

Equilibre entre préservation du patrimoine et production d'énergie solaire

Réalisation d'une planification solaire globale à l'exemple de la ville de Carouge (GE)



Prof. Reto Camponovo

hepia, Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève

LEEA, Laboratoire Energie Environnement Architecture

reto.camponovo@hesge.ch

Hes-SO GENÈVE

L'avenir est à créer.

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève.

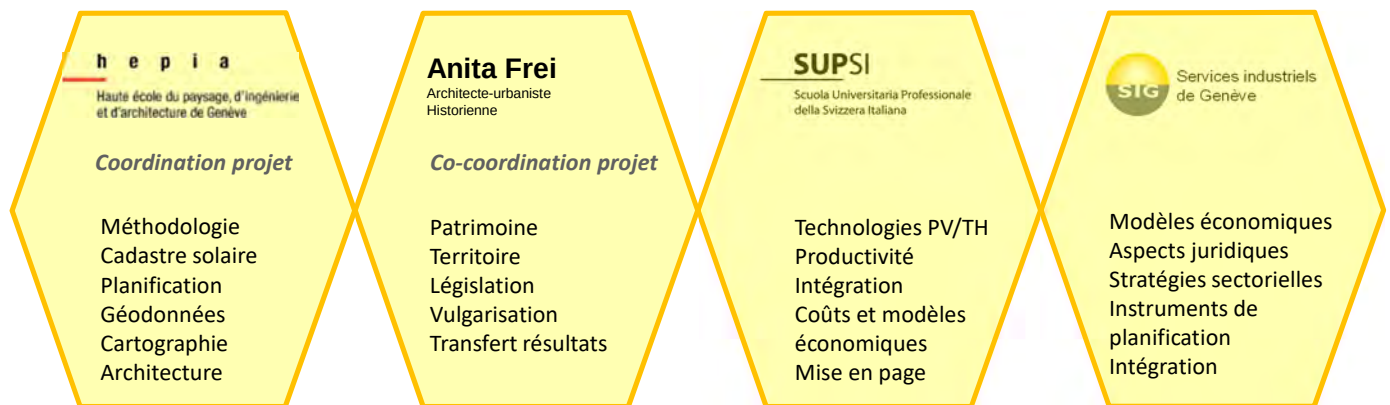
Préambule

Synthèse du travail réalisé dans le cadre du projet pilote lancé par l'**Office fédéral de la culture (OFC)** en juillet 2016.

- Le projet vise à mieux concilier la **préservation du patrimoine et les installations solaires**.
- Il s'agit de réaliser une **planification solaire globale** en prenant comme lieu-test la ville de Carouge (GE).
- La démarche pourra être appliquée à **d'autres communes comparables de Suisse**.
- Carouge a été choisie par l'OFC car présente des **caractéristiques comparables à d'autres villes** en Suisse avec une structure du bâti variée.

Equipe de projet

L'étude à été confiée à une équipe interdisciplinaire :



Groupe d'accompagnement:



Contexte: deux défis majeurs relevés par le peuple Suisse

Défis

- Augmenter la part de production d'énergie solaire PV et thermique.
- Préserver le patrimoine paysager et bâti. Mieux gérer le territoire.

Leviers

- ▶ Stratégie énergétique 2050
Art. 18a LAT
- ▶ Loi sur l'aménagement du territoire
«Lex-Weber»

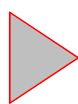


Deux objectifs nobles qui doivent être **valorisés** et être en mesure de **dialoguer** dans une **compréhension mutuelle** et **avec méthode**

But de la planification solaire globale du lieu-test

«... démontrer que par une planification solaire globale on arrive à mieux exploiter l'énergie solaire et à mieux concilier les enjeux patrimoniaux. Elle donne d'avantage de sécurité juridique aux propriétaires publics et privés et réduit les charges administratives pour les propriétaires et les autorités.

Cette planification s'oppose à la situation actuelle où les projets solaires sont gérés individuellement par les propriétaires (privés ou autorité communale) avec plus ou moins de sensibilité esthétique.»¹



La démarche de planification du lieu-test pourra être appliquée à d'autres communes suisses.

[1] résumé paragraphes 1 et 2 du chapitre 4.1 de l'appel d'offre OFC du 14.01.2016

Structuration de l'étude de planification solaire globale

Etude structurée en 21 projets partiels² (WP) qui peuvent se regrouper dans trois séquences :

<u>Etats des lieux</u>	<u>Analyse territoriale, historique et patrimoniale</u>	<u>Mise en œuvre</u>
Production solaire actuelle canton et Carouge	Mutations territoriales planifiées	Fiches de synthèse de chaque périmètre
Production potentielle max. à Carouge	Découpage de la commune en périmètres pertinents	Mécanismes d'incitation
Facteurs favorables/pas la production solaire	Identification des périmètres selon:	Modalité de promotion de la planification solaire
Techniques solaires et culture du bâti	- pose prioritaire - pose harmonisée - sans pose	

[2] cette organisation de l'étude (définissant de facto la structure méthodologique) a été imposée par l'OFC dans l'appel d'offre, puis transposée dans le cahier des charges des mandataires de juin 2016.

La réalité a montré que le processus n'est pas linéaire mais fortement interactif entre «état des lieux solaire», «état des lieux urbanistique» et «progrès des techniques de captage solaire».

Lieu-test : la ville de Carouge

Structure du bâti variée, compacte, centre historique, extensions aux 19^e et 20^e siècles, zone industrielle-artisanale, 20% du territoire en forte mutation, complexe, très ancienne, culturelle, il fait bon y vivre.

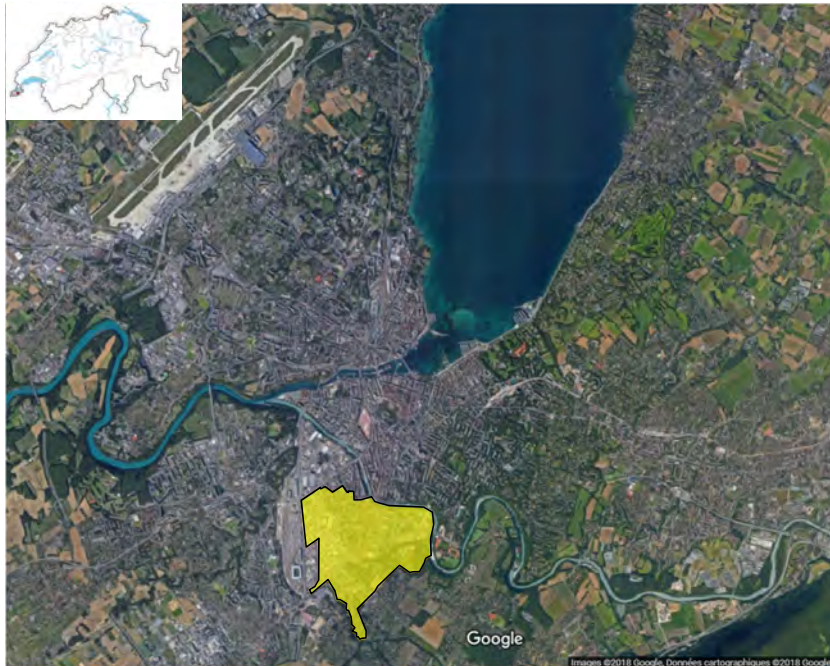


Image aérienne : Google

Vignette de la suisse : wikipedia

Chiffres clefs

Habitants : 22'251

Densité : 8'241 hab/km²

Superficie : 2,7 km²,

dont

85% habitat et infrastr.

5% surfaces agricoles

8,5% surfaces boisées

1,5% surfaces improduct.

(source : wikipedia 9.4.18 – certaines valeurs ont été arrondies)

Quelques repères urbanistiques



Zone industrielle-artisanale
(forte mutation, projet PAV)

Tours de Carouge, 1963-1973
(env. 2'500 habitants)

Vieux-Carouge
(à l'inventaire ISOS)

Carouge 19^e et 20^e

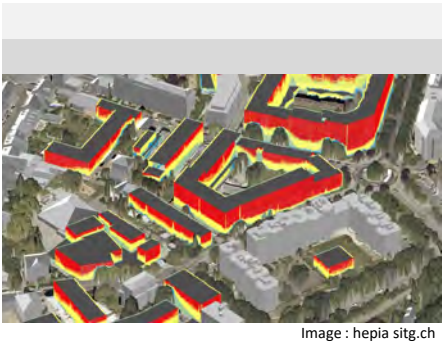
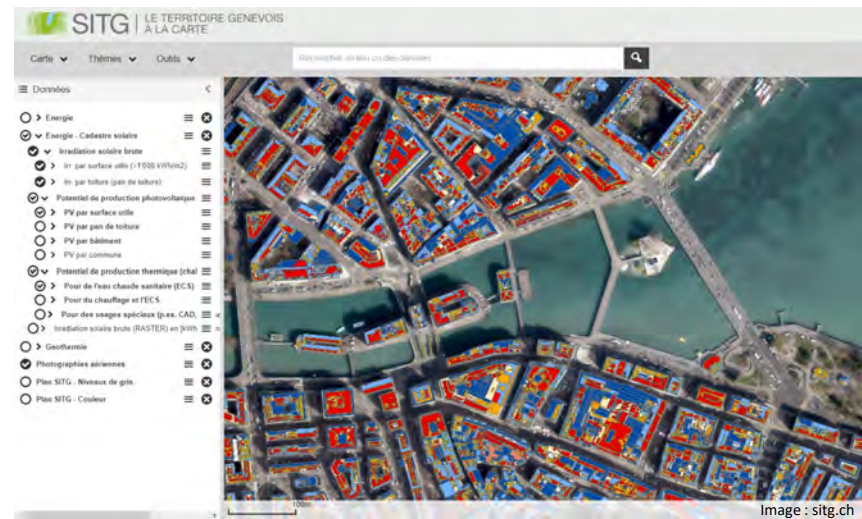


Sources photos : bing.map / ge.ch / carouge.ch

Séquence 1 : Etat des lieux

Le SITG³ (GIS) du canton de Genève dispose d'un cadastre solaire thermique et PV ainsi que d'un modèle de calcul de l'irradiation solaire sur les façades^{4,5}, développés par hepia.

Ces outils ont servi de base pour les analyses solaires détaillées de Carouge.



- [3] équivalent du Guichet cartographique cantonal canton de Vaud (www.geo.vd.ch)
- [4] cadastre solaire plus précis, développé 3 ans avant celui de la Confédération toitsolaires.ch
- [5] le potentiel des façades à été calculé uniquement dans les périmètres en forte mutation

Processus d'analyse (pour le solaire TH)

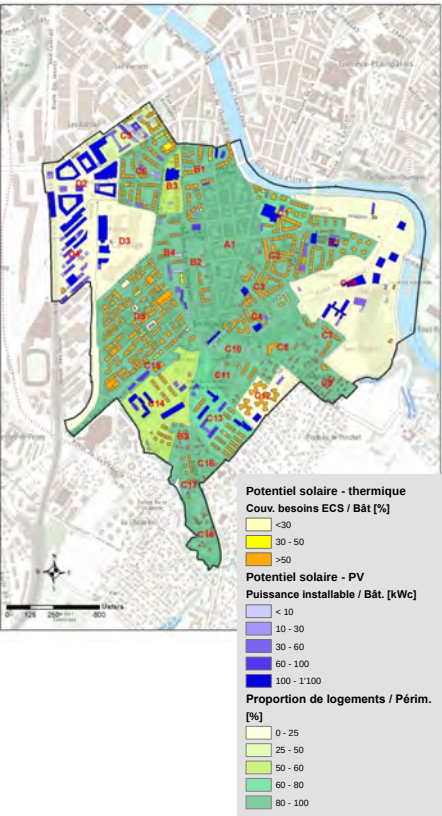


Fig. 1. Part de logements par périmètre

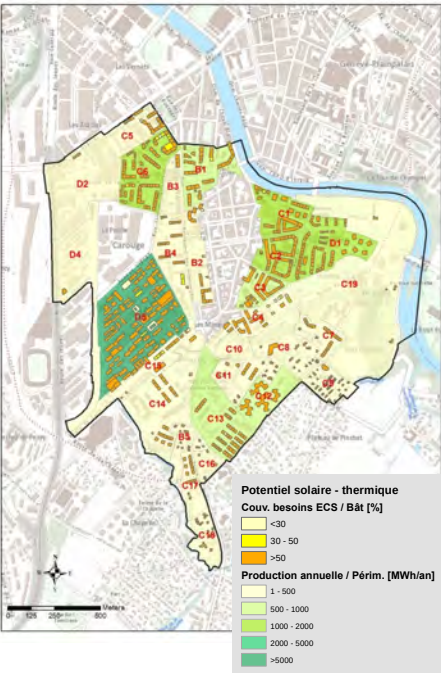


Fig. 2. Potentiel solaire thermique effectif – production thermique par secteur

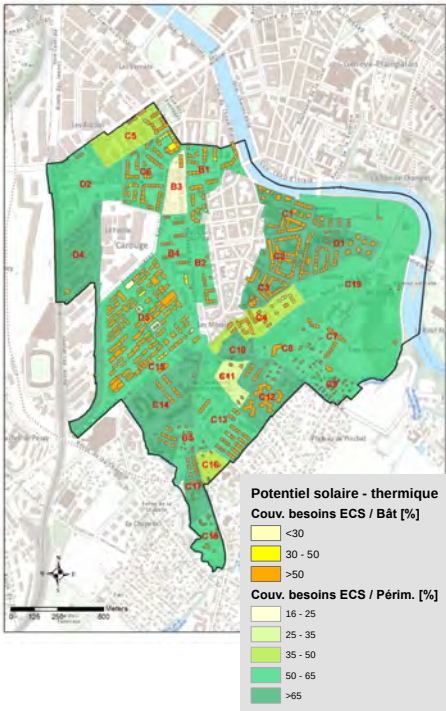


Fig. 3. Potentiel solaire thermique effectif – couverture des besoins par secteur

Compilation par périmètres (solaire TH)

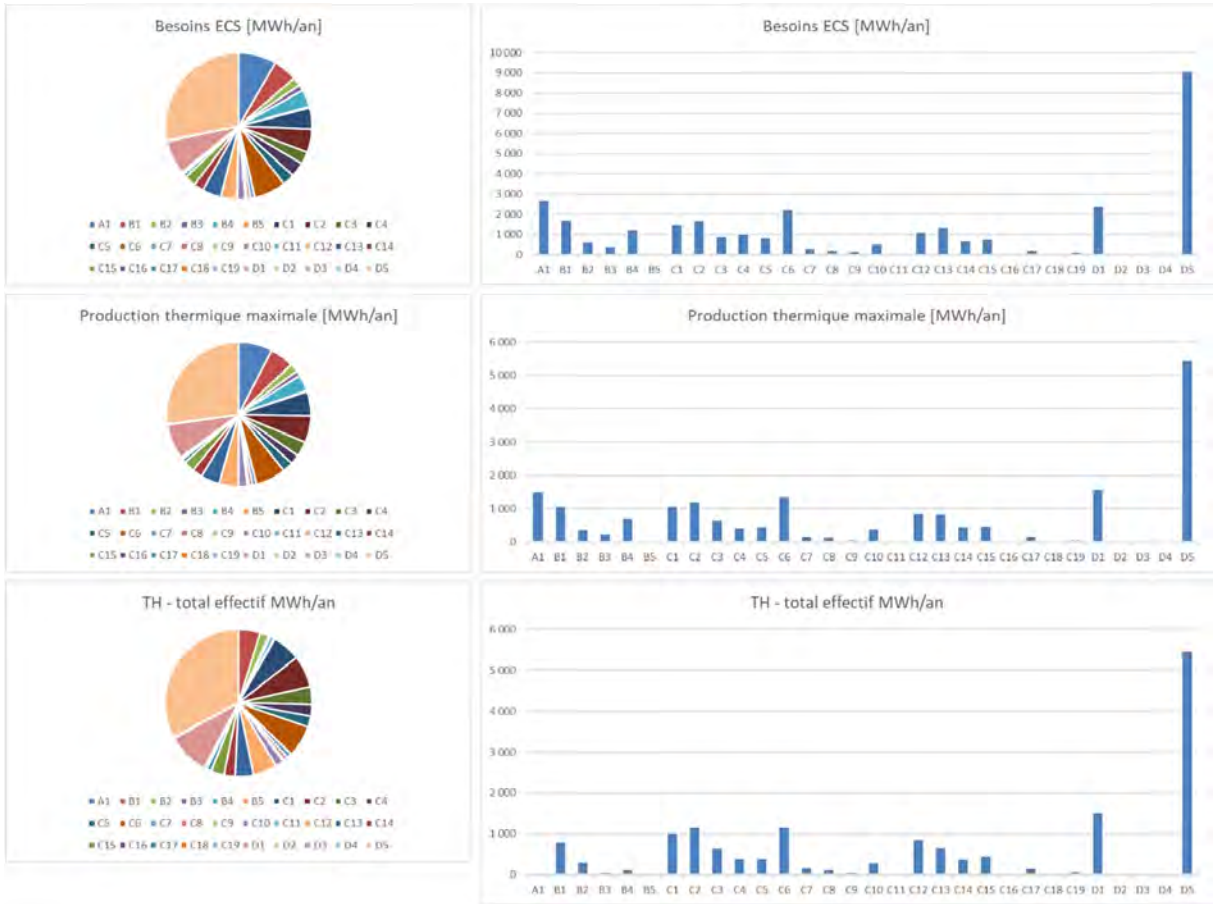
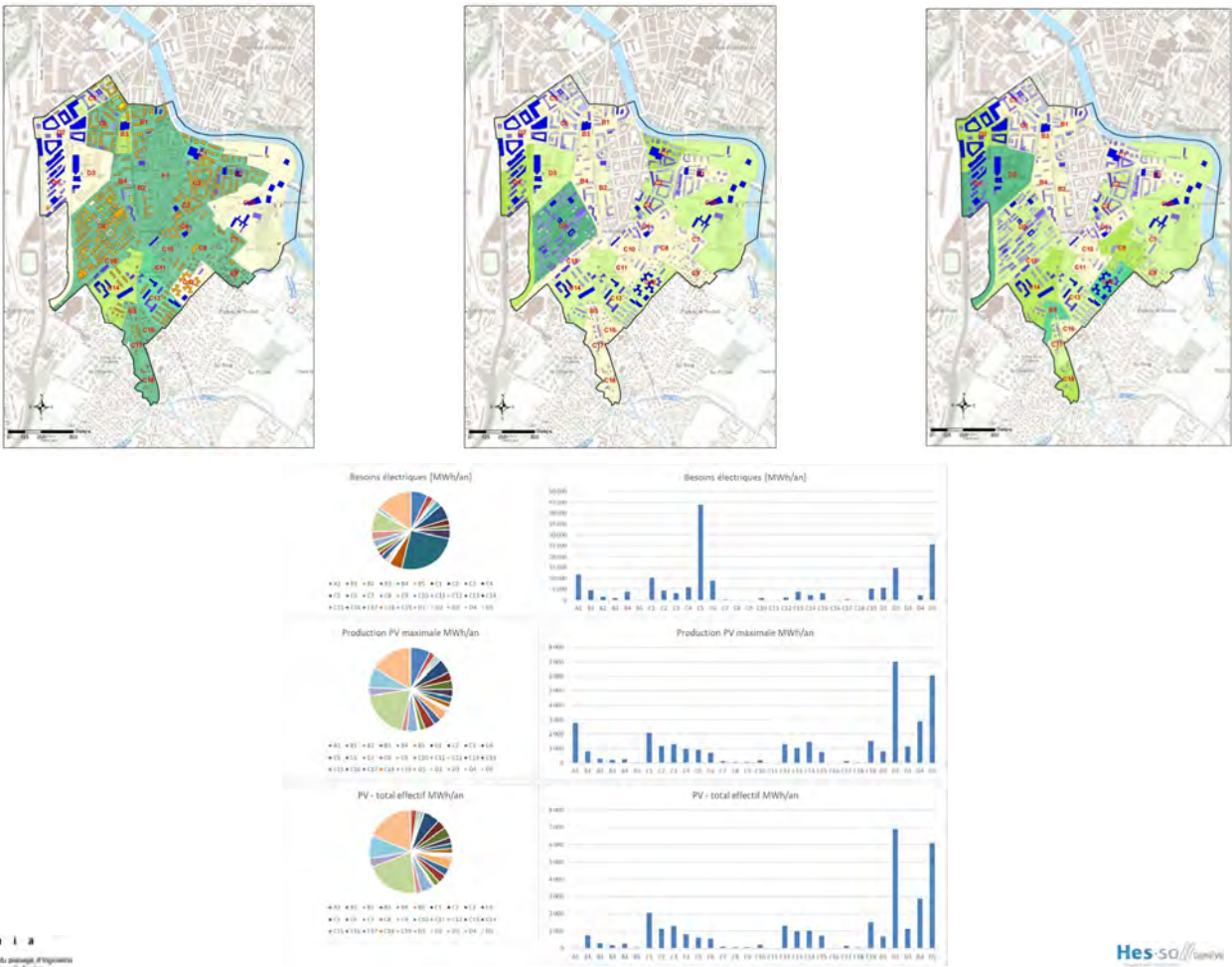
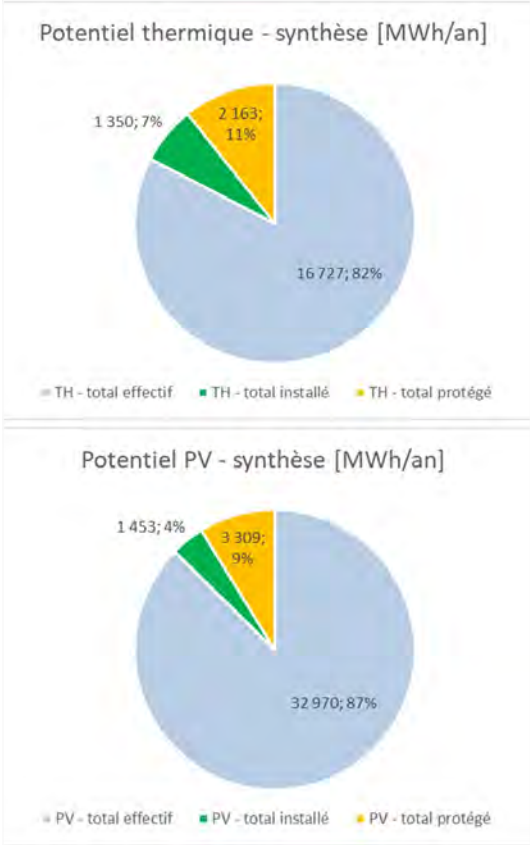


Fig. 4. Synthèse par périmètre des besoins en ECS, potentiels thermiques maximum et effectif

Processus d'analyse semblable pour le solaire PV



Potentiels globaux TH, PV sur Carouge et par périmètres



A		B	C	D	E			F	G	H	I		J	K	L
		Solaire thermique													
		Solaire PV													
No	Nom	Part SBP logements	Indice de disponibilité - toitures	Couverture besoins ECS	TH - total effectif	TH - total installé	TH - total protégé	PV - total effectif	PV - total installé	PV - total protégé	Couverture besoins élec.				
		%		%	MWh/an	MWh/an	MWh/an	MWh/an	MWh/an	MWh/an	%				
A. Périmètre non adapté															
A1	Vieux Carouge	86%	21%	0%	0	33	1'493	0	0	2'807	0%				
B. Périmètre adapté sous conditions															
B1	Octroi	91%	35%	53%	802	105	175	784	0	50	17%				
B2	Promenades	83%	29%	56%	329	21	32	339	0	23	19%				
B3	Pervanches	59%	28%	16%	68	0	177	231	0	32	19%				
B4	Tours de Carouge	84%	30%	59%	145	595	0	310	0	0	8%				
B5	Brief-à-Danse	85%	14%	57%	40	4	0	86	0	0	71%				
C. Périmètre adapté															
C1	Minoteries	68%	55%	69%	1'030	11	56	2'084	0	25	19%				
C2	Menuisiers	96%	46%	70%	1'171	0	56	1'178	0	13	26%				
C3	Moraines Théâtre	96%	52%	76%	661	18	7	1'321	0	19	40%				
C4	Tunnel	81%	39%	42%	421	19	0	825	190	0	17%				
C5	PAV - Acacias	40%	27%	49%	408	12	56	674	47	216	2%				
C6	Noirettes	86%	27%	56%	1'166	110	94	621	9	89	7%				
C7	Poluzzi	100%	22%	59%	185	0	0	148	4	0	25%				
C8	Pinchat Nord	94%	14%	62%	139	9	0	114	0	0	50%				
C9	Jules-Vuy	93%	15%	56%	59	27	4	115	8	0	36%				
C10	Pinchat-Les Moraines	95%	55%	72%	307	84	0	234	0	0	20%				
C11	Grande-Pièce	98%	4%	27%	15	2	2	14	0	1	6%				
C12	Université	99%	78%	77%	868	0	0	1'350	0	0	88%				
C13	Battelle	67%	44%	63%	676	176	0	1'023	30	0	26%				
C14	Grange Collomb	55%	64%	66%	407	58	0	1'055	428	26	55%				
C15	Route de St-Julien	94%	52%	61%	480	0	12	757	0	9	23%				
C16	Route de Troinex	95%	4%	46%	8	0	0	7	0	0	9%				
C17	Route de Drize	96%	42%	71%	172	0	0	183	0	0	23%				
C18	Drize Sud	96%	12%	55%	20	11	0	87	0	0	64%				
C19	Val d'Arve	15%	46%	61%	87	0	0	1'573	0	0	29%				
D. Périmètre très adapté															
D1	Fontenette	88%	42%	66%	1'539	50	0	726	93	0	14%				
D2	PAV - Etoile	10%	73%	63%	47	0	0	6'921	312	0	47%				
D3	PAV - Praille Est	0%	61%	N.A.	N.A.	0	0	1'173	264	0	274%				
D4	PAV - Praille Ouest	5%	61%	74%	4	0	0	2'926	0	0	113%				
D5	PAV - Grosselein	87%	75%	60%	5'474	5	0	6'110	68	0	24%				
TOTAL					16 727	1 350	2 163	32 970	1 453	3 309					

Tab. 1. Synthèse des analyses par périmètre et classement

Classification des périmètres : vision directrice communale

L'études des potentiels TH et PV complétée par des critères de discrétisation, permet d'ordonner les périmètres par priorité de pose en **lien étroit avec l'analyse urbanistique et patrimoniale**⁶.

A		B	M	N	O	P
No		Nom	Classement des périmètres selon potentiel		STATUT pour la pose	Type de propriété publique dominant
			Thermique	PV		
A. Périmètre non adapté						
A1		Vieux Carouge	faible potentiel	faible potentiel	NP	
B. Périmètre adapté sous conditions						
B1		Octroi	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
B2		Promenades	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
B3		Pervanches	Faible potentiel	Potentiel moyen	**	Commune (école)
B4		Tours de Carouge	Fort potentiel	Faible potentiel	**	
B5		Brief-à-Danse	Potentiel moyen	Potentiel moyen	*	
C. Périmètre adapté						
C1		Minoteries	Fort potentiel	Fort potentiel	***	CP-COP
C2		Menuisiers	Fort potentiel	Fort potentiel	***	
C3		Moraines Théâtre	Fort potentiel	Potentiel moyen	***	Commune / Canton
C4		Tunnel	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C5		PAV - Acacias	Potentiel moyen	Faible potentiel	**	Canton/Commune/CP-COP
C6		Noirettes	Potentiel moyen	Faible potentiel	**	
C7		Poluzzi	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C8		Pinchat Nord	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C9		Jules-Vuy	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C10		Pinchat-Les Moraines	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	CP-COP
C11		Grande-Pièce	Faible potentiel	Faible potentiel	*	
C12		Université	Fort potentiel	Très fort potentiel	***	
C13		Battelle	Fort potentiel	Fort potentiel	***	Canton (Uni)/Commune/CP-COP
C14		Grange Collomb	Potentiel moyen	Très fort potentiel	****	Canton (écoles)
C15		Route de St-Julien	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C16		Route de Troinex	Potentiel moyen	Faible potentiel	*	
C17		Route de Drize	Potentiel moyen	Potentiel moyen	**	
C18		Drize Sud	Potentiel moyen	Potentiel moyen	*	
C19		Val d'Arve	Potentiel moyen	Très fort potentiel	***	Commune / Canton (equip. publics)
D. Périmètre très adapté						
D1		Fontenette	Fort potentiel	Potentiel moyen	***	CP-COP / Canton (école)
D2		PAV - Etoile	Potentiel moyen	Très fort potentiel	****	Canton
D3		PAV - Praille Est	N.A.	Très fort potentiel	***	FTI
D4		PAV - Praille Ouest	N.A.	Très fort potentiel	****	FTI
D5		PAV - Grosselein	Fort potentiel	Très fort potentiel	****	Canton

Tab. 2. Synthèse globale des classifications des périmètres (variation de couleur rose à violet foncé sur le niveau de potentiel)

[6] la «classe d'adaptabilité» (A, B, C, D) de chaque périmètre est issue de l'analyse historique et patrimoniale (réalisée dans la séquence suivante)

Niveaux de priorités de valorisation solaire TH et PV

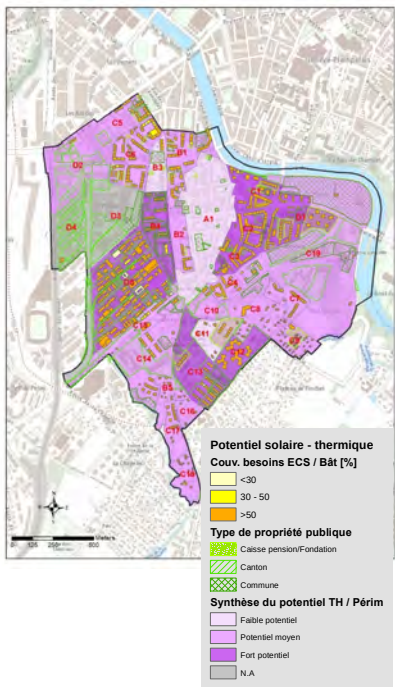


Fig. 9. Zonage des périmètres selon les niveaux de priorités de valorisation du solaire thermique

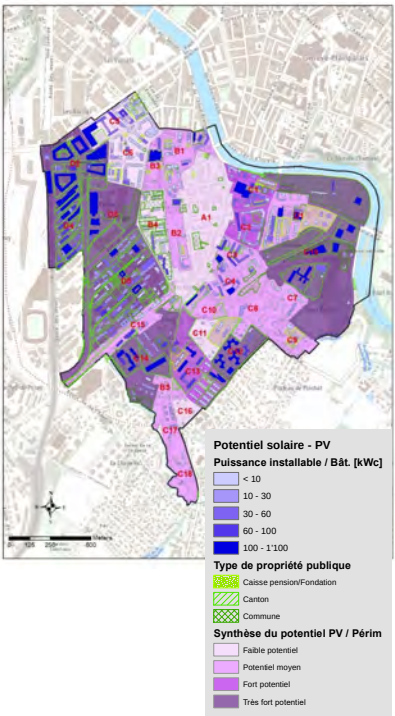


Fig.10. Zonage des périmètres selon les niveaux de priorités de valorisation du solaire PV

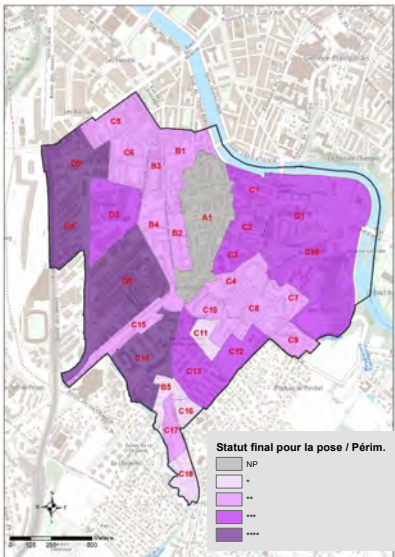


Fig. 11. Classement final des périmètres relatif au statut de pose des installations solaires et tenant compte des aspects patrimoniaux

Critères de définition des classes de discrétisation

Critères retenus pour distinguer les périmètres par rapport au potentiel de production TH et PV, respectivement leur «classe» de priorité de pose (en lien avec l’analyse urbanistique et patrimoniale de chaque périmètre).

Thermique	Faible potentiel	Potentiel moyen	Fort potentiel	Non pertinent
Classement périmètre	A, B, C	B, C, D	C, D	Périmètre non concerné, n'ayant pas de besoins d'ECS
Indice disponibilité des toitures	<30%	>30%	>40%	
Energie produite	<650 MWh/an	<650 MWh/an	>650 MWh	
Couverture besoins ECS	<30%	30-60%	>60%	

Tab. 3. Critères de classification – potentiel thermique

PV	Faible potentiel	Potentiel moyen	Fort potentiel	-
Classement périmètre	A, B	B, C, D	C, D	-
Indice disponibilité des toitures	<30%	>30%	>40%	-
Energie produite	<1000 MWh/an	<1000 MWh/an	>1000 MWh/an	-
Couverture besoins électriques	<10%	10-20%	>20%	-

Tab. 4. Critères de classification – potentiel PV

[5] la «classe d’adaptabilité» (A, B, C, D) de chaque périmètre est issue de l’analyse historique et patrimoniale (réalisée dans la séquence suivante)

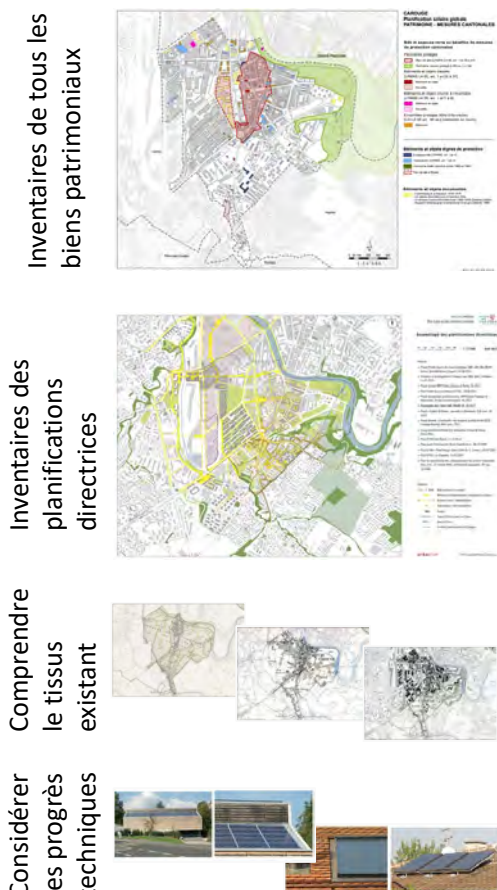
Séquence 2 : Analyse historique, urbanistique et patrimoniale

Il s'agit de procéder à une lecture sensible du territoire, notamment :

- identifier la totalité des biens (constructions, paysages) présentant des enjeux patrimoniaux, que ce soit au niveau fédéral, cantonal, communal, et de connaître leur degré de protection
- connaître les planifications directrices de la commune afin d'identifier les périmètres en mutation (à Carouge plus de 20% du territoire)
- analyser et comprendre le tissu existant (développement historique, urbanistique, ...)

et procéder à un **découpage de la commune en périmètres pertinents** en croisant les éléments de lecture sensible du territoire avec l'adaptabilité à la pose d'installations solaires, en considérant aussi les progrès technologiques.

Résultats de l'analyse croisée sur Carouge



Résultats de l'analyse :
30 périmètres identifiés
dans **4 «classes»** (A, B, C, D)



Classes

- A : périmètre non adapté
- B : adapté sous condition
- C : adapté
- D : très adapté

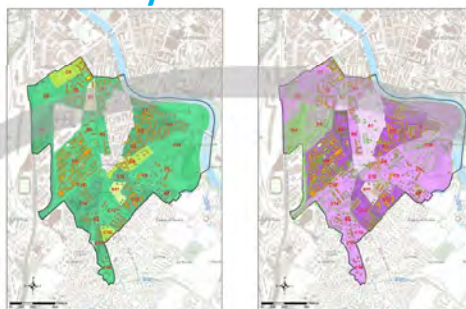
Carte «périmètres»: la base pour la planification solaire

30 périmètres dans 4 «classes» (A, B, C, D)

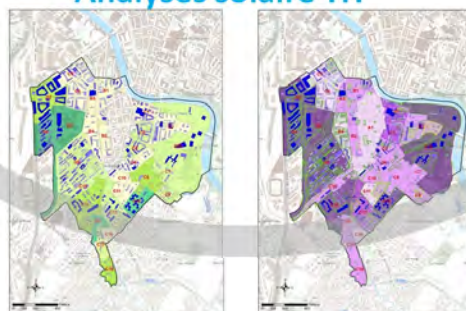


A : périmètre non adapté
B : adapté sous condition
C : adapté
D : très adapté

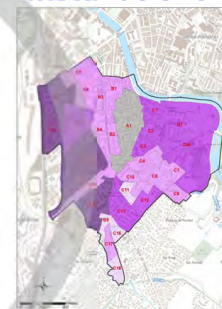
Analyses solaire TH



Analyses solaire TH



Priorités pose installations

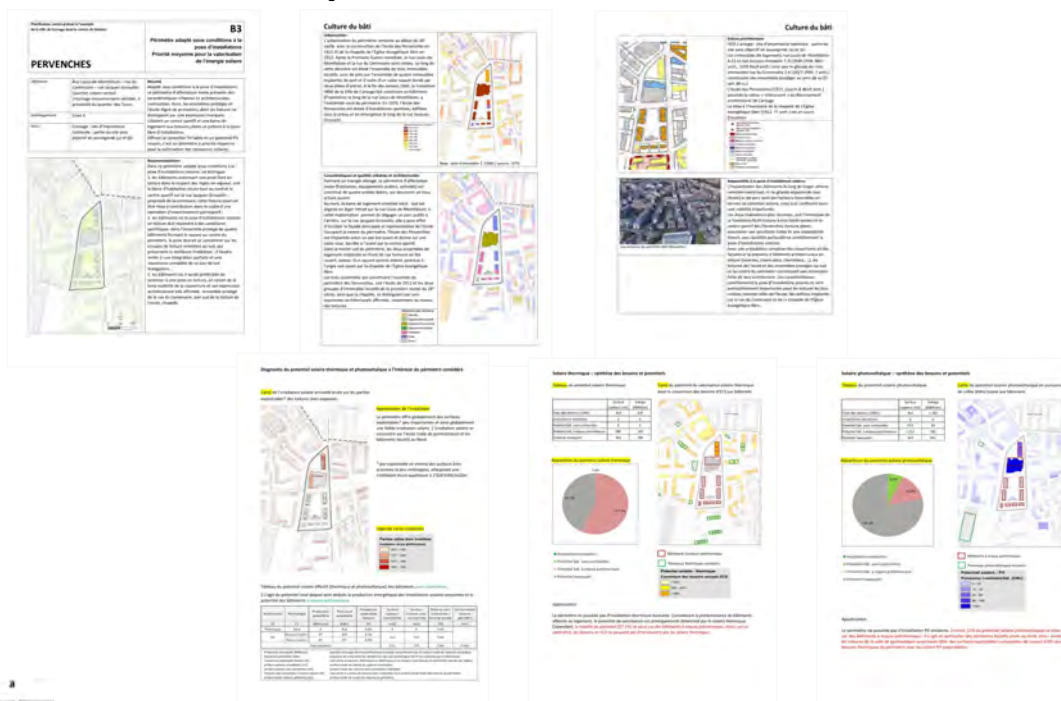


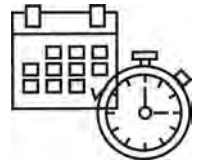
Vision directrice communale

Séquence 3 : Mise en œuvre

Des **Fiches explicatives** pour chaque périmètre comportant un volet urbanistique et patrimonial et un volet avec les analyses solaires.

Outil de dialogue et concertation entre patrimoine et installations solaires avec transparence sur les critères.





Une prolongation du délai a été nécessaire, notamment en raison de :

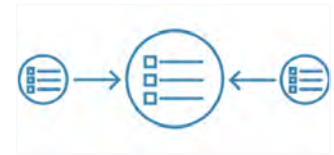
- Carouge s'est avérée être un ville plus complexe que prévu (cf. découpage en 20 périmètres, pas imaginable dans de telles proportions au début de l'étude -> charge supplémentaire)
- Surmonter des différences d'approche entre le groupe d'accompagnement et les mandataires
- Organisation de l'étude/du travail pas idéale eu égard de la complexité globale qui est apparue au fur et à mesure de l'avancement de l'étude
- Conclusion de l'étude automne 2018

Conclusions

- La planification solaire globale à l'échelle d'une commune est une façon de **mieux concilier production d'énergie solaire et patrimoine**.
- A travers les **fiches par périmètre**, les communes peuvent disposer d'un outil de planification et de **concertation entre patrimoine et installations solaires avec transparence sur les critères**.
- La référence juridique en la matière demeure le droit fédéral (art. 18a LAT et art. 32a et 32b de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire -OAT) ainsi que les dispositions spécifiques cantonales et communales qui s'y conforment.

Documents

Office fédéral de la culture OFC
Patrimoine culturel et monuments historiques
Hallwylstrasse 15
3003 Berne
<https://www.bak.admin.ch/culturesolaire>



Rapport d'étude et annexes



Guide de synthèse

Merci de votre attention

Reto Camponovo
reto.camponovo@hesge.ch

culture du dialogue



Logo des monuments historiques en France (labyrinthe de la cathédrale de Reims)



Cellule photovoltaïque en silicium polycristallin (labyrinthe des connecteurs)