

Projet G2-SOLAIRE

**Cadastre solaire du Grand Genève :
Plateforme collaborative pour une appropriation et un
développement de l'énergie solaire**

Interreg
France - Suisse

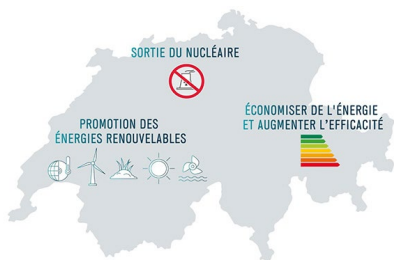


Présentation finale du projet
Mai 2022

Axe 1 : Rapprocher les structures en matière d'innovation et soutenir les projets Innovants

Objectif spécifique 2 – Développement des Innovations dans le domaine d'excellence du territoire

Contexte

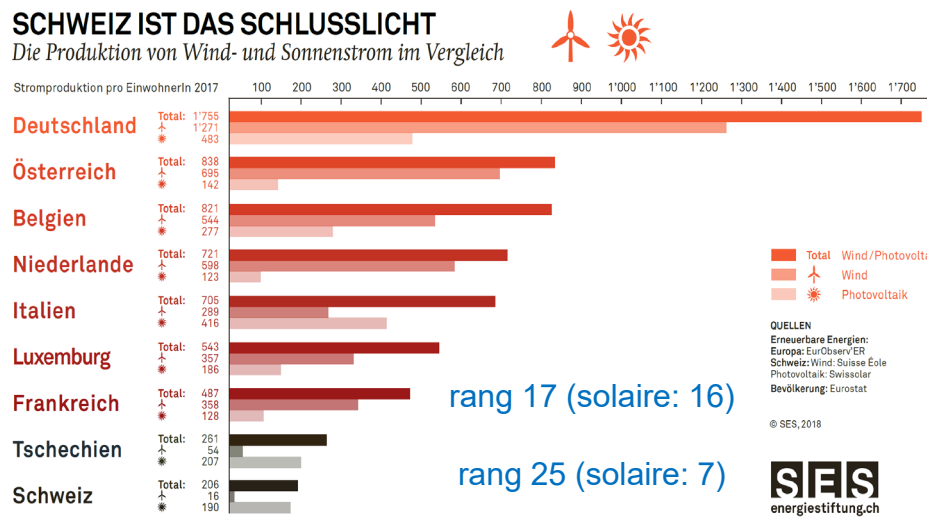


- En Suisse: Stratégie fédérale Energie 2050, révision de la Loi fédérale sur l'énergie encourageant la filière solaire à travers la création de communautés d'auto-consommateurs.
- En France: Loi sur la transition énergétique (2015), Plan «Place au Soleil» (Juin 2018) multiplication des initiatives TEPOS (efficacité énergétique et énergies renouvelables à l'échelle des territoires).

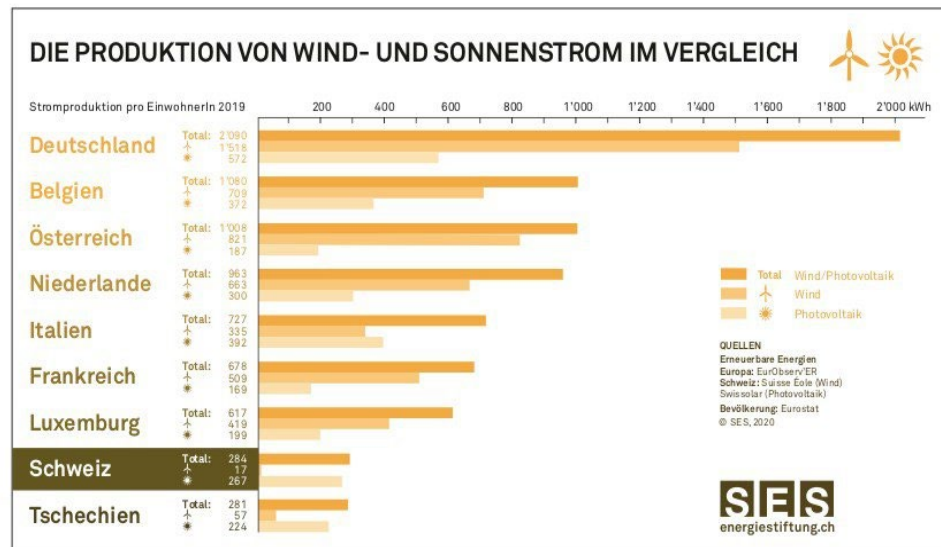
- ⇒ Évolution du marché du solaire PV: des installations subventionnées (tarif rachat électricité) vers de l'autoconsommation.
- ⇒ Développement du solaire pertinent en milieu urbain, nécessité d'outils numériques pour modéliser l'accessibilité solaire.



Production solaire par habitant



2018



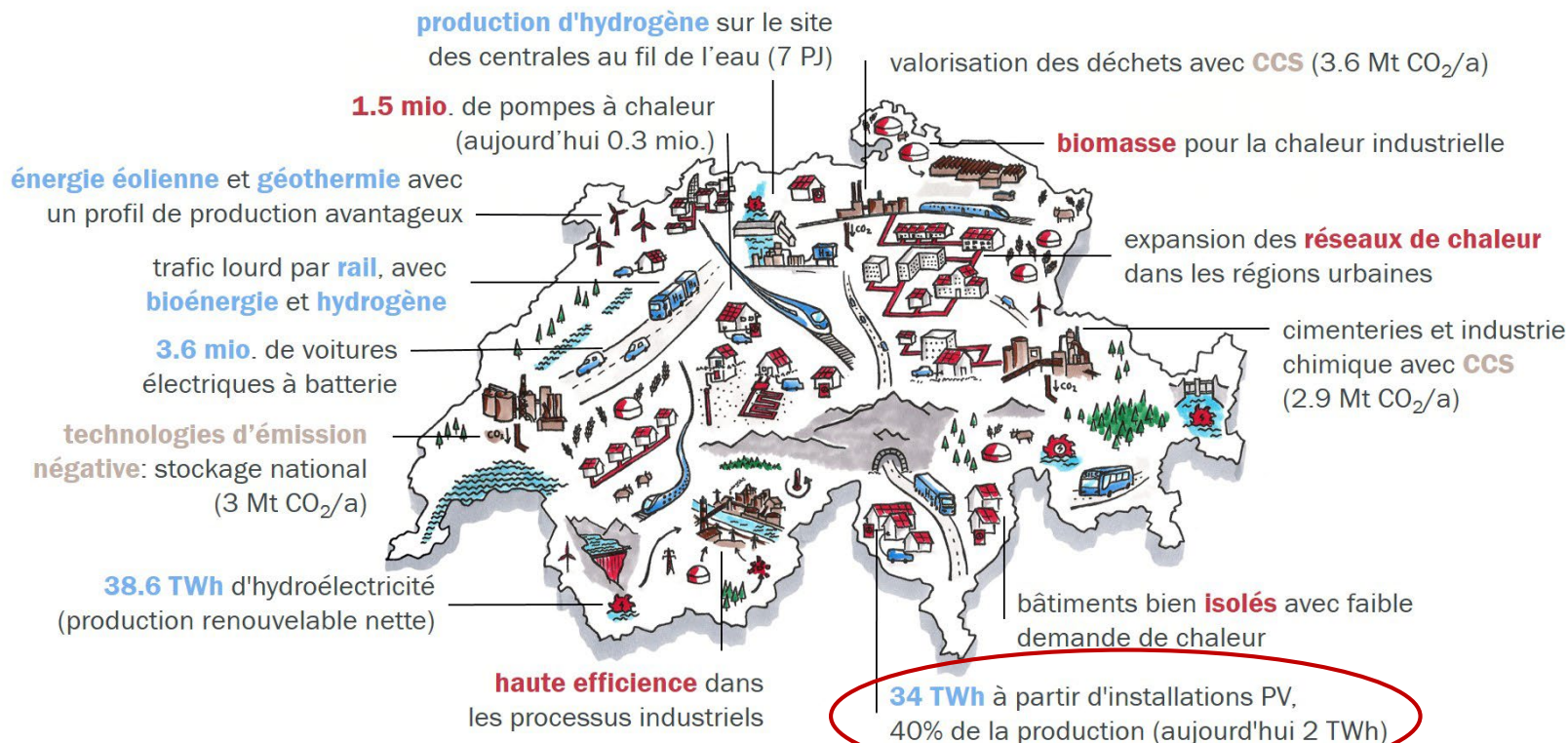
2020

CH: bien positionné en terme d'énergie solaire/hab, mais conditions cadres peu favorables aux futurs développements (prix de rachat peu avantageux)

F: position moyenne au niveau solaire, potentiel de développement important

Les réponses politiques: Stratégie énergétique fédérale 2050

Objectif d'une Suisse neutre pour le climat en 2050



Grafik: Dina Tschumi; Prognos AG

Les réponses politiques: Plan directeur de l'énergie / Plan climat Genève



OBJECTIF Accompagner les acteurs du territoire et adapter les conditions-cadres pour déployer 100 GWh/an de solaire thermique et 350 MWc de photovoltaïque d'ici à 2030.



>2023

Atteindre 120 MWc de capacité de production photovoltaïque et 40 GWh/an de solaire thermique.



>2030

Atteindre 350 MWc de capacité de production photovoltaïque et 100 GWh/an de solaire thermique.



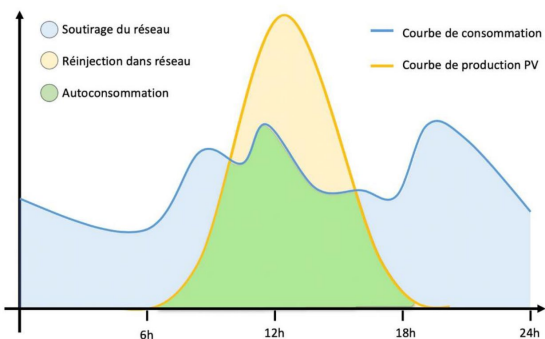
2019: 62 MWc installations solaires PV, 80 MWc en 2021

Potentiel en toiture (selon le cadastre solaire): 1'600 MWc

Electricité: sécurité de l'approvisionnement

Energies intermittentes

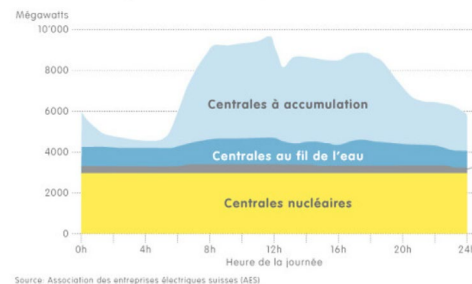
- Solaire + stockage
- Eolien



Energies stables

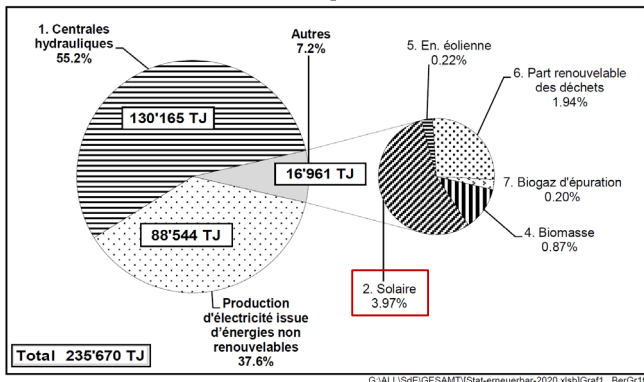
- Hydroélectricité
- Centrales thermiques:
 - Biomasse
 - Géothermie
 - Nucléaire
 - Fossiles: charbon, gaz, mazout

Déroulement journalier de la production d'électricité



Source: Association des entreprises électriques suisses (AES)

Mix électrique



Stockage

- Hydro (pompage-turbinage)
- Batteries PV
- Power to gas / gas to power



© renouvelle.be
















Objectifs du projet G2-Solaire

- Intensifier l'usage de l'énergie solaire à l'échelle du Grand Genève,
- Générer des activités économiques autour de la filière solaire,
- Contribuer *in fine* à atteindre les objectifs de transition énergétique dans un contexte de densification urbaine.

Deux volets:

- Volet technique : collaboration académique transfrontalière pour l'élaboration d'un cadastre solaire à la pointe de l'innovation à l'échelle du Grand Genève
- Volet institutionnel : dissémination et appropriation du cadastre solaire auprès des acteurs cibles dans la région

Partenaires

	France		Suisse	
Chefs de file	FRESBE - Université Savoie Mont-Blanc		HES-GE / hepia (Genève)	
Partenaires techniques	INES - PFE		arx it (Genève)	
	Université C. Bernard Lyon 1 - CETHIL			
	CAUE-74			
	Terrinov			
	Innovales			
Partenaires institutionnels	Pôle métropolitain Genevois français		Grand Genève	
			Canton de Genève (OCEN, SITG)	
			Canton de Vaud (DIREN)	
			Région de Nyon	
Services de l'énergie	ENEDIS		SIG	

Le projet G2 Solaire a été particulièrement exemplaire en matière de collaboration transfrontalières sur plusieurs points de vues:

- Travaux académiques conjoints entre HEPIA, USMB, UNI Lyon sur le développement et le benchmarking d'outils de modélisation solaire innovants (nombreuses publications scientifiques)
- Nombreux échanges entre les partenaires institutionnels, expériences croisées d'information et sensibilisation de part et d'autres de la frontière.
- Nombreuses séances techniques et stratégiques associant tous les partenaires.
- Implication des partenaires financiers dans le développement et suivi technique du projet
- Création de la chaire transfrontalière sur l'énergie CITEE

Une approche multi-échelle

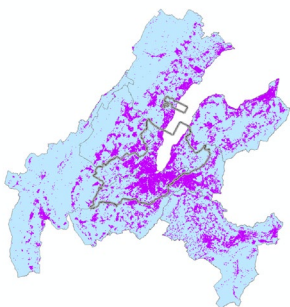


Plan des activités

WP	Description du workpackage
1.	Démarrage et cadrage du projet
1.1	Définition du cahier des charges
1.2	Création d'une base de données homogène
2.	Elaboration du cadastre solaire
2.1	Extension du cadastre sur le Grand Genève
2.2	Affinage et calibrage des modèles intégrés au cadastre
2.3	Modèles d'autoconsommation de l'énergie solaire
2.4	Mise à jour du cadastre solaire avec les modèles affinés
3.	Implémentation de l'interface Web
3.1	Retour expériences sur l'interface du cadastre solaire genevois
3.2	Extension de l'interface Web sur le Grand Genève
3.3	Affinage et évolution de l'interface Web
3.4	Test, finalisation et conditions cadre de pérennisation de l'interface Web G2-Solaire

4.	Appui au développement de projets pilotes solaire
4.1	Projets pilotes solaires sur typologies d'usages différentes (logement, tertiaire, industriel)
4.2	Projet pilote photovoltaïque en autoconsommation collective
4.3	Projet pilote réseaux électriques
4.4	Projet pilote solaire avec intégration au patrimoine
5.	Formation et dissémination
5.1	Communication
5.2	Formation
5.3	Valorisation au niveau international
6	Visions croisées des réglementations et modèles économiques

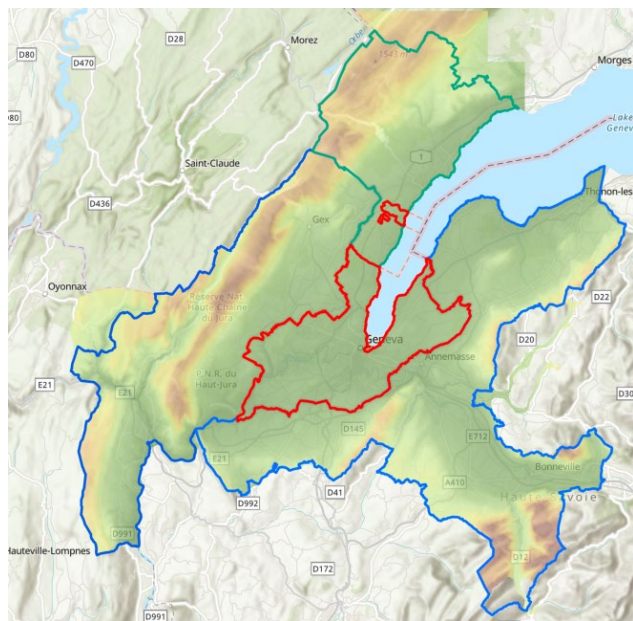
WP1 Base de données harmonisée Grand-Genève



OBJECTID	3590
FID_1	38931
SOCLEID	2042830
SHAPE_Leng	66.45835
SOURCE	GEN (279281F0-1E03-45DF-B232-6161A2AE0088)
NATURE_SOC	Bâtiment, indifférencié
HAUTEUR	21.47
DATE_ENT	25.03.2019
RAISON_ENT	C
ESD	2042830
Volume	4017
Nb_Hab	42
SRP	1722
SRE	1550
Umu	GE
Add_Hab	0
CLAH	1
rMNS_moy	19.1334
Add_haut	0
ID	38932
InterACB	0
Bat_Chaut	1
COMMUNE	Thoiry
NUMERO_COM	6640
HAB_SRE	2.709677
Conte_VWh	69750
CL_SIA	1
Shape_Length	66.45835
Shape_Area	257.280594

Base de données de bâtiment harmonisée : volume, nombre d'habitants, surfaces de plancher, affectations, etc.

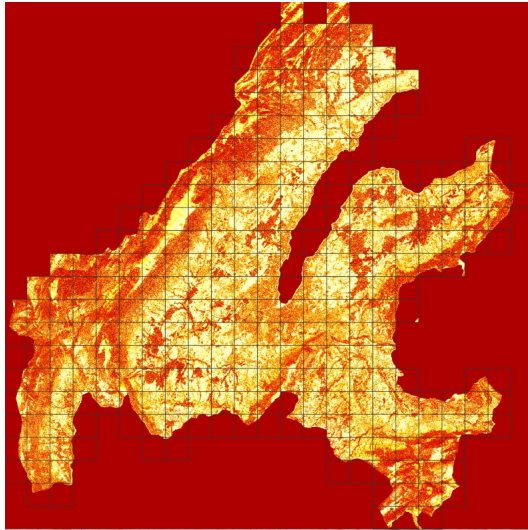
Couche SITG: AGGLO_RTGE_BATIMENT



Modèle numérique de surface (MNS) issu des relevés LIDAR dont les années varient selon:

- GE: 2017
- F: 2014
- VD: 2015, puis 2019

WP 2.1 Calcul du potentiel solaire brut sur le Grand Genève

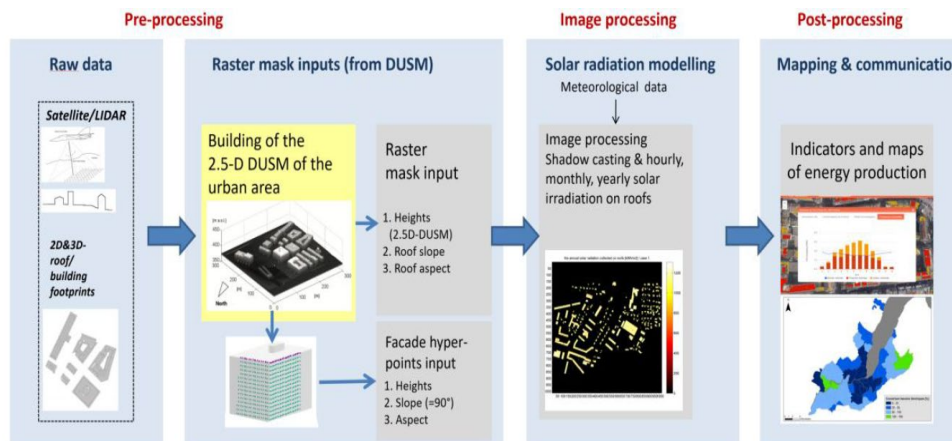


Calcul de l'**irradiation brute** mensuelle et annuelle par tuile (292 tuiles 3 x 3 km) avec les MNS-2017 (GE), MNS-2019 (VD), MNS-2014 (F)

Couche SITG: `OCEN_SOLAIRE_IRRADIATION_BRUTE`

Process informatique haute performance:

- Migration du code (JAVA) vers C++ / CUDA
- Calcul ombrage sur machine GPU
- Temps de calcul: 1-1.5 heure / tuile => total GG: ~15 jours



applied sciences **MDPI**

Article
GPU-Enabled Shadow Casting for Solar Potential Estimation in Large Urban Areas. Application to the Solar Cadaster of Greater Geneva

Nabil Stendardo, Gilles Desthieux, Nabil Abdennadher * and Peter Gallinelli

Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA), University of Applied Sciences and Arts, Western Switzerland (HES-SO), CH-1202 Geneva, Switzerland; nabil@stendardo.org (N.S.); gilles.desthieux@hege.ch (G.D.); peter.gallinelli@hege.ch (P.G.)
* Correspondence: nabil.abdennadher@hege.ch; Tel.: +41-79-705-3163

Received: 18 May 2020; Accepted: 25 July 2020; Published: 3 August 2020

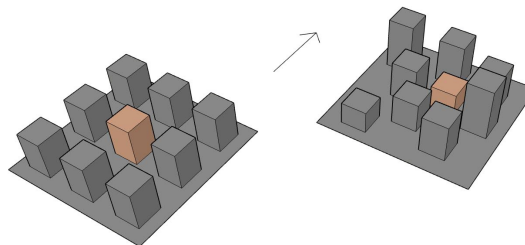
Featured Application: Software for the purposes of determination of solar potential of rooftops.

Abstract: In the context of encouraging the development of renewable energy, this paper deals with the description of a software solution for mapping out solar potential in a large scale and in high resolution. We leverage the performance provided by Graphics Processing Units (GPUs) to accelerate

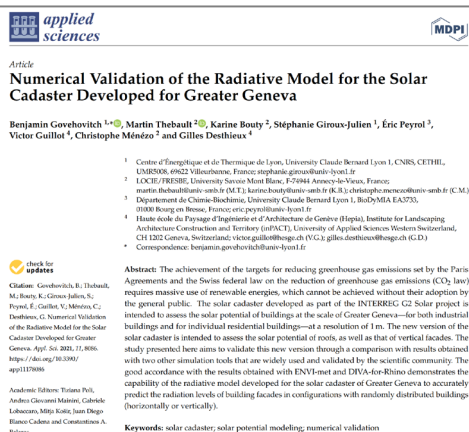
Stendardo et al., 2020

WP 2.2 Benchmarking et affinage des modèles

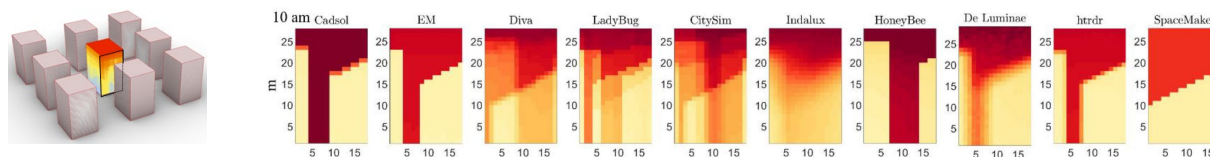
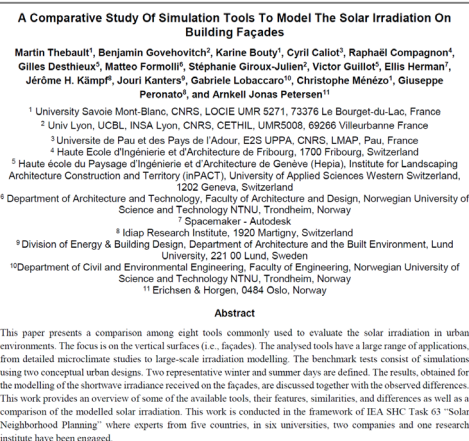
- **Objectifs:** comparer le modèle CadSOL au regard d'autres modèles connus sur des quartiers fictifs – toitures et façades sur deux jours représentatifs (février et août).
- **Conclusions:** outil CadSOL globalement consistant et fiable par rapport aux autres outils.



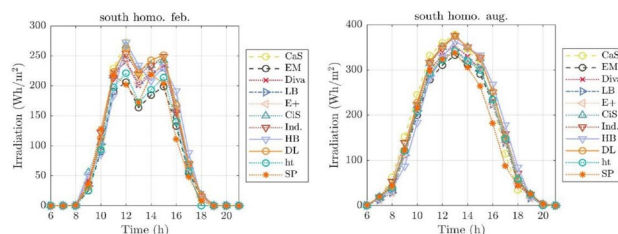
Quartiers fictifs
homogène et
hétérogène



Govehovitch et al., 2021



Profils d'irradiation, quartier homogène, façade Est, février à 10h (source: Thebault et al., 2022)

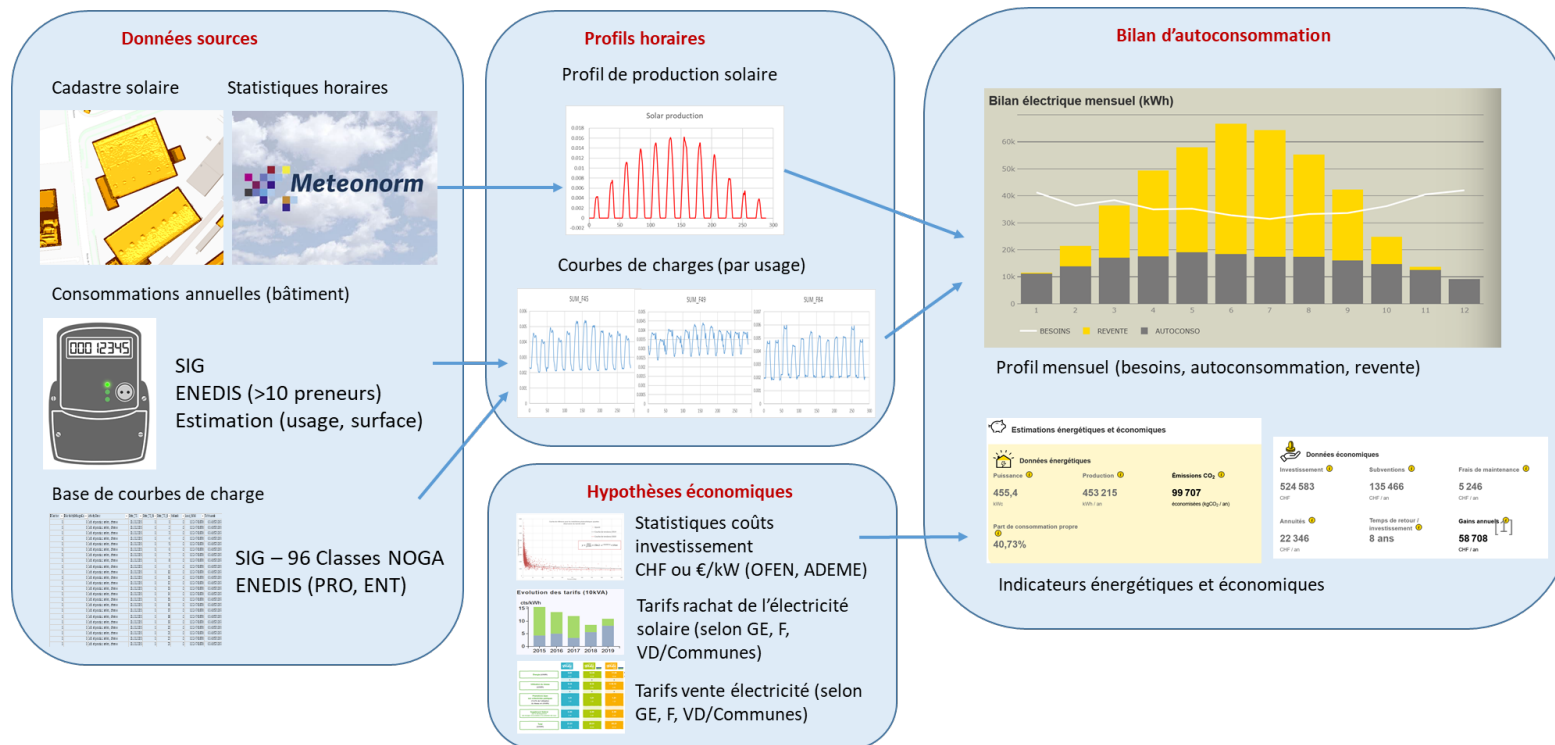


Thebault et al., 2022 (Solar World Congress 2021, in press)

Comparaison des valeurs globales horaires, quartier homogène, façade Sud, février (gauche) et août (droite) (source: Thebault et al., 2022)

WP 2.3 Modèle autoconsommation

- **Objectif:** mettre en place une approche et méthode pour simuler le potentiel d'autoconsommation par bâtiment



Données sources considérant:

- Irradiation solaire fournie par le cadastre et sa répartition horaire en utilisant Meteonorm,
- Données de consommation électrique fournies par SIG et ENEDIS ou alors les données cadastrales des bâtiments permettant d'estimer les consommations
- Les profils typiques de charge des logements ou par type d'activités (classes NOGA – SIG)

- Répartitions horaires de la production solaire et de la consommation électrique (profils)
- Paramètres économiques: statistiques OFEN et ADEME sur les coûts d'installation, données tarifaires (achat, revente, subvention) sur les lieux géographiques

Interface Web du cadastre solaire:

- Bilan mensuel des besoins électriques, de la revente du courant solaire et de la consommation propre
- Indicateurs technico-économiques par bâtiment

WP3 Interface Web du cadastre solaire

Une première version d'interface (V1) a été développée en 2019 au début du projet G2 Solaire, en se basant sur le même modèle développé pour le Canton de Genève. La nouvelle version (V2) permet un usage plus interactif avec l'utilisateur et donne la possibilité de simuler le potentiel d'autoconsommation du courant solaire par bâtiment.



Interface V1 étendu au GG (2019)

Potentiel global

Usage «statique»

Seuil minimum d'irradiation >1000
kWh/m².an

<https://sitg-lab.ch/solaire/>

Interface V2 (mai 2022)

Potentiel optimisé selon

autoconsommation

Usage «dynamique», interactif

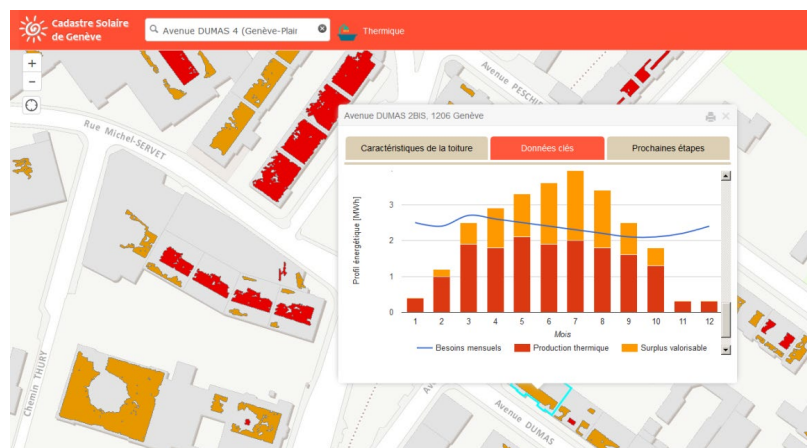
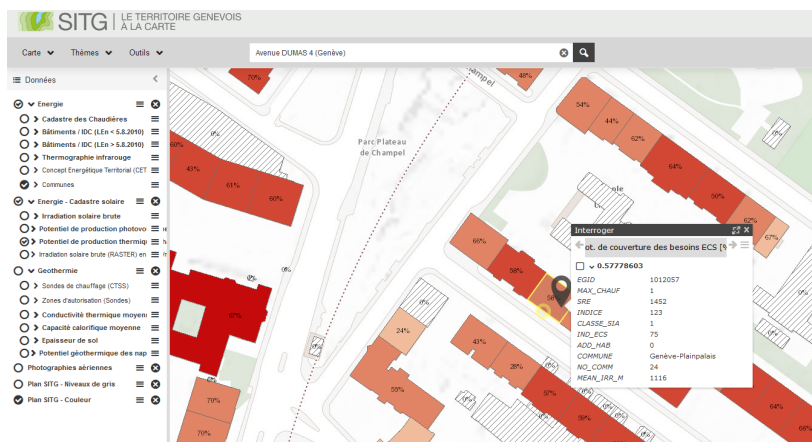
Seuil minimum d'irradiation >800
kWh/m².an

Version démo: <https://ags108-demo1.arxit.com/Hepia/web/>

Cadastres solaires pré-existants dans la région

- Cadastre solaire genevois (2011 – 2016)
- Cadastre solaire fédéral (OFEN) www.toitsolaire.ch
- [Cadastre solaire du pays de Gex](#)
- Cadastre solaire de la Ville de Nyon

⇒ Améliorer, mettre à jour, uniformiser et compléter ces cadastres solaires à l'échelle de toute l'agglomération du Grand Genève



WP 3.1 Interface V1 / Retour expériences



INTERREG V franco-suisse G2SOLAIRE

Le "Grand Genève" (www.grand-geneve.org) développe un cadastre solaire destiné à intensifier la production d'énergie solaire sur son territoire. Financé dans le cadre du programme INTERREG V franco-suisse G2SOLAIRE, ce projet va accélérer la transition vers les énergies renouvelables locales. Il se concrétise par une plateforme web ouverte, sur laquelle le potentiel de production solaire de chaque toiture référencée est analysé, ainsi que sa «raccordabilité» au réseau, ses contraintes particulières et une estimation des coûts d'installation.

La version "test" qui vous est soumise ci-dessous, mérite d'être enrichie par votre expérience.

C'est pourquoi nous vous remercions par avance de consacrer 5', puis répondre aux questions suivantes. Comment faire ?

1. Rendez vous sur le site: <https://sitg-lab.ch/solaire/>
2. Recherchez une adresse familière dans le Grand Genève (votre domicile, votre lieu de travail, un bâtiment public etc.)
3. Utilisez les fonctionnalités de la plateforme (solaire PV, solaire thermique, raccordable etc.) et identifiez les "+" et les "-" de l'outil
4. Merci de répondre aux questions suivantes

*Obligatoire

Interreg France - Suisse G2 SOLAR

Interreg
France - Suisse



Travaillez-vous en lien avec le secteur des énergies solaires et/ou l'aménagement urbain? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

- **Séminaire** retour d'expérience des utilisateurs de l'interface V1 – Canton Genève, le 20.11.18 (14 personnes: communes, académiques, bureaux d'étude, Etat, SIG).
- Interface V1 – Grand Genève: **questionnaire** en ligne adressé à 300 personnes, retour 30 personnes (début 2021)
- Retour des collectivités interrogées par INNOVALES et INES dans le **Genevois français**: CC Rochois et Faucigny-Glières (fin 2020, début 2021)

WP 3.1 Interface V1 / Retour expériences

L'outil V1 est apprécié dans sa majorité, il est facile d'utilisation. C'est un bon outil de sensibilisation et pour réaliser un premier diagnostic et sélectionner les toitures ayant un fort potentiel.

Synthèse des recommandations

Intégrées dans de l'interface V2 (d'ici la fin de G2 Solaire)

- Ne pas limiter la représentation cartographique à deux couleurs pour des parties toitures dont l'irradiation $> 1000 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$, donner une vision plus complète du potentiel
- Créer une **interface plus dynamique** et interactive, ergonomique
- Proposer une **évaluation technico-économique** plus poussée (ROI, rentabilité, surface optimale, autoconsommation), fournir les données clé.
- Privilégier **orientation est-ouest** des installations (dômes) pour les toitures plates

A venir prochainement (après la fin de G2 Solaire)

- Planifier et contractualiser la **mise à jour régulière** du cadastre solaire et la révision des hypothèses économiques (tarifs)
- Evaluer le coût et les contraintes de **raccordement** au réseau électrique (API ENEDIS)
- Référencer les installations **solaires existantes**

WP 3.1 Interface V1 / Retour expériences

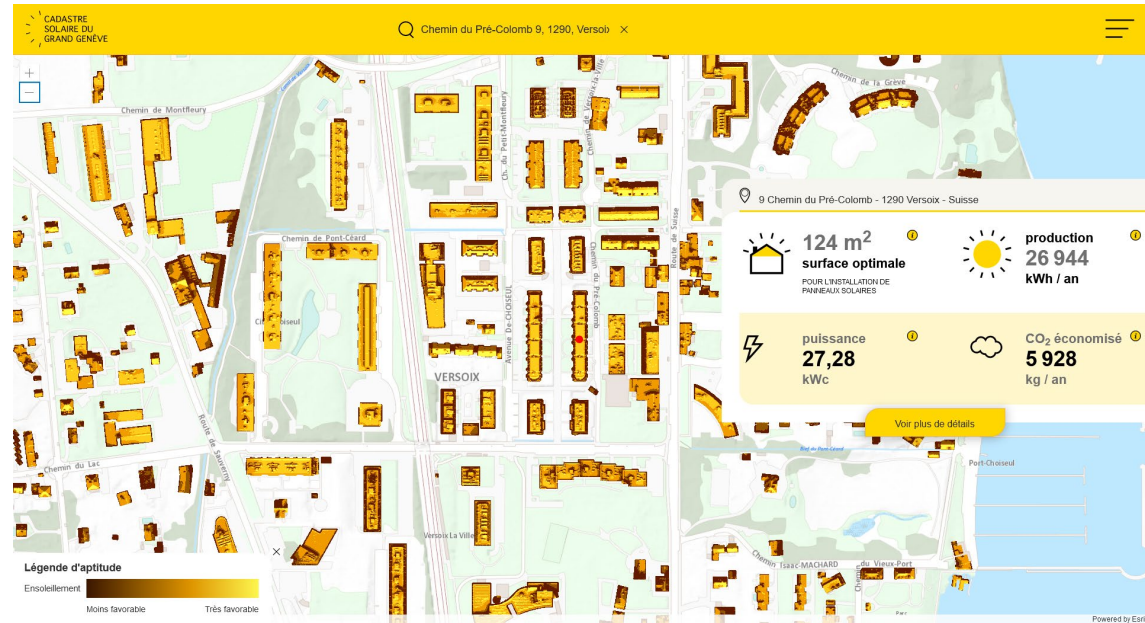
Synthèse des recommandations

En réflexion

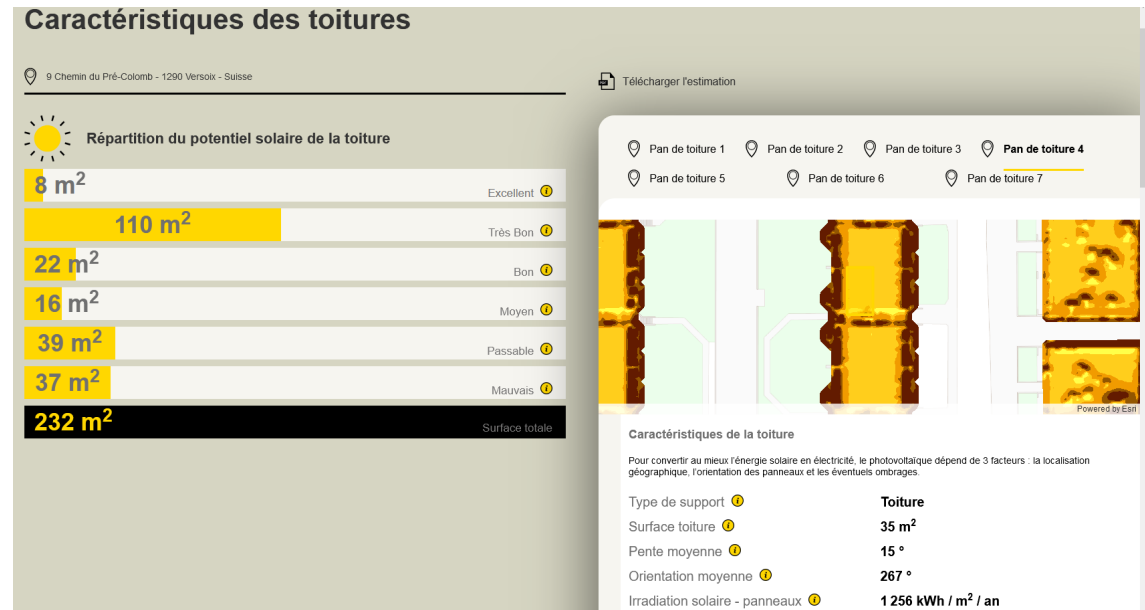
- Croisement avec d'**autres couches**: prescriptions urbanistiques, architecturales, patrimoniales, plan directeur énergie, zone risque d'éblouissement (aéroport)
- Mettre en place un **forum d'échanges**: communauté de bonnes pratiques, exemples, chat, co-développement (mettre en réseau les acteurs), signaler les erreurs éventuelles
- Guider sur les **solutions possibles de montage** de projet: individuel, collectif et coopératif, mise à disposition des toiture, mieux renseigner sur les **étapes opérationnelles** (procédures, choix des installateurs)
- Informer sur les **contraintes techniques de toiture** comme la qualité de la toiture et charpente
- **Constructions neuves**: donner possibilité de modéliser un bâtiment à construire (ou importer un projet) et simuler le potentiel
- Proposer un **pré-calepinage** de l'installation permettant de préciser le potentiel
- Simulation selon le **type de panneau et d'onduleur**
- Possibilité d'**extraire et exporter les données sur plusieurs bâtiments** à la fois (parc immobilier), voire une évaluation groupée sur ces bâtiments
- **Archiver les requêtes** et pouvoir les retrouver facilement

Interface V2

Données clé



Caractéristiques de la toiture (partie suisse uniquement)



Interface V2

Estimation détaillée: autoconsommation

Principe:

- Données de base pré-calculés
- Mise à jour online en modifiant la position de curseur
- Et/ou en fournissant des informations et données via le formulaire

A venir prochainement:

- API Enedis (coût raccordement) d'ici fin mai 2022
- Solaire thermique (*post G2 Solaire*)
- Téléchargement rapport PDF (*post G2 Solaire*)

Estimation détaillée

9 Chemin du Pré-Colomb - 1200 Versoix - Suisse

Télécharger l'estimation

Répartition du potentiel solaire de la toiture

0 m² 124 m² 173 m²

Minimal Optimal

Bilan électrique mensuel (kWh)

— BESOINS — REVENUE — AUTOCONSO

Estimations énergétiques et économiques

Données énergétiques

Puissance 27,28 kWc	Production 26 944 kWh / an	Emissions CO ₂ 5 928 économisées (kgCO ₂ / an)
---------------------------	----------------------------------	--

Part de consommation propre
76,79%

Données économiques

Investissement 52 178 CHF	Subventions 11 066 CHF / an	Frais de maintenance 522 CHF / an
Annuités 2 361 CHF / an	Temps de retour / investissement 9 ans	Gains annuels 5 084 CHF / an

Pour affiner votre estimation

Consommation électrique

☒ Je connais ma consommation électrique 60000

☐ Nombre d'occupants Saisir : Nb personnes

Autres usages de l'électricité

☒ J'ai une pompe à chaleur

Je connais sa consommation annuelle spécifique

☒ oui 12000 ☐ non

☐ J'ai un chauffage électrique direct

Je connais sa consommation annuelle spécifique

☐ oui Saisir : conso kWh / an ☒ non

☐ J'ai un chauffe-eau électrique

Je connais sa consommation annuelle spécifique

☐ oui Saisir : conso kWh / an ☒ non

☒ J'ai une voiture électrique

Je connais sa consommation annuelle spécifique

☒ oui 15000 ☐ non

Autoconsommation sur les communs ou les ménages

Je souhaite calculer l'autoconsommation sur :

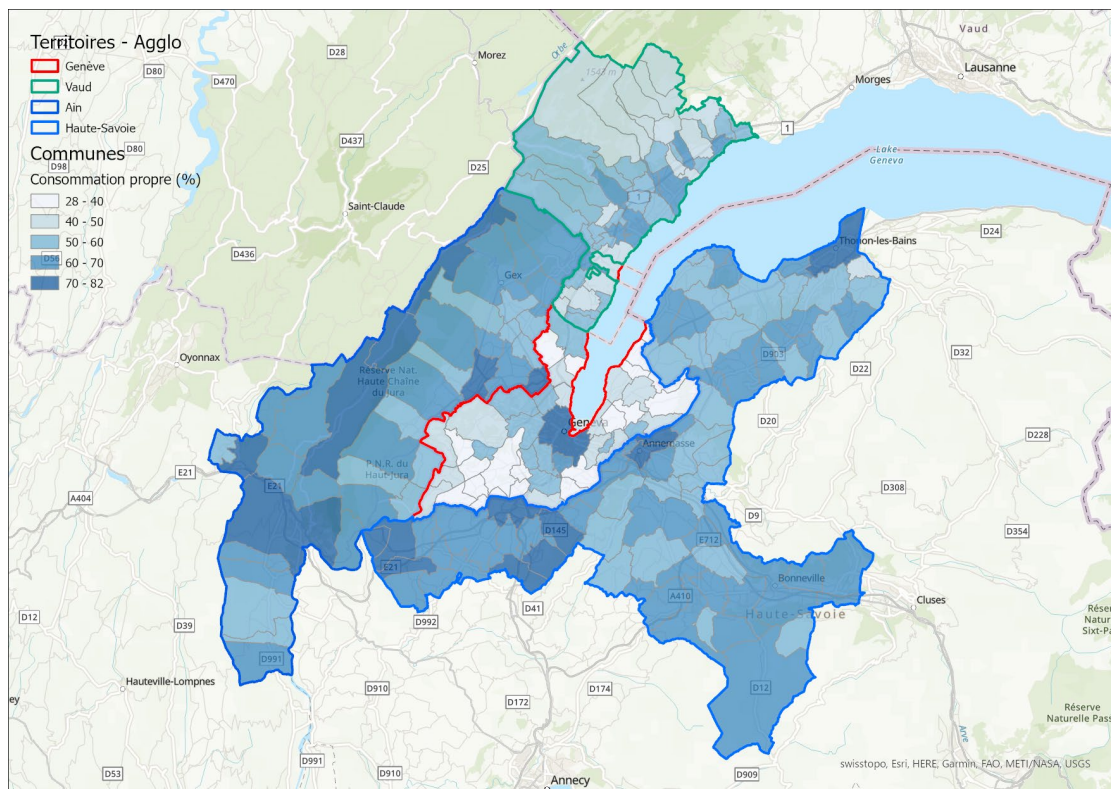
☐ L'immeuble entier

☒ Les ménages uniquement

☐ Les communs de l'immeuble uniquement

Formulaire

Statistiques de potentiel solaire PV sur le Grand Genève



La carte décrit par commune du GG le taux moyen de consommation propre de l'énergie solaire PV produit sur les toitures. Le taux est d'autant plus élevé si les surfaces de toiture disponibles (potentiel solaire) et les besoins électriques sont élevés comme dans les centres urbains.

	Puissance totale MWc	Consommation propre %
Genève	1'600	55%
Vaud	421	56%
France	1'211	64%

Les valeurs statistiques par territoire du Grand Genève indique le potentiel solaire PV total en matière de puissance installée et de taux moyen de consommation propre, dans le cas d'une rentabilité optimale (temps de retour sur investissement).

La marge de progression est ainsi très importante (par exemple à Genève, la puissance installée est de 80 MWc en 2021).

WP4 Territoires pilotes

ZAC Ferney-Genève (01) Démonstrateur nouveau quartier



©CCPG/SPL

Zone industrielle Bois-de-Bay (GE) Solaire PV et microgrid



©FTI/SIG | Photographie Lindsay Rebetez



©FTI/SIG

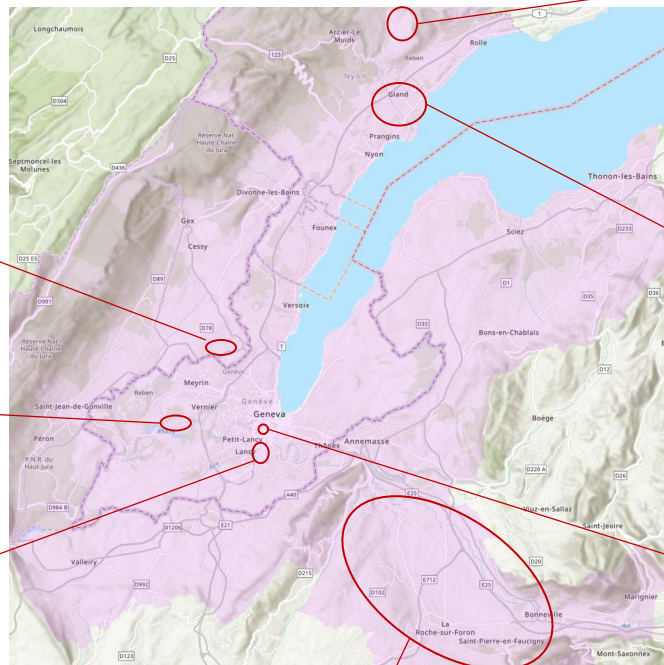
PAV Grosselin (GE) Démonstrateur nouveau quartier



© CLR architectes @archigraphie



© HEPIA



CC Rochois et Faucigny-Glière (74) Coopératives solaires (CitoyEnergie, Centrales villageoises)



©Le Dauphiné libéré, 23.10.21

Burtigny (VD) Solaire et patrimoine historique



©Wikiwand

© www.prime-energy-technics.ch

Gland (VD) Appel d'offres groupé



© Rapport de gestion Gland 2019

©SEIC GLAND

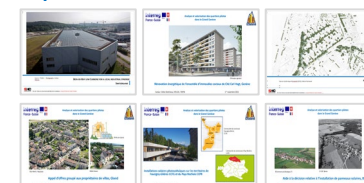
Cité Carl Vogt (GE) Rénovation énergétique



©Hospice général

©yellowprint

Publications des rapports de valorisation:
à venir prochainement sur l'Interface V2



WP 4.3 Capacité réseau électrique

- Intégrer sur l'Interface l'**API Enedis**: test de complexité d'un raccordement basse tension (BT) jusqu'à 250 kVA
- Travaux en cours (finalisation fin mai 2022)
- ⇒ Puissance Wc
- ⇒ Localisation

 Je choisis la surface de panneaux solaires que je souhaite installer

198 m²
(35,6 kWc)

Surface permettant de maximiser le temps de retour : 198 m² de panneaux solaires (35,6 kWc)
Vous pouvez modifier la surface de pose en déplaçant le curseur

 Production électrique de 40 520 kWh/an soit les besoins de 19 personnes ⓘ

 L'installation permettra d'éviter l'émission de 3 400 kg de CO2 par année

Nouveau : Raccordement électrique

Il vous est désormais possible de tester la facilité avec laquelle votre future installation photovoltaïque pourra être raccordée au réseau électrique. Il s'agit d'un service entièrement gratuit ne nécessitant aucune inscription ; le temps d'attente pour la réponse du service peut aller jusqu'à 30 secondes.

 Tester mon raccordement

Ce service est offert par ENEDIS



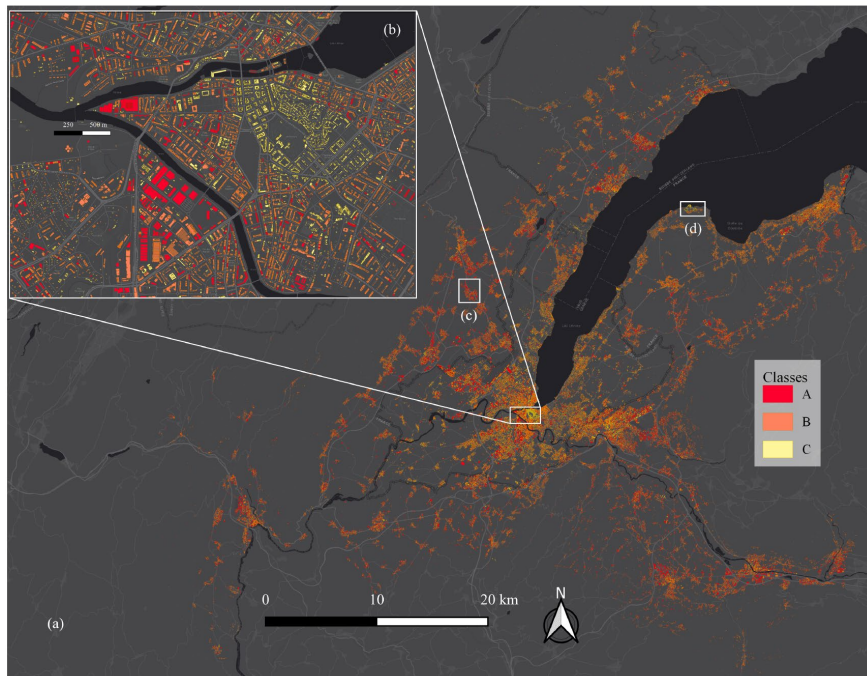
 Exporter mon projet

 Aller plus loin

Exemple: cadastre
solaire Limoge

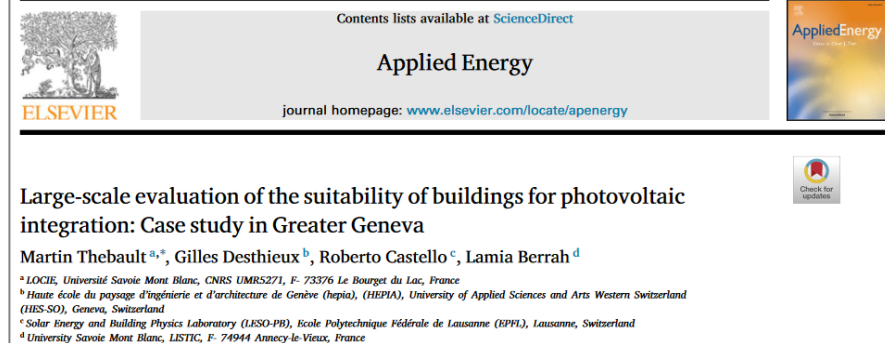
<https://limoges-metropole.cadastre-solaire.fr>

Analyse multicritère: adaptabilité des bâtiments au solaire



Vue globale GG

Thebault et al., 2022, Applied Energy



Large-scale evaluation of the suitability of buildings for photovoltaic integration: Case study in Greater Geneva

Martin Thebault^{a,*}, Gilles Desthieux^b, Roberto Castello^c, Lamia Berrah^d

^a LOEIE, Université Savoie Mont Blanc, CNRS UMR5271, F-73376 Le Bourget du Lac, France

^b Haute école de paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia), (HEPIA), University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland (HES-SO), Geneva, Switzerland

^c Solar Energy and Building Physics Laboratory (LESO-PB), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland

^d University Savoie Mont Blanc, LISTIC, F-74944 Annecy-le-Vieux, France

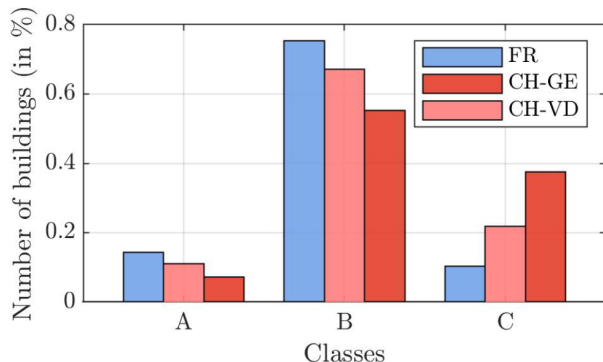


Exemple quartier pilote Cité Carl-Vogt

Cette analyse multicritère permet de ne pas se limiter uniquement à l'analyse d'irradiation, mais d'intégrer d'autres informations essentielles pour la prise de décision dans les investissements.



Il en ressort ainsi que dans le GG le niveau A (le plus adapté au solaire) représente 12% des bâtiments, mais 36% du potentiel de puissance (MWp). Les niveaux A+B représentent 82% en nombre et 95% en puissance, démontrant ainsi le fort potentiel.



Classe	Building Share (%)	Energy production (GWh)	Pro-	Capacity (MWp)
A	12	1692		1439
B	70	2504		2227
C	18	251		236

WP 5.1 Communication

L'installation photovoltaïque CitoyEnergie inaugurée



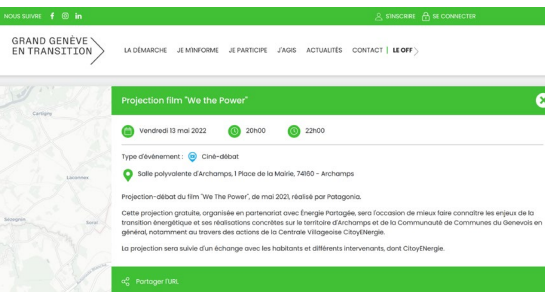
La première installation photovoltaïque réalisée par un collectif de citoyens à la région de Genève a été inaugurée le 23 octobre 2021.

C'est une initiative citoyenne qui vise à promouvoir l'énergie solaire et à favoriser la transition énergétique. Le projet a été financé par le Département de l'Énergie et du Climat du Canton de Genève.

La version 2 du cadastre solaire du Grand Genève attendue en novembre

Le cadastre de "100 lieux" est une initiative citoyenne qui vise à promouvoir l'énergie solaire et à favoriser la transition énergétique. Le projet a été financé par le Département de l'Énergie et du Climat du Canton de Genève.

©Le Dauphiné libéré, 23.10.21



- Collectivités, acteurs
 - Comité politique Interreg, Besançon 16.11.21
 - Inauguration CitoyEnergie, Reignier 23.10.21
 - Rencontres avec les élus et techniciens communaux des CC Faucigny et Pays Rochois de septembre 2020 à mai 2021
 - Webinaire avec les Etablissements publics autonomes (EPA) de Genève, 05.04.22
- Assises européennes de la transition énergétique 2022 Genève
 - Deux ateliers IN (31.05.22 et 02.06.22)
 - Animation stands: Pôle métropolitain, Grand Genève en transition
 - OFF: 13 mai à Archamps (événement organisé par Citoyenergie)
- Conférences scientifiques
 - Ateliers innovations du pôle de compétitivité Tenerrdis le 23.05.19
 - Journées Nationales de l'Energie Solaire (JNES2019), Annecy, juin 2019
 - Workshop « Bâtiments et Villes Solaires » & « Stockage et Gestion de l'intermittence » de FédEsol organisé par l'UCB Lyon1/CETHIL à Lyon en octobre 2019
 - IRN SINERGIE Singapour, 4-8 novembre 2019 (intervention: « From accurate prediction to diagnostic performance analysis of solar systems in the urban environment »)
 - Solar World Congress 2019 (Santiago Chili) et 2021 (virtual)


WP 5.2 Formation et dissémination

- **18 et 21 mars** - formation solaire photovoltaïque et thermique - le cadastre solaire pour vos projets solaires.
- Lieu de la formation INNOVALES
- Formation animée par l'**INES et INNOVALES**.
- **Programme :**
 - MATINEE 1 :
 - Fondamentaux du solaire photovoltaïque et thermique (marché et potentiel, univers du possible et application sur la territoire, idées reçues)
 - Présentation de l'outil du cadastre solaire
 - MATINEE 2 :
 - Solaire photovoltaïque et montage de projets
 - Visite d'une installation réelle
- **Public :** Elus, techniciens, personnels des collectivités, conseilles infos énergies, entreprises du territoire ➡ 18 participants



WP 5.3 Valorisation scientifique

■ Chaire CITEE (lancée en 2019)



CHAIRE
PARTENARIALE
CITEE

Relever le défi de la transition énergétique suppose de considérer plusieurs leviers :
la sobriété, la décarbonation, l'efficacité énergétique et les usages

Deux enjeux dans la transition énergétique

La construction neuve
Enjeu majeur dans la construction bas carbone des milieux urbains

La rénovation énergétique
Enjeu majeur dans la sobriété énergétique de nos territoires habités

Composition du partenariat académique

USMB
HES-SO HEPIA
UNIGE

Directeur scientifique USMB / Christophe Ménézo
Directeur scientifique HES-SO / Gilles Desthieux
Directeur scientifique UNIGE / Martin Patel

Trois axes de recherche

Systèmes énergétiques Bas-Carbone innovants pour l'environnement bâti

Conception holistique des bâtiments et aménagement urbain (quartier, ville)

Axe 1
Axe 2
Axe 3

Décarbonation, flexibilité et sécurité de l'approvisionnement énergétique du territoire

Deux domaines de recherche transverses

Economie & Droit
Modèles économiques politiques publiques

DATA & intelligence artificielle
Acquisition/stockage/traitement de données et de l'information

Trois actions/outils sur le territoire

Une recherche/laboratoire
Ensemble des différents laboratoires membres des champs de recherches en efficacité énergétique sur le territoire transfrontalier pour terrain démonstrateur

Des services à la cité
Assumer un rôle moteur dans le développement économique, social et culturel de la collectivité qui porte et finance la chaire. Investissement fort dans le dialogue avec la cité (formations/événements/accompagnements)

Un observatoire sur les énergies
Plateforme de collecte de projets donnant à voir l'ensemble des travaux/projet relevant de l'énergie sur le territoire

■ Solar Task 63 IEA

Membres suisses et français du consortium international de chercheurs

Task 63 | Solar Neighborhood Planning

SHC
SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

ABOUT PROJECT | MEETINGS / EVENTS | NEWS | PUBLICATIONS | RESOURCES

TASK 63
Solar Neighborhood Planning

LEARN MORE

IEA SHC - The world's largest Solar Heating and Cooling research network

Task 63
Solar Neighborhood Planning

Planning for solar access for local energy production and for daylighting buildings and outdoor environments.

Task Information
DURATION
September 2019 - October 2023



<https://task63.iea-shc.org/>

9 pays impliqués,
4 sous-tâches visant à accompagner les acteurs du solaire
Contribution aux Solar School à l'Université de Calgary 2021 et 2022

Valorisation et reconnaissance de G2 Solaire au sein de la communauté scientifique (outils innovants, quartiers pilotes)

Uses of the solar cadastre for research : Morphological link with the solar irradiation



Contents lists available at ScienceDirect

Energy & Buildings

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enb



Evaluating the impact of urban morphology on rooftop solar radiation:
A new city-scale approach based on Geneva GIS data

Alessia Boccalatte^{a,b,*}, Martin Thebault^a, Christophe Ménézo^a, Julien Ramousse^a, Marco Fossa^b

^aLOCIE UMR CNRS 5271 - Polytech'Annecy-Chambéry, France

^bDIME - Department of Mechanical, Energy, Management and Transportation Engineering, University of Genova, Italy

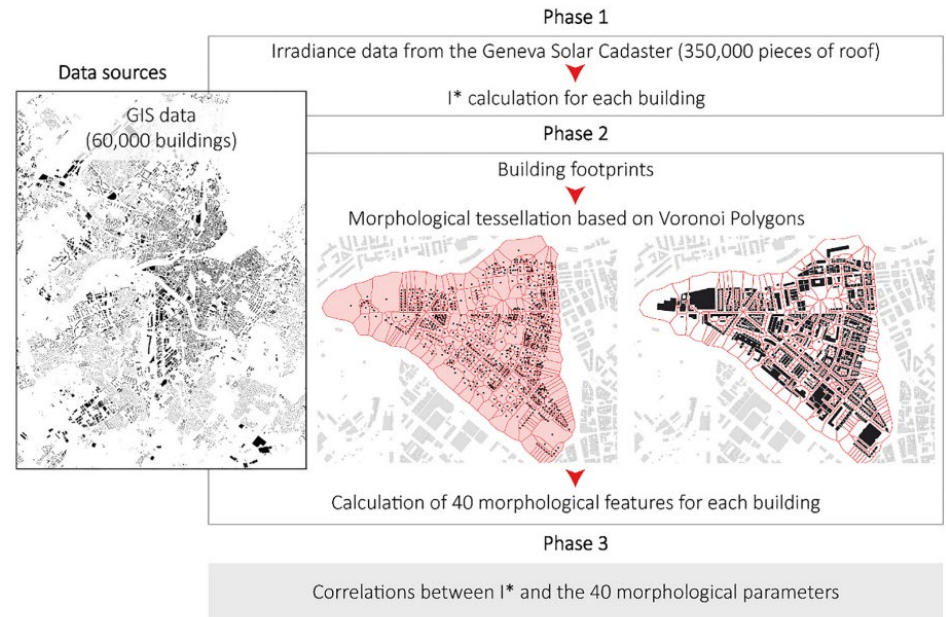
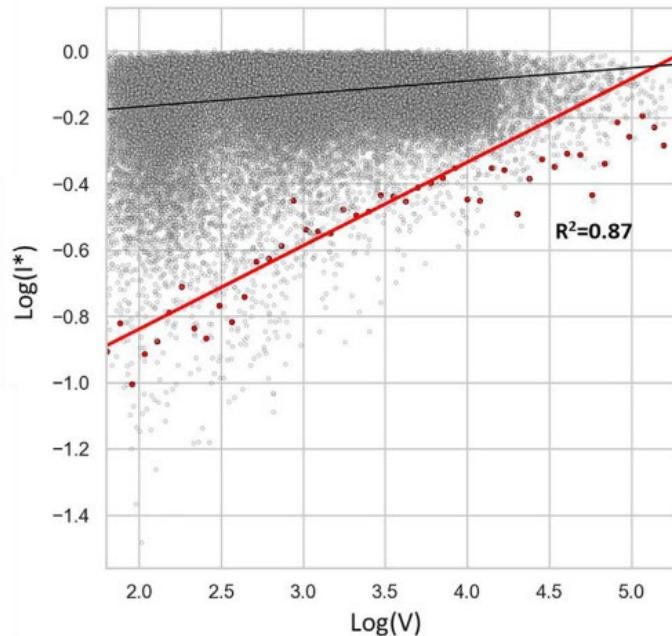


Fig. 1. Schematic representation of the developed methodology shown in a specific area of the Canton of Geneva.

WP 5.3 Valorisation scientifique

Publications dans des journaux internationaux

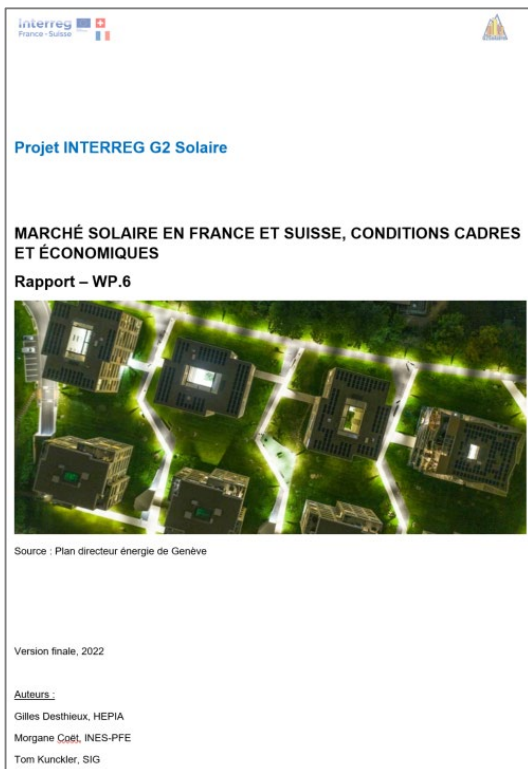
- 2020
 - [Applied Sciences \(15\)](#) - GPU-Enabled Shadow Casting for Solar Potential Estimation in Large Urban Areas. Application to the Solar Cadaster of Greater Geneva
 - [Sustainable Cities and Society \(60\)](#) - Multicriteria roof sorting for the integration of photovoltaic systems in urban environment
- 2021
 - [Territorio](#) - Multi-criteria decision aiding for the integration of photovoltaic systems in the urban environment: the case of the Greater Geneva agglomeration
 - [City and Environment Interactions \(10\)](#) - Optimization of the integration of photovoltaic systems on buildings for self-consumption—Case study in France
 - [Applied Sciences \(17\)](#) - Numerical validation of the radiative model for the solar cadaster developed for greater geneva
- 2022
 - [Energy and Buildings \(260\)](#) - Evaluating the impact of urban morphology on rooftop solar radiation: A new city-scale approach based on Geneva GIS data
 - [Applied Energy \(316\)](#) - Large-scale evaluation of the suitability of buildings for photovoltaic integration: Case study in Greater Geneva

WP 5.3 Valorisation scientifique

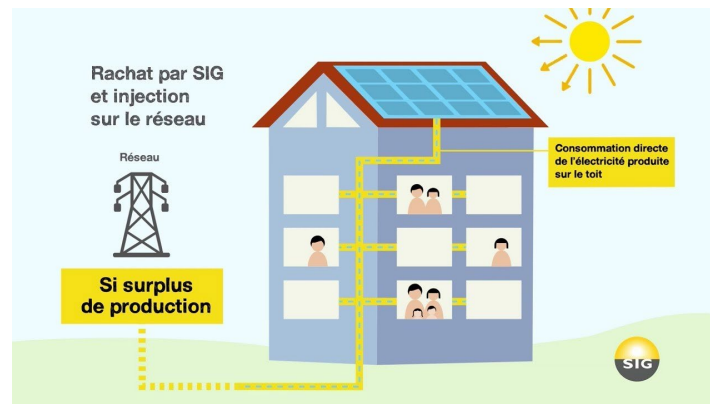
Publications dans des actes de conférence

- 2019
 - [Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019, 2497-2505](#) - Towards a solar cadastre for the monitoring of solar energy urban deployment: The case of Geneva
 - [89th meeting of the EURO Working Group in Multi Criteria Decision Aiding \(EWG-MCDA\)](#) - BIPV suitability analysis in the Genève agglomeration using GIS-based multi-criteria evaluation
- 2020
 - [IBPSA France 2020 : Optimisation de l'intégration photovoltaïque sur un bâtiment suivant différentes stratégies d'autoconsommation](#)
- 2021
 - Building Simulation 2021 : [Large-scale multicriteria sorting for the integration of photovoltaic systems in the urban environment](#)
 - Proceedings of the ISES Solar World Congress 2021 : A Comparative Study Of Simulation Tools To Model The Solar Irradiation On Building Façades (in Press)

WP 6 Marché du solaire en France et Suisse, conditions cadres et économiques



Livable:
Rapport présentant les conditions cadres en France et Suisse (à télécharger prochainement sur l'Interface Web)



Regroupement de consommateurs propres, source: SIG



Parcours du producteur, source: ENEDIS

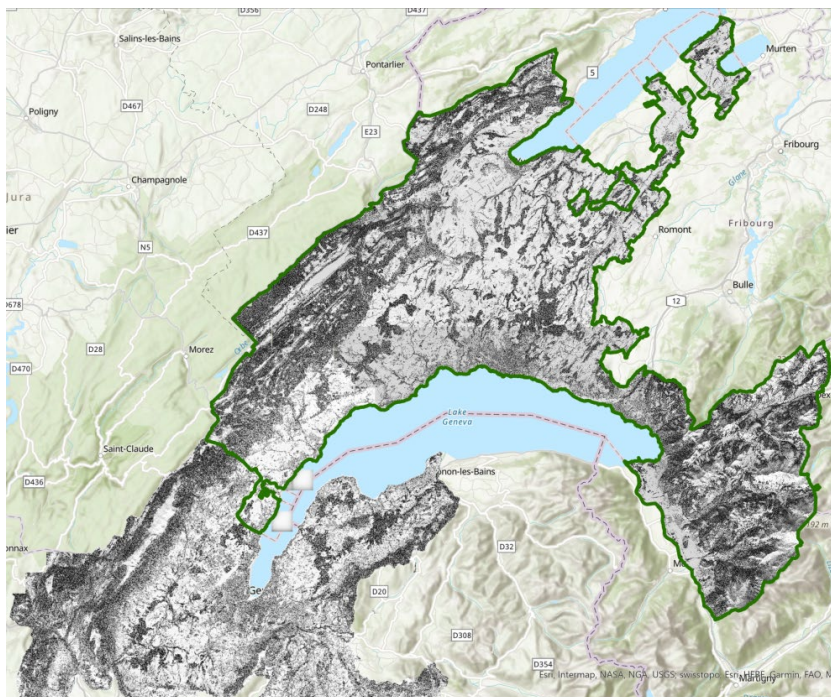
Valorisation du projet G2 Solaire

■ Elaboration du cadastre solaire ■ du Canton de Vaud

LIDAR 2019

Superficie: 3'200 km₂

Mise à jour cadastre solaire GG/Nyon avec le LIDAR 2019



Irradiation solaire brute : VD et GG

■ Participation au projet HELIOS (NTNU, Norvège)



enhancing optimal exploitation of solar energy in Nordic cities through digitalization of built environment

<https://www.ntnu.edu/helios/>

Helios

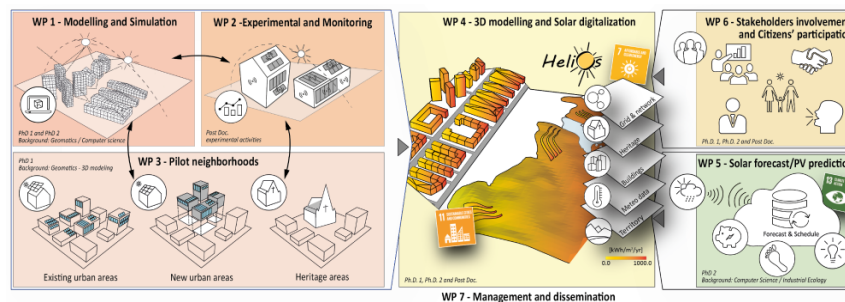
Enhancing optimal exploitation of solar energy in Nordic cities through the digitalization of the built environment

A large portion of solar energy remains unexploited. This is also the case of the Nordic countries where climate challenges, legal and cultural barriers, and economic constraints prevent optimal exploitation of solar energy.

In this context, the project Helios aims to turn the Nordic conditions into unique opportunities to accelerate the use of solar energy and the deployment of solar systems in the Nordic built environment through digital techniques using Trondheim as a pilot city.

The HELIOS open access user-friendly 3D model platform has twofold goals:

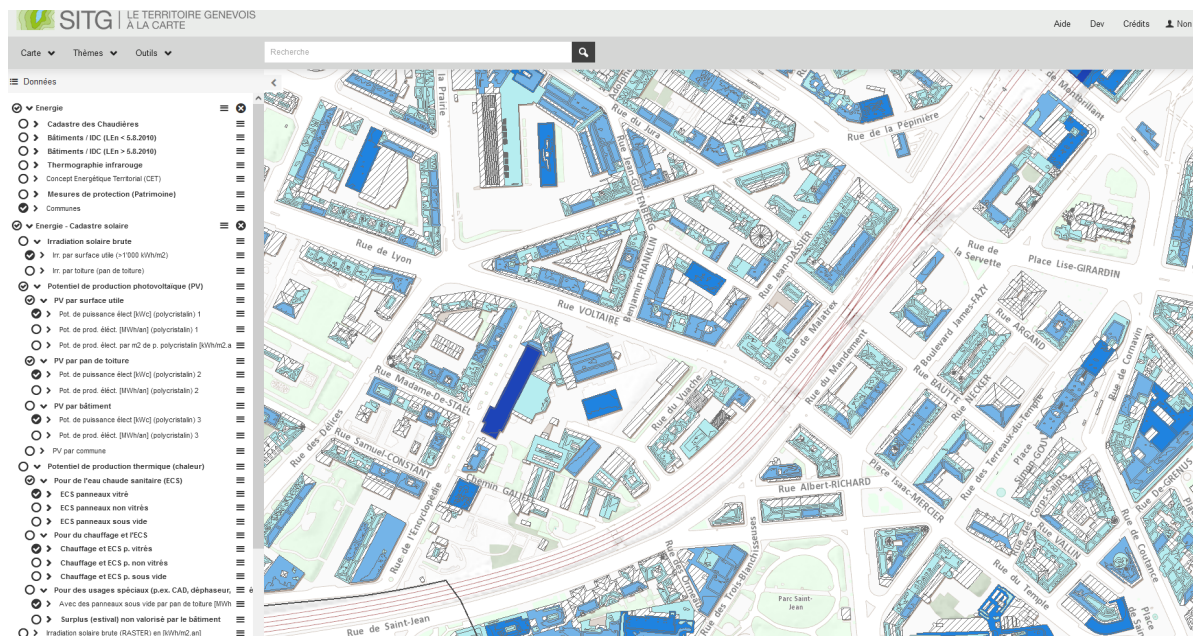
1. Enabling solar irradiation mapping for optimal exploitation of solar energy at multiple spatial scales, ranging from the facade, building, to neighborhoods and whole city.
2. Predicting solar energy generation at multiple temporal domains, ranging from short (daily), mid (50 years) and long (100 years) term under climate change scenarios.



Mises à jour et simplification à venir sur le SITG

Version actuelle (2019)

~20 couches !



2019 (20 couches)

2022 (10 couches)

☐ A.OCEN_SOLAIRE_ID_SURFACE_BASE
☐ A.OCEN_SOLAIRE_IRR_SURFACE_UTILE
☐ A.OCEN_SOLAIRE_PV_BATIMENT
☐ A.OCEN_SOLAIRE_PV_COMMUNE
☐ A.OCEN_SOLAIRE_PV_SURFACE_UTILE
☐ A.OCEN_SOLAIRE_PV_TOITURE
☐ A.OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_CHAUF
☐ A.OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_ECS
☐ A.OCEN_SOLAIRE_THERM_TOIT_SVIDE



OCEN_SOLAIRE_IRRADIATION_BRUTE
 OCEN_SOLAIRE_ID_SURFACE_BASE

• *Propriétés géométriques toiture, irradiation moyenne*

OCEN_SOLAIRE_BASE_BATIMENT

• *Statistiques de surface par tranche d'irradiation => bilan personnalisé*

OCEN_SOLAIRE_PV_BATIMENT

• *Indicateurs technico-économiques selon ROI minimal*

OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_ECS / CHAUF / TOIT_SVIDE => *inchangé*

Mises à jour et simplification à venir sur le SITG

Détail des couches à afficher sur le SITG

NIV_0	NIV_1	NIV_2	Nom couche	Attribut	NEW
Energie - Cadastre solaire	Irradiation solaire brute	Irradiation solaire brute (RASTER) en [kWh/m2.an]	radiation_an	VALUE	(x)
		Irr. par surface utile (>1'000 kWh/m2)	OCEN_SOLAIRE_IRR_SURFACE_UTILE	IRR_MOY	
		Irr. par toiture (pan de toiture)	OCEN_SOLAIRE_ID_SURFACE_BASE	IRR_MOY	X
	Potentiel de production photovoltaïque (PV)	Pot. de puissance élect. [kWc]	OCEN_SOLAIRE_PV_BATIMENT	PV_KWC_TOT	X
		Temps de retour sur investissement [ans]	OCEN_SOLAIRE_PV_BATIMENT	TRI	X
	Potentiel de production thermique (chaleur)	Pot. de couverture des besoins ECS [%]	OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_ECS	CV_AN	
		Pot. de couverture des besoins de chauffage et d'ECS [%]	OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_CHAUF	CV_AN	
	Pour des usages spéciaux (p. ex. CAD, déphaseur, procédés indus., etc.)	Avec des panneaux sous-vide par pan de toiture [MWh/an]	OCEN_SOLAIRE_THERM_TOIT_SVIDE	ETH_AN	
		Surplus (estival) ECS non valorisé par le bâtiment [MWh/an]	OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_ECS	VALOR_AN	
		Surplus (estival) Chauffage et ECS non valorisé par le bâtiment [MWh/an]	OCEN_SOLAIRE_THERM_BAT_CHAUF	VALOR_AN	

Perspectives

- Cadastre solaire (irradiation brute)
 - Mise à jour au gré des nouvelles éditions des données **LIDAR**
- Interface Web
 - Mise à jour régulière des **hypothèses économiques** (tarifs: achat, revente, coûts, subventions), procédures d'installation (s'équiper)
- Développements supplémentaires sur l'interface Web
 - **Prioritaires**: solaire thermique, rapport PDF par bâtiment
 - **«Nice to have»**: installations existantes, plateforme collaborative/forum, simulation batterie, précalepining, design nouveau bâtiment, sélection multiple (portefeuille immobilier)
- Pérenniser une plateforme de compétences:
 - Appui au développement d'installations
 - Formation, sensibilisation
 - Valorisation des bonnes pratiques, etc.