit être complété avec une discussion avec les experts : analyses qualitatives au regard des décisions politiques de la subjectivité + du terrain pour les enjeux « sensibles »
- L'analyse multicritère comme outil pour engager la discussion entre urbanistes, experts et décideurs

PERSPECTIVES POUR L'ÉVALUATION DES PLU

- Les PLU(i) d'aujourd'hui : augmentation des règles permissives ou alternatives : « Si la hauteur est $< 10\text{m}$ et si le bâtiment à l'angle de deux voies, alors la distance peut être de ... »
- Possibles bonus de constructibilité si logements sociaux, ou efficacité énergétique
- Développement de “ l'urbanisme négocié ” : la meilleure option pour le projet est élaborée conjointement par les instructeurs, le porteur de projet, les riverains
- **Complexité plus grande à modéliser, de par l'augmentation des règles qualitatives, la négociation, etc.**

PERSPECTIVES AU REGARD DU PROJET MANIPUR

Pistes pour l'analyse des outils de gestion des eaux pluviales des PLUi :

Plusieurs règles dans les PLU(i) pour la quantité et la qualité des espaces libres privés :

- 1. règles d'implantation du bâti au regard des limites parcellaires,
- 2. bandes de constructibilité principale, secondaire
- 3. Coefficient de biotope pour définir à la fois la surface et le type de surfaces libres sur la parcelle (Loi ALUR)

Le coefficient Intègre une pondération selon qualité des espaces dans le PLUm : pleine terre, profondeur de terre végétale, surfaces perméables, selon coefficient de ruissellement = 10 types

PERSPECTIVES AU REGARD DU PROJET MANIPUR

S'ajoutent au PLUm Nantais :

- OAP Trame Verte et Bleue et paysage (type cahier des charges générale), pour tout projet

- Règlement cycle de l'eau et plans = risque inondation par ruissellement : Pour chaque type d'aléa, règles spécifiques (ex : garantie de non aggravation du risque et garantie de la préservation des conditions d'écoulement)

- zonage pluvial (dans les annexes réglementaires du PLUm) : défini selon la capacité à générer des ruissellements + zone de desserte par le réseau unitaire :
 - Règlement du zonage pluvial : normes de rétention définies (vol/m²)
 - Dispositions techniques selon le type de projet, validé lors de l'instruction : part de surfaces perméables, exutoires, liaison au réseau unitaire ou séparatif souhaité, ...

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

RÉFÉRENCES CITÉES

Brasebin, M., J. Perret et C. Haëck (2011). "Un système d'information géographique 3D pour l'exploration des règles d'urbanisme. Application à la constructibilité des bâtiments." *Revue Internationale de Géomatique. Analyse spatiale 2D et 3D. De l'écologie des paysages à la modélisation de processus urbains 21-N°4/2011 21(4)*. pp.533-556.

Da Cunha, A. et C. Kaiser (2009b). Densité, centralité, et qualité urbaine : la notion d'intensité, outil pour une gestion adaptative des formes urbaines ? Dans *Urbia. Les cahiers du développement urbain durable. Intensités urbaines. Urbia. Lausanne, Institut de Géographie-Université de Lausanne. n° 9 p. 13-55 ; 154 p.*

Helluin, J.-J. (2006). "Les effets de la règle des 15 km sur la maîtrise de l'étalement urbain " *Etudes foncières n°120*. pp. 27-31.

Khainnar, S. et P. Laudati (2006). *Les enjeux des politiques urbaines décentralisées : Comment communication et management de la ville se rejoignent pour construire une démocratie participative Les secondes rencontres internationales sur la gestion démocratique des biens et services collectifs. Douala-Cameroun, 20-22 novembre 2006.*

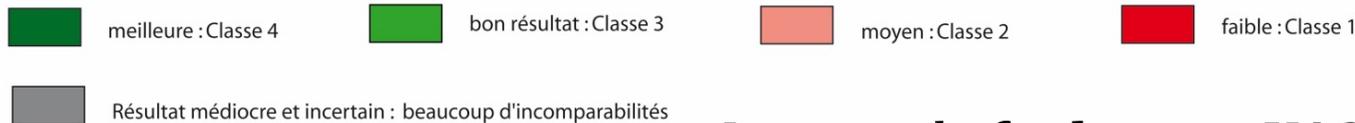
Martouzet, D. (2002). *Normes et valeurs en aménagement-urbanisme- Limites de la rationalité et nécessité de prise en compte du multi-niveaux, Université Michel de Montaigne Bordeaux 3. rapport de synthèse en vue d'habilitation à diriger les recherches. 515 p.*

Tranda-Pittion, M. (2011). *Complexité et urbanisme. Pratiques urbanistiques et régulations de la production de la ville ordinaire Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme, Université catholique de Louvain. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en art de bâtir et urbanisme 404 p.*

ÉVALUATION ELECTRE TRI POUR LES ESPACES LIBRES

Synthèse des résultats, pour l'enjeu "espaces libres"

	UA3		UB1		UB2		UC1		UC2	
	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans	effectifs égaux	kmeans
CESL au PLU	faible	faible	moyen	moyen	meilleure	moyen	moyen	résultat médiocre	bon résultat	bon résultat
Dispersion du CESL calculé pour la période du PLU au regard du CESL maximal	faible	moyen	moyen	moyen	moyen	meilleure	moyen	bon résultat	bon résultat	bon résultat
AMC globale pour le thème	résultat médiocre	moyen	moyen	moyen	moyen	meilleure	moyen	moyen	bon résultat	bon résultat



La zone de **faubourgs UA3** : peu d'espaces libres privés

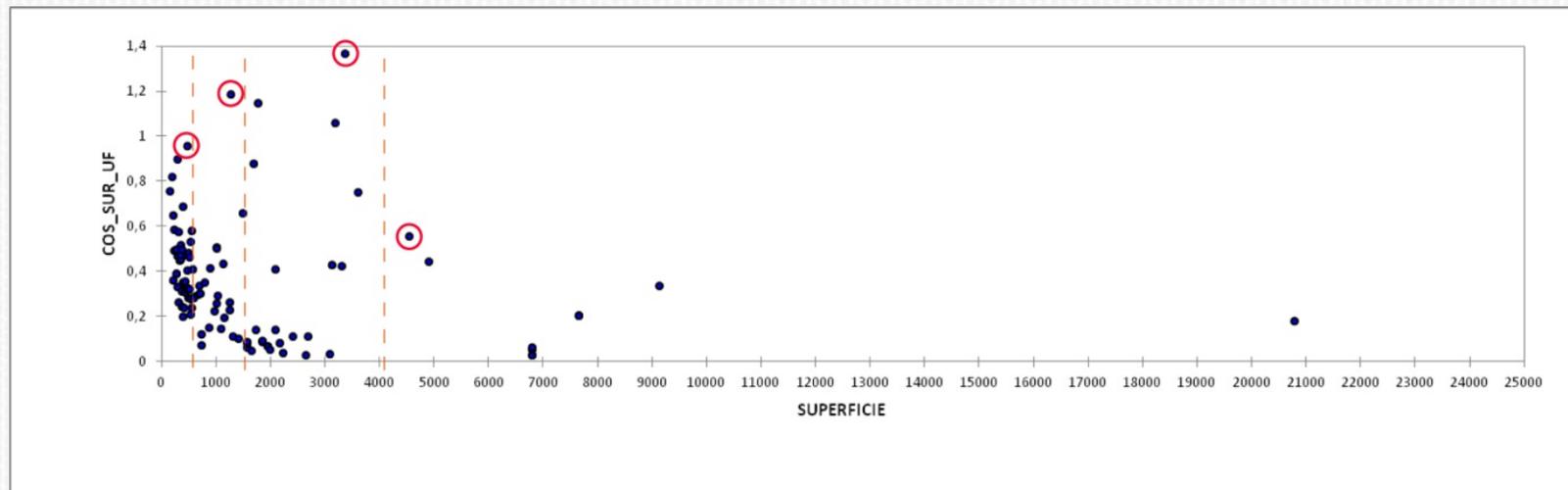
Les zones **UB1 (mixte)** et **UC1 (individuel)** obtiennent des résultats moyens

La **zone UB2 (collectif)** obtient des résultats meilleurs

La **zone pavillonnaire UC2** obtient les meilleurs résultats

$$\frac{\sqrt{\frac{1}{N} * \sum (COS i - COS \text{moyen})^2}}{COS \text{moyen}}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{1}{N-1} * \sum (COS i - COS \text{max})^2}}{COS \text{max}}$$



La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis – **à voir également** :

- Session 1 : Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres
- Session 2a : Les enjeux de l'artificialisation - retour sur l'expertise ESCo INRA-IFSTTAR
- Session 2b : L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique
- Session 3 : Les nouvelles technologies au service des mobilités. Une approche prospective pour un développement éthique et socialement responsable