

# Les données géographiques 3D pour simuler l'impact de la réglementation urbaine sur la morphologie du bâti



Mickaël Brasebin  
ED MSTIC – Option STIG

Direction :

Sébastien Mustière (COGIT) et Christiane Weber (LIVE)

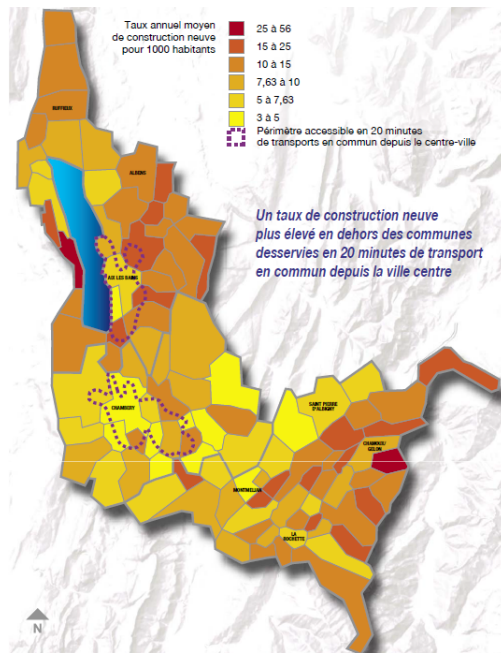
Encadrement :

Julien Perret (COGIT)

# Contexte

- La ville au centre de nombreux enjeux
- Documents d'aménagement du territoire

## Schéma COhérence Territorial



Suivi du SCOT [Savoie Métropole]

## Plan Déplacement Urbain



Projet Eval-PDU

- **Enjeu** : Évaluer l'influence d'un document sur le territoire.

# Contexte

- Règlements locaux d'urbanisme
- Document d'urbanisme opérationnel
- Régulation de la constructibilité
  - Contraintes **morphologiques 3D**, fonctionnelles et d'aspect.
- Type de document international
  - France : Plans Locaux d'Urbanisme (PLU)
- Enjeu : 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 Ternes) :*

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'îlot 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'îlots 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 orthonométrique indiquée sur les planches d'îlot ;
- 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'îlot (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 :

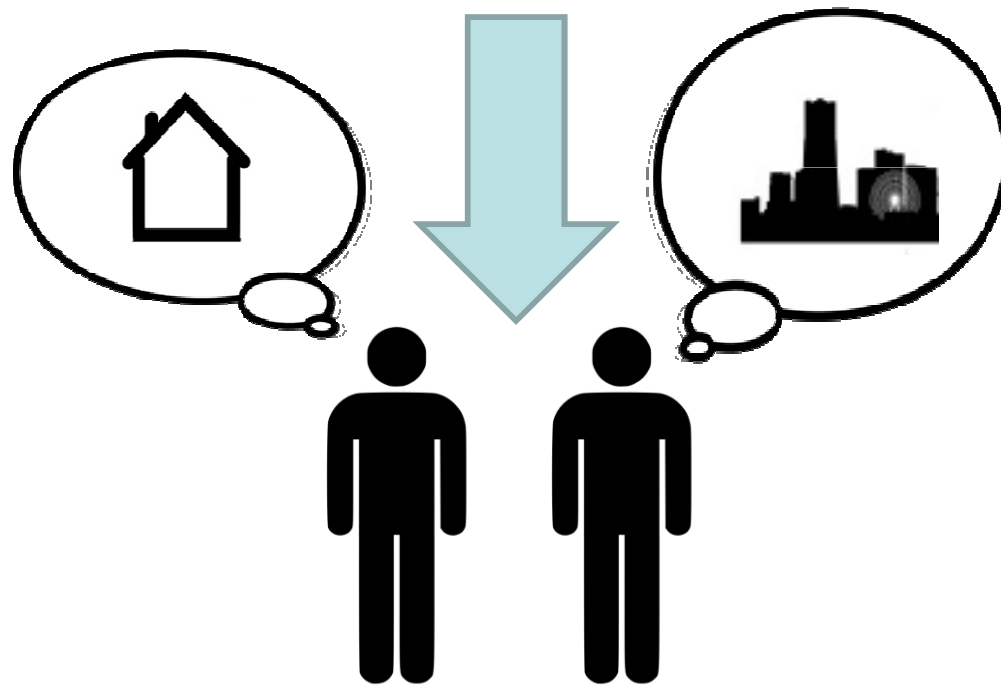
- Sur l'avenue de la Porte de Clichy, hors du sous-secteur Berthier Nord et sur les tronçons de voies à créer situées en ZAC qui bordent un espace vert public ou dont la largeur est supérieure ou égale à 20 mètres, le gabarit-enveloppe est constitué d'une verticale limitée par une horizontale située 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

Règlement du PLU – tome 1 – Zone UG  
- page 51 -

- **Problématique**

- Communication du document auprès du public

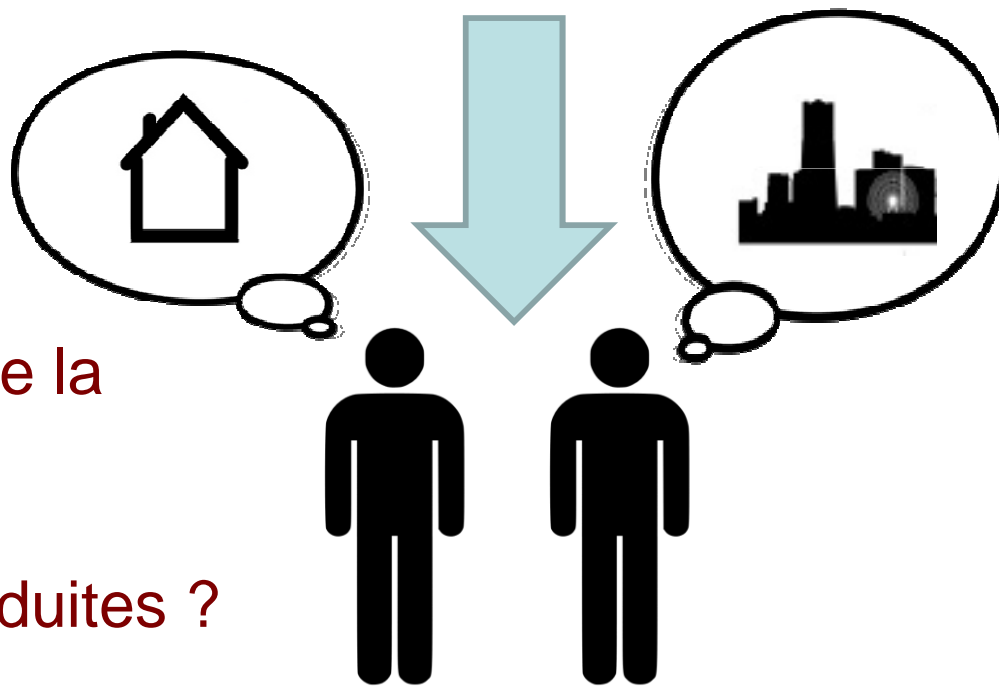
« La distance comptée horizontalement de tout point du bâtiment au point de la limite parcellaire qui en est le plus rapproché doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points. »



- **Problématique**

- Communication du document auprès du public

« 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. »

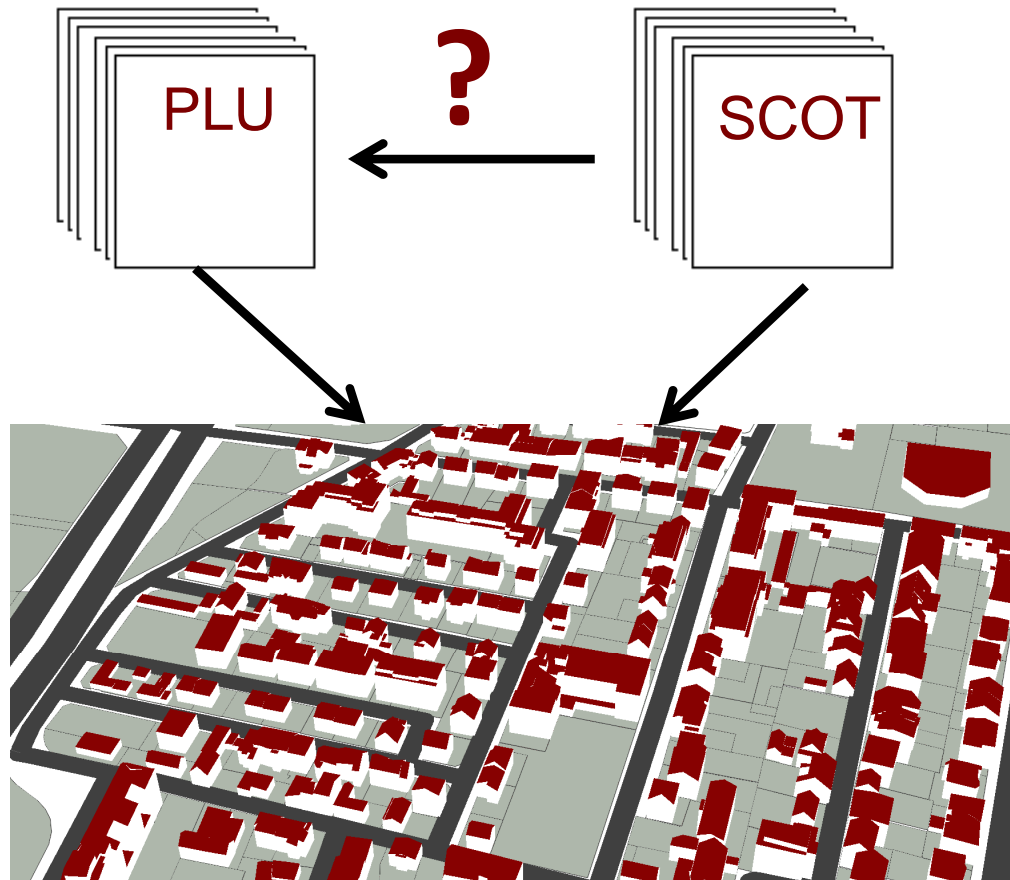


Compréhension de la réglementation ?

Constructions produites ?

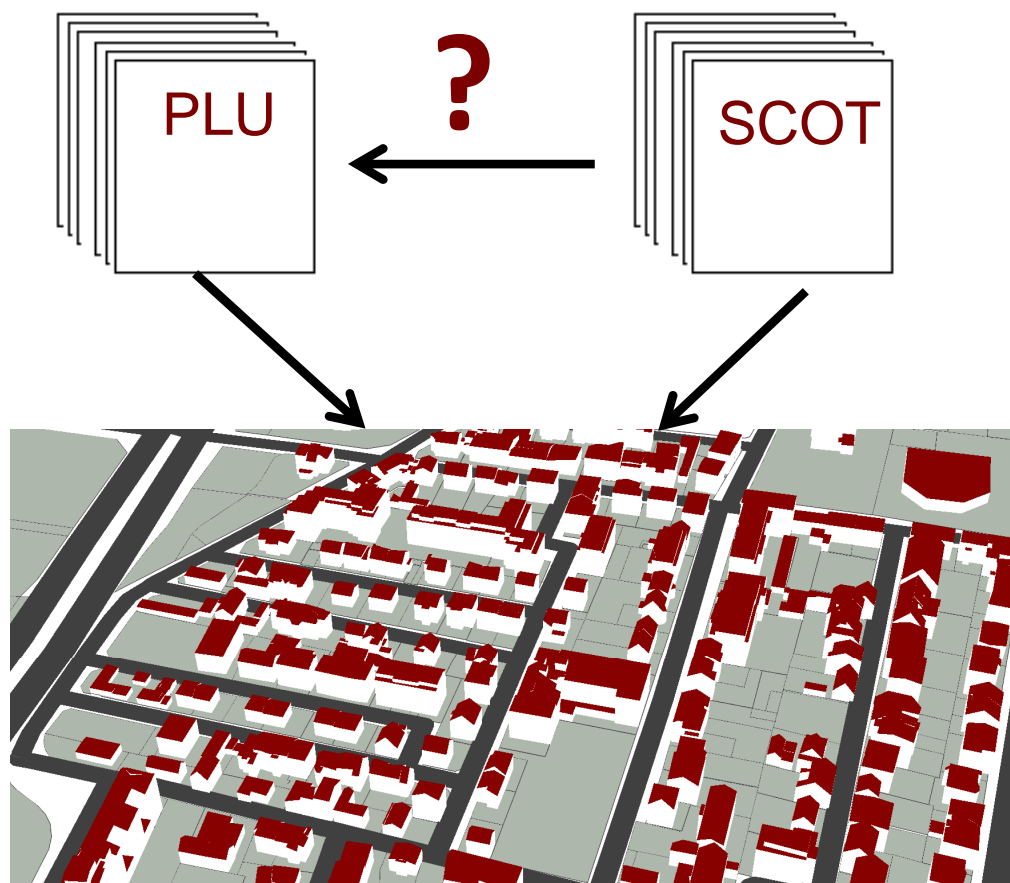
- **Problématique**

- Compatibilité avec les documents d'urbanisme de niveau supérieur



- **Problématique**

- Compatibilité avec les documents d'urbanisme de niveau supérieur



Constructions produites ?

Influence potentielle du règlement sur l'évolution d'un territoire ?

- **Problématiques :**
  - Compréhension de la réglementation ?
  - Constructions produites ?
  - Influence potentielle du règlement sur l'évolution d'un territoire ?
- **Notre proposition pour évaluer l'influence de la réglementation :**
  - Simuler des configurations bâties à partir des règlements locaux d'urbanisme



# Plan de la présentation

## Monde réel



UX, 19.2.4. Dispositions particulières applicables dans certains secteurs :

Secteurs de Maisons et villas<sup>1</sup> S1, 16-21 (Vila de Montemorçay) et S1, 17, 04 (Vila dos Famos)

Le gabarit enveloppe en fonction de voie défini par les dispositions de l'article UO 10.2.2 s'applique dans toute la profondeur du terrain, sans exception aux limites fixes par le gabarit enveloppe défini en limite séparative par l'article UO 10.3.2.

Sur tout d'échappe 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 Montemorçay (V, planches d'état spécifiques dans l'acte des plans de détail)

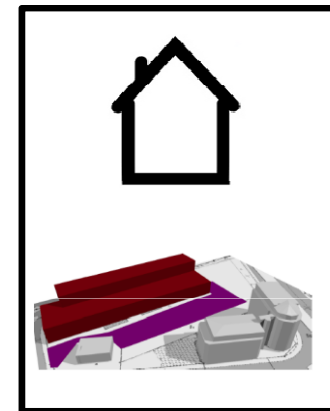
Le gabarit enveloppe en fonction de voie s'applique aux terrains bordant la voie et à l'arrière. C'est-à-dire de 22 mètres maximum à partir du plan de la façade reculée sur les parcelles de lots de moins de quatre lots.

- Il se compose successivement :
- a - d'une verticale comprise entre le sol et la cote attachée au nivellement orthométrique indiquée sur les planches d'état;
  - b - le cas échéant, de 1 ou 2 niveaux en retrait. Aucun des retraits ne peut dépasser 2,00 m. Dans ce dernier cas, la profondeur, respectivement la surface en construction ou permis de construire, doit être respectée, respectivement ne peut pas être;
  - c - d'un couronnement de pente P qui est décliné, de pente P et P1 défini ci-après selon la couleur du symbole inscrit sur les planches d'état (bleu ou orange), limité par une horizontale alignée à une hauteur H de moins de la limite de la verticale.

1- P = 0 h = 0 symboles bleu  
2- 0 < P ≤ 30° h = 2,50 mètres rectangle rose  
3- 30° < P ≤ 45° h = 5 mètres rectangle vert  
4- 45° < P ≤ 90° P prolongée par une pente P telle que 0 < P ≤ 15° h = 4 mètres bleu bleu

Secteur Ciriba/Barrionela (ZAC Ciriba Chabibev ZAC Ciriba Barrionela)

## Bâtiments

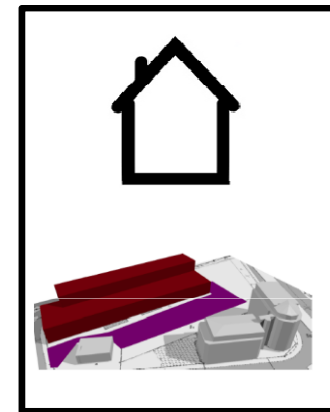
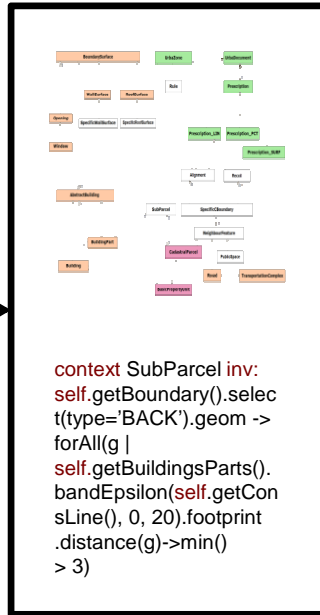
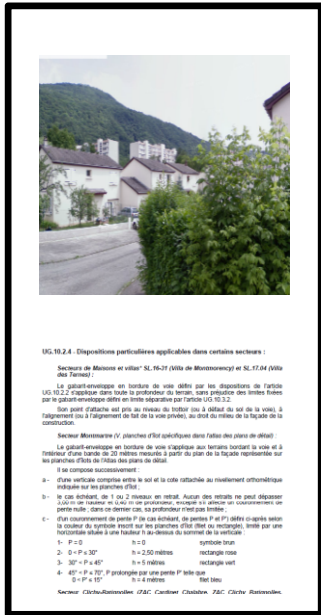


# Plan de la présentation

## Monde réel

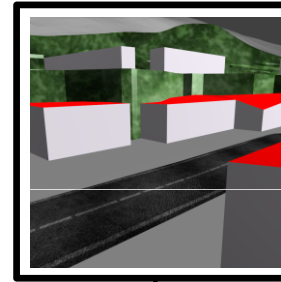
## 1 - Modélisation

## Bâtiments

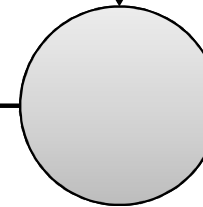


# Plan de la présentation

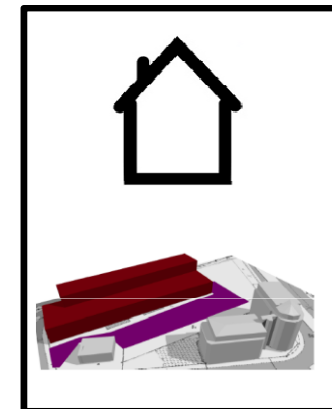
Données géographiques



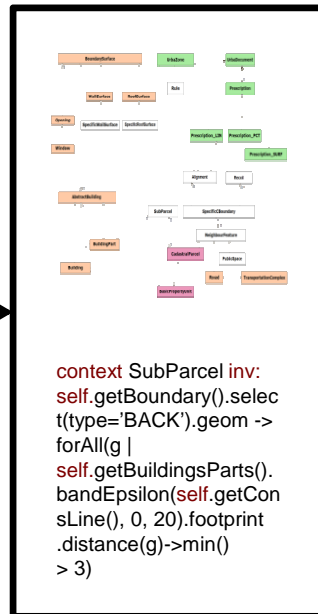
2 - Intégration



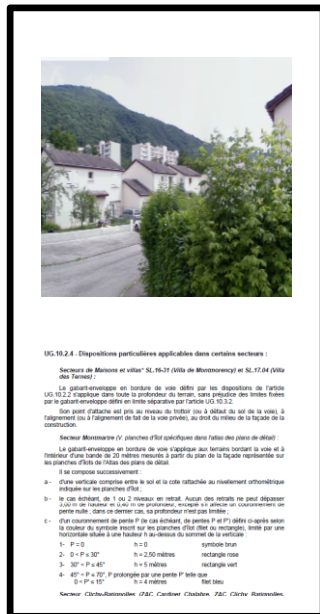
Bâtiments



1 - Modélisation

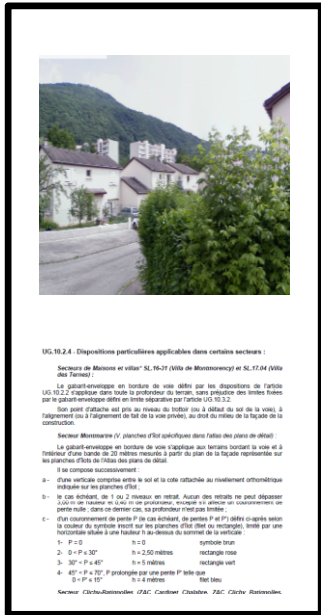


Monde réel

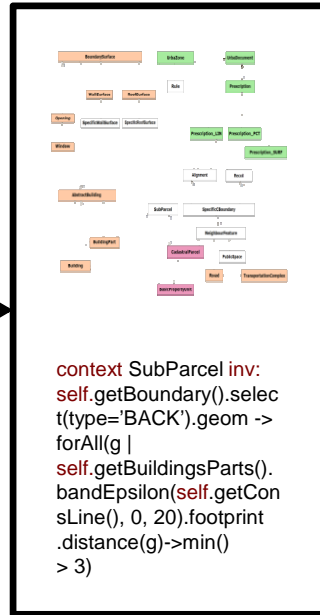


# Plan de la présentation

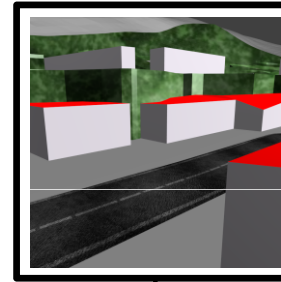
Monde réel



1 - Modélisation

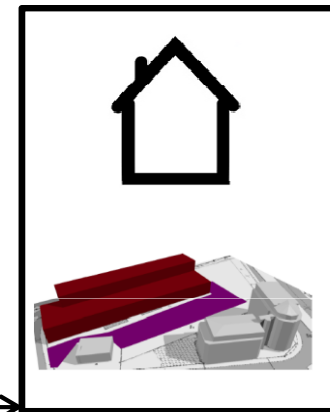


Données géographiques



2 - Intégration

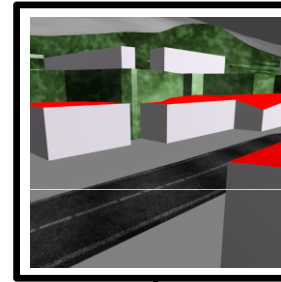
Bâtiments



3 - Génération

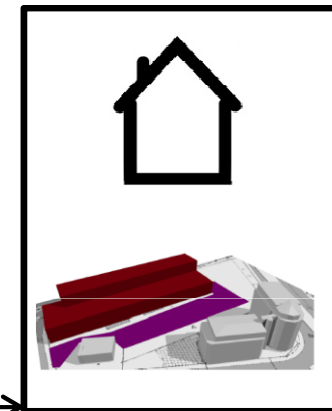
# Plan de la présentation

Données géographiques



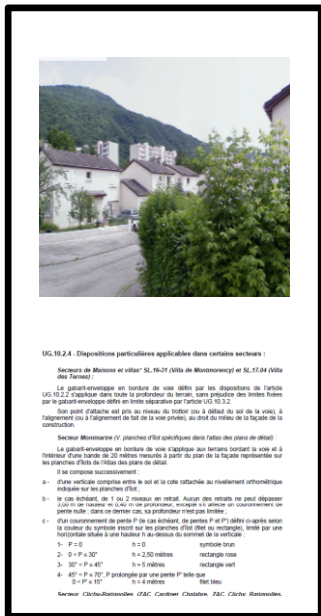
2 - Intégration

Bâtiments

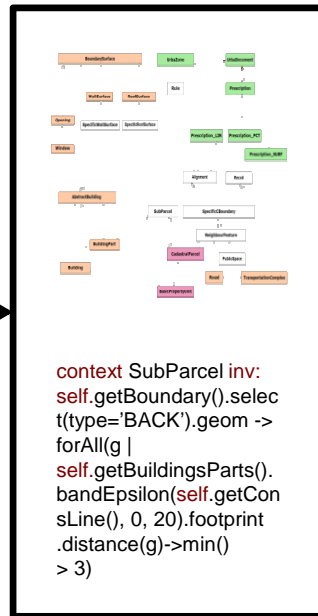


3 - Génération

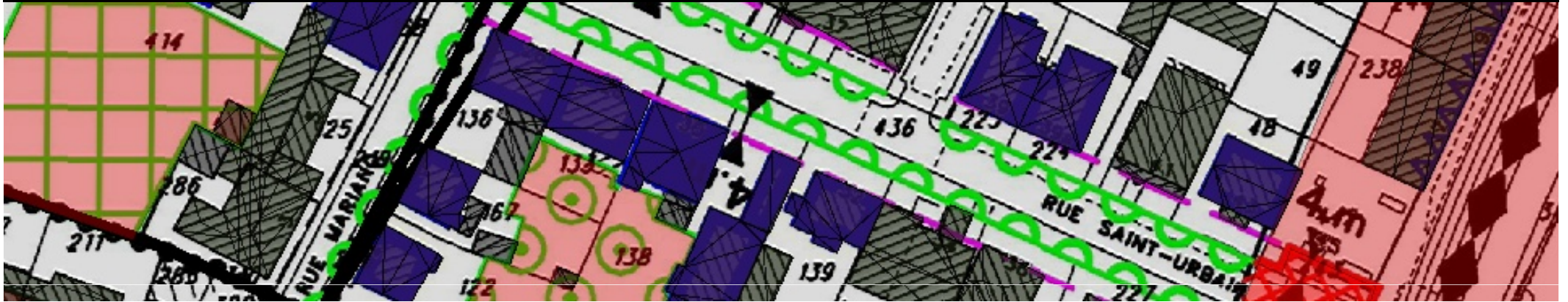
Monde réel



1 - Modélisation



4 - Expérimentations



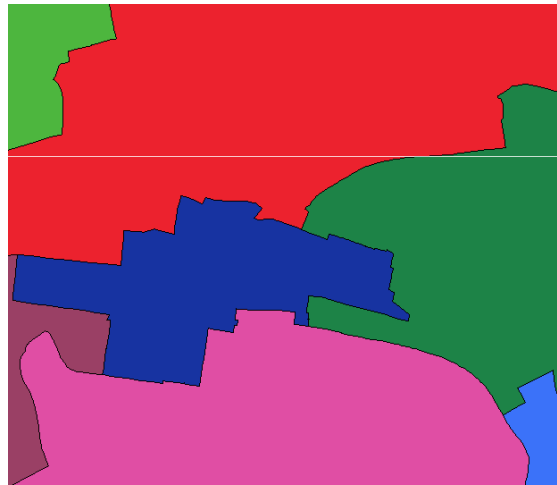
# 1 - MODÉLISATION DU RÈGLEMENT

- 2 - Intégration et enrichissement des données
- 3 - Génération de bâtiments
- 4 - Expérimentations

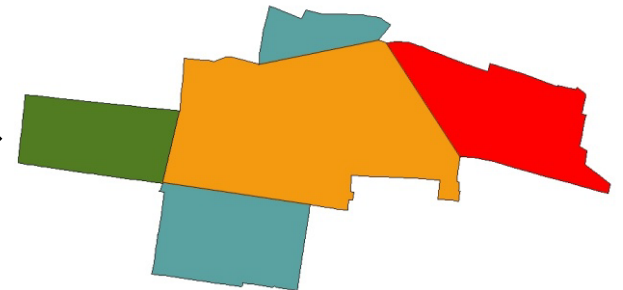
# Modélisation du règlement

- Les Plans Locaux d'Urbanisme
  - Contenu régi par le Code de l'Urbanisme

Commune ou  
Intercommunalité



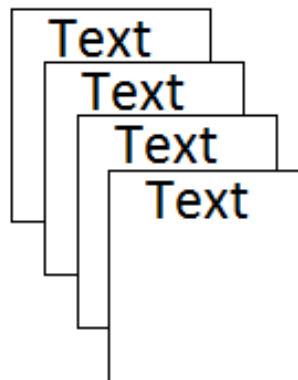
Zones



14 - 16 articles  
d'intitulés standards



Texte réglementaire



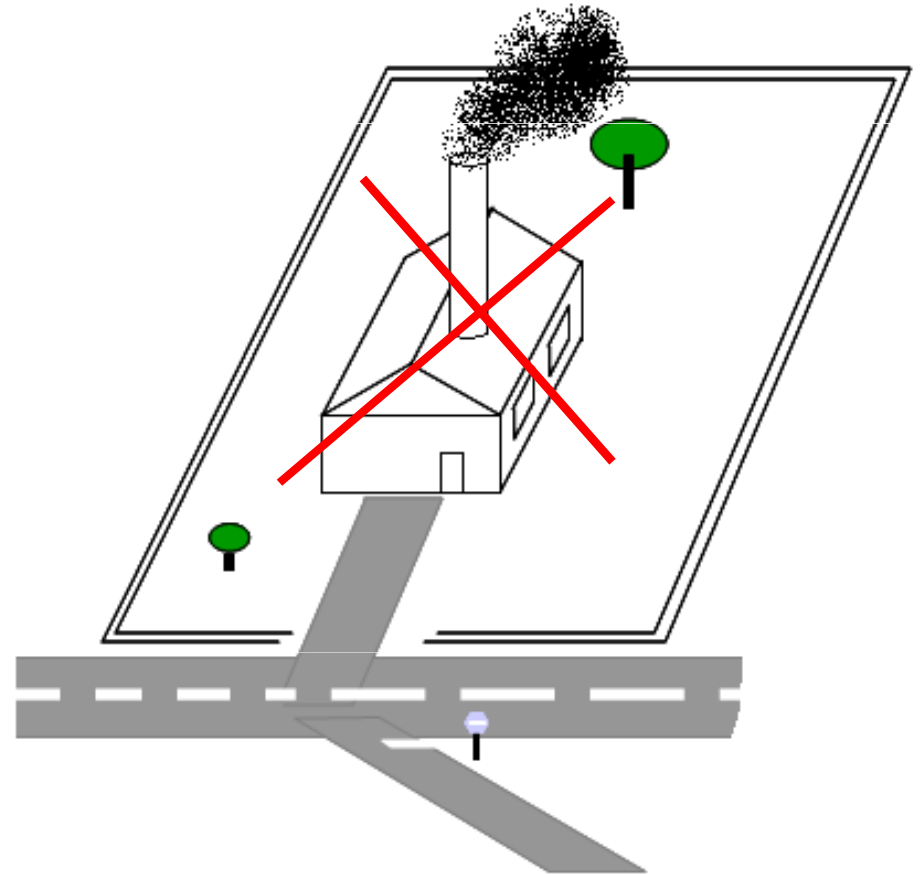
Types

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

# Modélisation du règlement

- **Articles** (Code de l'Urbanisme)

Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol



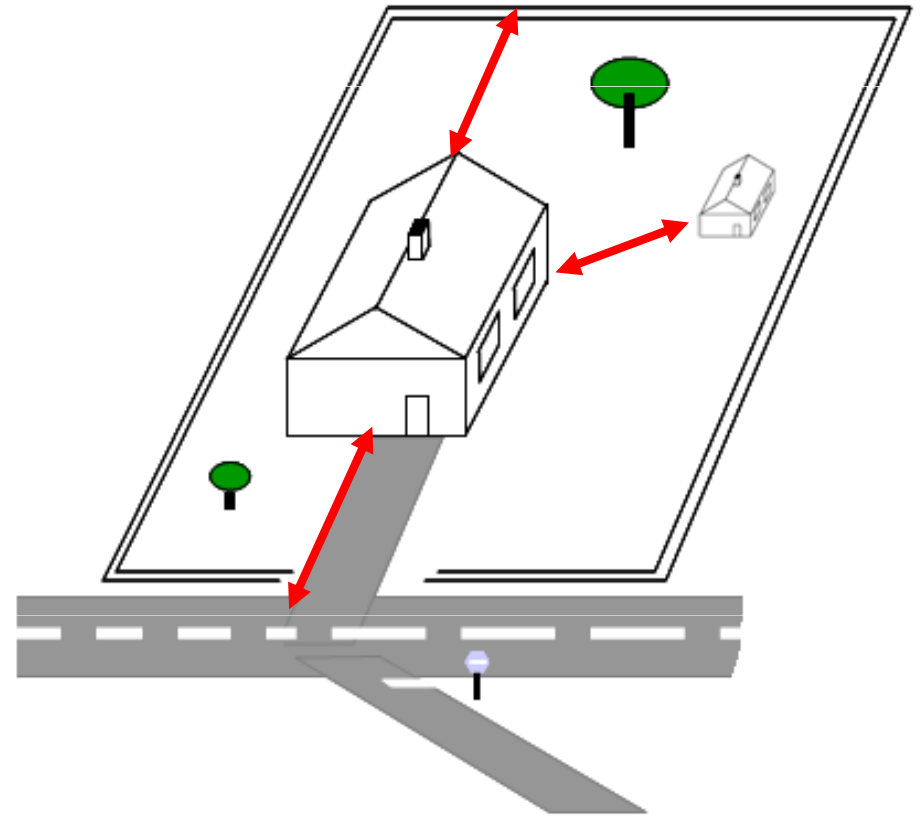


# Modélisation du règlement

- **Articles** (Code de l'Urbanisme)

Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol

Articles 6, 7, 8 : Position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie



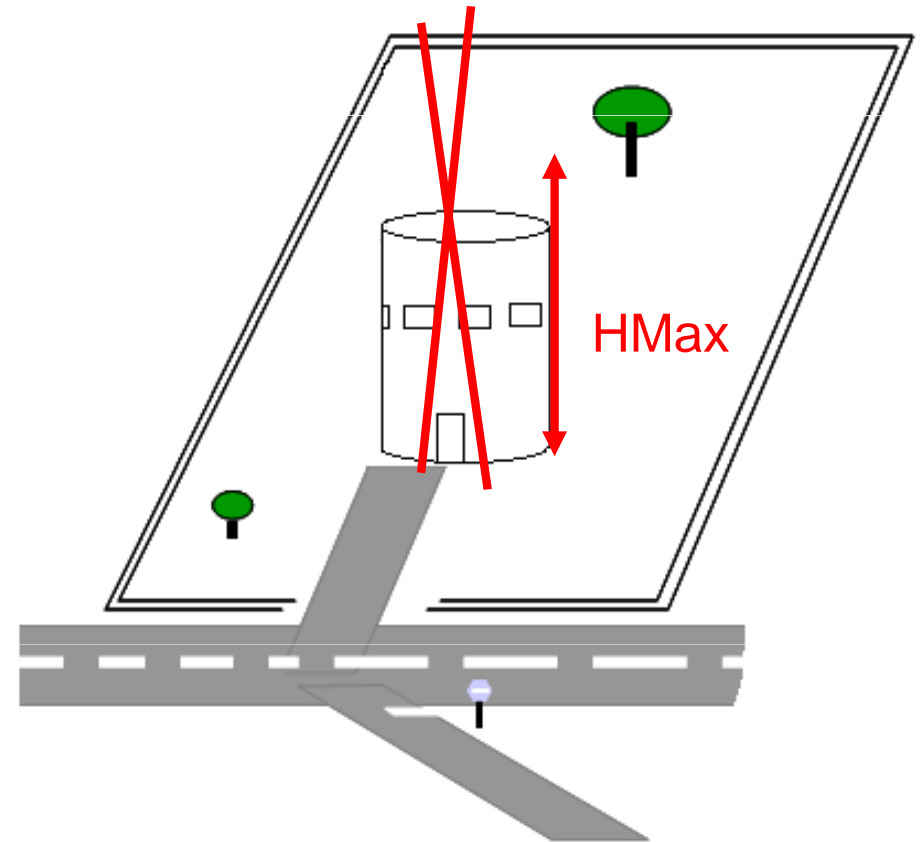
# Modélisation du règlement

- **Articles** (Code de l'Urbanisme)

Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol

Articles 6, 7, 8 : Position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie

Article 10 : Hauteur maximale



# Modélisation du règlement

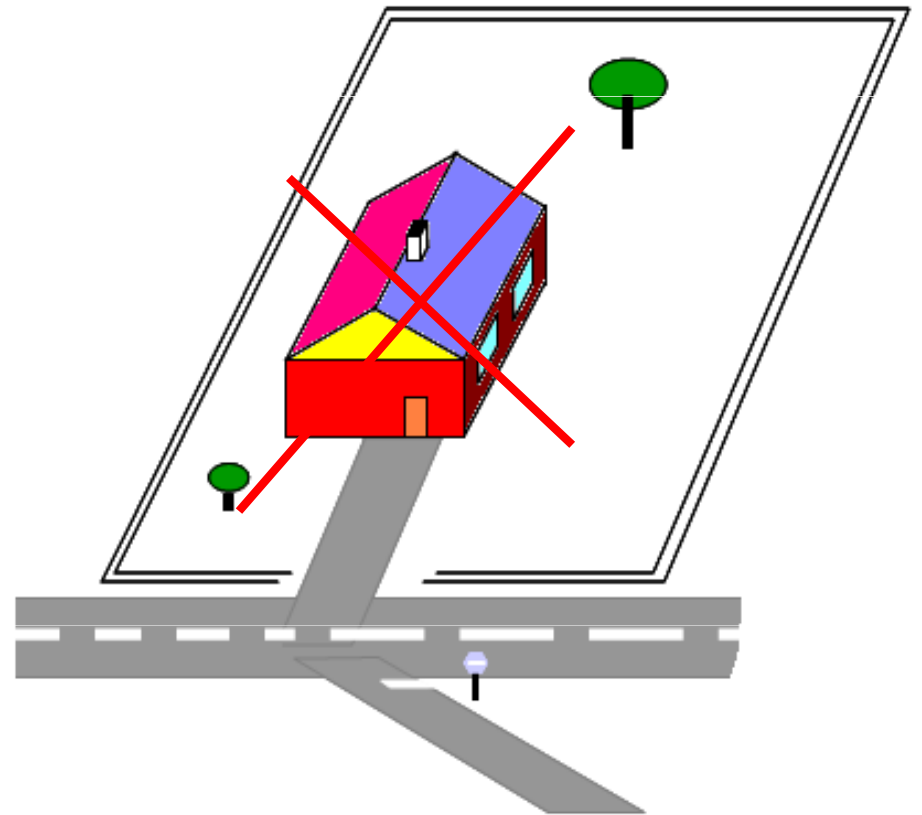
- **Articles** (Code de l'Urbanisme)

Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol

Articles 6, 7, 8 : Position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie

Article 10 : Hauteur maximale

Article 11 : Aspect extérieur



# Modélisation du règlement

- **Articles** (Code de l'Urbanisme)

Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol

Articles 6, 7, 8 : Position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie

Article 10 : Hauteur maximale

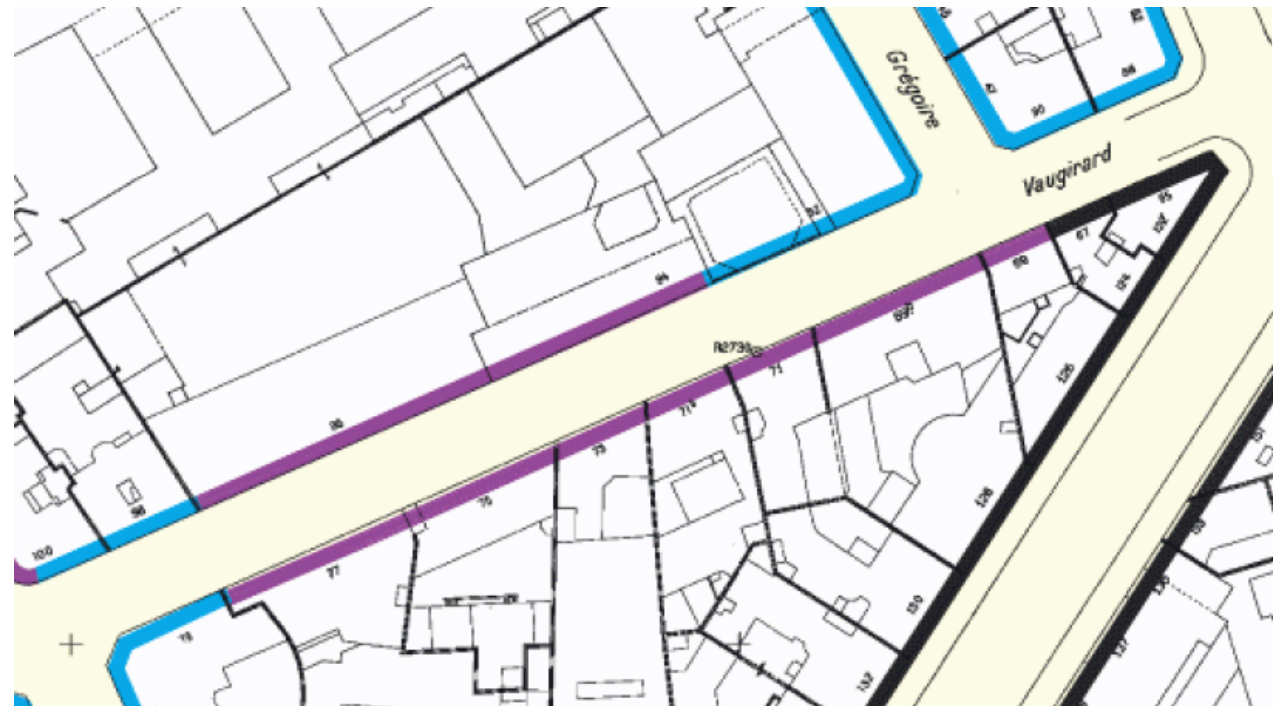
Article 11 : Aspect extérieur

- **Prescriptions graphiques**

## Hauteur de verticale

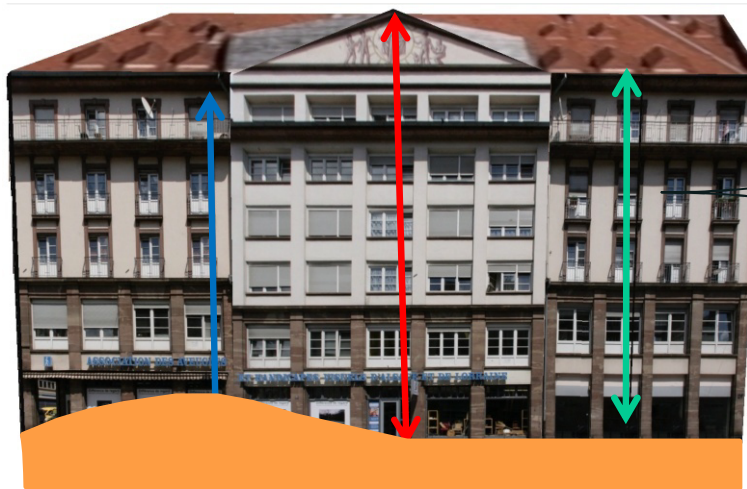
indiquée par la couleur :

- H = 5 m :  Rose
- H = 7 m :  Kaki
- H = 10 m :  Vert
- H = 12 m :  Orange
- H = 15 m :  Violet
- H = 18 m :  Bleu clair
- H = 20 m :  Noir
- H = 23 m :  Gris
- H = 25 m :  Bleu marine
- Verticale de même hauteur que la façade existante :  Marron



# Modélisation du règlement

- Contenu de l'article 10 : Hauteur maximale des bâtiments
  - Défini localement



Terrain

- Nombre d'étages
- Hauteur faitage
- Hauteur maximale par rapport au plus haut point du terrain
- Hauteur par rapport à la gouttière

- Difficulté : prise en compte des spécificités locales

# Modélisation du règlement

- Considérons une règle d'un PLU :  
  
« La hauteur des façades mesurée à l'égout du toit par rapport au terrain doit être inférieure à 12 m. »
- Difficulté : règles au format textuel

# Modélisation du règlement

- Considérons une règle d'un PLU :

« La hauteur des **façades** mesurée à l'**égout du toit** par rapport au **terrain** doit être inférieure à 12 m. »

En rouge, les **objets géographiques**

# Modélisation du règlement

- Considérons une règle d'un PLU :

« La hauteur des façades mesurée à l'égout du toit par rapport au terrain doit être inférieure à 12 m. »

En rouge, les objets géographiques, en bleu, les propriétés



# Modélisation du règlement

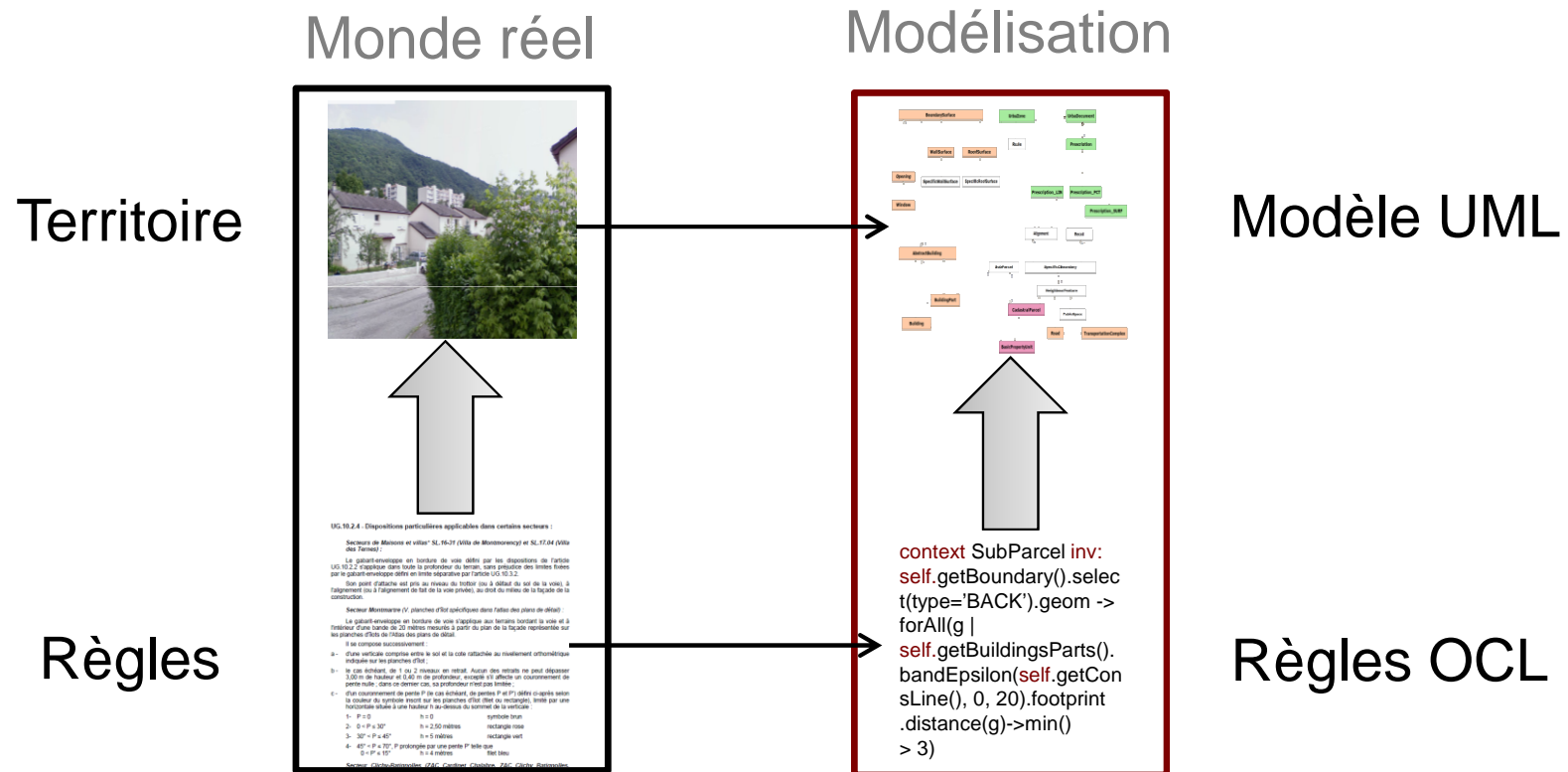
- Considérons une règle d'un PLU :

« La hauteur des façades mesurée à l'égout du toit par rapport au terrain doit être inférieure à 12 m. »

En rouge, les objets géographiques, en bleu, les propriétés et en vert les relations

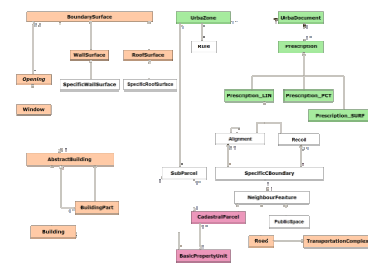
# Modélisation du règlement

- **Double objectif :**
  - Modéliser et organiser les concepts géographiques mentionnés dans les règlements ,
  - Pouvoir formaliser les règles exprimées par le texte.
- **Proposition**



# Modélisation du règlement

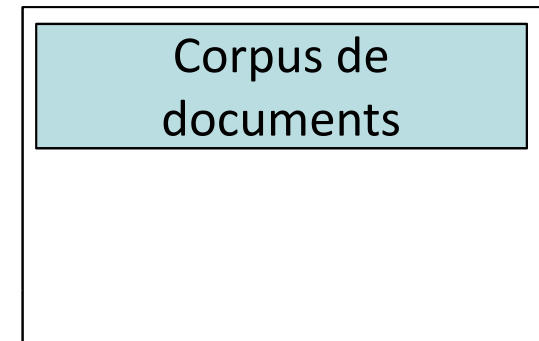
## UML



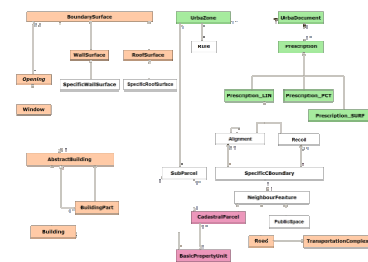
# Modélisation du règlement

- **Corpus de documents**
  - Projet TerraMagna, ePLU
  - « Écriture des PLU »

Base de connaissances



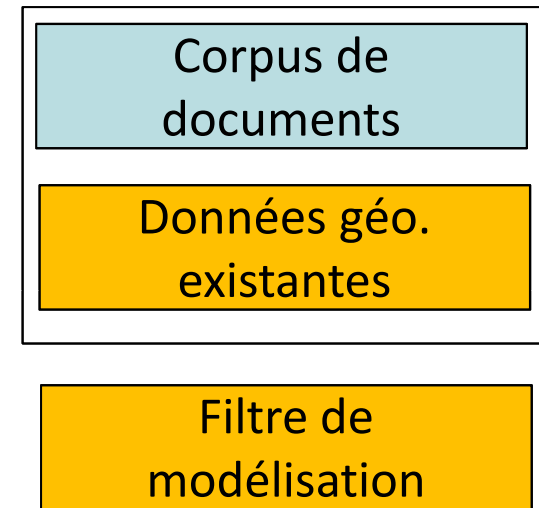
UML



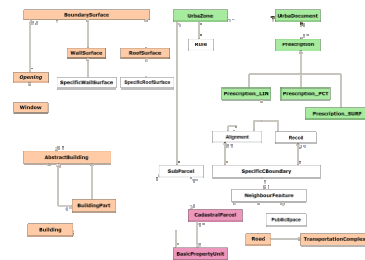
# Modélisation du règlement

- Corpus de documents
- Périmètre de modélisation
  - Règles en lien avec le bâti
  - Règles calculables et formalisées

Base de connaissances



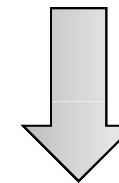
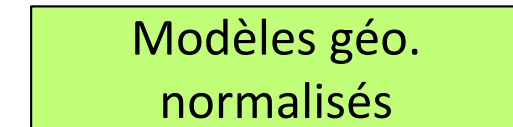
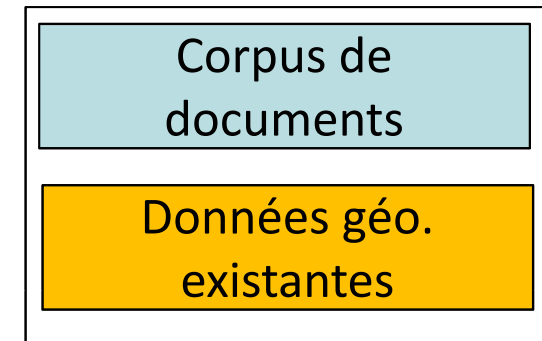
UML



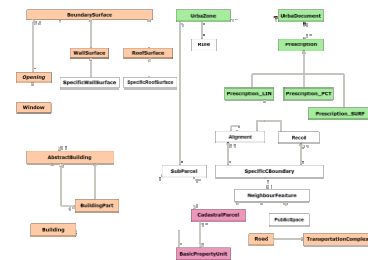
# Modélisation du règlement

- Corpus de documents
- Périmètre de modélisation
- Appui sur des modèles normalisés

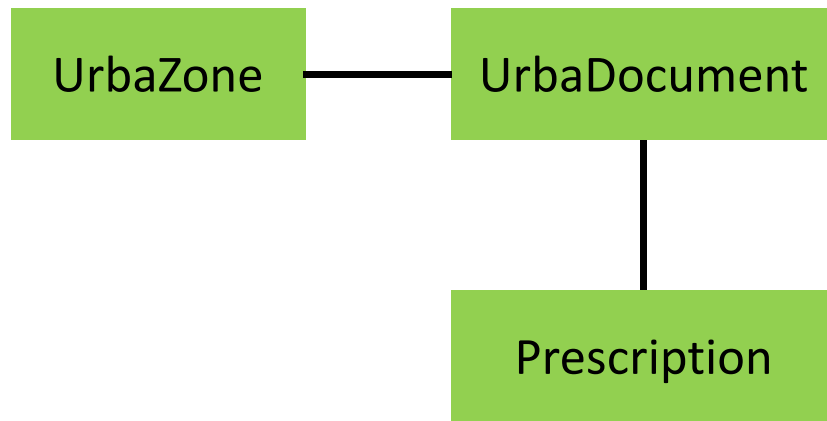
Base de connaissances



UML



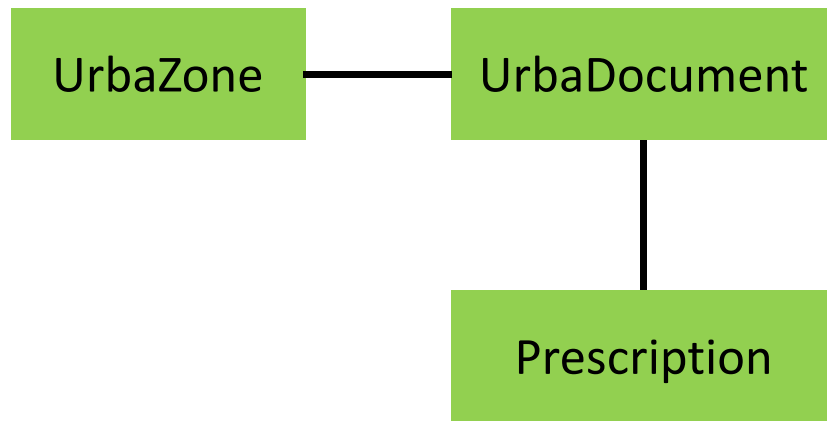
# Modélisation du règlement



Classes provenant de :

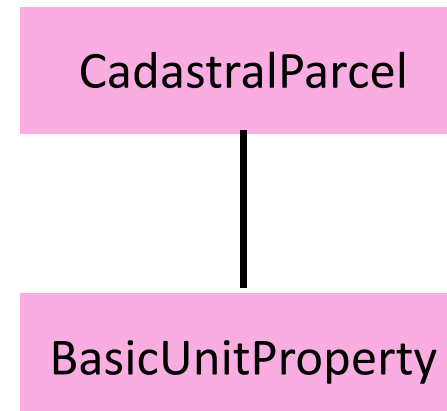
- COVADIS – prescription graphiques

# Modélisation du règlement



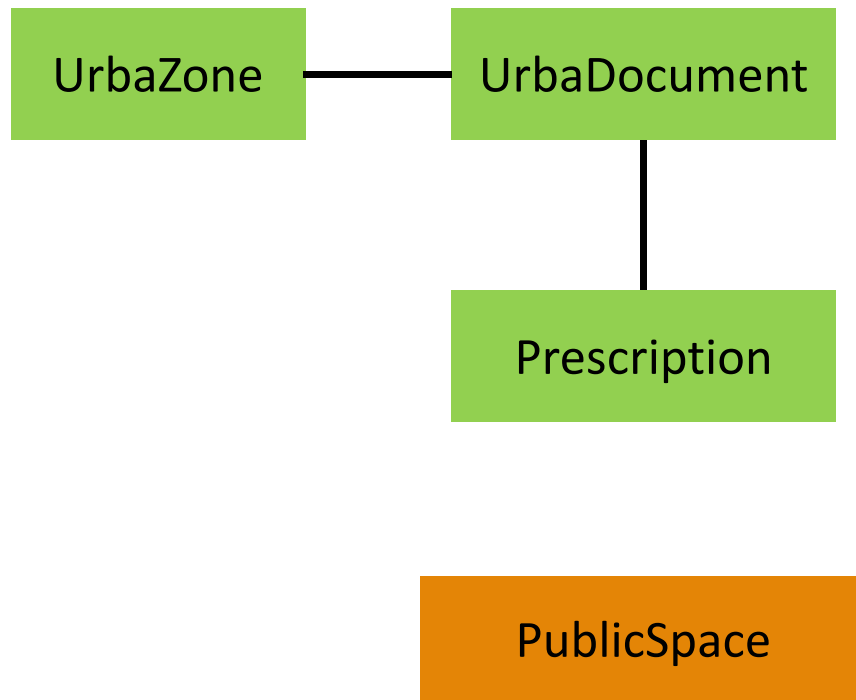
## Classes provenant de :

- COVADIS – prescription graphiques
- Inspire – parcelles cadastrales,



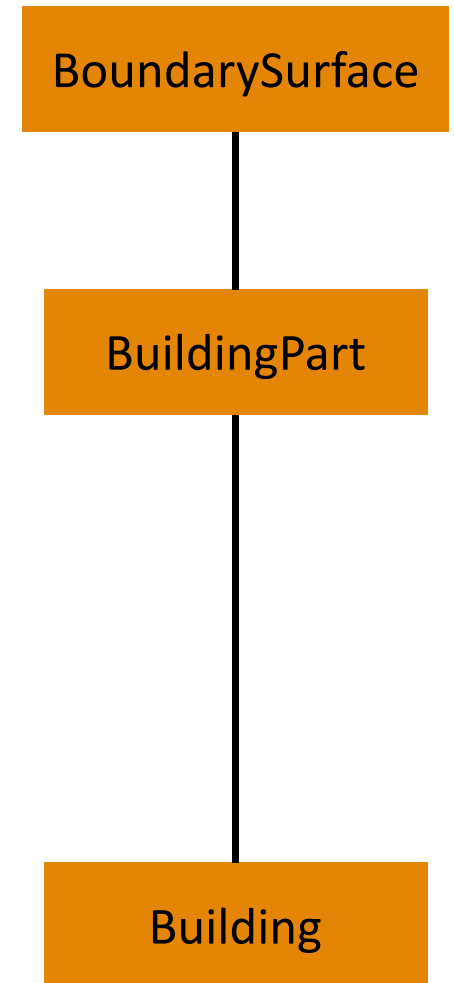
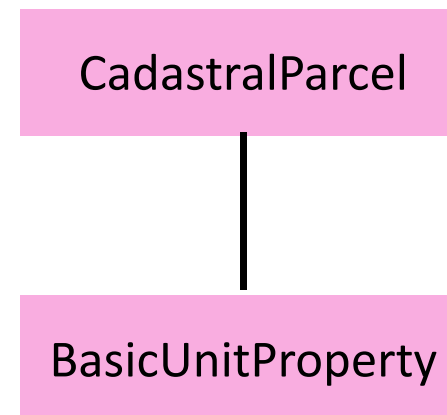


# Modélisation du règlement

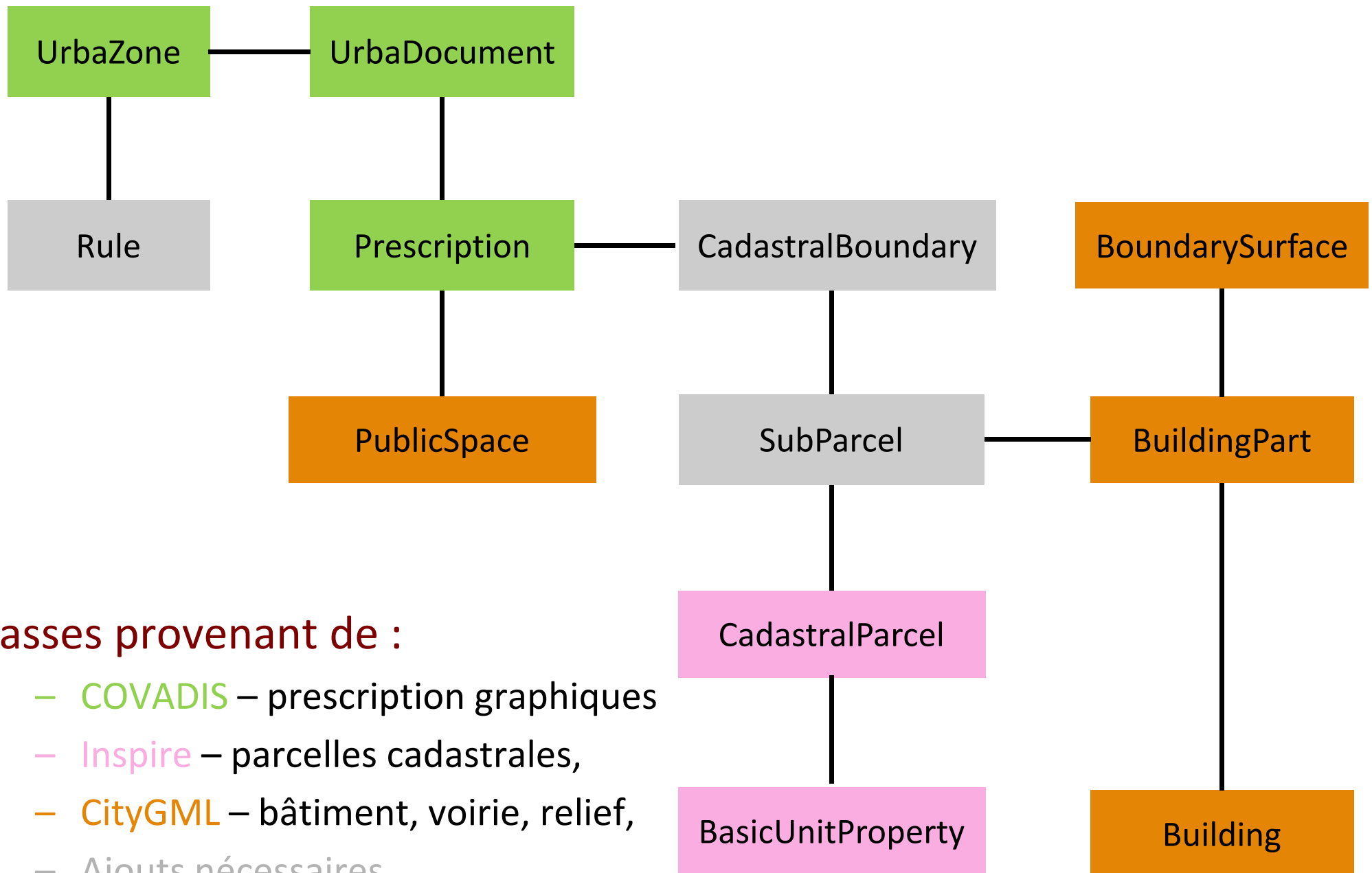


## Classes provenant de :

- COVADIS – prescription graphiques
- Inspire – parcelles cadastrales,
- CityGML – bâtiment, voirie, relief,



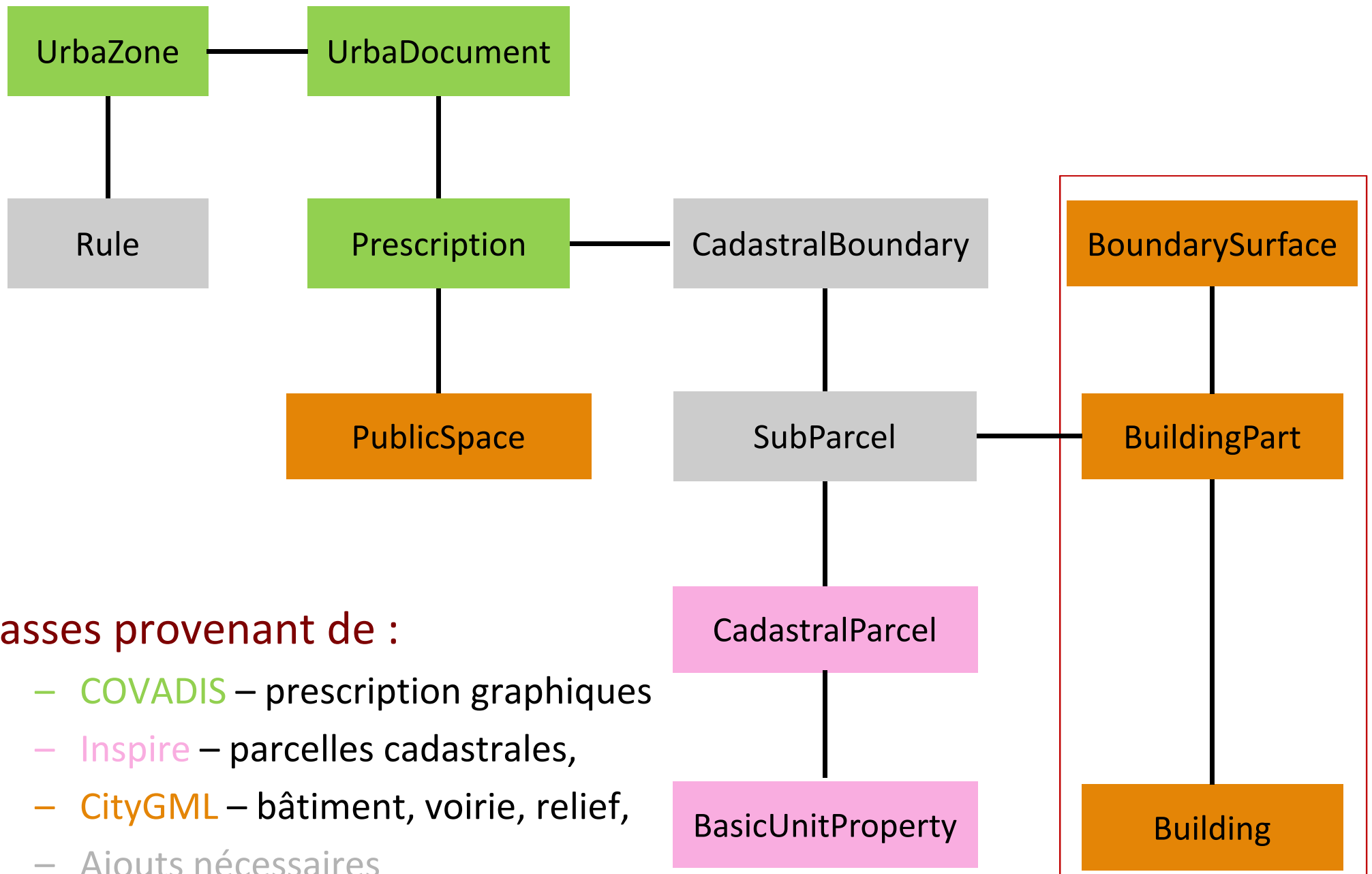
# Modélisation du règlement



## Classes provenant de :

- COVADIS – prescription graphiques
- Inspire – parcelles cadastrales,
- CityGML – bâtiment, voirie, relief,
- Ajouts nécessaires

# Modélisation du règlement

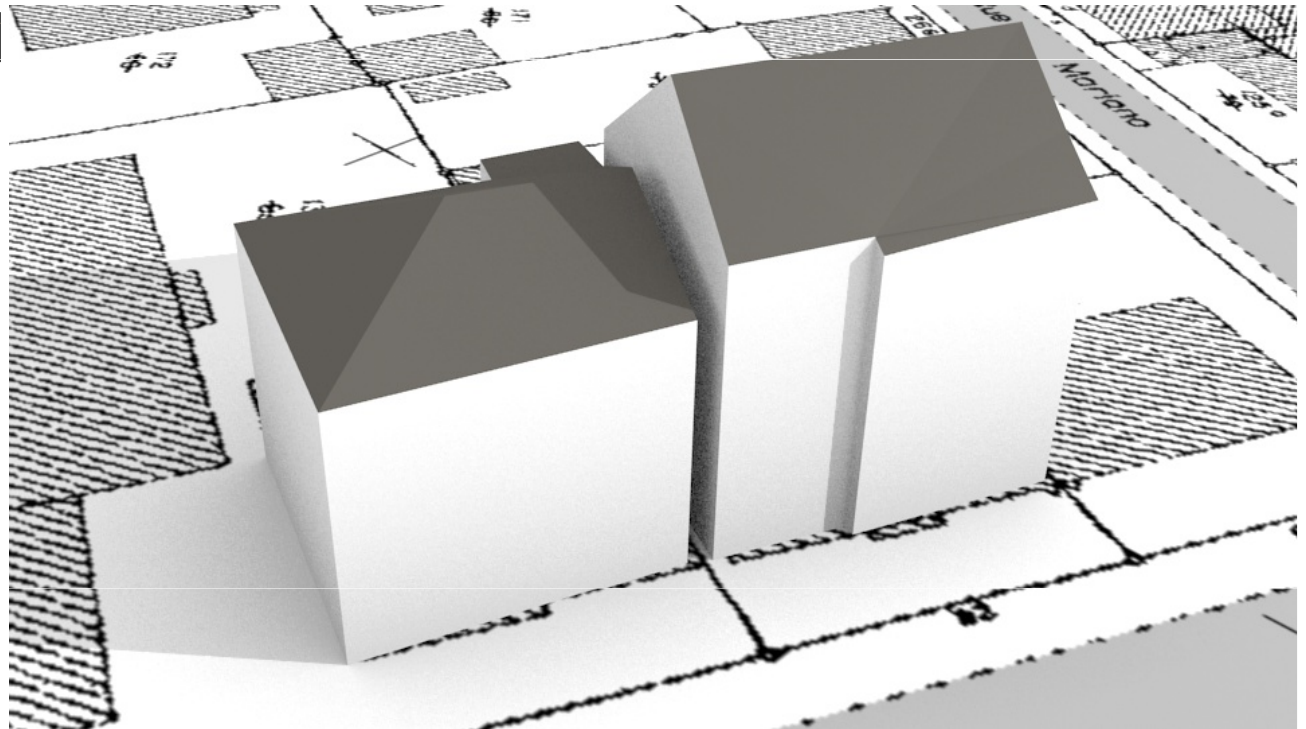
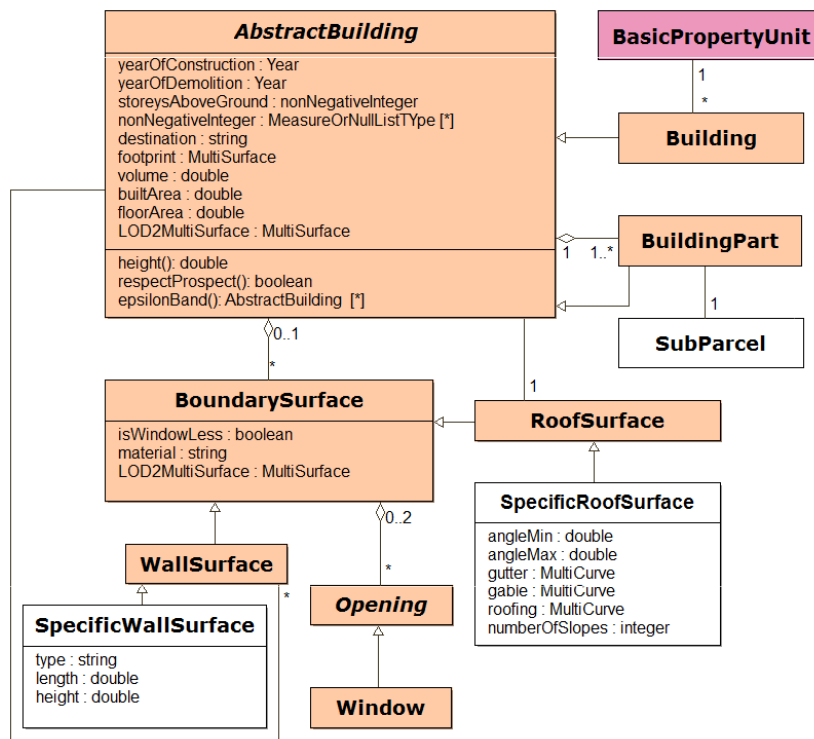


## Classes provenant de :

- COVADIS – prescription graphiques
- Inspire – parcelles cadastrales,
- CityGML – bâtiment, voirie, relief,
- Ajouts nécessaires

# Modélisation du règlement

- Modélisation des bâtiments



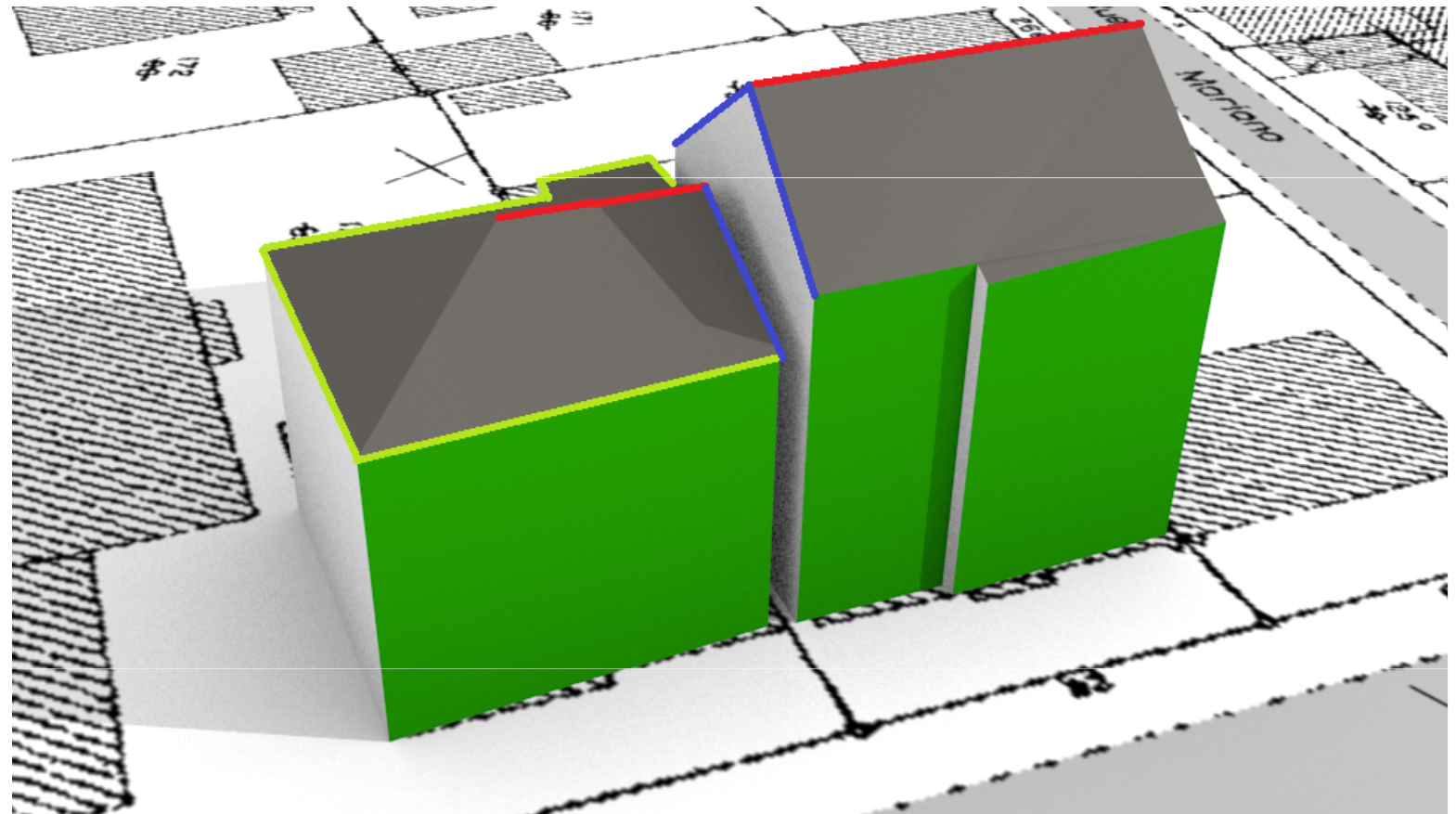
# Modélisation du règlement

- Toit

- Faîtage
- Gouttière
- Pignon

- Façade

- Donnant sur rue
- Latérale



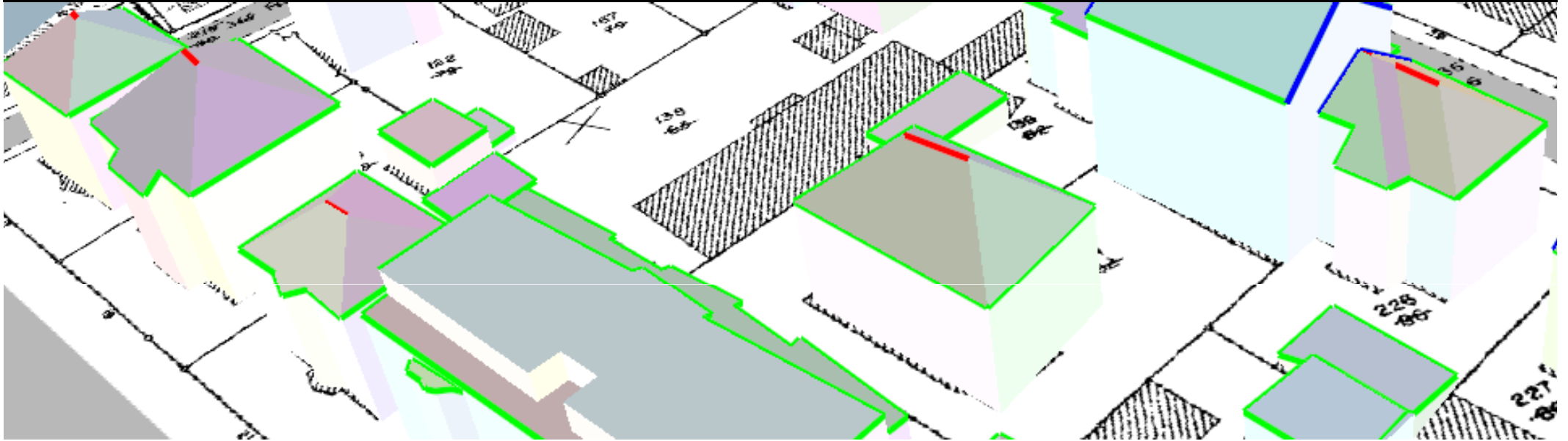
# Modélisation du règlement

- Expression des règles à partir des informations du modèle

«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. »

context CadastralParcel inv:

```
self.getBoundary().select(type=='LAT').geom -> forAll(g |  
self.getBuildings().footprint.distance(g) > 3)
```



1 - Modélisation du règlement

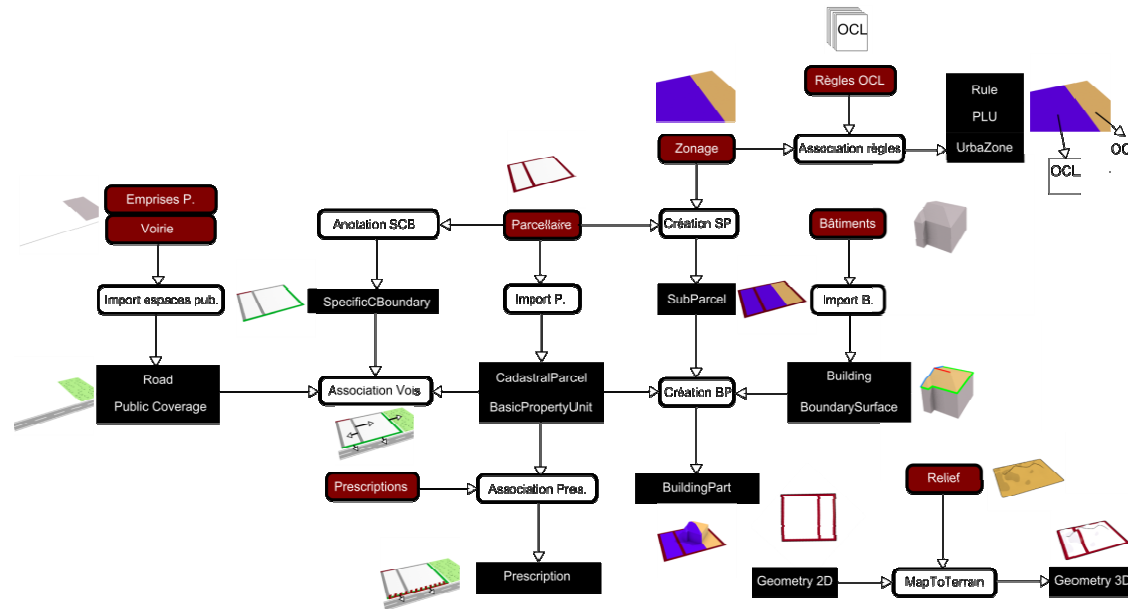
## 2 - INTÉGRATION ET ENRICHISSEMENT DES DONNÉES

3 - Génération de bâtiments

4 - Expérimentations

# Intégration et enrichissement des données

- Proposition d'un processus d'intégration et d'enrichissement des données



- Présentation de deux processus
  - Annotation des limites séparatives
  - Enrichissement de données de bâtiments






# Intégration et enrichissement des données

- Définition des types de limite séparative




- Nomenclature nationale
- Définition locale

Types de limite

	Fond
	Latéral
	Voie

# Intégration et enrichissement des données

- Définition des types de limite séparative
- Point de vue global vs point de vue local

Types de limite	
	Fond
	Latéral
	Voie



[PLU Saint-Malo]



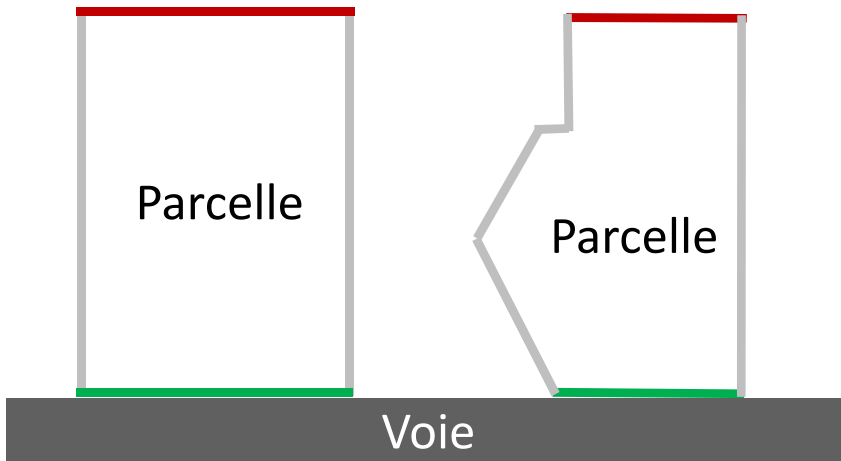
[PLU Épinay-sur-Seine]

# Intégration et enrichissement des données

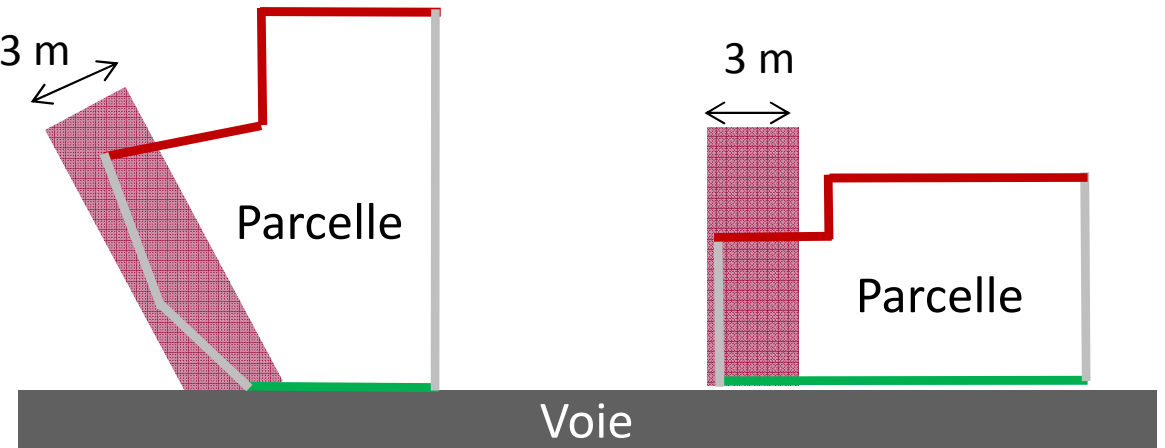
- Définition des types de limite séparative
- Point de vue global vs point de vue local
- Règles implicites vs règles explicites

Types de limite

- Fond
- Latéral
- Voie



[PLU Chambourcy]



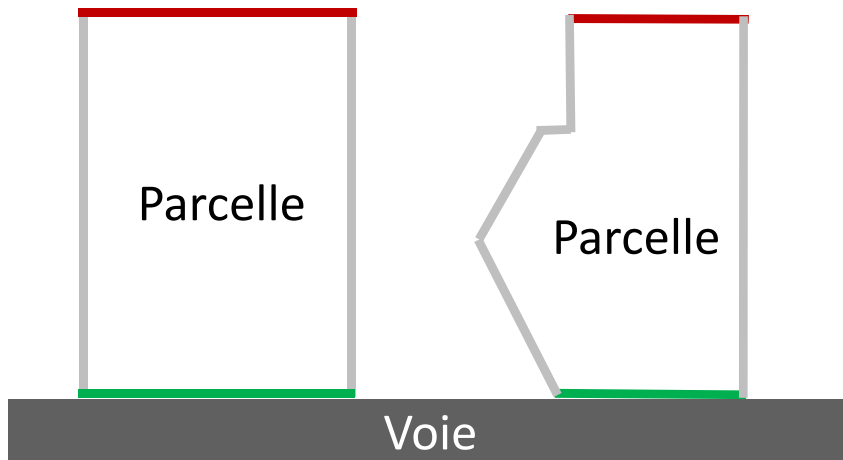
[PLU Épinay-sur-Seine]

# Intégration et enrichissement des données

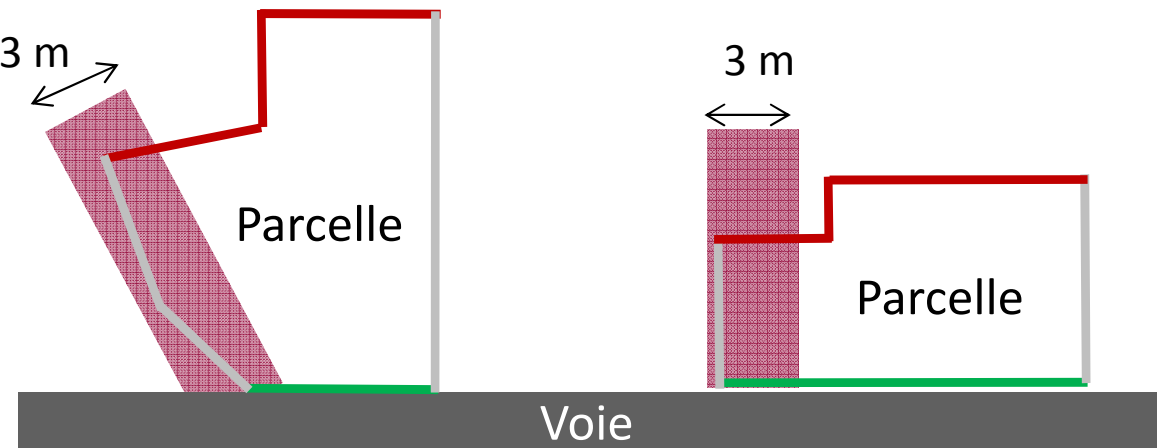
- Définition des types de limite séparative
- Point de vue global vs point de vue local
- Règles implicites vs règles explicites

Types de limite

- Fond
- Latéral
- Voie



[PLU Chambourcy]

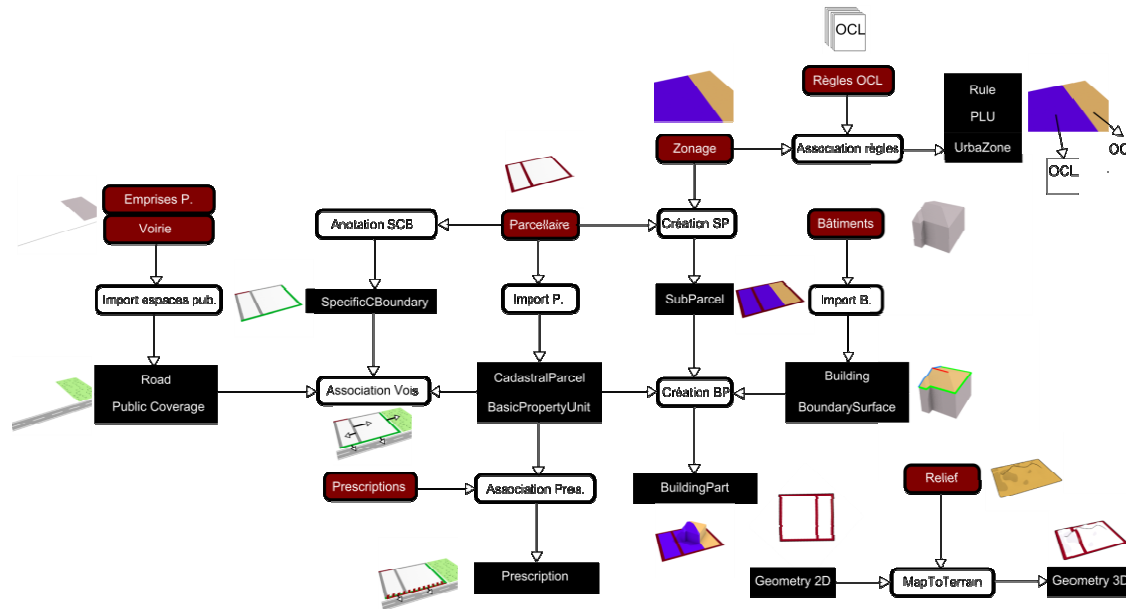


[PLU Épinay-sur-Seine]

- Impossibilité de proposer un processus automatique unique

# Intégration et enrichissement des données

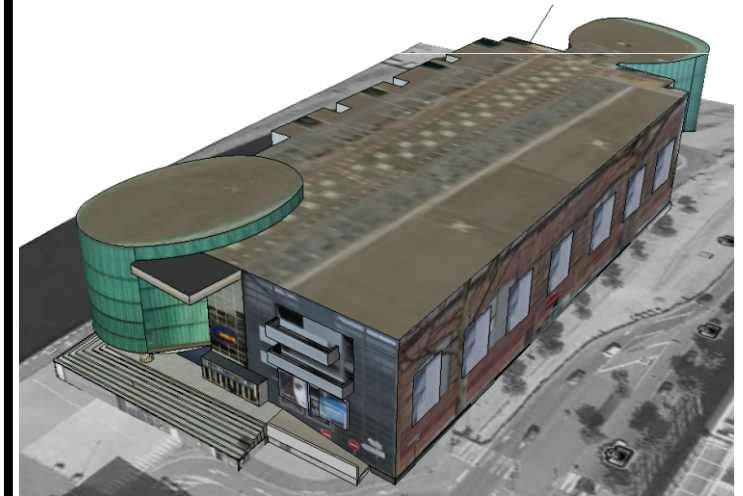
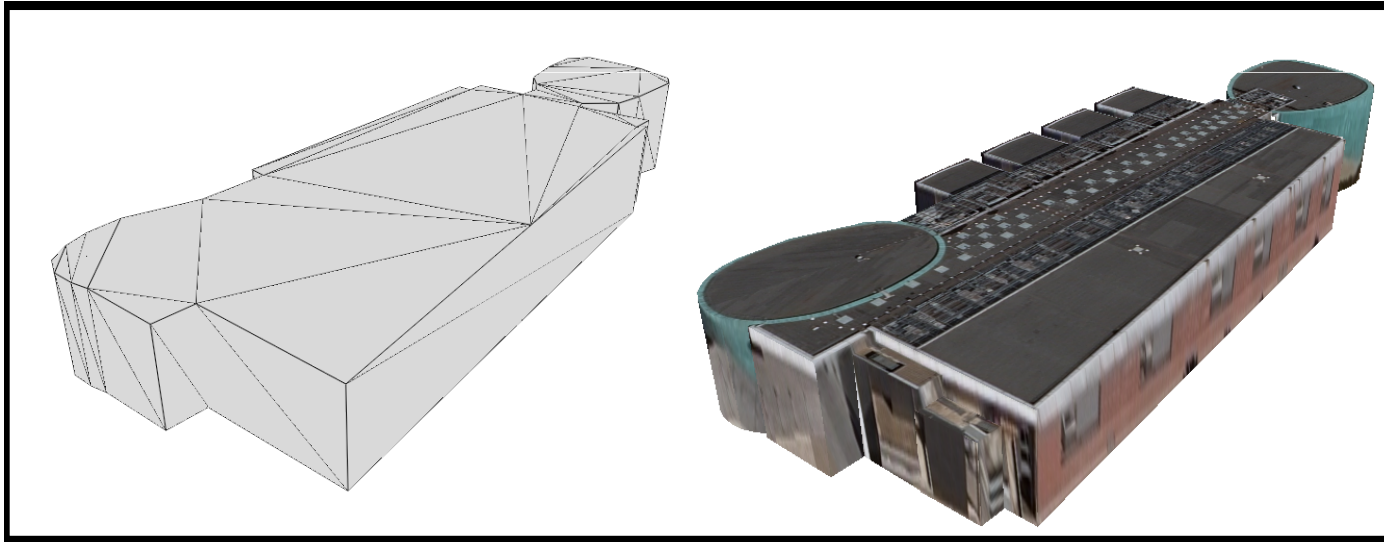
- Proposition d'un processus d'intégration et d'enrichissement des données



- Présentation de deux processus
  - Annotation des limites séparatives
  - Enrichissement de données de bâtiments

# Intégration et enrichissement des données

- Disponibilité des données géographiques 3D



Niveau de détail CityGML

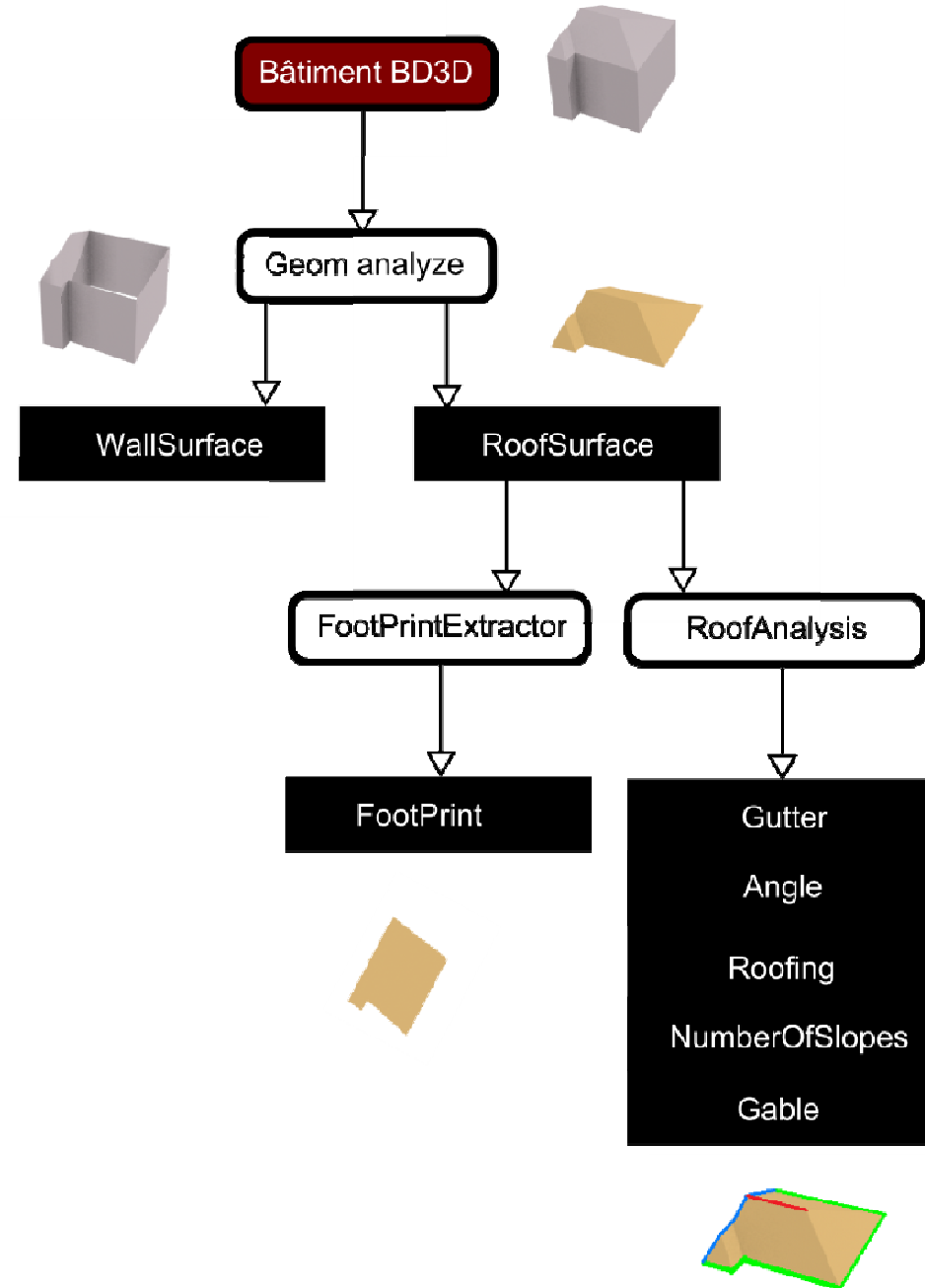
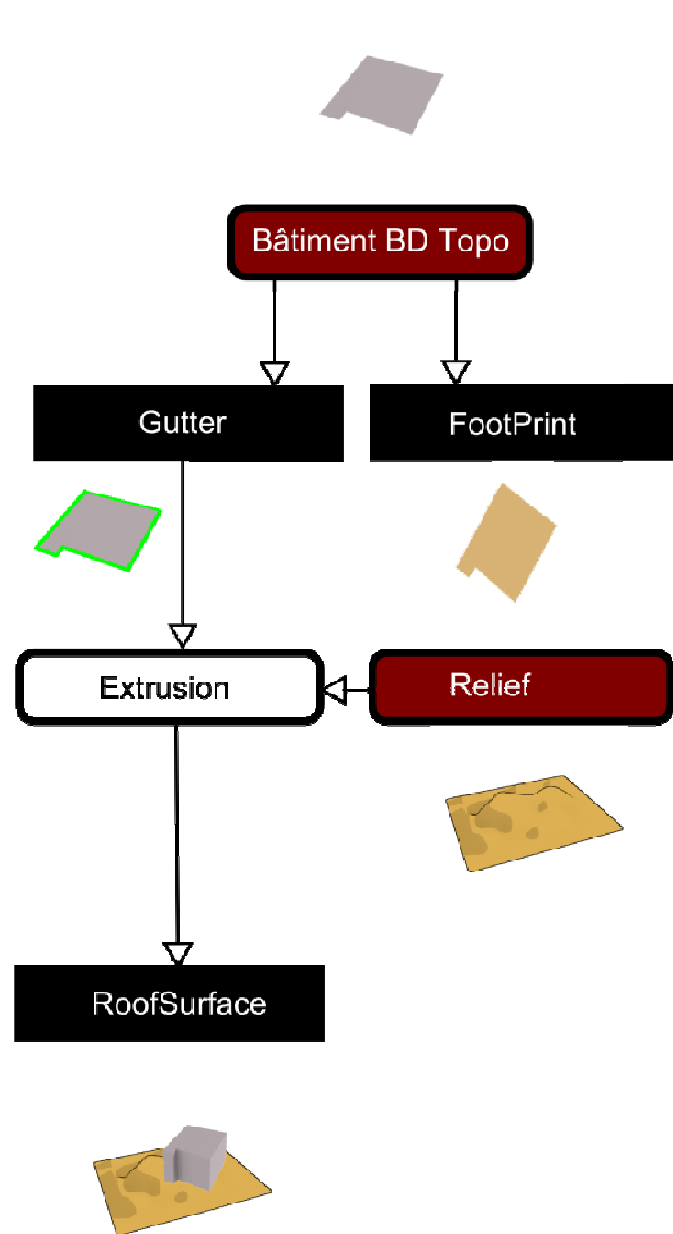
LOD 1

LOD2

LOD3

# Intégration et enrichissement des données

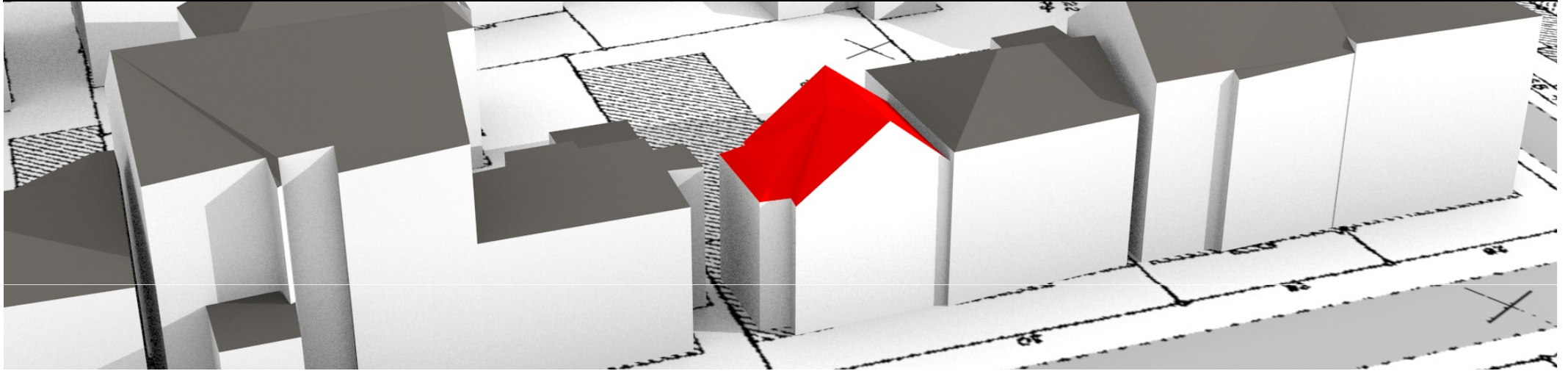
- Détection de toit et classification des arêtes du toit



# Intégration et enrichissement des données







1 - Modélisation du règlement

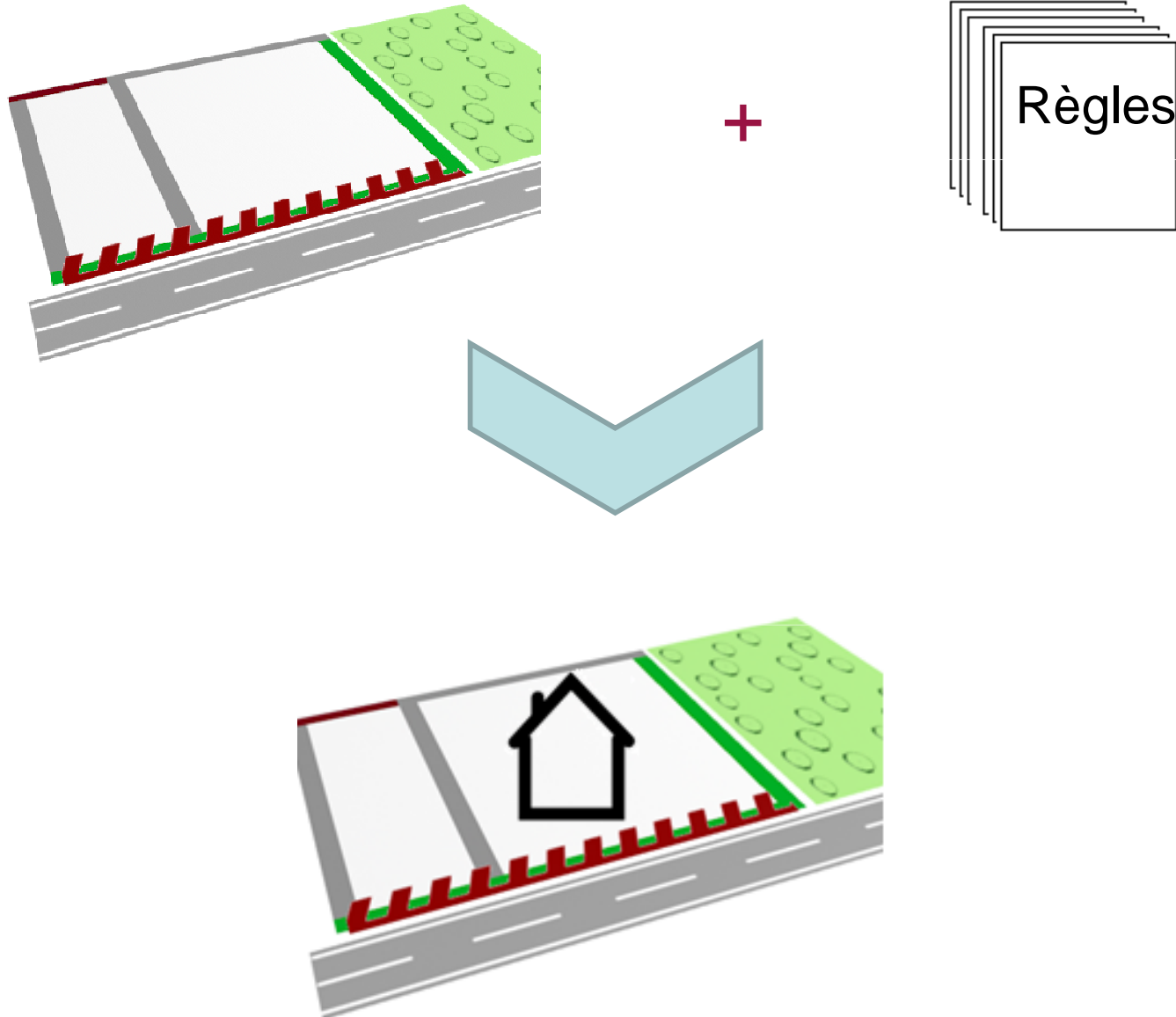
2 - Intégration et enrichissement des données

## 3 - GÉNÉRATION DE BÂTIMENTS

4 - Expérimentations

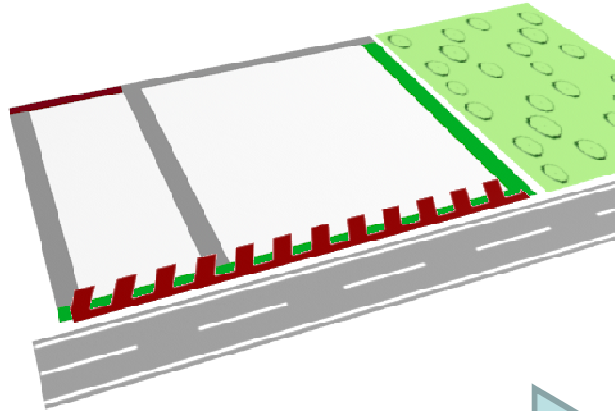
# Génération de bâtiments

- Définition du problème

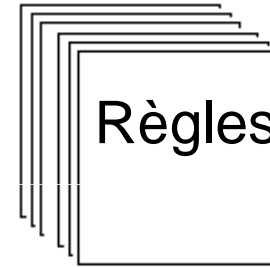


# Génération de bâtiments

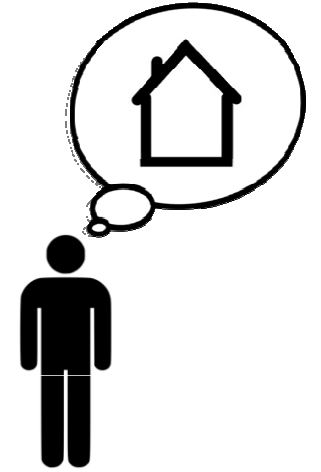
- Définition du problème



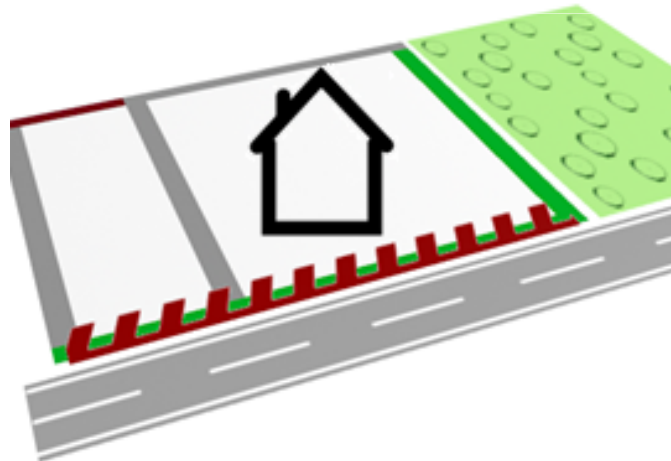
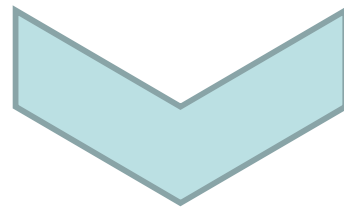
+



+

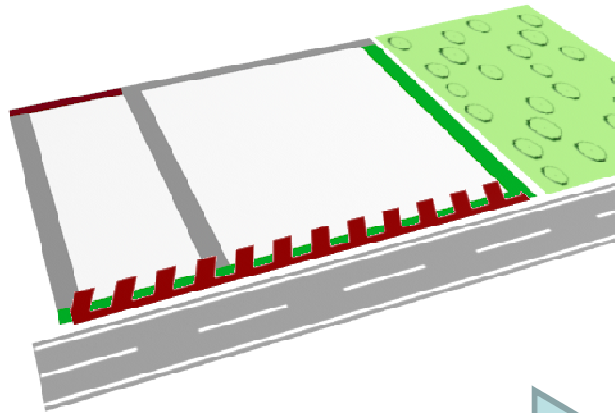


Fonction d'utilité

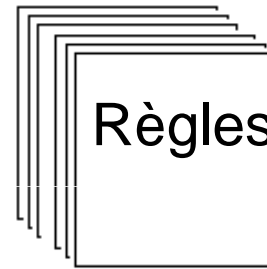


# Génération de bâtiments

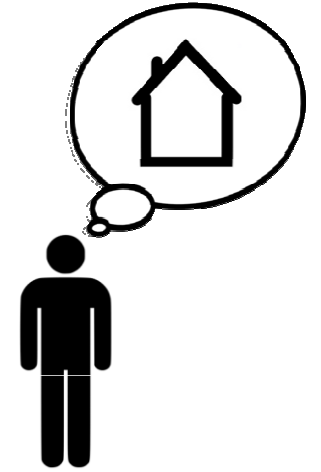
- Définition du problème



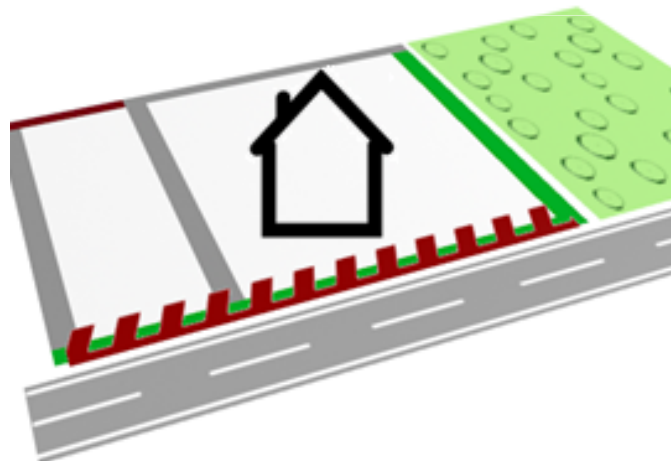
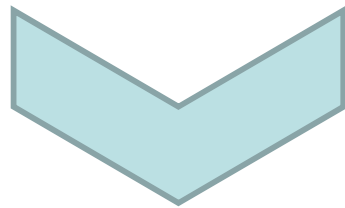
+



+



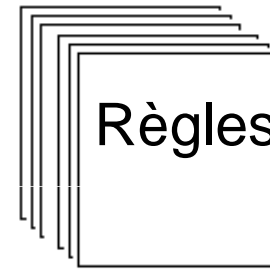
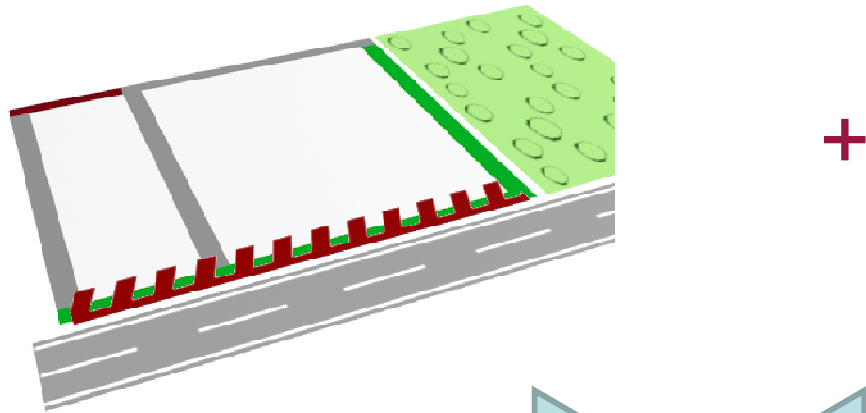
Fonction d'utilité



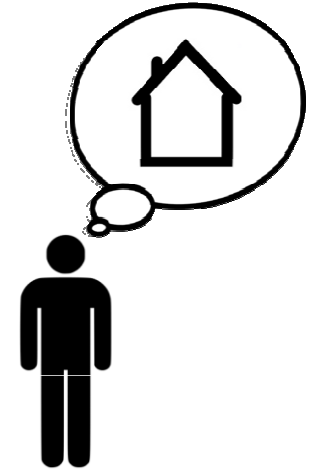
Problème  
d'optimisation sous  
contraintes

# Génération de bâtiments

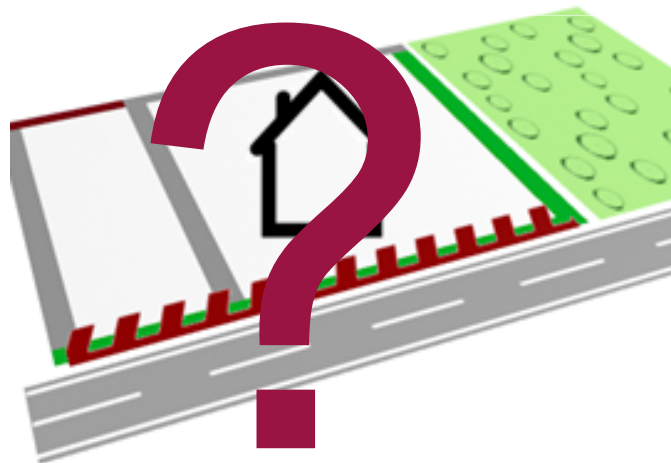
- Définition du problème



+



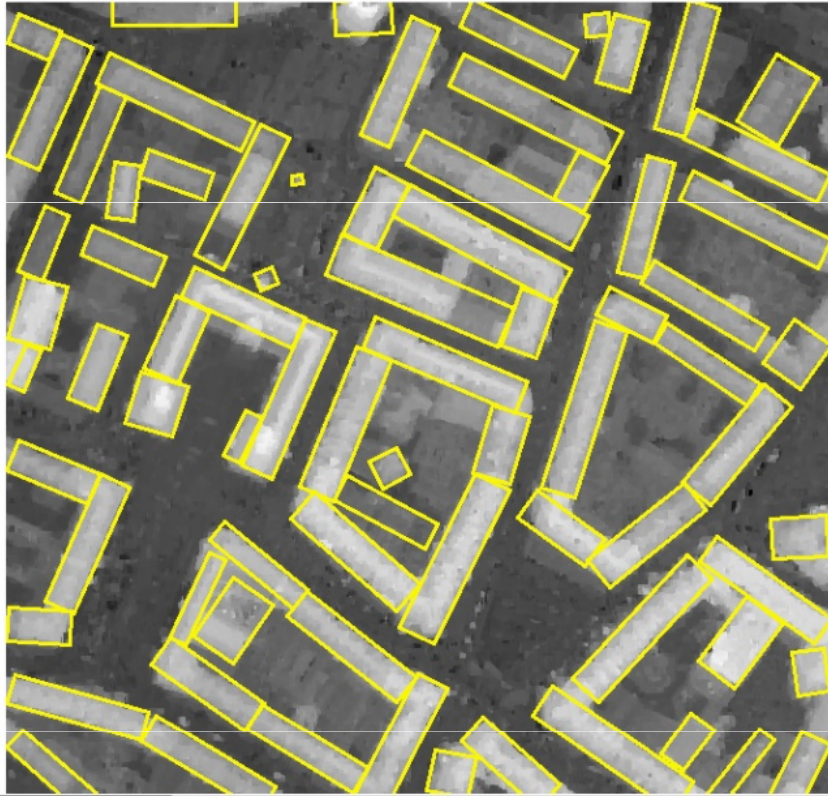
Fonction d'utilité



Problème  
d'optimisation sous  
contraintes

# Génération de bâtiments

- Analogie avec les travaux de reconstruction de bâtiments



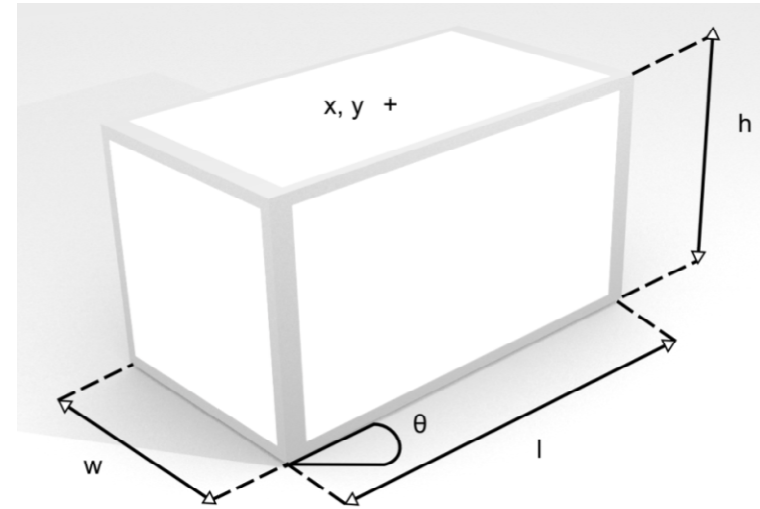
Représentation des bâtiments  
par un ensemble d'objets  
paramétriques

Brédif, M., Tournaire, O., 2012

- Technique d'optimisation : recuit simulé  
trans-dimensionnel

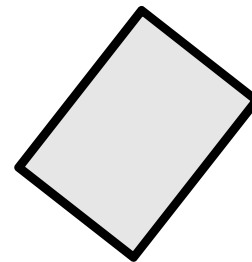
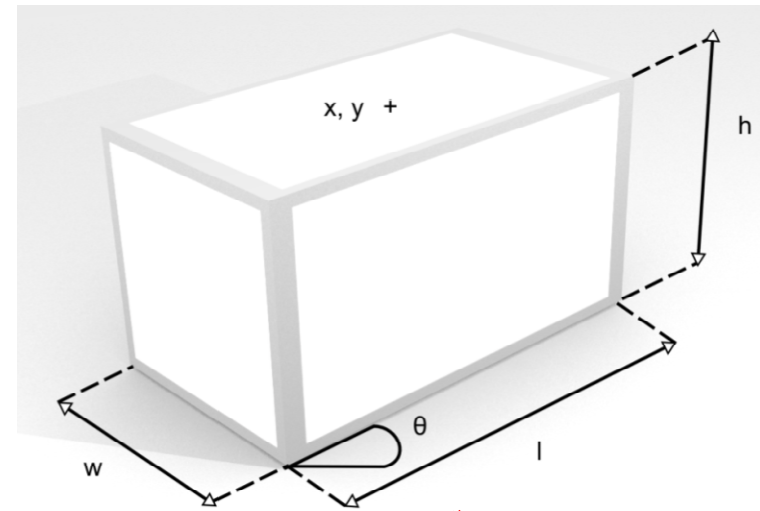
# Génération de bâtiments

- Configuration bâtie
  - Ensemble homogène d'objets paramétriques

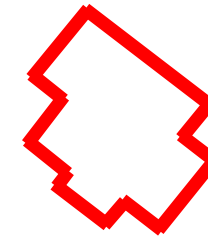


# Génération de bâtiments

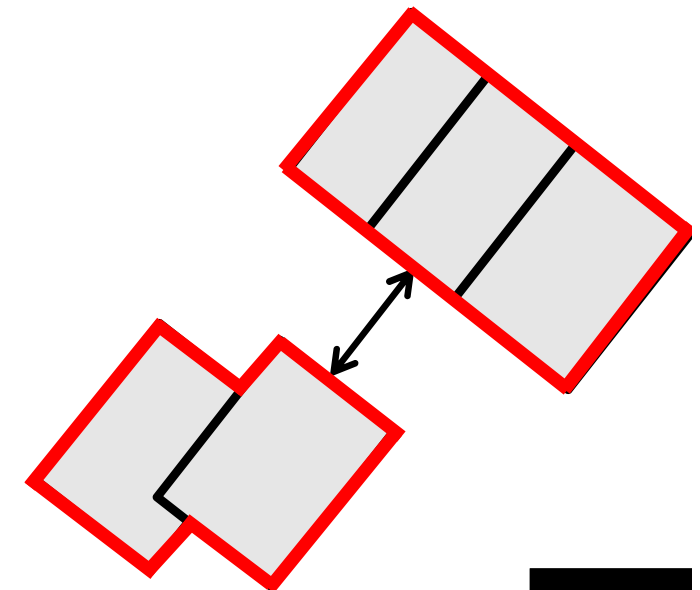
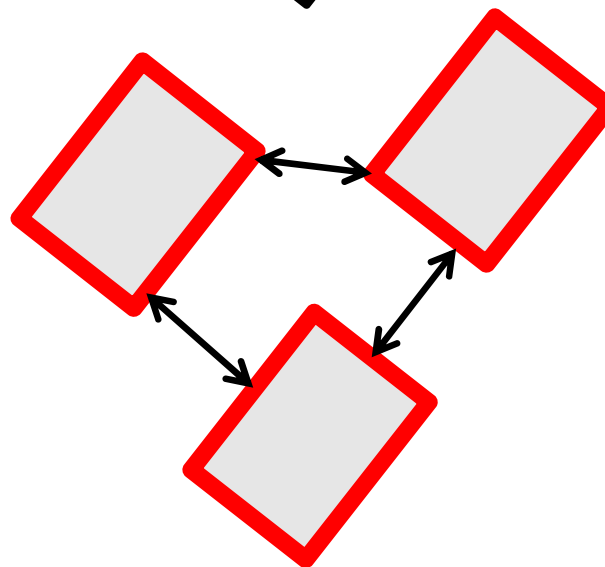
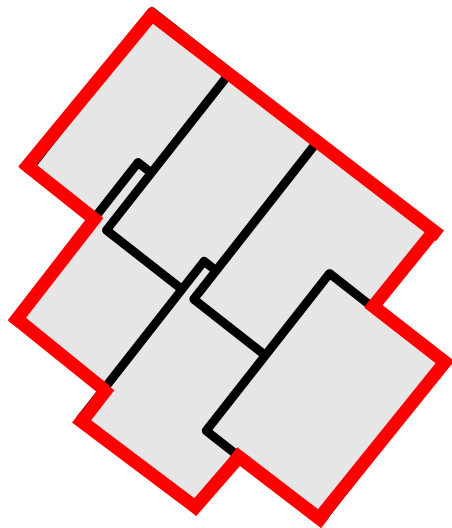
- Configuration bâtie
  - Ensemble homogène d'objets paramétriques
- Plusieurs options de modélisation



1 objet



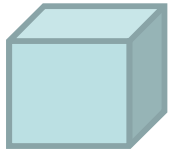
1 bâtiment





# Génération de bâtiments

Classe  
d'objets



Noyau de  
propositions

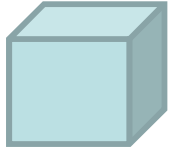
Fonction  
d'optimisation

Règles  
d'urbanisme  
OCL

---

# Génération de bâtiments

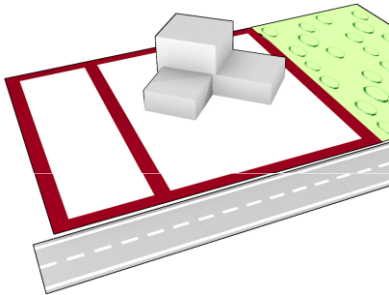
Classe  
d'objets



Noyau de  
propositions

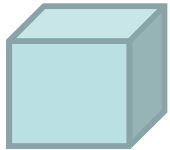
Fonction  
d'optimisation

Règles  
d'urbanisme  
OCL



# Génération de bâtiments

Classe  
d'objets

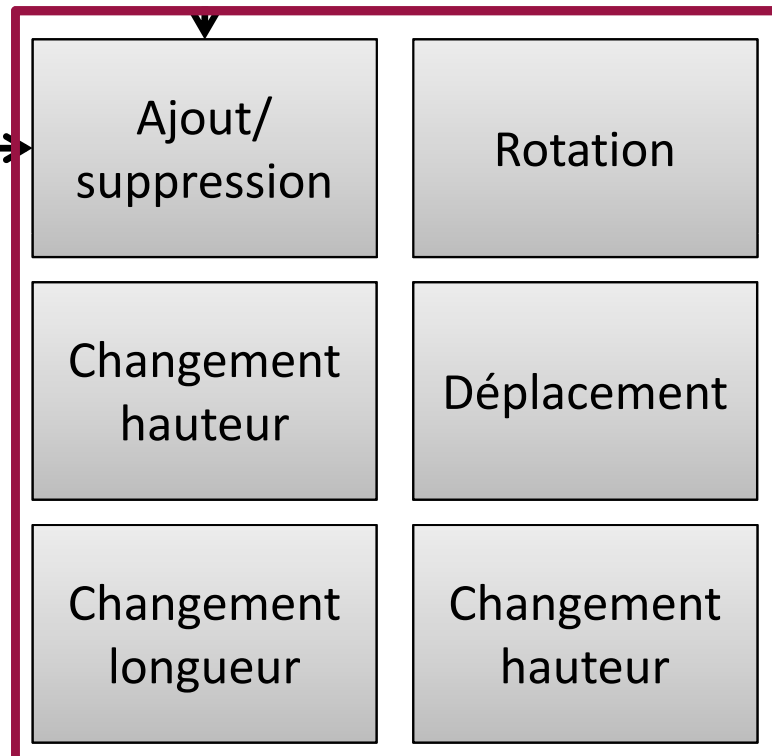
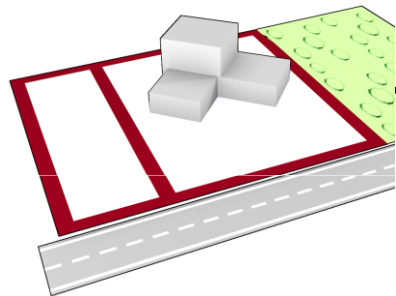


Noyau de  
propositions

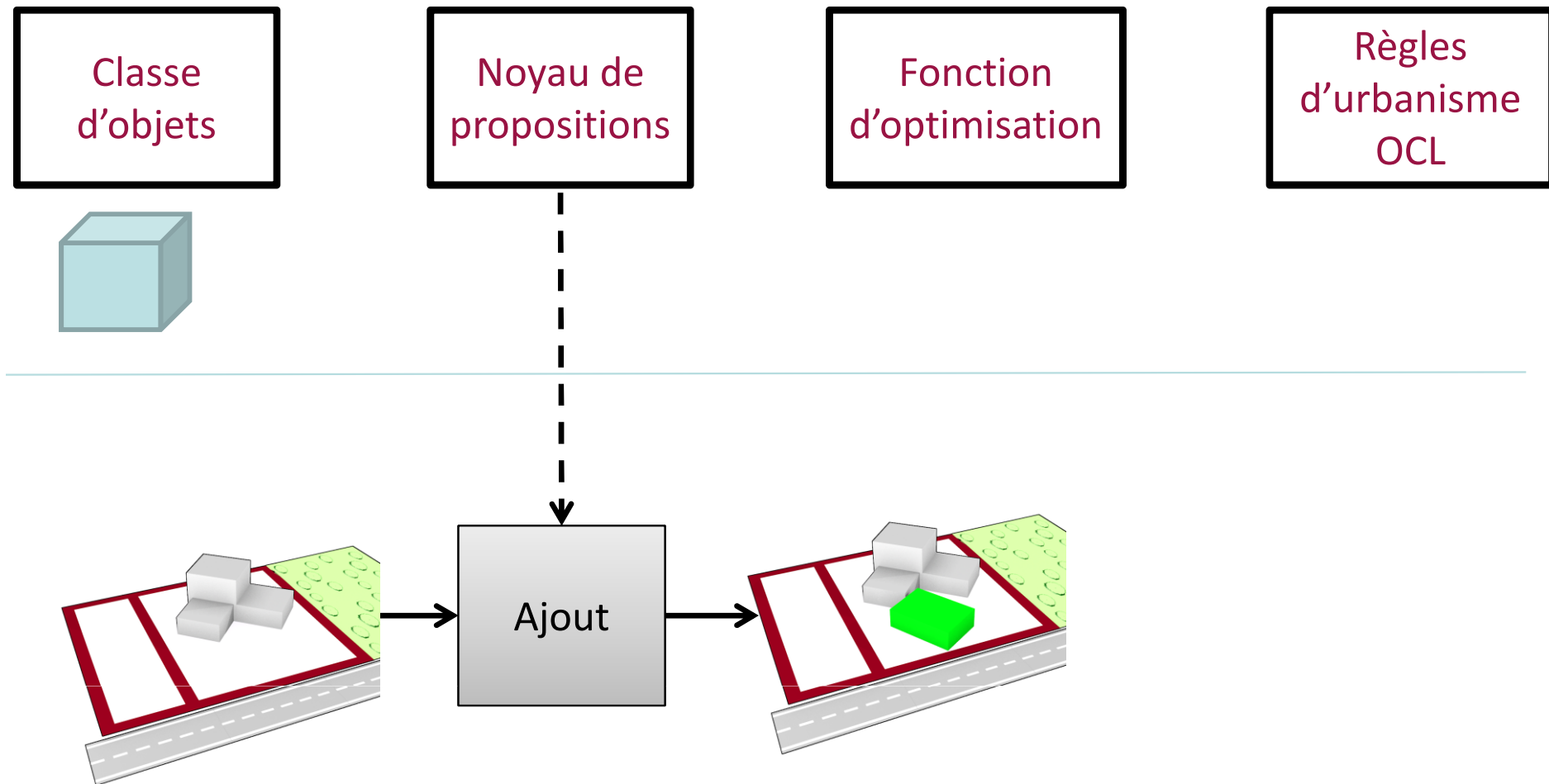
Fonction  
d'optimisation

Règles  
d'urbanisme  
OCL

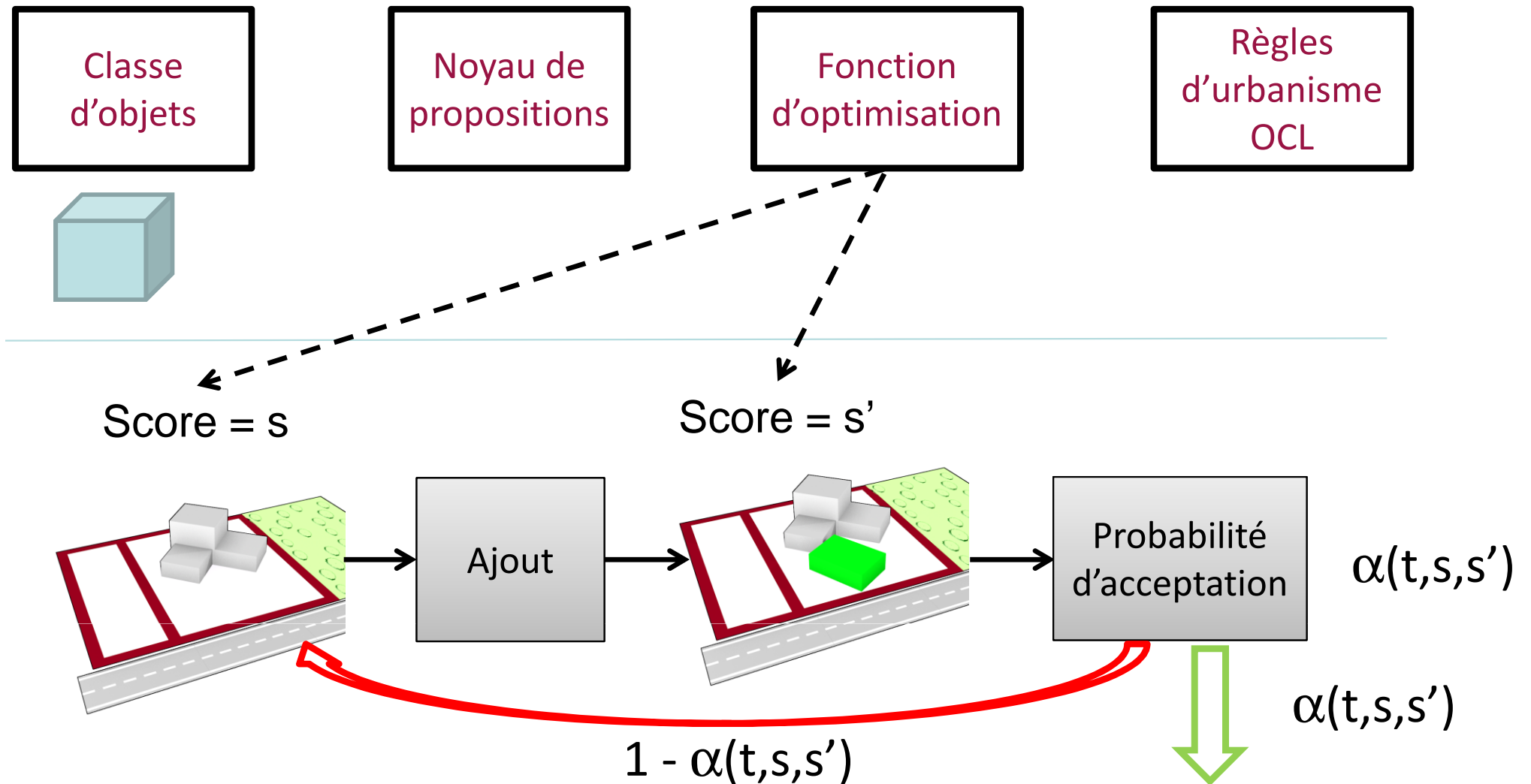
## Propositions



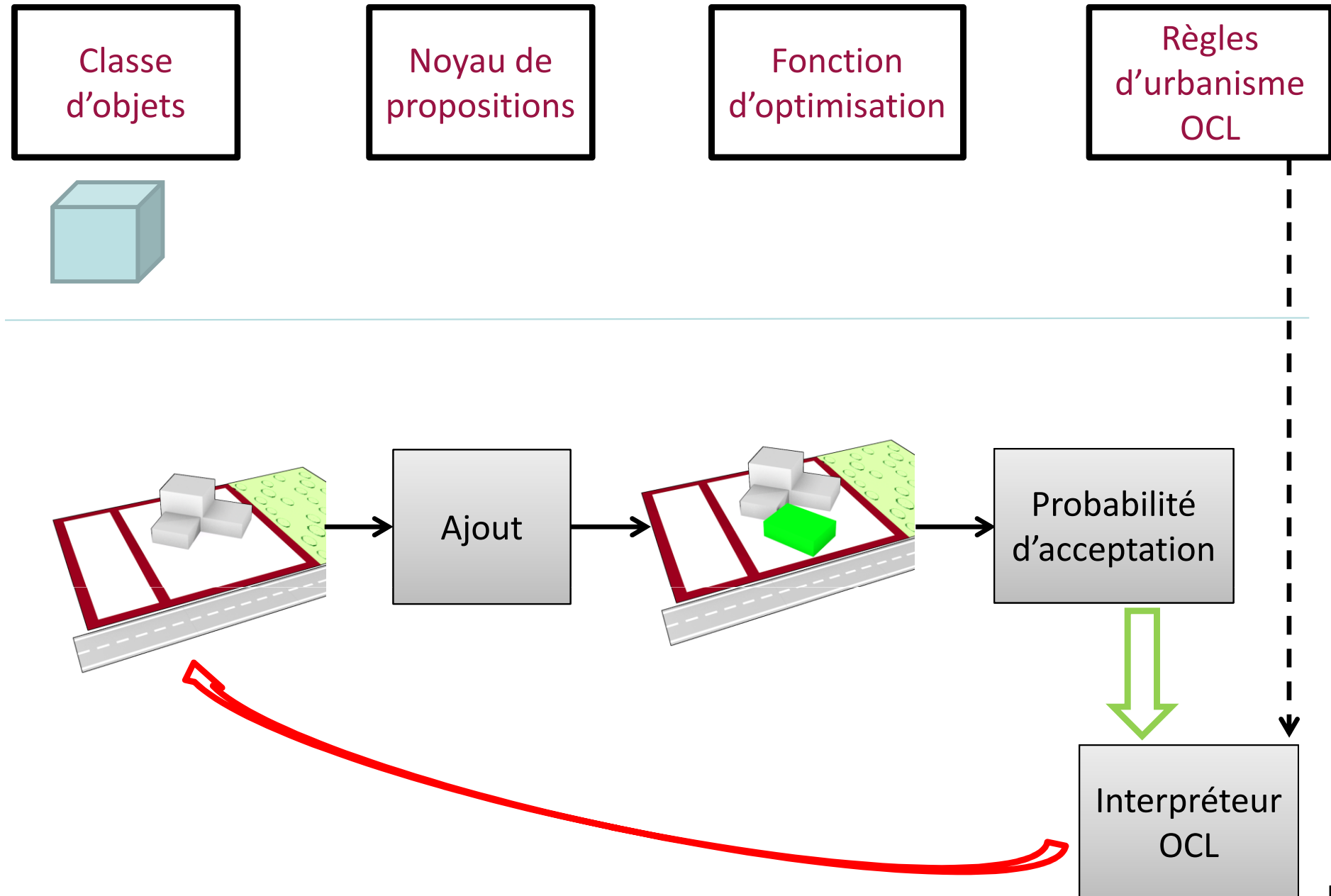
# Génération de bâtiments



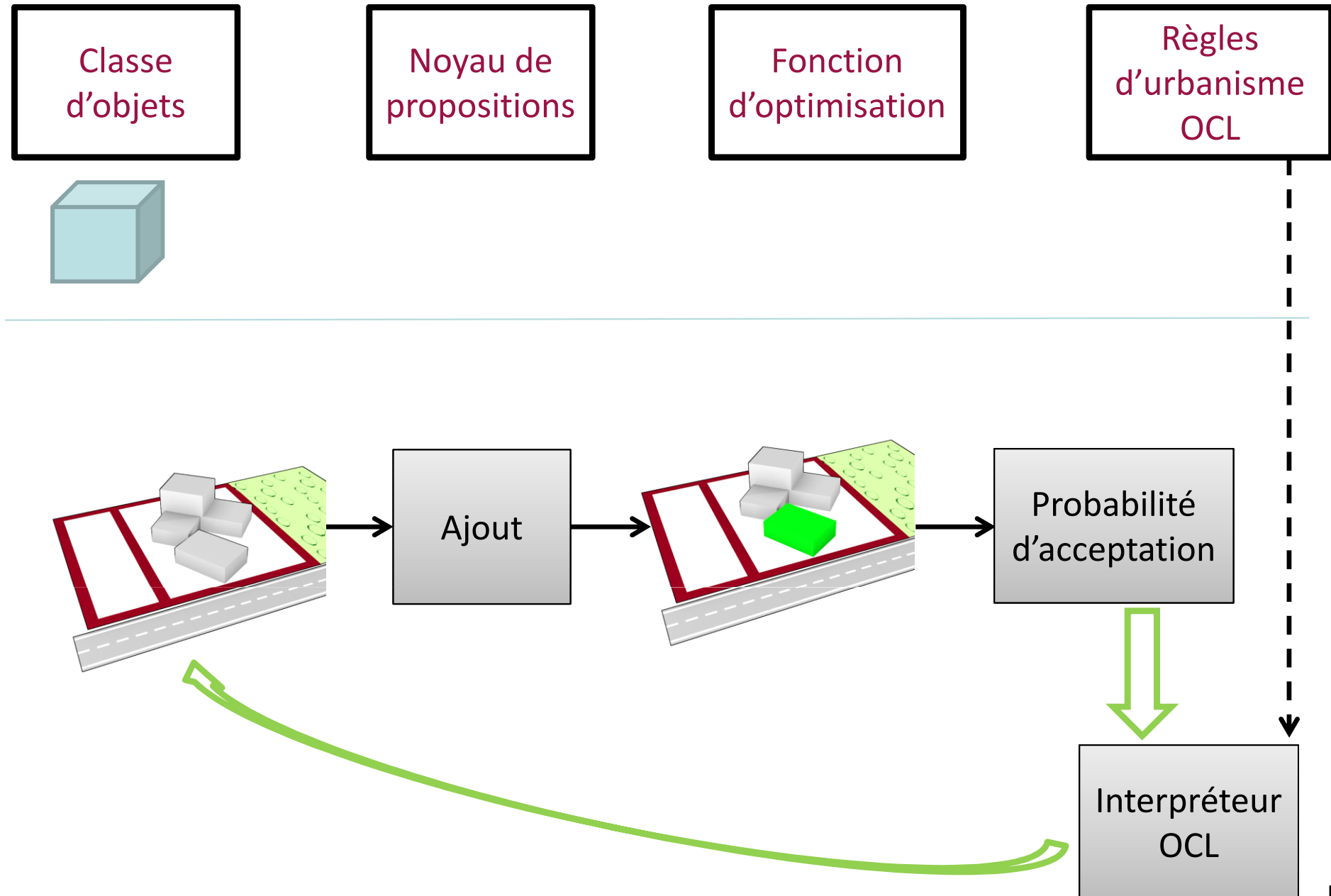
# Génération de bâtiments

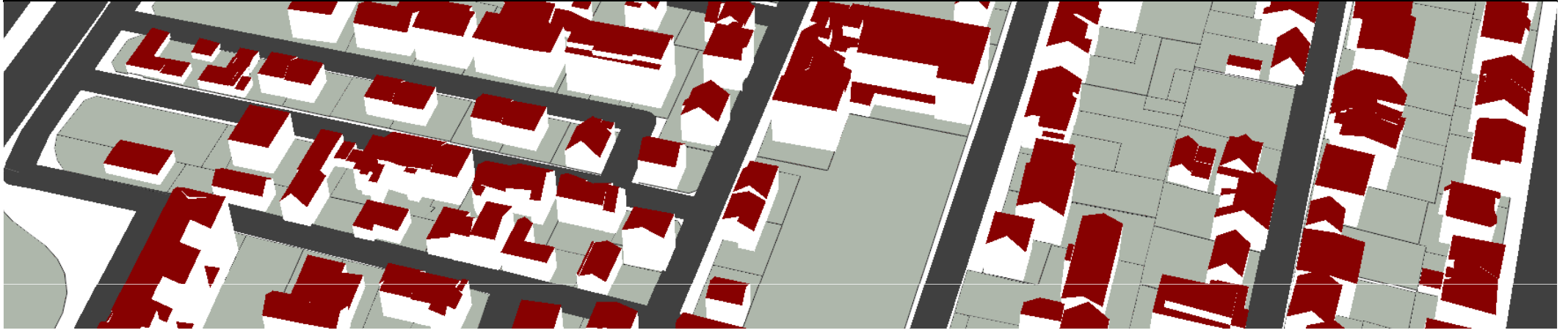


# Génération de bâtiments



# Génération de bâtiments





- 1 - Modélisation du règlement
- 2 - Intégration et enrichissement des données
- 3 - Génération de bâtiments

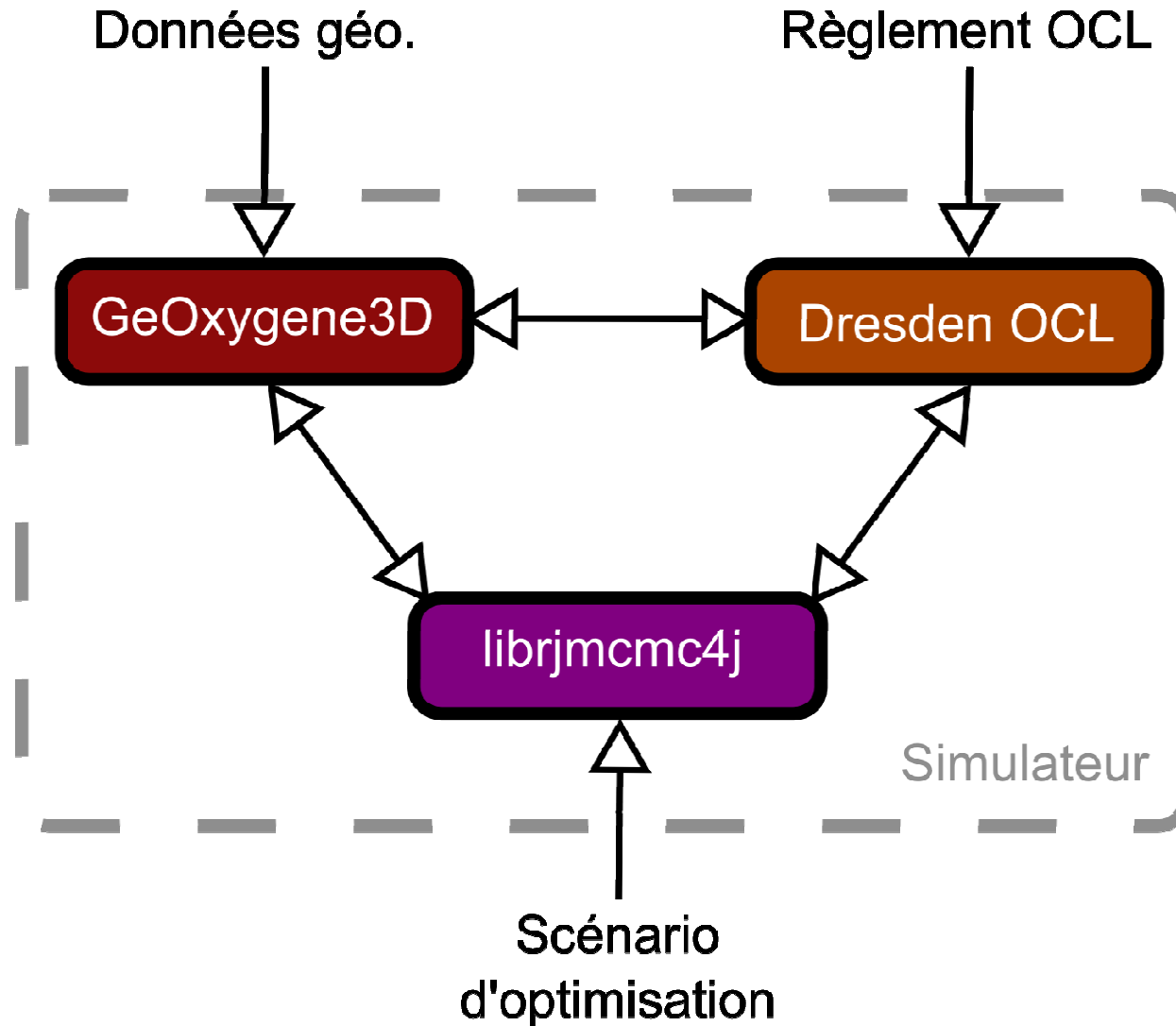
## 4 - EXPÉRIMENTATIONS



# Expérimentations

Laboratoire COGIT  
oxygene-project.sourceforge.net

Université de Dresden  
www.dresden-ocl.org



Réimplémentation de libjmc4j  
laboratoire MATIS : libjmc4j.ign.fr

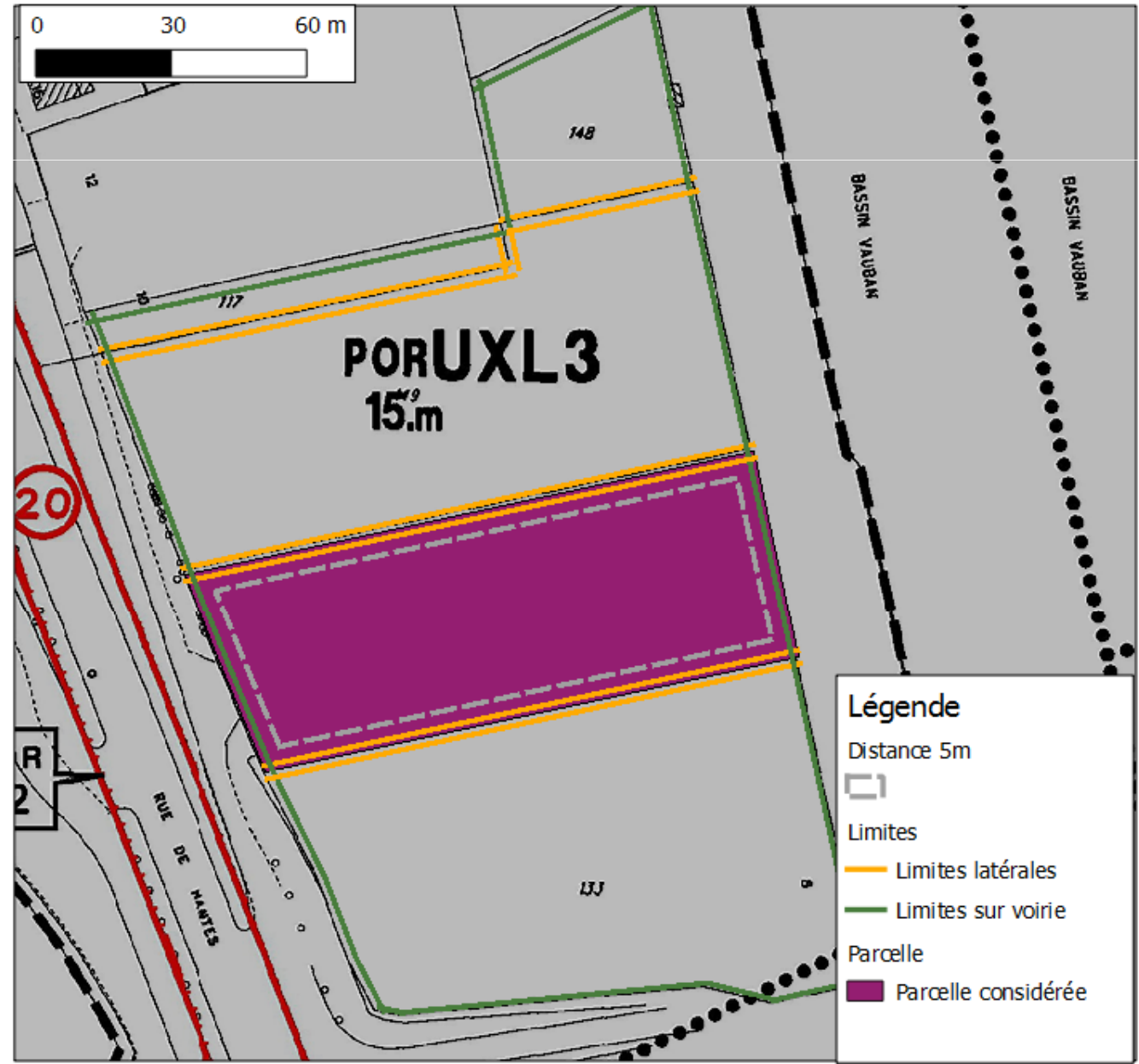
# Expérimentations

- Zone d'étude

- Parcelle industrielle zone UXL3 de Strasbourg

- Règles

- Limitation d'implantation



# Expérimentations

- Zone d'étude

- Parcelle industrielle zone UXL3 de Strasbourg

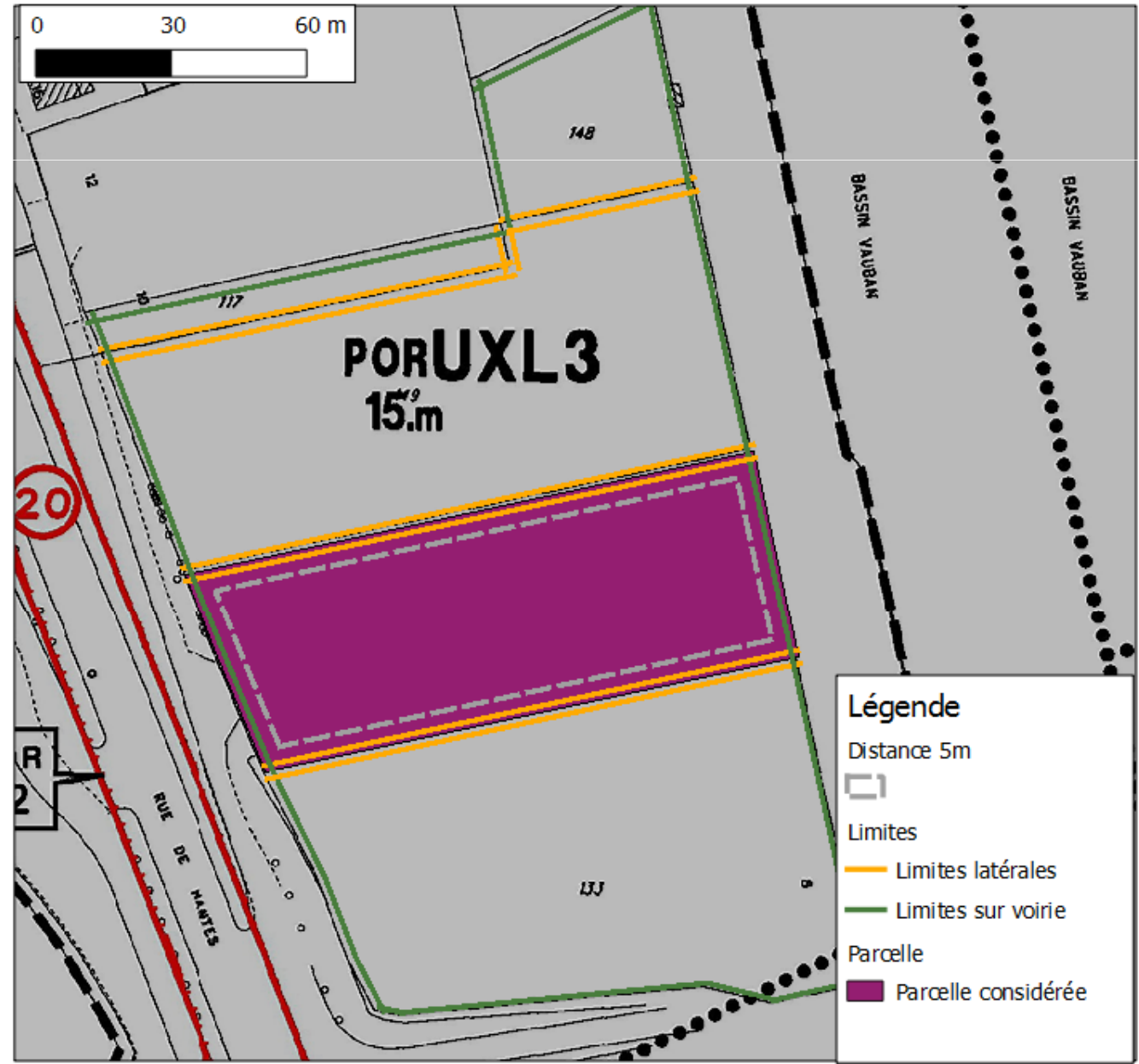
- Règles

- Limitation emprise bâtie



75%

- Limitation d'implantation



# Expérimentations

- **Zone d'étude**

- Parcelle industrielle zone UXL3 de Strasbourg

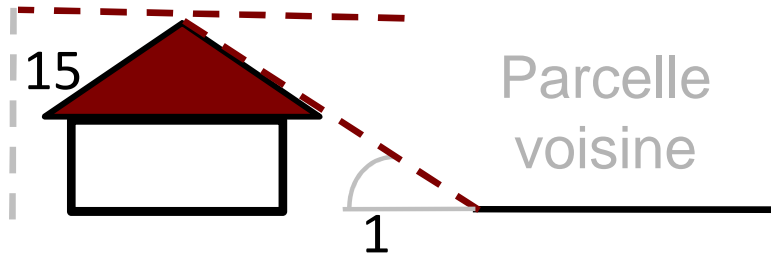
- **Règles**

- Limitation emprise bâtie

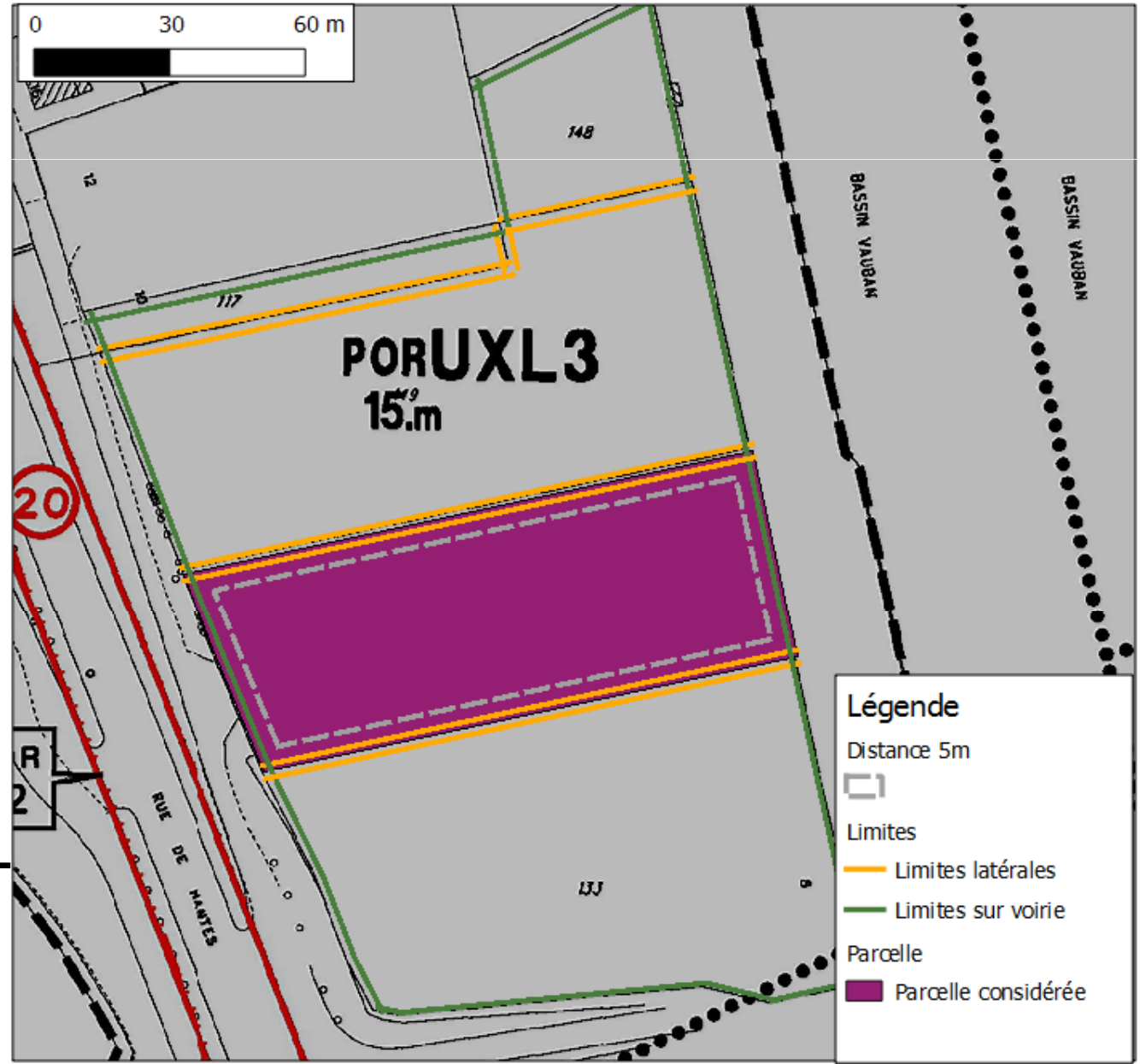


75%

- Limitation hauteur

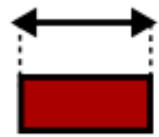


- Limitation d'implantation



# Expérimentations

- Scénario



5 - 30 m



0 - 180°



3 - 15 m



Volume -  $n_{\text{boites}} \times E_{\text{creation}}$



UXL3

Terme correctif =  
Principe de parcimonie

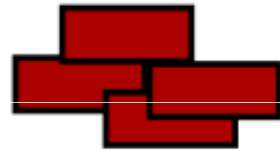
- Critère d'arrêt : amélioration du meilleur candidat ne dépassant pas  $\Delta E$  pendant  $n$  itérations

# Expérimentations

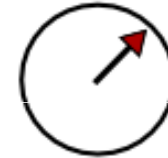
- Simulation d'un bâtiment



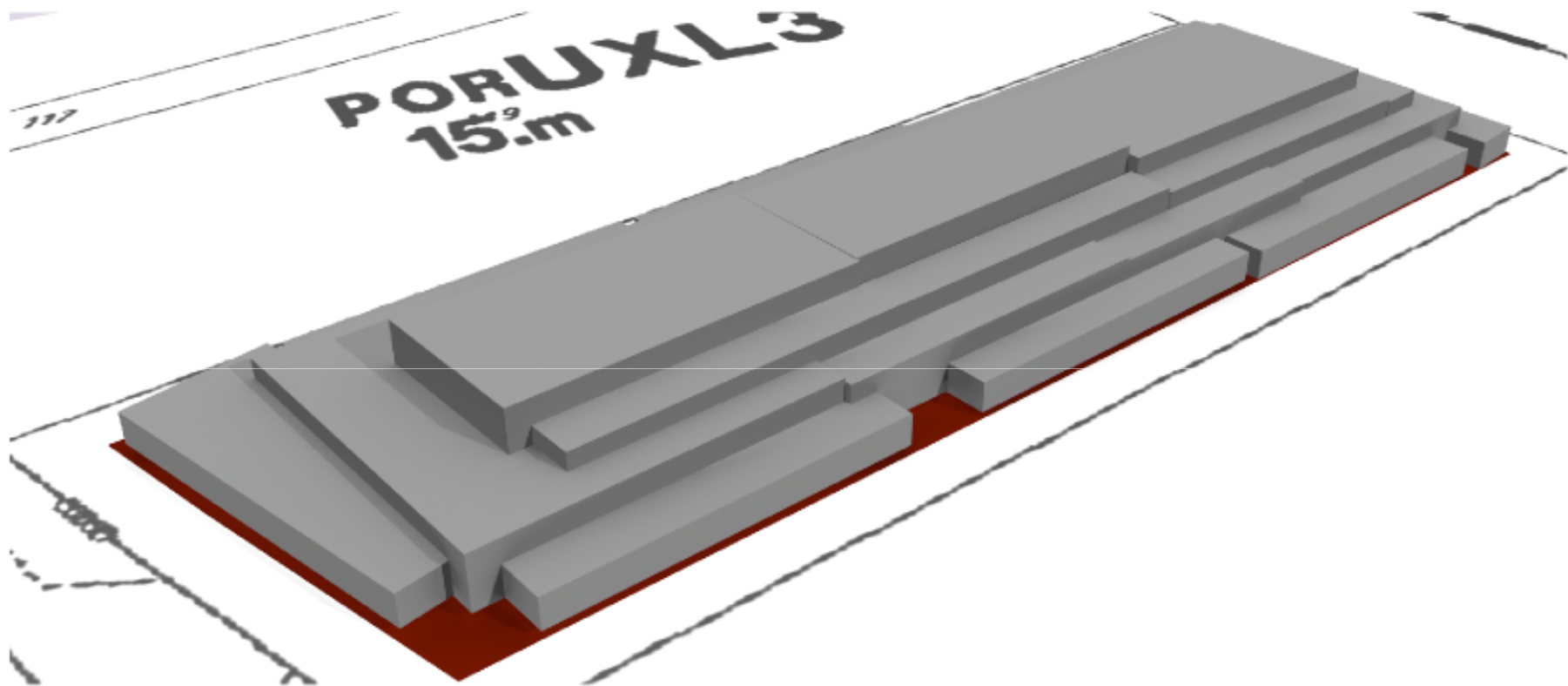
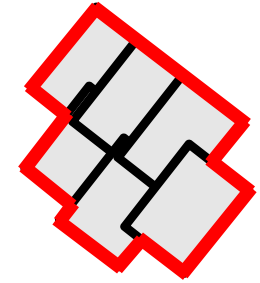
21805



20



1 975 000  
itérations

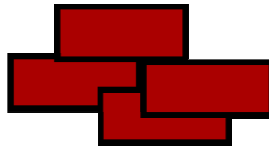


# Expérimentations

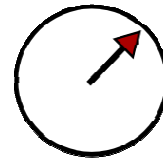
- Simulation de plusieurs bâtiments



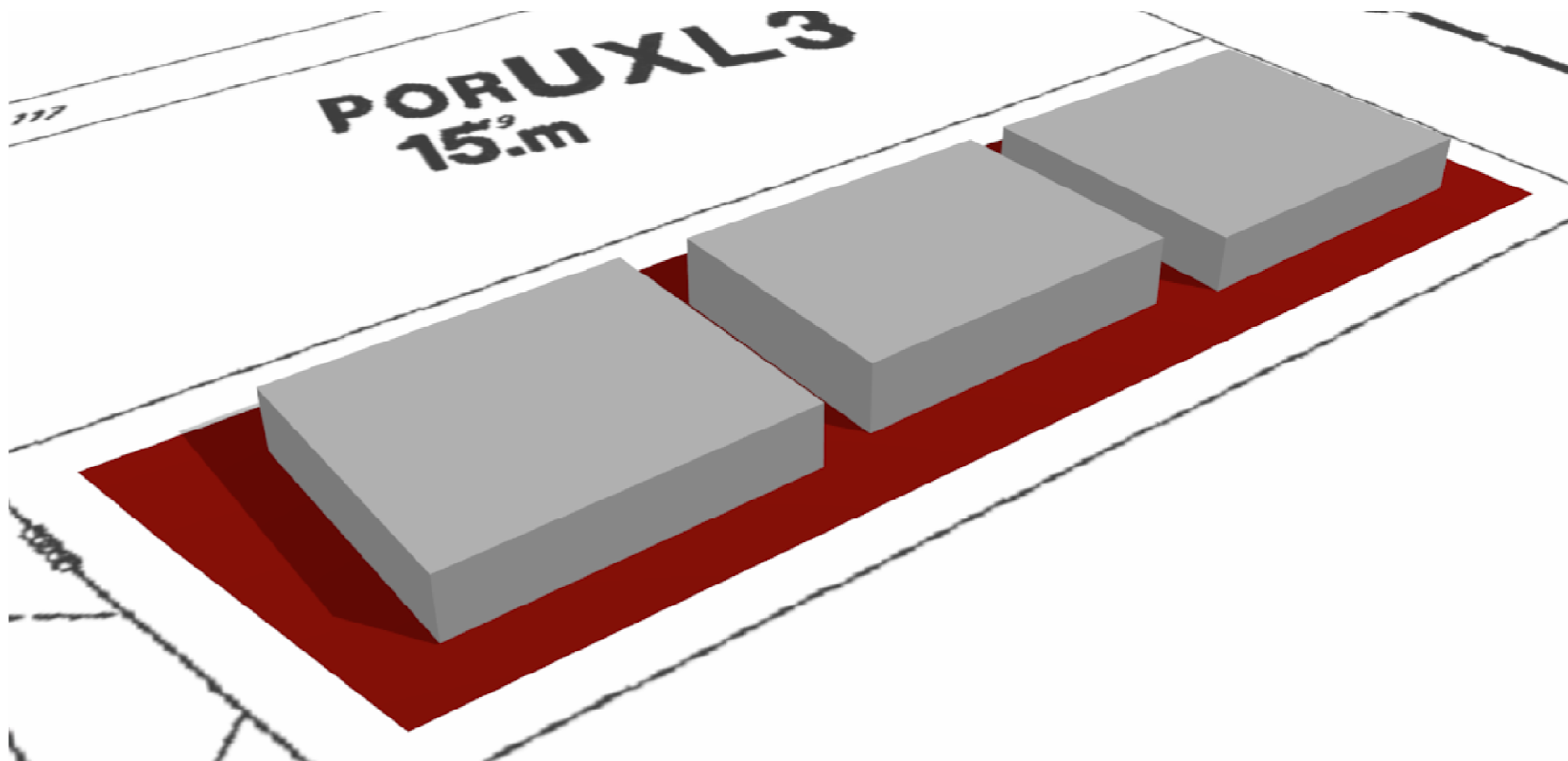
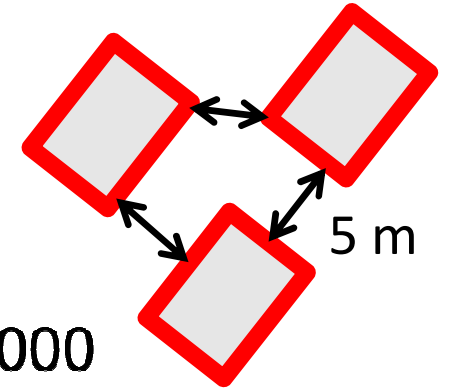
12408



3

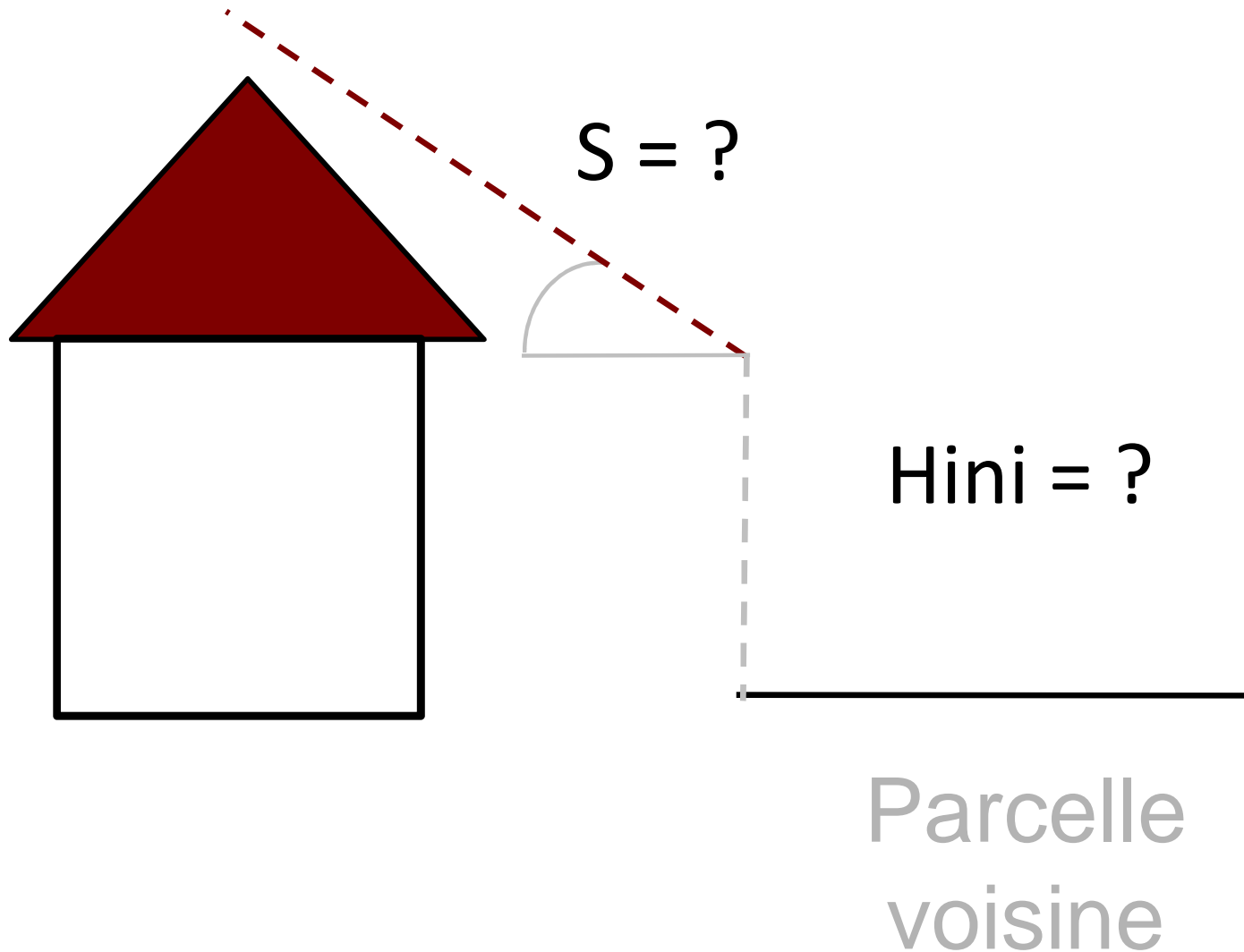


1 650 000  
itérations



# Expérimentations

- Influence de paramètres de règles sur le volume constructible sur un ensemble de parcelles (Zone UB14 Strasbourg)



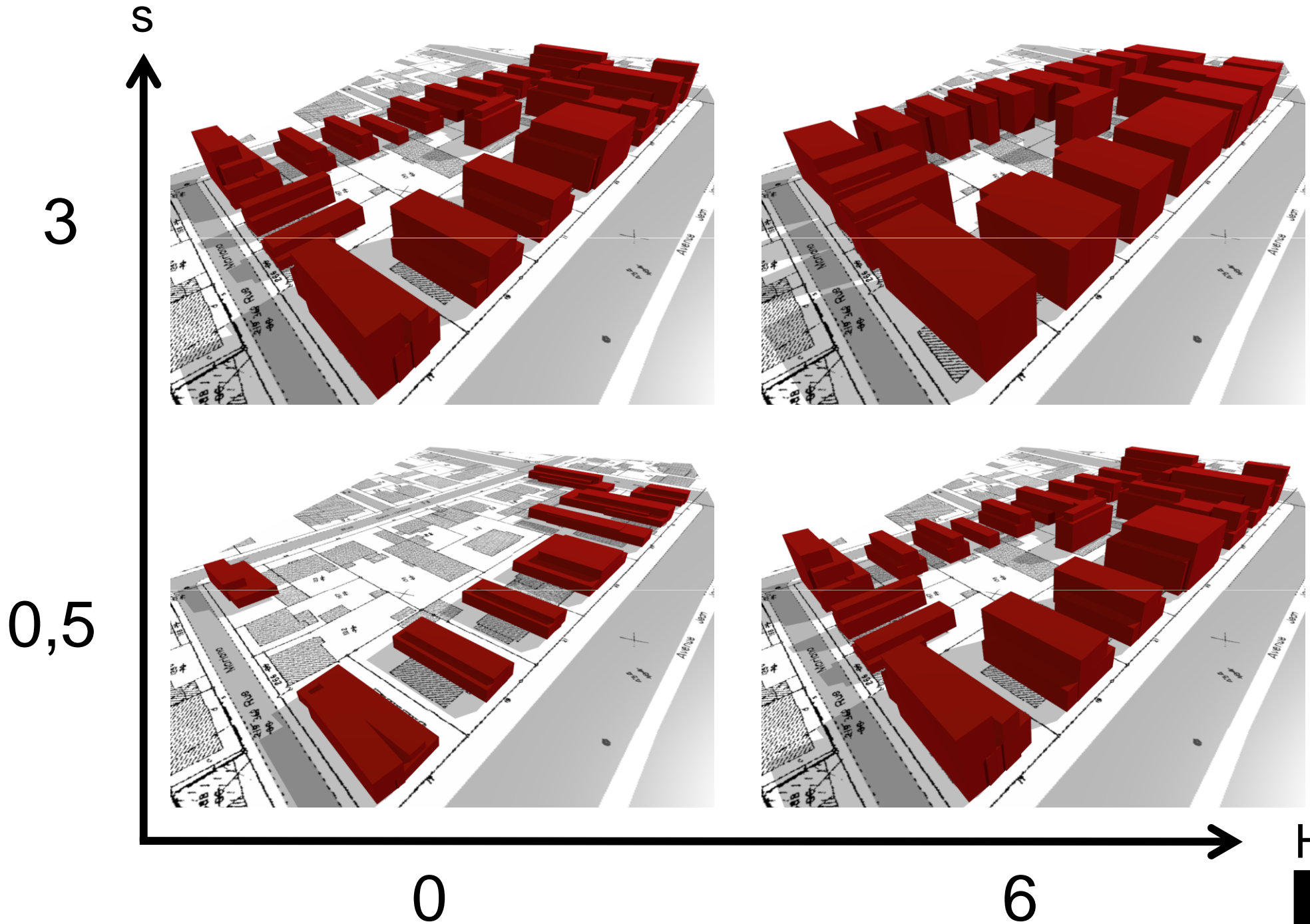


# Expérimentations

- Influence de paramètres de règles sur le volume constructible sur un ensemble de parcelles (Zone UB14 Strasbourg)

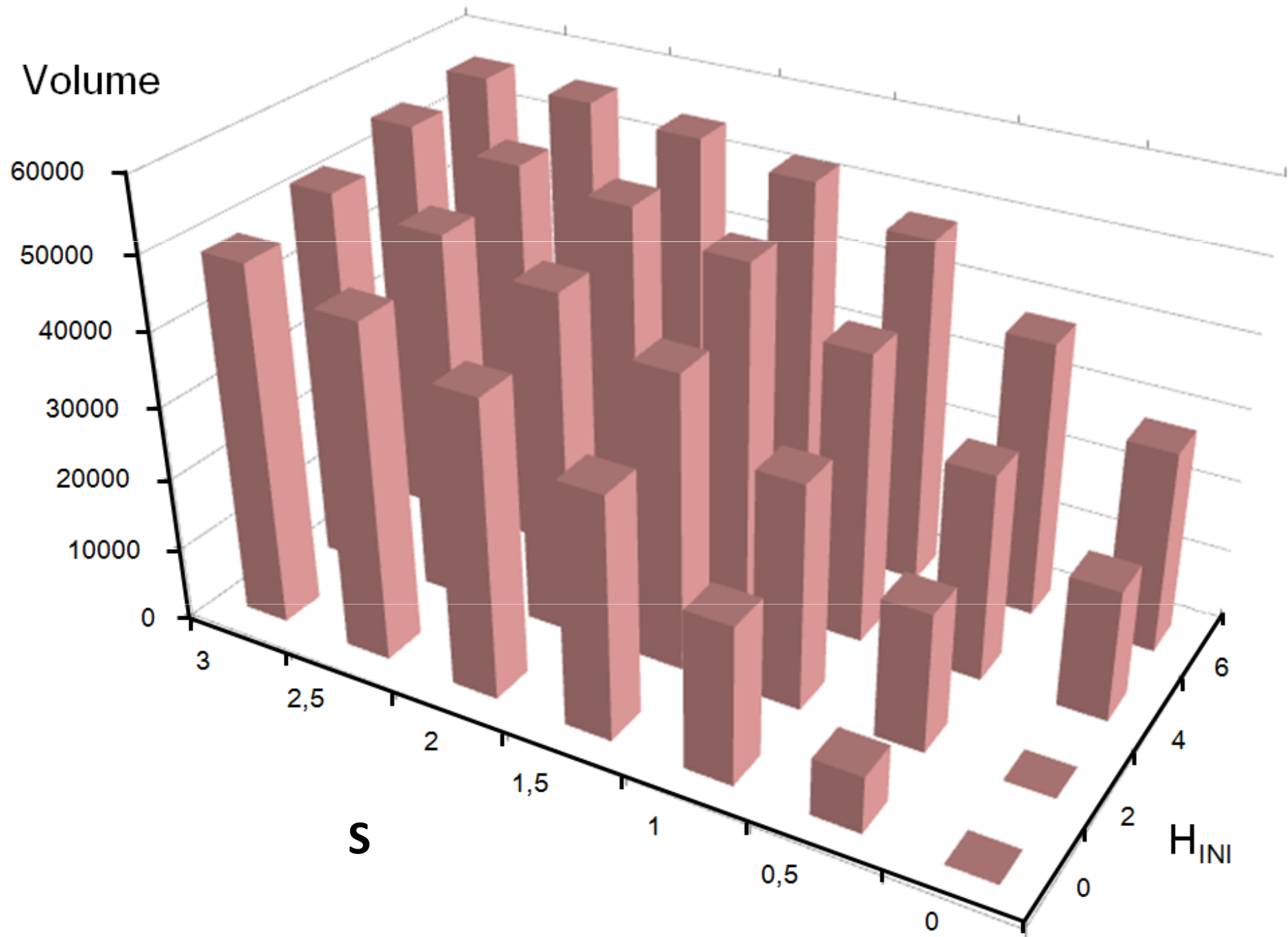


# Expérimentations

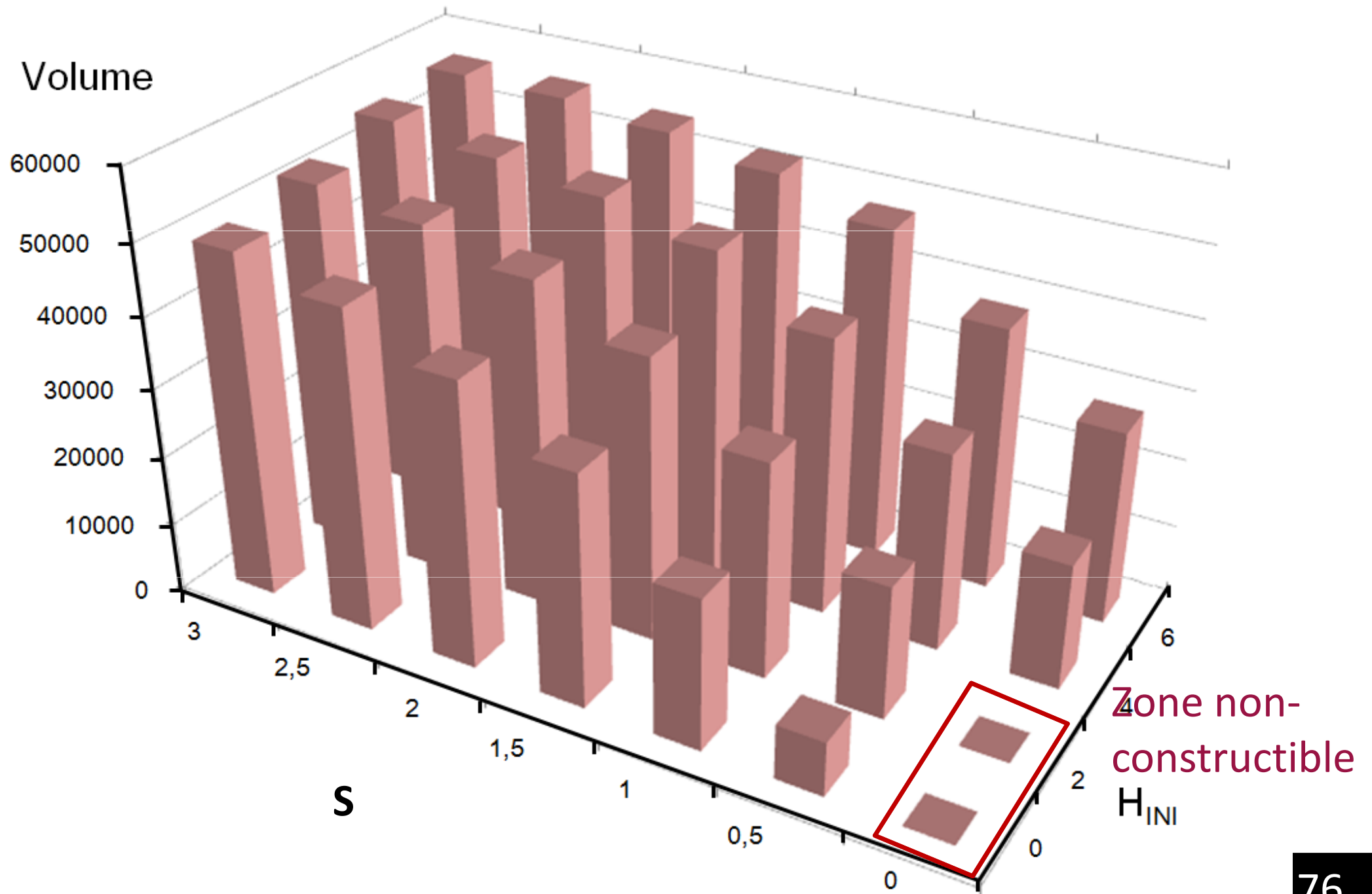


Hini

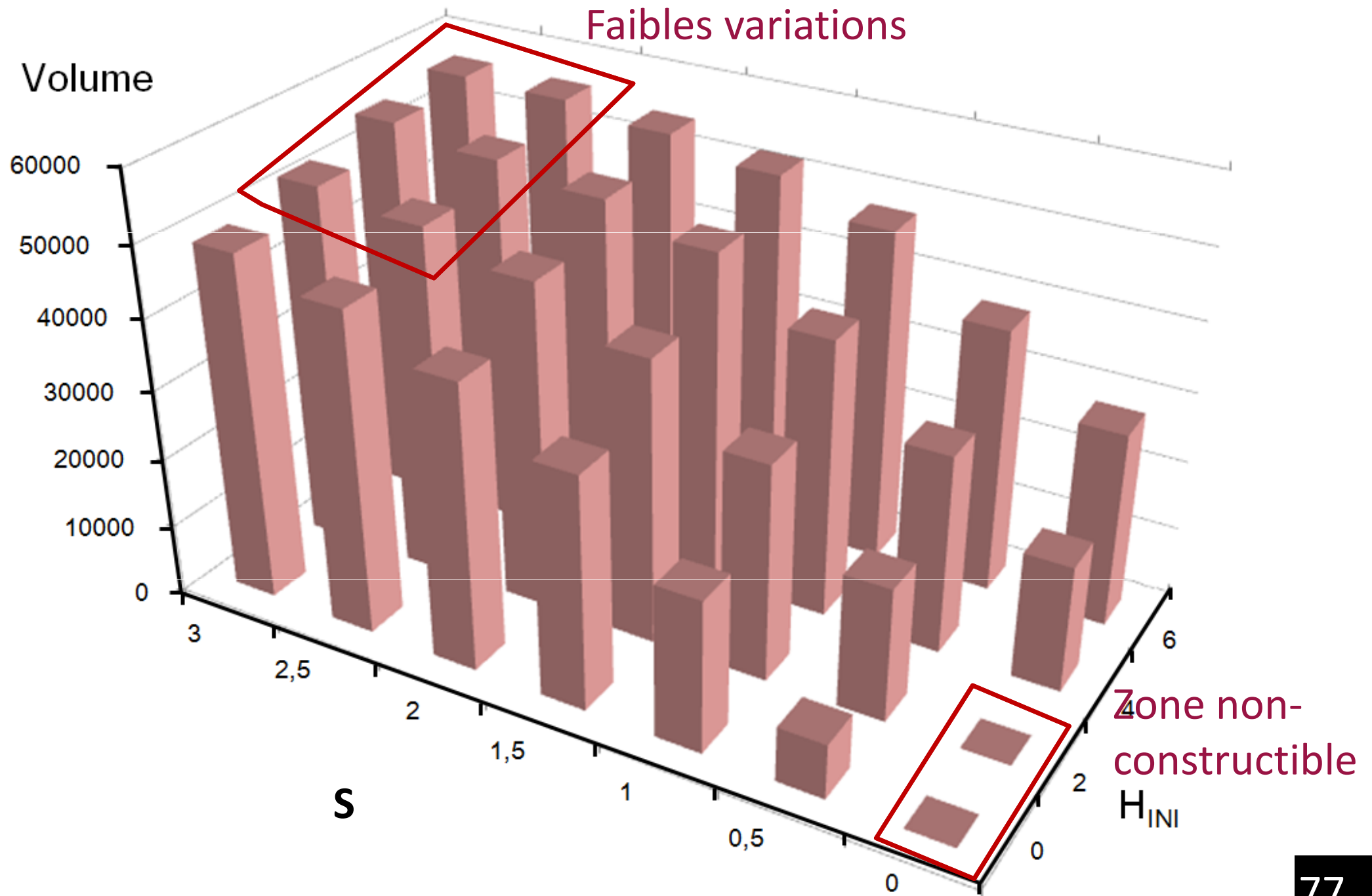
# Expérimentations

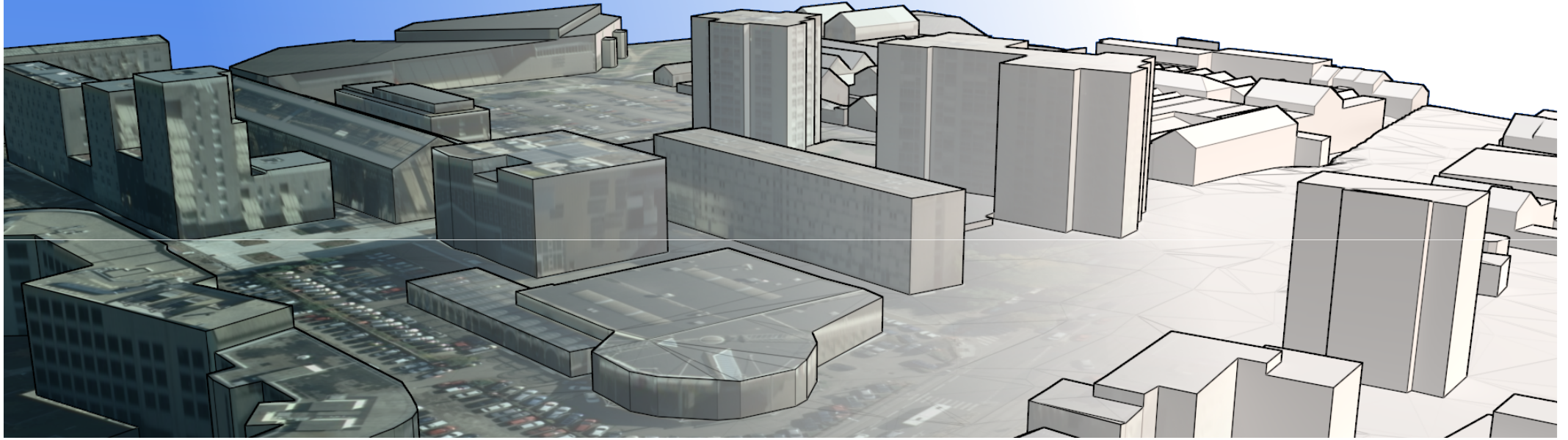


# Expérimentations



# Expérimentations

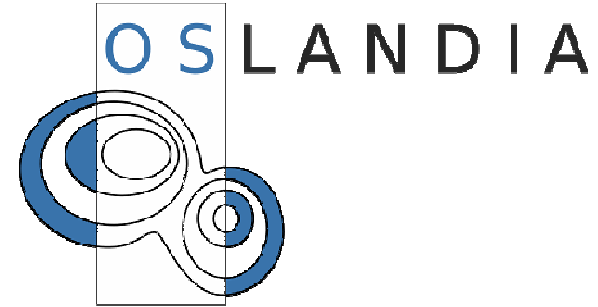




# CONCLUSION

- **Nos apports :**
  - Formalisation du règlement d'urbanisme
    - Méthode générique et extensible
    - Vérification du respect de règles d'urbanisme
  - Processus d'intégration et d'enrichissement des données géographiques 3D
    - Méthodes géométriques 2D et 3D
  - Méthode de génération de bâtiments basé sur un processus d'optimisation sous contraintes
    - Adaptation de la méthode de recuit simulé à notre problème
  - Prototypage basé sur des bibliothèques Open-Source

- **Projet FEDER e-PLU**



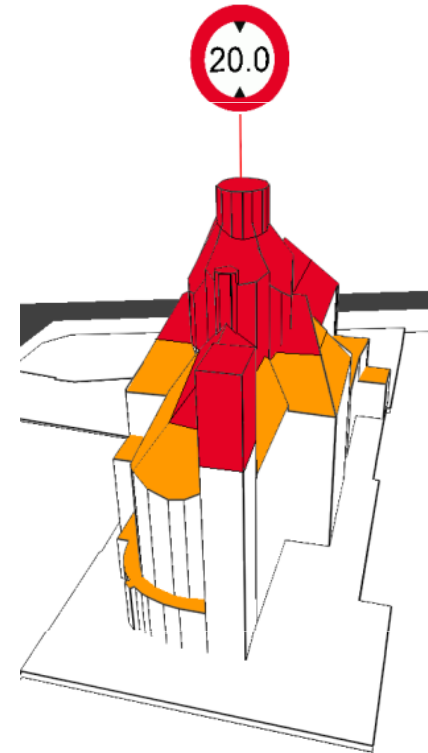
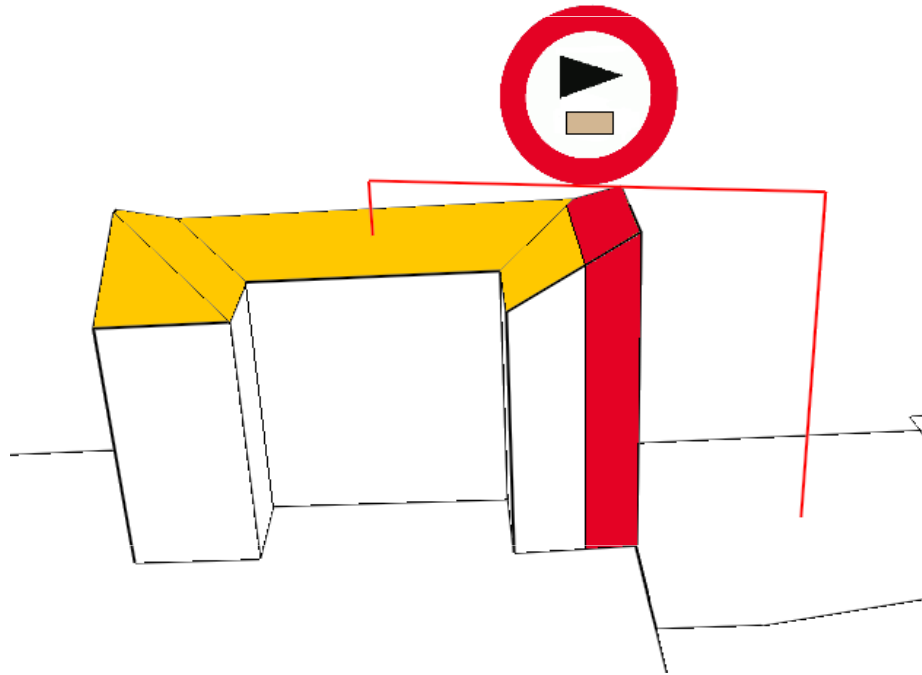
- **Conception d'une plate-forme opérationnelle d'ingénierie territoriale**
  - Module d'évaluation des droits à bâtir
- **Expérimentations en lien avec la Plaine Commune**
  - Validation thématique des constructions générées
  - Présentation des résultats





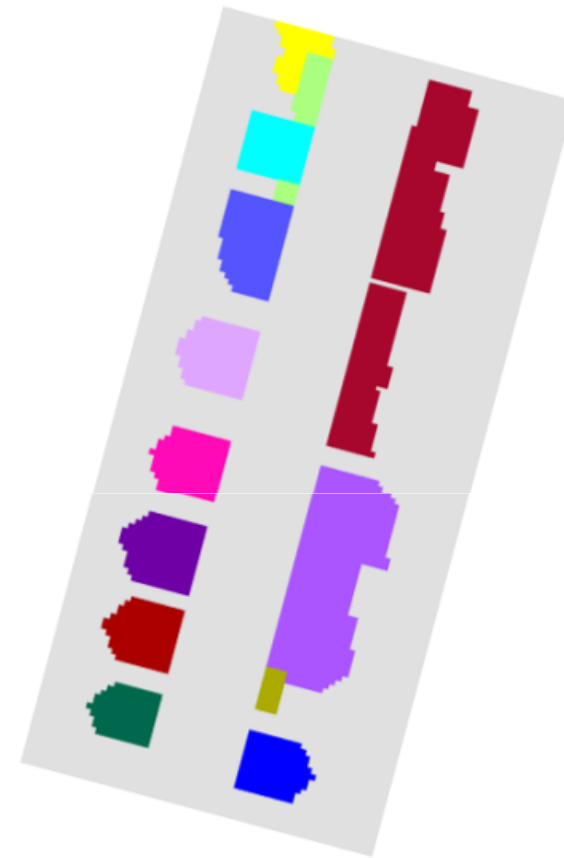
# Perspectives

- Vérification des règles
  - Indication des objets ne respectant pas les règles



# Perspectives

- Vérification des règles
  - Indication des objets ne respectant pas les règles
  - Prise en compte d'autres éléments réglementaires



[Stage Marina Fund, 2012]

# Perspectives

- Génération de bâtiments
  - Temps d'exécution

# Perspectives

- Génération de bâtiments
  - Temps d'exécution
  - Autres objets géographiques

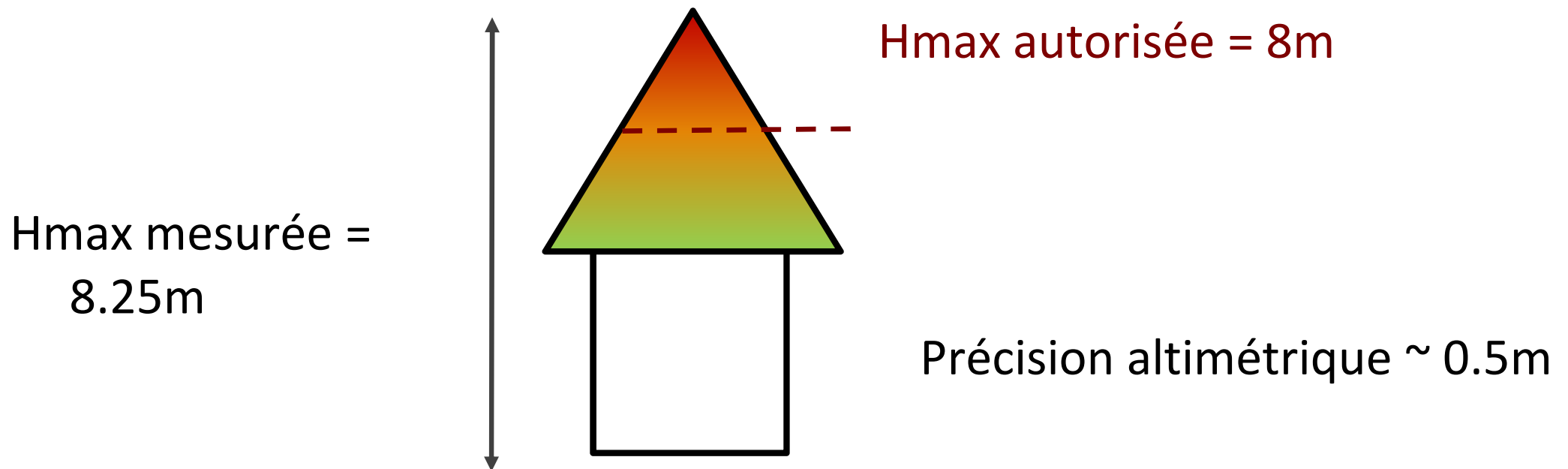


# Perspectives

- Génération de bâtiments

- Temps d'exécution
- Autres objets géographiques
- Prise en compte des incertitudes

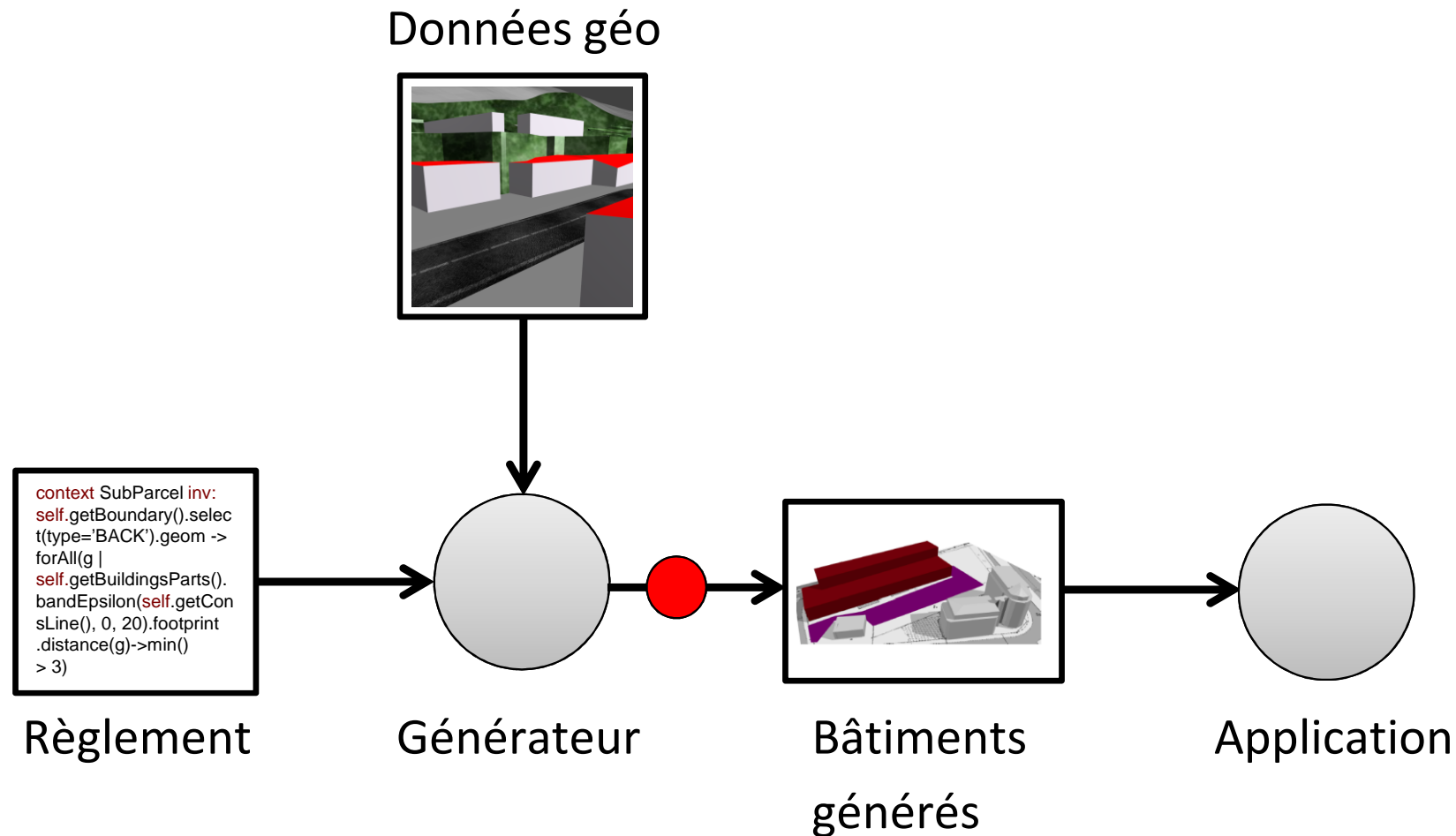
[Post-Doc Shuang He]



Ce bâtiment respecte-il la contrainte de hauteur maximale ?

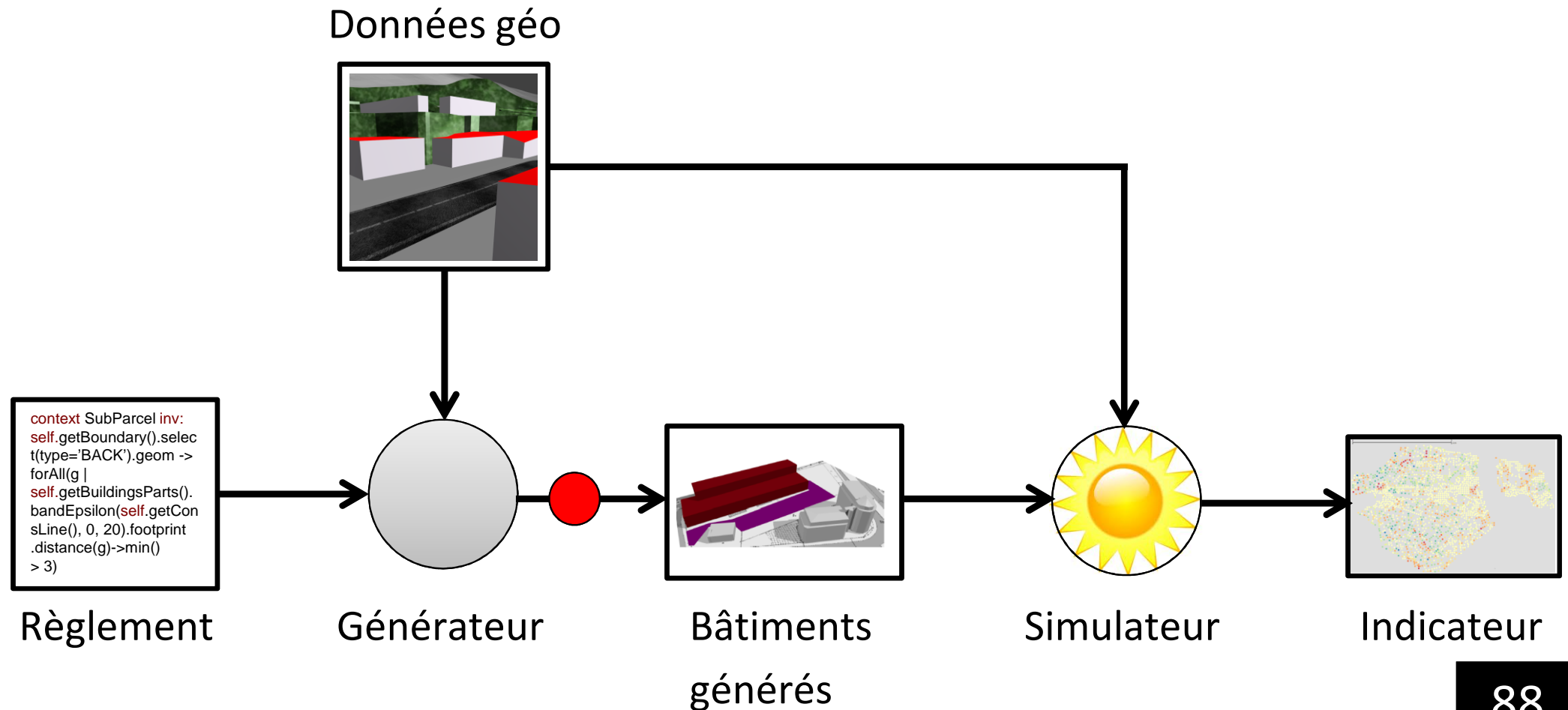
# Perspectives

- Usages du générateur
  - Post-traitement des données



# Perspectives

- Usages du générateur
  - Post-traitement des données
  - Simulateurs de phénomènes urbains





# Perspectives

- Usages du générateur
  - Post-traitement des données
  - Simulateurs de phénomènes urbains
  - « Problème inverse »



# Perspectives

- Usages du générateur
  - Post-traitement des données
  - Simulateurs de phénomènes urbains
  - « Problème inverse »

