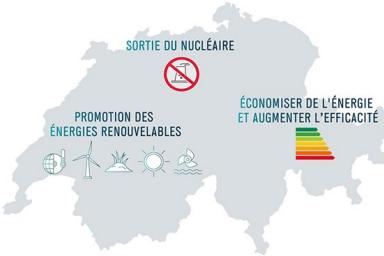


## Projet G2-SOLAIRE

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

# Contexte



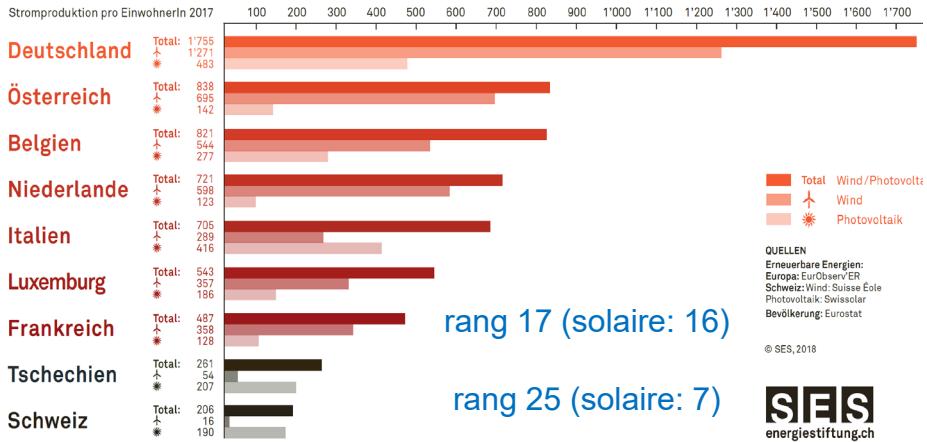
- En Suisse: Stratégie fédérale Energie 2050, révision de la Loi fédérale sur l'énergie encourageant la filière solaire à travers la création de communautés d'auto-consommateurs.
- En France: Loi sur la transition énergétique (2015), Plan «Place au Soleil» (Juin 2018) multiplication des initiatives TEPOS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

## SCHWEIZ IST DAS SCHLUSSLICHT

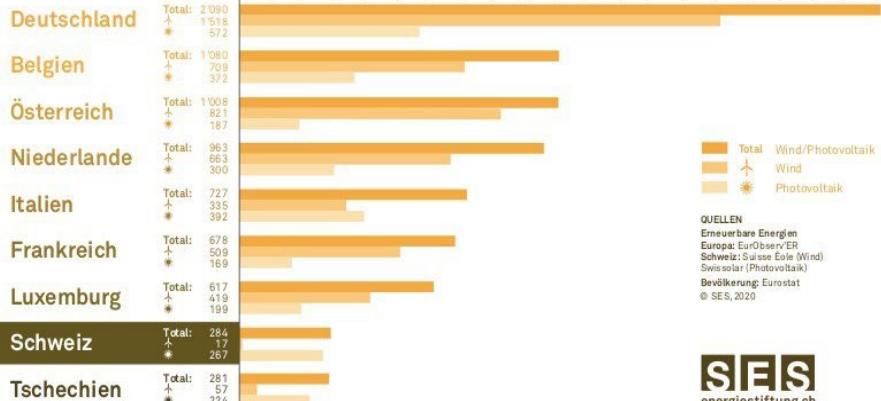
Die Produktion von Wind- und Sonnenstrom im Vergleich



2018

## DIE PRODUKTION VON WIND- UND SONNENSTROM IM VERGLEICH

Stromproduktion pro EinwohnerIn 2019



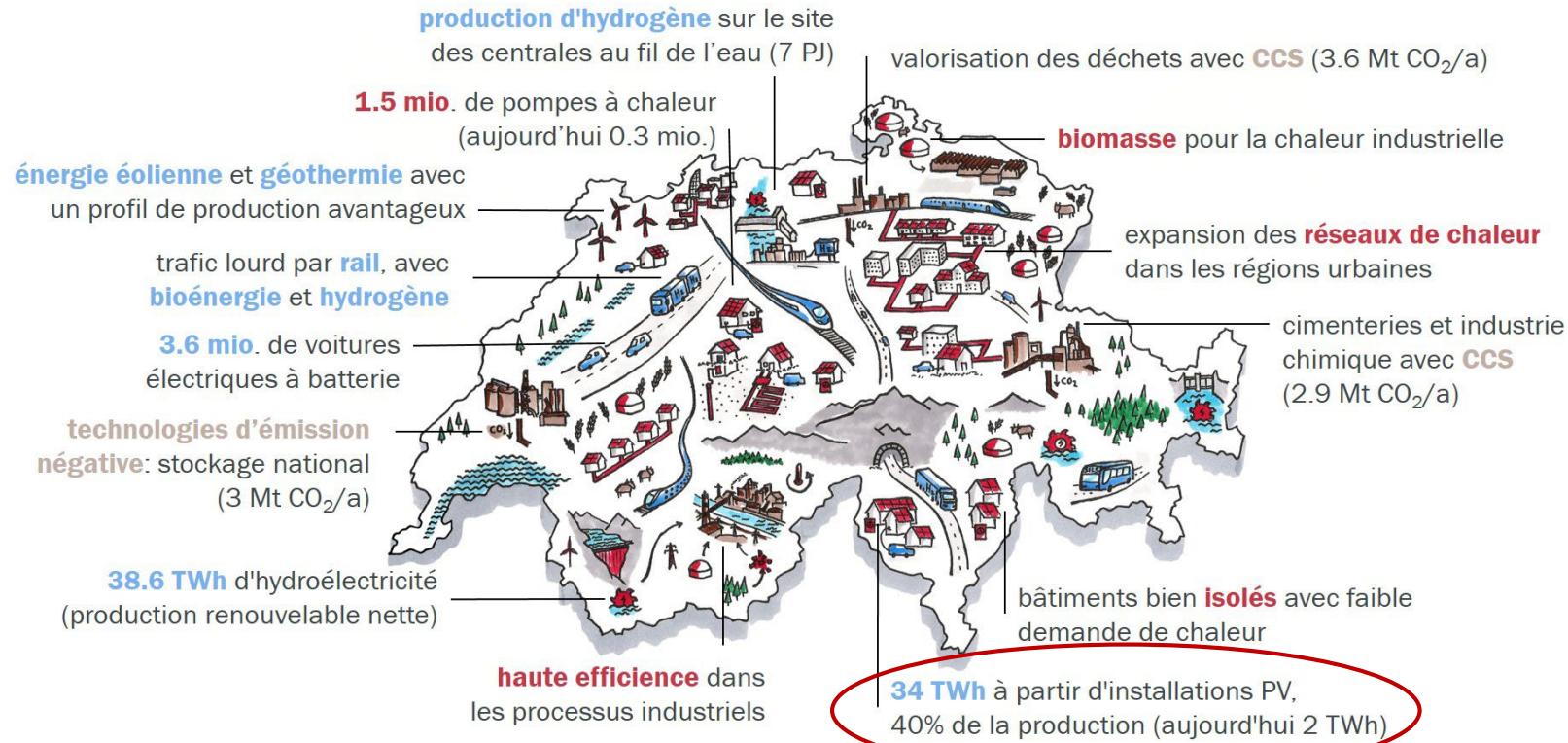
2020

**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

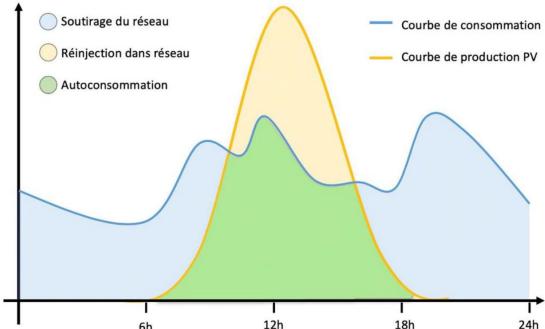
Potentiel en toiture (selon le cadastre solaire): 1'600 MWc

# Électricité: sécurité de l'approvisionnement

## Energies intermittentes

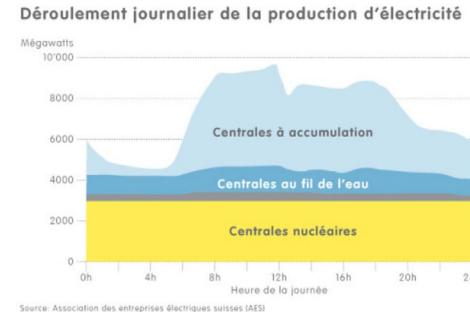
- Solaire
- Eolien

+ stockage



## Energies stables

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



## Mix électrique

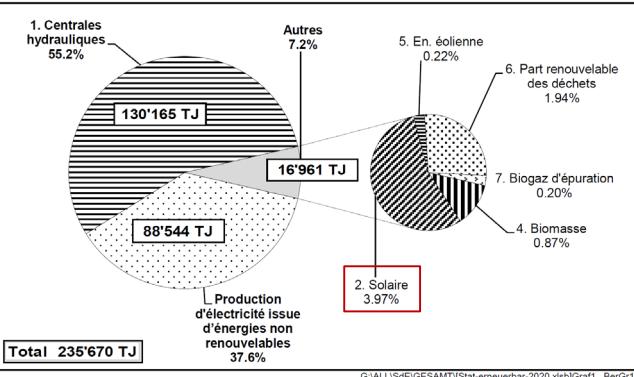
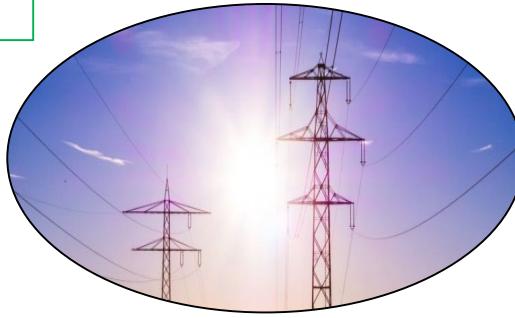


Tableau 1.6 Production nette d'électricité en suisse en 2020  
(Ventilation par technologies selon le tableau 1.1)

Source: [OPEN](#)



## 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

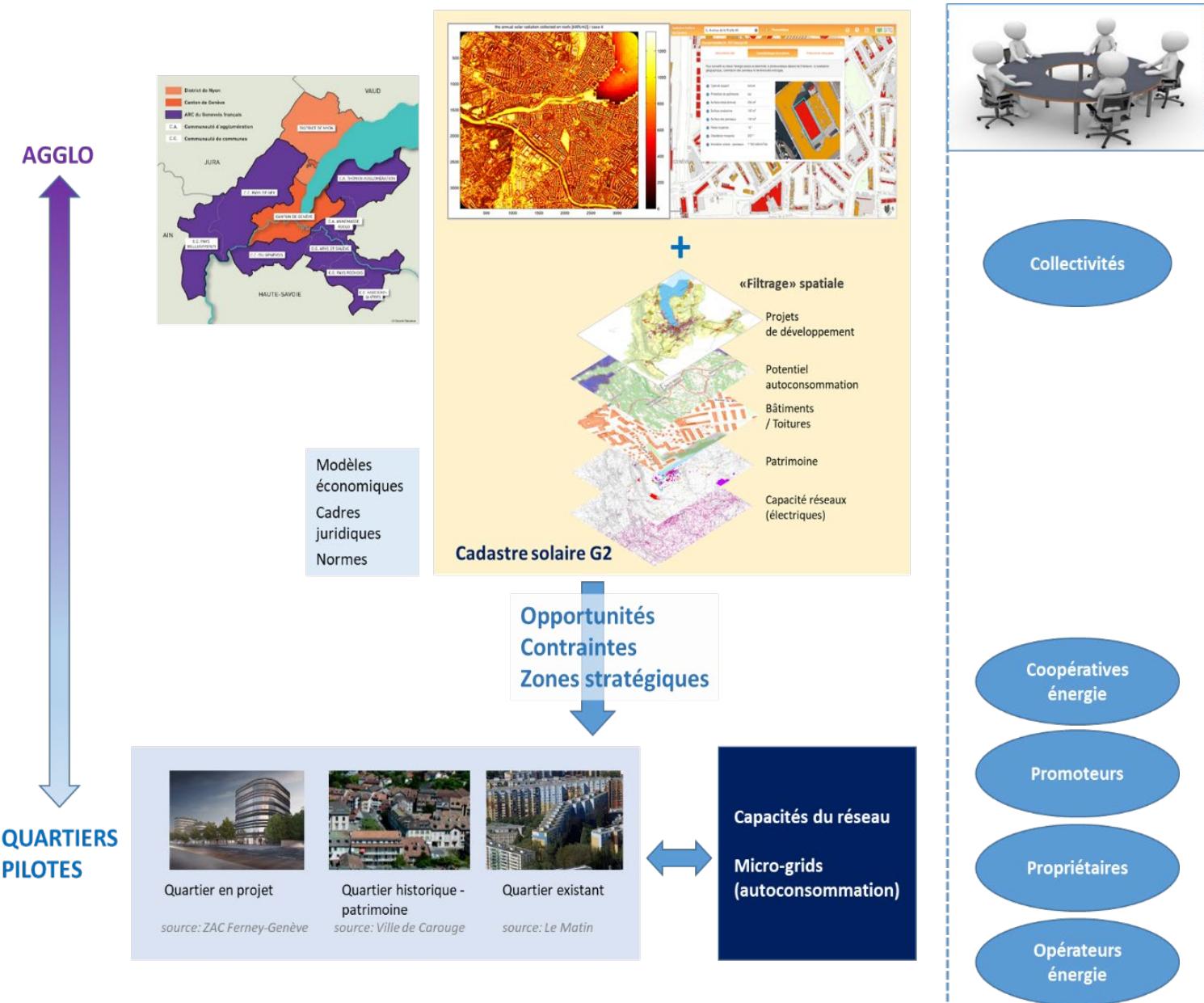
# Partenaires

	France		Suisse	
<b>Chefs de file</b>	FRESBE - Université Savoie Mont-Blanc		HES-GE / hepia (Genève)	 Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève
<b>Partenaires techniques</b>	INES - PFE		arx it (Genève)	
	Université C. Bernard Lyon 1 - CETHIL	 Université Claude Bernard Lyon 1 		
	CAUE-74			
	Terrinov			
	Innovales			
<b>Partenaires institutionnels</b>	Pôle métropolitain Genevois français		Grand Genève	
			Canton de Genève (OCEN, SITG)	
			Canton de Vaud (DIREN)	
			Région de Nyon	
<b>Services de l'énergie</b>	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 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

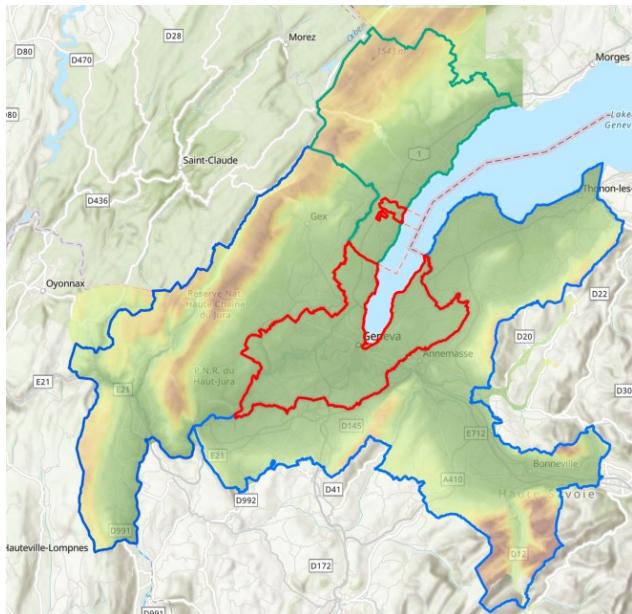
# WP1 Base de données harmonisée Grand-Genève



OBJECTID	35680
FID_1	38931
SOCLEID	2042830
SHAPE_Length	66.45835
SOURCE	GEN (270281F0-1E03-45DF-B232-6161A2AE0088)
NATURE_SOC	bâlement, indifférencié
HAUTSUR	21.47
DATE_ENT	25.03.2019
RAISON_BNT	C
EGID	2042830
Volume	4917
Nb_Hab	42
SBP	1722
SRE	1550
Lieu	GE
Add_Hab	0
CL_Aff	1
mMNS_moy	19.1334
Add_hab	0
ID	38932
InterRCB	0
Bat_Chef	1
COMMUNE	Thônex
NUMERO_COM	6640
HAB_SRE	2.709677
Corde_KWh	69750
CL_SIA	1
Shape_Length	66.45835
Shape_Area	257.286594

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

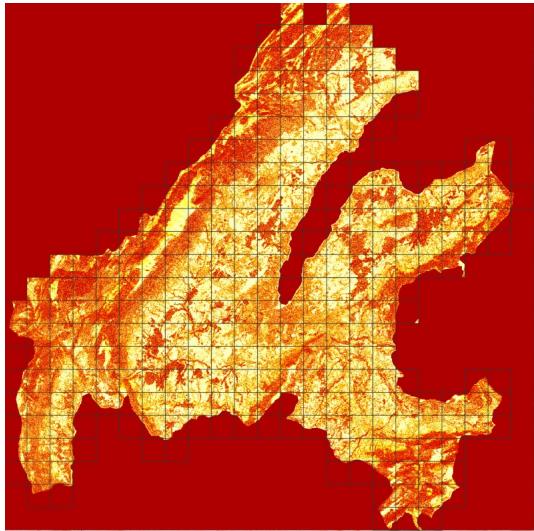
Couche SITG: AGGLO\_RTGE\_BATIMENT



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

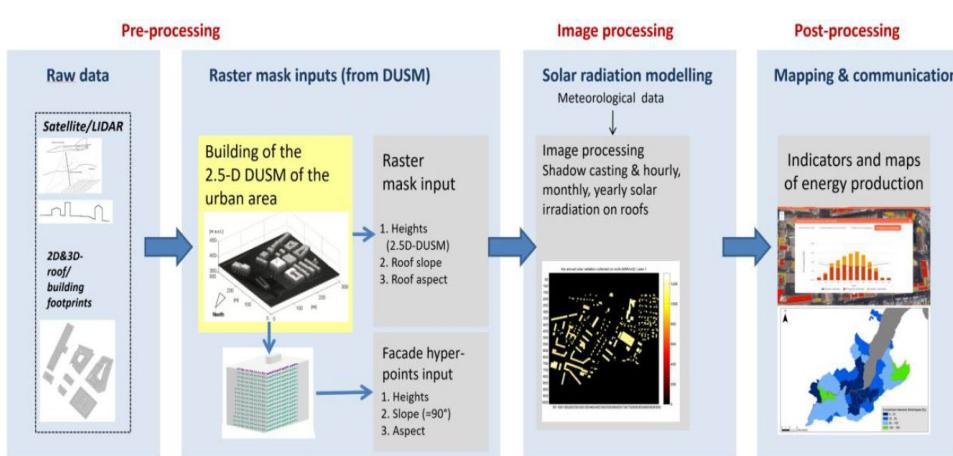
- GE: 2017
- F: 2014
- VD: 2015, puis 2019

# 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

**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

Hauté 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@hesge.ch (G.D.); peter.gallinelli@hesge.ch (P.G.)

\* Correspondence: nabil.abdennadher@hesge.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

**Article**  
**Numerical Validation of the Radiative Model for the Solar Cadaster Developed for Greater Geneva**

Benjamin Govehovitch<sup>1,2</sup>, Martin Thebault<sup>2,3</sup>, Karine Bouty<sup>2</sup>, Stéphanie Giroux-Julien<sup>1</sup>, Eric Peyrol<sup>3</sup>, Victor Guillot<sup>4</sup>, Christophe Ménézo<sup>2</sup> and Gilles Desthiex<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centre d'Énergie et de Thermique de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1, CNRS, CETHIL, UMR5022 Villeurbanne, France; benjamin.govehovitch@univ-lyon1.fr  
<sup>2</sup> LOCE/FRESB, University Savoie Mont Blanc, F-73344 Arvieu-le-Vieux, France; martin.thebault@inria.fr (M.T.); karine.bouty@inria.fr (K.B.); christophe.menezo@inria.fr (C.M.)  
<sup>3</sup> Département d'Architecture et de Génie Civil, Université Claude-Bernard Lyon 1, Bâtiment MA EA3730, 69342 Villeurbanne, France; eric.peyrol@enspc.fr  
<sup>4</sup> Haute École du Paysage d'Ingénierie et d'Architecture de Genève (HES-SO), Institute for Landscaping Architecture Construction and Territory (InPACT), University of Applied Sciences Western Switzerland, CH-1202 Geneva, Switzerland; victor.guillot@hessoe.ch; {V.G., L.G.} gilles.desthiex@interreg-europa.eu

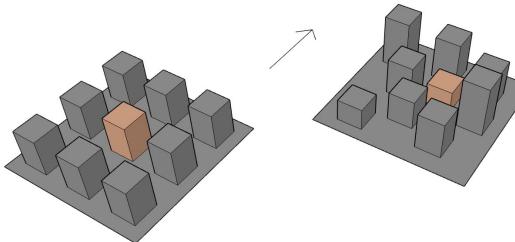
<sup>4</sup> Correspondence: benjamin.govehovitch@univ-lyon1.fr

**Abstract:** The achievement of the targets for reducing greenhouse gas emissions set by the Paris Agreements and the Swiss federal law on the reduction of greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub> law) requires massive use of renewable energies, which cannot be achieved without their adoption by the general public. The present paper is part of the INTERREG G2 Solar project that aims to validate the solar potential of buildings in the part of the Geneva urban area consisting of individual buildings and for individual residential buildings—at a resolution of 1 m. The new version of the solar cadaster is intended to assess the solar potential of roofs as well as that of vertical facades. The study presented here aims to validate this new version through a comparison with results obtained with several simulation tools that are widely used and validated by the scientific community. The goal is to conciliate with the results obtained with ENViroNet and DIVA-for-Rhino demonstrates the capability of the radiative model developed for the solar cadaster of Greater Geneva to accurately predict the radiation levels of building facades in configurations with randomly distributed buildings (horizontally or vertically).

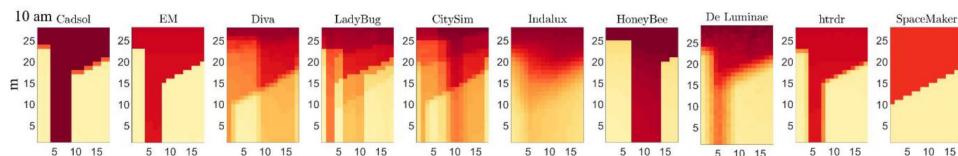
**Keywords:** solar cadaster; solar potential modeling; numerical validation

Govehovitch et al., 2021

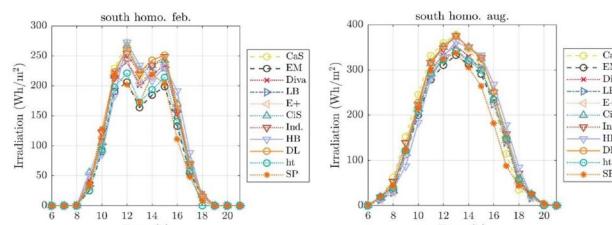
- **Objectifs:** comparer le modèle CadSOL au regard d'autres modèles connus sur des quartiers fictifs – toitures et façades sur deux jours représentatifs (février et août).
- **Conclusions:** outil CadSOL globalement consistant et fiable par rapport aux autres outils.



Quartiers fictifs homogène et hétérogène



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

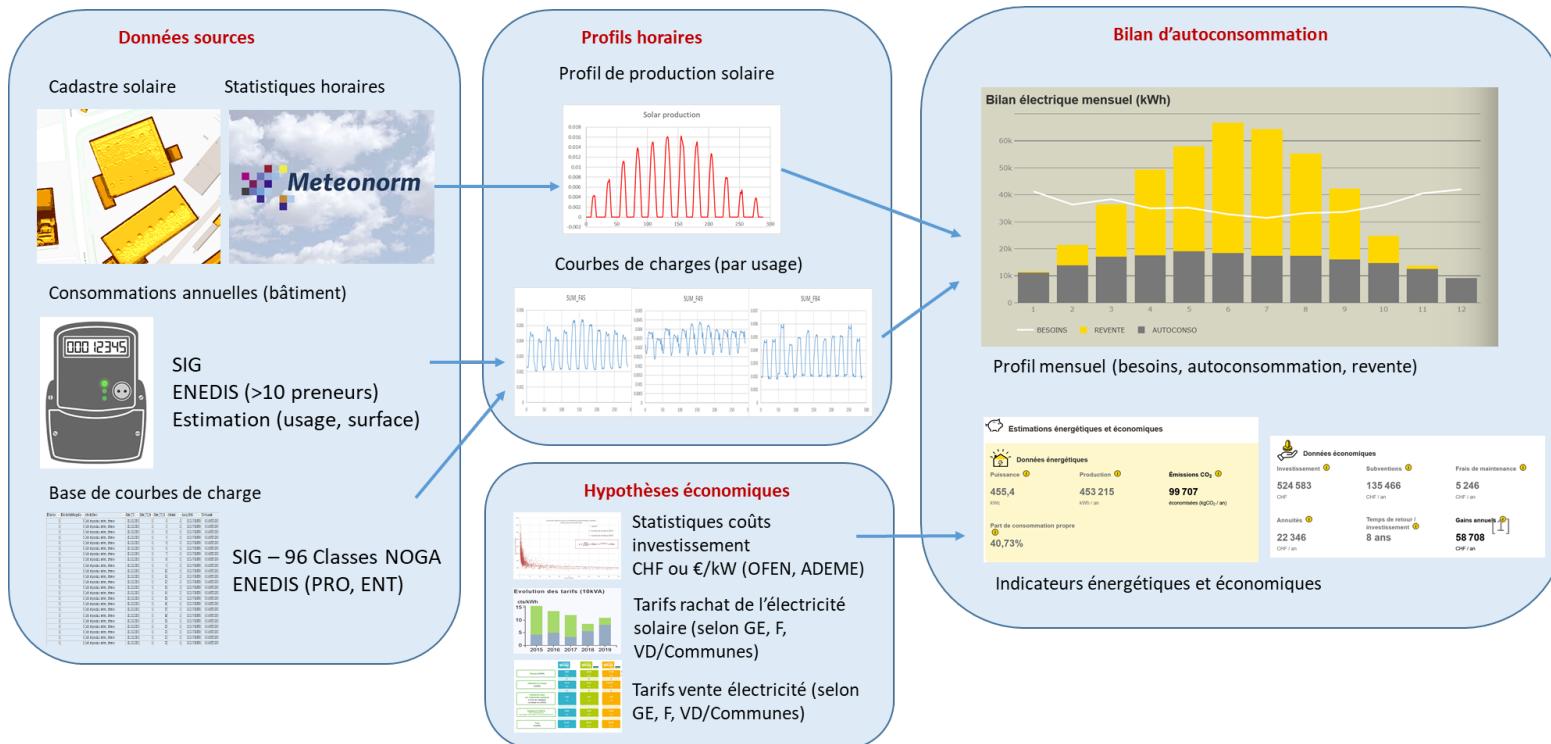


Comparaison des valeurs globales horaires, quartier homogène, façade Sud, février (gauche)<sup>13</sup> et août (droite) (source: Thebault et al., 2022)

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

## 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'usager et donne la possibilité de simuler le potentiel d'autoconsommation du courant solaire par bâtiment.

Bienvenue sur le site du cadastre solaire du Grand Genève

- Vous souhaitez produire vous-même votre énergie ?
- Vous voulez une production d'énergie respectueuse de l'environnement ?
- Un approvisionnement énergétique plus autonome est important pour vous ?

Estimez, en 3 clics, le potentiel de production d'énergie solaire photovoltaïque ou thermique

Le cadastre solaire du GG estime entre le potentiel mensuel et annuel de production énergétique solaire (thermique et électrique) sur les toitures des bâtiments de l'ensemble de l'agglomération franc-genevoise, sur une surface d'environ 2000 km<sup>2</sup> (Canton de Genève, District de Nyon, Pôle métropolitain du genevois français).

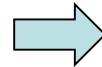
Cliquez sur PHOTOVOLTAIQUE ou SOLAIRE pour découvrir le potentiel de chacune de ces technologies.

**Actualités**

En vue d'améliorer les fonctionnalités du cadastre solaire qui vous est proposé et de continuer à le développer, nous vous remercions de prendre 5 minutes pour répondre au QUESTIONNAIRE en ligne.

INTERREG France-Suisse SIG CANTON DE GENÈVE

Le cadastre solaire a été développé à l'origine par le Canton de Genève avec le soutien de l'Etat de Genève et des Services Industriels de Genève (SIG). Son extension sur le Grand Genève s'inscrit dans le cadre du projet G2 Solaire soutenu par le programme INTERREG France-Suisse (plus d'informations sur G2 Solaire).



Bienvenue sur le site du cadastre solaire du Grand Genève

- Vous souhaitez produire vous-même votre énergie ?
- Vous voulez une production d'énergie respectueuse de l'environnement ?
- Un approvisionnement énergétique plus autonome est important pour vous ?

Estimez, en 3 clics, le potentiel de production d'énergie solaire photovoltaïque ou thermique

Le cadastre solaire du Grand Genève estime le potentiel mensuel et annuel de production énergétique solaire (thermique et électrique) sur les toitures des bâtiments de l'ensemble de l'agglomération franc-genevoise d'une superficie d'environ 2000 km<sup>2</sup> (Canton de Genève, District de Nyon, Pôle métropolitain du genevois français).

Cliquez sur PHOTOVOLTAIQUE ou SOLAIRE pour découvrir le potentiel de chacune de ces technologies.

**Actualités**

En vue d'améliorer les fonctionnalités du cadastre solaire qui vous est proposé et de continuer à le développer, nous vous remercions de prendre 5 minutes pour répondre au QUESTIONNAIRE en ligne.

INTERREG France-Suisse SIG CANTON DE GENÈVE

**Interface V1 étendu au GG (2019)**  
**Potentiel global**  
**Usage «statique»**  
**Seuil minimum d'irradiation >1000 kWh/m<sup>2</sup>.an**

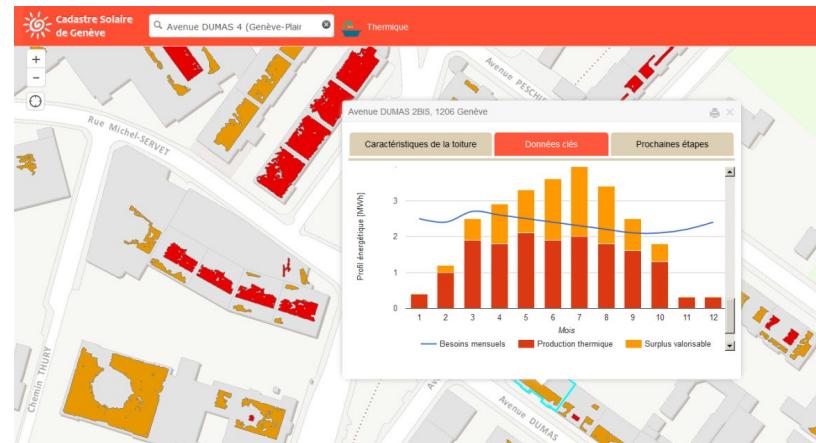
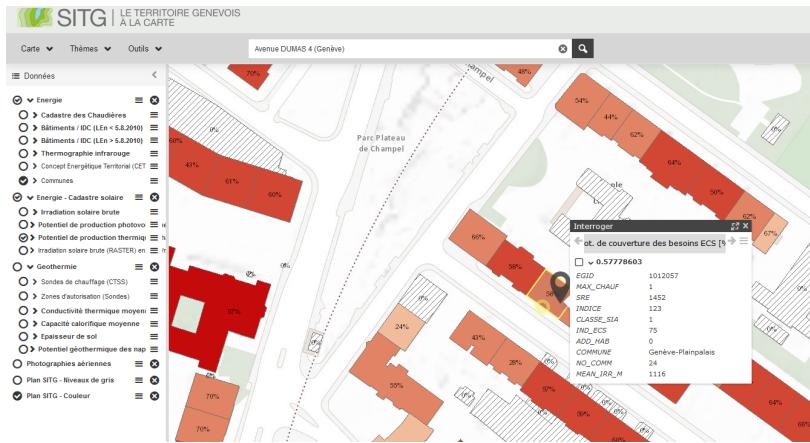
<https://sitg-lab.ch/solaire/>

**Interface V2 (mai 2022)**  
**Potentiel optimisé selon autoconsommation**  
**Usage «dynamique», interactif**  
**Seuil minimum d'irradiation >800 kWh/m<sup>2</sup>.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](http://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-genève.org](http://www.grand-genève.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://sig-lab.ch/solaire/>  
 2. Recherchez une adresse familiale 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



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 kWh/m<sup>2</sup>.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 **solaire 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

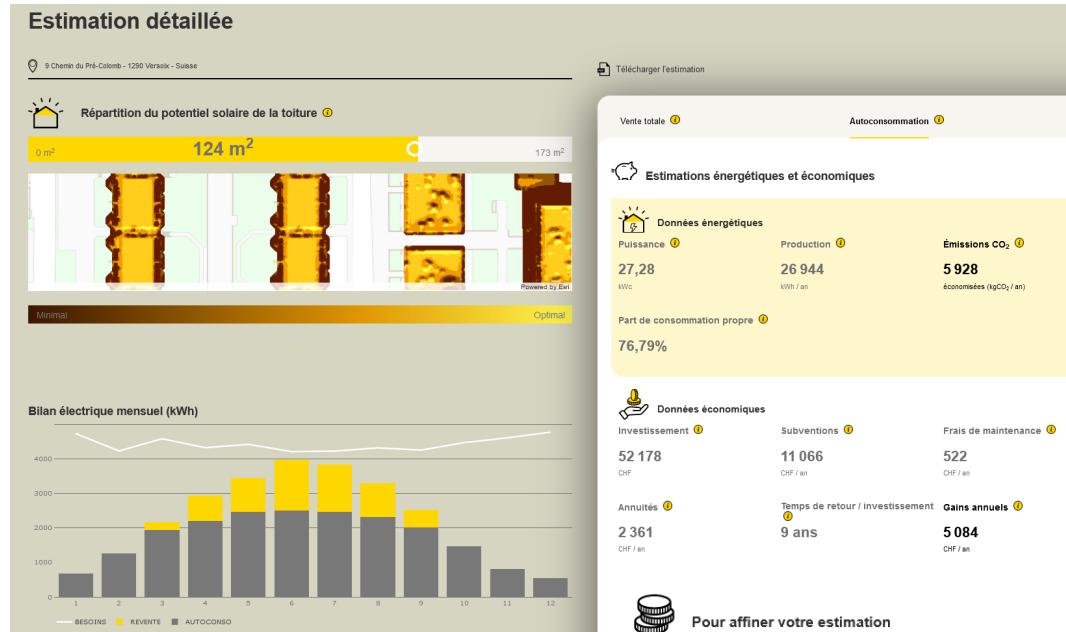
# Caractéristiques de la toiture

(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

### Formulaire

### A venir prochainement:

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

Je connais ma consommation électrique  60000

Nombre d'occupants

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

non

J'ai un chauffe-eau électrique

Je connais sa consommation annuelle spécifique

oui

non

J'ai une voiture électrique

Je connais sa consommation annuelle spécifique

oui 15000

non

Autoconsommation sur les communs ou les ménages

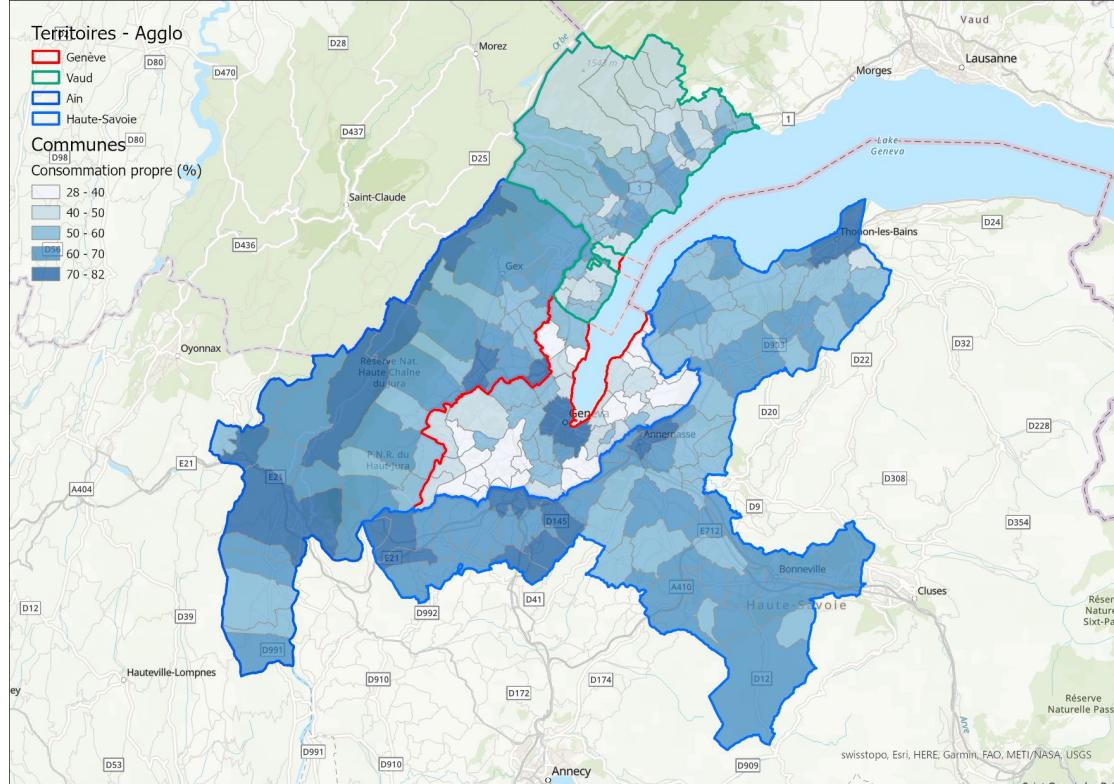
Je souhaite calculer l'autoconsommation sur :

L'immeuble entier

Les ménages uniquement

Les communs de l'immeuble uniquement

# 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 | Photographe Lindsay Rebetez



©FTI/SIG

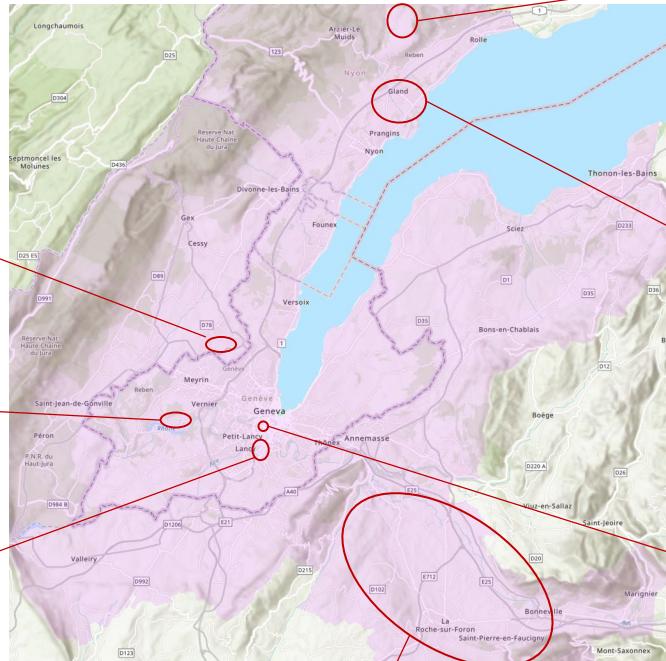
**PAV Grosselin (GE)**  
Démonstrateur nouveau quartier



© 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 m<sup>2</sup>  
(35,6 kWc)

Surface permettant de maximiser le temps de retour : 198 m<sup>2</sup> 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



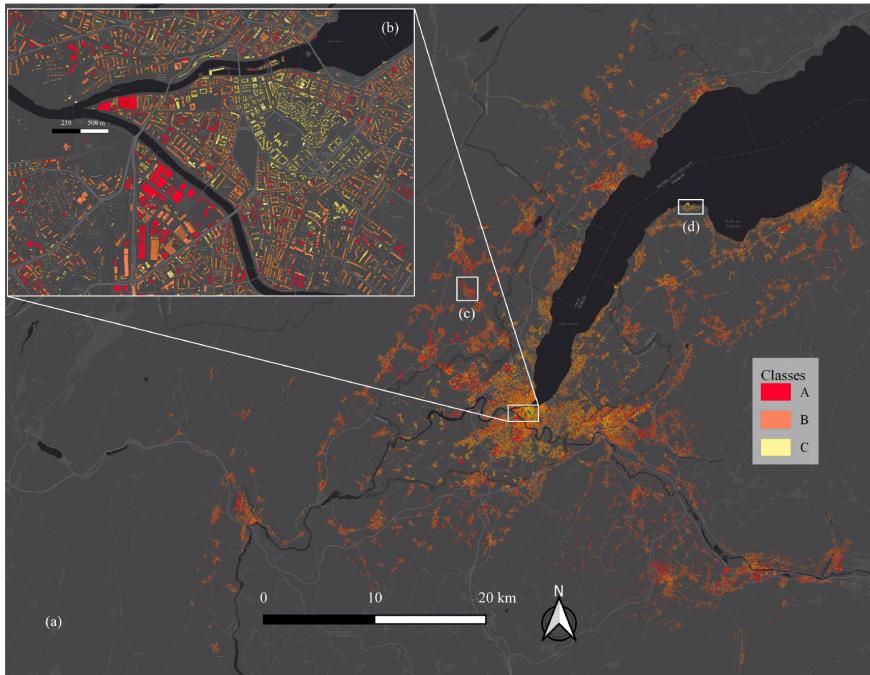
Exporter mon projet



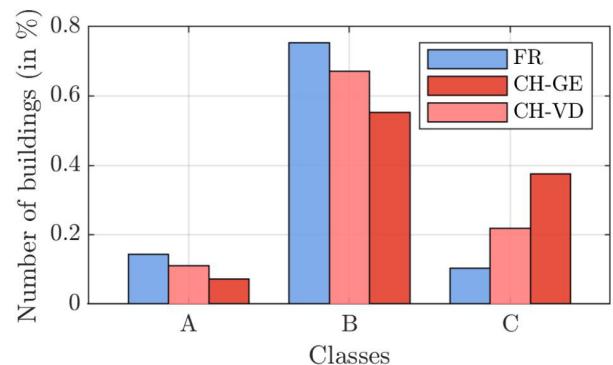
Aller plus loin

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

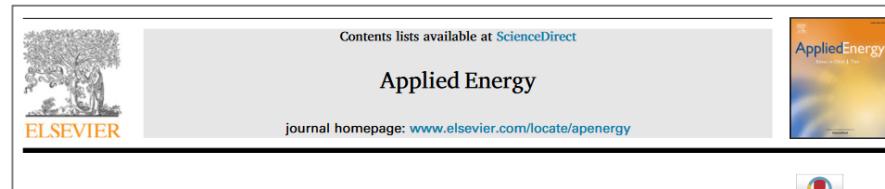
# Analyse multicritère: adaptabilité des bâtiments au solaire



Vue globale GG



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



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

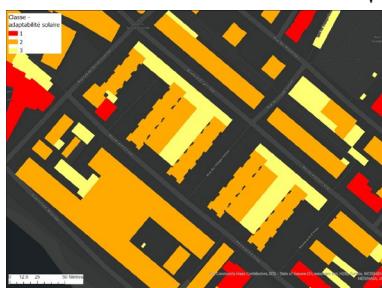
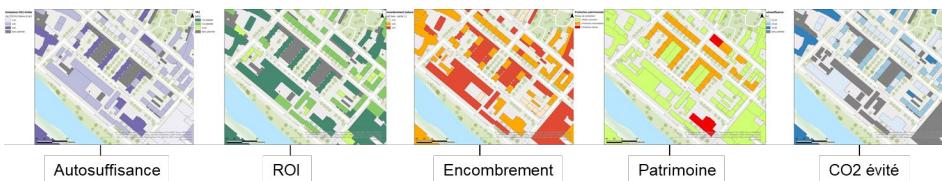
Martin Thebault <sup>a,\*</sup>, Gilles Destieux <sup>b</sup>, Roberto Castello <sup>c</sup>, Lamia Berrah <sup>d</sup>

<sup>a</sup> LOCIE, Université Savoie Mont Blanc, CNRS UMR5271, F-73376 Le Bourget du Lac, France

<sup>b</sup> Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia), (HEPH), University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland (HES-SO), Geneva, Switzerland

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

<sup>d</sup> 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.

## WP 5.1 Communication

### L'installation photovoltaïque CitoyEnergie inaugurée



©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 Tenerdis 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)



NOUVEAUX       

GRAND GENÈVE EN TRANSITION 

GRANDE EXPOSITION  
européenne pour réussir  
la transition énergétique  
de nos territoires

ASSISES EUROPÉENNES  
DE LA TRANSITION  
ÉNERGÉTIQUE  
2022

GRAND GENÈVE  
| GENÈVE PALEXPO | 31 MAI AU 2 JUIN | 2022

INSCRIVEZ-VOUS SUR  assises-energie.org

Projection film "We the Power"

Vendredi 13 mai 2022 20h00 22h00

Type d'événement:  Ciné-débat

Salle polyvalente d'Archamps, 1 Place de la Mairie, 74850 - Archamps

Projection-débat du film "We the Power", de mai 2021, réalisé par Portoghesi.

Cette projection gratuite, organisée en partenariat avec Energie Portoghesi, sera l'occasion de mieux faire connaître les enjeux de la transition énergétique et ses réalisations concrètes sur le territoire d'Archamps et de la Communauté de Communes du Genevois en général, notamment au travers des actions de la Centrale Villagère CitoyEnergie.

La projection sera suivie d'un échange avec les habitants et différents intervenants, dont CitoyEnergie.

 Partager l'URL

## 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)



### 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**  
Enjeux majeur dans la construction bas carbone des meilleurs urbains

**La rénovation énergétique**  
Enjeux majeur dans la sobriété énergétique de nos territoires habités

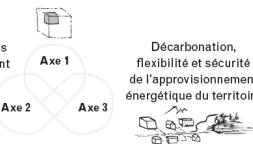
#### Une direction scientifique partagée

Directeur scientifique USMB / Christophe Ménazo  
Directeur scientifique HES-SO / Gilles Desthioux  
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)



**Economie & Droit**  
Modèles économiques politiques publiques

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

#### Deux domaines de recherche transverses

#### Trois actions/outils sur le territoire

Une recherche/laboratoire  
Ensemble des différents laboratoires membres des champs de recherches en efficacité énergétique sur le territoire frontalier 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

The screenshot shows the homepage of the Task 63 Solar Neighborhood Planning website. It features a large image of a modern building with solar panels, with the text "TASK 63 Solar Neighborhood Planning". Below the image, it says "IEA SHC – The world's largest Solar Heating and Cooling research network". The top navigation bar includes links for "HOME", "MEMBER AREA", "CONTACT US", and "LOGOUT". The footer contains information about the Task Information Database (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



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

Alessia Boccalatte <sup>a,b,\*</sup>, Martin Thebault <sup>a</sup>, Christophe Ménézo <sup>a</sup>, Julien Ramousse <sup>a</sup>, Marco Fossa <sup>b</sup>

<sup>a</sup>LOCIE UMR CNRS 5271 - Polytech'Annecy-Chambéry, France

<sup>b</sup>DIME - Department of Mechanical, Energy, Management and Transportation Engineering, University of Genova, Italy

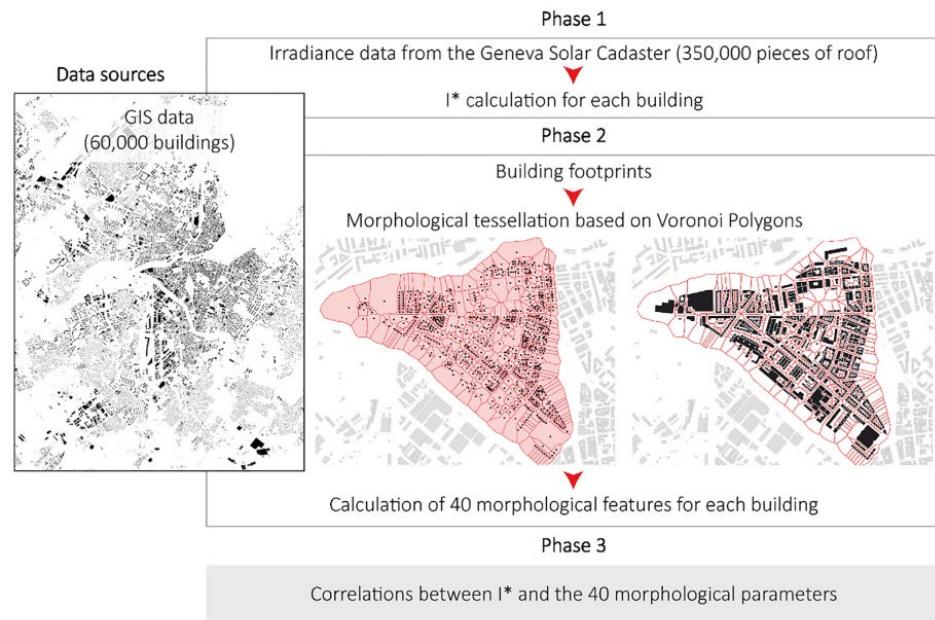
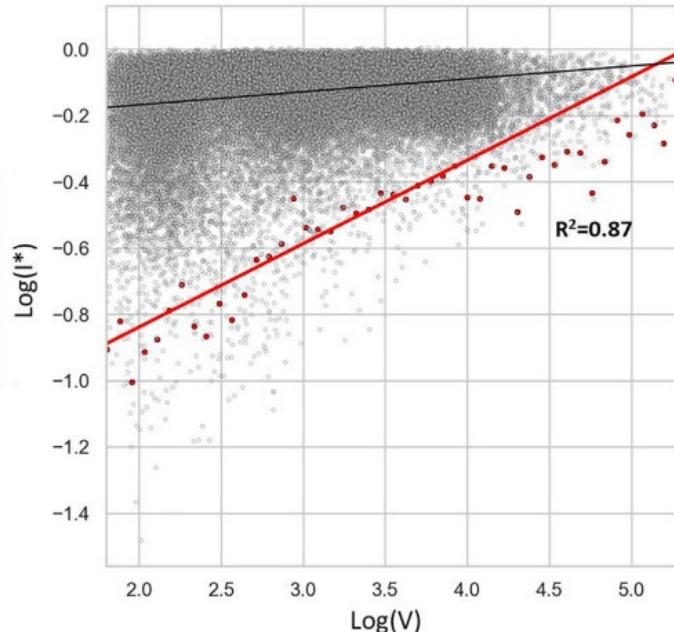


Fig. 1. Schematic representation of the developed methodology shown in a specific area of the Canton of Geneva.

## 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

Projet INTERREG G2 Solaire

MARCHÉ SOLAIRE EN FRANCE ET SUISSE, CONDITIONS CADRES ET ÉCONOMIQUES

Rapport – WP.6



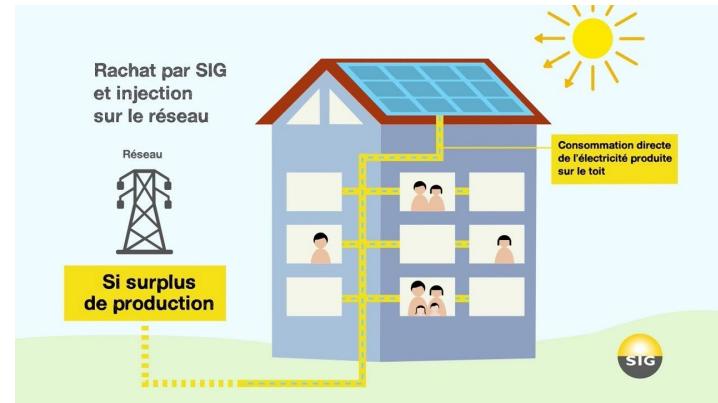
Source : Plan directeur énergie de Genève

Version finale, 2022

Auteurs :

- Gilles Desthieux, HEPIA
- Morgane Coët, INES-PFE
- Tom Kunckler, SIG

**Livrable:**  
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

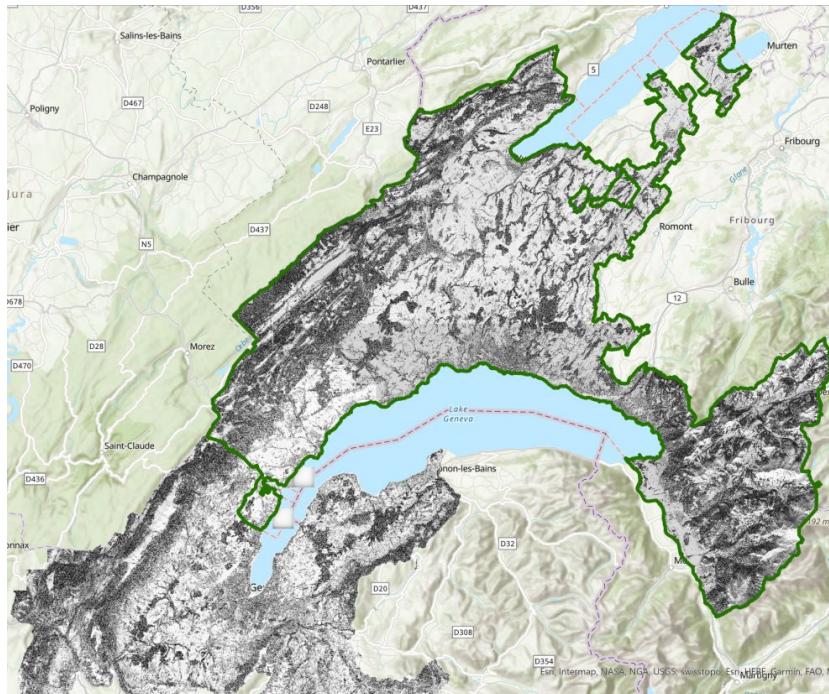
# Valorisation du projet G2 Solaire

- Elaboration du cadastre solaire du Canton de Vaud**

LIDAR 2019

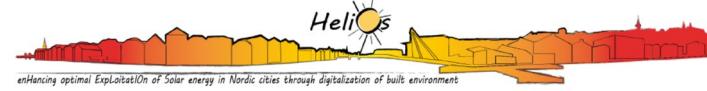
Superficie: 3'200 km<sub>2</sub>

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



Irradiation solaire brute : VD et GG

- Participation au projet HELIOS (NTNU, Norvège)**



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

## Helios

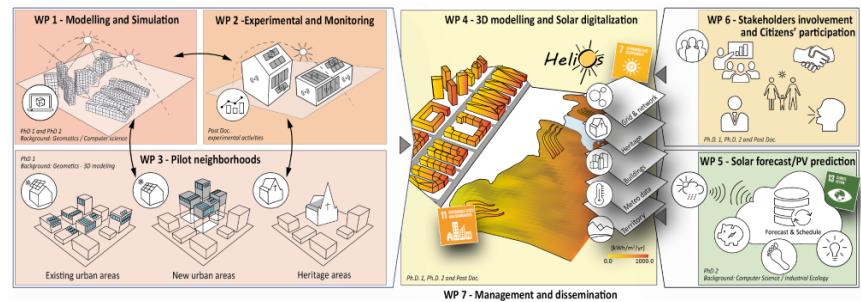
Enhancing optimal exploitation of solar energy in Nordic cities through the digitalization of the built environment

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.

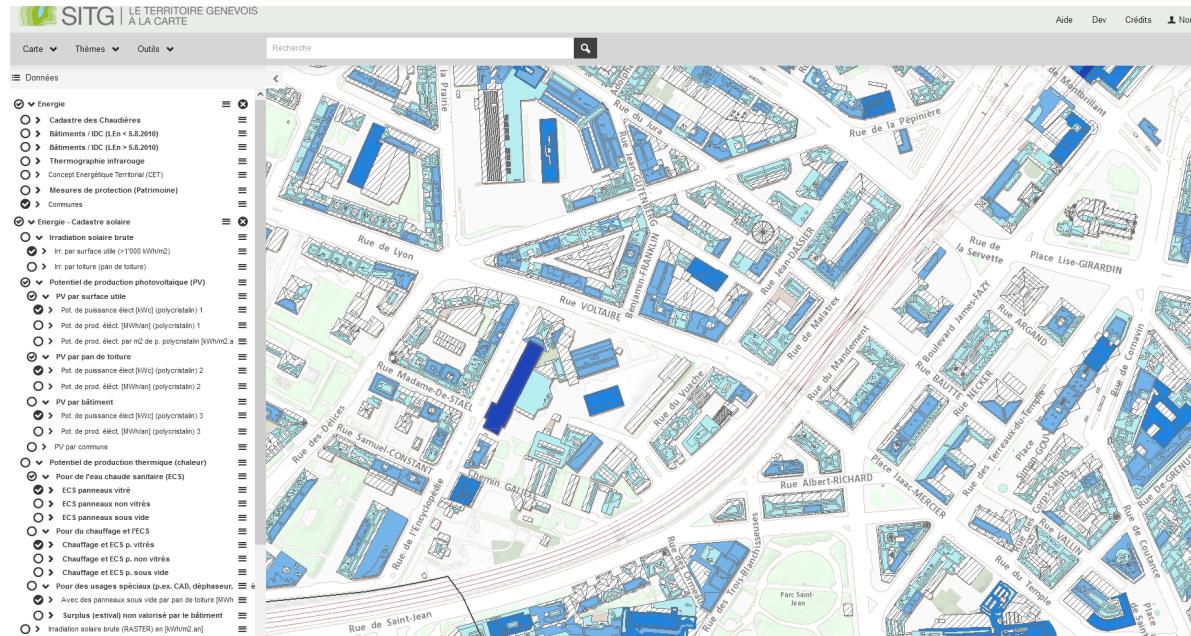
The HELIOS open access user-friendly 3D model platform has twofold goals:

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)



2019 (20 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\_TOIT\_SVIDE



2022 (10 couches)

- 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_SOLAIREIRR_SURFACE_UTILE	IRR_MOY	
		Irr. par toiture (pan de toiture)	OCEN_SOLAIREID_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, précalepinage, design nouveau bâtiment, sélection multiple (portefeuille immobilier)
- Pérenniser une plateforme de compétences:
  - Appui au développement d'installations
  - Formation, sensibilisation
  - Valorisation des bonnes pratiques, etc.