



Application du LiDAR pour élaborer le cadastre solaire à Genève

Journée des laboratoires de SIG romands – 27 juin 2012

Gilles Desthieux
gilles.desthieux@hesge.ch

Claudio Carneiro
claudio.carneiro@epfl.ch

Eugenio Morello
eugenio.morello@polimi.it

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



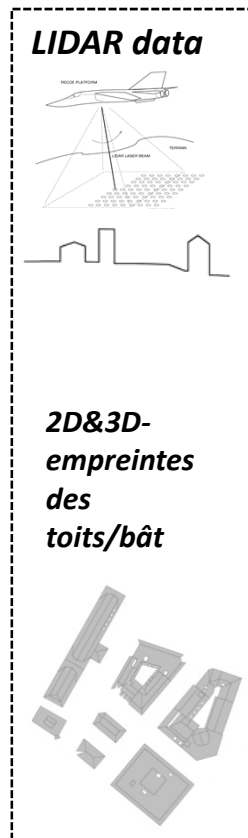
Politecnico di Milano / Laboratorio di Simulazione Urbana

Sommaire

- Démarche et outils
- Résultats du cadastre solaire genevois
- Perspectives d'utilisation du cadastre

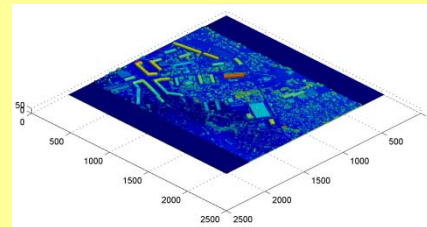
Présentation de la démarche, outils et données

Vue synoptique de la démarche



ArcGIS

Construction du
2.5D-MNS de la zone
urbaine



Taille des pixels
considérée pour la zone
d'étude: **0.5m X 0.5m**

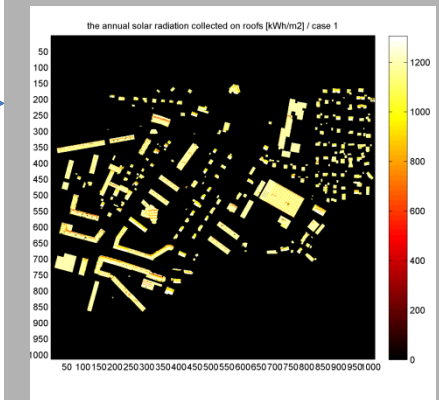
Production
de couches
raster
(masques)

1. Altitude
(2.5D-MNSU)
2. Pentes toits
3. Orientations toits
4. Empreinte des bâtiments

Données météorologiques

Metenorm

Calcul de l'irradiation
solaire sur les toits par
traitement des couches
raster **MatLab**



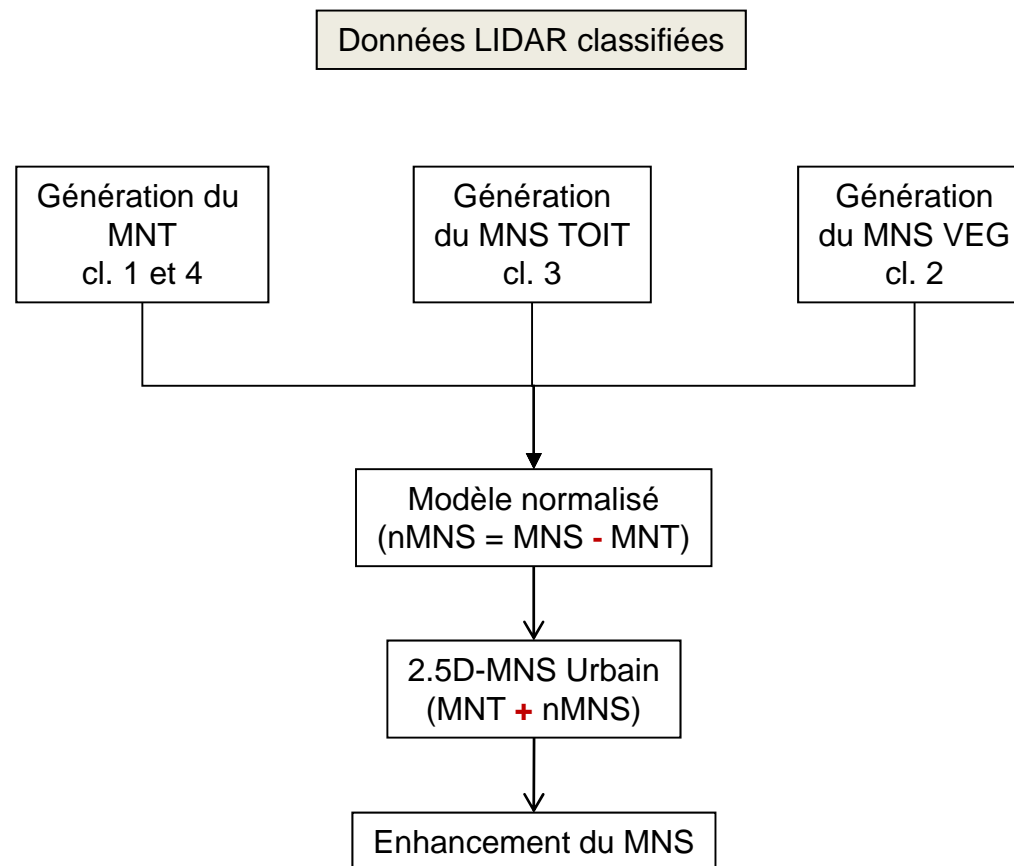
ArcGIS

Visualisation / indicateurs
(sur support 2D ou 3D)
et exploitation des résultats
pour planification urbaine



**Combinaison 2D / 3D GIS avec
traitements numériques de
couches rasters**

Interpolation et construction du 2.5D – MNS urbain



Calcul solaire: données source et échelle de temps

- Metenorm (v6): Valeurs statistiques **horaires** d'irradiation globale et diffuse sur surface horizontale, en $[\text{Wh}/\text{m}^2]$, pour Genève-Cointrin
- **Valeurs horaires moyennées par mois***
 - ⇒ $24\text{h} \times 12\text{m} = 288$ pas de temps horaire considérés (moins les heures nocturnes)
- **Jour ~15 du mois** (type) considéré pour la géométrie solaire
- Représentations possibles des résultats:
 - horaire **H**
 - journalière (15 du mois) **J** = ΣH
 - mensuelle **M** = $J * \{28, 30, 31\}$
 - annuelle **A** = $M * 12$

* Ceci afin d'alléger les temps des calculs

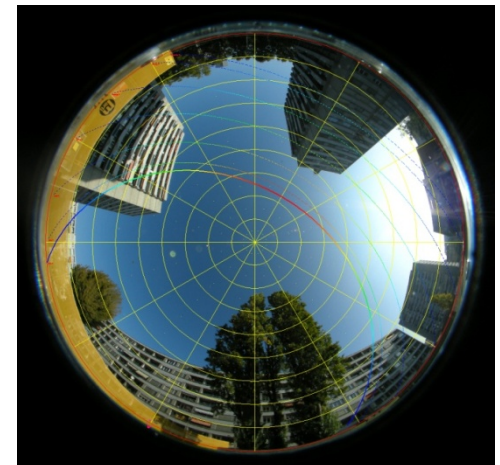
Formules pour le calcul solaire

- Irradiation globale horaire sur plan incliné (pente β et orientation γ)

$$\begin{aligned} I_g &= \\ I_{\text{dir}} * O_{\text{dir}} &+ \\ I_{\text{diff}} * O_{\text{SVF}} &+ \\ I_r \end{aligned}$$

SVF: Sky View Factor

source: P. Ineichen (Jonction)





REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

POST TENEBRAS LUX

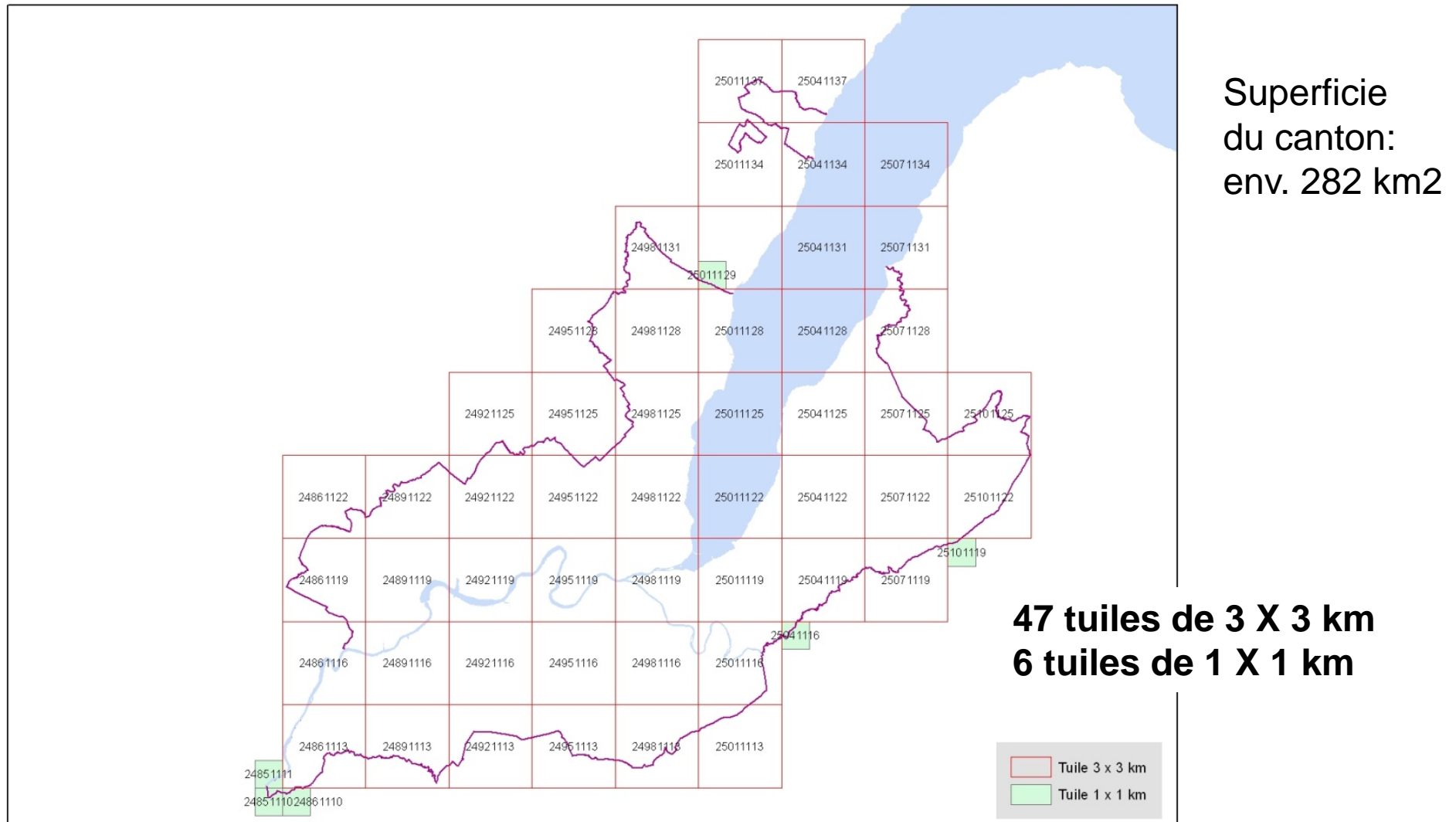


Résultats du cadastre solaire sur le Canton de Genève

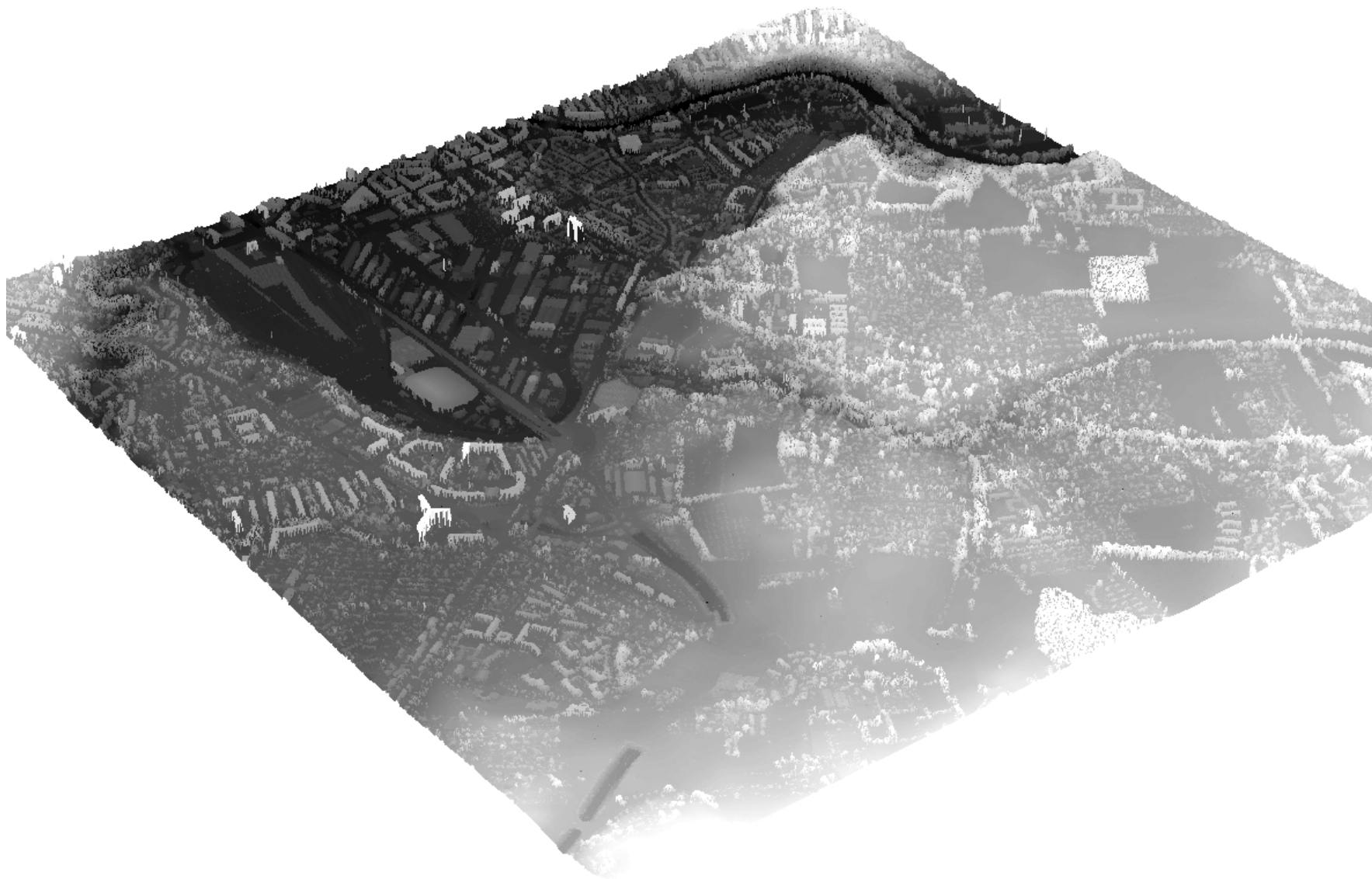
Objectifs de l'étude

- Etablir la **cartographie du potentiel solaire** genevois en s'appuyant sur les données 3D des bâtiments et disposer d'informations sur le potentiel de la ressource locale en énergie solaire.
- **Communiquer** au public sur le potentiel des toits (thématique simple à définir ultérieurement par le SITG : bon, moyen, mauvais)
- **Eviter des déplacements** pour les avant-projets
- Découvrir le potentiel solaire sur d'autres objets que les faces de toits (sur le **terrain** par exemple abris, parkings ...etc)

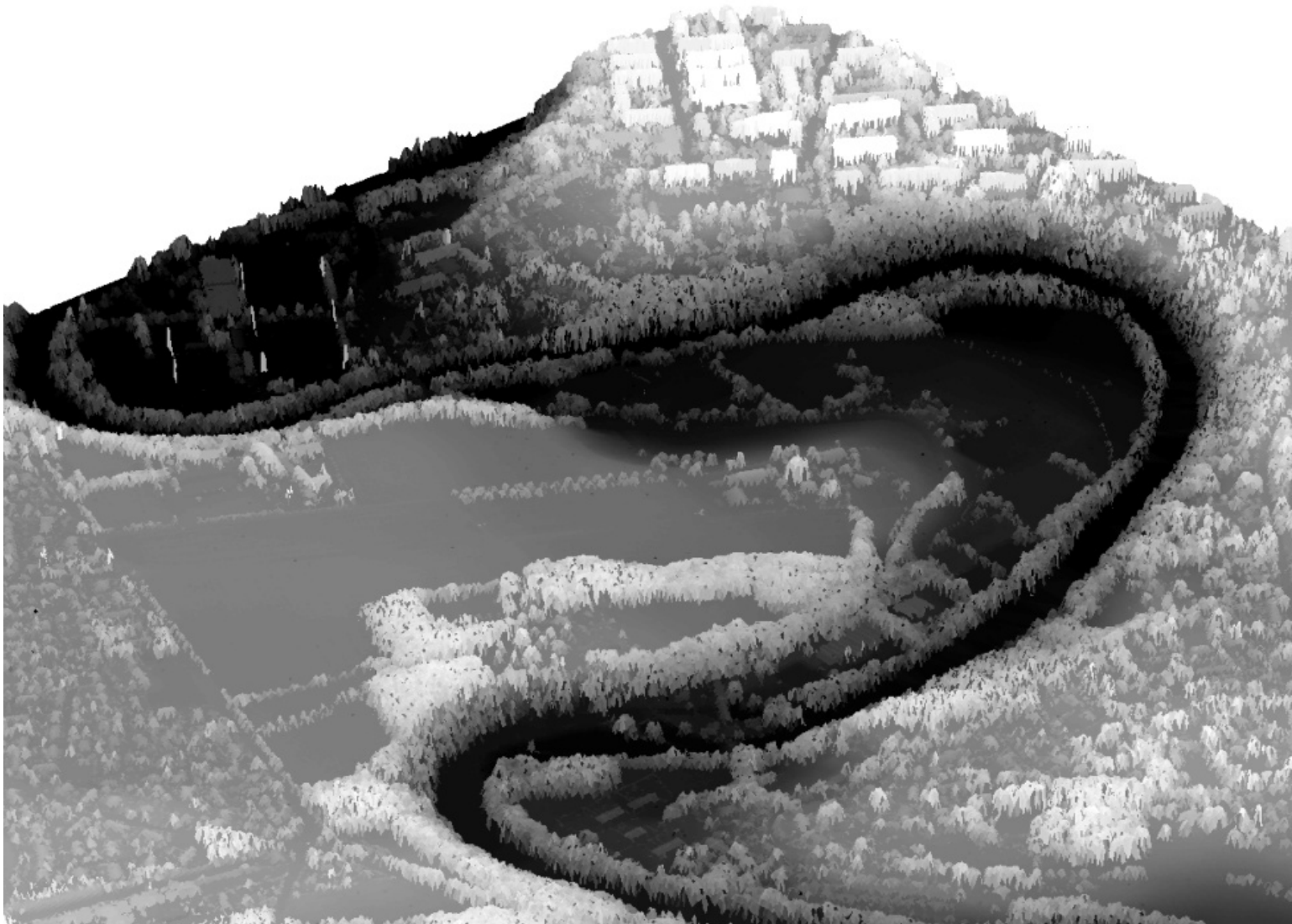
Découpage du canton en tuiles



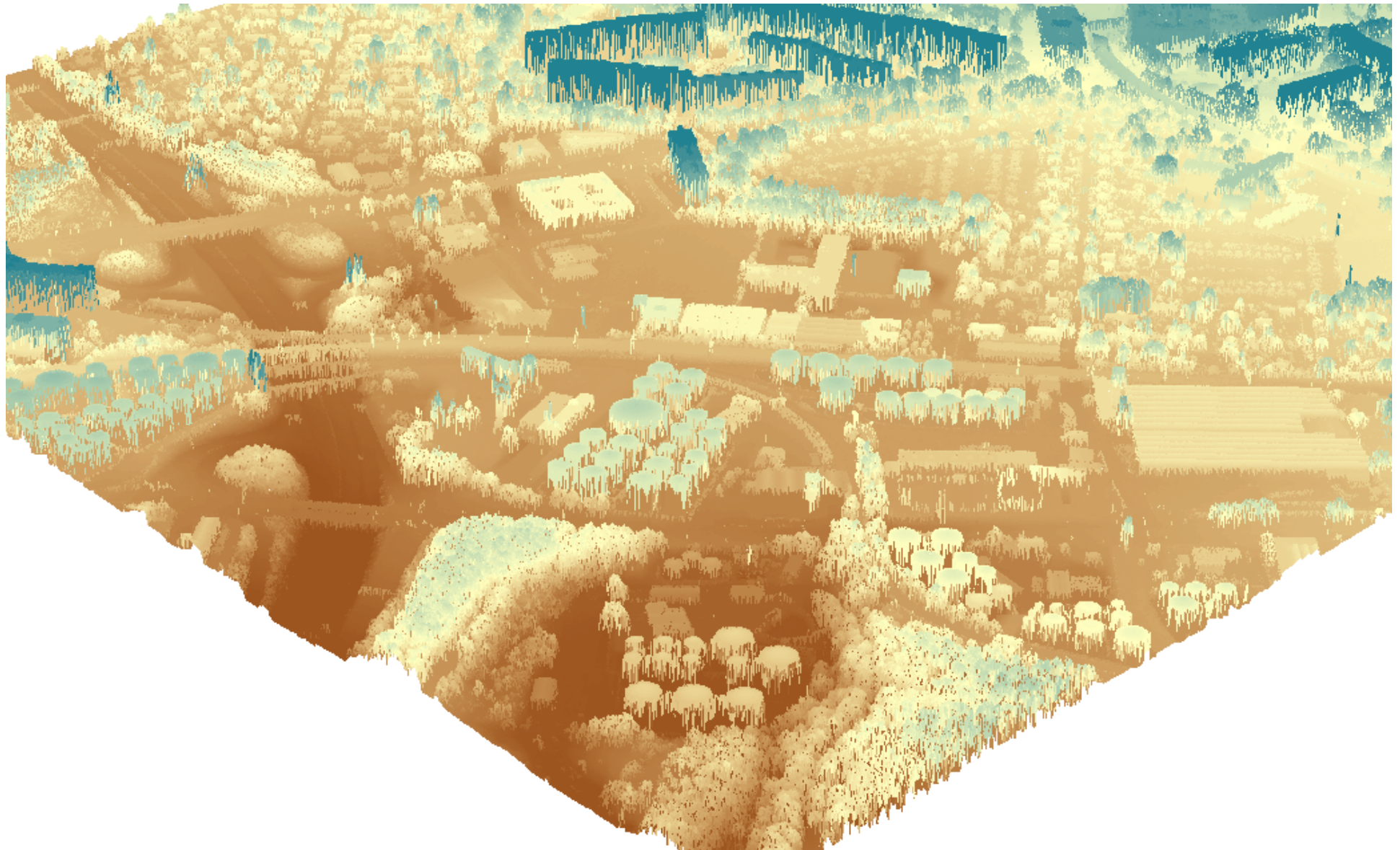
Modèle numérique 2.5D



Modèle numérique 2.5D



Modèle numérique 2.5D

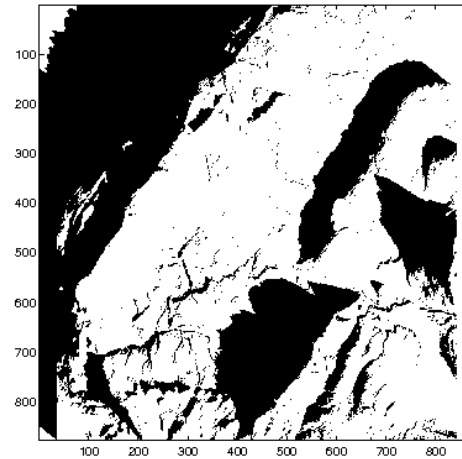


Ombrage sur le rayonnement (Relief)

Direct

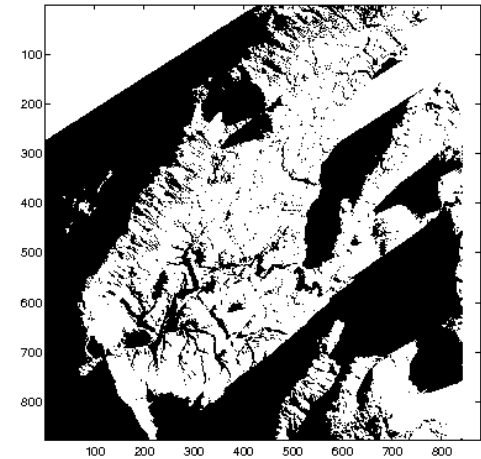
Janvier

day: 17/1 - time 9:00



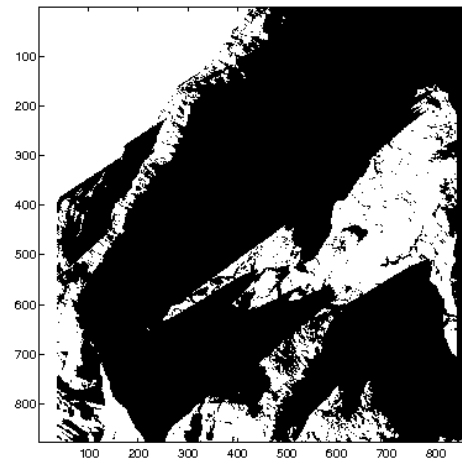
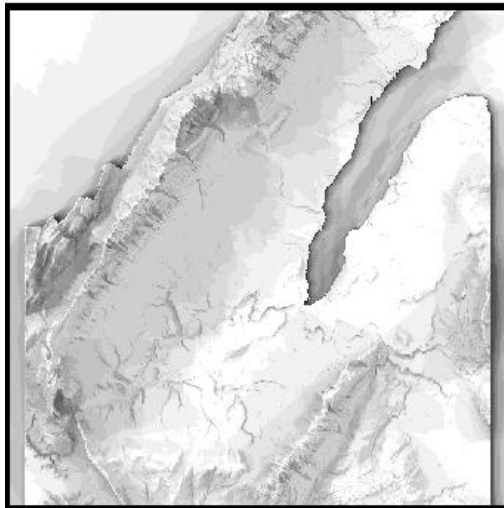
Juin

day: 11/6 - time 5:00

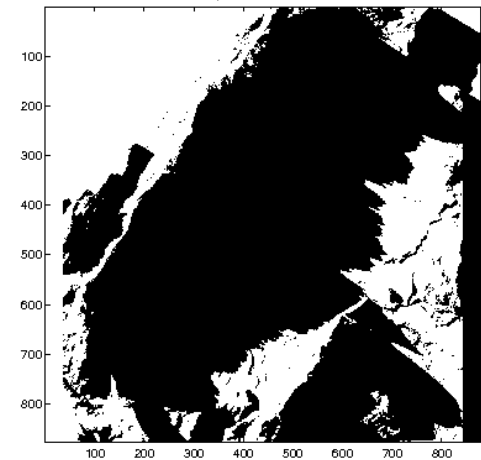


Sky view factor

SVF map [0-1]

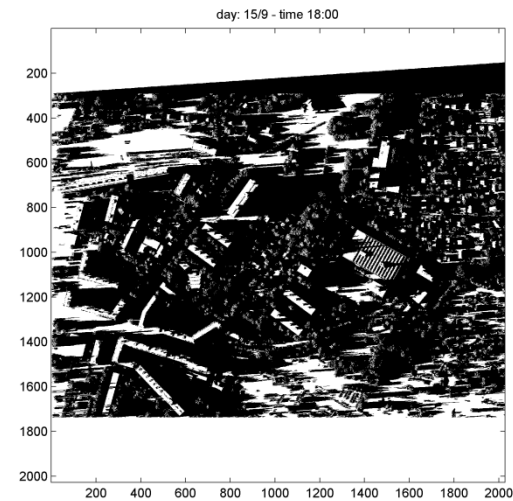
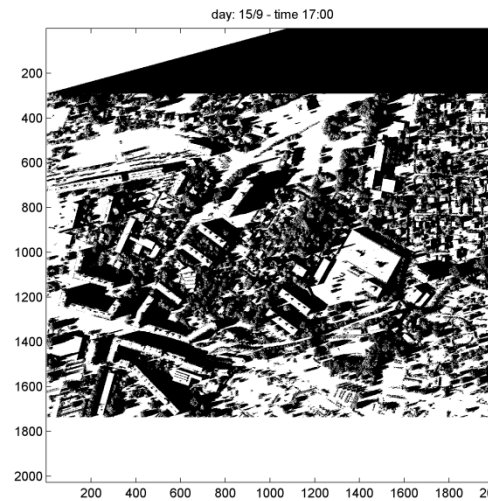
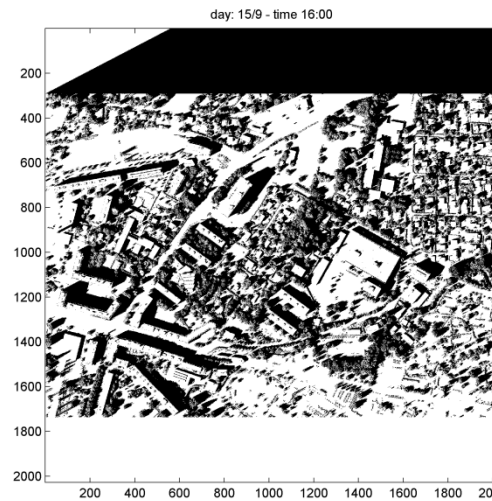


day: 11/6 - time 20:00

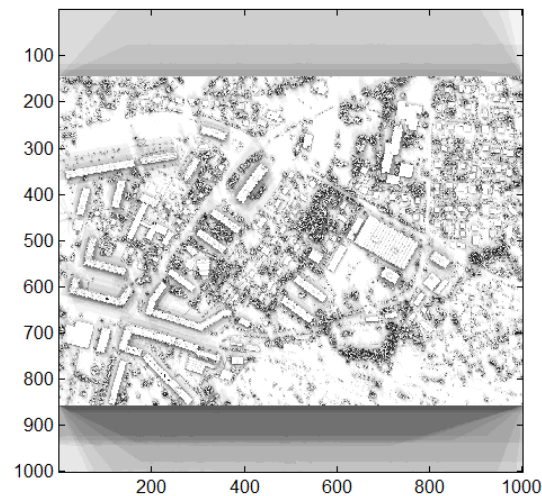


Ombrage sur le rayonnement (MNS)

Direct

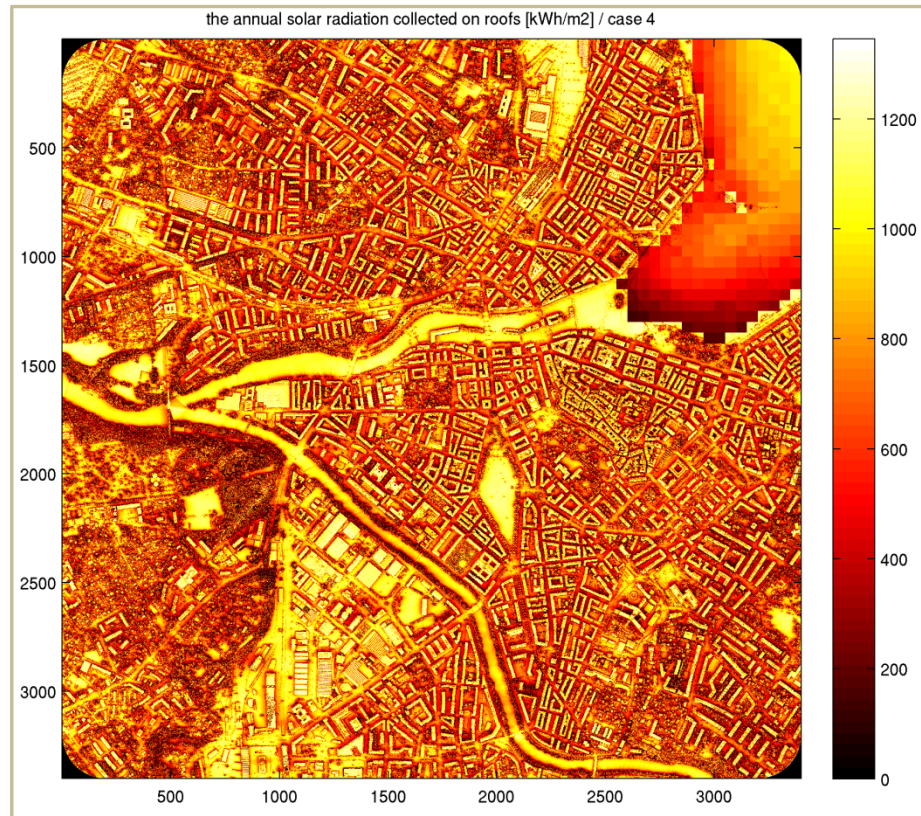


Sky view factor

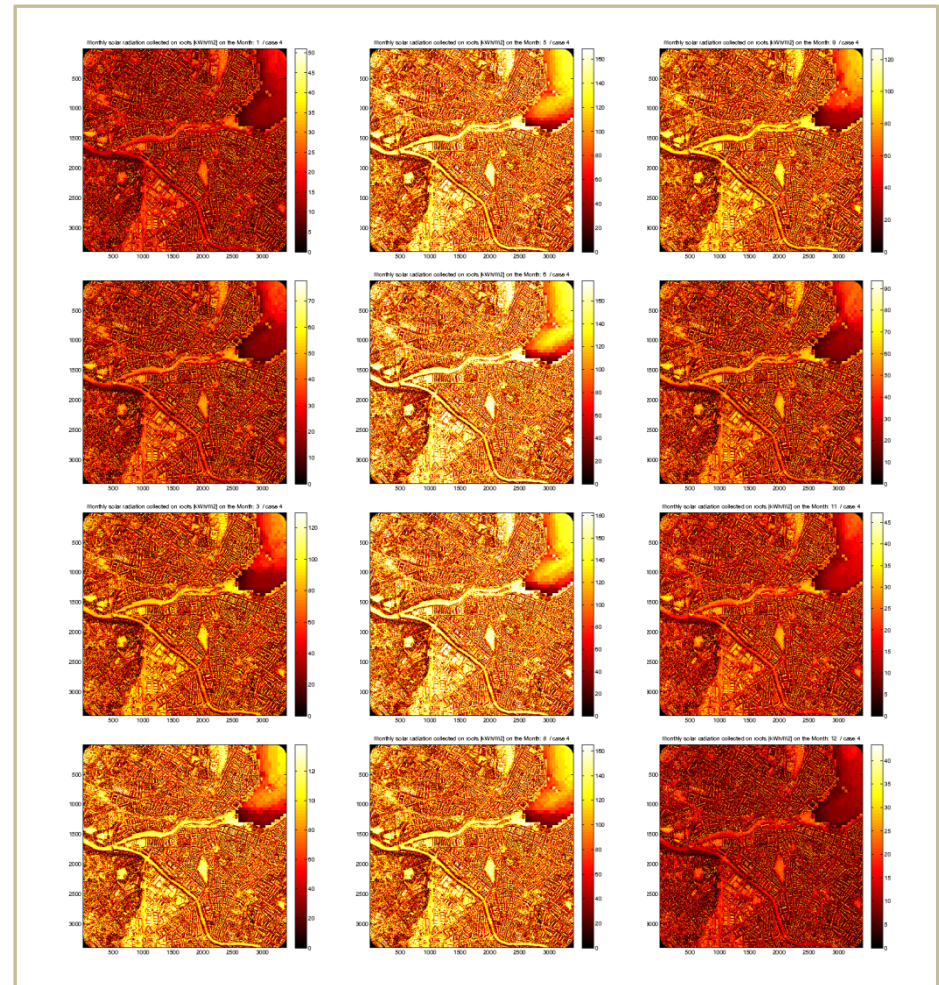


Ratti et Richens (2004)

Résultats bruts de l'irradiation



Irradiation annuelle



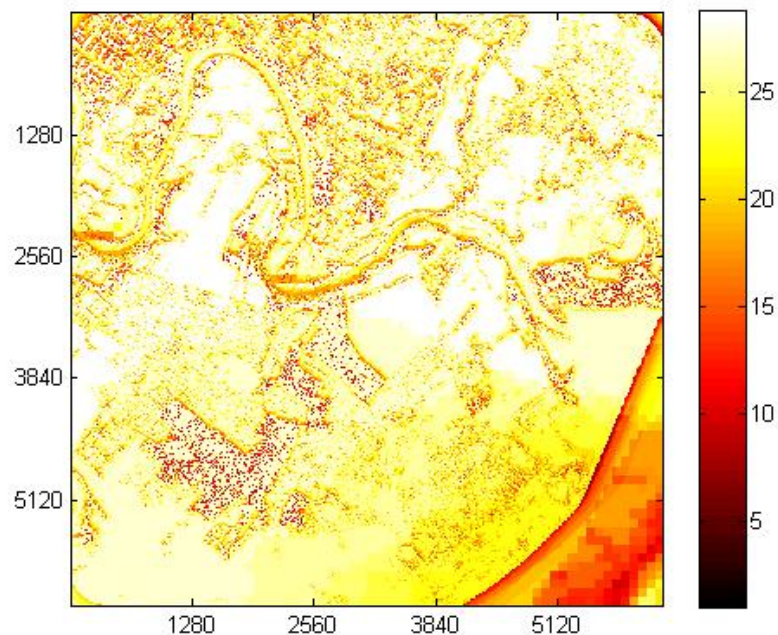
Irradiations mensuelles

Avec et sans prise en compte du relief

Janvier

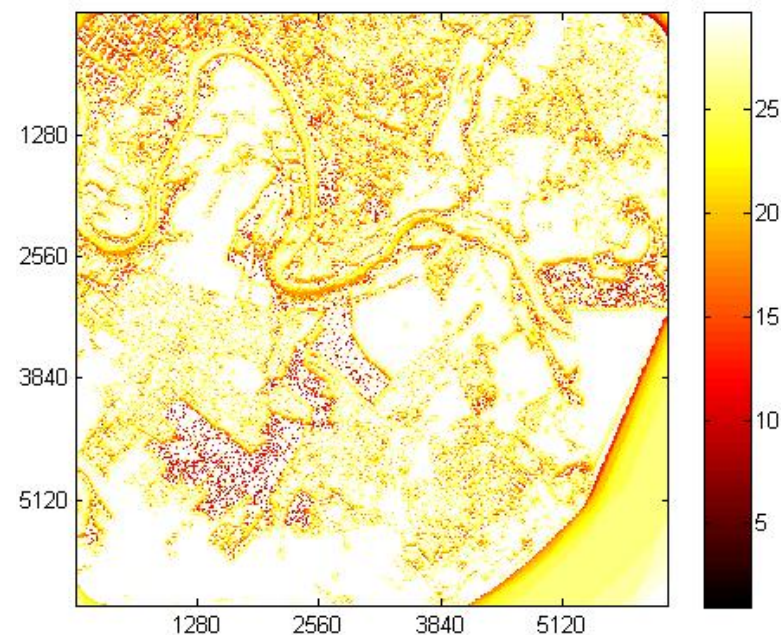
Avec

monthly solar radiation collected on roofs [kWh/m²] on the Month: 1 / case 4



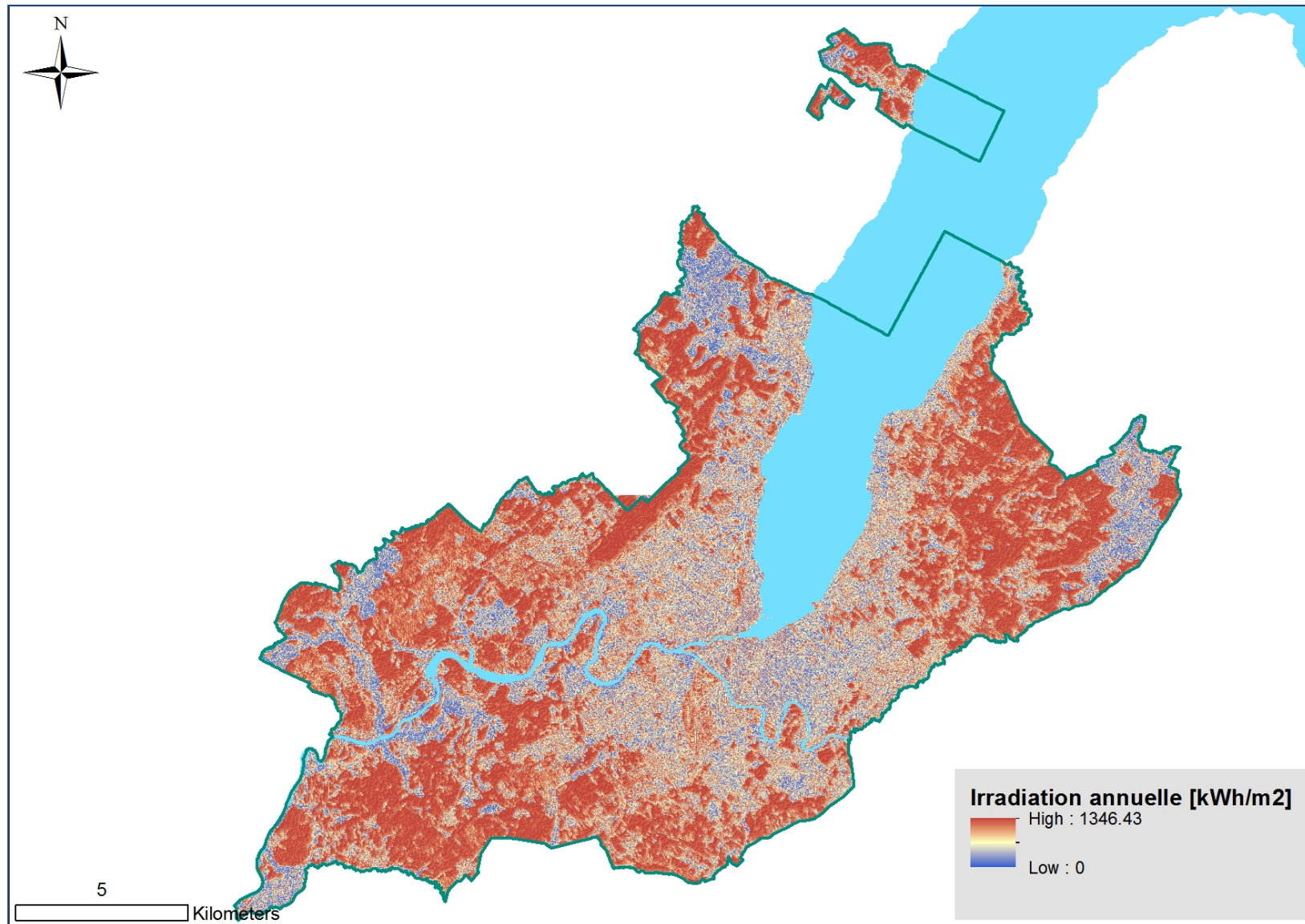
Sans

monthly solar radiation collected on roofs [kWh/m²] on the Month: 1 / case 4

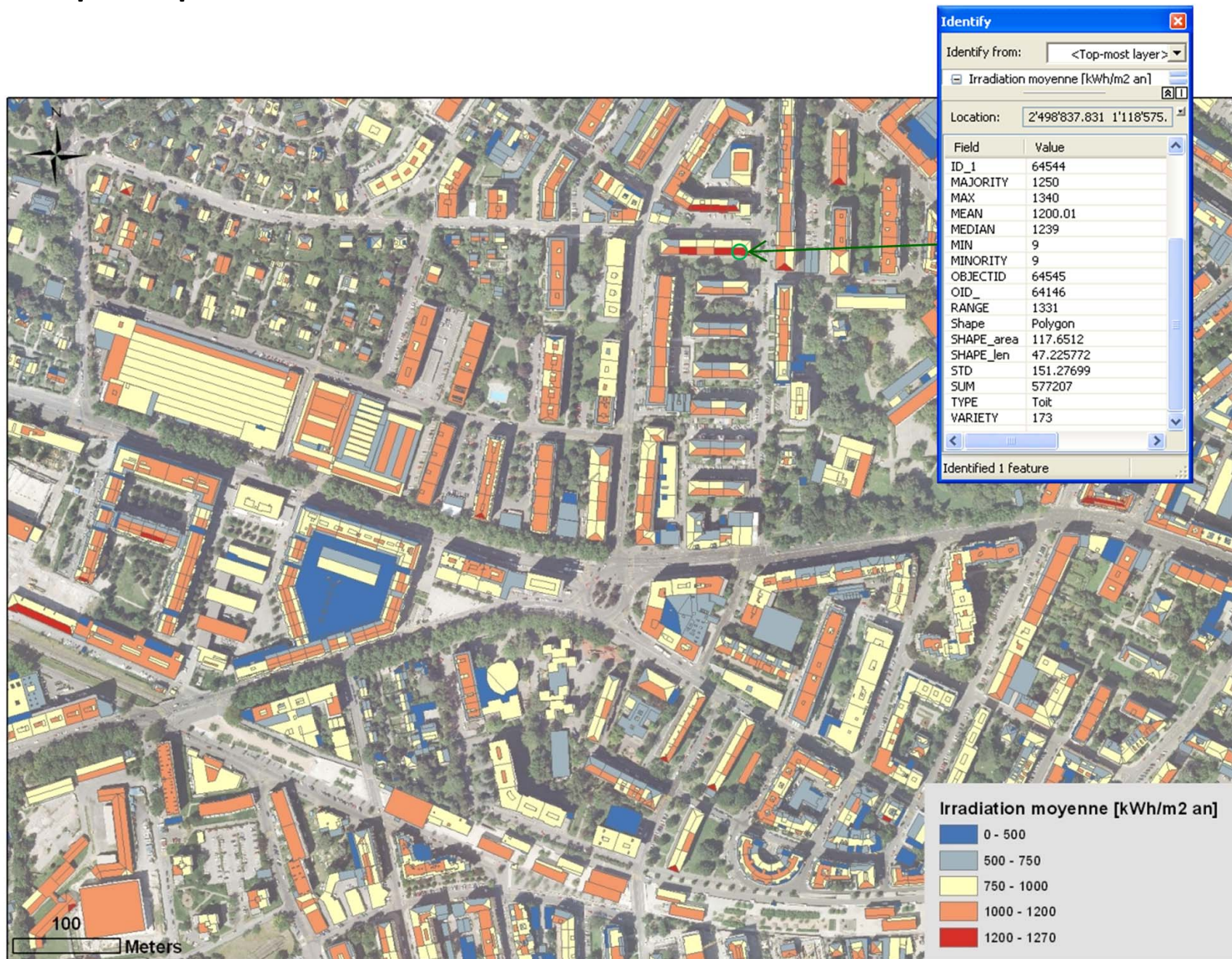


Tuile 501116 (au pied du Salève – Veyrier)

Couche GIS de l'irradiation par « mosaïque » des tuiles



Statistiques par toiture – Vue 2D



<http://etat.geneve.ch/geoportail/infoenergie/>

InfoEnergie - Mozilla Firefox

Menu: Fichier, Édition, Affichage, Historique, Marque-pages, Outils, ?

Navigation: < etat.geneve.ch/geoportail/infoenergie/ >

Barre d'outils: Les plus visités, Débuter avec Firefox, Barre personnelle, Outlook Web App

Application InfoEnergie >

SCANE | Accueil SITG | Guichets 2D | Guichet 3D | Dictionnaire général | Contact | Aide

Plan SITG | Plans officiels | Photos aériennes | Aucun

Table des matières

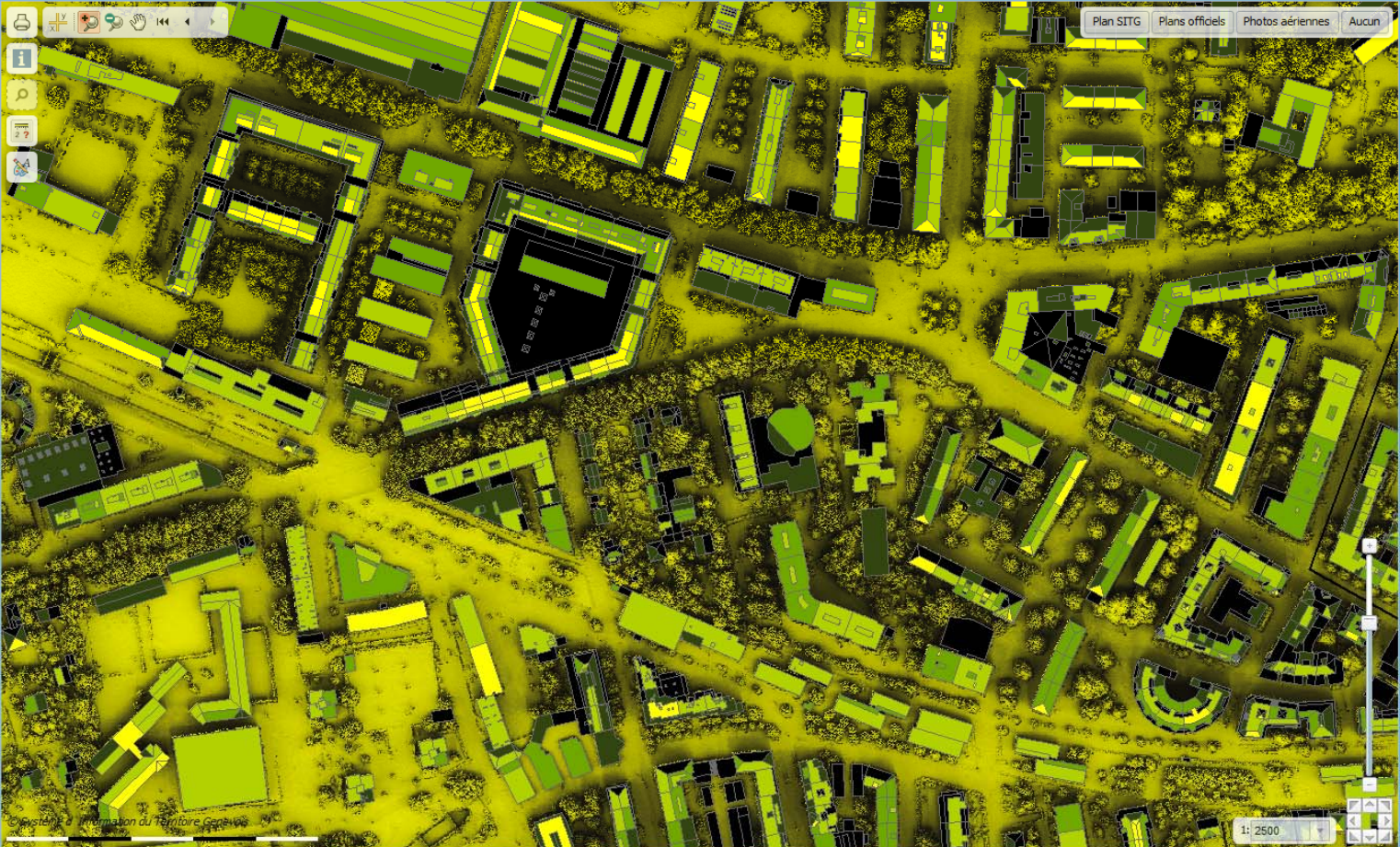
- ☒ **Energie - Données générales**
 - Transparence: 100% / 50%
- ☐ Lac
- ☒ Communes
- ☐ Thermographie infrarouge
- ☒ Irradiation solaire
 - Toitures (Irradiation moyenne)
 - Très favorable
 - Favorable
 - Incertain (à approfondir)
 - Peu favorable
 - Très défavorable
 - Toutes surfaces
 - 1346 kWh/m2.an
 - 0
- ☒ Plan SITG
 - Transparence: 100% / 50%
- ☐ Plans officiels
- ☐ Photographies aériennes

Données complémentaires

Rechercher & localiser

Sauvegarde et gestion des cartes

Résultats



Vue 3D



Perspectives et utilisation du cadastre solaire

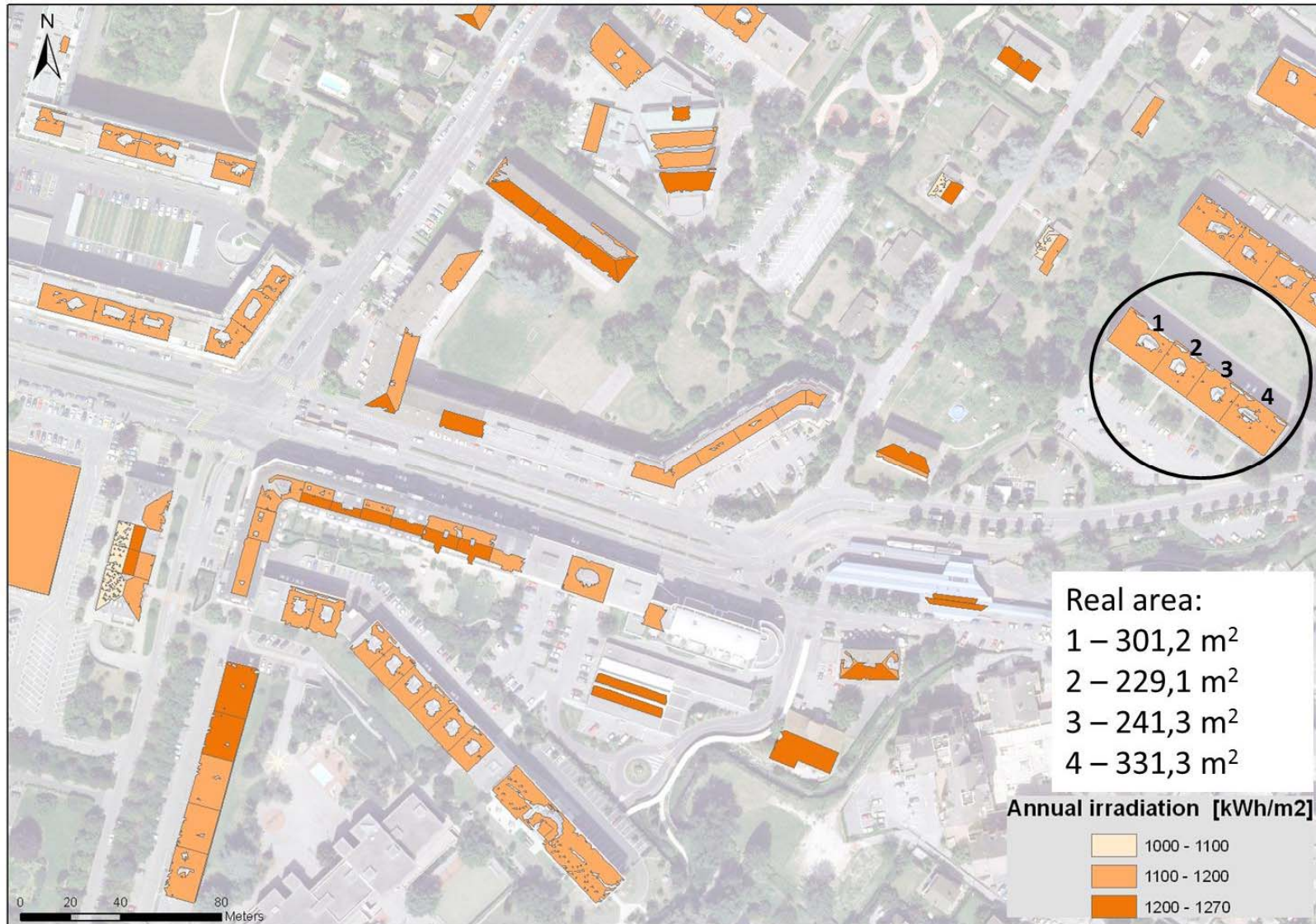
Ombrage - raster

Selon fraction: irradiation avec ombrage / irradiation sans ombrage



Partie de toit potentiellement intéressantes pour installation

Selon critère: irradiation > 1000 kWh/m².an et ombrage minimale



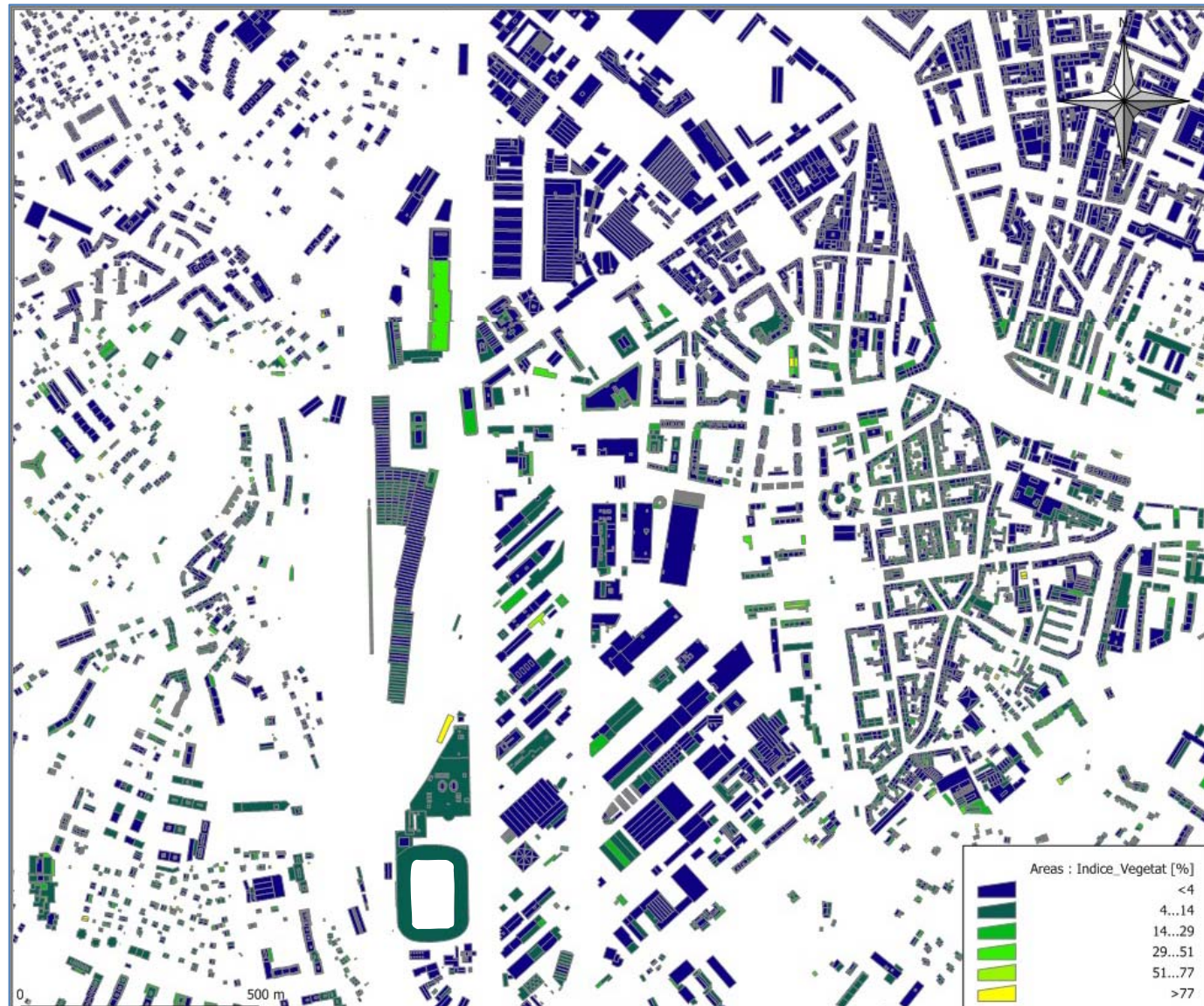
Bilan d'énergie solaire - Commune



Potentiel solaire

- Surface totale de toitures: 220'874 m²
- Surface de toiture utile: 75'903 m²
- Thermique (30% ECS):
 - 1'675 MWh
 - 4'826 m² (6% toitures)
- PV (activités et logements-solde ECS)
 - 2'758 MWh
 - 27'824 m² (34% de toitures)

Indice de végétation



Problèmes liés à la végétation

-Classification des points LIDAR végétation



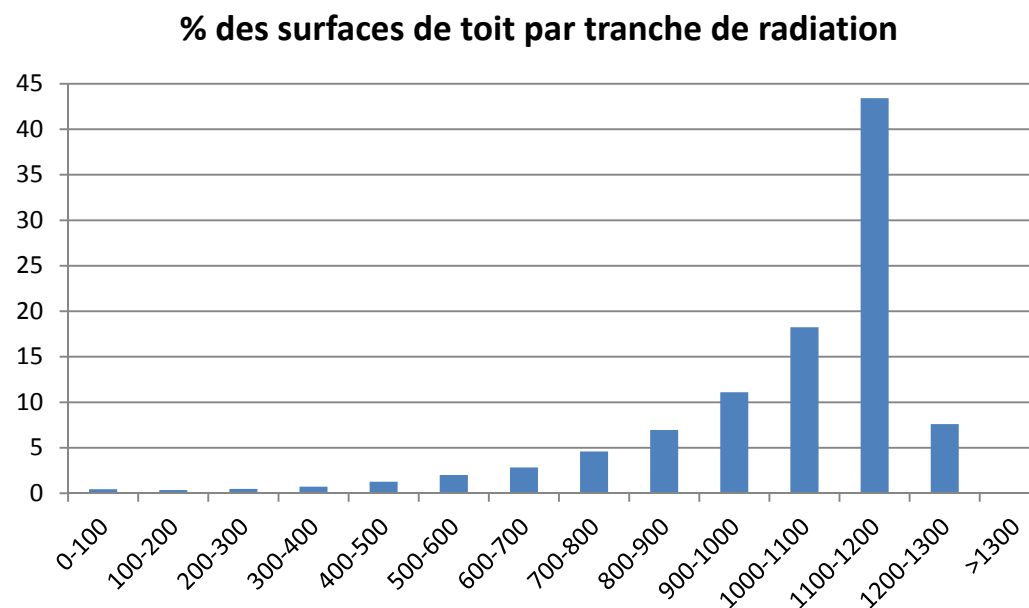
Classe végétation:

- Végétation
- Autres (marquises) ?

Planification énergétique d'un quartier

Surfaces totales par tranche de radiation

Irradiance en kWh/m ² an	Surface toit m ²
0-100	404
100-200	321
200-300	438
300-400	663
400-500	1'168
500-600	1'865
600-700	2'635
700-800	4'258
800-900	6'458
900-1000	10'304
1000-1100	16'946
1100-1200	40'314
1200-1300	7'049
>1300	38
SOMME	92'860

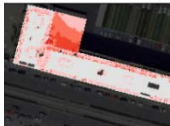


Globalement la zone est bien irradiée, avec plus de 2/3 des toits ayant une irradiation supérieure à 1000 kWh/m² an

Toitures: vecteur d'utilité multiples

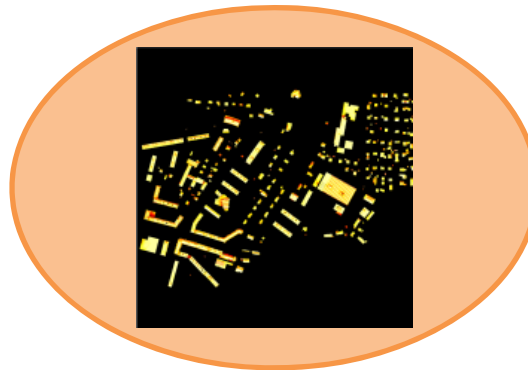
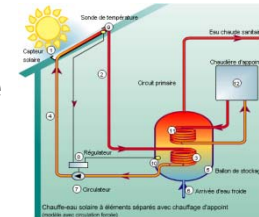
Photovoltaïque

- Orientation
- Surface min
- Ombrage



Thermique ECS

- Nb utilisateurs
- Périmètre proche



Thermique Chauffage

- Caractéristiques bât (indice, SRE)
- Périmètre proche

Toitures végétalisées

- Ensoleillement / ombrage
- Pente



Accès solaire direct

- Ombrage
- Orientation façades

Carneiro et al. (2008)





REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE



Outil SIG pour estimer le rayonnement solaire sur les toits des bâtiments dans le canton de Genève

Merci de votre attention !

Gilles Desthieux
gilles.desthieux@hesge.ch

Claudio Carneiro
claudio.carneiro@epfl.ch

Eugenio Morello
eugenio.morello@polimi.it



Politecnico di Milano / Laboratorio di Simulazione Urbana

