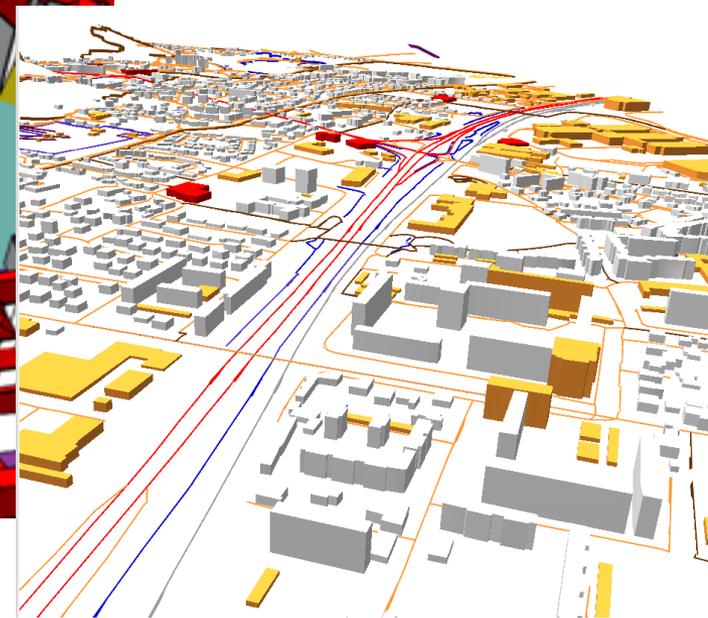
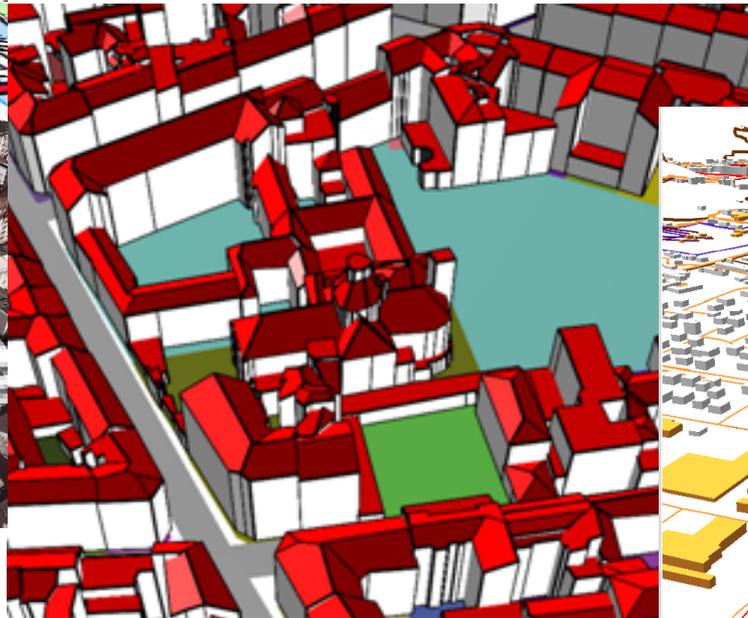


Usage des données géographiques 3D pour analyser les évolutions urbaines



Mickaël Brasebin



IGN
INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

- Thèse en informatique - Université Paris-EST
- Débutée en Novembre 2010
- Directeurs de thèse
 - Christiane Weber
 - Sébastien Mustière (COGIT)
- Encadrant
 - Julien Perret (COGIT)

- La ville
 - Système en évolution
 - Maîtriser les conséquences de l'étalement urbain
 - Aménagement
 - Environnemental
 - Social
 - Economique
- Nécessité d'analyser et de comprendre la morphologie urbaine

- Simulation urbaine : 1 méthode pour étudier les évolutions urbaines
- Objectif : tenter de reproduire les phénomènes pour :
 - Analyser et comprendre les phénomènes
 - Tenter de les reproduire
 - Tester différents scénarios
- Nombreux travaux dans le domaine

- Décomposition de l'espace sous forme de cellules

[Langlois, 2010]

- Notions

- Etat qualitatif
- Voisinage
- Règles de transitions

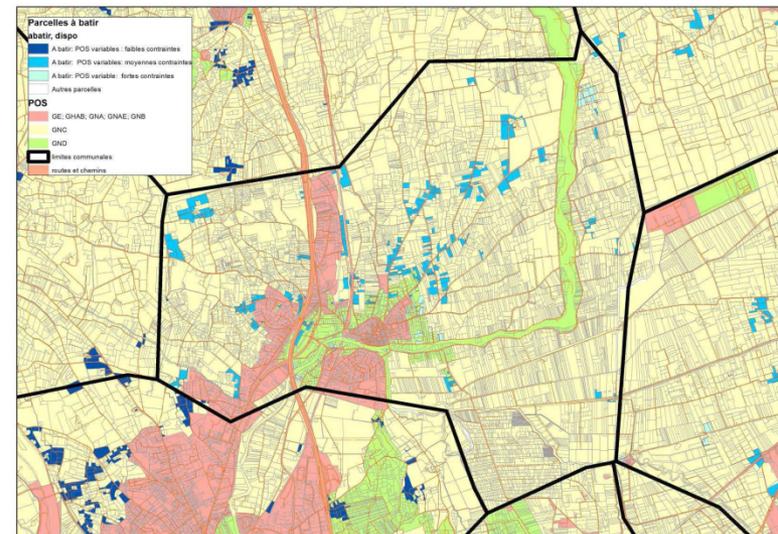
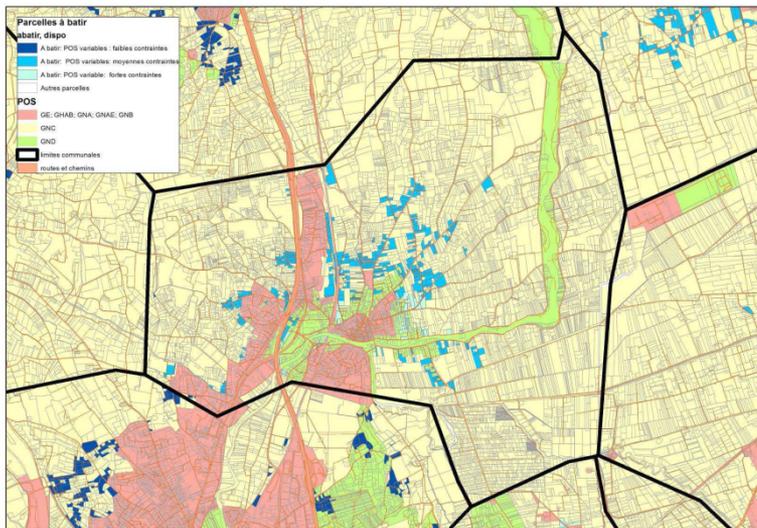


Observé



Simulé

- Espace vectoriel
- Ex : UrbanSimul [Ghislain, 2011]
- Simuler l'urbanisation à partir de paramètres démographiques, réglementaires et environnementaux



- Etudier l'évolution de la morphologie urbaine

- Génération du bâti

- 2 critères étudiés au niveau de l'ilot (densité, type de tissu)



1976



1989



Simulation

- Les études sur la morphologie urbaine
 - Utilisent des indicateurs pour qualifier les situations simulées
- On note une utilisation rare de la 3D
 - Présentation [Caneparo, 2006]
 - Peuplement en bâtiment [Silva, 2010]
- De nombreuses études où la 3D a un intérêt et pour lesquelles, il pourrait être intéressant de les appliquer à une ville simulée
(Potentiel pour des panneaux solaires, densité urbaine etc.)

- Une réflexion sur l'usage des données 3D pour simuler les évolutions urbaines
 - Cela change-t-il les méthodologies actuelles ?
 - Quels indicateurs sont pertinents ?
 - Quel est le degré de fiabilité de ces indicateurs en fonction du jeu de données utilisé ?
 - Comment peupler un espace en bâtiments 3D ?

LES INDICATEURS MORPHOLOGIQUES 3D

- Mesurer l'espace :
 - Situations initiales
 - Situations simulées
- Comparer ces espaces :
 - Conformité de la simulation
 - Estimer l'influence du scénario choisi
- De nombreux indicateurs ont été conceptualisés en 3D
 - Centré sur le bâti en 3D

- Volume
- Aire du toit
- Hauteur
- Orientation
- Angles des toits
- Facteur de forme
- Compacité



Legend:

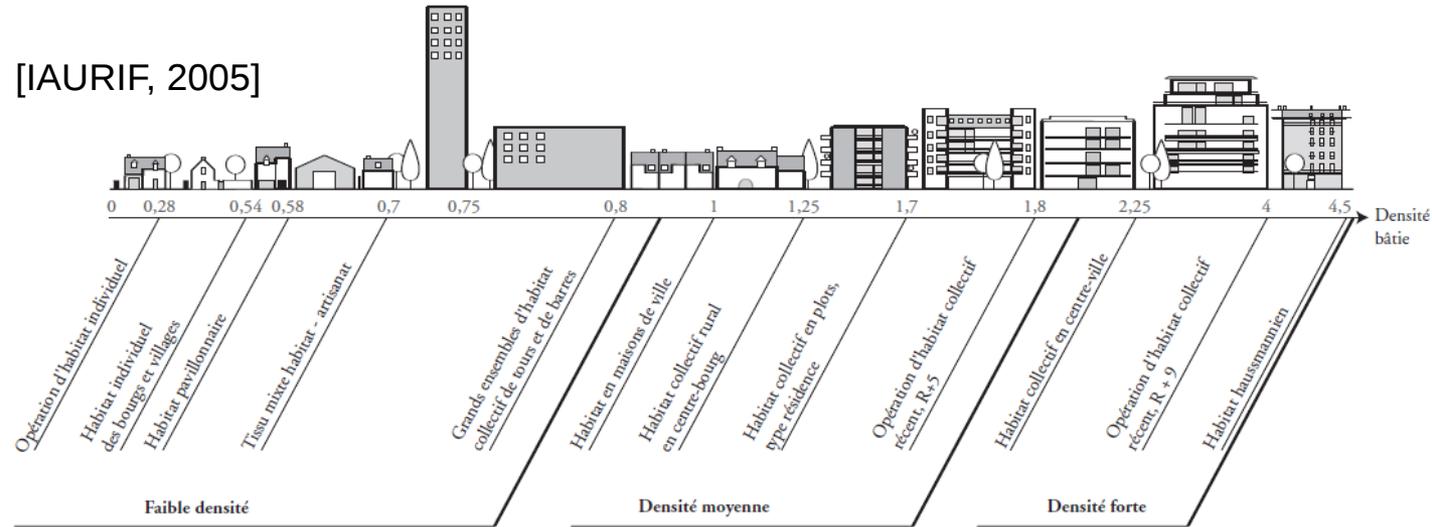
Surface to Volume Ratio



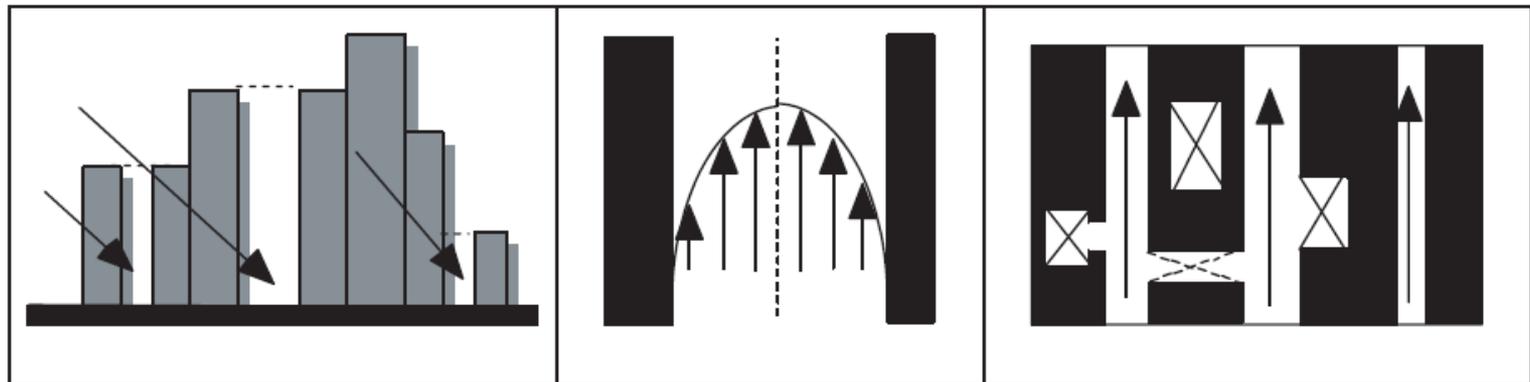
[Carneiro, 2010]

Indicateurs caractérisant une zone

- Hauteur moyenne des bâtiments
- Variation des hauteurs
- COS
- Rapport CES/COS
- Rugosité
- Porosité
- Minéralisation
- Albedo

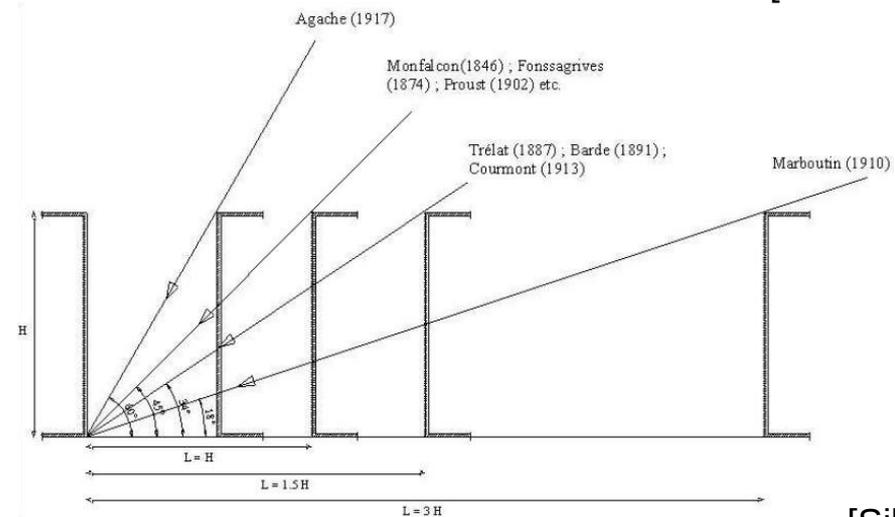


[Adolphe, 2001]

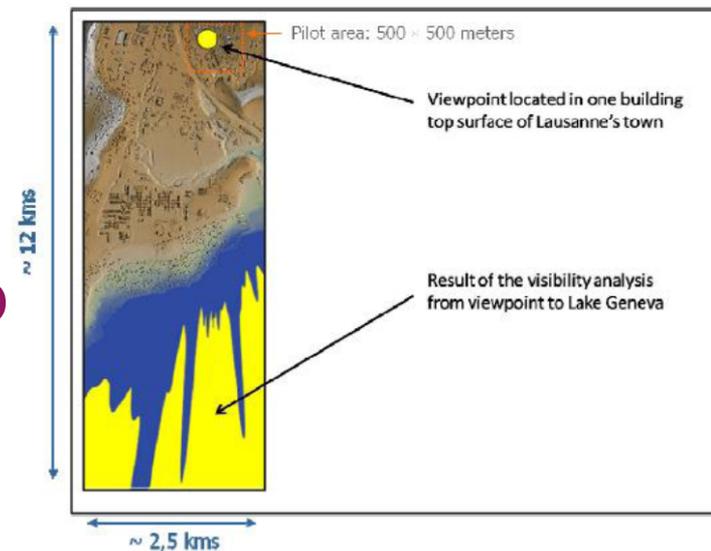


- Distances entre bâtiments
- Distance à une route
- Distance à limite de propriété
- Contiguïté
- Angle au trottoir oppo
- Inter-visibilité

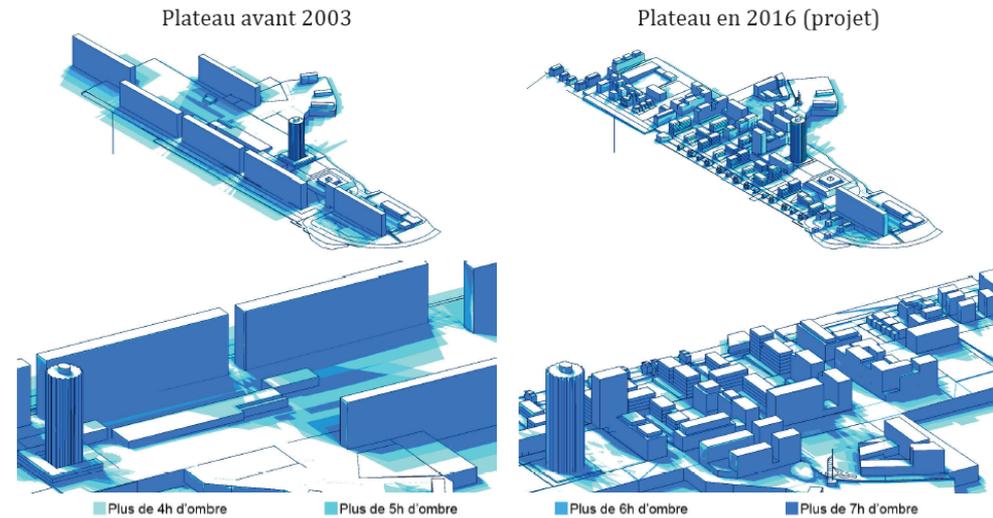
[Harzallah, 2007]



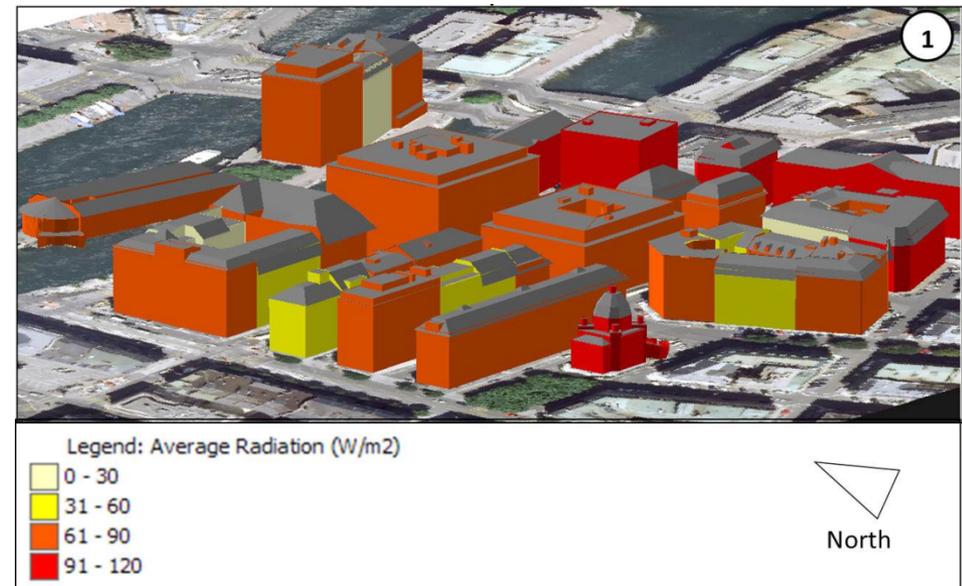
[Silva, 2010]



[Adam, 2010]



[Carneiro, 2010]



- Ombrage
- Rayonnement solaire
- ...

- Ouverture de ciel

- Qualifier le tissu urbain

[Teller, 2001][Sarradin, 2004][Morello, 2009]

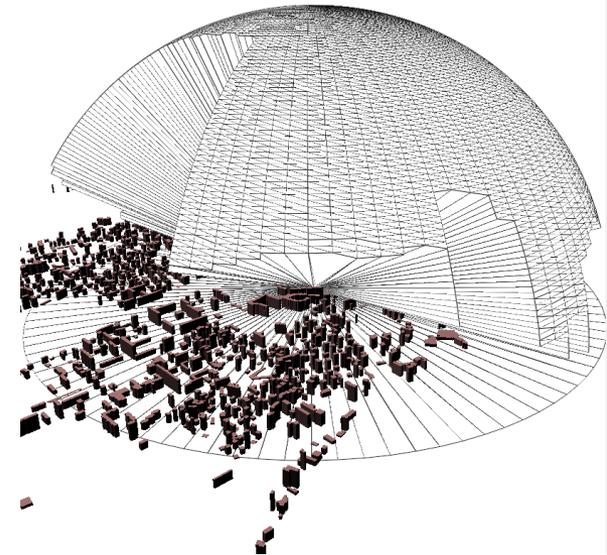
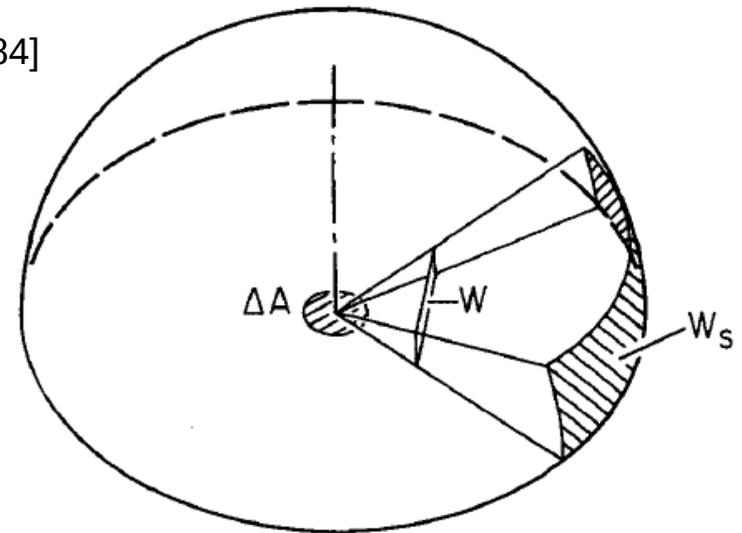
- Corrélation avec l'effet d'îlot de chaleur urbain

[Svensson, 2004][Gal,2009][Vettorato, 2011]

- Interaction air-sol-individus

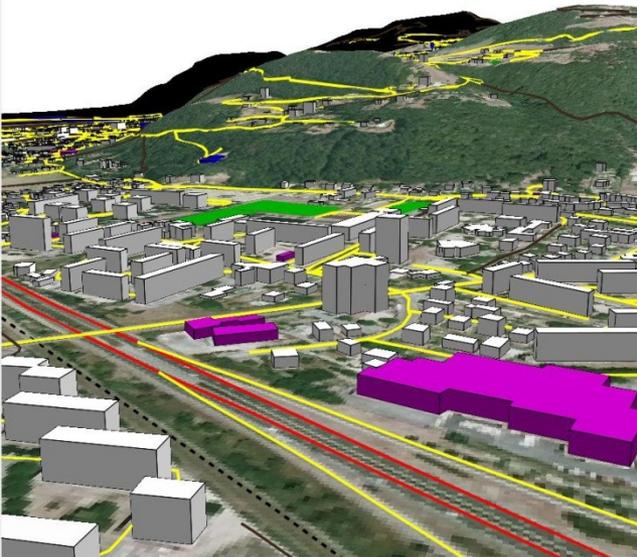
- Spatial syntax.

[Johnson, 1984]

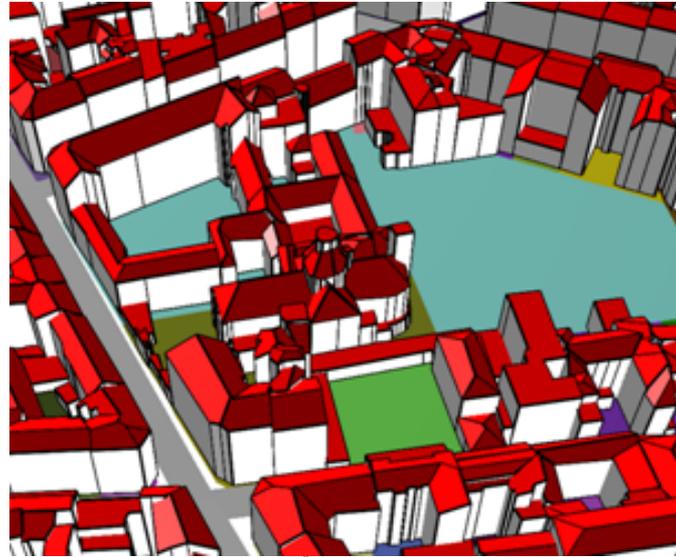


PROBLÉMATIQUES LIÉES L'USAGE DES DONNÉES 3D

- Données 3D de plus en plus disponibles



BD Topo



Bati 3D



Google
warehouse

- Utilisation actuelle des données 3D
 - Maquette pour des opérations de communications
 - Montrer la ville, les nouveaux projets etc...
 - Analyse : domaine de recherche

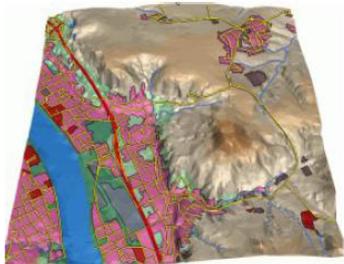


[Projet des Halles,
David Mangin]

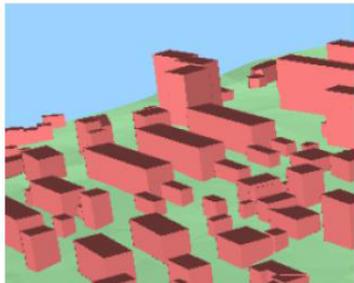
- Données 3D plus disponible mais ...
 - Couverture très hétérogène,
 - Techniques de production variées,
 - Niveaux de détails (LOD) très différents.

- Quelle est la qualité d'un indicateur en fonction du jeu de données ?

[Kolbe, 2005]



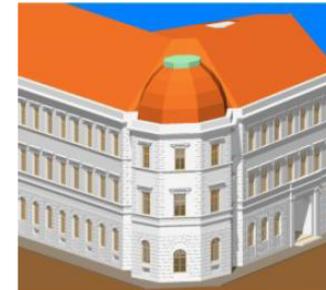
LOD0



LOD1



LOD2



LOD3

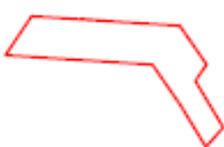


LOD4

- **Strasbourg**

- BD Topo agrégée
- BD3D



Description	Monde réel et modélisation	Modélisation géométrique	Modélisation géométrique
Modélisation d'un bâtiment		Perspective 	Vue de dessus 

- **Paris**

- BD Topo découpée
- Bati 3D[®]

Après intégration du cadastre (découpée)

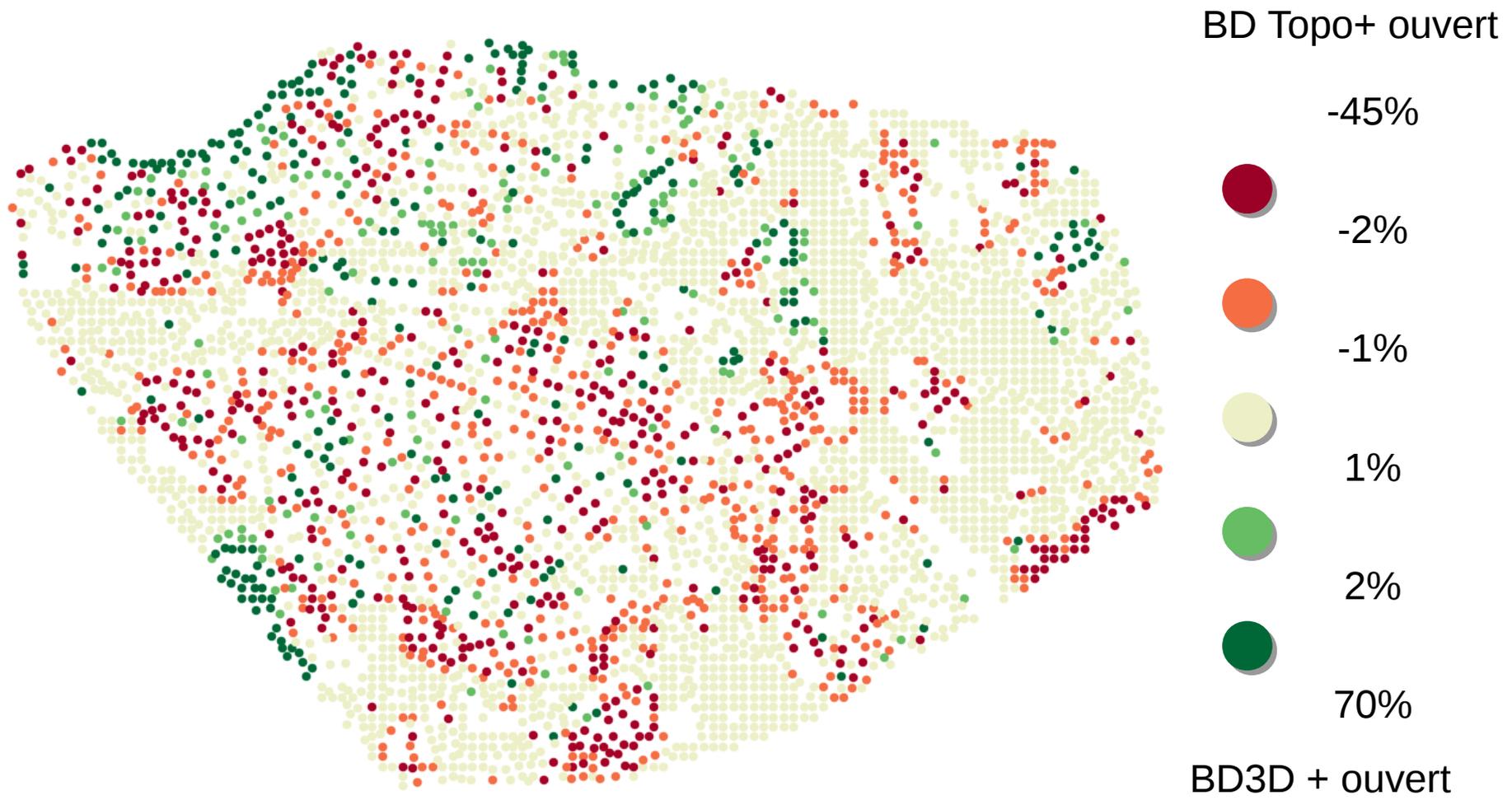
Description	Monde réel et modélisation	Modélisation géométrique	Modélisation géométrique
Modélisation d'un bâtiment		Perspective 	Vue de dessus 



- Quelle est la fiabilité des indicateurs calculés ?
 - Pas de référence (possibilité de vérifier sur le terrain)
- Est il utile d'avoir une BDD 3D ?
 - Expliquer selon les données les variations d'indicateurs
- Méthode :
 - Calculer les indicateurs sur les jeux de données
 - Comparer les valeurs des indicateurs
 - Comprendre les causes des écarts
 - Produire des jeux de données intermédiaires intégrant les causes des écarts

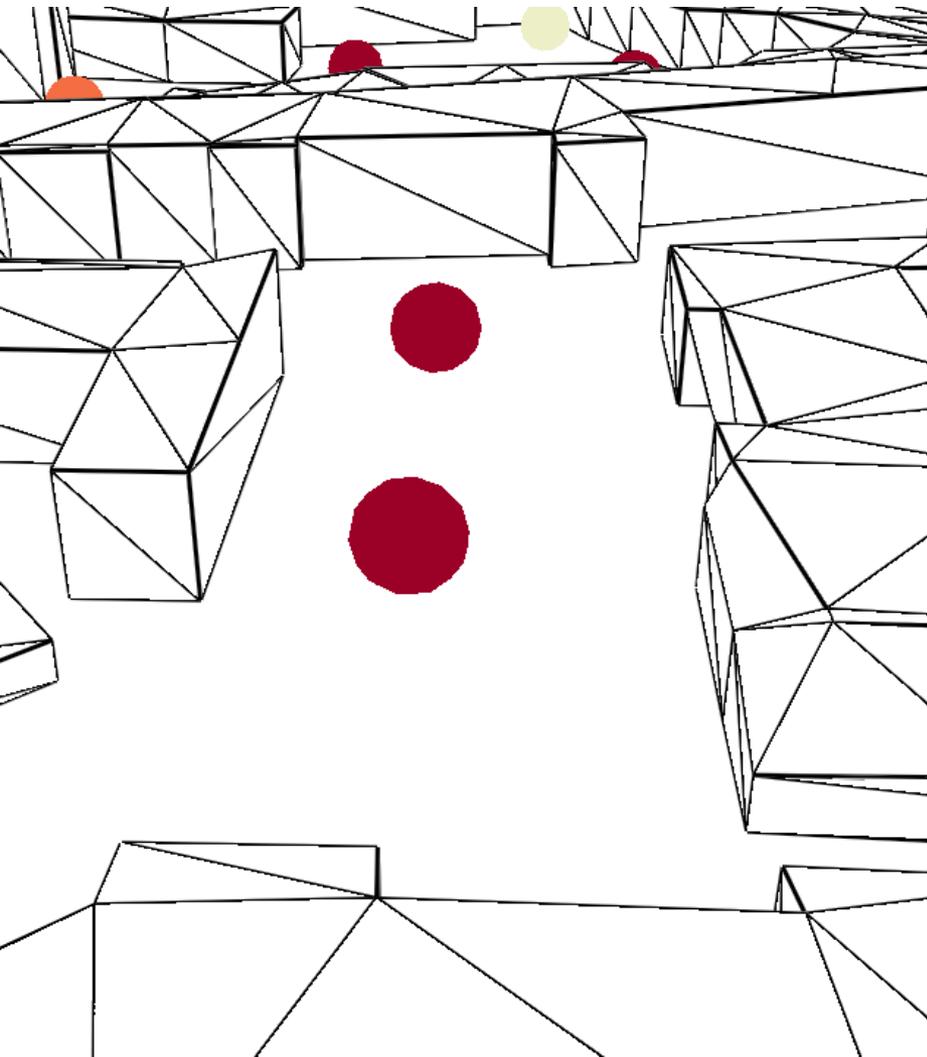


- Ouverture de ciel calculée sur la BD Topo et sur la BD3D
 - Régler les problèmes d'actualité
 - Calcul d'ouverture de ciel effectué à partir d'un semi de points sur les 2 jeux de données
 - Calculer la différence des valeurs et observer les écarts

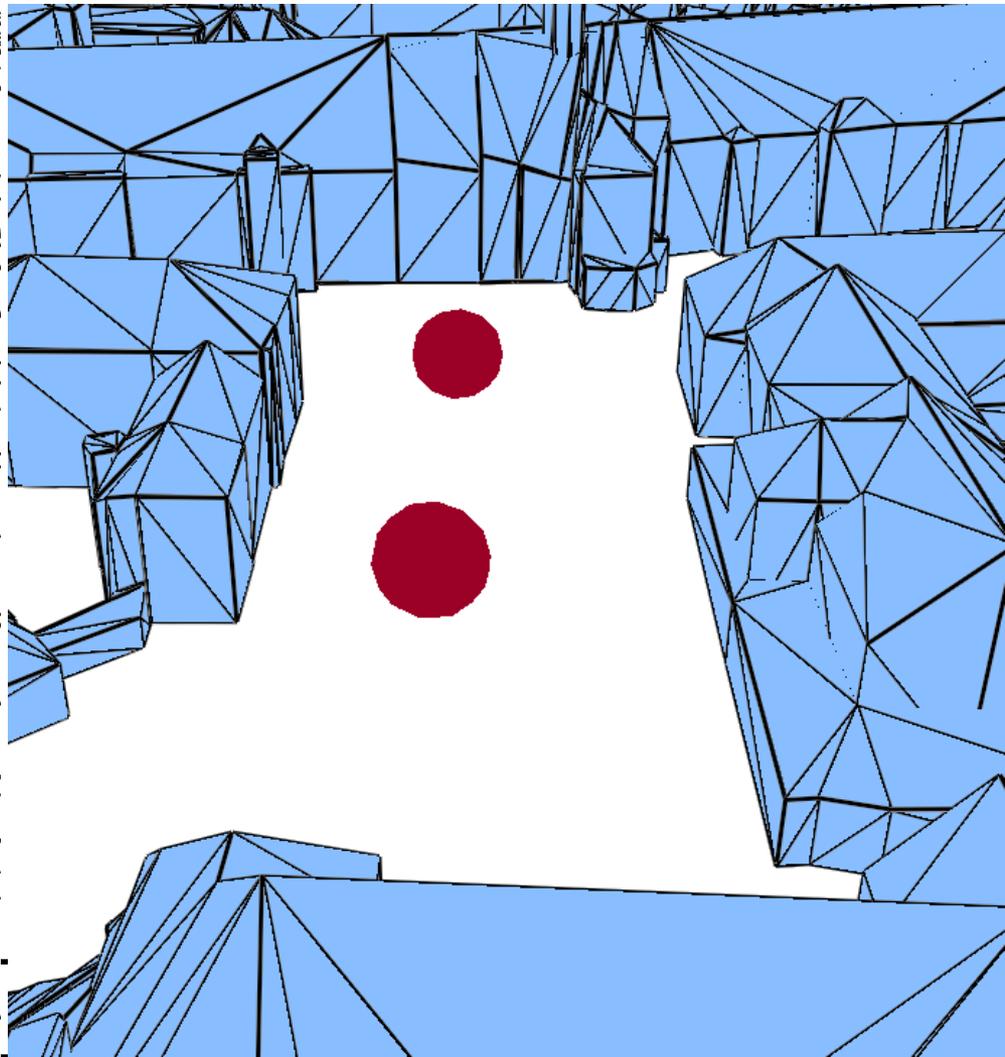


- Absence de modélisation des toits

BD Topo+ ouvert

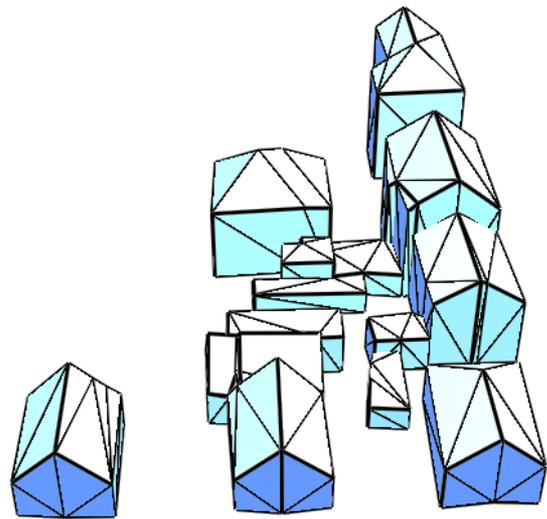


BD3D + ouvert

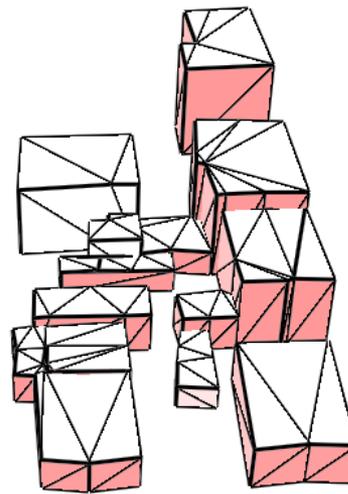


- Produire un jeu de données intermédiaire BD3D sans le toit

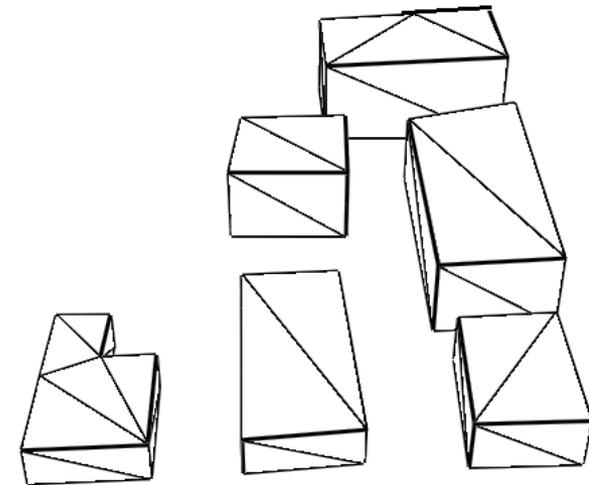
BD3D



BD3D - Toit



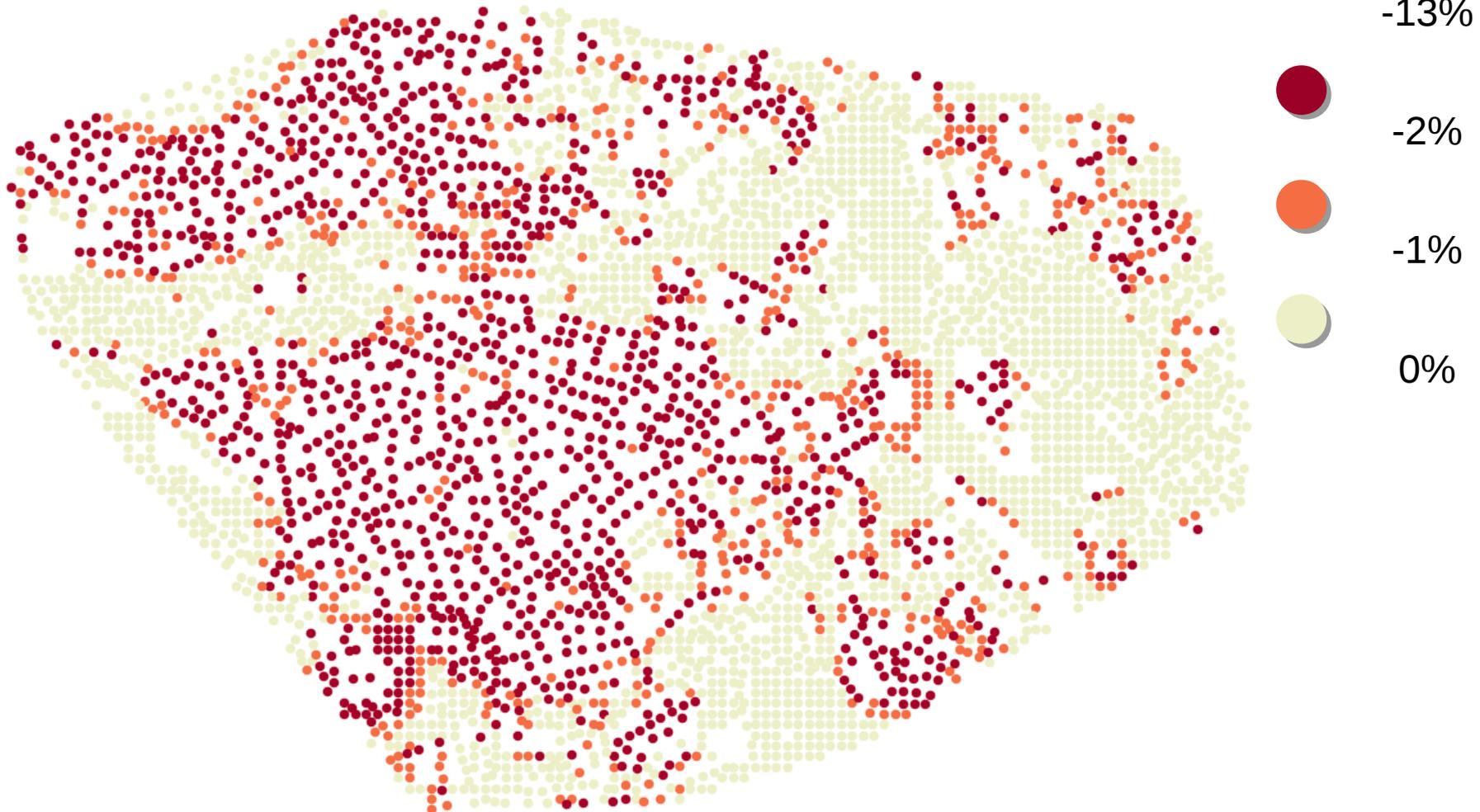
BD Topo



Comparer

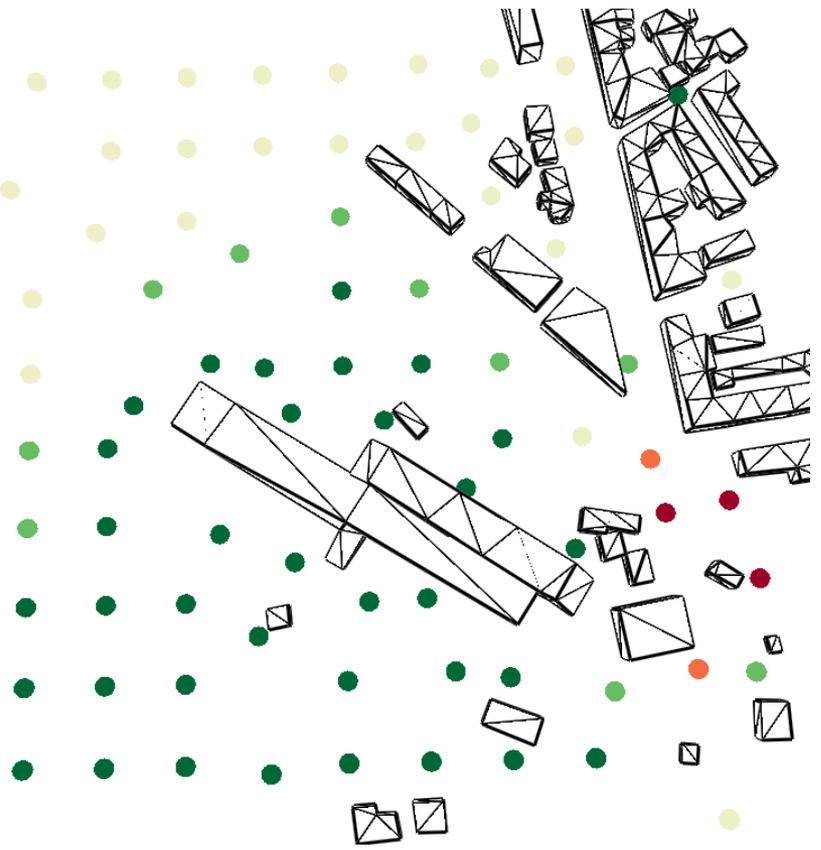
2.5m au dessus du sol

BD3D - ouvert

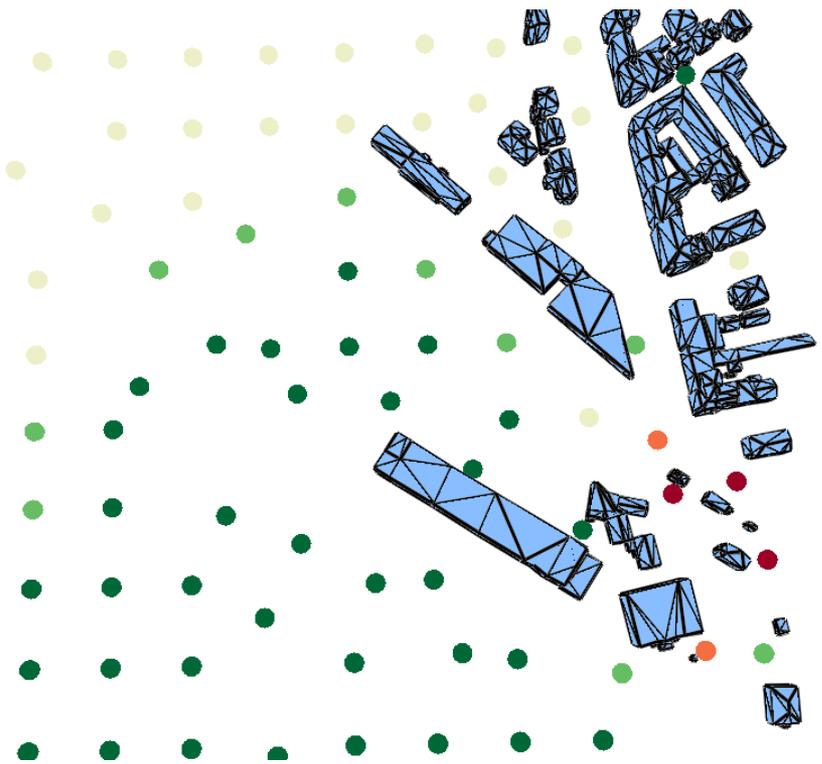


- Ecart spécifications

BD Topo+ ouvert



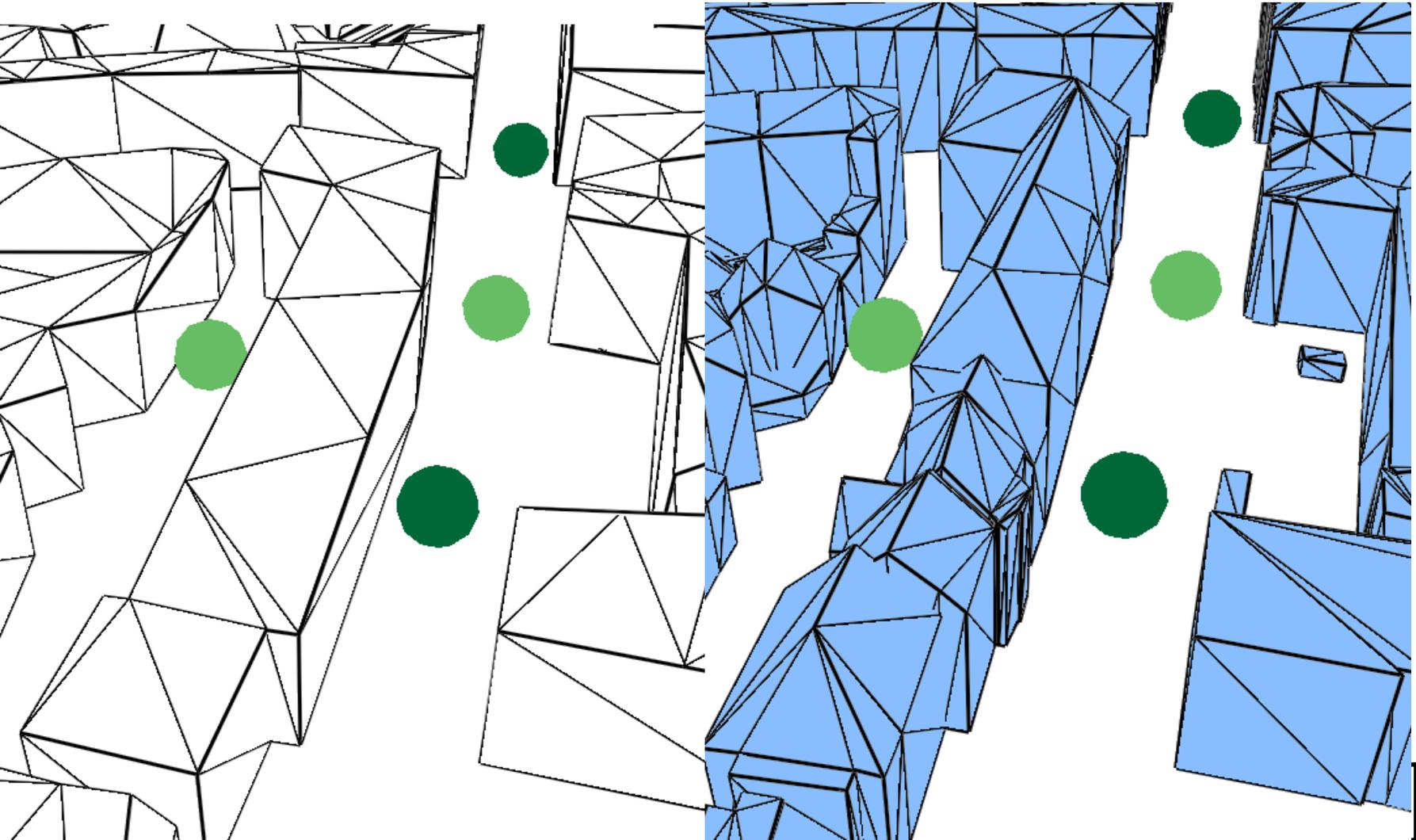
BD3D+ ouvert



- Ecart planimétriques

BD Topo+ ouvert

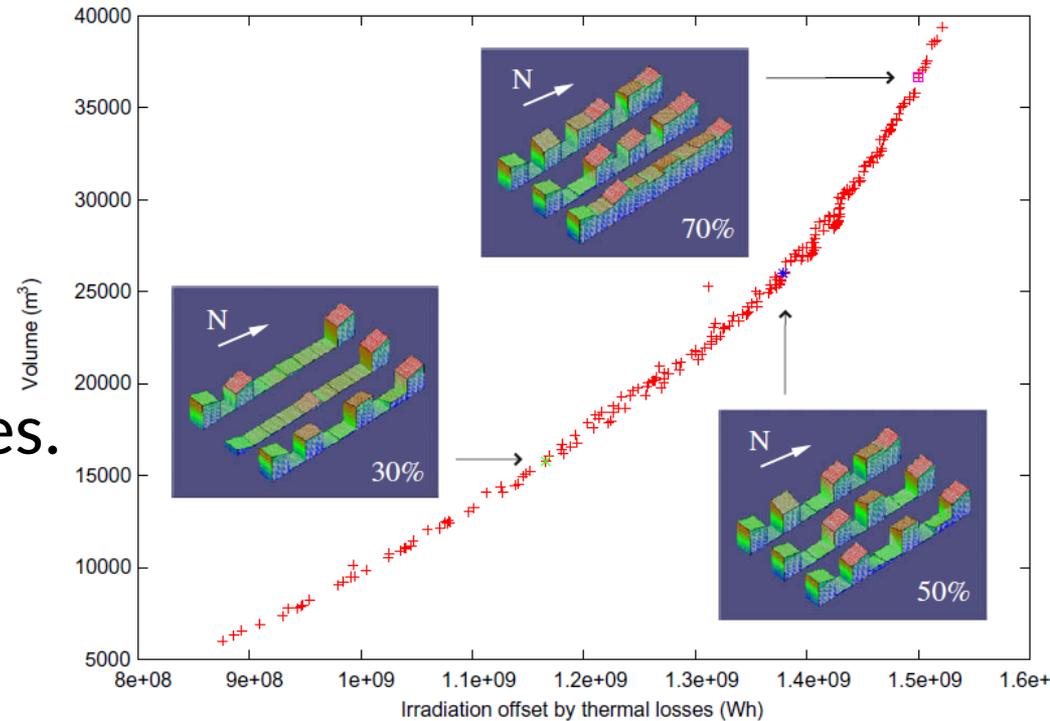
BD3D+ ouvert



- Produire les jeux de données permettant de comprendre les écarts
- Objectifs :
 - Connaître l'influence du jeu de données sur le calcul des indicateurs,
 - Indice de confiance du calcul d'un indicateur,
 - Déterminer le LOD nécessaire de la simulation à produire.

PEUPLER UN ESPACE DE BÂTIMENTS 3D

- Pistes envisagées :
 - Apprentissage,
 - Utilisation de patterns ,
 - Approches optimisatrices.



[Kampf, 2010]

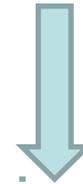
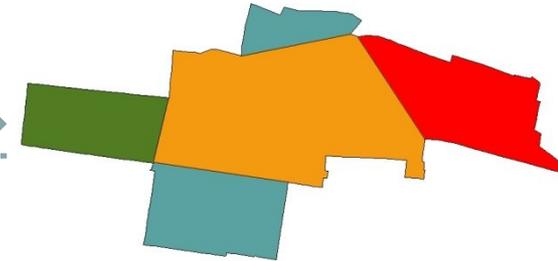
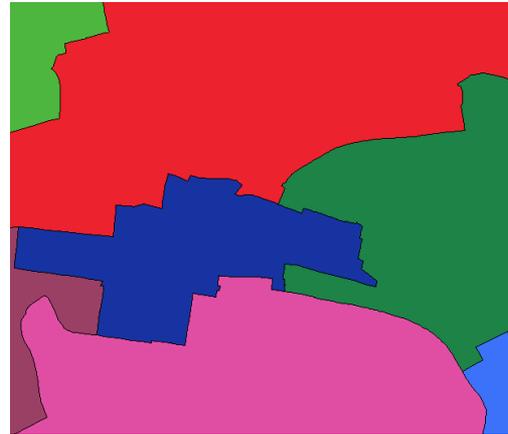
- Piste étudiée
 - Utilisation de règles d'urbanisme.
- [Brasebin, 2011]

PLU régit la constructibilité

France

Communes ou EPCI

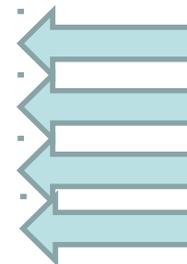
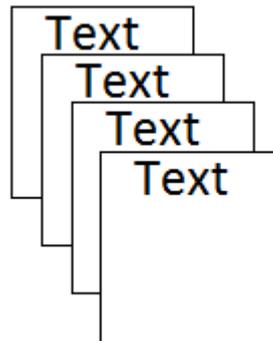
Plan de zonage



14 règles avec des intitulés standards

Textes réglementaires

Types



- U : Urbanisée
- UA : A urbaniser
- N : Naturelle
- A : Agriculture

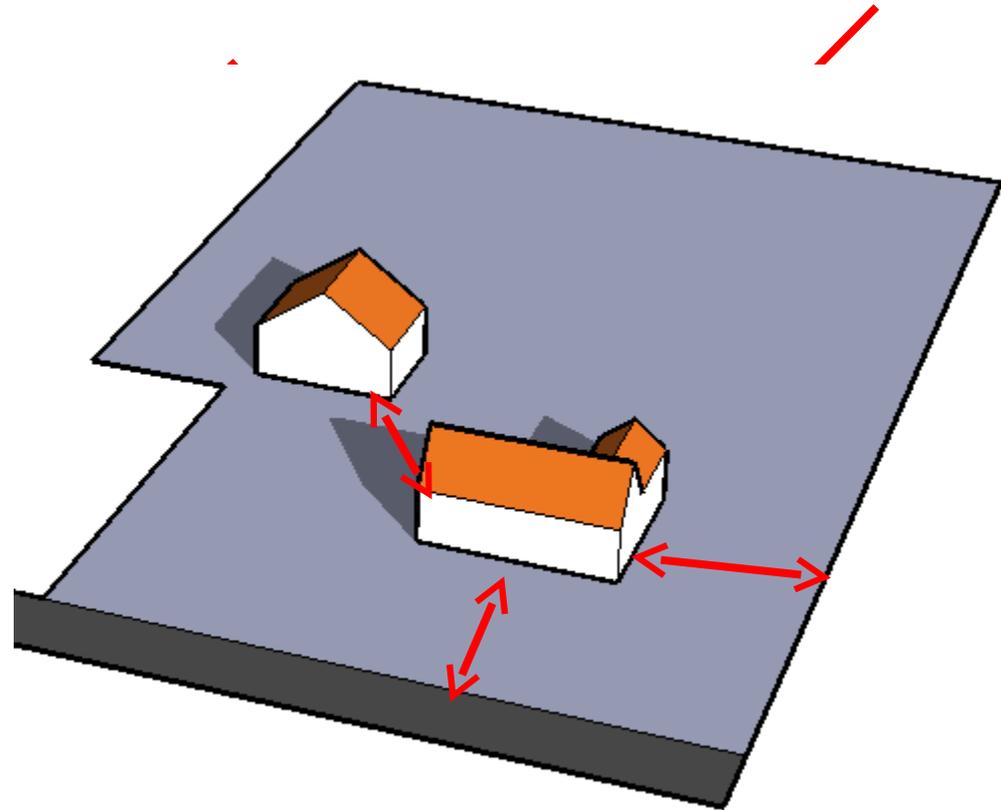
Articles 1, 2 : Restrictions d'usage du sol

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

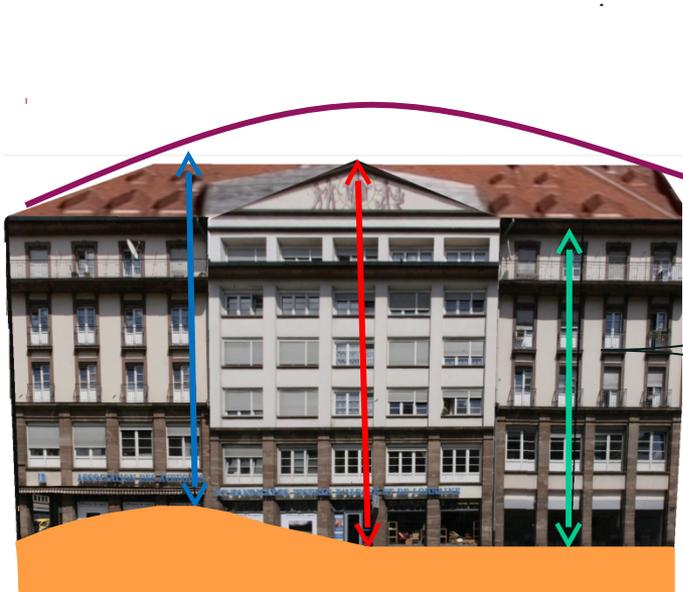
Articles 9, 14 : Ratio d'occupation du sol

Article 10 : Hauteur maximale

Article 11 : Aspect extérieur



- Le titre est standard mais pas le contenu
 - Article #10 : Hauteur maximale d'un bâtiment

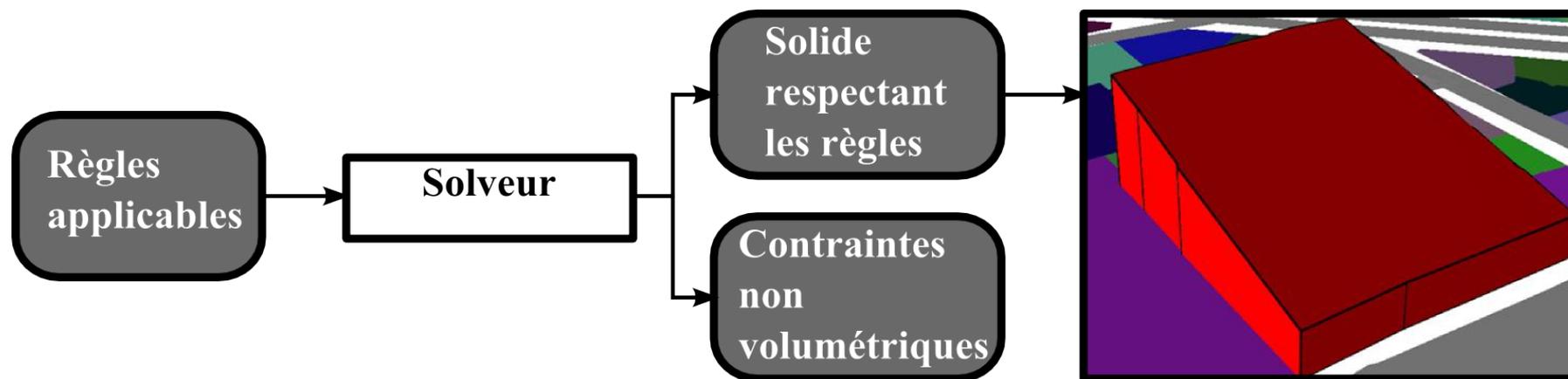


Terrain

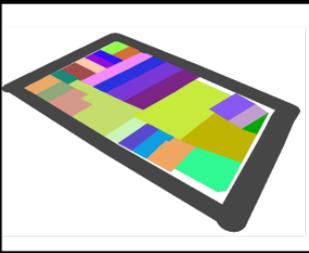
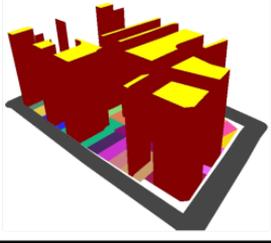
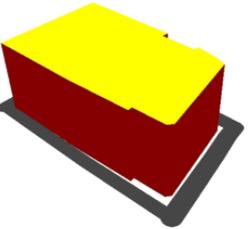
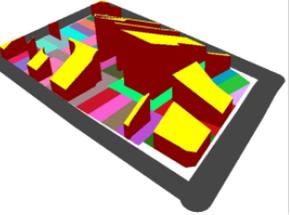
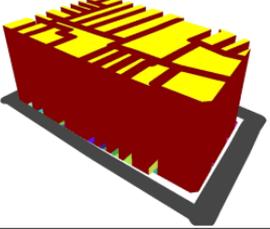
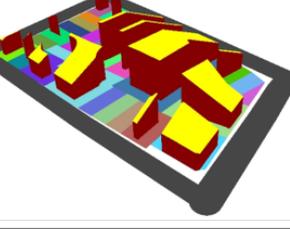
- Nombre d'étages (avec ou sans les combles)
- Hauteur maximale
- Hauteur maximale à partir du plus haut point du sol
- Hauteur maximale à la gouttière
- Selon une enveloppe

- Sélection des règles étudiées
- Problématiques des spécifications des données

- Politique de densification de la ville
 - Où et comment densifier une ville ?
- Outil de gestion des règles d'urbanisme
 - Règles du PLU



- Prendre du recul par rapport aux règles

		Contraintes	Volumes
Environnement initial		$hauteur(S) < 35$ $distance(P,S) < 4$	
Contraintes	Volumes		
$hauteur(S) < 35$		$prospect(R,2,5) > S$ $hauteur(S) < 35$ $distance(P,S) < 4$	
$hauteur(S) < 35$ $distance(P,S) < 2$		$prospect(R,2,5) > S$ $hauteur(S) < 15$ $distance(R,S) < 2$ $distance(P,S) < 4$	

- Zone du 5e arrondissement de Paris
 - COS max : 3.0,
 - Distance à la voirie : 0m,
 - Hauteur maximale : 25m
 - Prospect : suivant une carte au 1:2000
- Comment densifier en accord avec ce règlement ?

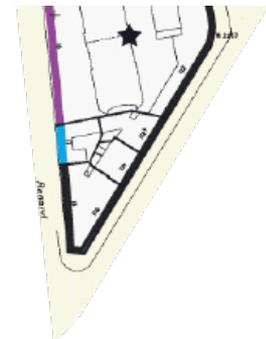
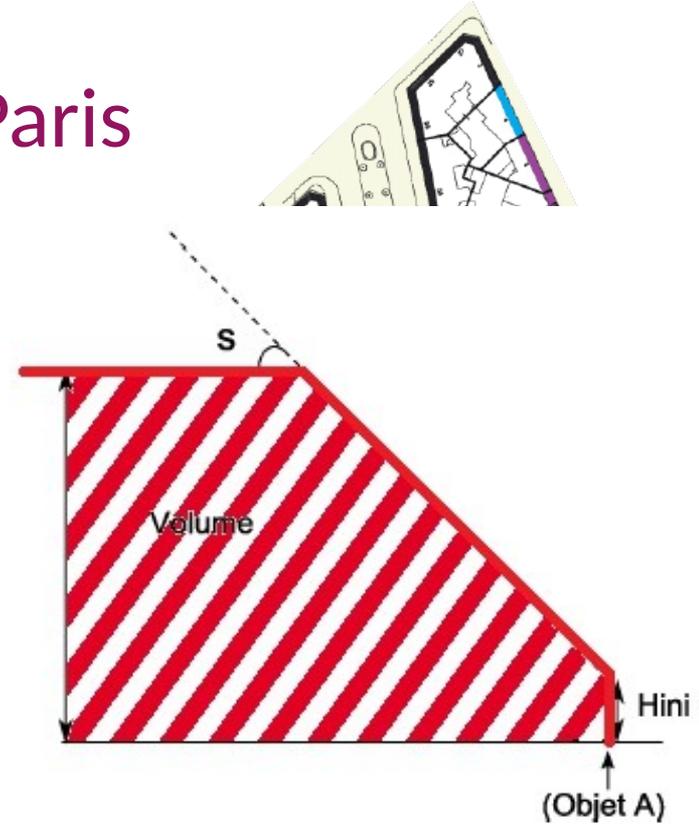
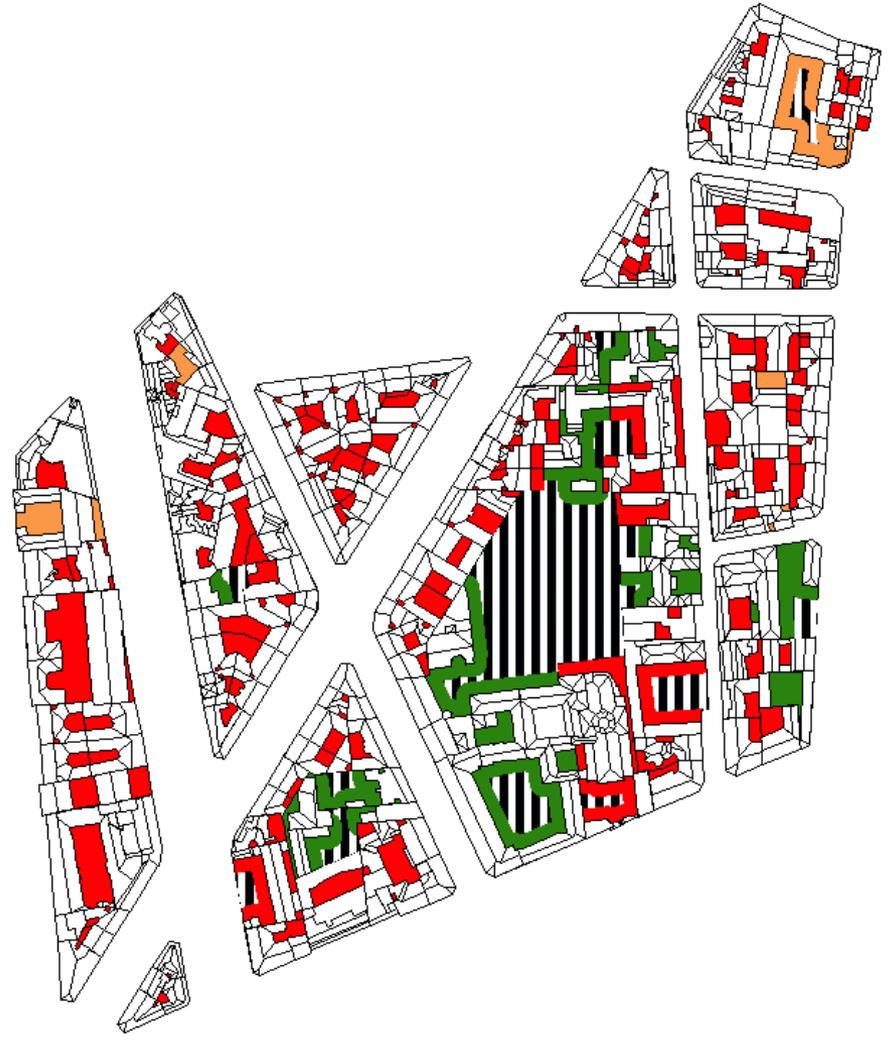


Illustration de la méthode



SHON constructible



> 250 m²



0 < S < 250 m²

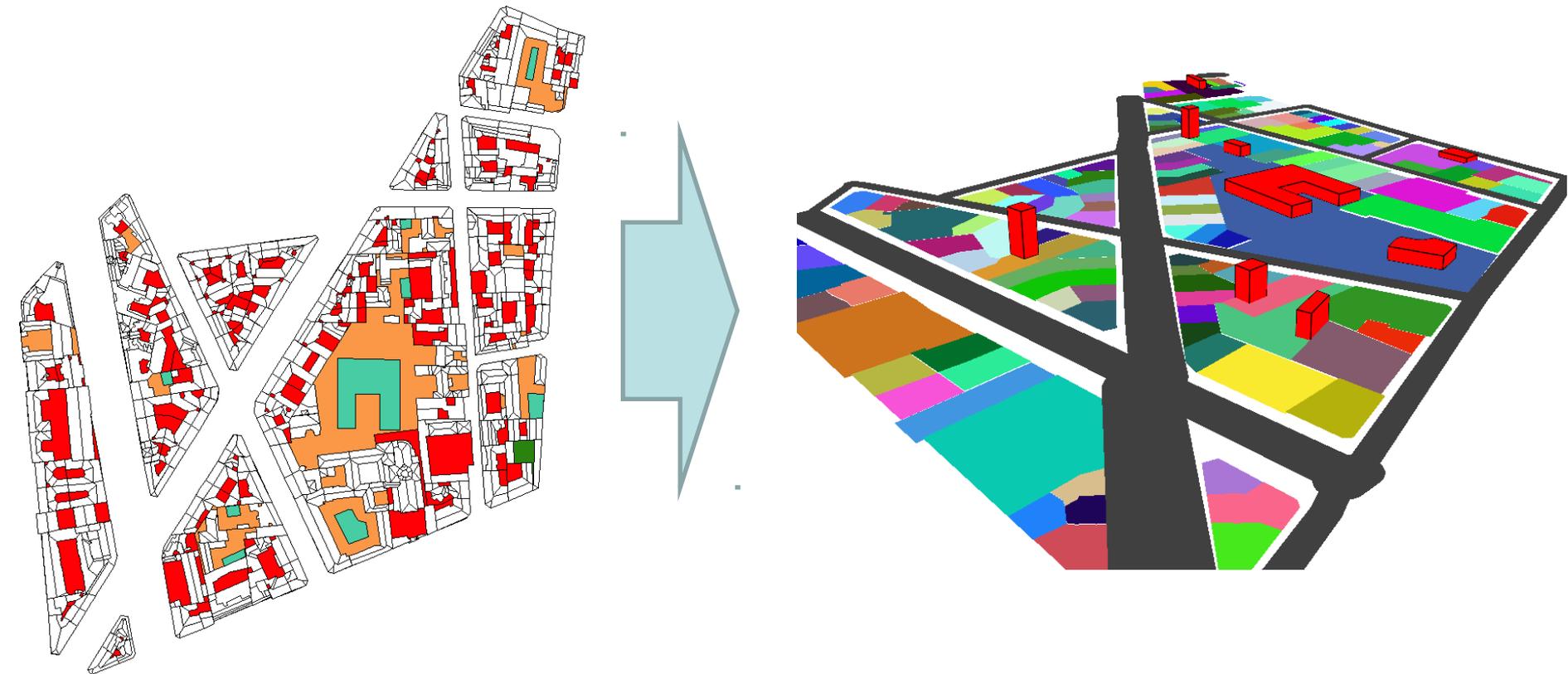


0 m²



Zones constructibles
en accord avec
les règles intégrées

- Génération de bâti à partir d'empreintes

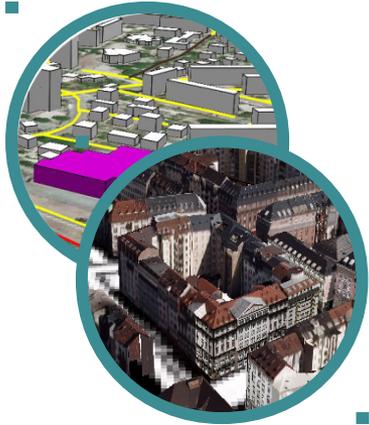


- Possibilité d'ajouter la 3D lors de la simulation
 - Règlement établi,
 - A coupler avec d'autres indicateurs
- Possibilité de recréer des données historiques passées
 - Bâtiment détruits
 - Multi-temporalité

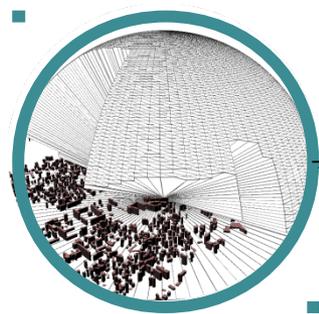
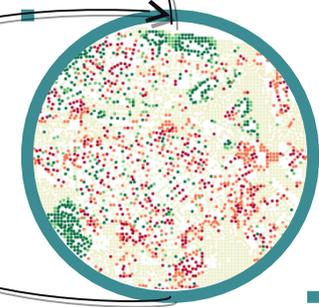
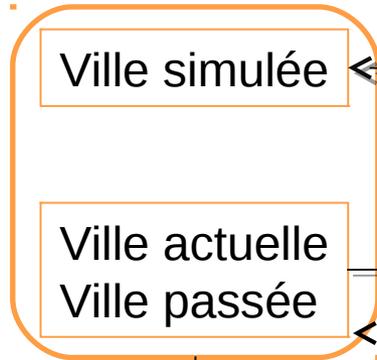
CONCLUSION DE LA PRÉSENTATION

- Une réflexion sur l'usage des données 3D pour simuler les évolutions urbaines
 - Cela change-t-il la méthodologie classique ?
 - Quels indicateurs sont pertinents ?
 - Quel est le degré de fiabilité de ces indicateurs en fonction du jeu de données utilisé ?
 - Comment peupler un espace en bâtiments 3D ?

Jeux de données



Contraintes d'urbanisme



Indicateurs 3D

Connaissances sur la qualité

Merci pour votre attention

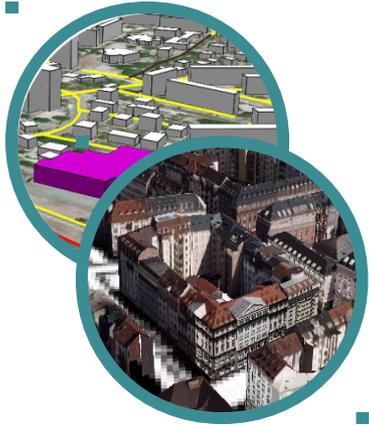
- COGIT : <http://recherche.ign.fr/labos/cogit/>
- Email : mickael.brasebin@ign.fr



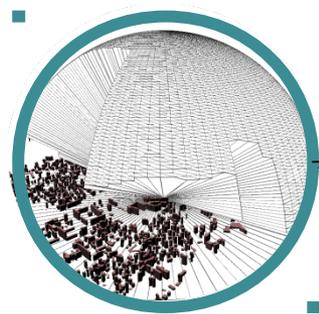
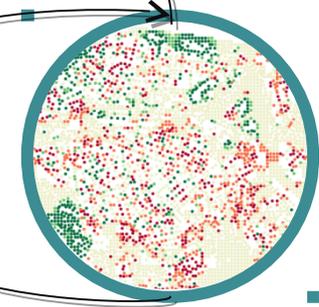
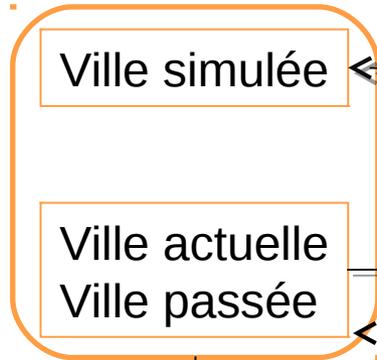
- Adam, M., Aug. 2010. Densité : étude transversale de l'évolution de la forme urbaine d'un quartier de grands ensembles entre arguments environnementaux et perceptions habitantes. Master's thesis, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Ecole Centre de Nantes, Ecole des Mines de Nantes et Université de Nantes,
- Adolphe, L., 2001. A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities. *Environment and Planning B: Planning and Design* 28 (2), 183–200.
- Brasebin, M., Perret, J., Haëck, C., Sep. 2011. Towards a 3D geographic information system for the exploration of urban rules: application to the French local urban planning schemes. In: 28th urban data management symposium (UDMS 2011)
- Caneparo L.; Guerra F.; Masala E., 2006, UrbanLab – Generative Platform for Urban and Regional Design, In: Design & Decision Support System (DDSS-2006), 4-7 LUGLIO 2006, EINDHOVEN,
- Carneiro, C., Morello, E., Desthieux, G., Golay, F., 2010. Urban environment quality indicators: application to solar radiation and morphological analysis on built area. *VIS '10*. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA, pp. 141–148,
- Gál, T., Lindberg, F., Unger, J., 2009. Computing continuous sky view factors using 3D urban raster and vector databases: comparison and application to urban climate 95(1-2), 111–123,
- Harzallah, A., 2007. Emergence et évolutions des préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIXème siècle à la deuxième guerre mondiale. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes. Université de Nantes,
- Laurif, Jun. 2005. Appréhender la densité 3. formes urbaines et densités,
- Johnson, G. T., Watson, I. D., Feb. 1984. The determination of View-Factors in urban canyons. *J. Climate Appl. Meteor.* 23 (2), 329–335,
- Kämpf, J. H., Montavon, M., Bunyesc, J., Bolliger, R., Robinson, D., 2010. Optimisation of buildings' solar irradiation availability. *Solar Energy* 84 (4), 596–603,

- Kolbe, T, Gröger, G., Plumer, L., CityGML – Interoperable Access to 3D City Models, International Symposium on Geoinformation for Disaster Management in Delft, Netherlands, 21.-23. March 2005,
- Morello, E., Ratti, C., 2009. A digital image of the city: 3D isovists in Lynch's urban analysis. *Environment and Planning B: Planning and Design* 36 (5), 837–853,
- Sarradin, F., Dec. 2004. Analyse morphologique des espaces ouverts urbains le long de parcours mesure des variations des formes de ciel par la squelettisation. Ph.D. thesis, Université de Nantes,
- Svensson, M. K., 2004. Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. *Meteorological Applications* 11 (3), 201–211,
- Silva, V., Oct. 2010. Conception et évaluation d'un prototype de simulation de la morphogenèse urbaine par agents vecteurs multi-échelles. Ph.D. thesis, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Vettorato, D., Prospero, D. C., Oct. 2011. Specifying spatial attributes and relations in urban heat islands: A generalizable model applied to Trento, Italy. In: 28th Urban Data Management Symposium UDMS'11. Taylor and Francis, pp. 181–192,
- Teller, J., Apr. 2001. La régulation morphologique dans le cadre du projet urbain. spécification d'instruments informatiques destinés à supporter les modes de régulation performantiels. Ph.D. thesis, Université de Liège.

Jeux de données



Contraintes d'urbanisme

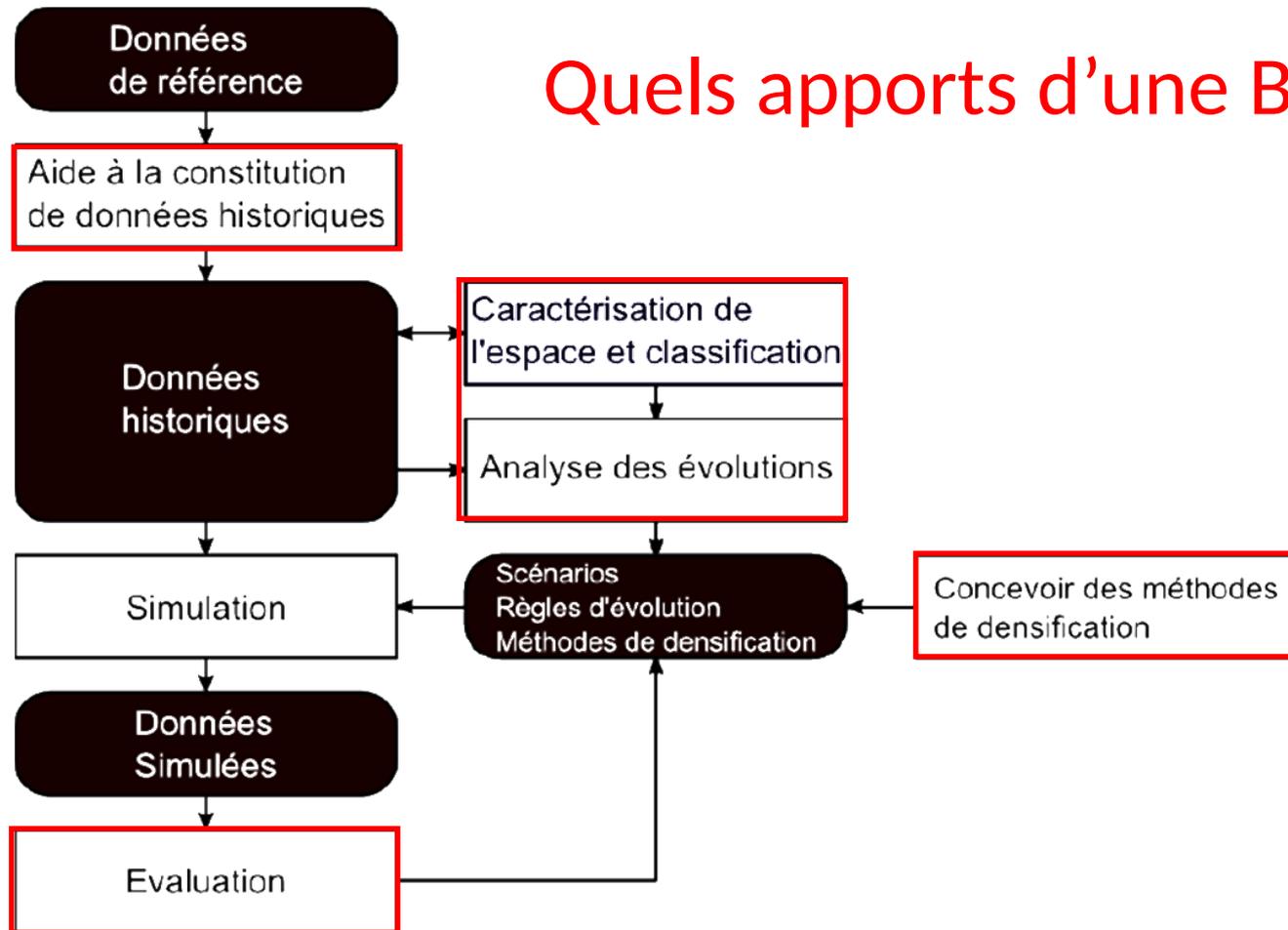


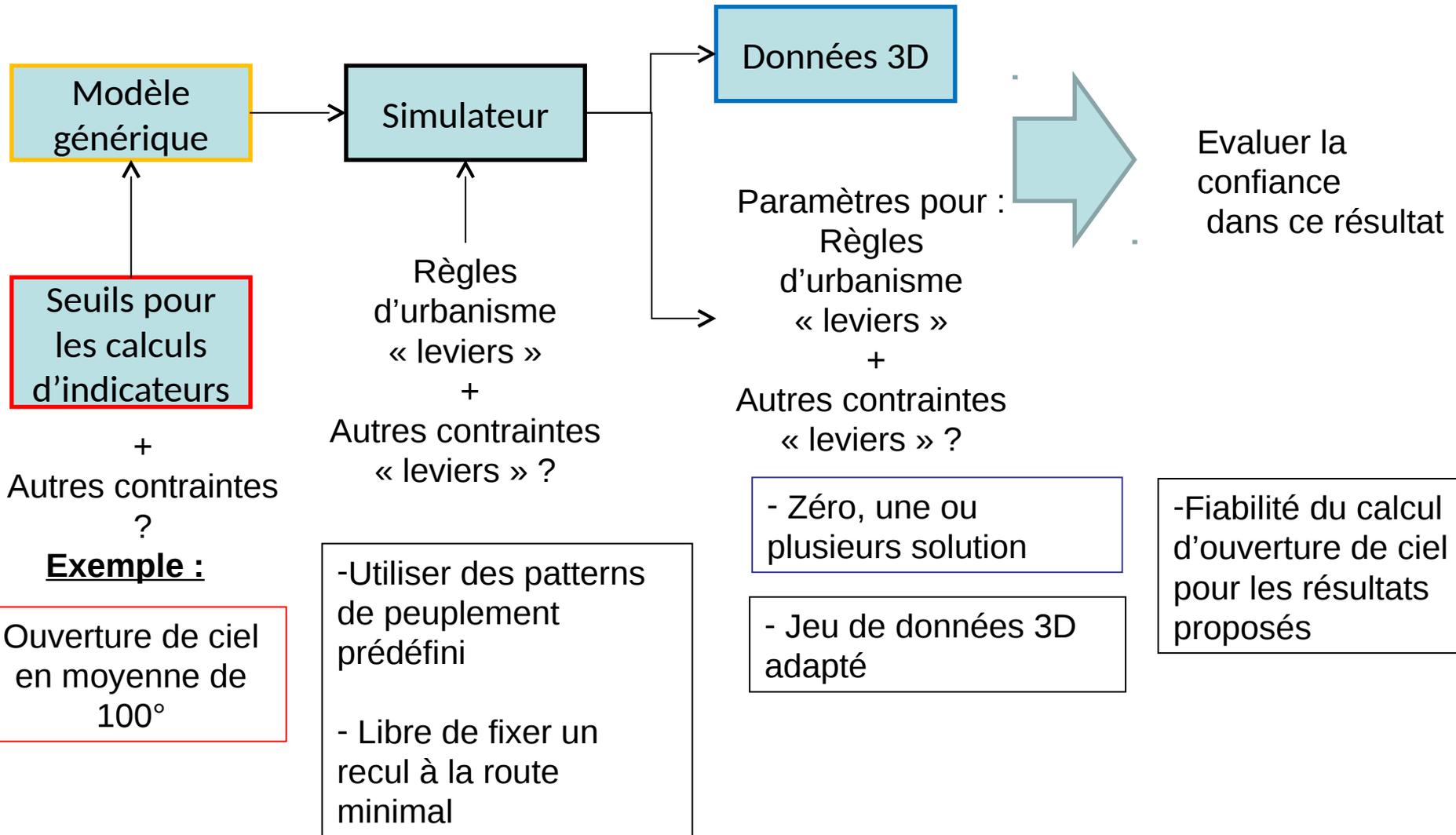
Indicateurs 3D

Connaissances sur la qualité

Quels apports d'une BDD 3D ?

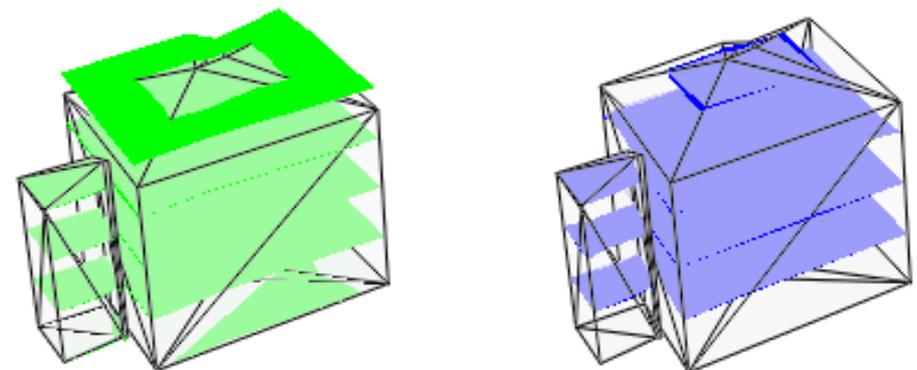
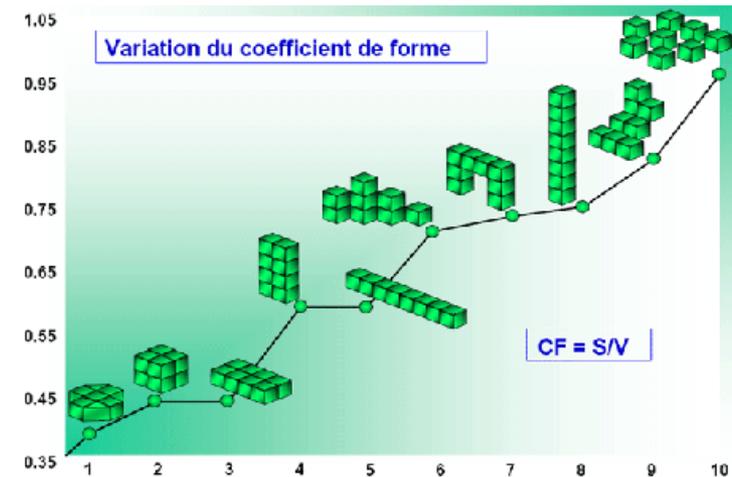
- GeOpenSim



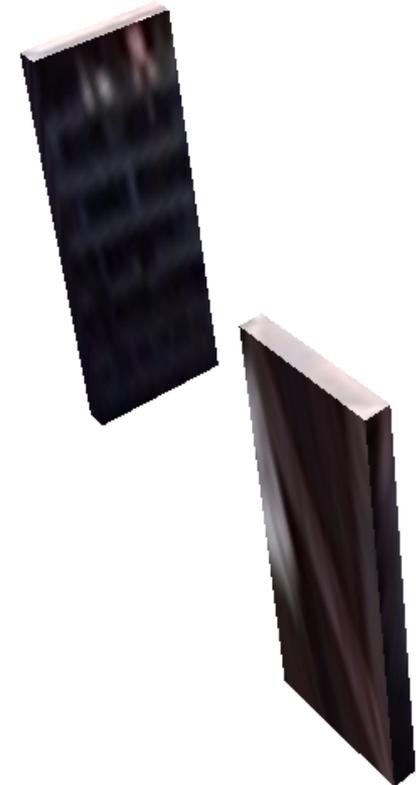


- Indicateurs basés sur la morphologie d'un bâtiment

- Hauteur maximale
- Hauteur à la gouttière
- Compacité
- Surfaces de plancher (nettes et brutes)

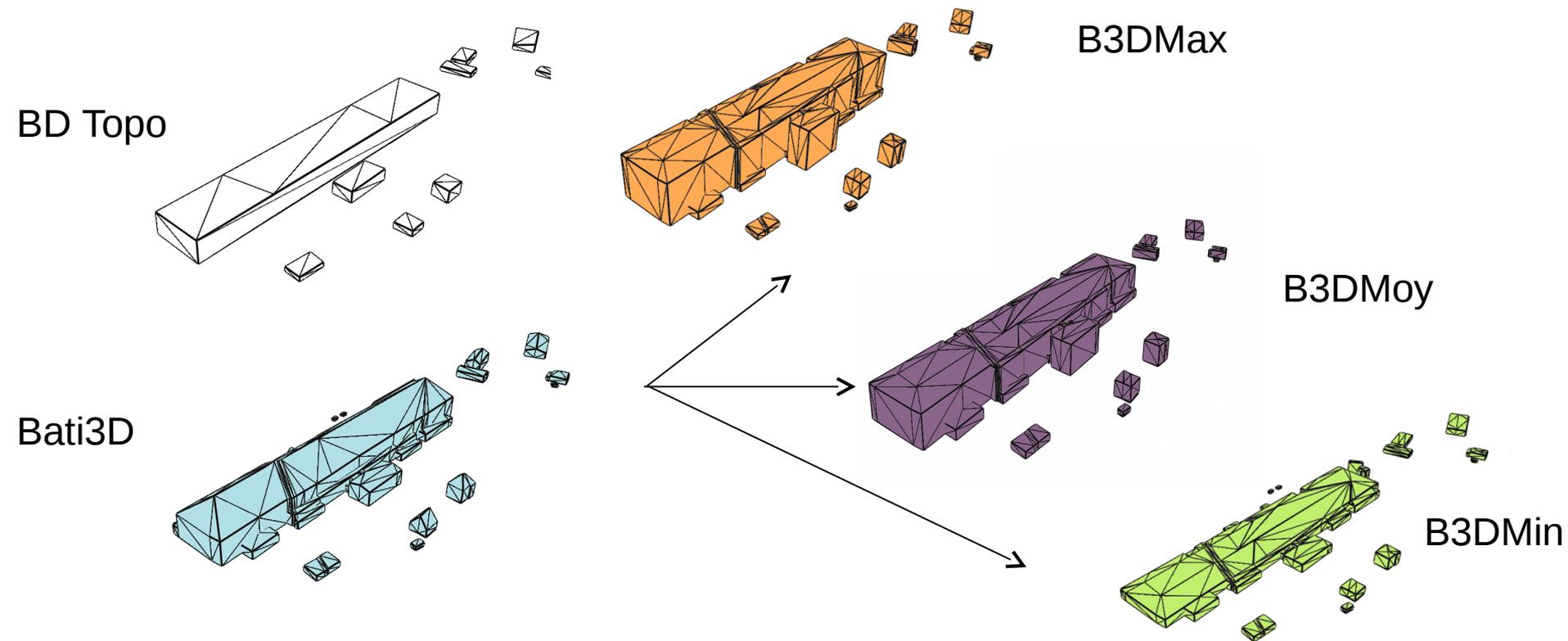


- Comment évaluer mes indicateurs sur les jeux de données 3D ?
 - Bases de données 3D imparfaites

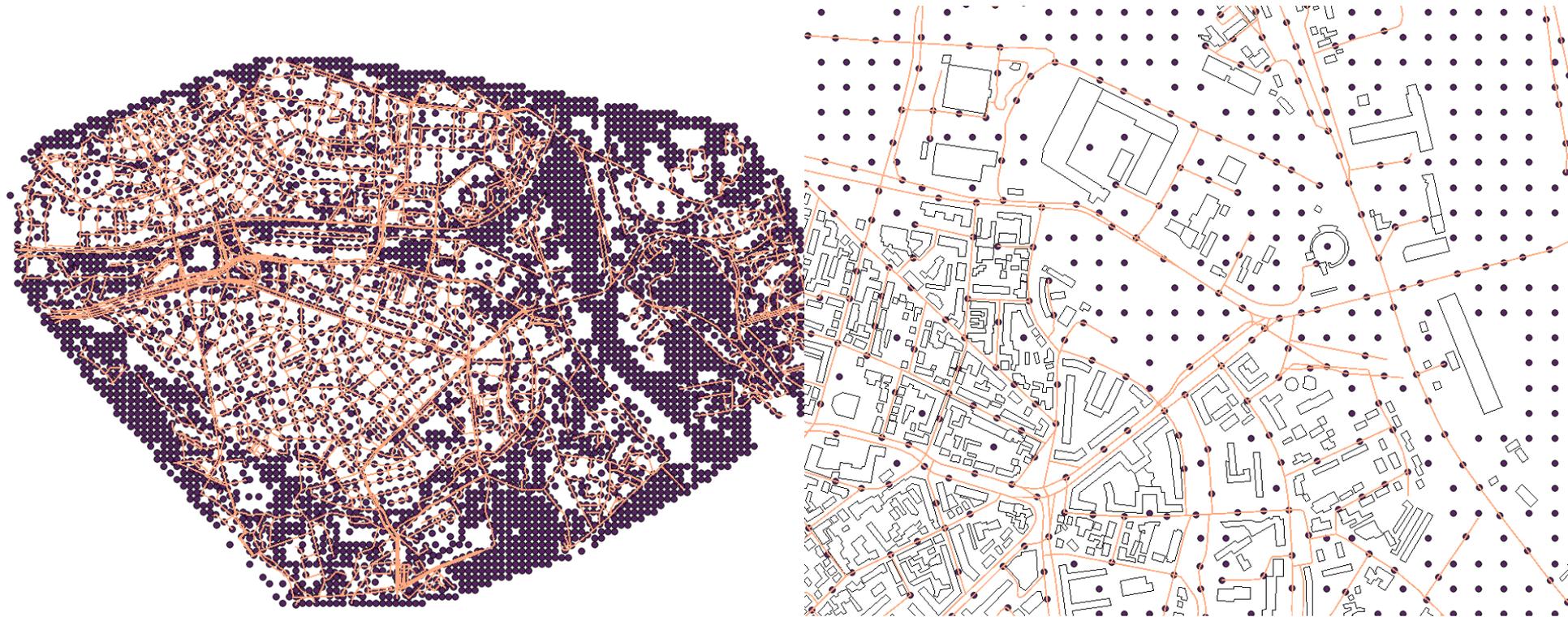


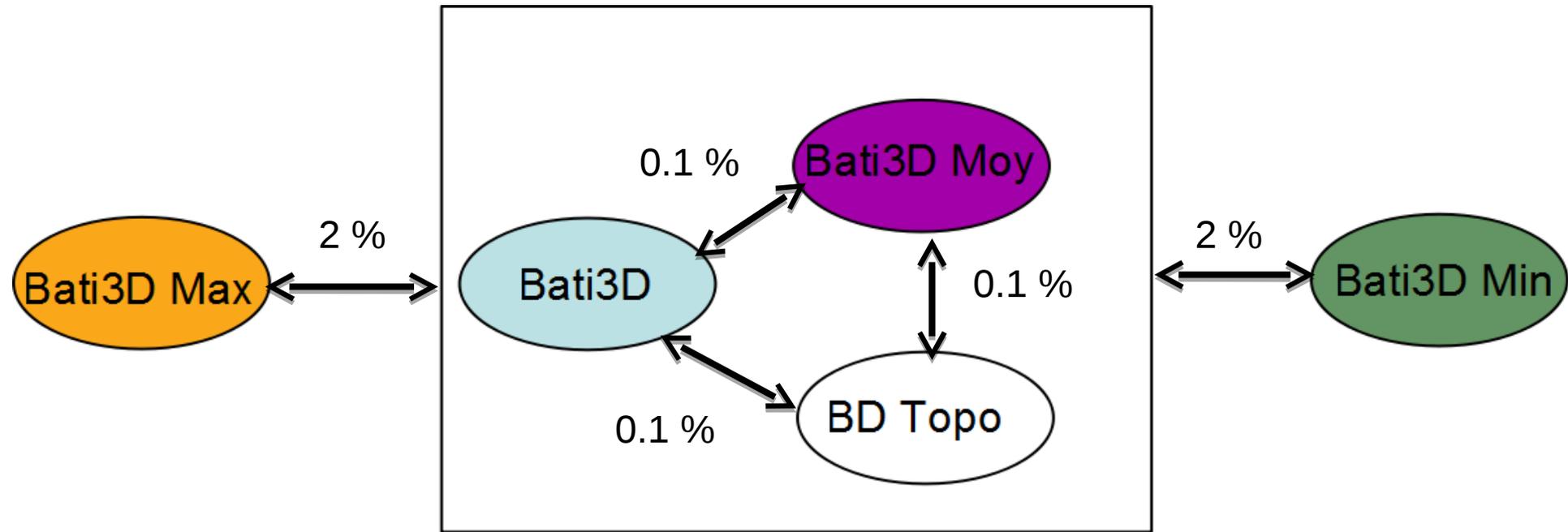
↳ Nécessité de corrections (éventuellement à adapter en fonction de l'opération que l'on souhaite effectuer)

- Indicateur : ouverture de ciel
 - Nécessité de peu de corrections géométriques
- Jeux de données de bâtiments considérés



- 11500 sommets générés pour occuper l'ensemble de la zone
 - 4.5 km * 3 km





Ouverture moyenne

0.86

0.88

0.9

B3DMoy + ouvert

-30%



-2%



-1%



1%



2%



10%

Bati3D + ouvert

