

PROJET MEU

Une plateforme web et cartographique pour le monitoring et la planification énergétique urbaine

Présentation Décryptagéo

Massimiliano Capezzali, Adjoint du Directeur

Energy Center

Ecole Polytechnique Fédérale (EPFL)

Marne-la-Vallée – 11 juin 2015

Projet MEU 2009-2015 – Partenaires

Direction du projet



Energy
Center



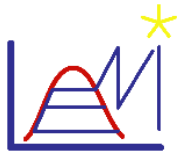
4 villes partenaires



2 institutions nationales



5 laboratoires EPFL et institutions de recherche



1 entreprise de software GIS + 1 «utility» multi-énergies  

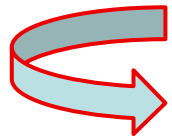


MEU – Trois approches complémentaires pour la demande et l’approvisionnement énergétiques

- Approche systémique pour la planification et le monitoring de zones urbaines, basée sur des scénarios à construire sur *demand + supply*
- Approche bottom-up pour répondre aux besoins et aux processus décisionnels des villes et entreprises multi-énergies
- Approche fédératrice quant aux méthodes existantes



<http://www.villedemartigny.ch>



Développement d’un outil d’aide à la décision robuste et à large spectre pour les villes et les entreprises multi-énergies

Un point de départ : connaître l'existant

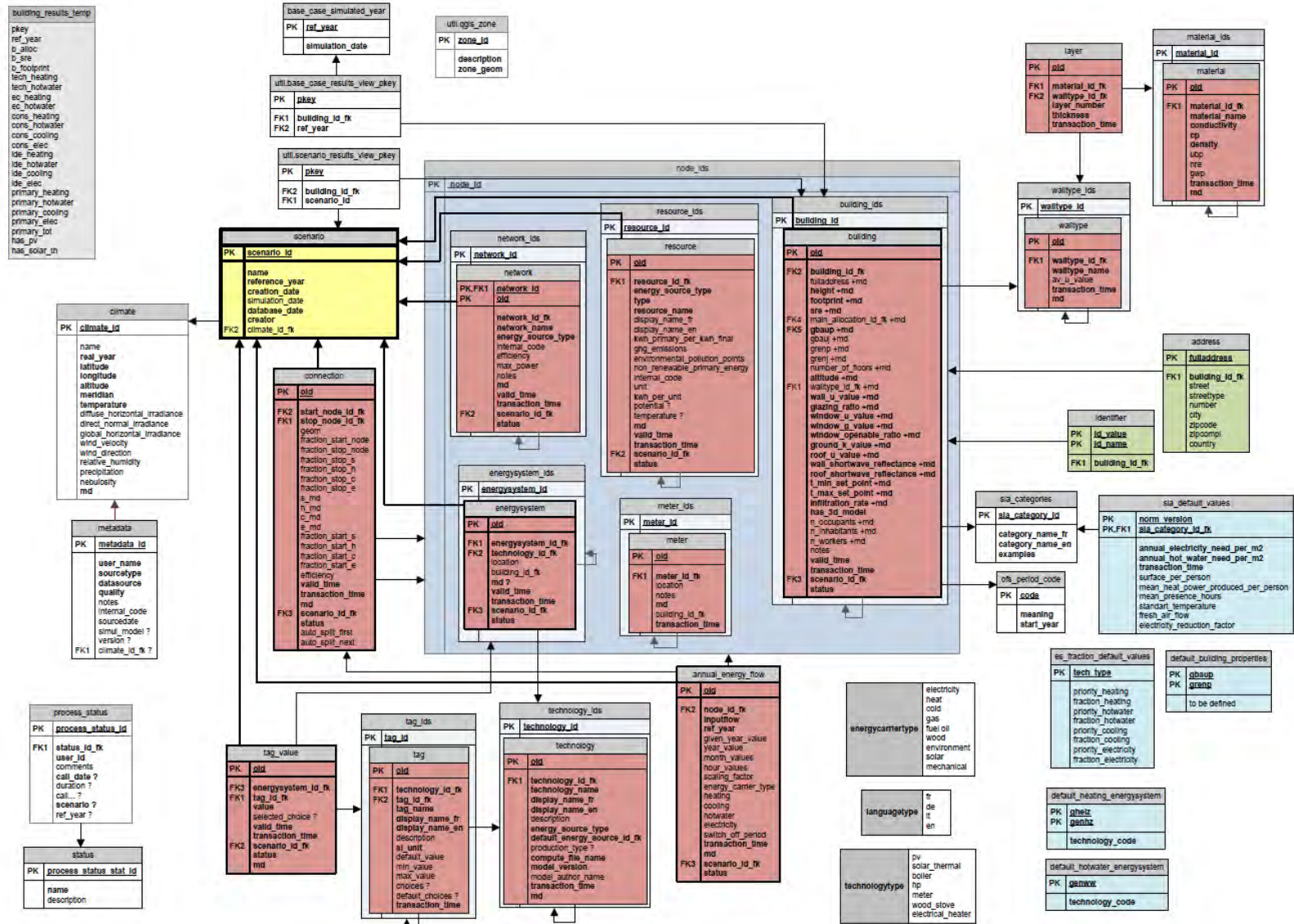
- **Qui consomme quoi ?**
 - Quels sont les consommateurs répartis sur le territoire ?
 - Que et comment consomment-ils ?
- **Quelles sont les ressources à disposition ?**
 - Réseaux ou systèmes d'approvisionnement
 - Ressources naturelles (eau d'un lac, eaux usées, rejets thermiques, etc.)
 - Quels potentiels surfaciques pour l'intégration de solaire ?
 - Synergies entre consommateurs
- **Comment obtenir une vue globale ?**

Trois ingrédients de base

- **Cadastre numérisé de l'entier d'une municipalité**
 - Référence légale
 - Mise à jour constante
 - «Bloc fondamental» : empreinte au sol des bâtiments
- **Base de données nationale de tous les bâtiments (REG_BL) - Office Fédéral de la Statistique (OFS)**
 - Contient le géo-référencement (croisement avec cadastre)
 - Contient des informations de base sur les bâtiments
- **Fichiers de consommations énergétiques**
 - Entreprises multi-énergies pour énergies de réseaux
 - Estimations ou sondages pour énergies non-réseaux

MEU – Un modèle de données structuré

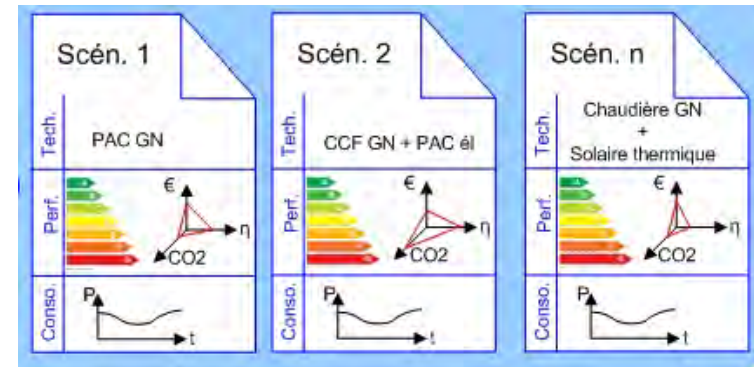
Relations m-n-p entre bâtiments, systèmes énergétiques et services énergétiques



Plateforme MEU – Scénarios et indicateurs

➤ Elaboration d'un outil d'aide à la décision à l'intention des autorités locales et des entreprises multi-énergies :

- Qualifier et quantifier les performances énergétiques de quartiers
- Préparer l'assainissement de quartiers existants et/ou construction de nouvelles zones urbaines
- Evaluer l'atteinte des objectifs décidés au niveau politique



➤ L'outil-plateforme MEU se base sur :

- un environnement cartographique et géo-référencé tant pour les bâtiments que les réseaux énergétiques
- la construction de scénarios par les utilisateurs (pas d'optimisation)
- monitoring des données énergétiques sur le temps

Plateforme MEU – Display indicateurs

Carte	Etat des lieux	Scénarios	Symbologie
Vecteur énergétique chauffage	X	X	Couleur du périmètre du bâtiment
Vecteur énergétique ECS	X	X	Couleur du périmètre du bâtiment
Technologie chauffage	X	X	Couleur du périmètre du bâtiment (si plusieurs technologies, choisir la plus importante)
Technologie ECS	X	X	Couleur du périmètre du bâtiment (si plusieurs technologies, choisir la plus importante)
Indice de dépense énergétique chauffage	X	X	Couleur empreinte bâtiment
Indice de dépense énergétique thermique	X	X	Code couleur empreinte bâtiment
Indice de dépense électricité	X	X	Code couleur empreinte bâtiment
Consommation annuelle énergie chauffage	X	X	Cercle centré sur le bâtiment, de diamètre proportionnel à la consommation. La couleur du cercle dépend du vecteur énergétique (comme couleur périmètre bâtiment)
Consommation annuelle électricité	X	X	Cercle centré sur le bâtiment, de diamètre proportionnel à la consommation. La couleur du cercle dépend du vecteur énergétique (comme couleur périmètre bâtiment)
Consommation annuelle énergie primaire	X	X	Cercle centré sur le bâtiment, de diamètre proportionnel à la consommation. La couleur du cercle dépend du vecteur énergétique (comme couleur périmètre bâtiment)
Consommation annuelle froid	X	X	Cercle centré sur le bâtiment, de diamètre proportionnel à la consommation. La couleur du cercle dépend du vecteur énergétique (comme couleur périmètre bâtiment)
Puissance système de production thermique	X	X	Cercle centré sur le bâtiment, de diamètre proportionnel à la consommation. La couleur du cercle dépend du vecteur énergétique (comme couleur périmètre bâtiment)
Affectation du bâtiment	X		Couleur du périmètre du bâtiment
Panneaux PV installés	X	X	Point jaune
Panneaux solaire thermique installés	X	X	Point rouge

Tableau	Etat des lieux	Scénarios	Format
Consommations agrégées de la scène	X	X	Plusieurs lignes pour : thermique (chauffage + ECS), électricité, froid, primaire
Bilan énergétique par service délivré (chauffage, ECS, services électriques, froid, total)	X	X	Cinq lignes : besoins, énergie finale, énergie primaire, CO ₂ et part énergies renouvelables (en pourcent)
Bilan par agent énergétique présent sur la scène	X	X	Quatre colonnes : pourcentage surface chauffée, énergie finale en kWh, énergie primaire en kWh et CO ₂ en tonnes
Ratios par agent énergétique présent sur la scène	X	X	Trois colonnes : ratio de la surface chauffée, ratio de la consommation d'énergie primaire totale et ratio des émissions de CO ₂ total
Comparaison énergie primaire, CO ₂ et part d'énergies renouvelables		X	Comparaison entre le scénario calculé et l'état des lieux (en pourcentage et en kWh/tonne)
Solaire (production annuelle en kWh, nombre d'installations, surface installée)	X	X	Deux lignes : PV et thermique
Bilan Watt/personne et CO ₂ /personne	X	X	Attention : nombre d'habitants par scène incontournable

Plateforme MEU : fonctionnalités principales - 1

➤ Bâtiments

- Données physiques et géographiques, périodes de validité
- Simulation de la demande énergétique par le biais de CitySIM

➤ Technologies de conversion énergétique

- Introduction de technologies alimentant les services énergétiques
- Approvisionnement énergétique (électricité, gaz naturel, etc.)
- Distribution de chacun des services (manuel ou valeurs pré-définies)
- Technologies centralisées/décentralisées

➤ Consommations

- Introduction des consommations réelles (annuelles pour l'instant)
- Calcul des consommations pour les technologies centralisées

Plateforme MEU : fonctionnalités principales - 2

➤ Metadonnées

- Sources de données
- Qualité des données (mesurées, calculées)

➤ Calcul d'indicateurs énergétiques

- Pour chaque bâtiment et agrégé sur toute une zone urbaine

➤ Construction et calcul de scénarios

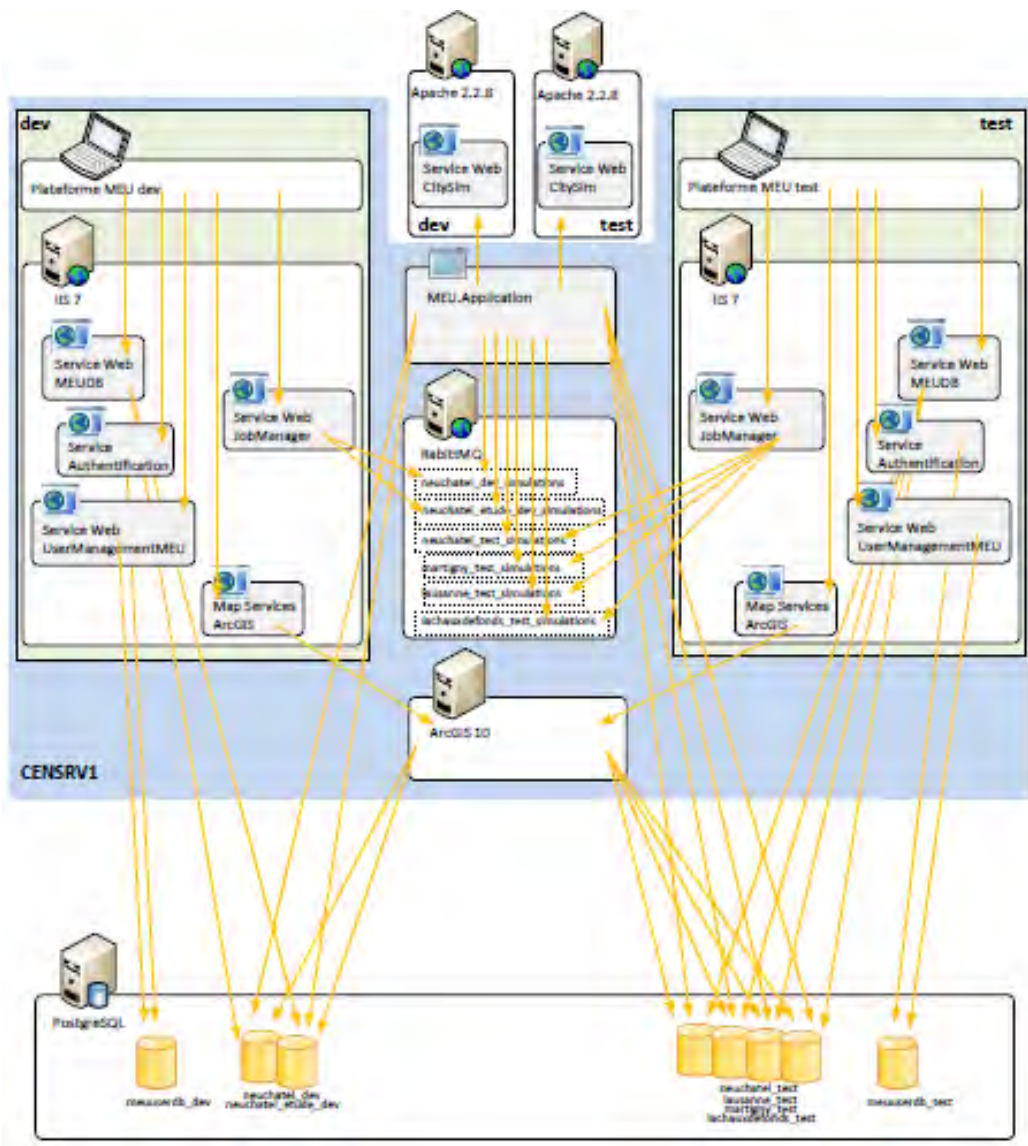
- Modifications sur les bâtiments
- Modifications sur technologies de conversion et/ou l'approvisionnement

➤ Accès direct et calcul des facteurs liés aux réseaux (marquages)

➤ Import des données «facilité» (cadastre géo-référencé, etc.)

Evolution de l'architecture de la plateforme MEU

Architecture actuelle



Nouveaux développements de la plateforme MEU - 1

MEU comme outil de prédimensionnement des réseaux énergétiques

1. Représentation GIS des réseaux

- a) Etat des lieux (représentation, modèle de données, valeurs attributives, etc.)
- b) Possibilités de représentation cartographique de plusieurs types de réseaux
- c) Concevoir sur l'interface un module d'accès (read/edit/write) aux caractéristiques des réseaux

2. Méthodologies de dimensionnement

- a) Développer une méthode de dimensionnement numériquement supportable en fonction de la demande énergétique (scénarios sur bâtiments) et interaction avec des outils de dimensionnement existants
- b) Influence de cas-type de modifications des réseaux sur le dimensionnement (scénarios sur réseaux)
- c) Interaction avec des outils d'intégration énergétique

-> Modules-prototype additionnels actuellement en phase de test

Nouveaux développements de la plateforme MEU - 2

1. Situation actuelle

- a) Plateforme en production auprès de trois villes-partenaires
- b) Tests de consistance et correction des données en cours
- c) Premiers essais d'utilisation
- d) Hotline à disposition des villes-partenaires
- e) Utilisation des données MEU pour d'autres projets
- f) Consolidation informatique toujours en cours

2. Projet «Mûrissement» – Vers une future commercialisation

- a) Nouvelles fonctionnalités ou fonctionnalités qui étaient présentes dans la version-prototype (par exemple, sélections multiples, etc.)
- b) Choix entre estimations simplifiées des consommations ou utilisation d'un logiciel de physique du bâtiment (CitySIM)
- c) Facilitation de l'import des données de base
- d) Implémentation du module de prédimensionnement

Conclusions

- Le projet MEU a permis à quatre villes et des entreprises multi-énergies locales de travailler au sein d'un projet avec des centres de recherche, dans une approche bottom-up.
- Changement de paradigme : on ne livre pas un rapport à une ville ou à une entreprise, mais on construit ensemble un aoutil pour la planification énergétique urbaine. *Ne lui donnez pas un poisson, apprenez-lui à pêcher.*
- Approche cartographique cruciale pour les entités locales :
 - outil de travail commun dans les phases initiales des projets
 - vecteur de communication (envers élus et grand public)
- Approche modulaire qui permet de construire une plateforme à laquelle peuvent venir s'accrocher des développements ultérieurs

PROJET MEU

Présentation détaillée de la dernière
version de la plateforme MEU
actuellement en production auprès des
quatre villes partenaires

<http://plateforme-meu.ch/MEU/>



Ligne du temps

2010 2013 2020



1986 - 1986 Actualiser

Bâtiment Technologies Consommations Résultats Historique

Général

- Identifiant: 880871
- Année de construction: 1986 ★★☆☆
- Adresse: Ch. de Louis-Boissonnet 46 ★★☆☆
- SRE [m2]: 1'354.4 ★☆☆☆
- Etages: 3.0 ★★☆☆
- Affectation principale: Habitat collectif ★☆☆☆
- Altitude [m]: 500 ★☆☆☆
- Remarques:

Avancé Masquer

- Hauteur [m]: 10.0 ★☆☆☆
- Type de murs: 0 ★☆☆☆
- Valeur U des murs [W / m2*K]: 0.500 ★☆☆☆
- Part de vitrage [%]: 50 ★☆☆☆
- Valeur U des fenêtres [W / m2*K]: 0.50 ★☆☆☆
- Valeur G des fenêtres: 0.50 ★☆☆☆
- Fraction ouvrable des fenêtres [%]: 50 ★☆☆☆
- Valeur K du sol [W / m2*K]: 0.500 ★☆☆☆
- Valeur U du toit [W / m2*K]: 0.500 ★☆☆☆
- Réflectance des murs: 0.50 ★☆☆☆
- Réflectance du toit: 0.50 ★☆☆☆
- Température de consigne min [°C]: 10.0 ★☆☆☆
- Température de consigne max [°C]: 20.0 ★☆☆☆
- Taux d'infiltration d'air [/h]: 0.5 ★☆☆☆
- Irradiance seuil pour murs [%] [W/m2]: 0.80 ★☆☆☆

Modifier

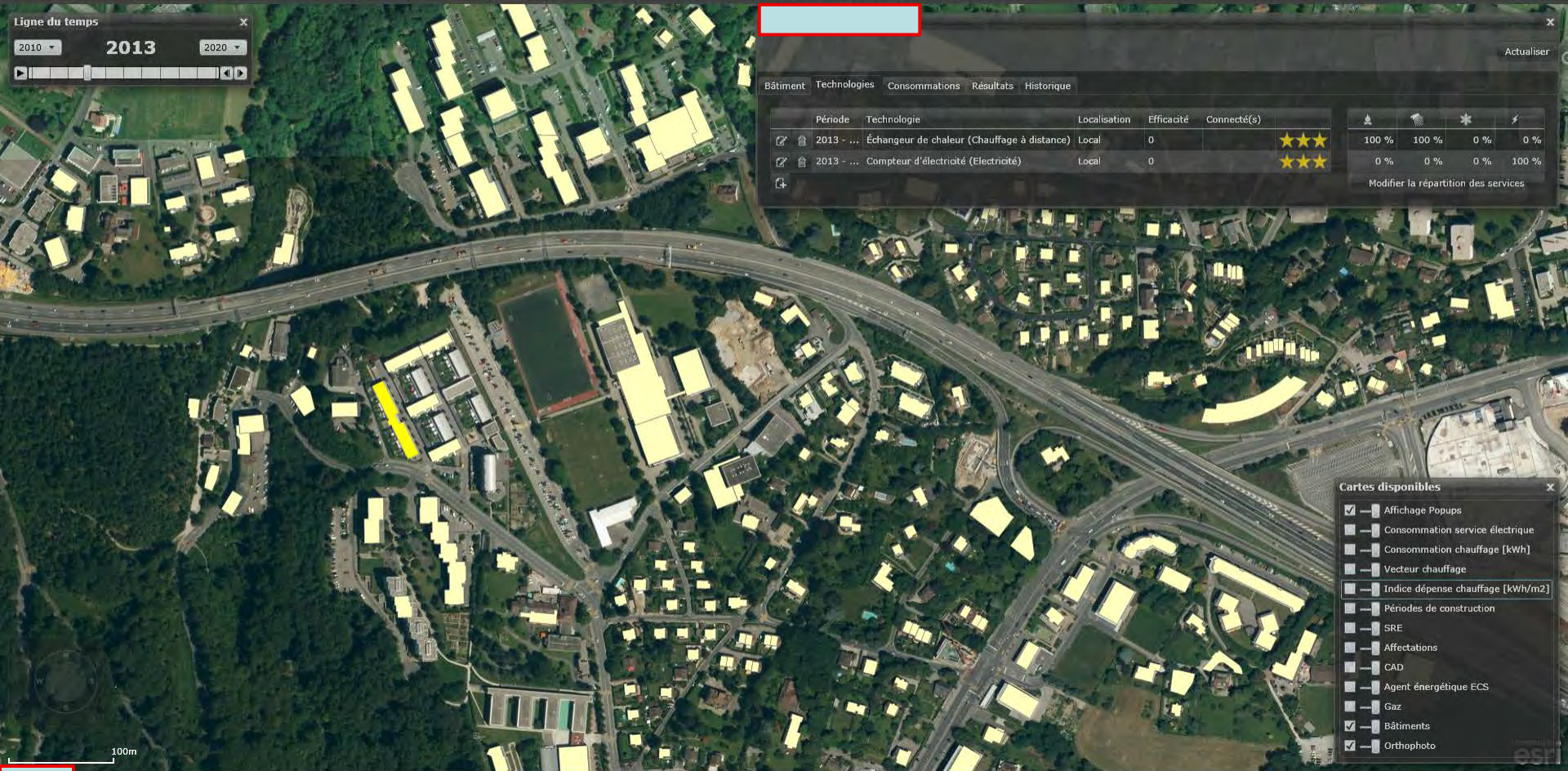
100m





Ligne du temps

2010 2013 2020



Bâtiment Technologies Consommations Résultats Historique

Période	Technologie	Localisation	Efficacité	Connecté(s)					
2013 - ...	Échangeur de chaleur (Chauffage à distance)	Local	0		★★★★	100 %	100 %	0 %	0 %
2013 - ...	Compteur d'électricité (Electricité)	Local	0		★★★★	0 %	0 %	0 %	100 %

Modifier la répartition des services

- Cartes disponibles
- Affichage Popups
 - Consommation service électrique
 - Consommation chauffage [kWh]
 - Vecteur chauffage
 - Indice dépense chauffage [kWh/m2]
 - Périodes de construction
 - SRE
 - Affectations
 - CAD
 - Agent énergétique ECS
 - Gaz
 - Bâtiments
 - Orthophoto

Etat des lieux 2013 (pas encore simulé) | Degrés jours Calculer zone

Cartes disponibles



Projet MEU – 11/6/2015
Présentation Décryptagéo



Ligne du temps

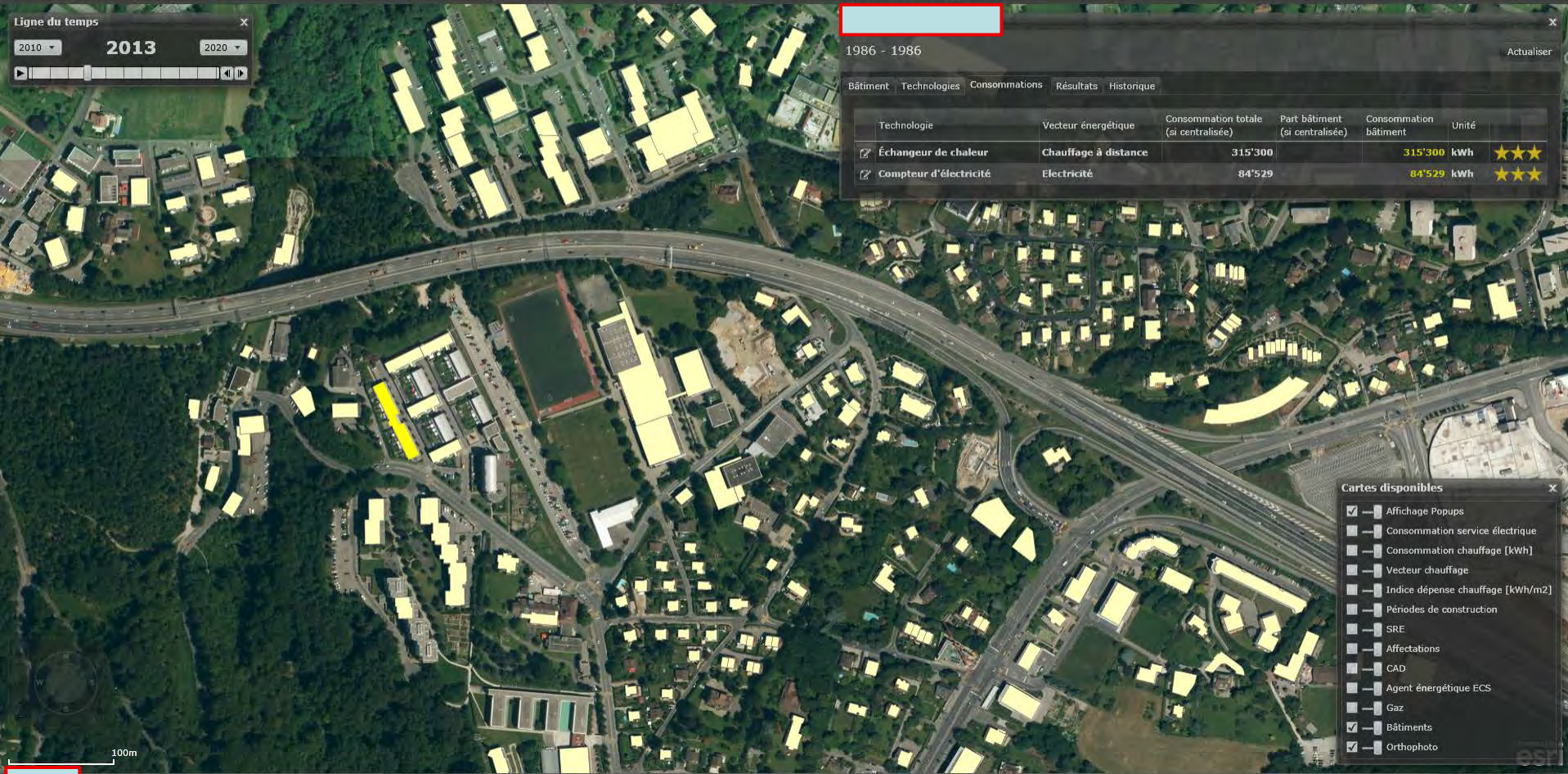
2010 2013 2020

1986 - 1986

Actualiser

Bâtiment Technologies Consommations Résultats Historique

Technologie	Vecteur énergétique	Consommation totale (si centralisée)	Part bâtiment (si centralisée)	Consommation bâtiment	Unité	
<input checked="" type="checkbox"/> Échangeur de chaleur	Chauffage à distance	315'300		315'900 kWh		★★★★
<input checked="" type="checkbox"/> Compteur d'électricité	Electricité	84'529		84'529 kWh		★★★★



Cartes disponibles

- Affichage Popups
- Consommation service électrique
- Consommation chauffage [kWh]
- Vecteur chauffage
- Indice dépense chauffage [kWh/m2]
- Périodes de construction
- SRE
- Affectations
- CAD
- Agent énergétique ECS
- Gaz
- Bâtiments
- Orthophoto

Ligne du temps

2010 2013 2020

1986 - 1986 Actualiser

Bâtiment Technologies Consommations Résultats Historique

Général

Date de la simulation: pas encore simulé
Degrés jours:

Besoins énergétiques estimés par service délivré

Service	Besoins (kWh)
Chauffage	142'492
ECS	28'443
Services électriques	37'653
Froid	0

Bilan énergétique du bâtiment par service délivré (valeurs estimées si pas de données réelles disponibles)

Service	Besoins (kWh)	Energie finale (kWh)	Energie primaire (kWh)	Dont renouvelable (%)	CO2 (t)	IDE (kWh/m2)	Rapport mesuré/estimé
Chauffage	244'437	262'835	158'768	56 %	31	225	1.72
ECS	48'792	52'465	31'692	56 %	6	45	1.72
Services électriques	84'529	84'529	117'377	88 %	0	62	2.24
Froid	0	0	0	0 %	0	0	0.00
Total	377'758	399'829	307'837	68 %	38	332	0.00

Recalculer

Indices et étiquettes énergétique

IDE thermique (énergie finale) (kWh/m2): 270.06
 IDE primaire selon SIA 2031 (kWh/m2): 227.28
 Classe selon SIA 2031 (énergie primaire): A

Cartes disponibles

- Affichage Popups
- Consommation service électrique
- Consommation chauffage [kWh]
- Vecteur chauffage
- Indice dépense chauffage [kWh/m2]
- Périodes de construction
- SRE
- Affectations
- CAD
- Agent énergétique ECS
- Gaz
- Bâtiments
- Orthophoto

Résultats de la scène

Consommations annuelles agrégées de la scène

	Energie finale (kWh)
Chauffage	1'203'320'832
ECS	194'660'272
Services électriques	573'472'064
Froid	0

Bilan énergétique par service délivré

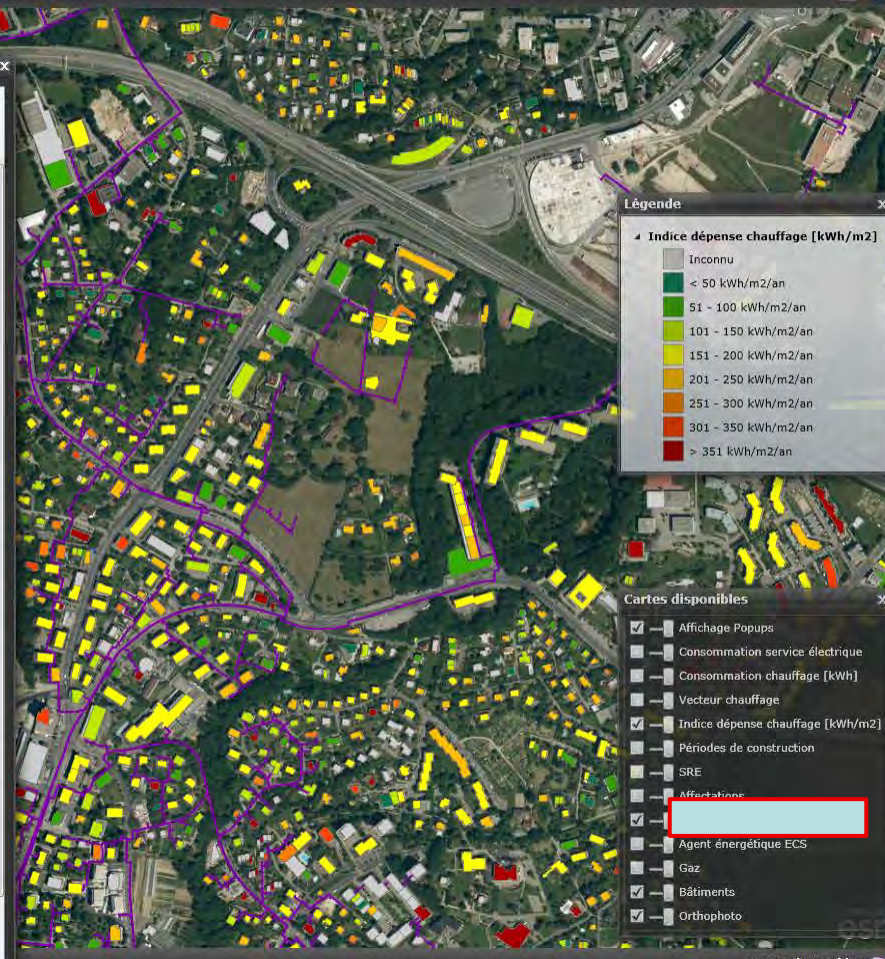
Service	Besoin (kWh)	Energie finale (kWh)	Energie primaire (kWh)	Dont renouvelable (%)	CO2 (t)
Chauffage	999'998'528	1'203'320'832	1'167'924'992	9 %	247'510
ECS	163'027'456	194'660'272	190'933'152	15 %	37'707
Services électriques	573'472'064	573'472'064	796'323'968	88 %	1'342
Froid	0	0	0	0 %	0
Total	1'736'501'248	1'971'454'848	2'155'183'104	39 %	286'558

Bilan énergétique par agent énergétique (utilisé pour le service chauffage et eau chaude sanitaire)

Agent énergétique	Chauffage				Eau chaude sanitaire			
	SRE (m2)	Energie finale (kWh)	Energie primaire (kWh)	CO2 (t)	SRE (m2)	Energie finale (kWh)	Energie primaire (kWh)	CO2 (t)
CAD	1'929'565	340'044'700	177'061'500	35'109	1'711'071	54'616'010	28'438'580	5'639
Electricité directe	49'348	4'192'719	5'822'011	10	377'872	9'701'187	13'471'070	23
Mazout	2'823'573	430'847'000	529'940'800	128'272	2'666'223	62'784'480	77'224'870	18'692
Solaire thermique	242	0	0	0	19'599	0	0	0
Gaz	2'487'653	424'845'100	451'482'400	84'119	2'190'276	67'429'900	71'660'240	13'353
Bois	17'963	3'331'395	3'531'278	0	5'478	122'435	129'781	0
Electricité PAC	2'450	61'195	84'975	0	1'834	6'145	8'533	0
Total	7'310'792	1'203'322'000	1'167'923'000	247'510	6'972'352	194'660'200	190'933'100	37'706

Ratios par agent énergétique présent sur la scène

Agent énergétique	Chauffage				Eau chaude sanitaire			
	% SRE	% énergie finale	% énergie primaire	% émissions CO2	% SRE	% énergie finale	% énergie primaire	% émissions CO2
CAD	26 %	28 %	15 %	14 %	25 %	28 %	15 %	15 %
Electricité directe	1 %	0 %	0 %	0 %	5 %	5 %	7 %	0 %
Mazout	39 %	36 %	45 %	52 %	38 %	32 %	40 %	50 %
Solaire thermique	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gaz	34 %	35 %	39 %	34 %	31 %	35 %	38 %	35 %



Légende

Indice dépense chauffage [kWh/m2]

- Inconnu
- < 50 kWh/m2/an
- 51 - 100 kWh/m2/an
- 101 - 150 kWh/m2/an
- 151 - 200 kWh/m2/an
- 201 - 250 kWh/m2/an
- 251 - 300 kWh/m2/an
- 301 - 350 kWh/m2/an
- > 351 kWh/m2/an

Cartes disponibles

- Affichage Popups
- Consommation service électrique
- Consommation chauffage [kWh]
- Vecteur chauffage
- Indice dépense chauffage [kWh/m2]
- Périodes de construction
- SRE
- Affiliations
- Agent énergétique ECS
- Gaz
- Bâtiments
- Orthophoto

Ligne du temps

2010 2013 2020

Contrats

Vecteur énergétique	Nom contrat	Pertes réseau	Période
Electricité	Electricité	0 %	1 - 2013
Mazout	Mazout	0 %	1 - 2013
Bois	Bois	0 %	1 - 2013
Solaire	Solaire Thermique	0 %	1 - 2013
Chauffage à distance	CAD	14 %	1 - 2013
Gaz	Gaz	2 %	1 - 2013

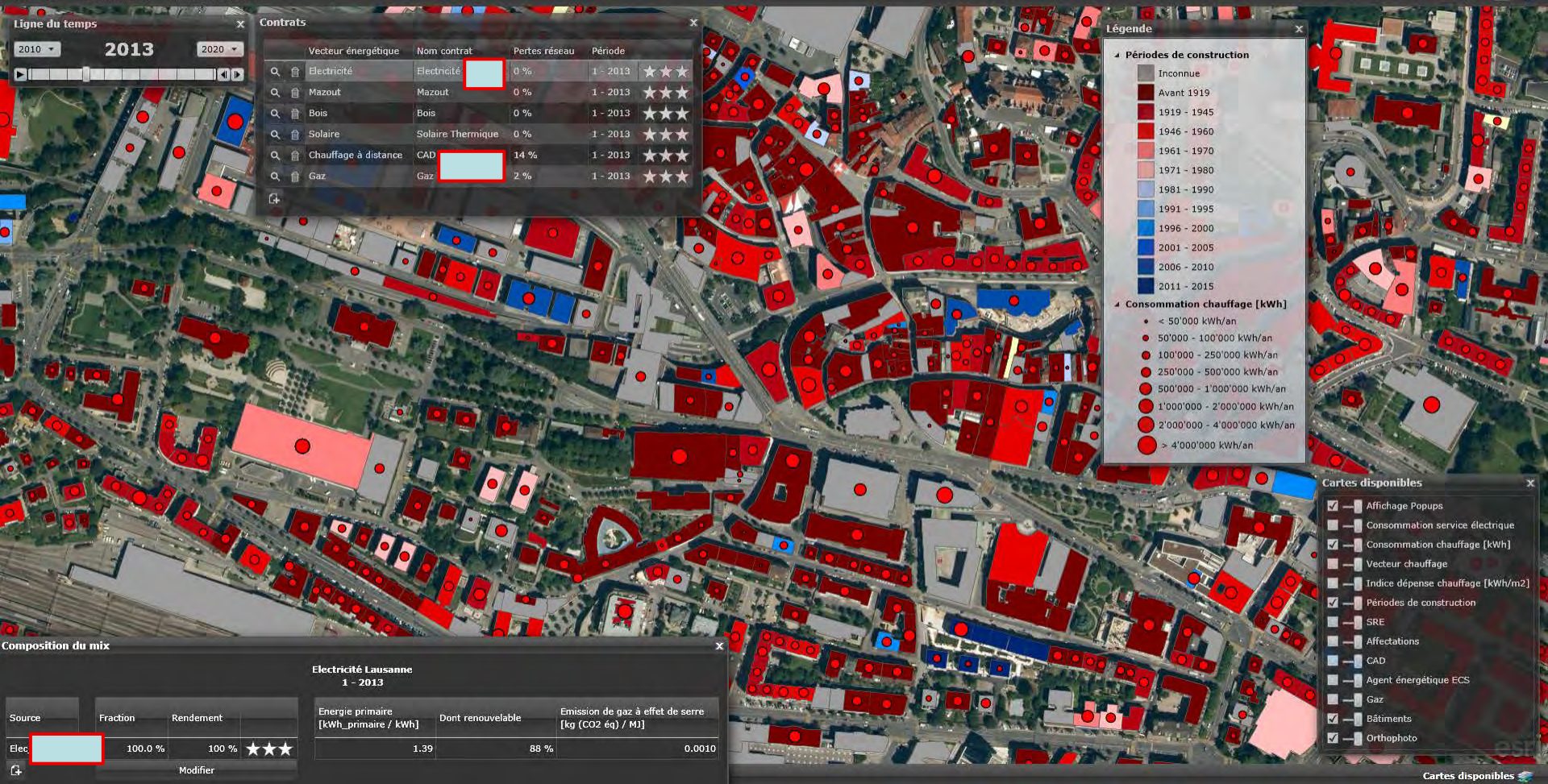
Légende

↳ Périodes de construction

- Inconnue
- Avant 1919
- 1919 - 1945
- 1946 - 1960
- 1961 - 1970
- 1971 - 1980
- 1981 - 1990
- 1991 - 1995
- 1996 - 2000
- 2001 - 2005
- 2006 - 2010
- 2011 - 2015

↳ Consommation chauffage [kWh]

- < 50'000 kWh/an
- 50'000 - 100'000 kWh/an
- 100'000 - 250'000 kWh/an
- 250'000 - 500'000 kWh/an
- 500'000 - 1'000'000 kWh/an
- 1'000'000 - 2'000'000 kWh/an
- 2'000'000 - 4'000'000 kWh/an
- > 4'000'000 kWh/an



Cartes disponibles

- Affichage Popups
- Consommation service électrique
- Consommation chauffage [kWh]
- Vecteur chauffage
- Indice dépense chauffage [kWh/m2]
- Périodes de construction
- SRE
- Affectations
- CAD
- Agent énergétique ECS
- Gaz
- Bâtiments
- Orthophoto

Composition du mix

Source	Fraction	Rendement
Elec	100.0 %	100 %

Modifier

Electricité Lausanne 1 - 2013

Energie primaire [kWh_primaire / kWh]	Dont renouvelable	Emission de gaz à effet de serre [kg (CO2 éq) / MJ]
1.39	88 %	0.0010

PROJET MEU

Une plateforme web et cartographique pour le monitoring et la planification énergétique urbaine

Présentation Décryptagéo

Massimiliano Capezzali, Adjoint du Directeur

Energy Center

Ecole Polytechnique Fédérale (EPFL)

Marne-la-Vallée – 11 juin 2015