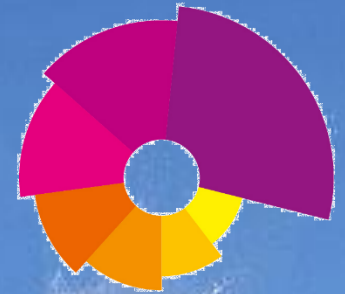


AAU crenau

ambiances
architectures
urbanités



Course solaire et ciel maillé : quantifier l'exposition au soleil
dans le contexte de l'outil *SketchUp*

Thomas Leduc

3e Journées SOLENE, Nantes, 19 nov. 2015





- Dans le cadre d'une expertise, je suis confrontée à l'allégation d'un propriétaire qui subit une déficience d'ensoleillement depuis la construction d'un immeuble contre sa maison. Le Tribunal me demande de vérifier la réalité et l'étendue de ce trouble de jouissance relatif à une éventuelle perte d'ensoleillement et de luminosité pouvant entraîner une perte de valeur immobilière.
- Je suis donc à la recherche d'un moyen de pouvoir déterminer cette perte d'ensoleillement ainsi que les périodes et durées de perte d'ensoleillement et de luminosité.
- Pensez-vous que le logiciel SOLENE puisse me permettre d'analyser et de quantifier le nombre d'heures d'ensoleillement perdues par la nouvelle construction ? Si oui, comment dois-je procéder pour faire cette étude ? Faut-il faire la modélisation avec ce logiciel ou avec un logiciel de dessin ?



- *Reconnaître si l'on est au soleil ou à l'ombre, c'est être capable de dire si oui ou non l'on peut voir le soleil. Déterminer un niveau d'éclairement, c'est être capable d'identifier les parties de ciel visibles pour en évaluer leur rayonnement. Evaluer des inter-réflexions, c'est être capable de déterminer les inter-visibilités des éléments d'une scène. Mesurer l'impact visuel d'un bâtiment revient à déterminer d'où et comment on le voit. (Groleau, 2000)*
- Traduction : développement de SOLENE - logiciel de simulation d'ensoleillement, d'éclairement et de rayonnement thermique incluant :
 - tracés d'ombre (détermination des surfaces à l'ombre ou au soleil), par projections axonométriques en fonction de la géométrie solaire,
 - rayonnement, i.e. des inter-réflexions entre éléments de surfaces de la maquette urbaine préalablement maillée. Cumul des zones à l'ombre sur une journée.



- L'exposition à l'éclairage solaire direct est un problème de visibilité (d'un objet ponctuel, en mouvement, placé à l'infini)
- Tirer partie de l'adaptation en cours de quelques fonctionnalités du « Vu / pas vu » dans le contexte de *Trimble SketchUp* (prototype de recherche)
- *Modéliser, analyser et quantifier les apports solaires (quand on est expert judiciaire)*
- Outil bien diffusé ou facilement « déployable », ergonomique,
- L'approche à base de projections du SOLENE radiatif le rend parfois peu robuste pour certaines géométries « approximatives »
- Exploiter le moteur de lancer de rayons embarqué dans *SketchUp* pour dépasser les trop fréquents problèmes liés aux géométries.

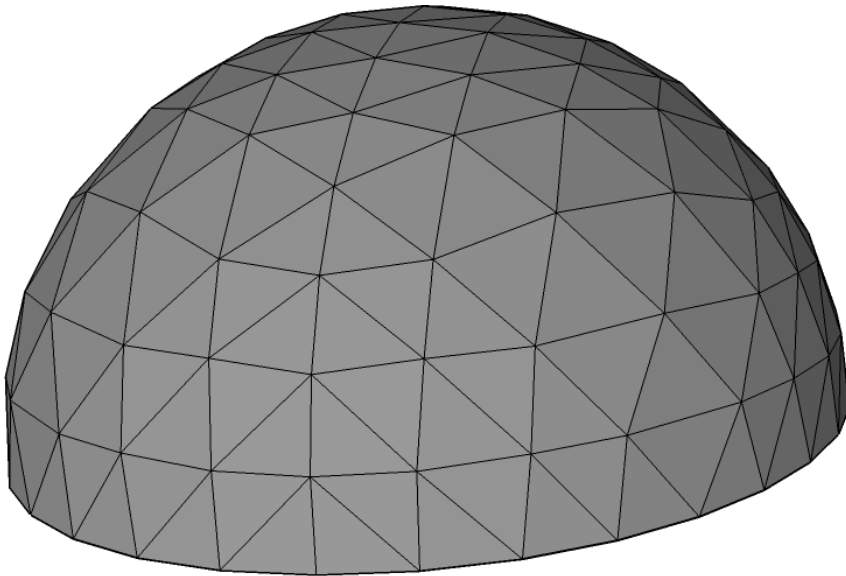


Plafond du jardin d'hivers de la *Downtown Chicago Public Library*
illustration de « ciel solaire maillé » (23 avr. 2015)

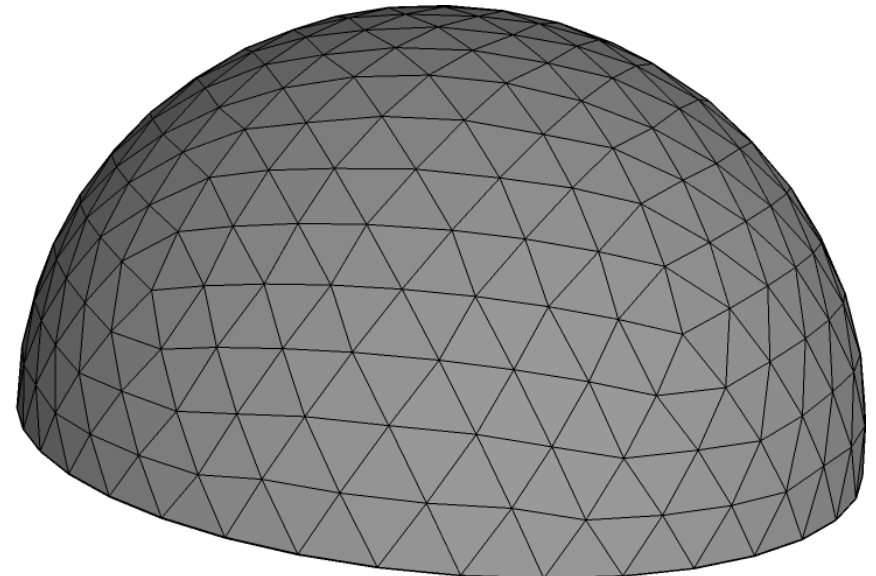


Méthode Mailler la voûte céleste

- Modéliser le ciel par une voûte hémisphérique – dôme géodésique à
 - 4^n items à partir d'une pyramide carrée (Miguet, 2000),
 - 20×4^n items à partir d'un icosaèdre,
 - 151 bandes horizontales (Tregenza, 1987; Beckers et Beckers, 2013).
- Utilisé pour les mesures de luminance, l'évaluation des vues du ciel, etc.



Geode_ciel (256 faces)



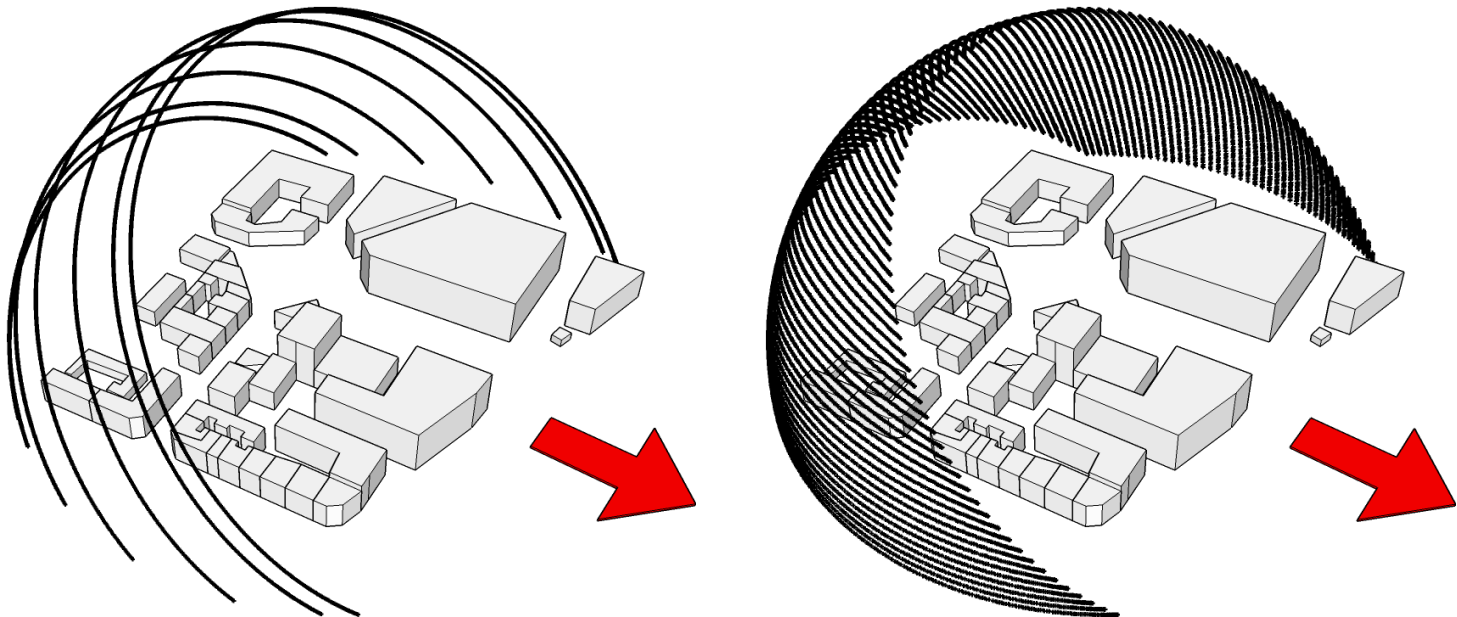
Base icosaédrique (640 faces)



Méthode

Course solaire apparente

- Source lumineuse ponctuelle à l'infini dont la déclinaison varie selon le temps saisonnier (jour et mois de l'année) et l'état d'ensoleillement selon la rotation uniforme de la terre sur son axe (heure du jour) - site [Audience](#)
- D'un ensemble de coordonnées équatoriales : déclinaison et angle horaire à un ensemble de coordonnées horizontales : hauteur et azimuth solaires.
- Trajectoires solaires apparentes (en Temps Solaire Vrai).

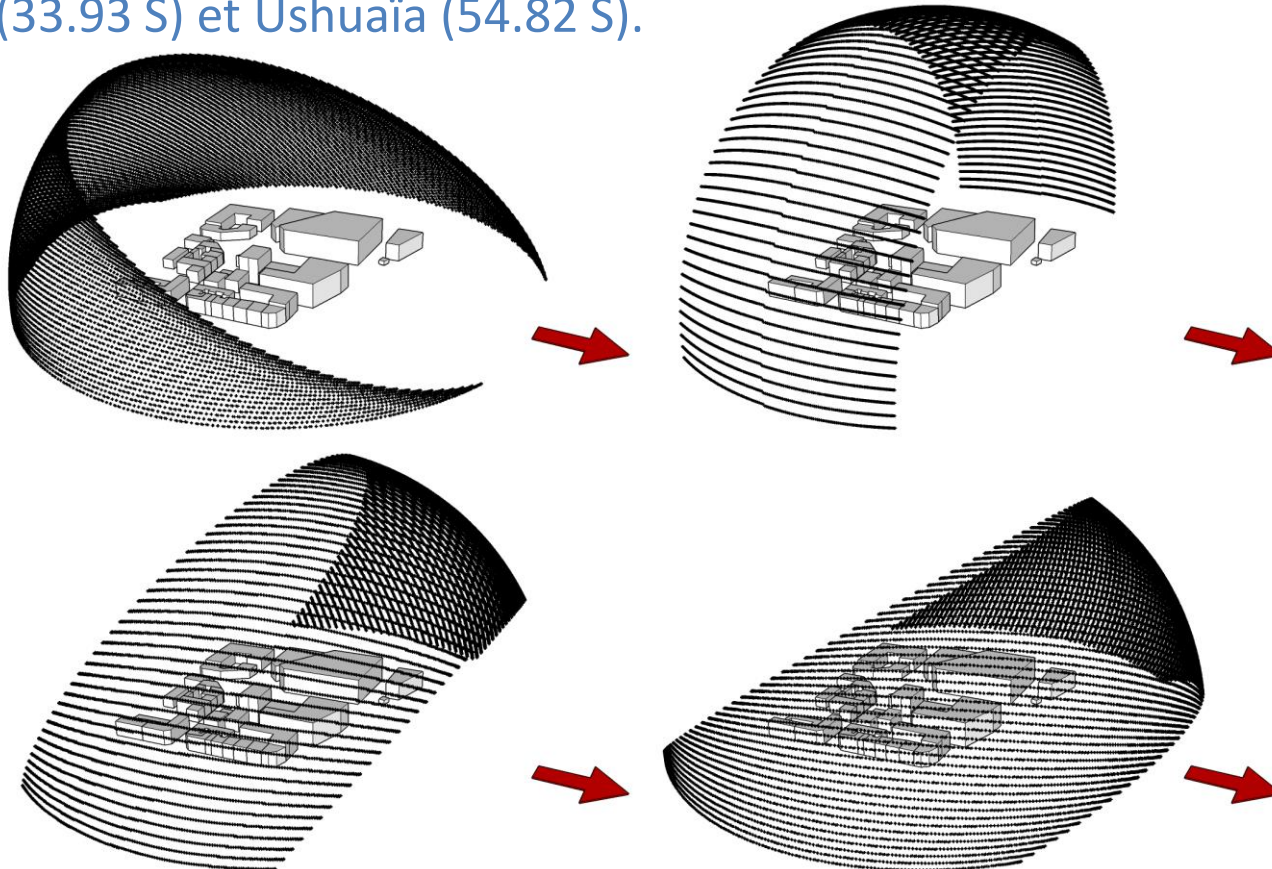




Méthode

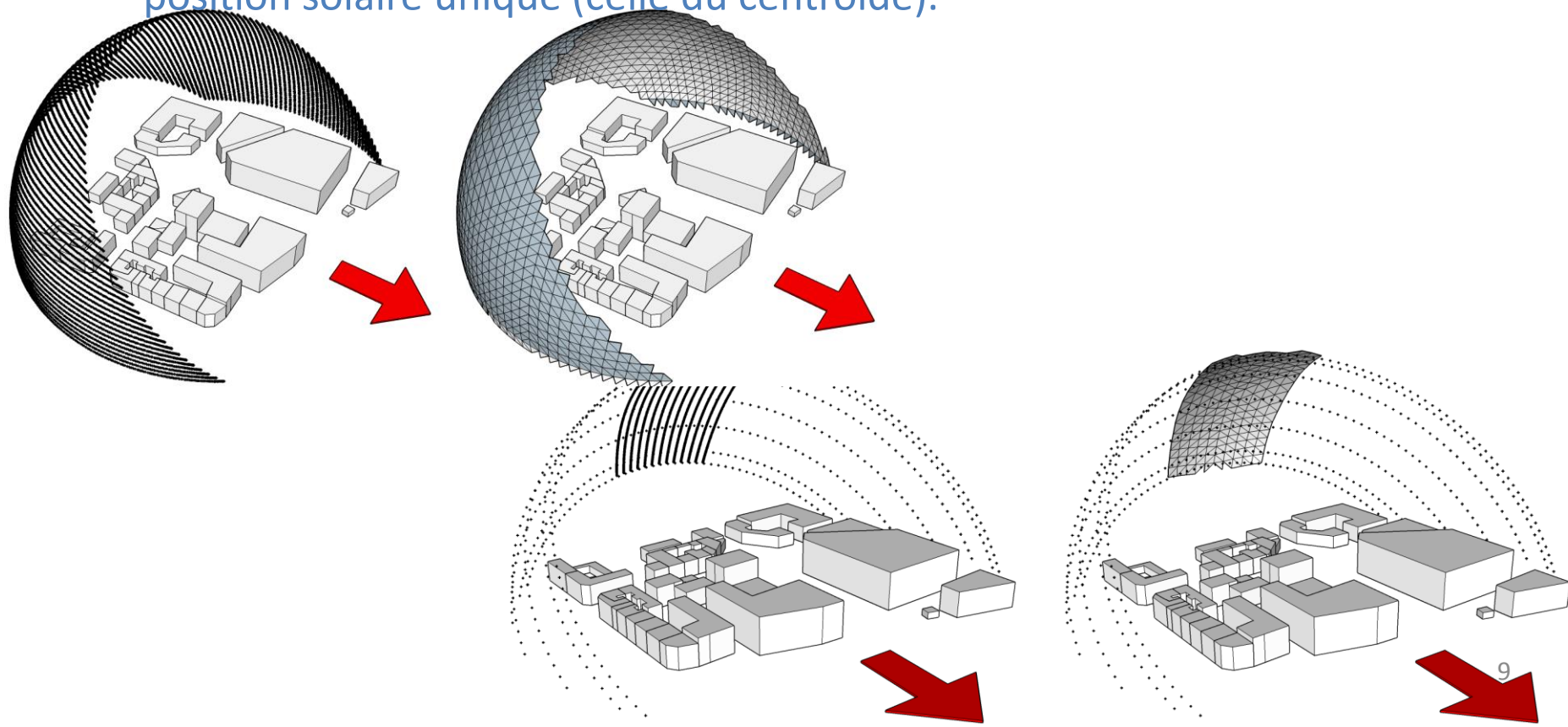
Course solaire apparente

- La course solaire apparente est fonction de la latitude.
- Transportons l'ensa nantes à Reyjavik (64.14 N), Libreville (0.39 N), Cape Town (33.93 S) et Ushuaïa (54.82 S).





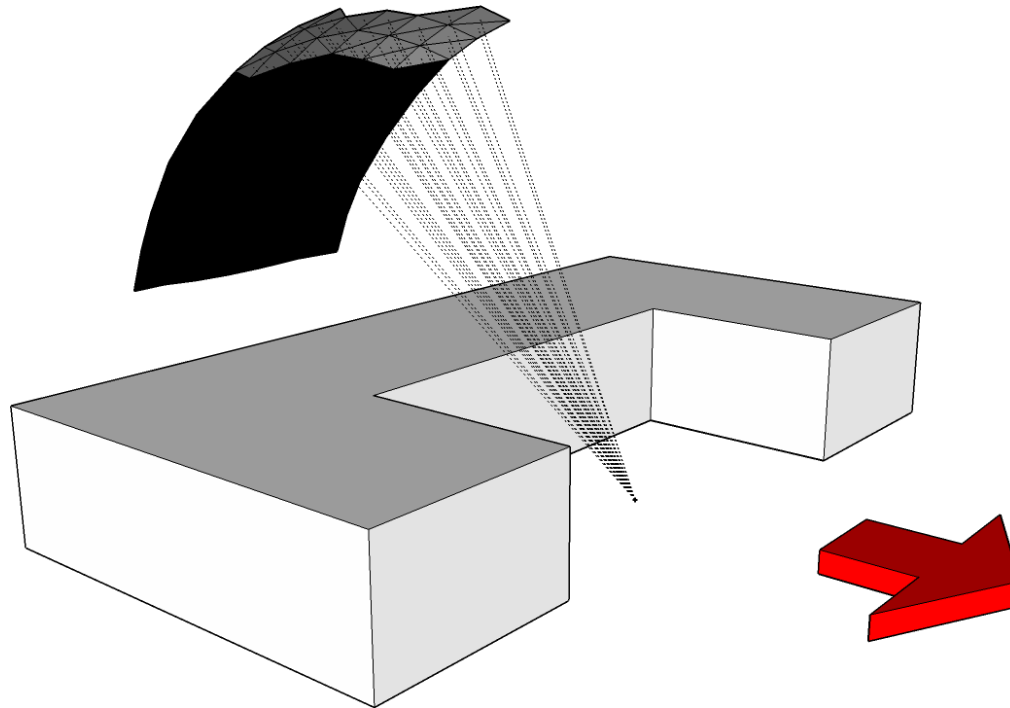
- Agrégation des positions relatives du soleil au *patch* de ciel maillé
- => Le *patch* de « ciel solaire » cumule l'ensemble des « temps de présence » du soleil dans le *patch*, cette somme est associée à une position solaire unique (celle du centroïde).





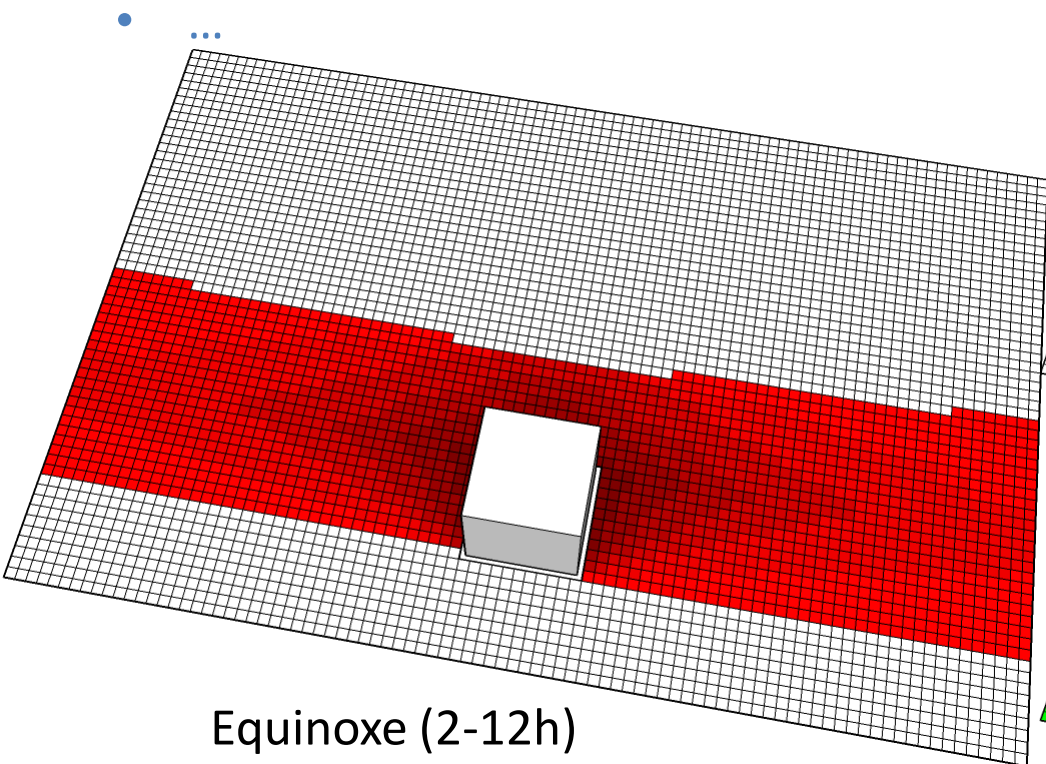
Méthode Lancer de rayons

- Rappel : Reconnaître si l'on est au soleil ou à l'ombre, c'est être capable de dire si oui ou non l'on peut voir le soleil (Groleau, 2000)
- Estimer la quantité de « ciel solaire » vu à partir du point d'intérêt, c'est-à-dire accumuler l'ensemble des *patches* pour lesquels le rayon joignant le point d'intérêt au centroïde du *patch* correspondant n'est arrêté par aucun masque (i.e. aucune face de la maquette urbaine 3D).

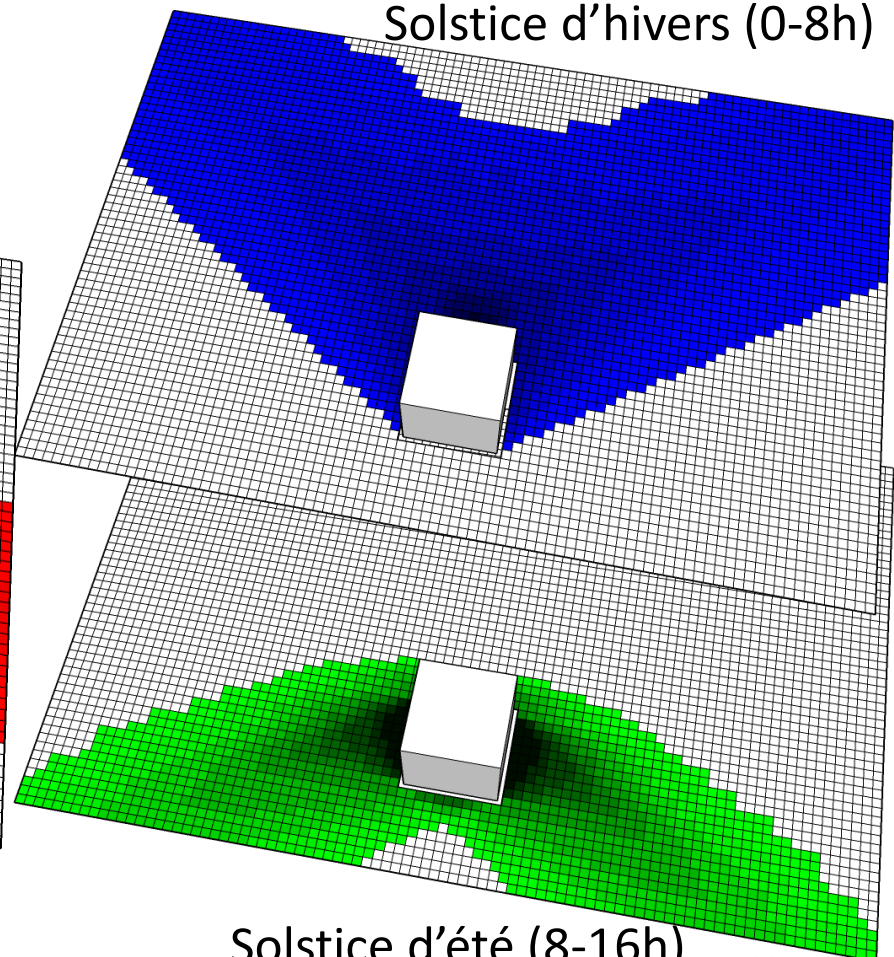




- Les ombres portées par un bâtiment isolé sur un sol horizontal, à l'équinoxe, forment une ligne droite



Equinoxe (2-12h)

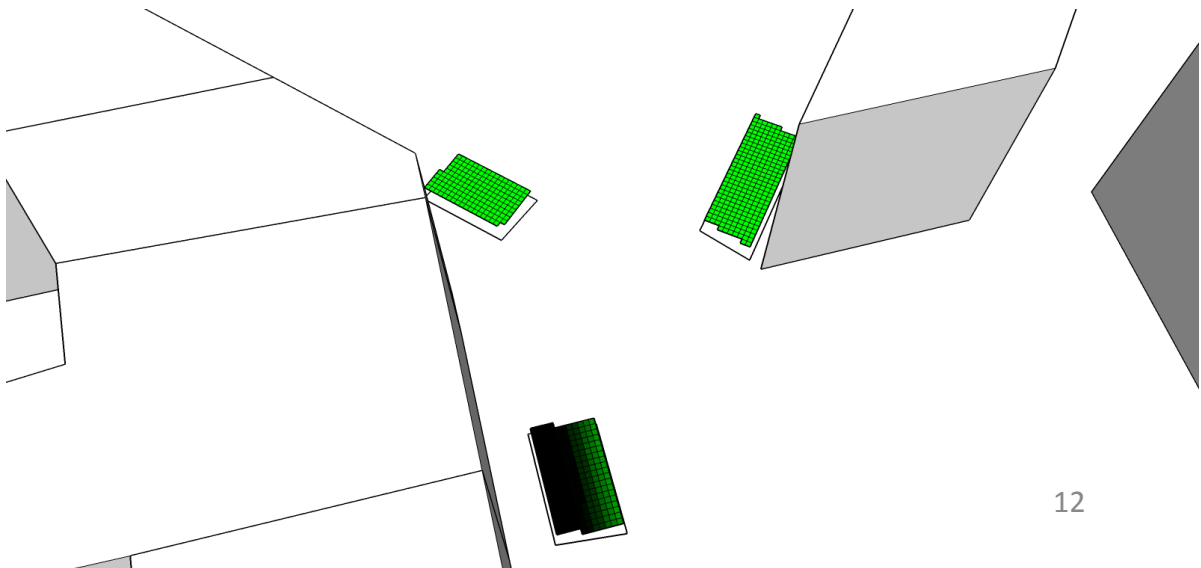
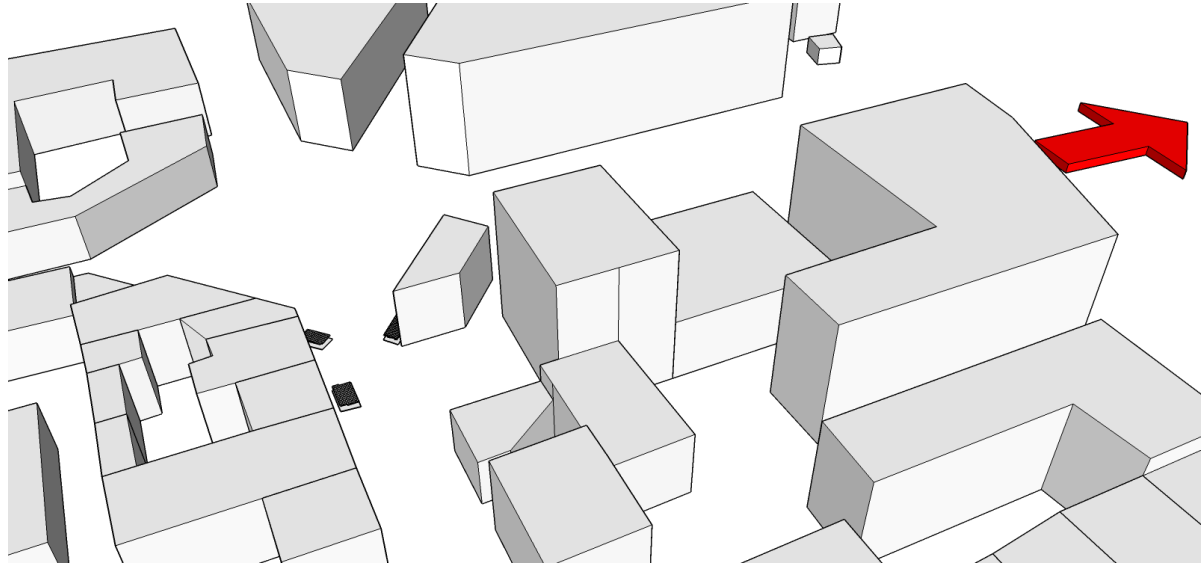


Solstice d'hivers (0-8h)

Solstice d'été (8-16h)

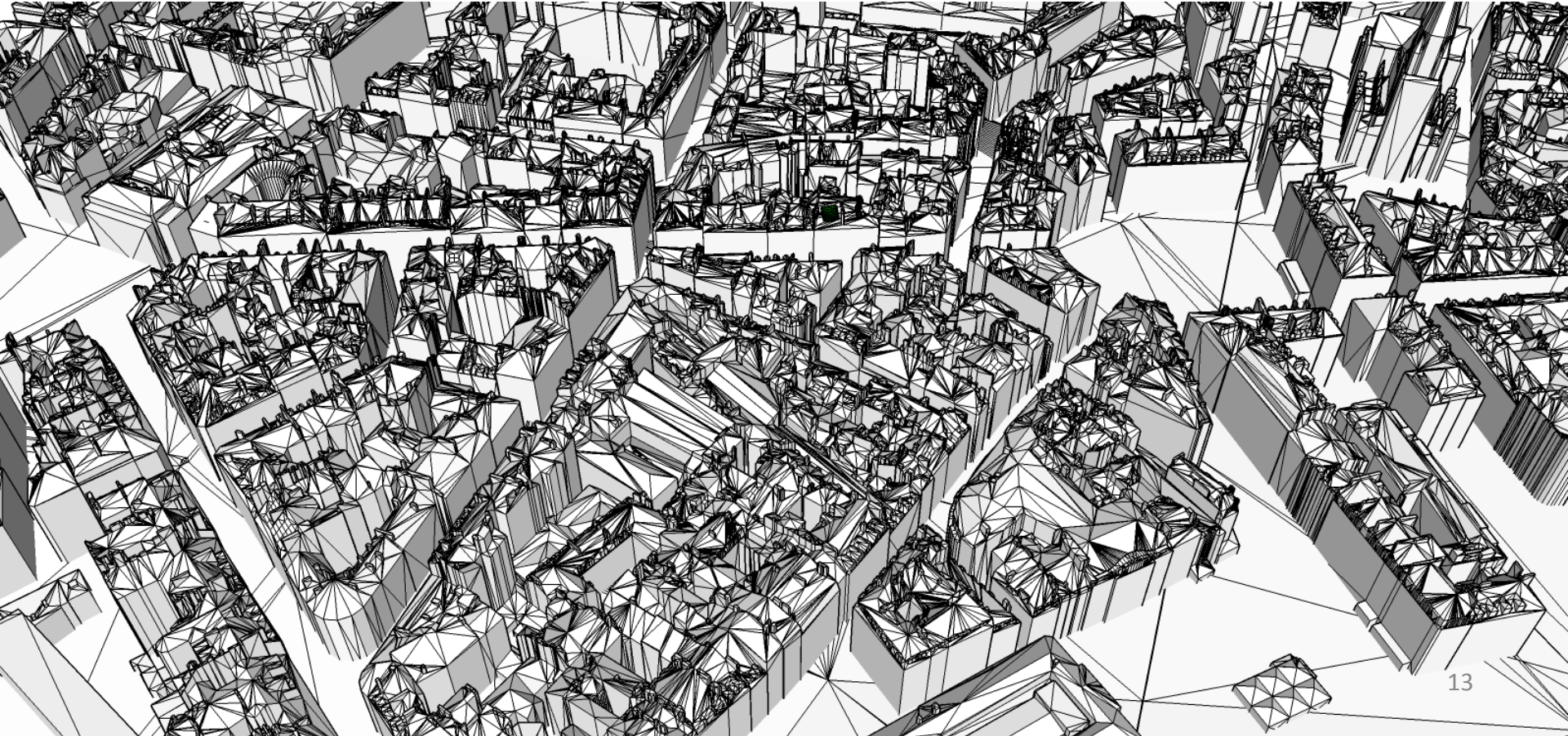


- Comparaison de l'ensoleillement de 3 terrasses de restaurant à l'heure du déjeuner,
- Du 1^{er} avril au 15 juillet, de 12h à 14h, par pas de 10 min., (cumul de temps d'exposition pour chaque jour), de 0 à 212h d'éclairement solaire direct.



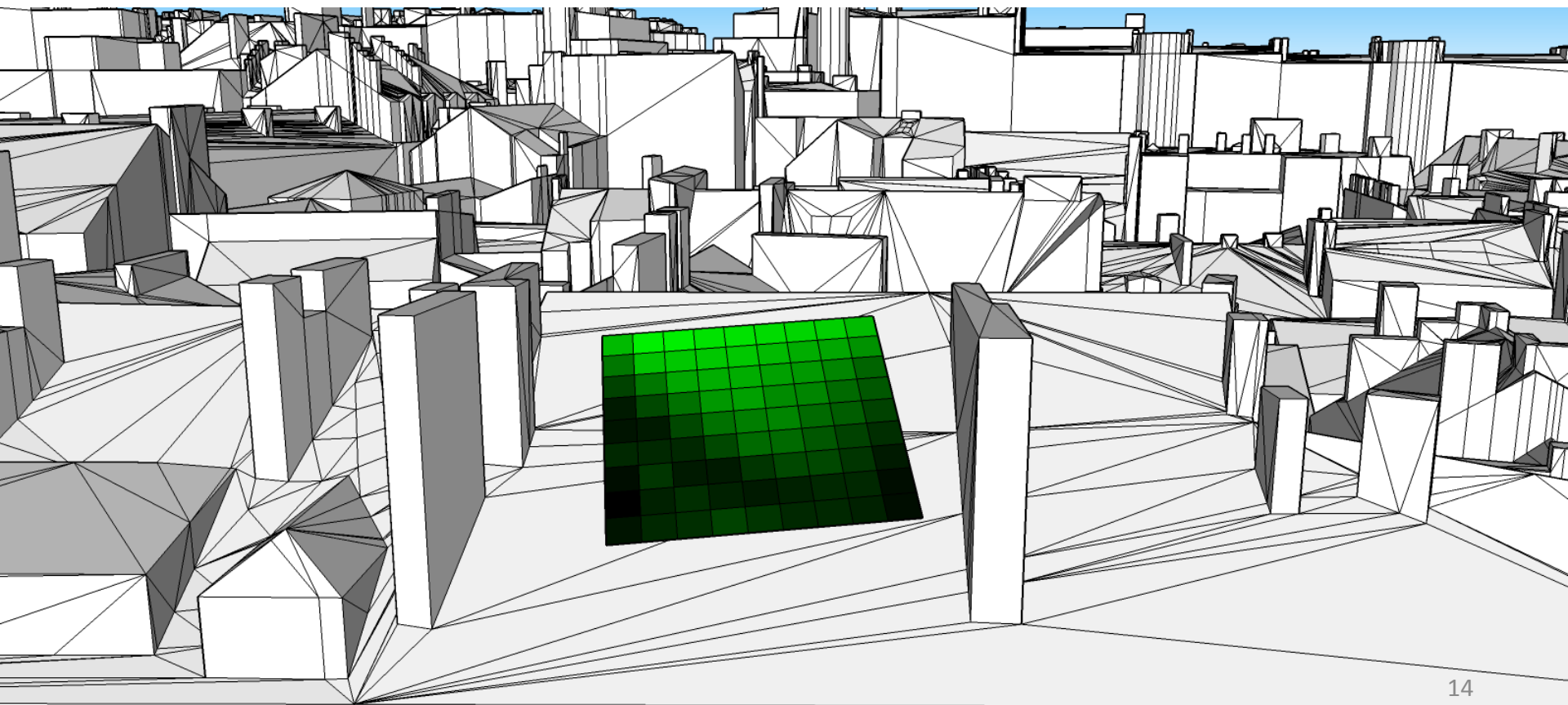


- Socle CityGML LoD 3 du secteur PSMV (Nantes),
- 223,970 faces.





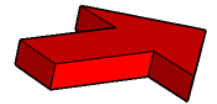
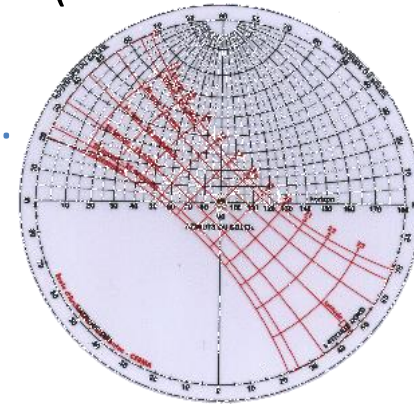
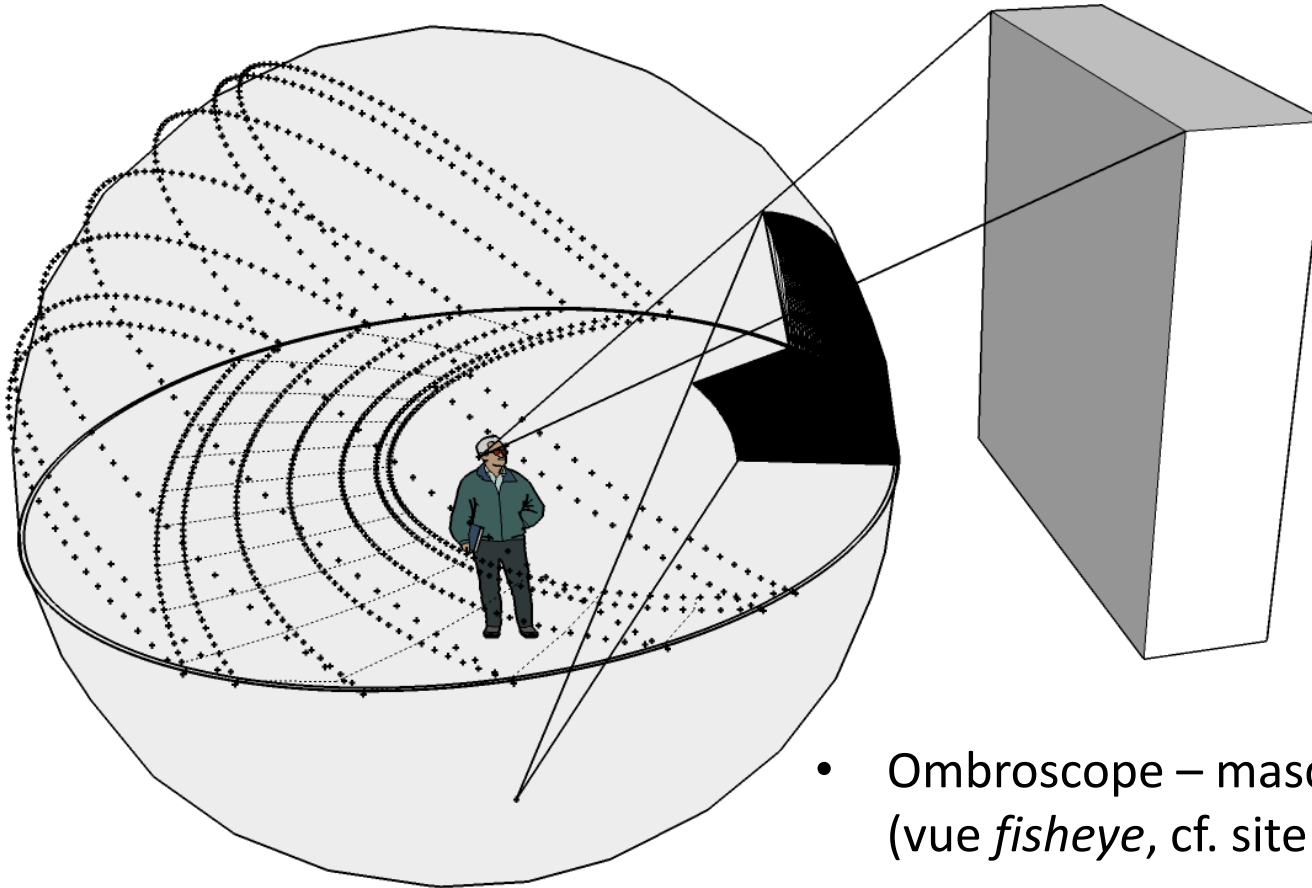
- 81 dalles de 50cm x 50cm, éclairement solaire direct cumulé un 23 juin,
- de 7h30 à 13h30 d'éclairement solaire direct (potentiel théorique).





Projection stéréographique

- D'une représentation en volume à une représentation en plan (réduction de dimension),
- Superposition des masques bâti et d'un abaque type Girasol.

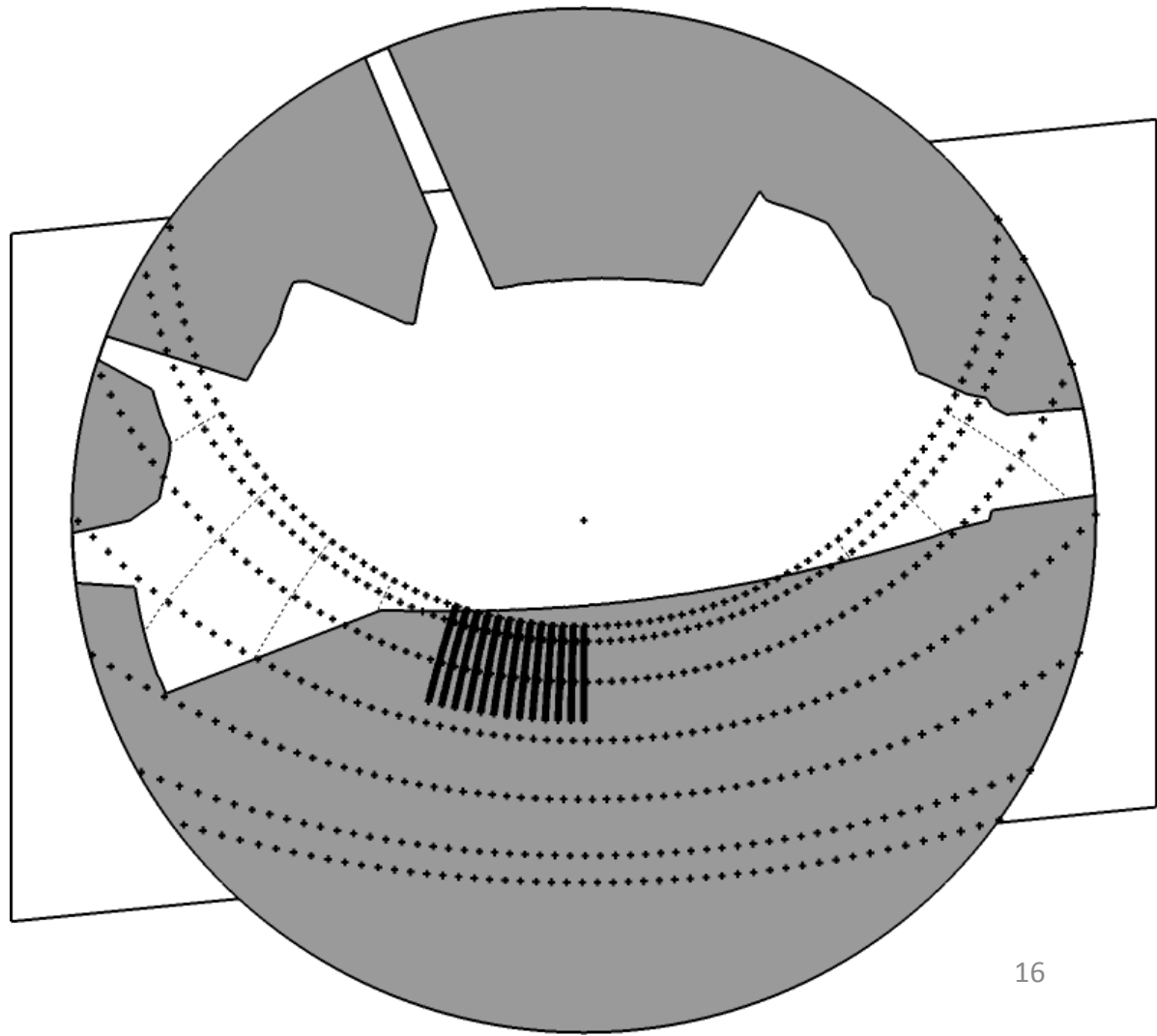


- Ombroscope – masques solaires (vue *fisheye*, cf. site S. Houpert)



Projection stéréographique

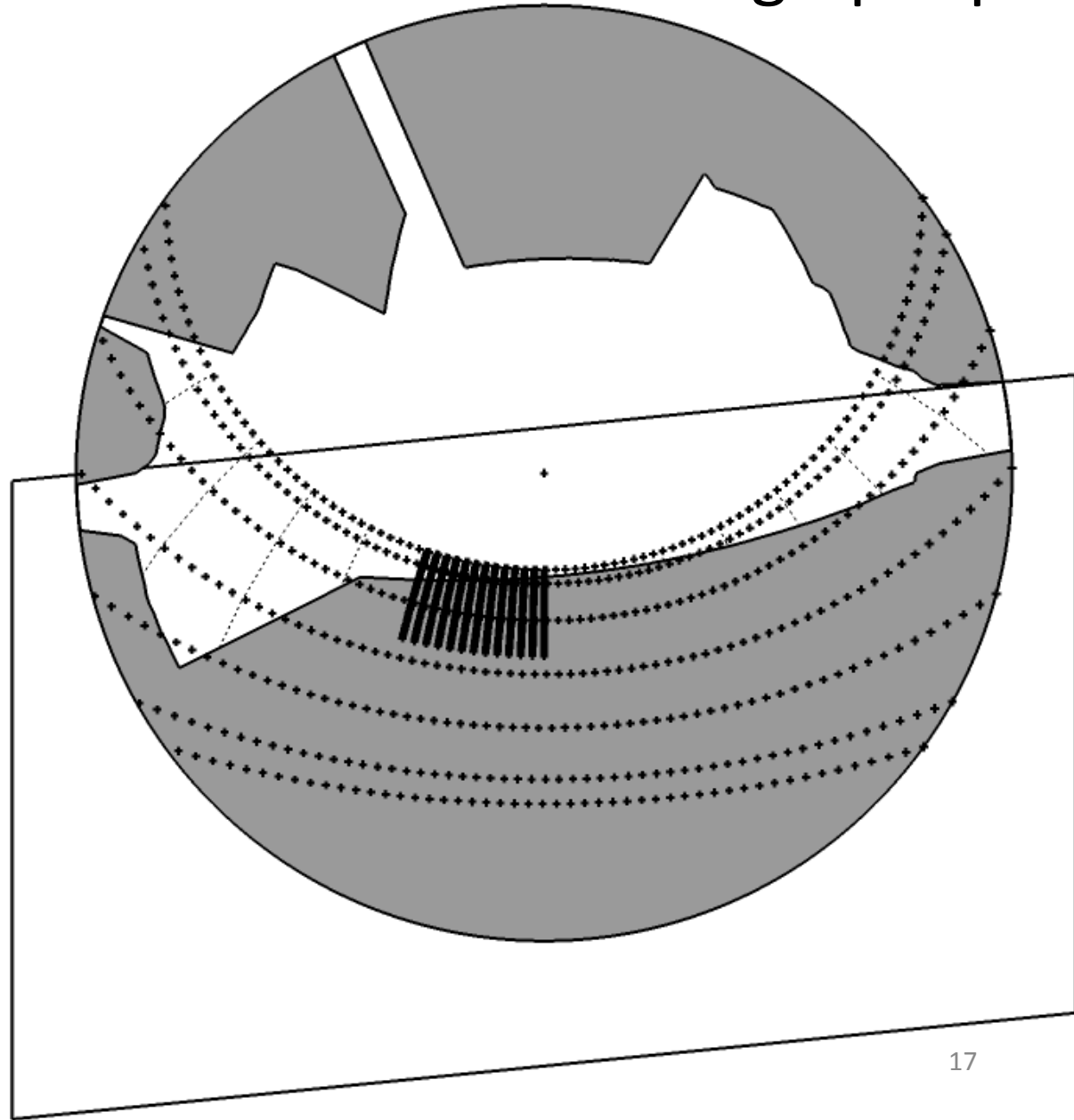
- Pour un point de vue placé au centre de la terrasse du Rue Tabaga,
- Projection stéréographique des masques bâti, des trajectoires solaires tous les 22 de chaque mois (de décembre à juin) et du ciel solaire du 1er avril au 15 juillet, de 12h à 14h,
- Une terrasse pour l'heure du thé...





Projection stéréographique

- Pour un point de vue placé au nord de la terrasse du Rue Tabaga,
- Projection stéréographique des masques bâti et des diverses trajectoires solaires.





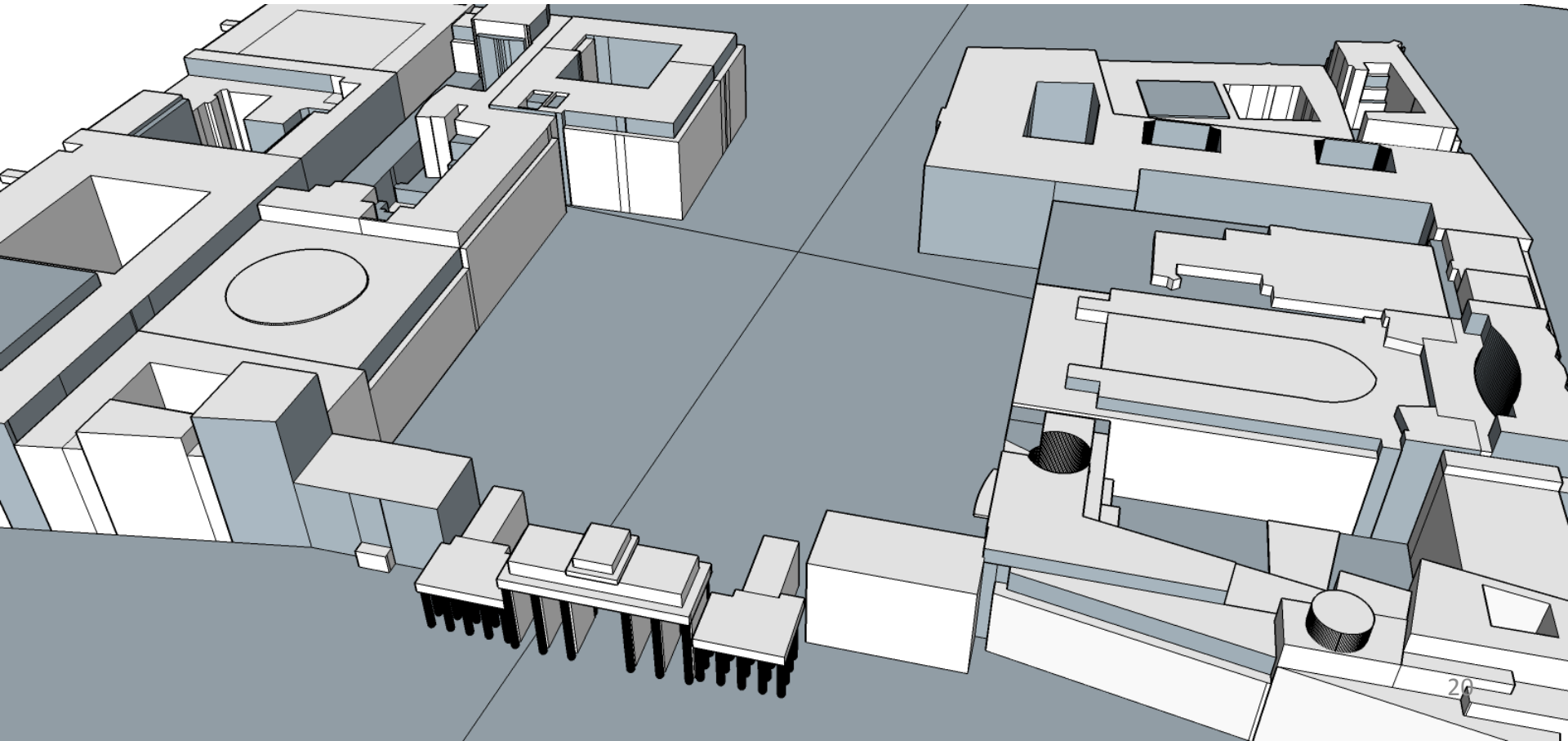
- Les apports de la nouvelle approche
 - Moindre importance de la qualité de la maquette d'entrée (robustesse)
 - Utilisation en mode interactif (effets d'une rehausse sur l'exposition)
- Ce qui reste à implémenter pour « embarquer » SOLENE-radiatif dans l'outil logiciel SketchUp :
 - Modèles de ciel et contribution de la voute de ciel au bilan d'éclairage
 - Implémentation d'une méthode de calcul des facteurs de forme, Inter-réflexions
 - Intégration de données météo
 - Maillage



- Implémentation (très) partielle, d'un lecteur de données au format CityGML (*CityGMLReader*) dans le contexte de SketchUp :
 - Pas de chargement des textures,
 - Le traitement de certaines *features* telles que *WaterBody*, *Road*, *CityFurniture*, *PlantCover* reste à écrire,
- Tests du lecteur de données (*Reader*) à l'aide des *datasets* du site <http://www.citygml.org/?id=1539>

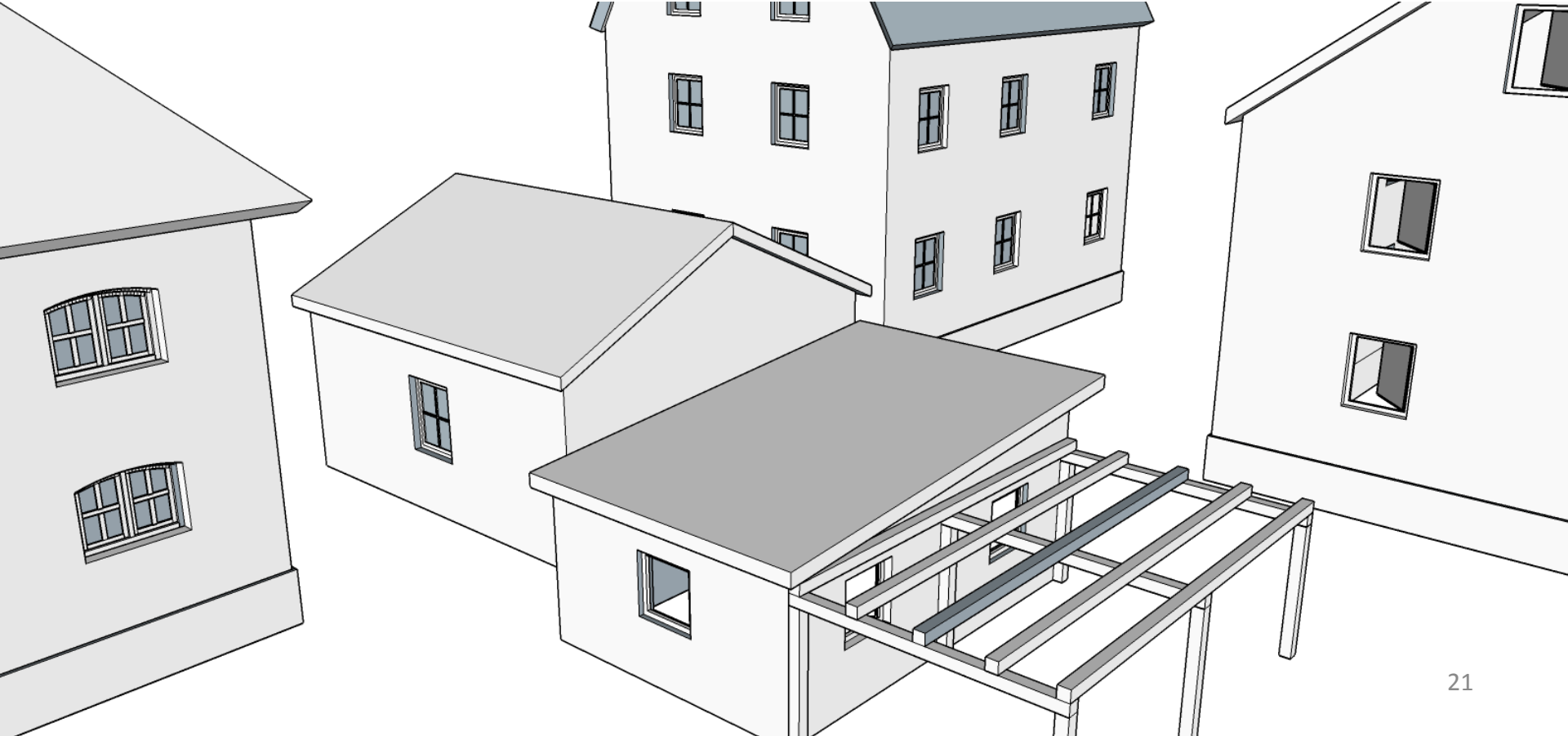


- CityGML dataset *Pariser Platz* Berlin (<http://www.citygml.org/?id=1539>)
- LoD 2, V. 1.0.0, plus de 5,800 faces



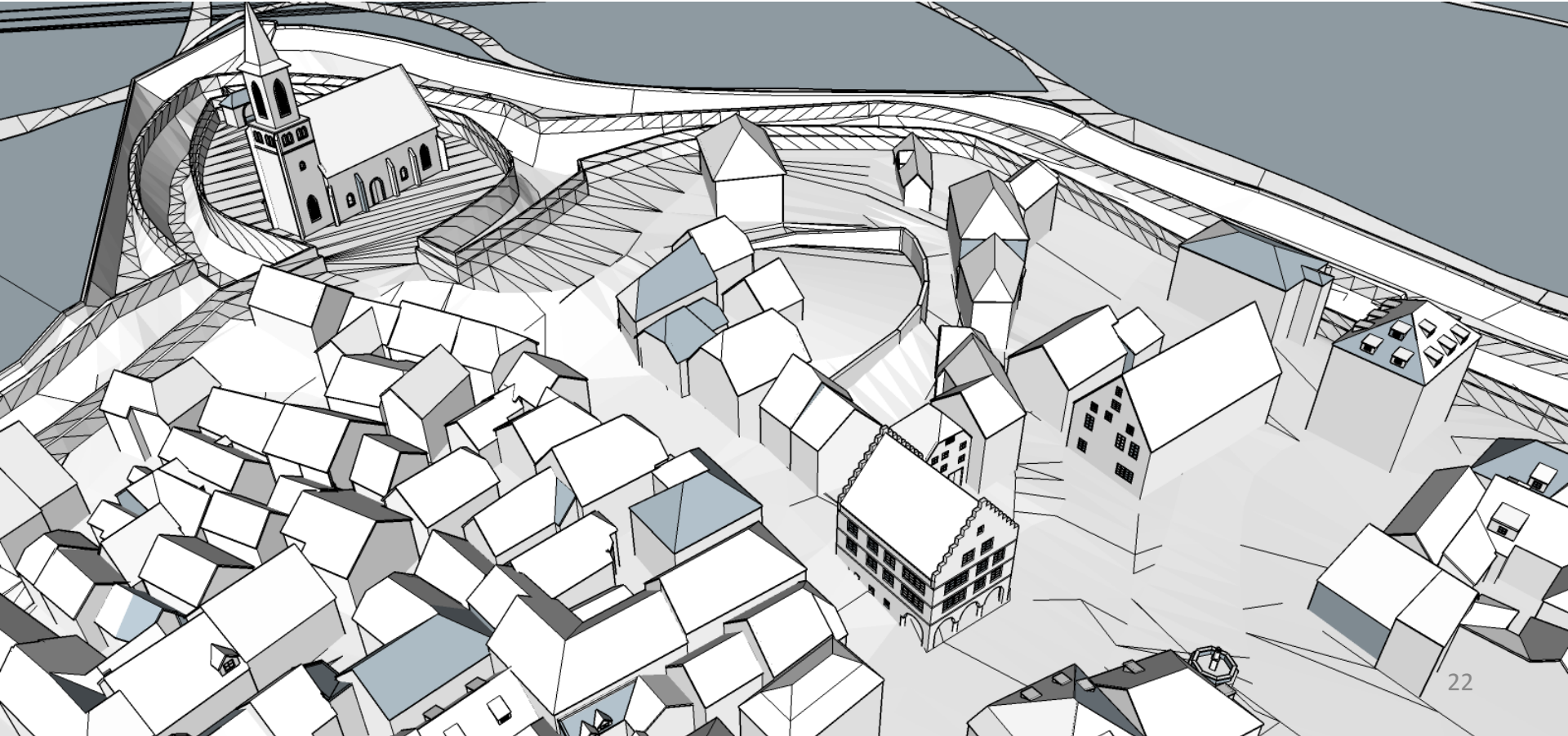


- CityGML dataset généré automatiquement à partir d'un jeu de données IFC (<http://www.citygml.org/?id=1539>)
- LoD 3, V. 1.0.0, plus de 16,100 faces





- CityGML dataset généré automatiquement à partir d'un jeu de données IFC (<http://www.citygml.org/?id=1539>) + édition « manuelle »
- LoD 3, V. 1.0.0, plus de 60,300 faces





- CityGML dataset généré automatiquement à partir d'un jeu de données IFC (<http://www.citygml.org/?id=1539>)
- LoD 4, V. 1.0.0, plus de 15,500 faces

