

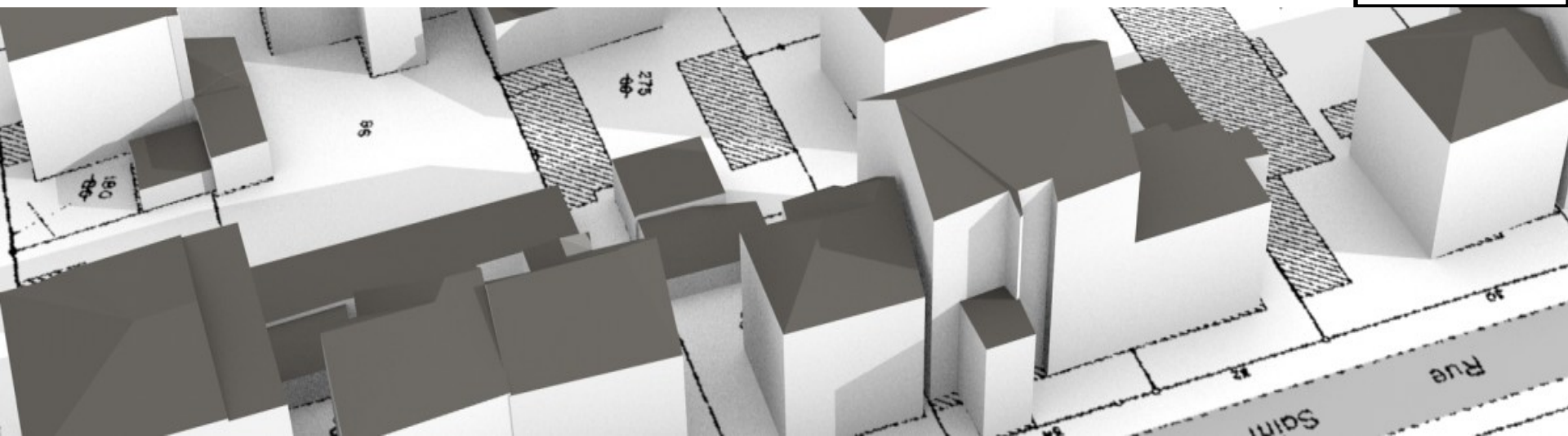
Les données géographiques 3D pour simuler l'impact de la réglementation urbaine sur la morphologie du bâti.

Mickaël Brasebin

Encadrement :

Julien Perret, Sébastien Mustière (COGIT)

Christiane Weber (LIVE)



- Développement territorial à travers de nombreux plans
 - Schémas de cohérence territoriale (SCOT),
 - Plans locaux d'urbanisme (PLU),
 - Plans de déplacements urbains (PDU).
- ... qui contiennent des informations spatialisables
 - PLU :
 - Droit à bâtir,
 - Définit des règles 3D sur la morphologie du bâti,
 - Élaboré en concertation avec le citoyen.

- **Citoyen :**

- Qu'est ce que le PLU permet de construire ?

- Propriété
- Quartier

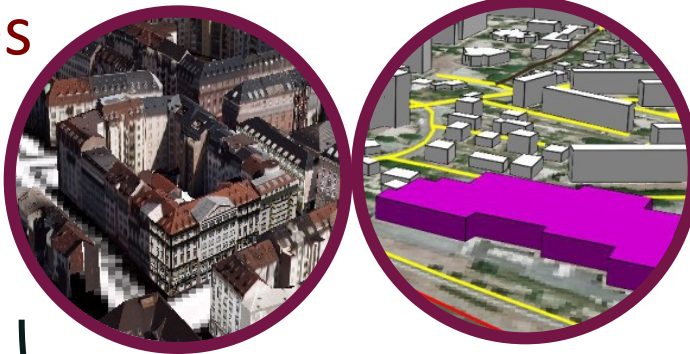
- **Agence d'urbanisme :**

- Le PLU est il en cohérence avec le SCOT ?

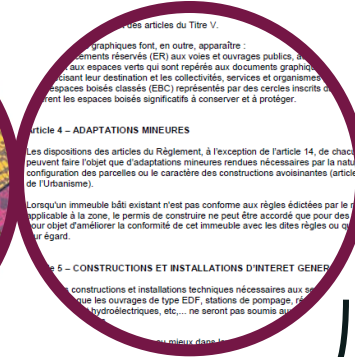
- **Difficultés :**

- Compréhension de la réglementation,
- Représentation des formes potentiellement produites.

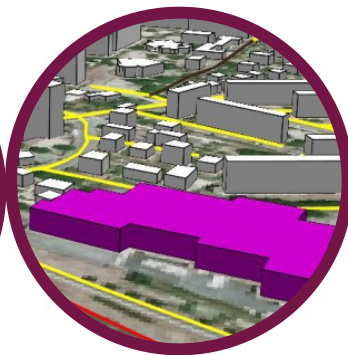
Données 3D



PLU



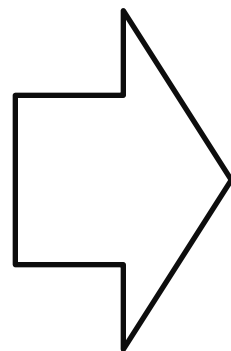
Données
3D



PLU



Stratégie



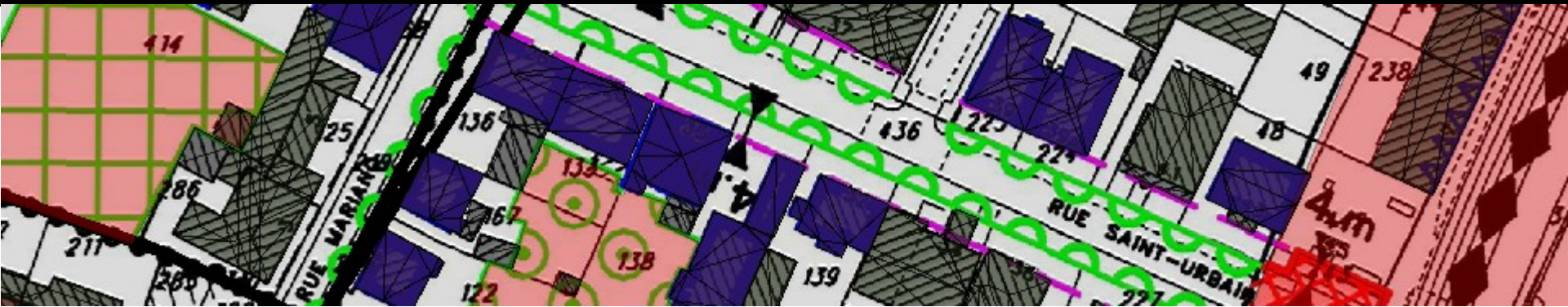
Proposition de bâtiments

Objectif : évaluer l'impact des droits à bâtir

- Un modèle pour représenter les connaissances des PLU
 - Objets géographiques,
 - Règles d'urbanisme.

- Une approche pour exploiter ces connaissances
 - Implantation de bâtiments.

- Cas d'application



MODÉLISER LES CONNAISSANCES

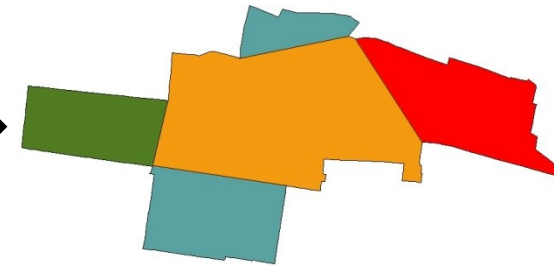
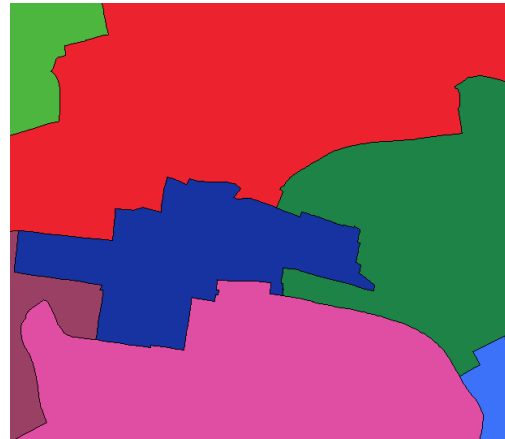
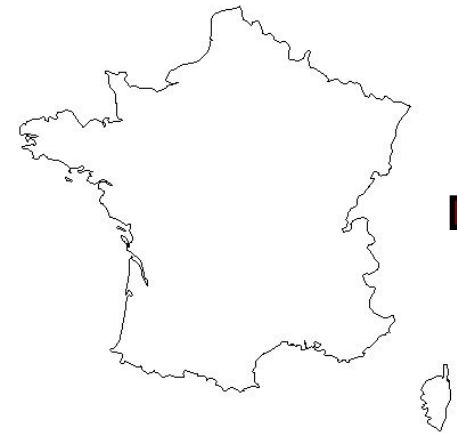
Modélisation de l'environnement géographique
Formalisation des règles d'urbanisme

Qu'est ce qu'un PLU ?

France

Commune ou EPCI

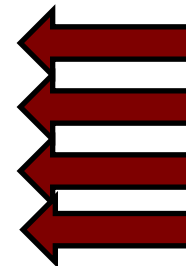
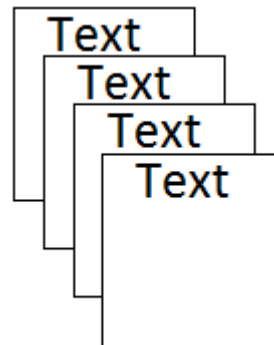
Zones



14 règles d'intitulés standards

Texte réglementaire

Types



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

- POS/PLU

- 14 articles pour régir les droits à bâtir

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

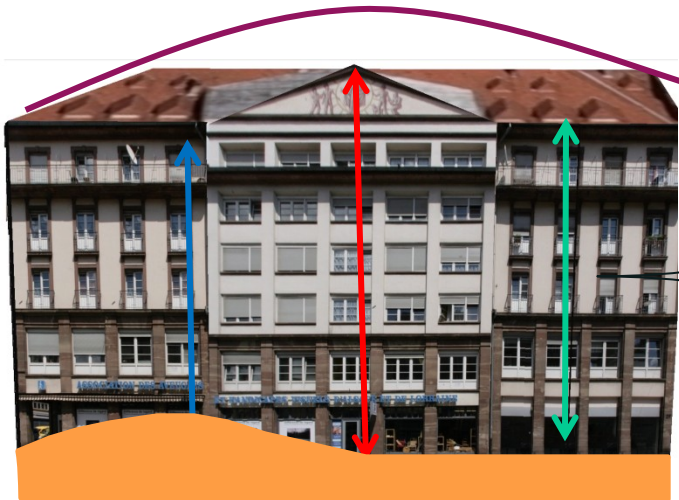
Articles 9, 14 : Ratio d'occupation du sol

Article 11 : Aspect extérieur

- Prescriptions graphiques

- Servitudes de vue,
 - Cohérence du tissu

- Seul le titre est standardisé
 - Article #10 : Hauteur maximale des bâtiments



Terrain

- Nombre d'étages
- Hauteur faitage
- Hauteur maximale par rapport au plus haut point du terrain
- Hauteur par rapport à la gouttière
- Selon un plan de masse

- **Objectif :**

- Lister les objets géographiques, les propriétés et les relations permettant d'exprimer les règles d'urbanisme

- **Sélection :**

- Formes les plus courantes de règles concernant le bâti,
- Informations disponibles dans les données ou calculables.

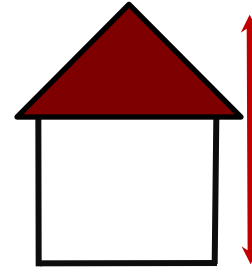
- Considérons une règle d'un PLU :
« Si la parcelle est bordée par une route de largeur supérieure à 6m alors une hauteur maximale de 12 m devra être respectée »

- Considérons une règle d'un PLU :
« Si la **parcelle** est **bordée** par une **route** de **largeur** supérieure à 6m alors une **hauteur maximale** de 12 m devra être respectée»

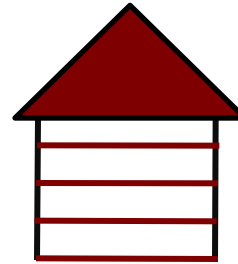
En rouge, les **objets géographiques**, en bleu, les **propriétés** et en vert les **relations**

- Résultats :
 - 100 concepts
 - 30 relations et propriétés
- Modèle de données basé sur :
 - CityGML,
 - Inspire Parcelle & LandUse,
 - CNIG – COVADIS prescriptions.

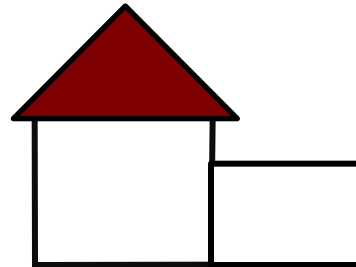
Hauteur maximale



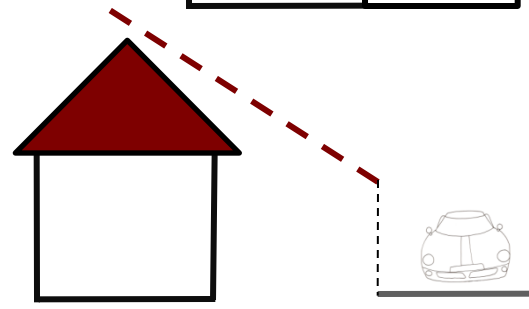
Surface de plancher



Adjacence



Prospect



Propriétés

Relations

- **Formalisation des règles au format OCL :**
 - Langage normalisé de contraintes,
 - Réutilisation de toutes les informations du modèle

- Formalisation des règles au format OCL :
 - « Si la **parcelle** est **bordée** par une **route** de **largeur** supérieure à 6m alors une **hauteur maximale** de 12 m devra être respectée»
- Traduction en OCL :

context **Parcelle** inv

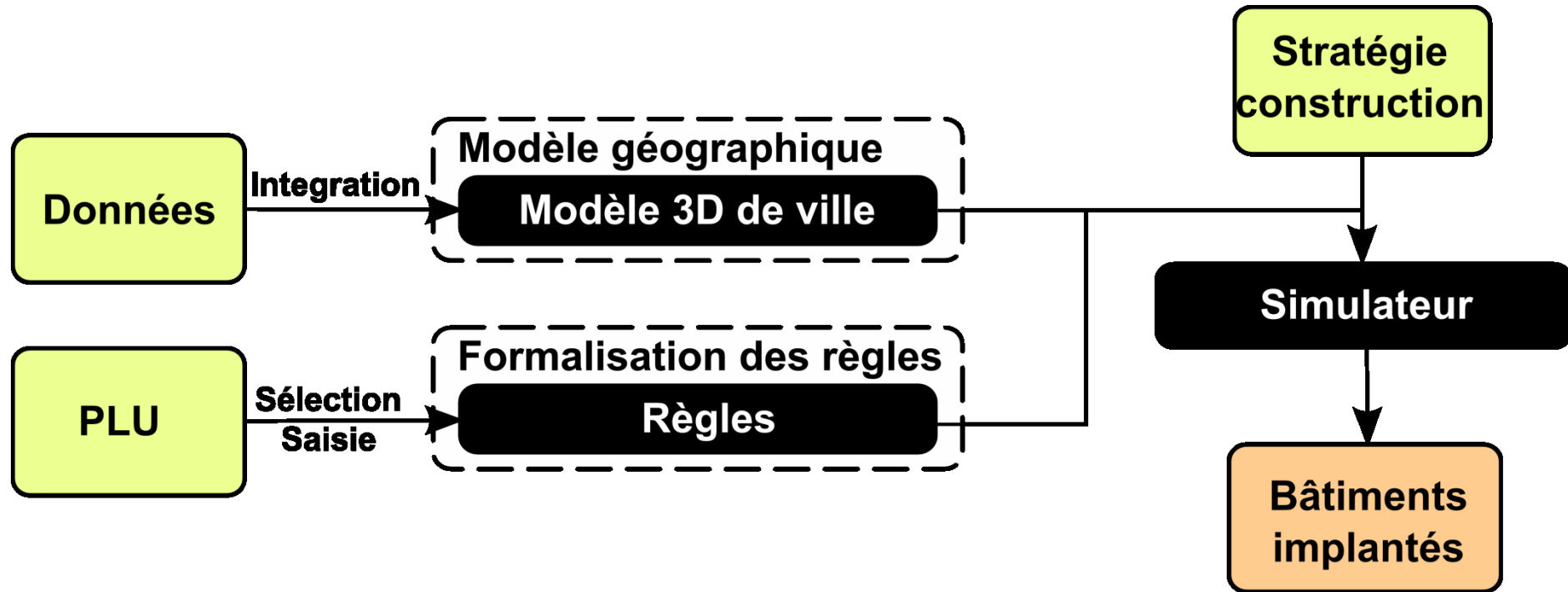
(not bordures->**objetsBordant**()-> select(object | **estRoute**
and **largeur** >6).isEmpty()) implies

self.**batiments**->**hauteurMax**() < 12m



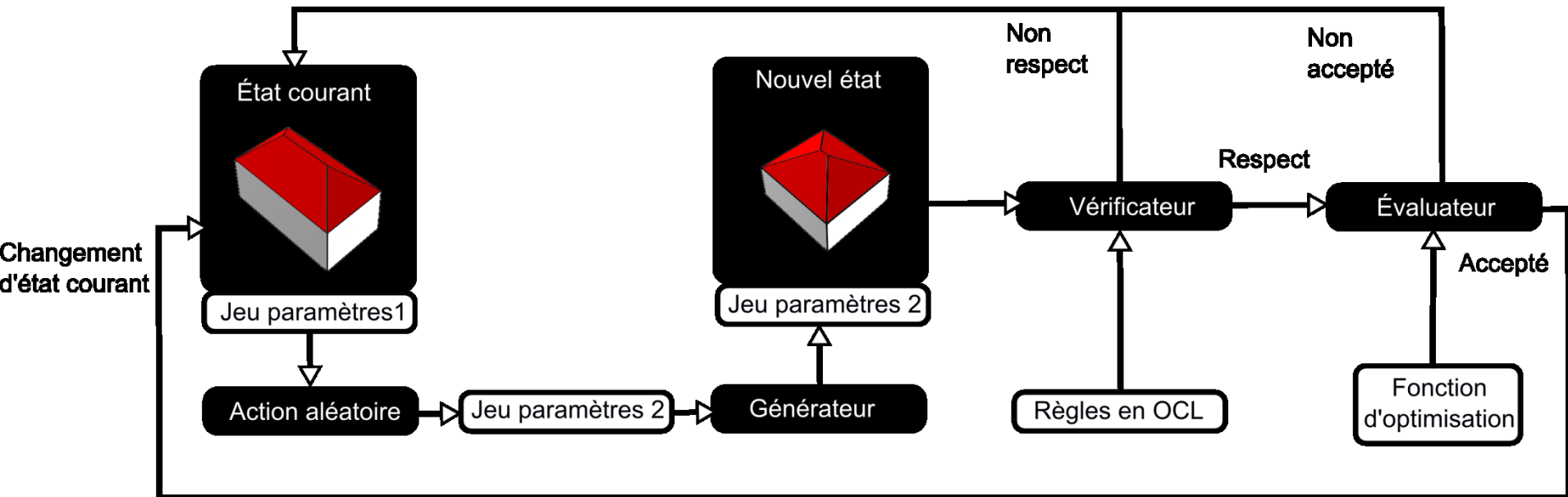
EXPLOITER LES CONNAISSANCES

Génération de bâtiments à partir de scénarios



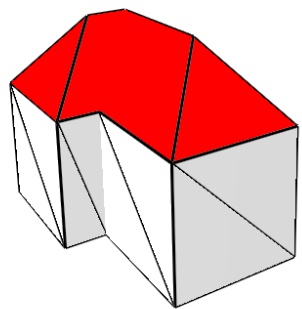
- Proposition d'une méthode générique
- Hypothèse
 - L'agent cherche à optimiser des critères
- Stratégie de construction
 - Résolution de problème d'optimisation sous contraintes
- Contraintes
 - Règlement d'urbanisme,
 - Pratiques de construction
- Critères d'optimisation
 - Indicateurs à maximiser

- Meta-heuristique locale

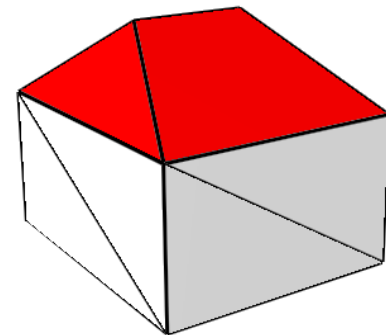
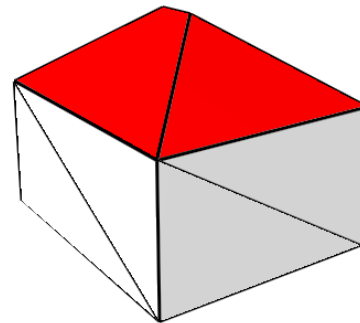
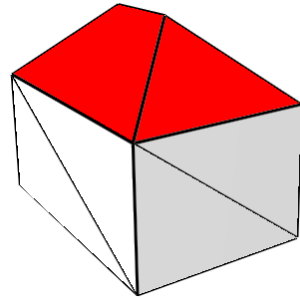


- **Actions :**

- Choisir une forme,
- Déterminer le volume,
- Fixer une position,
- Proposer une orientation.

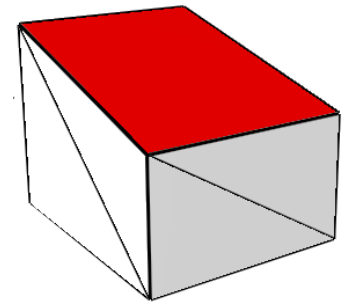


Forme rectangle

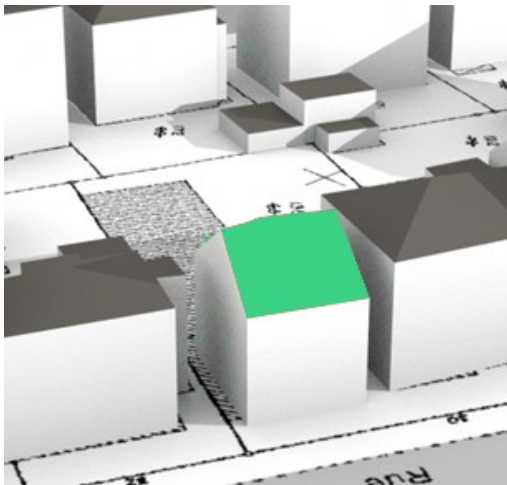


Rotation

Toit appentis

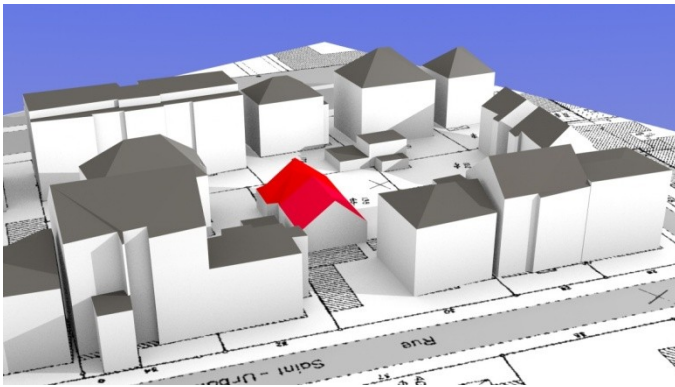


- **Interprétation des expressions OCL**
 - Opérateurs spatiaux pour exprimer les informations nécessaires.
- **Difficultés**
 - Informations lacunaires,
 - Concepts imprécis ou définis différemment selon le PLU.

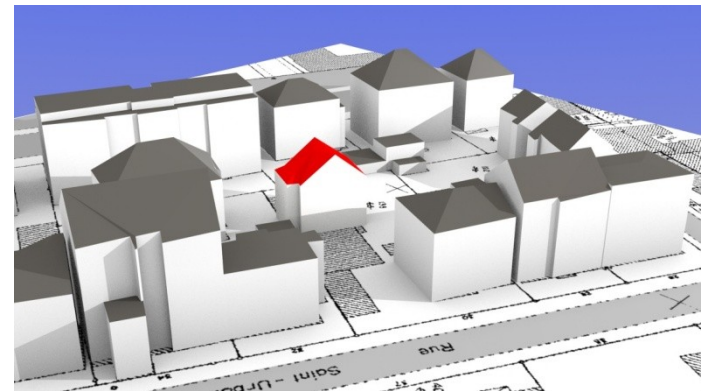


Ce bâtiment respecte toutes les règles saisies

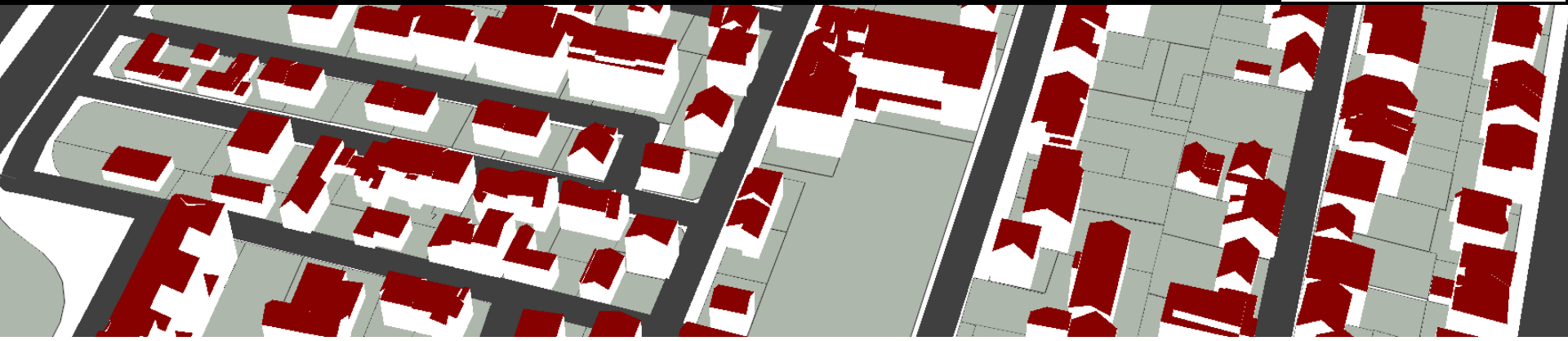
- **Pratiques de construction**
 - Limitation du domaine de paramètres à parcourir,
 - Valeurs d'indicateurs à respecter.
- **Fonction d'optimisation** – basé sur des indicateurs
 - Volume bâti : surface bâtie, surface de plancher bâti,
 - Indicateurs environnementaux : limiter la surface d'ombre sur les parcelles voisines.



Limitation à 1 plancher



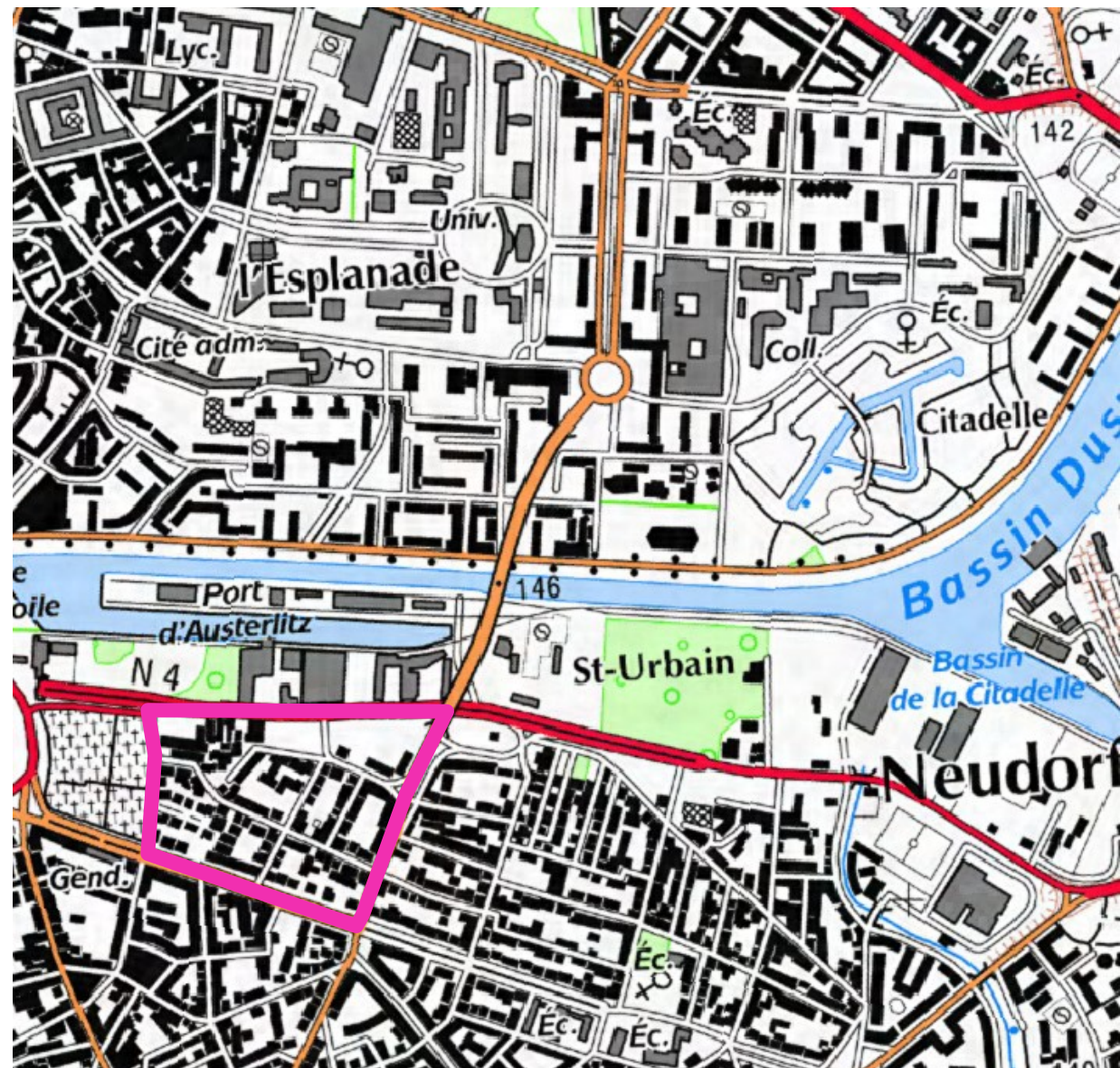
Optimiser la distance à la voirie



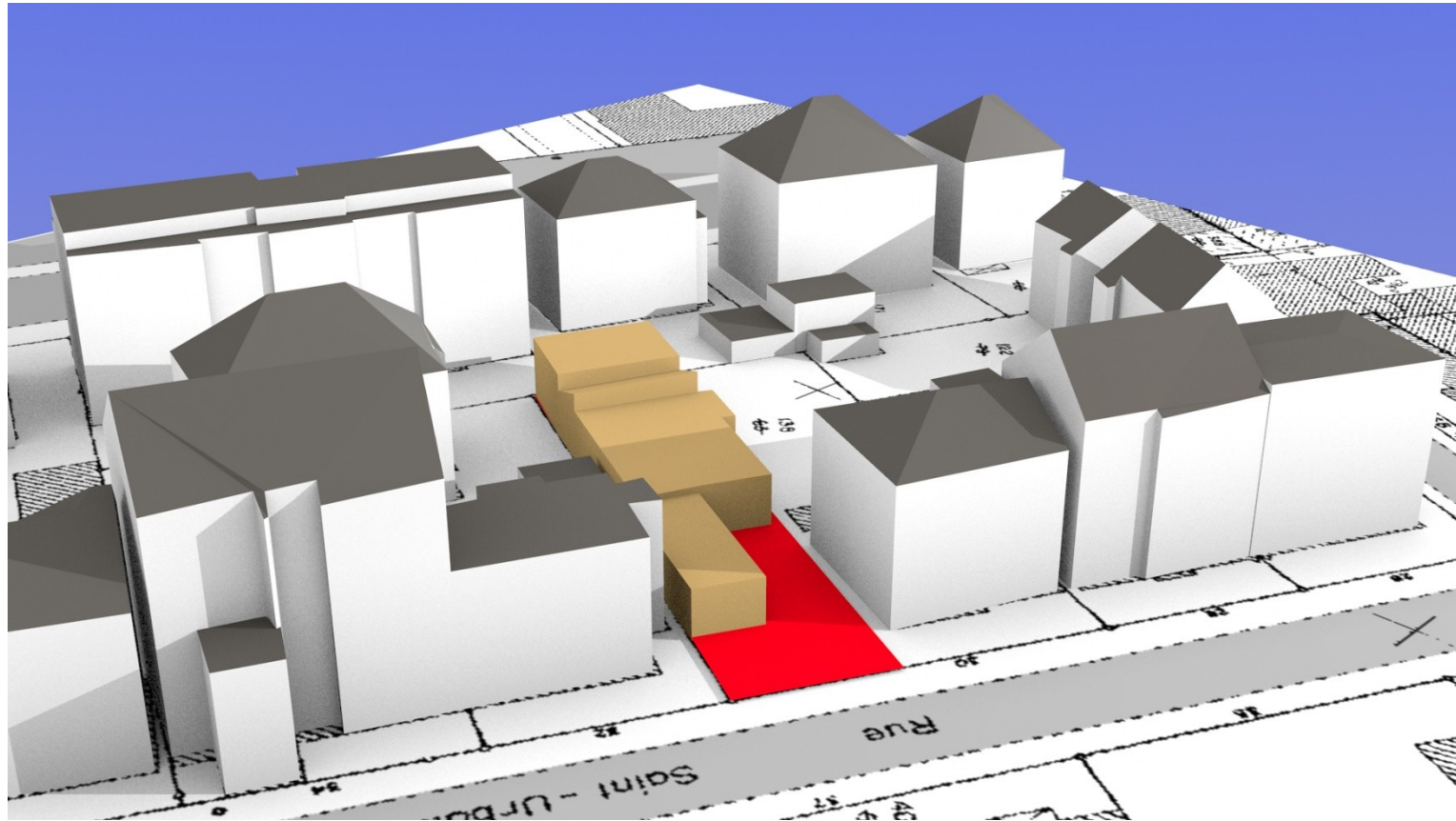
CAS D'APPLICATION

Implantation de bâtiments à Strasbourg

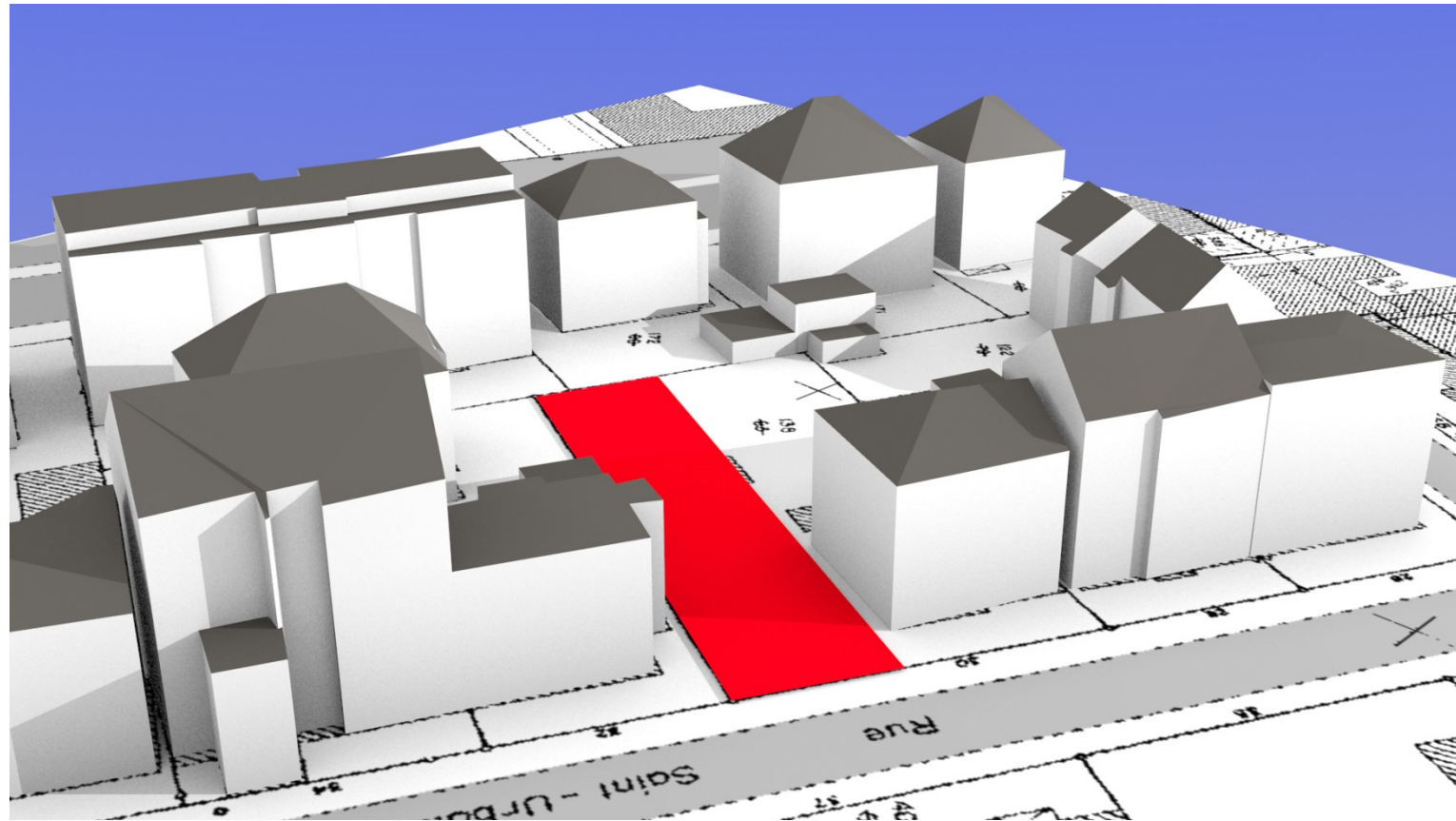
- Plate-forme : GeOxygene
- Zones de travail :
 - Strasbourg



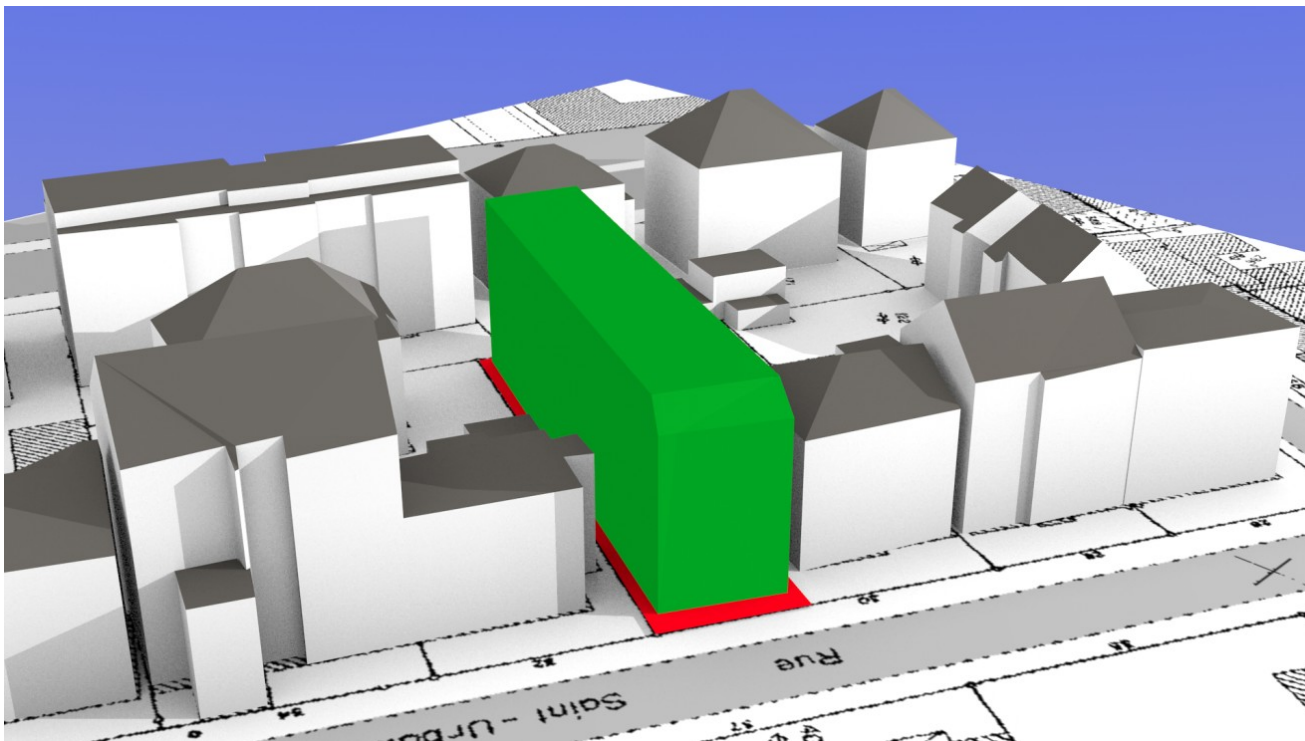
- **Scénario :**
 - Construction d'un bâtiment à la place de garages



- **Scénario :**
 - Construction d'un bâtiment à la place de garages

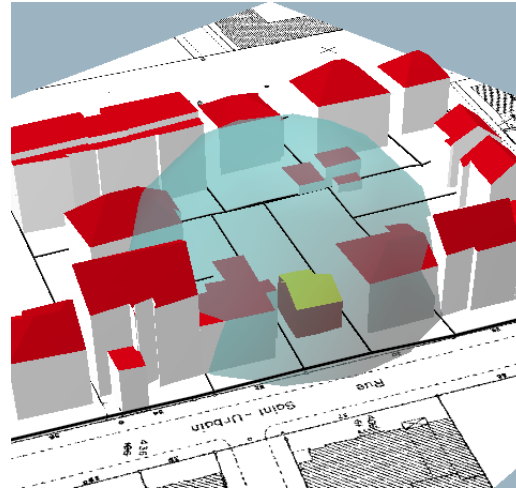


- Règles d'urbanisme de la zone
 - Dist (Batiment, Parcelle.bordure) > 1m
 - HMax(Batiment) < 15m
 - Hauteur(Batiment.points) < 8m + Dist (Batiment.points)

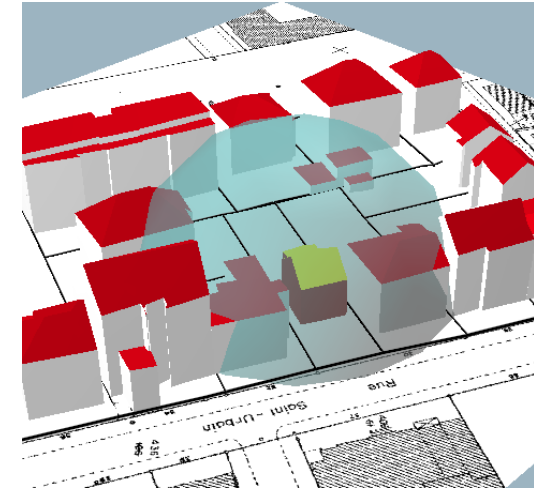


- **Type 1 :**
 - Optimisation du CES = aire bâtie/aire parcelle
 - Bâtiment L ou T dimension de 4 à 24m
 - Largeur bâtiment = longueur bâtiment,
 - Toit symétrique avec ou sans pignons,
 - Orientation parallèle à la route,
 - Hauteur faitage entre 0 et 20m
 - Proximité de la route (< 6m)

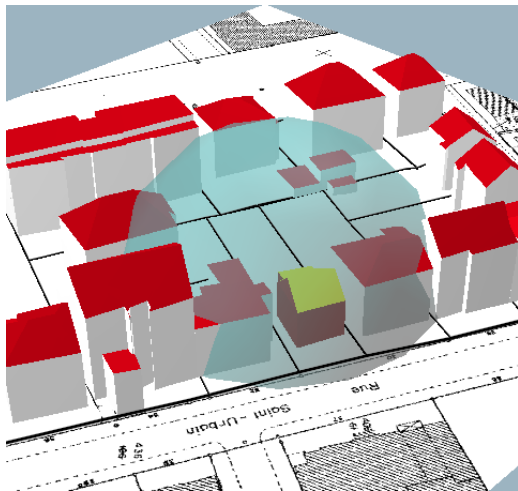
- CES de différents états



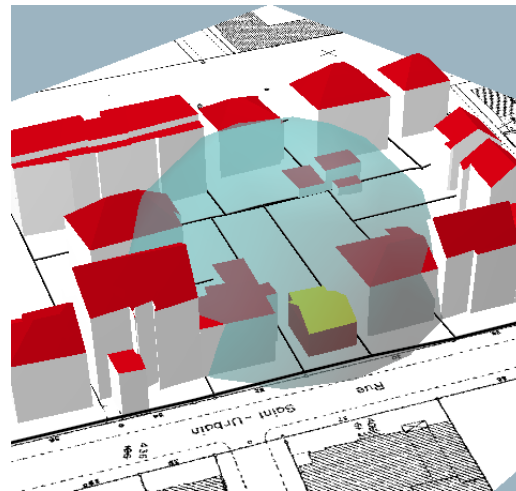
0.22



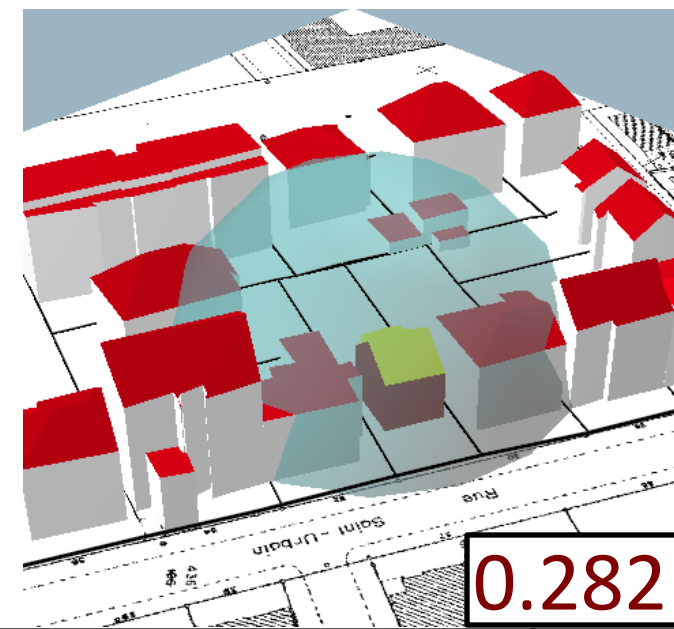
0.272



0.273

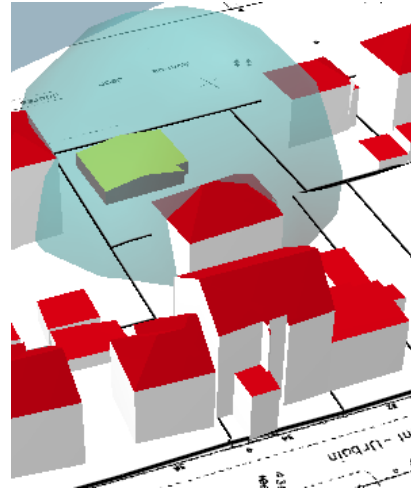


0.28

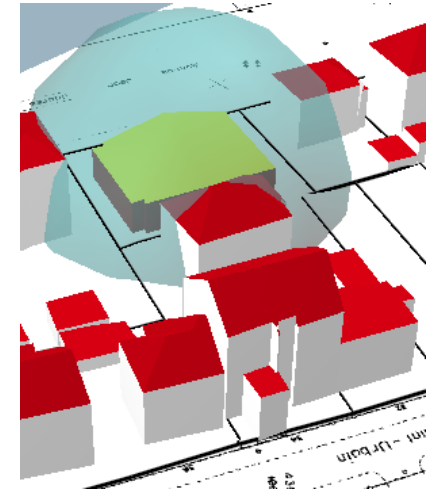


0.282

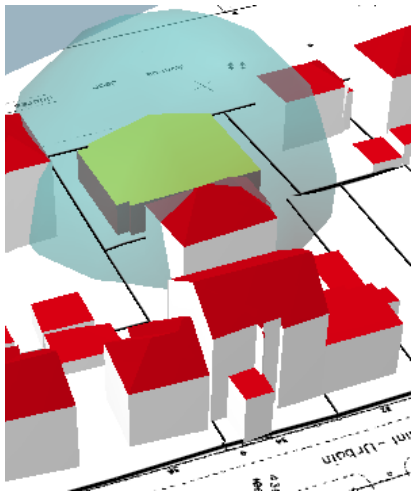
- CES de différents états



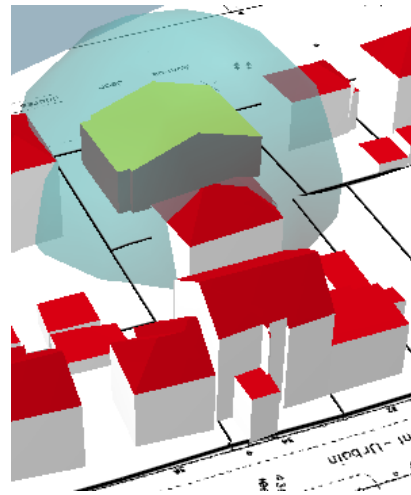
0.2



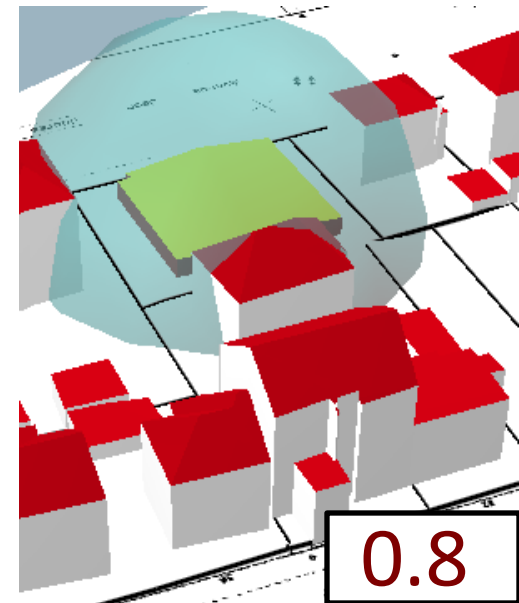
0.6



0.65



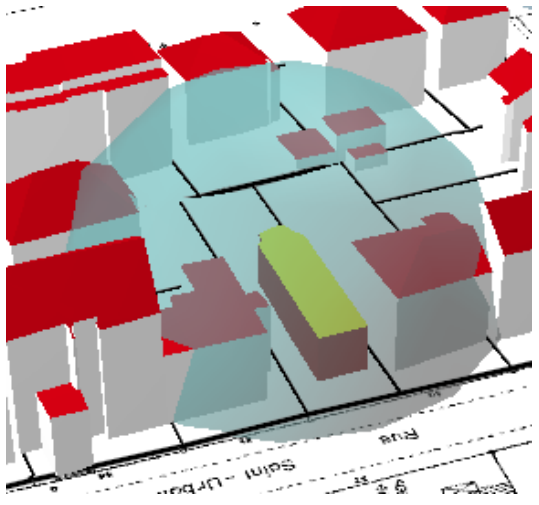
0.75



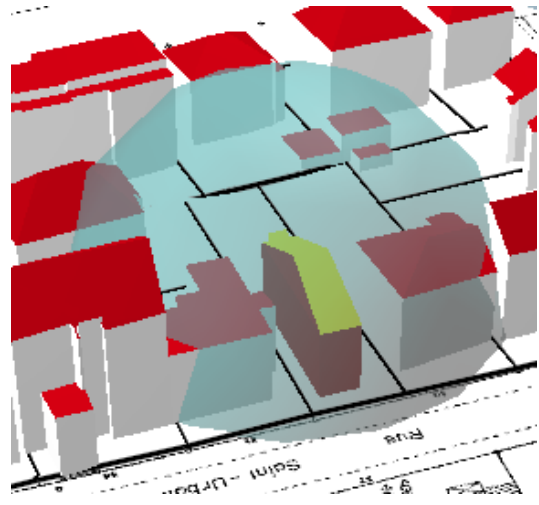
0.8

- **Type 2 :**
 - Optimisation COS = surface plancher/surface parcelle
 - CES < 0.4
 - Bâtiment L ou T dimension de 4 à 24m

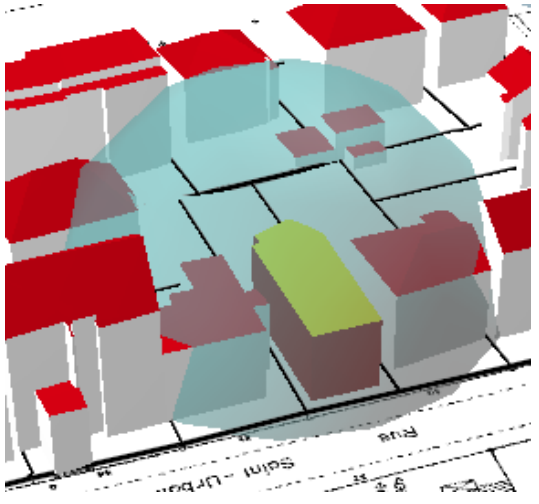
- COS de différents états



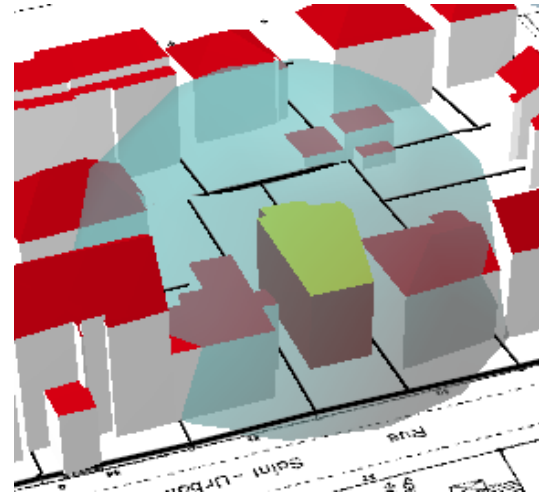
0.44



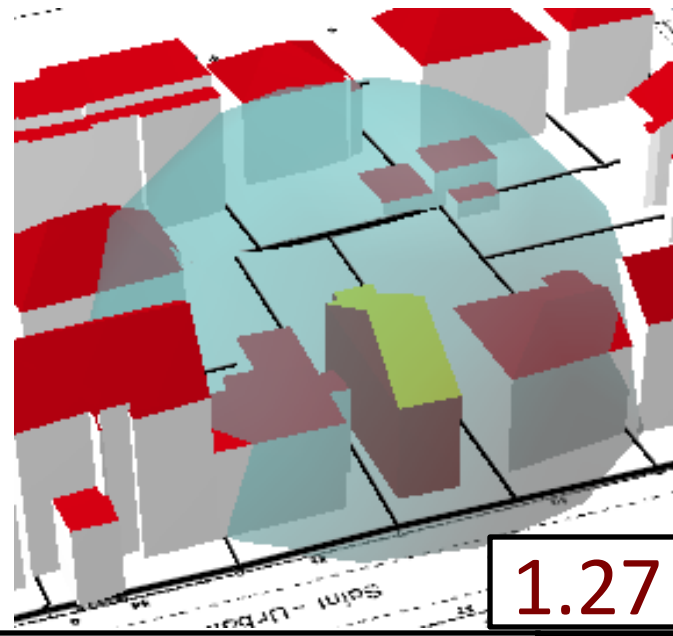
0.76



0.86

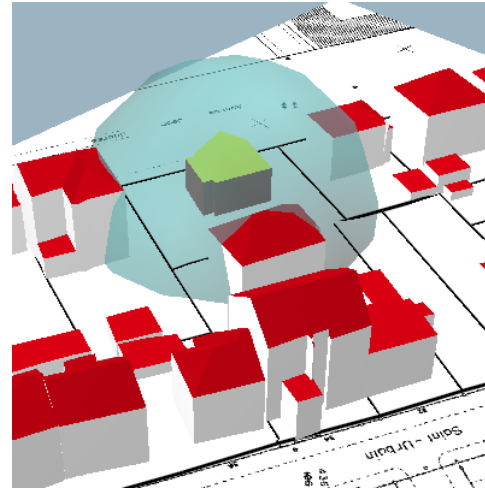


1.12

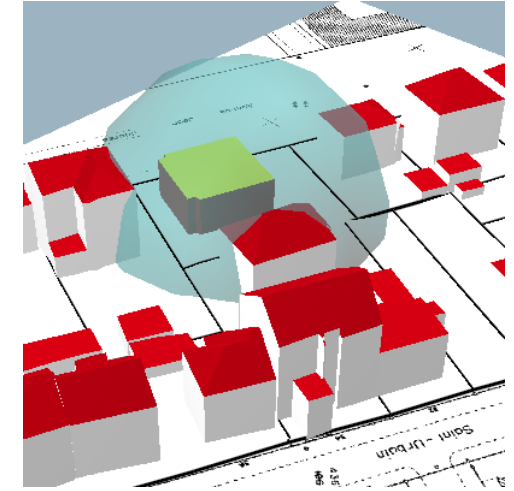


1.27

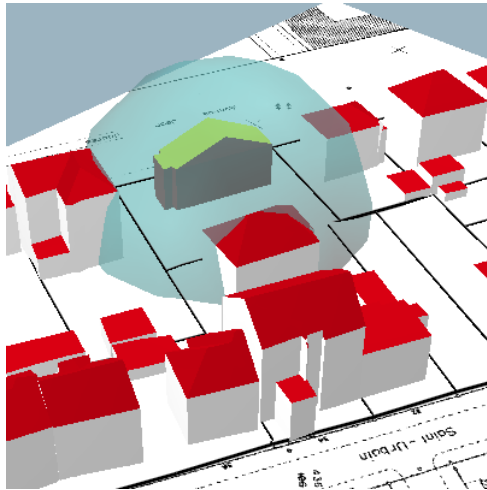
- COS de différents états



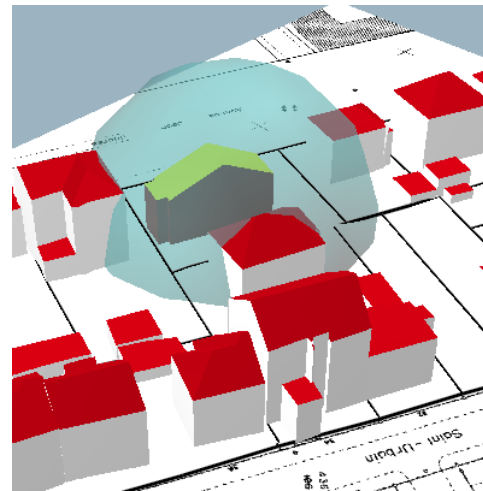
0.4



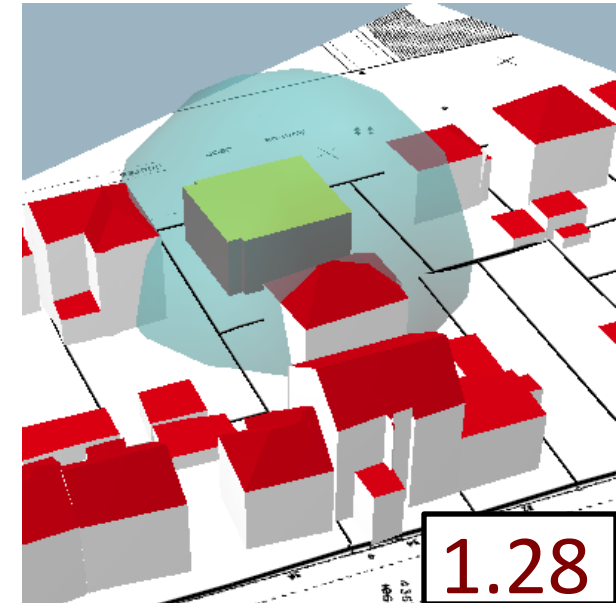
0.75



0.95



1.02



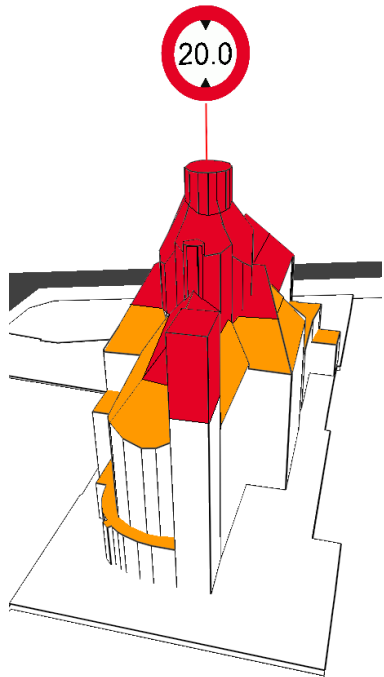
1.28



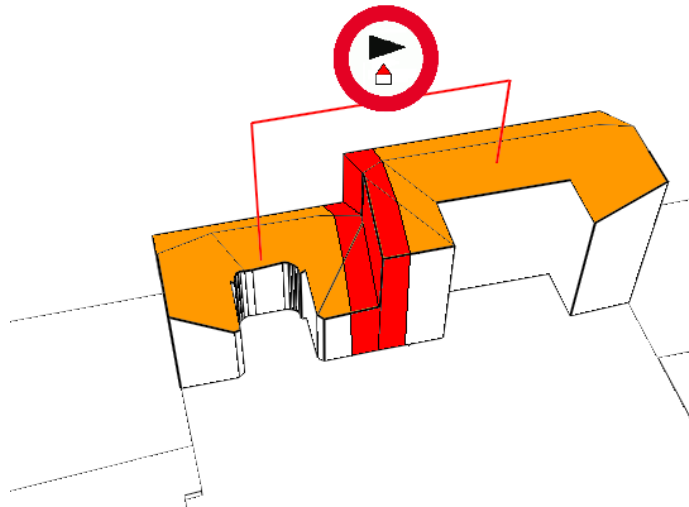
CONCLUSION ET DISCUSSIONS

- Réflexion sur l'usage des données 3D
 - Apport,
 - Méthodes de manipulation.
- Formalisation des règles d'urbanisme
- Exploitation des connaissances urbaines
- Autres travaux

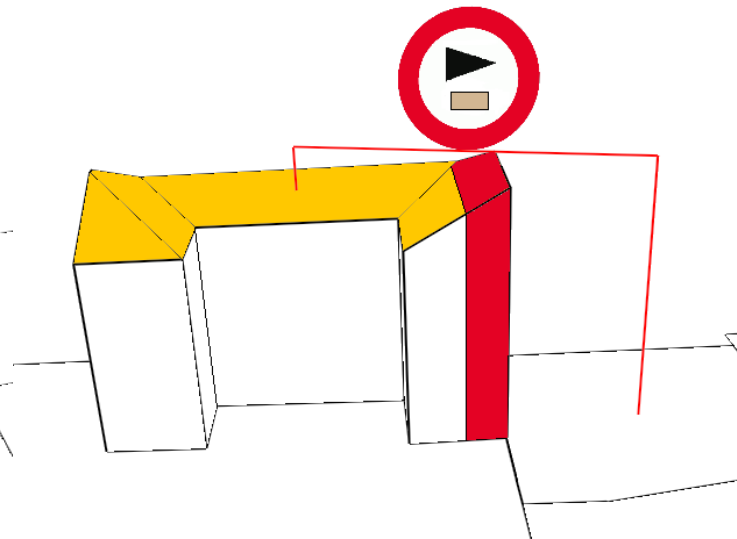
- Représentations adaptées à la règle non-respectée



Hauteur

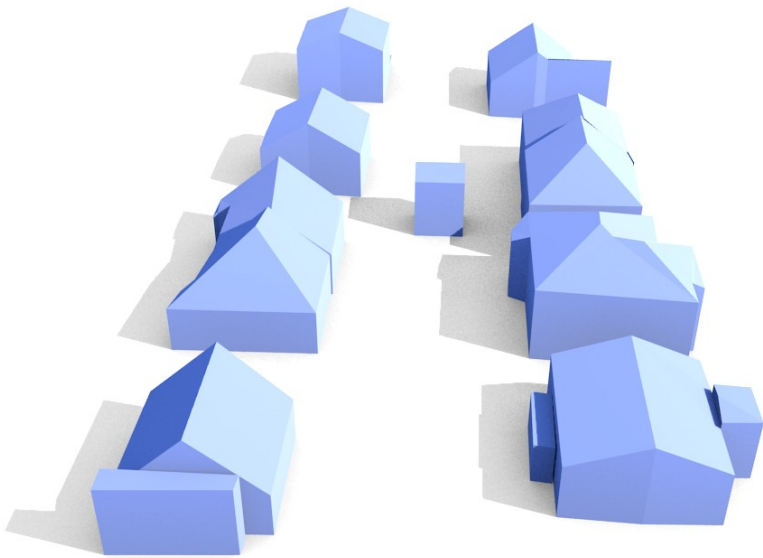


Distance inter-bâtiment

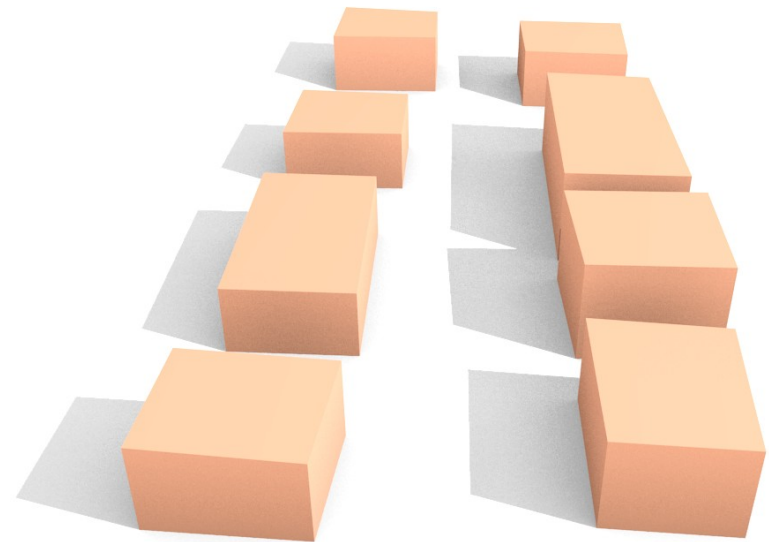


Distance bâtiment-parcelle

- Réflexion sur l'influence de la qualité des données 3D



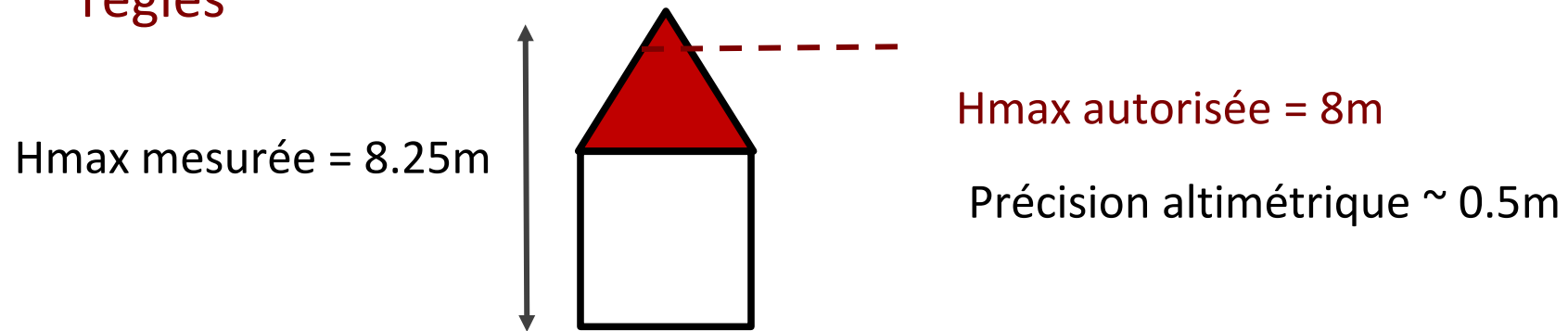
BD3D



BDTopo[®]

- Cas d'application
- Projet e-PLU
 - Mise en œuvre des travaux
- Couplage avec simulateur de phénomènes urbains
 - Phénomènes environnementaux;
 - Évolutions urbaines.
- Ergonomie et représentation pour la concertation
 - Compréhension du PLU,
 - Aide à la saisie des contraintes en OCL.
 - Stage + projet soumis sur l'extraction automatique des règles du PLU

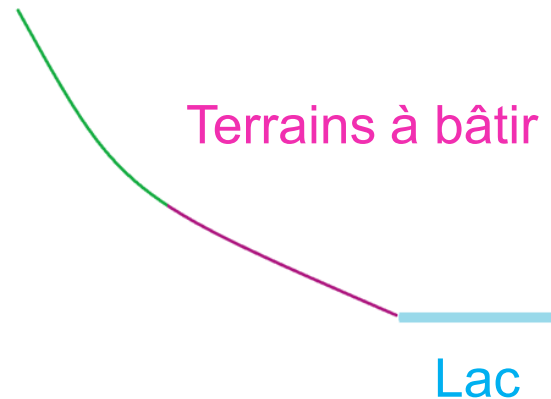
- Étudier l'impact de l'incertitude sur le processus de vérification des règles



Le bâtiment respecte-t-il la règle ?

- Problème inverse : déterminer le règlement à partir d'indicateurs

Versant



Comment préserver la vue sur le lac pour tous les terrains à bâtir ?

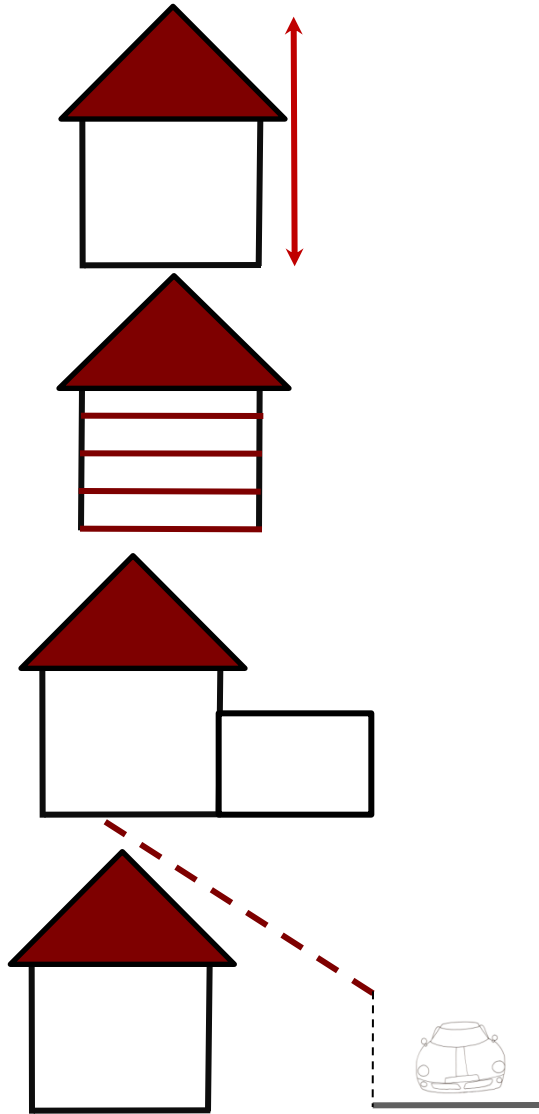
Merci de votre attention



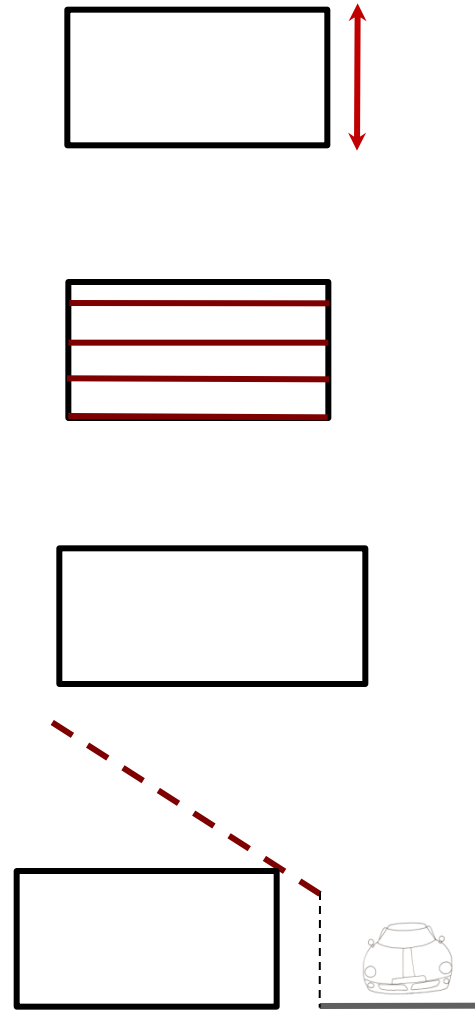
Mickaël Brasebin, Julien Perret, Sébastien Mustière,
Christiane Weber.

Remerciements pour la Communauté Urbaine de Strasbourg pour la mise à disposition de données 3D dans le cadre de la ZAEU (Zone Atelier en Environnement Urbain)

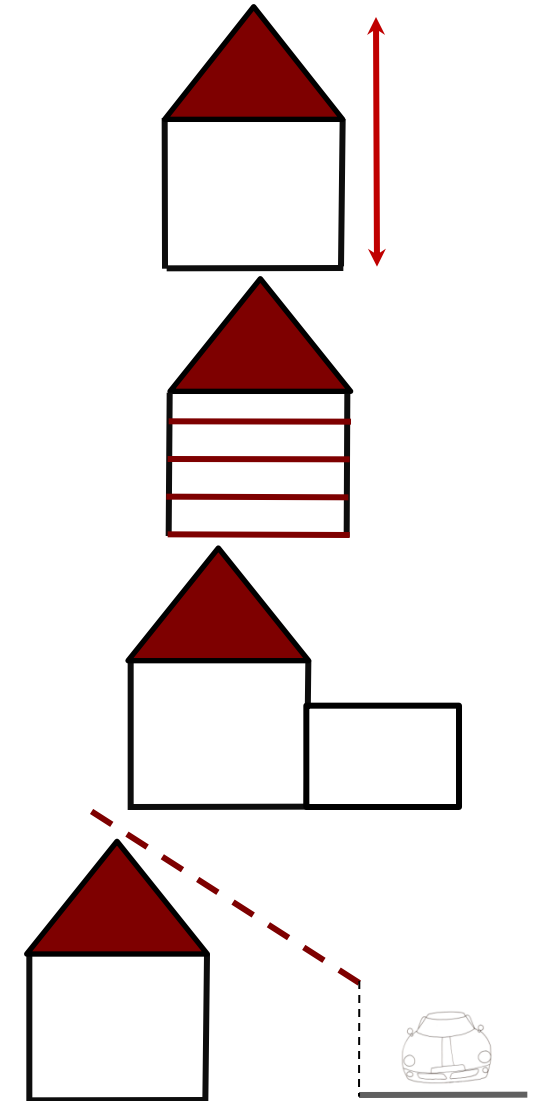




Cas théorique



BD Topo



BD3D

Citoyen

Visualiser par le web
un ensemble de
configurations

Politiques foncières

Évaluer l'impact des
règles sur le foncier

Chargés de projet

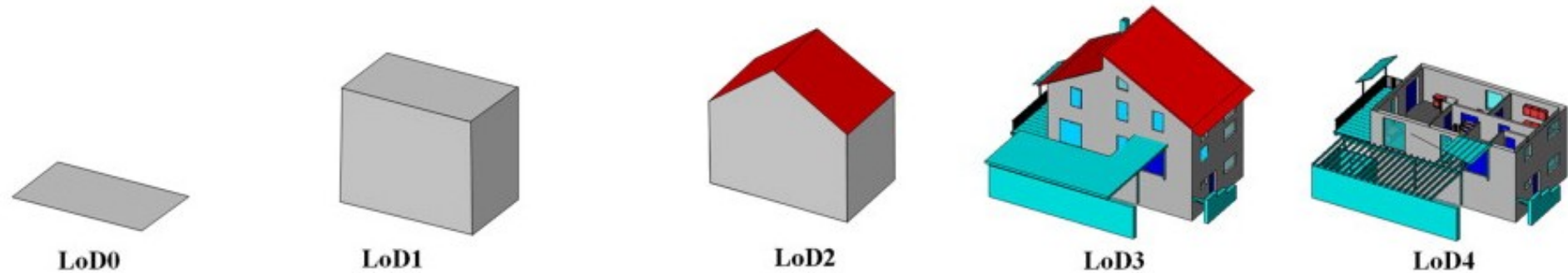
Évaluer les possibilités
d'implantation sur un
terrain donné

Chercheur géographie

Support pour
comprendre des
comportements



- Les données 3D
 - Granularité variable



Les niveaux de détails de CityGML, [Groger 2012]

- Utilisées principalement pour l'aspect visuel et immersif,
- au détriment de l'analyse morphologique du bâti.

Gröger, G., Plümer, L., 2012. CityGML - interoperable semantic 3D city models. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 71 (0), 12-33.

incertitude

context **Parcelle** inv

(not bordures->**objetsBordant()**-> select(object | **estRoute**

and **largeur** >6).isEmpty())

implies

imprécision

self.**batiments**->**hauteurMax()** < 12m

imprécision

lacune

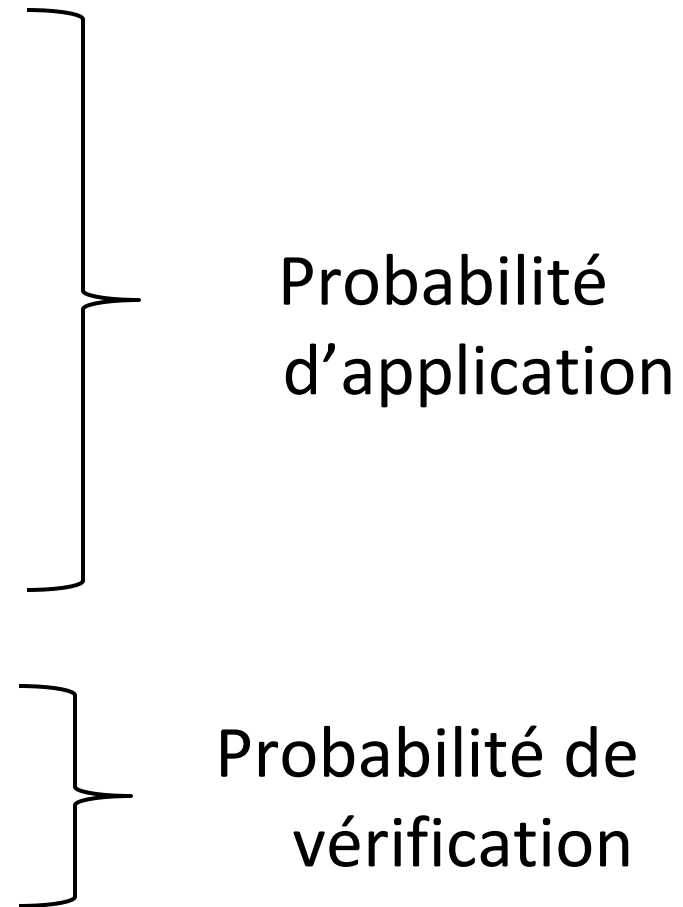
Si on pouvait connaître pour chaque propriété ou relation les incertitudes et les propager

context **Parcelle** inv

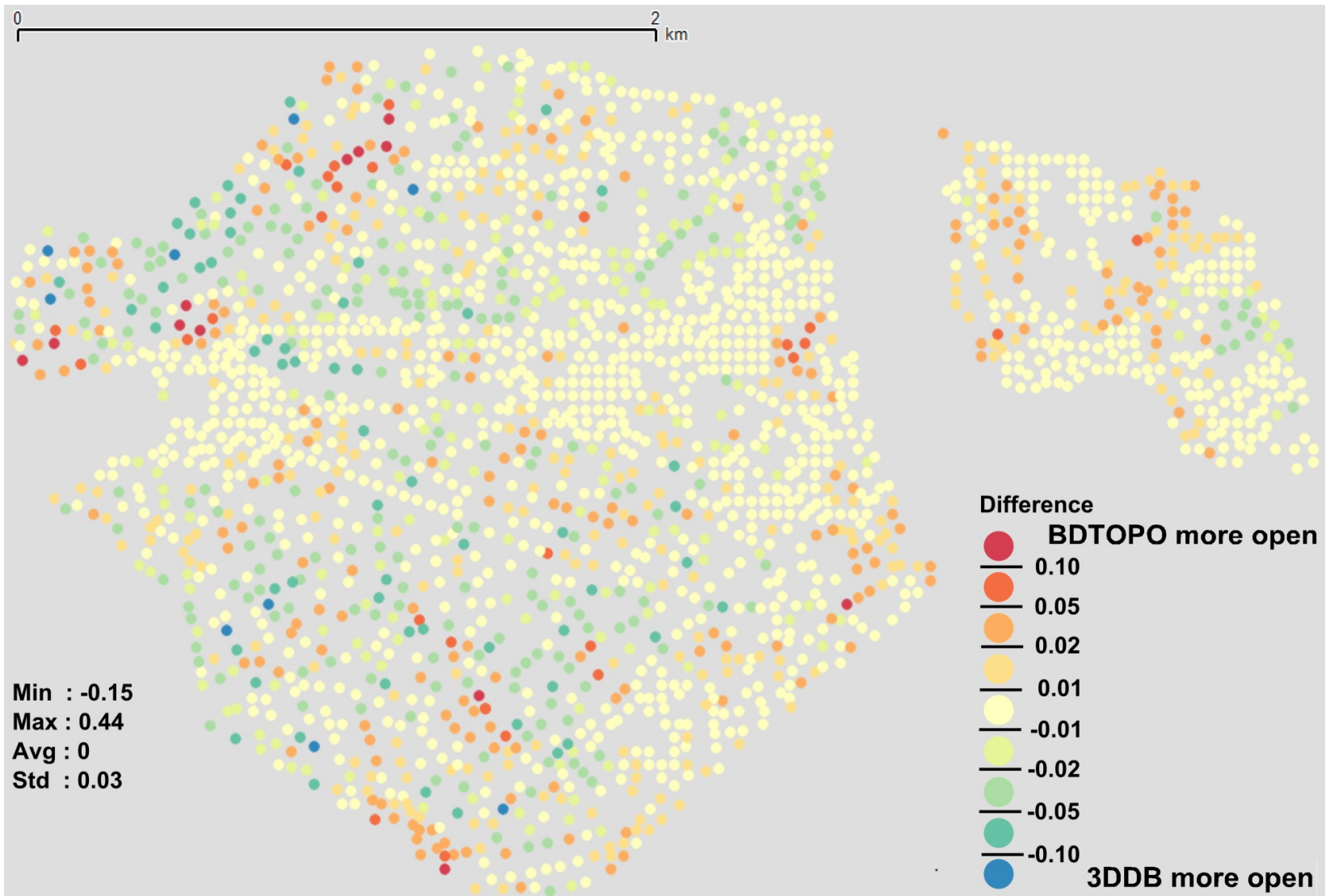
```
(not bordures->objetsBordant()->  
select(object | estRoute and  
largeur >6).isEmpty())
```

implies

```
self.batiments->hauteurMax() < 12m
```

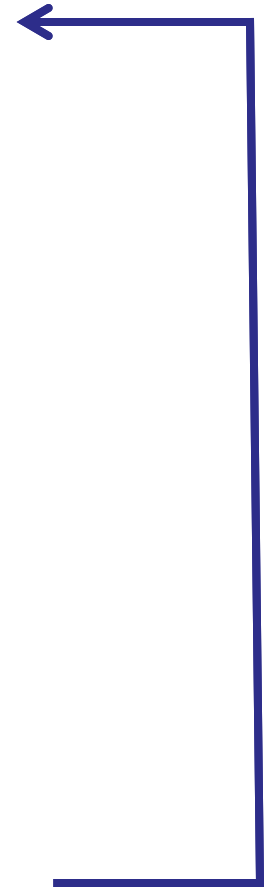


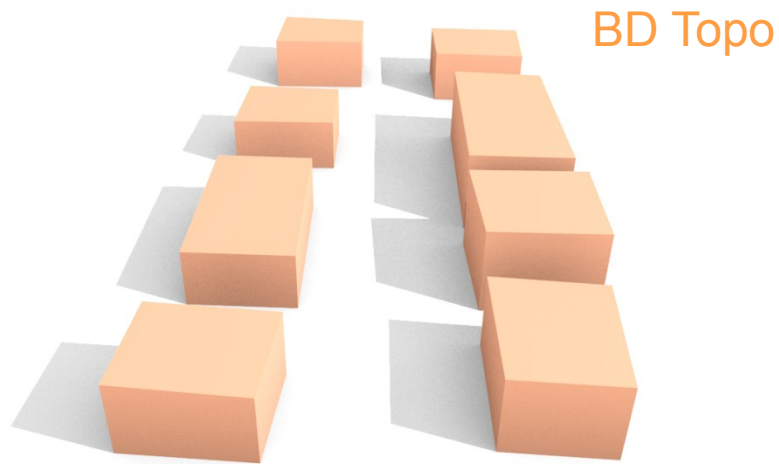
- **Ouverture de ciel** (%age ciel visible depuis un sommet)



- Proposition d'une méthode

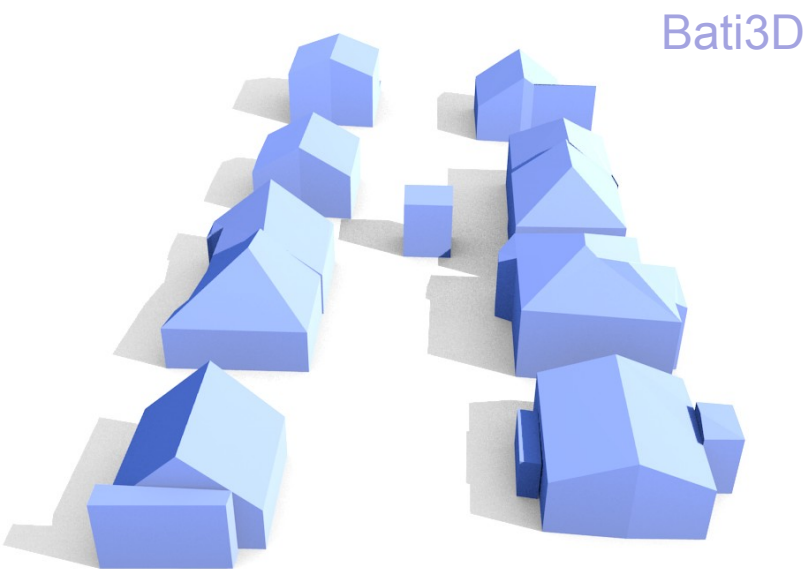
1. Comparaison de résultats entre 2 sources initiales de données,
2. Détermination des sources d'erreurs,
3. Production de base de données isolant les sources d'erreurs,
4. Comparaison des résultats par rapport aux calculs produits sur les bases initiales





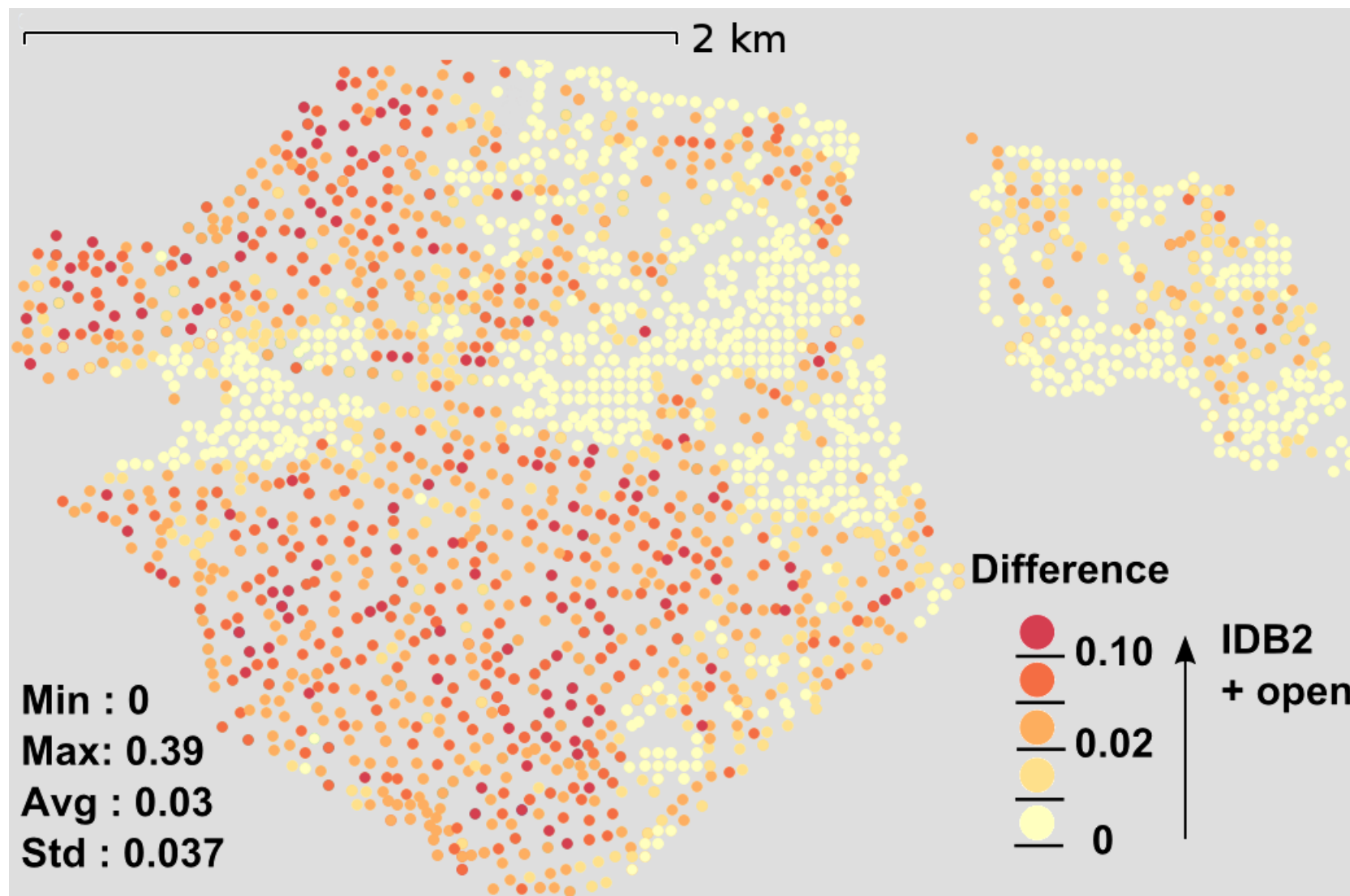
- Sélection des bâtiments

- Modélisation du toit



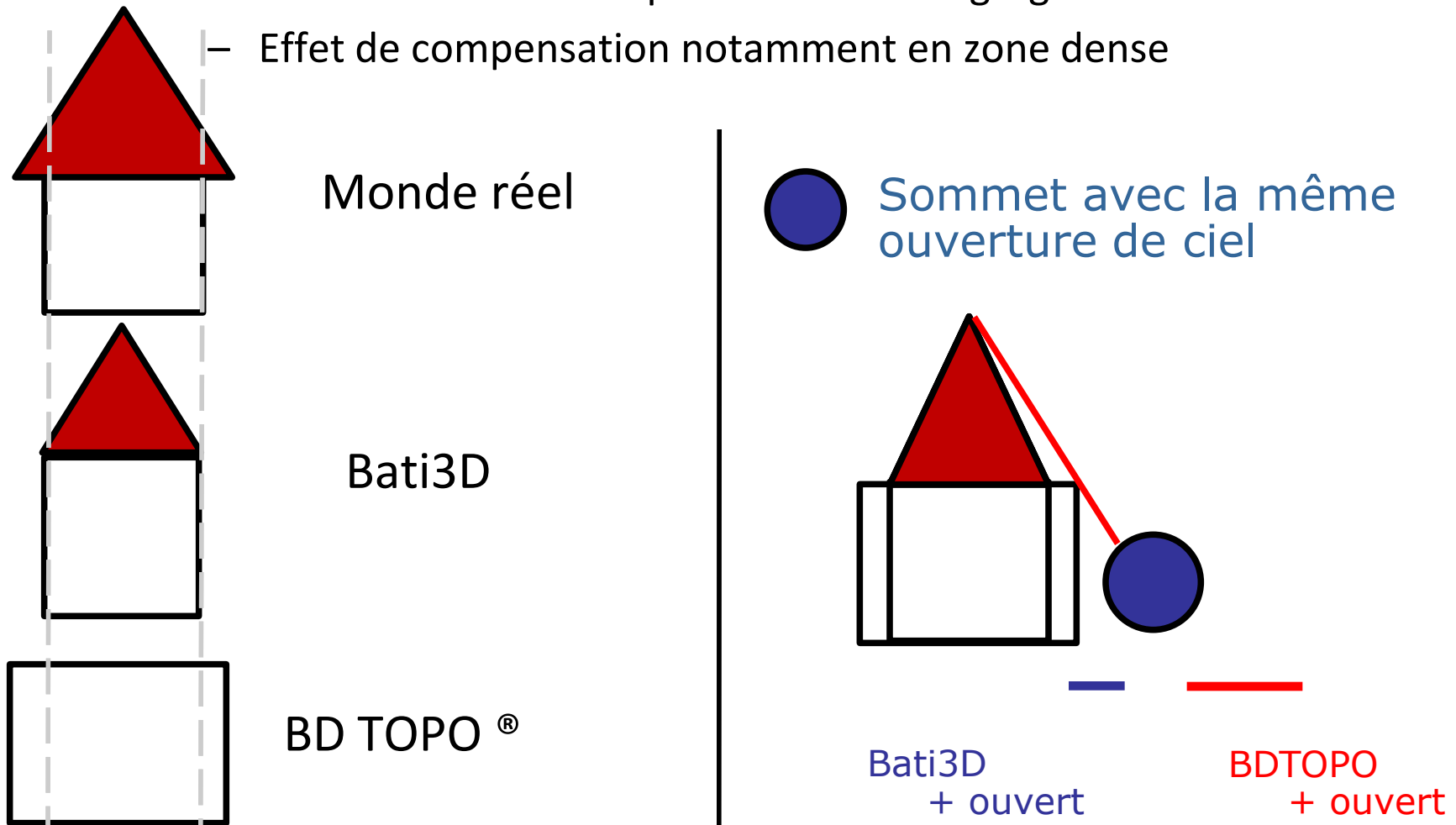
- Précision géométrique

- Planimétrique
- Altimétrique
- Choix de modélisation



- Application à l'ouverture de ciel

- Cartes d'erreur en fonction de la source,
- BD TOPO® suffisante pour des calculs agrégés
- Effet de compensation notamment en zone dense

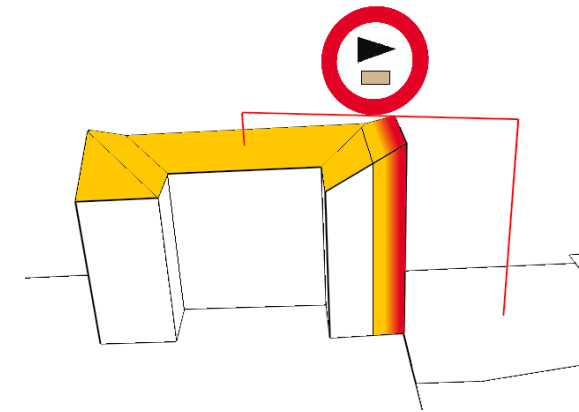


- Étudier l'impact de l'incertitude sur le processus de vérification des règles
 - Propagation de l'incertitude des éléments de règles

Si la **parcelle** est **bordée** par une **route** de **largeur** supérieure à 6m

alors

une **hauteur maximale** de 12 m devra être respectée



Probabilité d'application

Probabilité de respect

- Problème inverse : déterminer le règlement à partir d'indicateurs

