

Exploration de l'influence de la réglementation urbaine locale sur la morphologie des formes bâties par simulation distribuée

Paul Chapron
Theoquant, Besançon, 17 mai 2017

Contexte du travail

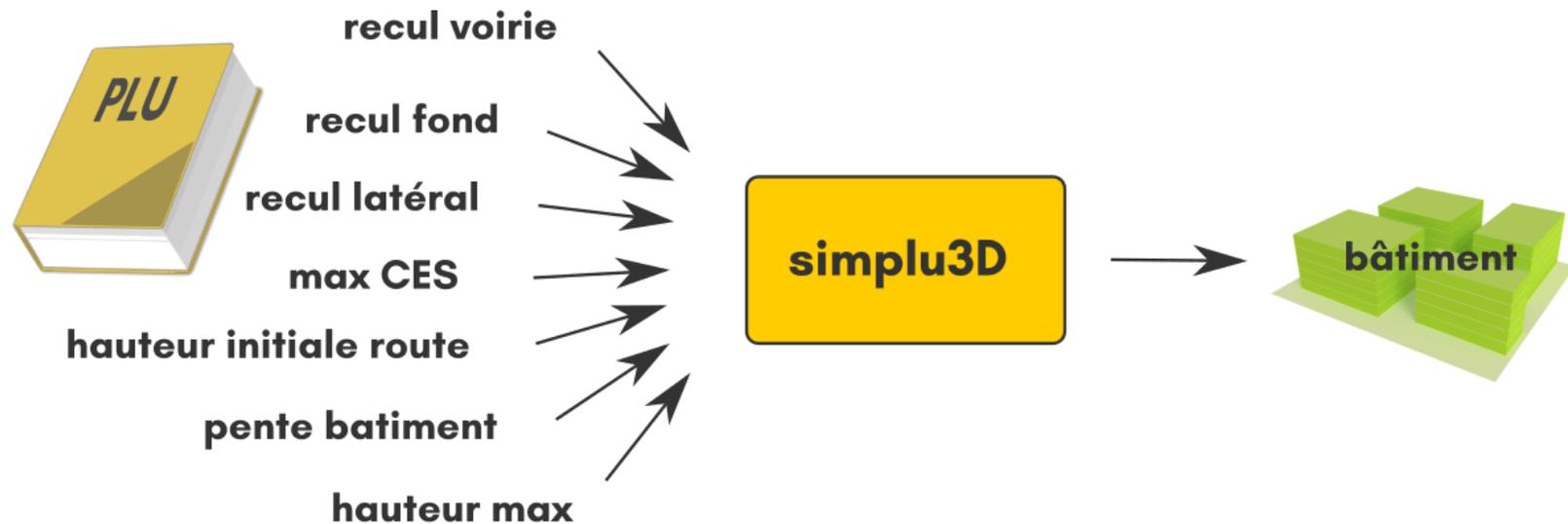


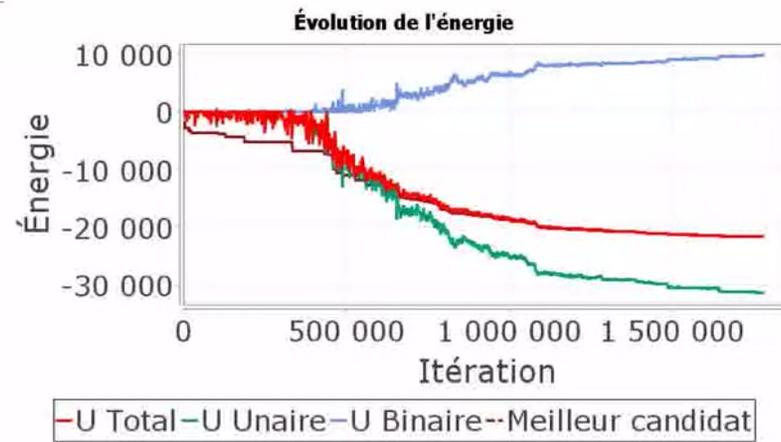
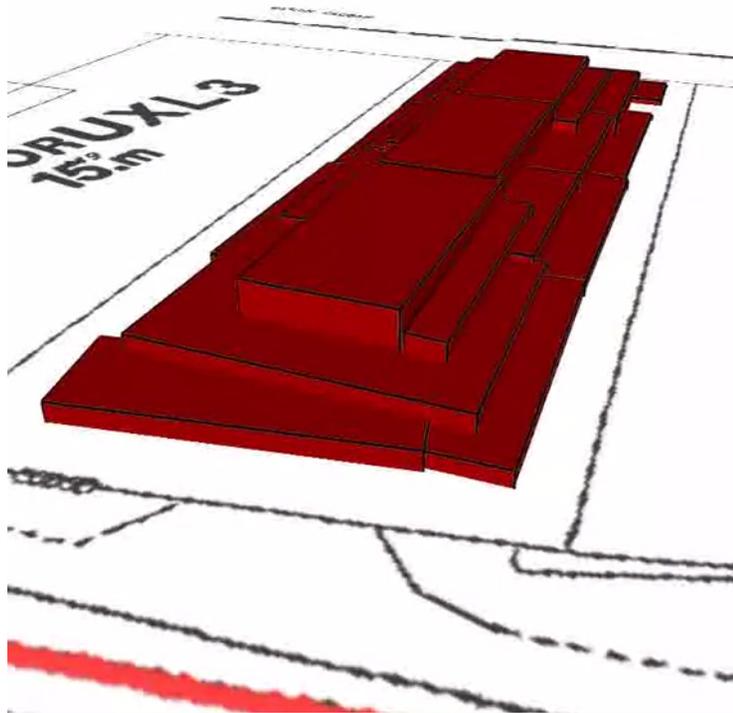
- Collaboration ISCPIF - LaSTIG(COGIT)
- **évolution territoriale** & mobilité individuelle
- Plateforme **OpenMOLE** & Simulateur **SimPLU3D**

Le modèle simplu3D

SimPLU3D simule le placement et la construction de bâtiments compatibles avec un PLU

- optimise le volume (algorithme TDSA)
- assemble des cuboïdes





▶ 0:35 / 0:35



Plan Local d'Urbanisme

Articles 6,7,8 et 10

Position des bâtiments relativement aux autres bâtiments, aux limites de parcelles ou à la voirie, hauteur maximale.

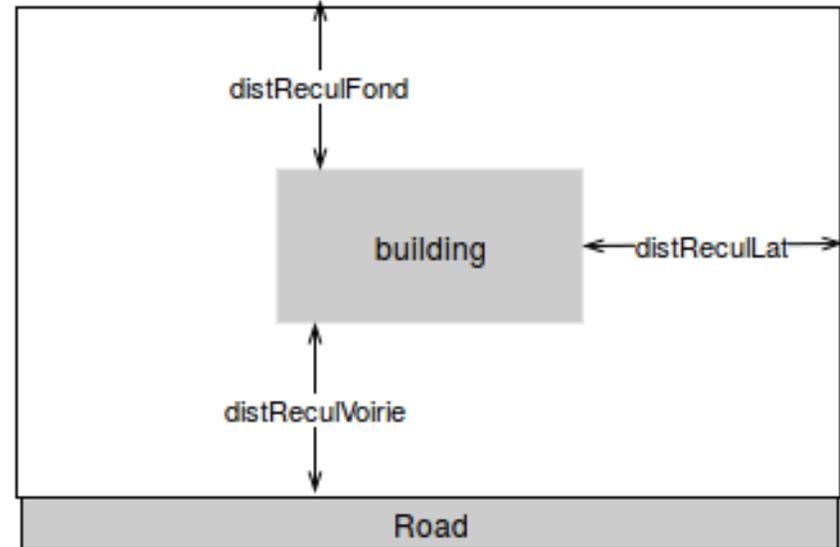
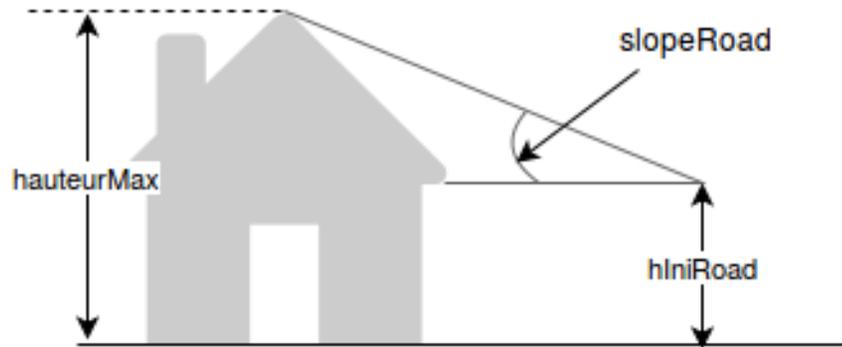
Formalisation du PLU

« 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

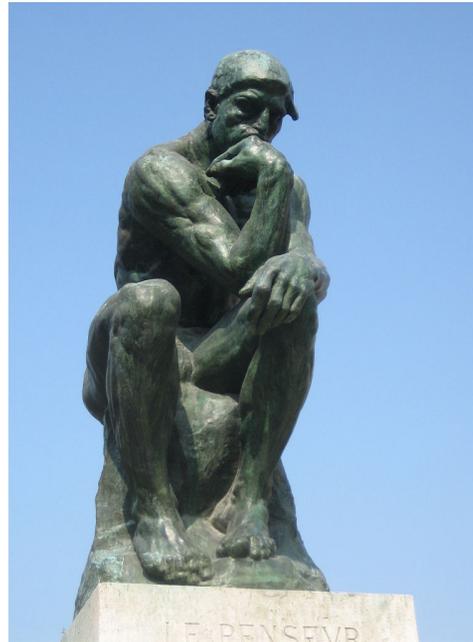
Ref:
Brasebin, Mickaël. Les données géographiques 3D pour simuler l'impact de la réglementation urbaine sur la morphologie du bâti. PhD thesis, Université Paris-Est.2014

Contraintes (**paramétriques**) de placement et dimensions des bâtiments



+ coefficient d'occupation du sol

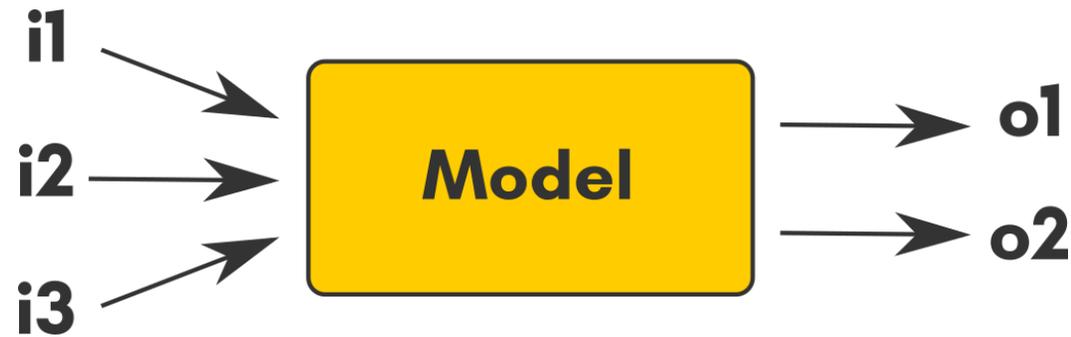
Questions de recherche



Pour un PLU donné, quels sont les bâtiments constructibles dans un îlot ?

Quel est l'effet de la variation d'une règle sur la constructibilité d'un îlot ?

Un modèle en général:



Quels sont les bâtiments constructibles ?

=

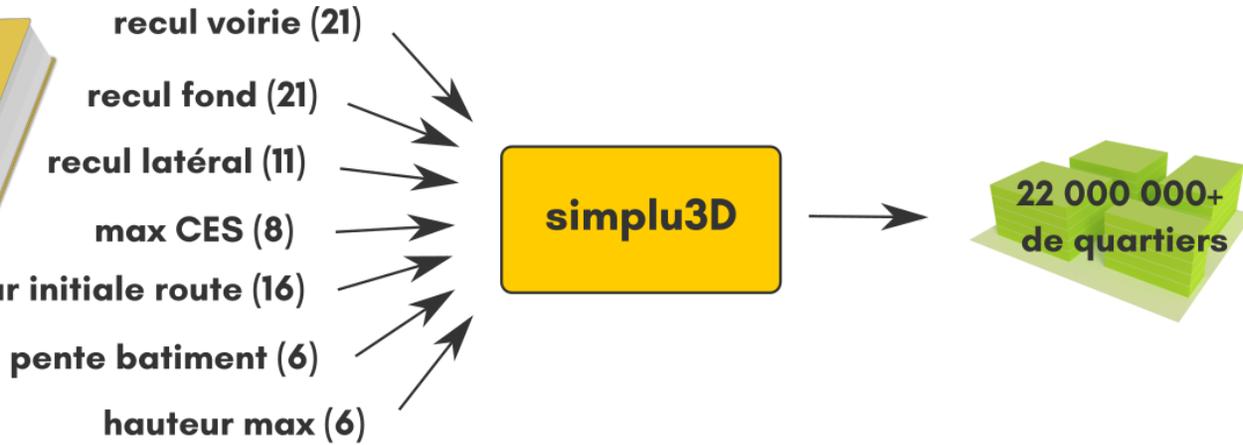
Quelles sont les sorties (distinctes) que produit le modèle ?

Réponse naïve

Testons toutes les combinaisons de paramètres !



Tous les scénarios ... ?



Temps de calcul

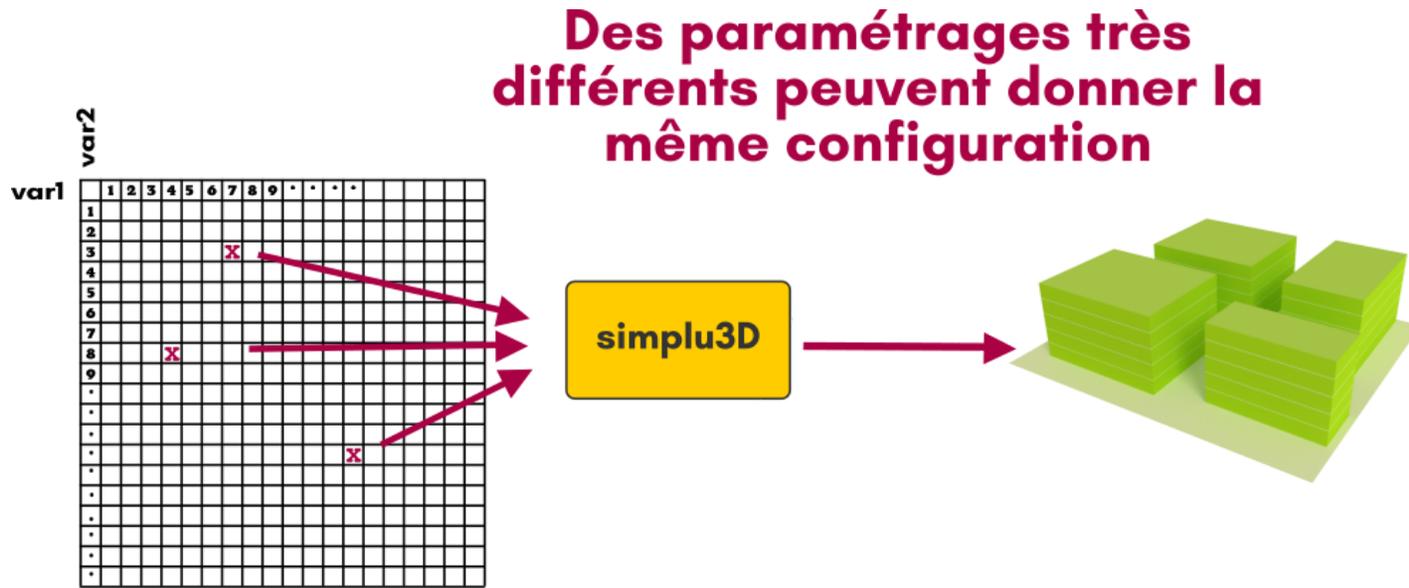


Une meilleure réponse?

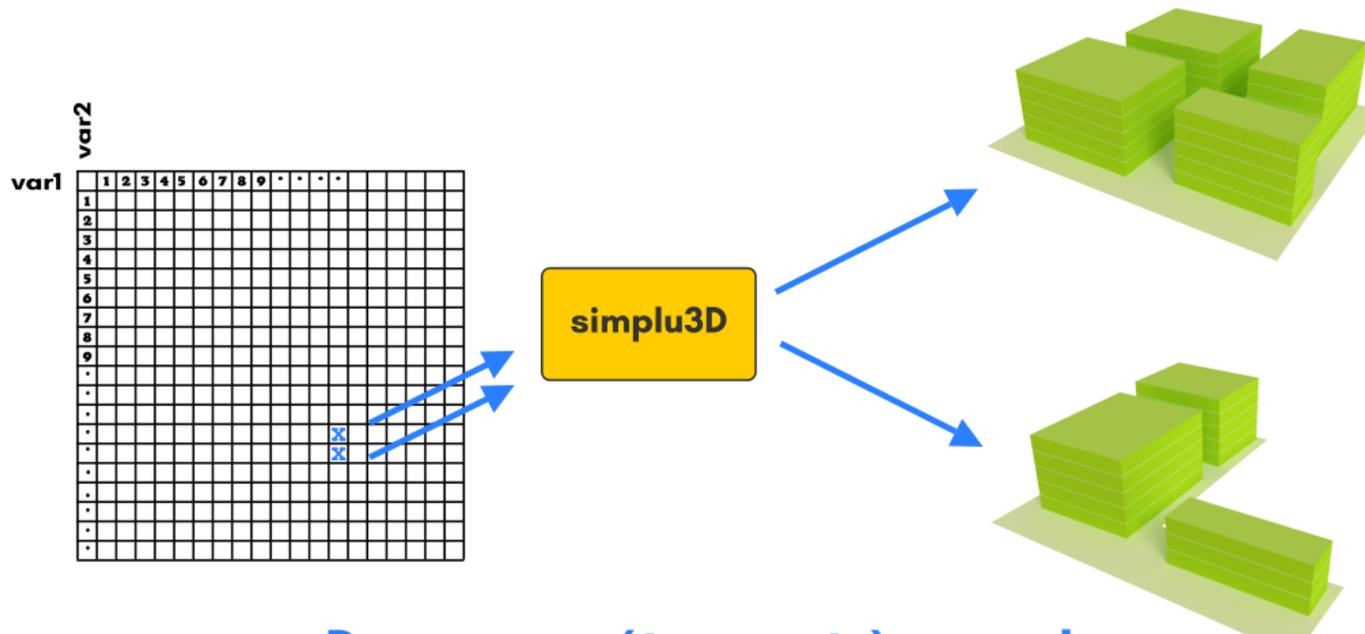
Testons moins de valeurs pour chaque paramètre, ça ira plus vite !



Limitations de l'exploration systématique



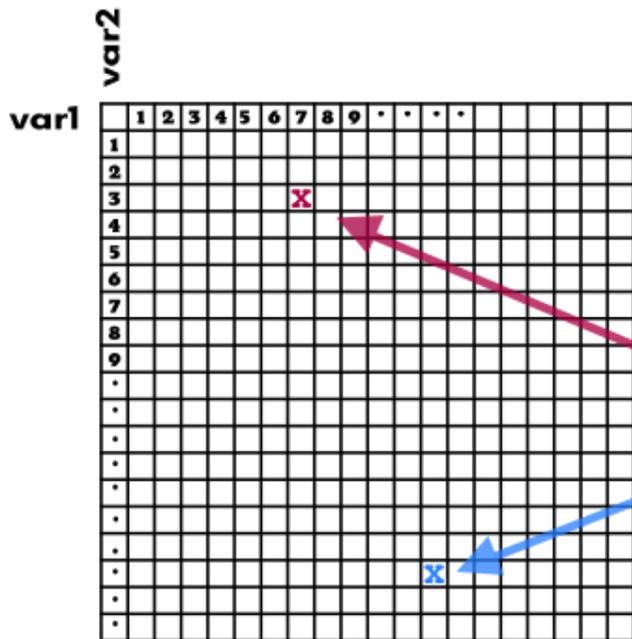
Limitations de l'exploration systématique



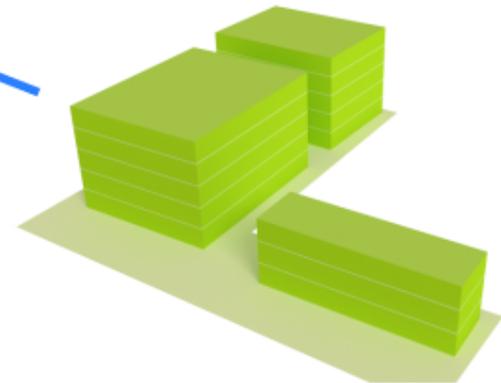
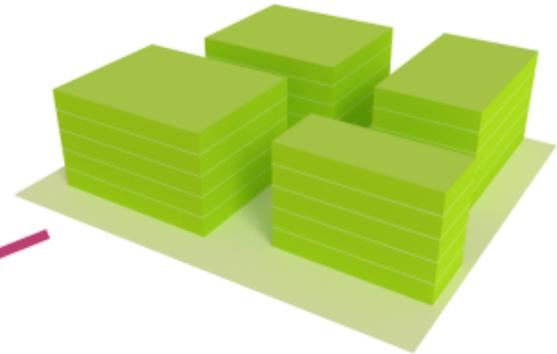
**Des paramétrages très proches
peuvent donner des
configurations très différentes**

Une autre approche

Explorons plutôt
l'espace des
sorties !



simplu3D



Pattern Space Exploration

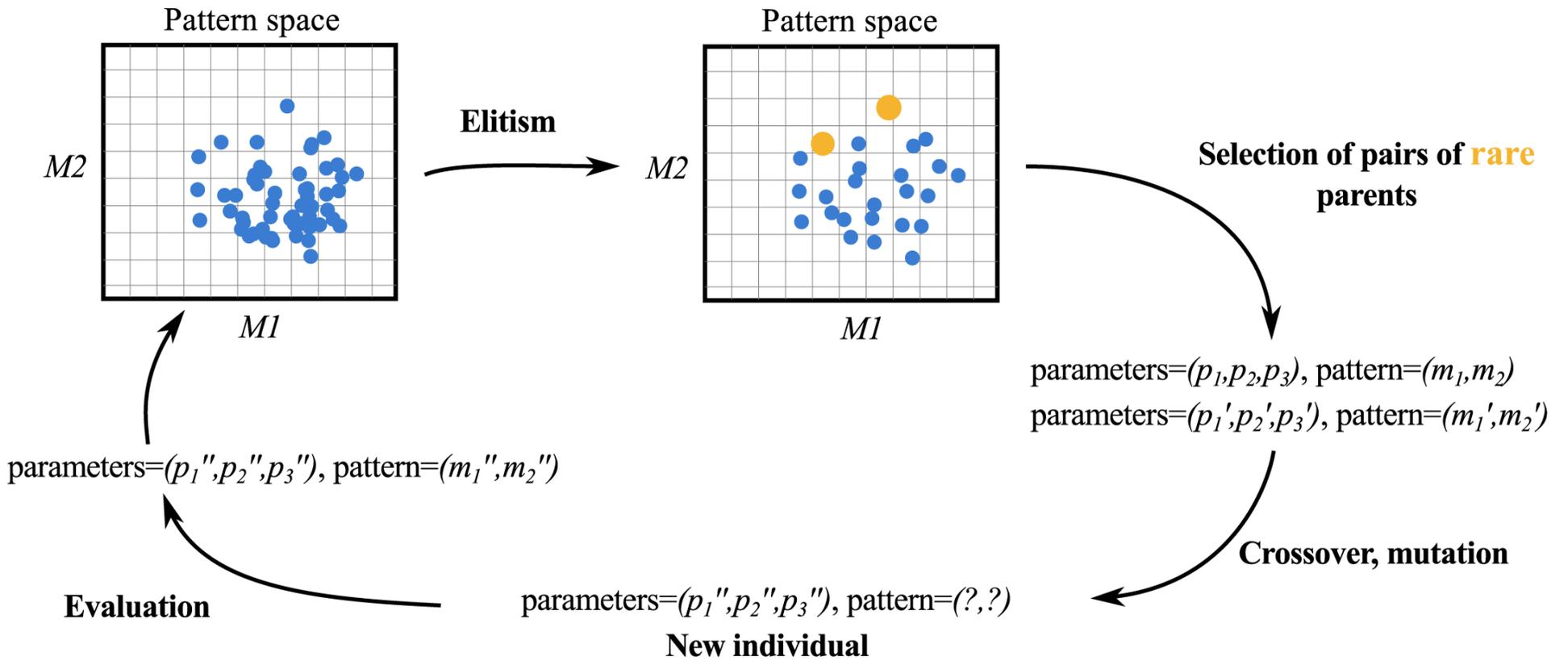
- Méthode évolutionnaire d'exploration de l'espace **des sorties** d'un modèle
- objectif : maximiser la **diversité** des motifs découverts dans l'espace des sorties en échantillonnant l'espace d'entrée
- heuristique : les entrées qui donnent des **motifs rares** sont plus souvent choisies et croisées .
- c-à-d : "on cherche astucieusement des motifs différents de ceux découverts jusque là"

Pattern Space Exploration

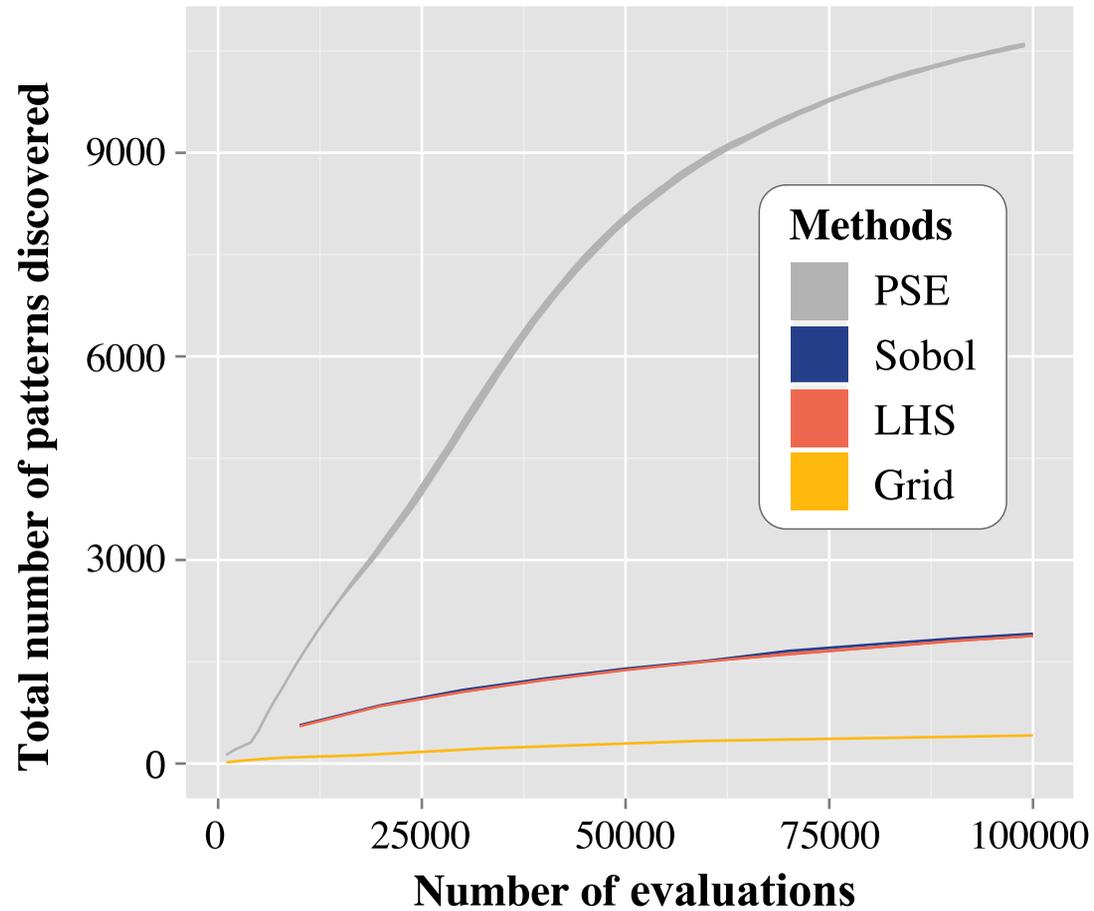
- PSE explore un espace de mesures définies préalablement
- Motifs = combinaisons de valeurs de **mesures**
- PSE donne à voir l'**expressivité** du modèle (selon ces mesures)

Ref :

[Chérel et al. 2015] Beyond Corroboration: Strengthening Model Validation by Looking for Unexpected Patterns. PLOS One
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0138212>



Recherche de motifs avec PSE



Sorties retenues

Indice de Gini : inégalité de la distribution des volumes des bâtiments

Indice de Moran : auto-corrélation spatiale des volumes des bâtiments dans l'îlot

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

CoverageRatio : ratio surface bâtie / surface de l'îlot

Ref:

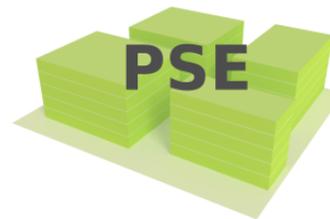
[Tsai Yu-Hsin 2005] Quantifying urban form: compactness versus ' sprawl' YH Tsai - Urban studies, 2005

[Fund Marina 2012] Usage d'indicateurs urbains et aménagement urbain : vers l'automatisation de l'analyse séquentielle.

3500+ configurations d'îlot urbain à Strasbourg (Neudorf)

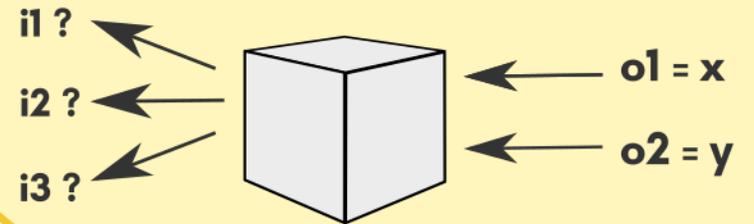
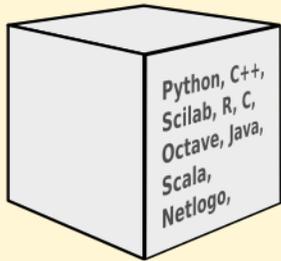


2551 ans

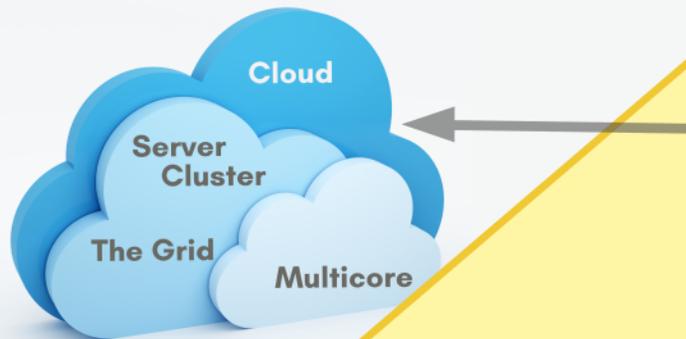


65 ans

Models as blackboxes



Innovative exploration methods



Transparent access to massively parallel environments

**M. Dupont,
urbaniste**

**simPLU +
OpenMOLE**

3



3556

1-2 mois



2551 ans

PSE

65 ans



10 jours

Un outil d'aide à la décision en urbanisme

Demo

PSE results exploration

recul voirie
0 10

recul fond
0 10

recul lat
0 5

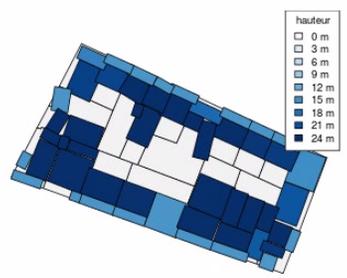
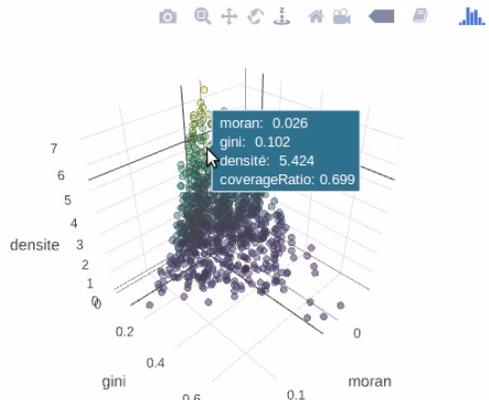
max CES
0.3 1

hlni Road
0 15

slopeRoad
0.5 3

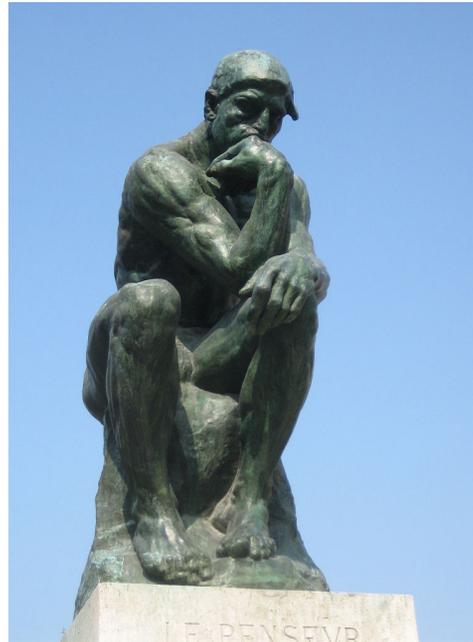
hauteur Max
6 24

nb points
100 966 3,556



	443
distRecuVoirie	0
distRecuFond	10
distRecuLat	0
maximalCES	0.9019071
hlniRoad	14.52083
slopeRoad	2.547656
hauteurMax	24
shpPath	/home/ubuntu/dev/simplu3D-openmole/visuPSE/PSEshp/run_-3915116424947404603out.shp

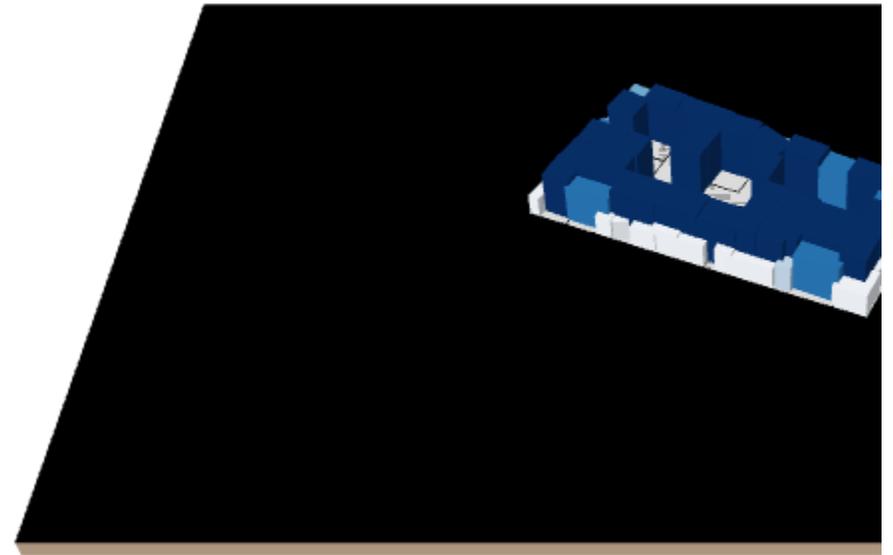
Questions de recherche



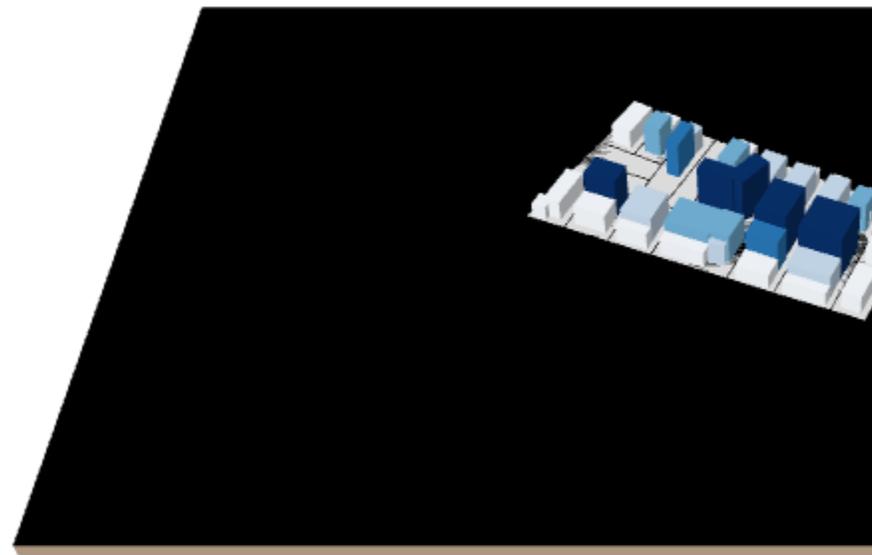
Pour un PLU donné, quels sont les bâtiments constructibles ?

Quel est l'effet de la variation d'une règle sur la constructibilité d'un îlot ?

Scénario 1 : Une cour intérieure



Scénario 2 : Des allées



Perspectives: accompagner la recherche de bonnes pratiques

Perspectives: d'autres mesures à explorer

- Rythme des façades
- Régularité des formes bâties
- Similarité avec le bâti existant

...

Perspectives: problème inverse

Comment trouver les paramètres du PLU tels qu'une propriété de l'îlot soit vraie ?

e.g. Trouver les règles assurant l'autosuffisance énergétique de l'îlot si des panneaux photovoltaïques étaient positionnés sur les toits.

Conclusion

- SimPLU3D: simulateur de **construction de bâtiments** à partir d'un PLU
- PSE: méthode pour révéler la **diversité des scénarios**
- OpenMOLE: plateforme et méthodes **d'exploration/calibration/optimisation** de modèles

- Prototype d'outil pour la concertation citoyenne
- Prêt à passer à la production : evaluation du foncier IdF

- SimPLU3D & OpenMOLE : Technologies mûres et open-source, **interopérables**
- Rstudio/Shiny/plotly et QGIS pour la visualisation de scénarios



Merci

dépôts github:

Transparents de la présentation: [url](#)

Simplu3D: <https://github.com/IGNF/simplu3D>

Simplu3D-OpenMOLE: <https://github.com/IGNF/simplu3D-openmole> (branche visu_pse)

OpenMOLE : <https://github.com/openmole>

Références :

Chérel G, Cottineau C, Reuillon R (2015) Beyond Corroboration: Strengthening Model Validation by Looking for Unexpected Patterns. PLoS ONE 10(9) [url](#)

Brasebin M, Perret, J, Reuillon R , Stochastic Buildings Generation to Assist in the Design of Right to Build Plans, Advances in 3D Geoinformation, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography pp 373-384, 2017 [url](#)

Romain Reuillon, Mathieu Leclaire, Sebastien Rey-Coyrehourcq, OpenMOLE, a workflow engine specifically tailored for the distributed exploration of simulation models published. Future Generation Computer Systems, 2013B [url](#)

Yu-Hsin Tsai , Quantifying urban form: compactness versus sprawl, Urban studies 42(1), 2005 [url](#)

Brasebin, Mickaël. Les données géographiques 3D pour simuler l'impact de la réglementation urbaine sur la morphologie du bâti. PhD thesis, Université Paris-Est.2014 [url](#)

Marina Fund, Usage d'indicateurs urbains et aménagement urbain : vers l'automatisation de l'analyse séquentielle. Mémoire de master 2012 [url](#)