

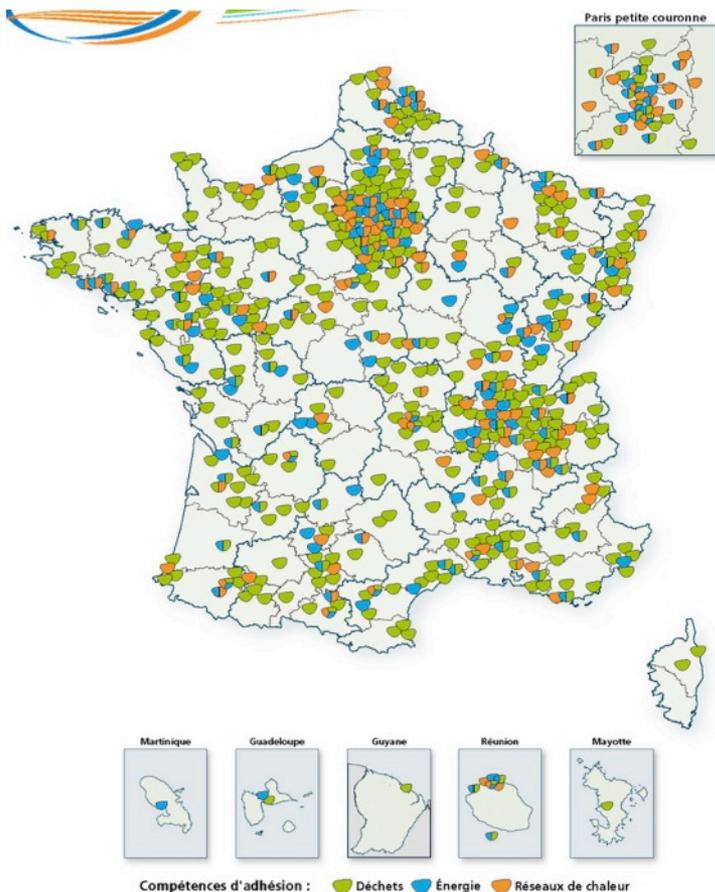


Les réseaux de chaleur solaire et la planification urbaine

Projet Solar District Heating Plus

1. Introduction

1. Le projet SDH+ et les objectifs de cette présentation
2. Introduction aux réseaux de chaleur solaire
3. Les aspects techniques des réseaux de chaleur solaire
4. Les réseaux de chaleur solaire dans différents contextes urbain – les enjeux de planification urbaine
5. Cadre légal du niveau Européen au niveau local
6. Recommandations
7. Conclusions
8. Références et informations complémentaires



803 adhérents*

548 collectivités : 2/3 des adhérents

Regroupant 60 millions d'habitants, réparties sur l'ensemble du territoire français (métropole, insulaire et ultra-marins),
Communes, Intercommunalités, Conseils Généraux, Conseils Régionaux

255 grandes entreprises: 1/3 des adhérents *Fabricants, Exploitants, Bureaux d'études, Cabinets Juridiques, Associations, Fédérations...*

Le nombre d'adhérents a doublé en 10 ans

(*) Au 1/10/2014



SDHplus – De nouveaux modèles d'affaire pour le chauffage et le froid

- Modèles d'affaire pour les réseaux de chaleur solaire
- Retours d'expériences innovantes d'installations et d'intégration à des réseaux
- Démarches marketing pour les réseaux de chaleur et l'énergie solaire
- Encadrement individuel dans les pays « novices » ES, FR, HR, LT, PL, SI
- Conférences internationales et groupes de travail

Durée: Juin 2012 – Juin 2015
Dans 12 pays européens



www.solar-district-heating.eu

Avec le support de:



Intelligent Energy Europe Programme
of the European Union

Pourquoi cette présentation ?

Expliquer le rôle des urbanistes et aménageurs pour l'atteinte des objectifs énergétiques européens et locaux

- Éléments clés des réseaux de chaleur solaire vis-à-vis de l'urbanisme
 - En quoi les réseaux solaires permettront d'atteindre ces objectifs?
 - Comment sont liés l'urbanisme, l'énergie et la planification énergétique ?
 - Comment les réseaux solaires peuvent prendre leur place dans différents contextes urbains ?
 - Comment est prise la décision de développer un réseau solaire ?
 - Quelle réglementation s'applique à la planification énergétique et à l'urbanisme ?
- Quel est le rôle des urbanistes et des aménageurs pour le développement des réseaux solaires ?

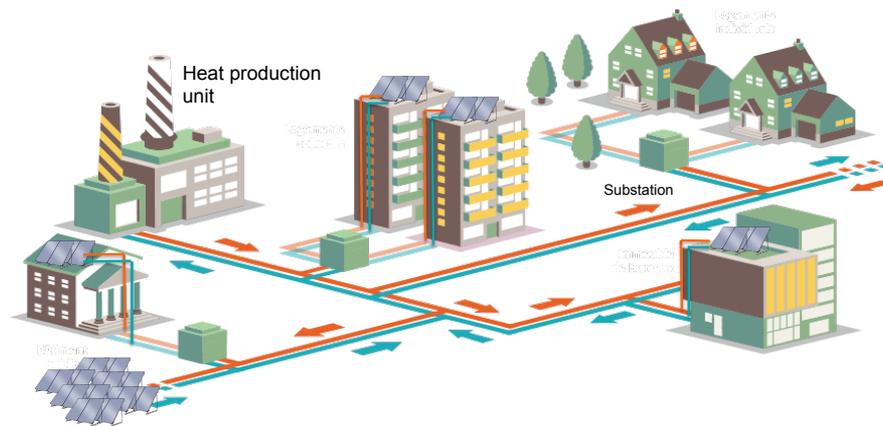
2 - Introduction aux réseaux solaires

2.A. Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur ?

2.B. Qu'apporte le solaire à un réseau de chaleur ?

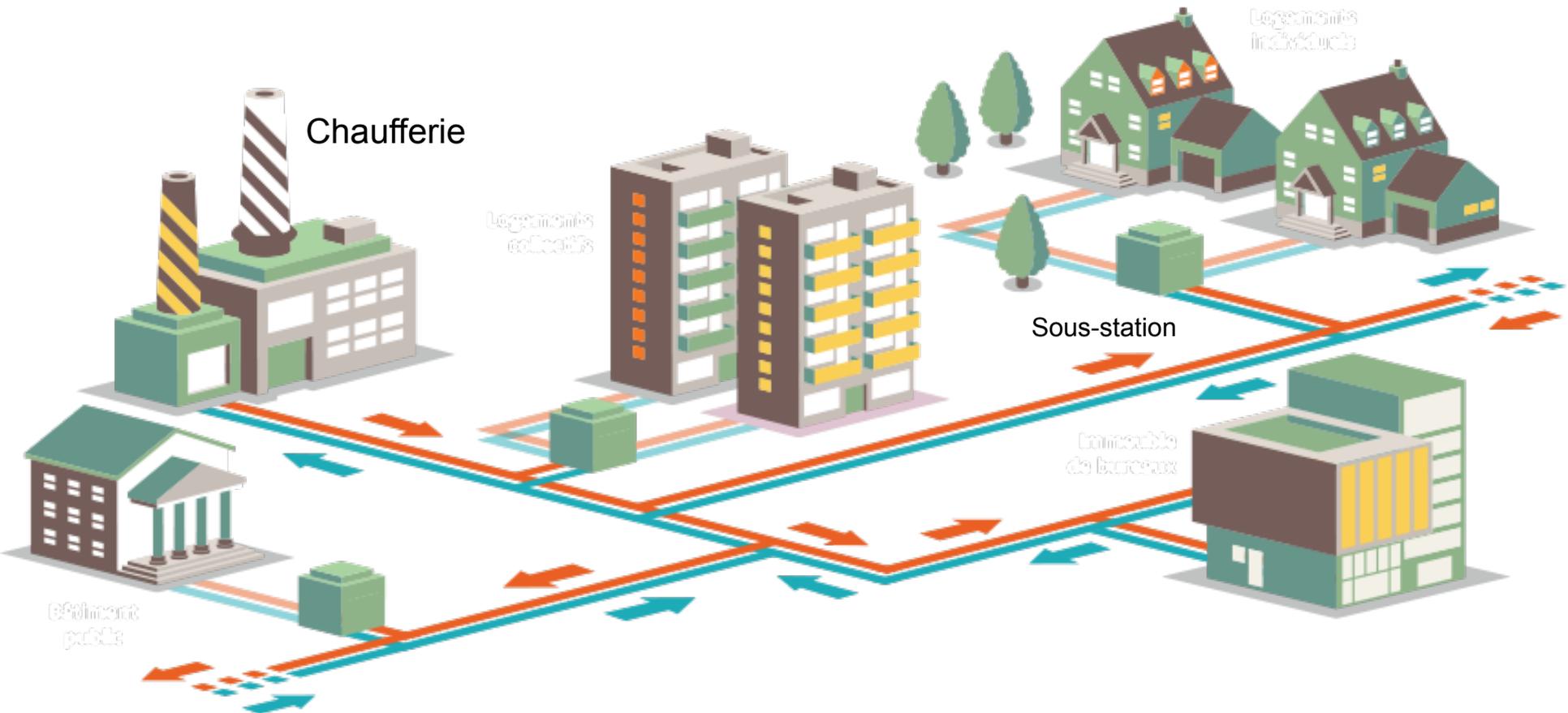
2.C. Où est-ce utilisé ?

2.D. Quels sont les liens entre les réseaux solaires, l'urbanisme et l'aménagement ?



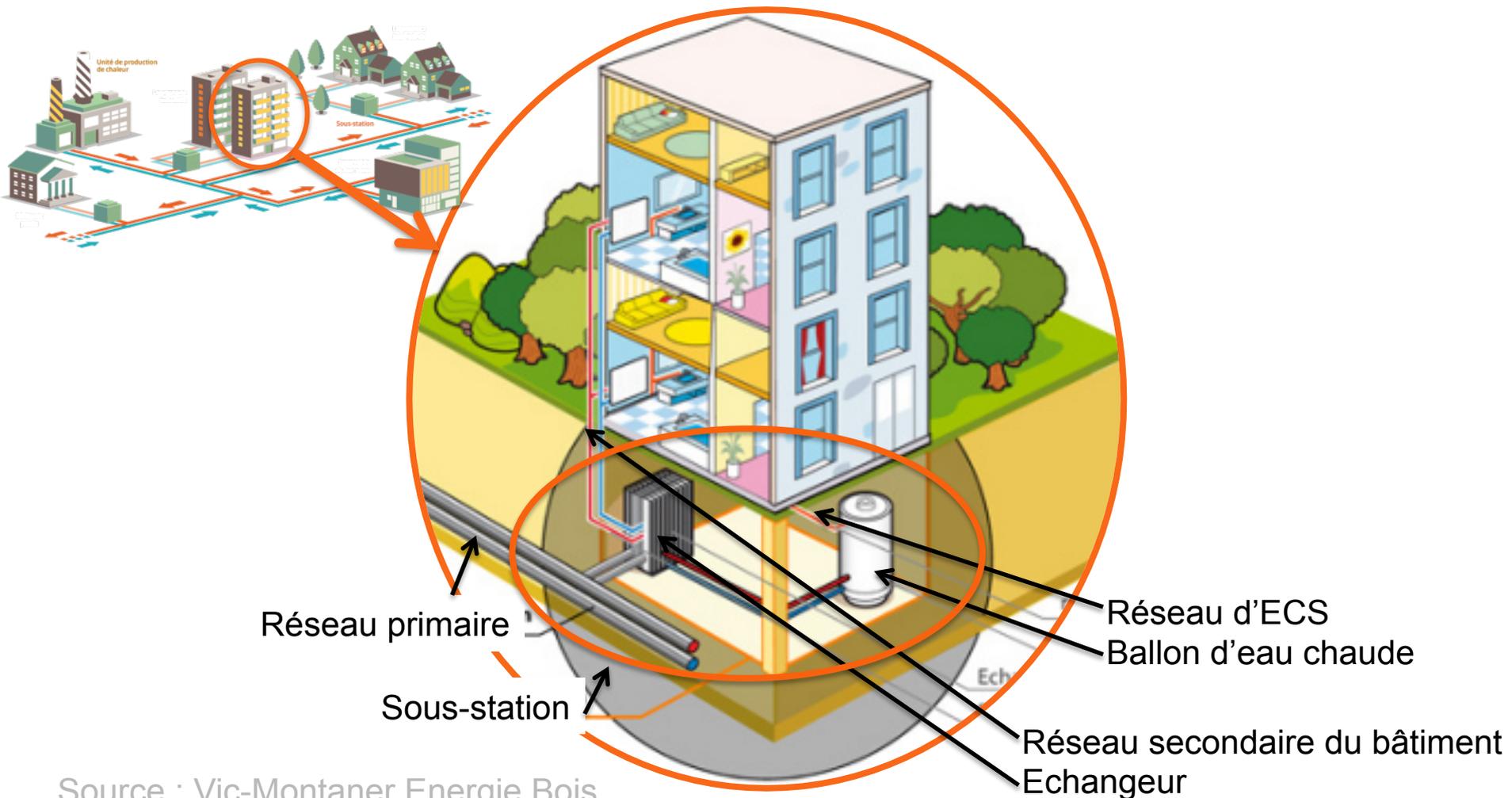
216 S
Kälte
Kollekt

2.A. Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur



Source : ADEME Île-de-France

2.A. Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur



Source : Vic-Montaner Energie Bois

2.B. Qu'apporte le solaire à un réseau ?

Qu'est-ce qu'un réseau de **chaleur solaire** ?

Un réseau de chaleur solaire est constitué de grands champs de capteurs solaires thermiques qui injectent leur production dans le réseau de chaleur. Ce réseau peut alimenter en chaleur des zones urbaines, des quartiers ou même des villes moyennes et villages. Les capteurs solaires peuvent être soit installés à même le sol ou être intégrés en toiture des bâtiments.



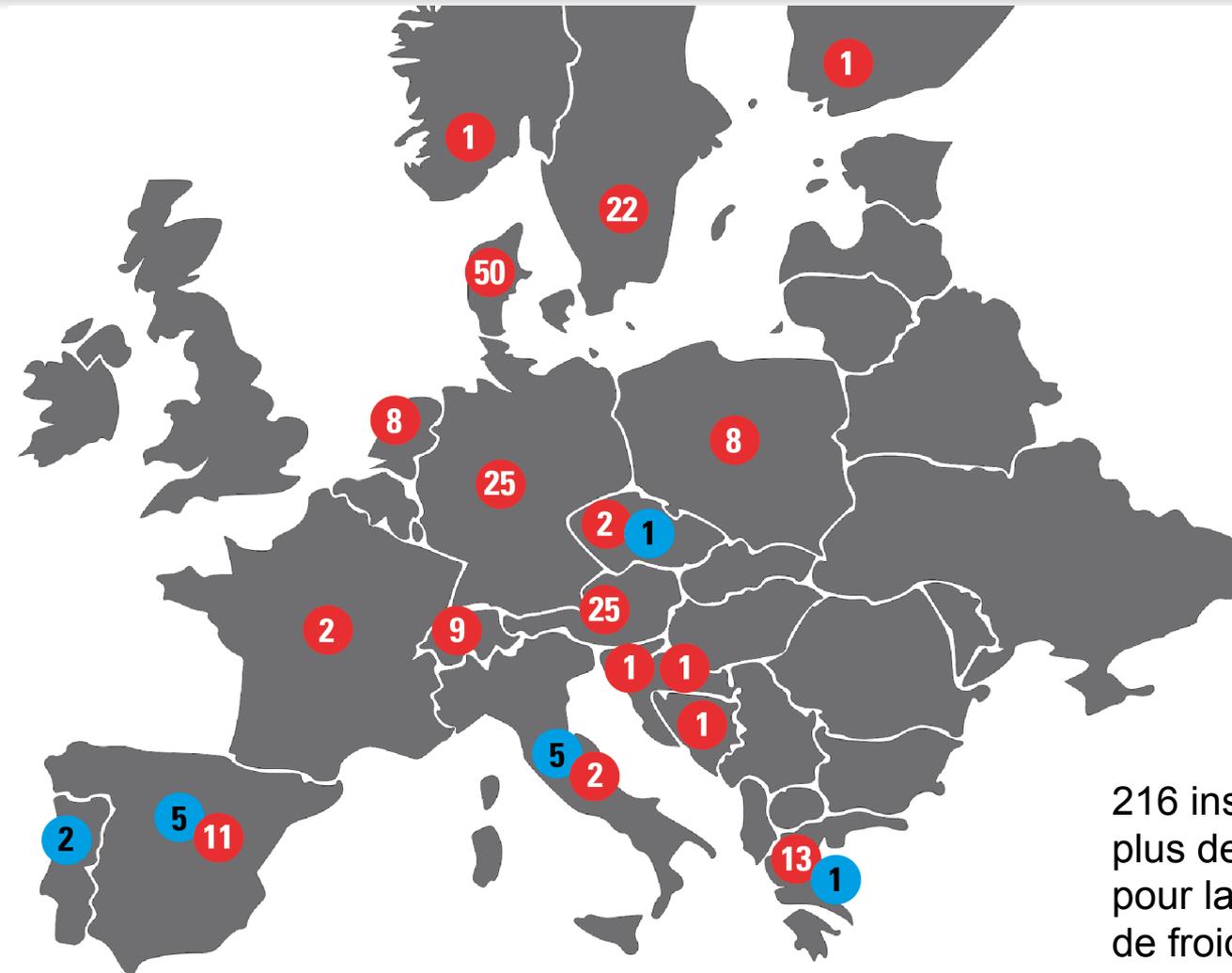
Source : ADEME Île-de-France

2.B. Qu'apporte le solaire à un réseau ?

- Sans émissions & renouvelable
- Disponible partout :
 - Autonomie énergétique
 - Sécurité d'approvisionnement
 - Développement local
- Compétitif :
 - Stabilité des coûts à long terme
 - Coût réduits et meilleure efficacité par rapport à des solutions individuelles
 - Des installations déjà compétitives en Europe



2.C. Où est utilisé le solaire sur réseaux en Europe ?



216 installations solaires de plus de 500 m² ou 350 kW_{th} pour la production de chaleur ou de froid

2.C. Quels sont les réseaux solaires en France ?



Réseau privé

Réseau privé



Champ solaire sur un parking

Champ solaire en toiture

Balma

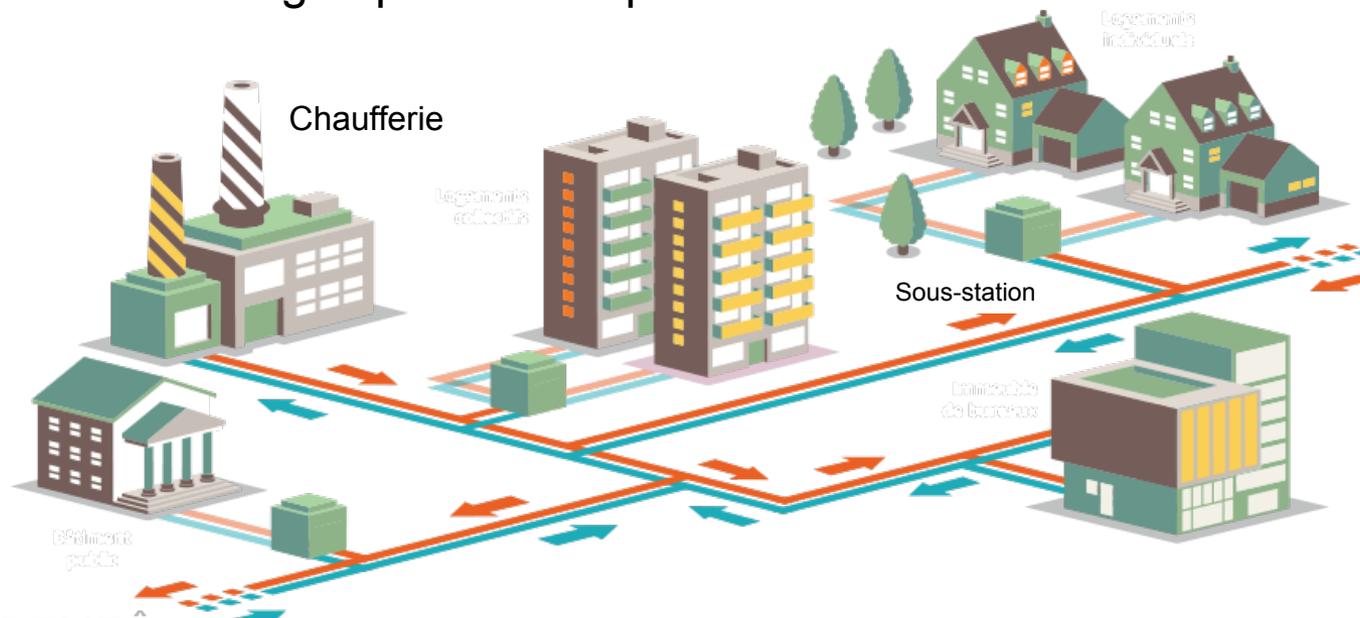
Juvignac

2.D. Quels liens entre urbanisme & aménagement et les réseaux solaires ?

- La chaleur représente 73% des besoins énergétiques en zone urbaine résidentielle.
- 50% des besoins énergétiques en France sont des besoins de chaleur (chauffage, eau chaude, processus industriels).
- Il est donc nécessaire de développer la chaleur renouvelable et l'efficacité énergétique.
- En France, 40% de la chaleur distribuée par les réseaux de chaleur est d'origine renouvelable ou de récupération (contre 19% pour l'électricité et moins de 0,1% pour le gaz).
- Les réseaux de chaleur vertueux (et donc les réseaux solaires) sont des moyens efficaces pour mettre en œuvre une politique territoriale de transition énergétique.

2.D. Quels liens entre urbanisme & aménagement et les réseaux solaires ?

- Les installations solaires et celles des réseaux de chaleur doivent respecter les réglementation d'urbanisme.
- Les réseaux de chaleur suivent le tracé des voiries
- Le développement des réseaux de chaleur est lié au développement urbain, en termes de densité de construction, de consommation des bâtiments etc.
- Les collectivités locales sont en charge des réseaux de chaleur, de la planification énergétique et de la planification urbaine.



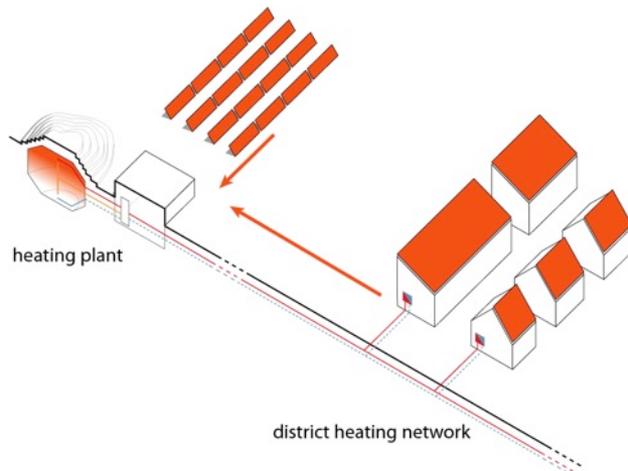
Source : ADEME Île-de-France

3 – Aspects techniques des réseaux de chaleur solaires

- 3.A. Systèmes centralisés ou décentralisés
- 3.B. Intégration des capteurs
- 3.C. Intégration sur les bâtiments
- 3.D. Stockage de chaleur
- 3.E. Stockage thermique souterrain à long terme
- 3.F. Processus de décision pour l'intégration du solaire

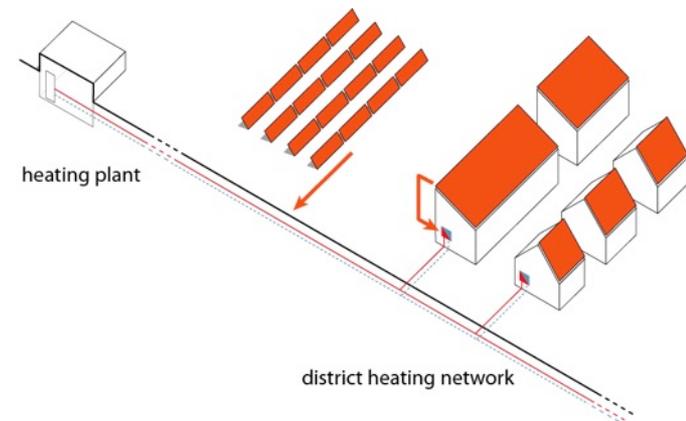
3.A. Systèmes centralisés ou décentralisés

Centralisé



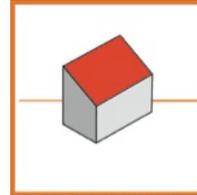
- Injection de l'énergie solaire au niveau de la chaufferie
- Avec un stockage, le taux de couverture de l'énergie solaire peut atteindre 50% de la consommation

Décentralisé



- Les capteurs sont placés en des points stratégiques à proximité du réseau
- L'énergie solaire est directement injectée dans le réseau
- Le stockage n'est pas nécessaire

3.B. Intégration des capteurs solaire



Au sol :

- simple et pratique si des espaces sont disponibles
- jusqu'à 50 000m²



Intégré en toiture

- en contexte urbain
- plus complexe
- contraintes architecturales
- utilisation de surfaces existantes



Intégré à des infrastructures

- en contexte urbain
- utilisation d'infrastructures existantes

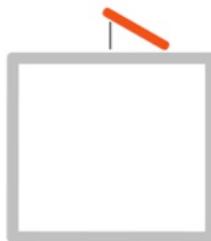


3.C. Intégration aux bâtiments

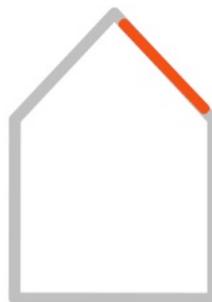
En façade

En toiture

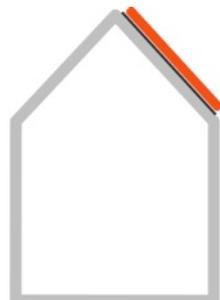
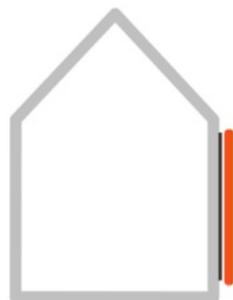
Posé



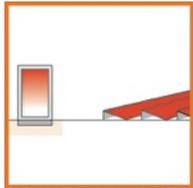
Intégré



Apporté en façade
ou en toiture



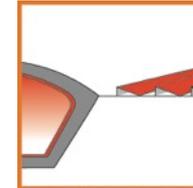
3.D. Stockage



Stockage tampon

- pour des installations importantes ($>1 \text{ MW}_{\text{th}}$), un stockage de plusieurs centaines de m^3 est en général nécessaire

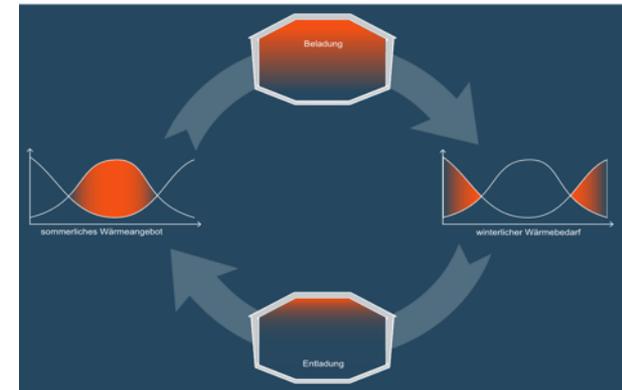
- des installations décentralisées peuvent être utilisées sans stockage



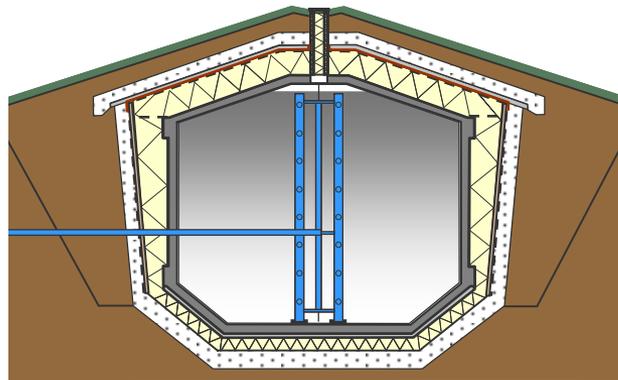
Stockage saisonnier :

- pour atteindre des taux de couverture plus élevés ($>20\%$), un stockage de long terme important est nécessaire ($\times 1000$ à 10000 m^3)

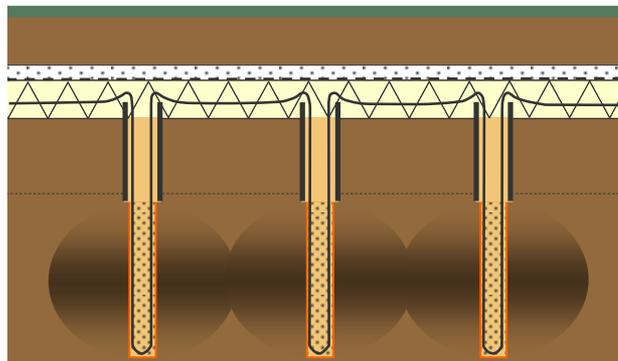
- Des stockages importants souterrains peuvent aussi être réalisés en zone urbaine



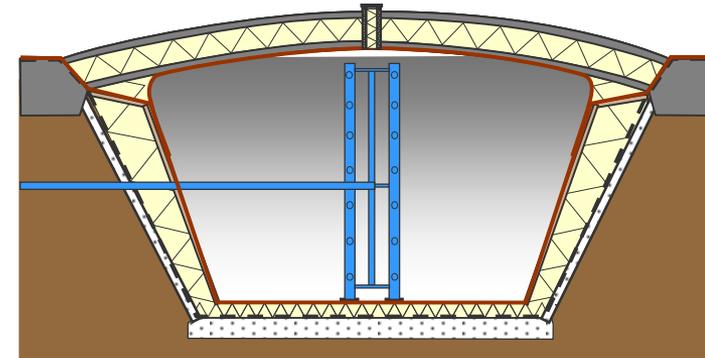
3.E. Stockages souterrains de long-terme



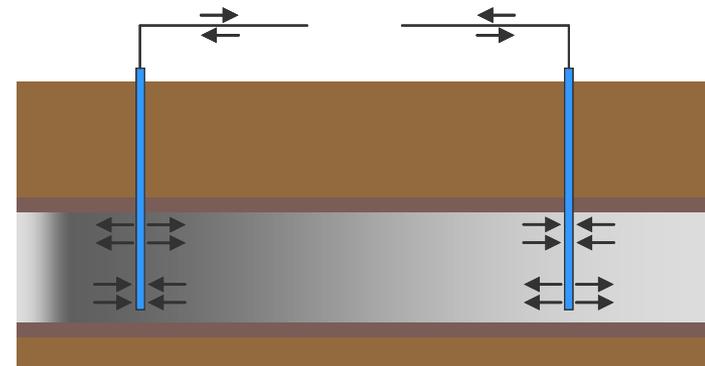
Stockage de chaleur dans de l'eau avec des réservoirs en béton renforcé



Sondes de stockage
Chaleur directement stockée dans le sous-sol



Puit de stockage
Bassin artificiel avec un matériau de stockage



Stockage en aquifère
Chaleur stockée dans la nappe d'eau en sous-sol

4 – Réseaux solaire dans différents contextes urbains et planification

4.A. Contextes urbains pour les réseaux de chaleur solaire

- Villages – Zones rurales
- Quartiers
- Villes

4.B. Planification et aspects organisationnels

- Surfaces nécessaires
- Surfaces disponibles sur les bâtiments
- Inclure le solaire dans les plans de développement
- Parties prenantes du développement des réseaux de chaleur solaire

4.A. Réseaux de chaleur solaire en zones rurales et urbaines



VILLAGE



DISTRICT



CITY



Plant in Marstal (DK)



Plant in Stuttgart Burgholzhof (DE)



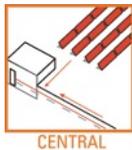
Plant in Stadion Liebenau, Graz (AT)

- des réseaux de chaleur renouvelable pour alimenter des villages entiers en zone rurale
- utilisation de terrains libres

- des réseaux de chaleur pour alimenter des constructions neuves ou rénovées en zone urbaine
- utilisation de structures existantes (toits ou infrastructures)
- possibilité de systèmes centrales ou décentralisés

- Intégration de grandes centrales solaires dans les réseaux de chauffage urbain
- utilisation de structures existantes (toits ou infrastructures)
- possibilité de systèmes centrales ou décentralisés

4.A. Réseau de chaleur solaire pour des villages : Büsingen (Allemagne)



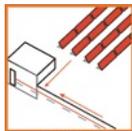
- Réseau de chaleur solaire pour des villages et de petites communes
- Restructuration complète de l'approvisionnement en énergie du village entier
- Réseau 100% EnR avec de la biomasse et du solaire



4.A. Réseau de chaleur solaire pour un village : Büsingen (Allemagne)



VILLAGE



CENTRAL



GROUND MOUNTED

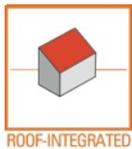
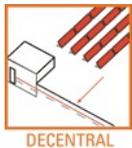


BUFFER TANK

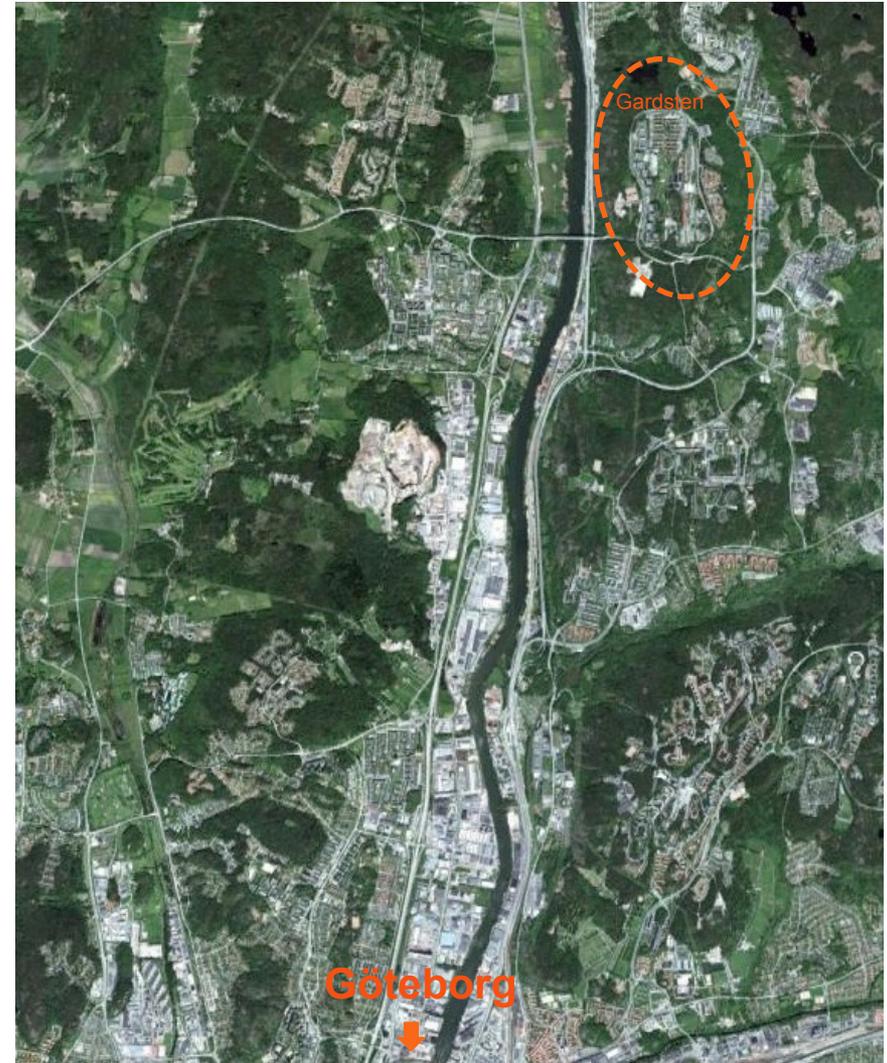


- Surface de capteur: 1.100 m²
- 12 % de taux de couverture solaire
- réseau de chaleur neuf
- première installation solaire de grande taille pour un village "Bioenergy"
- La chaleur solaire couvre les besoins en chaleur l'été
- Lancement de l'opération : 2013

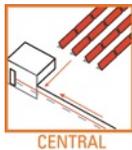
4.A. Réseau de chaleur solaire pour un quartier : Gardsten (Suède)



- Production décentralisée pour un quartier
- Surface de capteurs : 150 m²
- Une composante de l'amélioration de la qualité de vie et de l'efficacité énergétique du quartier
- Construction de grands champs solaires sur plusieurs bâtiments
- Injection dans l'un des plus grands réseaux d'Europe (1000 km)



4.A. Réseau de chaleur solaire pour un quartier : Bamberg (Allemagne)



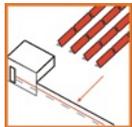
- Intégration d'un réseau de chaleur solaire dans un projet urbain
- Prise de conscience des habitants sur les questions énergétiques



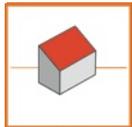
4.A. Réseau de chaleur solaire pour une ville : Wels (Autriche)



CITY

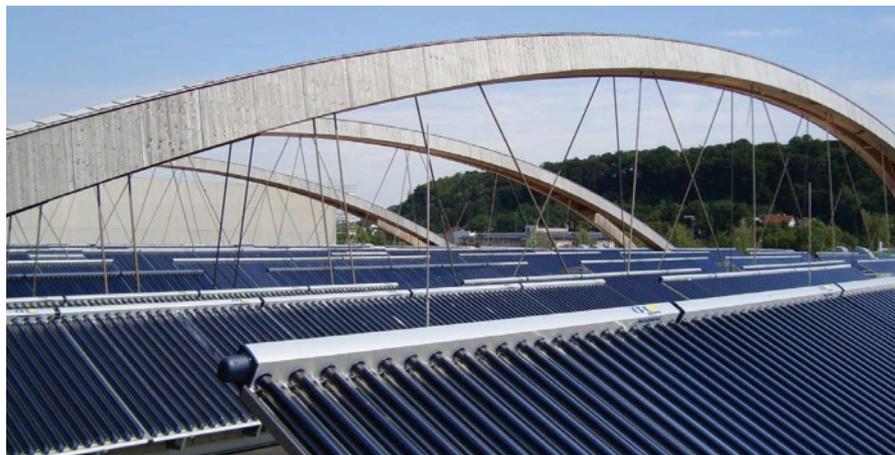


DECENTRAL

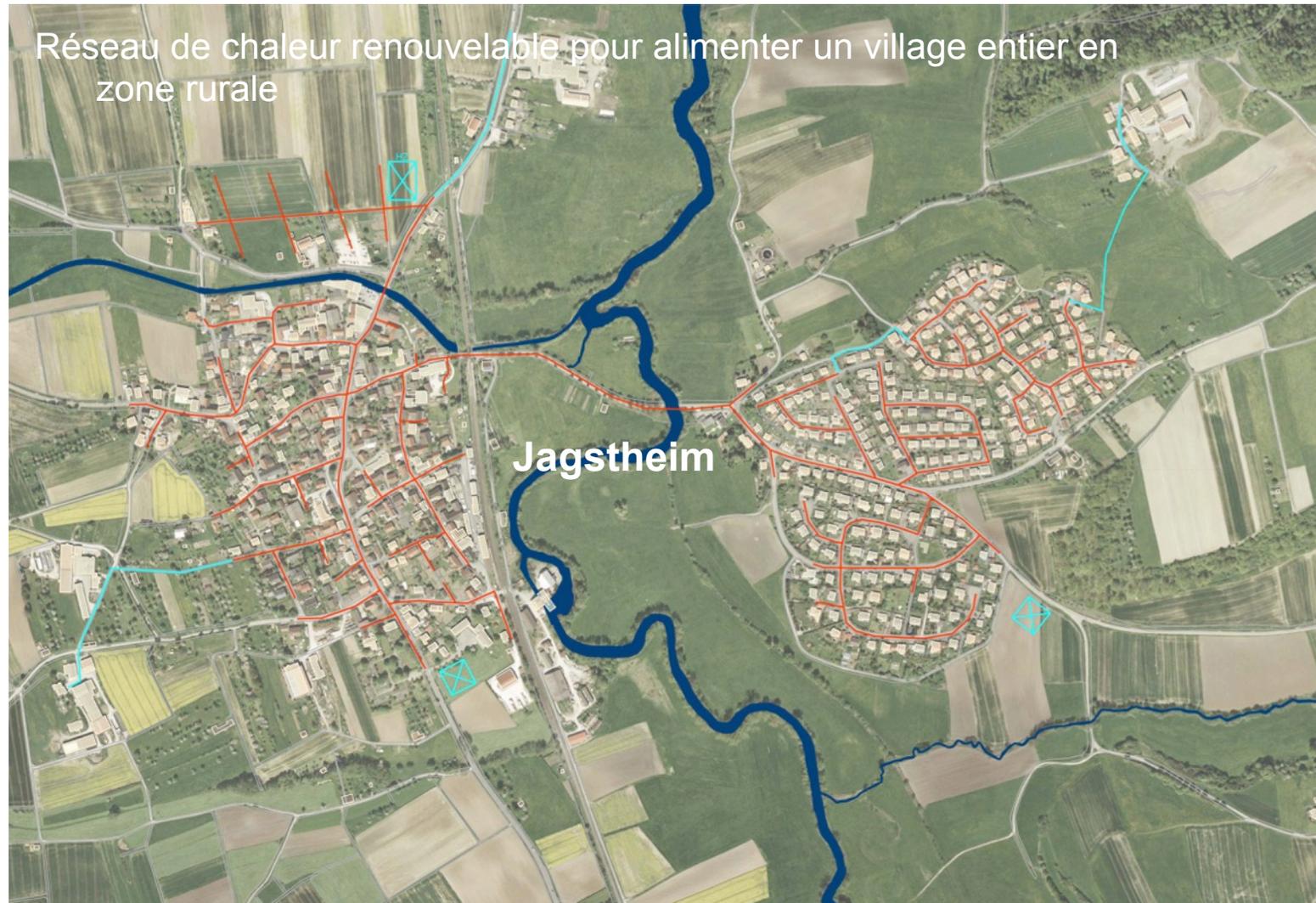


ROOF-INTEGRATED

- Intégration du solaire sur un réseau de chauffage urbain
- Surface de capteurs : 3 400 m²
- Actuellement la plus grande centrale solaire équipée de tubes sous vide
- Injection décentralisée de la chaleur sur le réseau
- Taux de couverture de l'énergie solaire supérieur à 50% en été



4.B. Planification and incidence des réseaux solaire – surfaces requises

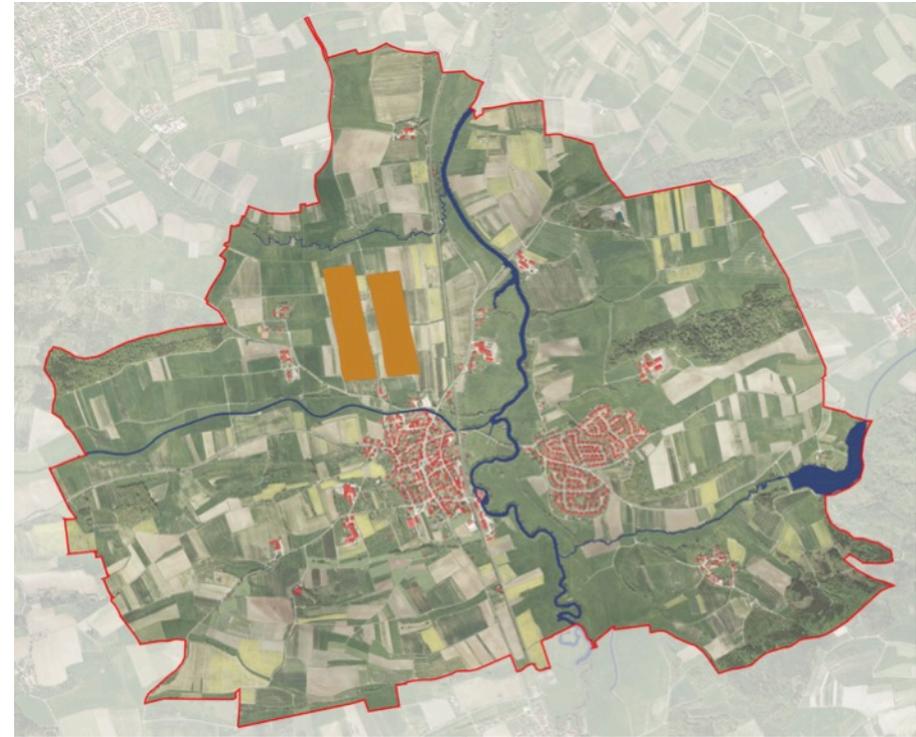


4.B. Planification and incidence des réseaux solaire – surfaces requises

100 % des besoins en chaleur couverts par des énergies renouvelables



env. **400 ha** nécessaires pour atteindre 100% de chaleur renouvelable avec de la biomasse



env. **21 ha** nécessaires pour atteindre 100% de chaleur renouvelable avec du solaire thermique

4.B. Planification and incidence des réseaux solaire – surfaces disponibles sur les bâtiments

- Taille du champ de capteurs
- Pente du toit
- Forme du toit
- Etat et capacité de charge du toit
- Orientation (Sud, S-O, S-E)
- Ombres
- Espace suffisant pour les tuyaux dans le bâtiment ?
- Vérifier les contraintes architecturales



4.B. Planification and incidence des réseaux solaire – surfaces disponibles sur les bâtiments

Evaluation des données sur des surfaces disponibles pour un champ solaire dans le cadre d'une planification énergétique :

- Proximité d'un réseau de chaleur existant ou planifié
- Surfaces disponibles en m^2 * facteur d'utilisation (80%) = surface nette disponible
- Collecte de données sur le type des bâtiments, leur usage et leur propriétaire



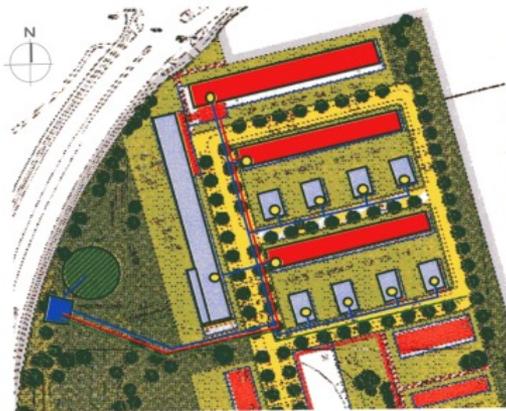
 Toitures adaptées

4.B. Intégrer le solaire dans le plan de développement

L'intégration de solaire thermique peut ne pas être prescriptible. Mais elle peut être rendue possible voire encouragée par certaines exigences.

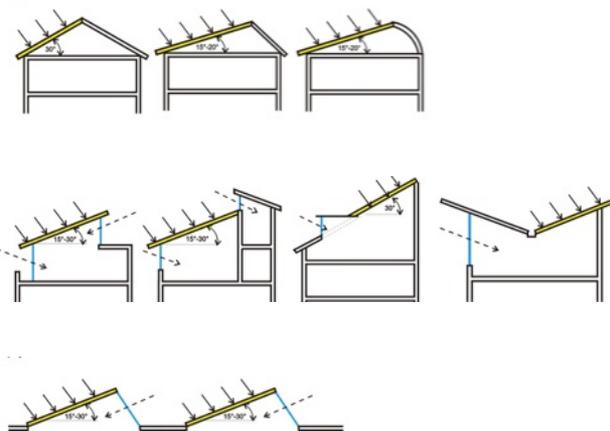
L'orientation des bâtiments

- Orientation adaptée des toitures dont les surfaces doivent être vers le sud (sud-est, sud-ouest)



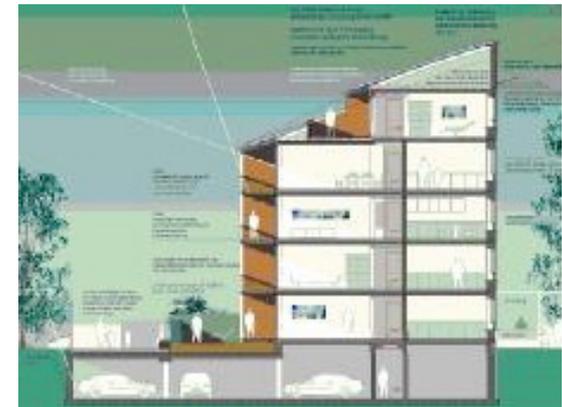
La forme du toit

- Toiture inclinée, à deux versants, toiture terrasse
- Pente du toit



Les ombres

- Distance des bâtiments voisins
- Hauteur des bâtiments voisins
- Hauteur de la végétation (actuelle, mais aussi dans le futur)



4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire

législateur - Incitateur

AMO

Collectivité

Aménageur

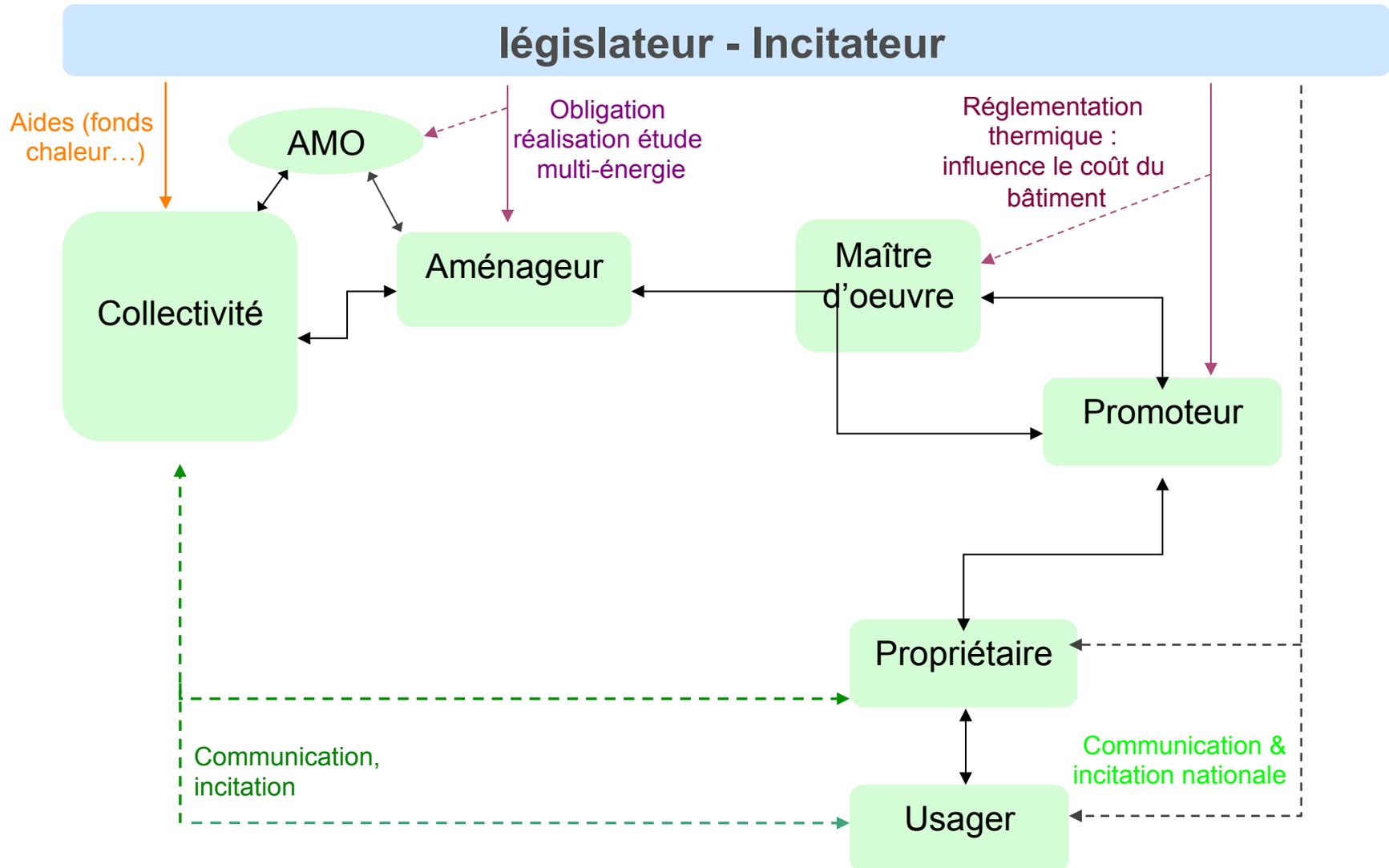
Maître
d'oeuvre

Promoteur

Propriétaire

Usager

4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire



4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire

Le **Fonds chaleur** a permis de développer fortement les réseaux de chaleur renouvelable depuis 2009.

- Augmentation de 35% en 5 ans de la longueur des réseaux
- Projets solaires = 35% du Fonds chaleur en nombre
mais 1% de la chaleur renouvelable aidée par le Fonds
- Les sur-coûts de la technologie solaire doivent être pris en compte pour que la subvention soit assez incitative pour les maîtres d'ouvrages

Etude de faisabilité d'approvisionnement en énergie renouvelable obligatoire pour les nouveaux projets d'aménagement. Doit contenir une étude d'opportunité de création ou d'extension d'un réseau de chaleur. Ces études sont souvent incomplètes et écartent le réseau de chaleur à priori.

- La collectivité et l'aménageur doivent s'assurer de la qualité de cette étude.
- Les réseaux de chaleur solaire devraient être pris en compte dans cette étude.

4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire

Les règles de construction et d'efficacité thermique prennent en compte les réseaux de chaleur.

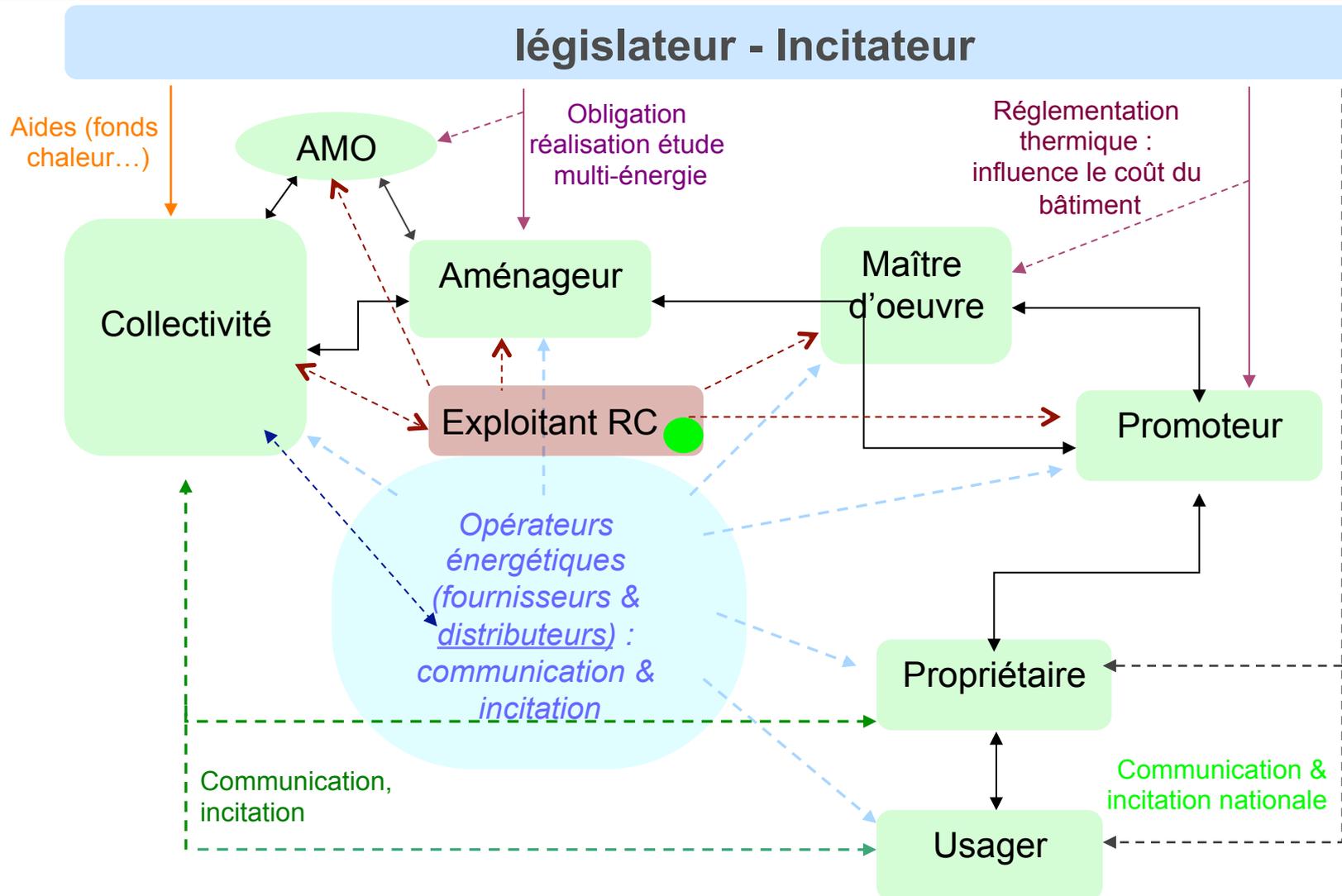
- Réseau bas carbone ($< 150 \text{ g eqCO}_2 / \text{kWh}$) => bonus Cep_{Max}
 - Réduction des coûts de l'enveloppe
 - Pas besoin d'installer du solaire en toiture
 - Réduction des coûts d'investissement pour le promoteur
 - Réduction des coûts d'exploitation et de maintenance pour l'utilisateur
 - Opportunité pour l'aménageur ou la collectivité :
 - De demander l'atteinte d'un label de la construction
 - De faire contribuer le promoteur au financement du réseau
- Etude d'approvisionnement énergétique pour les nouveaux bâtiments : possibilité, pas obligation, d'étudier le réseau de chaleur
 - L'aménageur et la collectivité devraient s'assurer que le réseau de chaleur est bien pris en compte dans cette étude, avant le permis de construire.

4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire

Les campagnes de communications et les incitations nationales et locales ont un rôle clé à jouer pour emporter la décision finale du client final

- Communication de la part des collectivités locales et des aménageurs sur les réseaux de chaleur renouvelable (dont solaire) et ses avantages (voir Label écoréseau de chaleur d'AMORCE)
- Points clés : transparence et visibilité du prix de la chaleur
- L'aide au raccordement peut permettre de faire pencher la décision

4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire



4.B. Jeu d'acteur et prise de décision pour la création d'un réseau solaire

Les opérateurs du gaz et de l'électricité sont souvent en contact avec les parties prenantes en amont des projets d'aménagement :

- Influence sur la prise de décision
- Subventions pour le raccordement au réseau de gaz, en concurrence avec le réseau de chaleur

Les opérateurs de réseaux de chaleur sont rarement en contact avec les parties prenantes en amont du projet, seulement une fois que la décision a été prise :

- Pas d'influence sur la prise de décision

Impliquer l'ensemble des opérateurs énergétique, ou aucun, dans le processus de décision ?

- Point important : AMO qualifiée et étude de faisabilité de bonne qualité

5 – Le cadre juridique de l'Europe au niveau local

- 5.A. L'Europe, les réseaux de chaleur et la planification urbaine
- 5.B. Cadre juridique au niveau national
- 5.C. Cadre juridique au niveau régional
- 5.D. Cadre juridique au niveau local

5.A. L'Europe, les réseaux de chaleur et la planification urbaine

- Directive efficacité énergétique 2012/27/EC :
 - Les Etats membres doivent évaluer leur potentiel en termes de réseaux de chaleur et de froid et adopter des plans nationaux qui peuvent être constitués de plans régionaux ou locaux de chaleur et de froid (Article 14 et Annex VIII)
- Directive énergies renouvelables 2009/28/EC :
 - Fixe des objectifs contraignants aux Etats membres pour la part d'EnR dans la consommation finale d'ici à 2020
 - Les Etats membres sont encouragés à développer les réseaux de chaleur et de froids en tant que technologie efficiente, adaptée à l'intégration d'énergies renouvelables à une large échelle

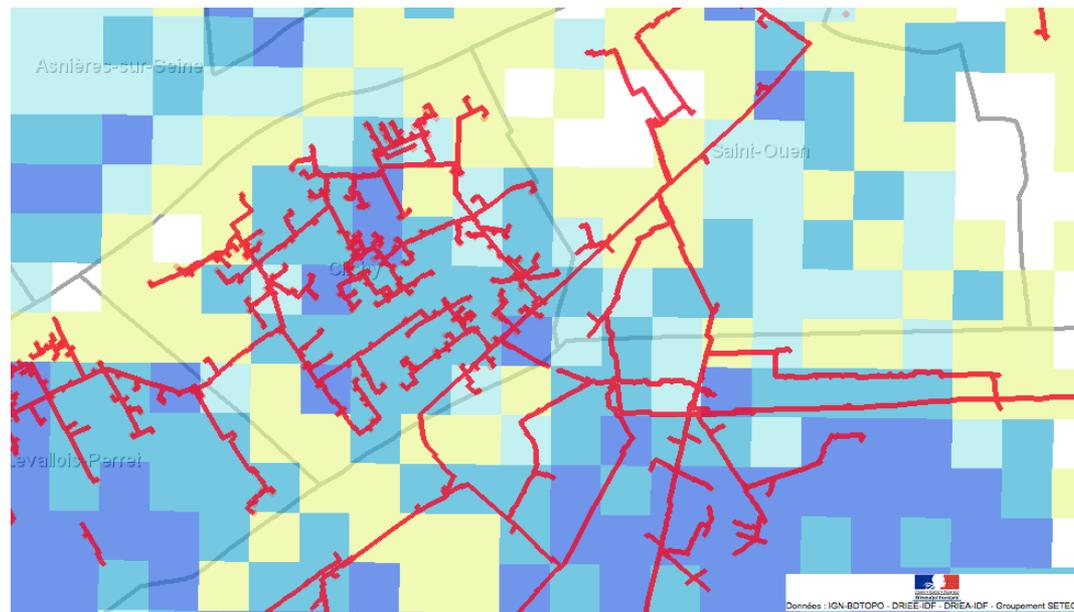
5.B. Cadre légal au niveau national

- Code de l'énergie :
 - 23% d'EnR d'ici à 2020, 32% d'ici à 2030
 - Baisse de 75% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050
 - Multiplication par 5 de la quantité d'énergie renouvelable et de récupération sur les réseaux de chaleur d'ici à 2030
- Finance et impôt :
 - TVA réduit à 5,5% (au lieu de 20%) sur la vente de chaleur à plus de 50% renouvelable ou de récupération)
 - Fonds chaleur
- Code de la construction et de l'urbanisme :
 - Obligation d'étude de d'approvisionnement en énergie (renouvelable) pour les nouveaux bâtiments et projets d'aménagement
 - Bonus du Cep_{Max} pour les bâtiments raccordés à un réseau bas carbone
 - MAIS : le solaire thermique hors réseau est mieux valorisé par la RT2012 que celui sur réseau

Emission de CO ₂ par kWh livré	Consommation réglementaire de base autorisée
Au delà de 150 g CO ₂ / kWh	50 kWh
101 -150 g CO ₂ / kWh	50 kWh + 10%
51 - 100 g CO ₂ / kWh	50 kWh + 20%
0 - 50 g CO ₂ / kWh	50 kWh + 30%

5.C. Cadre légal au niveau régional

- Schéma Régional Climat-Air-Energie (SRCAE) :
 - Peut identifier les besoins et sources de chaleur et les réseaux existants et évaluer le potentiel de développement
 - Fixe des objectifs de développement des EnR et des réseaux de chaleur



Potentiel de développement des réseaux de chaleur en Île-de-France

Source : DRIEE Île-de-France ile-de-france.reseaux-chaleur.fr

- **Local d'Urbanisme (PLU) et SCOT**
 - Peut définir une densité minimum de construction (et donc énergétique)
 - Peut inciter à la mixité des usages et donc à une consommation plus stable
 - Peut limiter l'installation de capteurs solaires en toiture
 - Doit contenir des orientations générales sur les réseaux d'énergie (LTE)
- **Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)**
 - Fixe des objectifs de développement des EnR (non contraignant)
- **Les collectivités peuvent classer un réseau (raccordement obligatoire) :**
 - Si :
 - > 50% EnR dans le mix énergétique du réseau
 - L'équilibre économique du réseau est assuré
 - Un comptage de la chaleur est réalisé en sous-station (déjà obligatoire)
 - Raccordement obligatoire pour :
 - Les nouveaux bâtiments
 - Les bâtiments existants en cas de changement d'un système de chauffage collectif > 30 kW, ou en cas de grosse rénovation
- **Possibilité de raccordement obligatoire dans les ZAC**

5.D. Cadre légal au niveau local

- Schéma directeur du réseau de chaleur
 - Bilan et exercice prospectif sur 10 ans
 - Objectif : amélioration technique, économique et environnementale
 - Prend en compte les besoins actuels et futurs de chaleur (rénovation, nouveaux abonnés etc.)
 - Prend en compte les sources d'énergie (solaire)
 - Evalue différents scénarios de développement
 - Etabli un plan d'action
 - Obligatoire d'ici à 2019 pour toutes les collectivités propriétaires d'un réseau de chaleur

6 – Pistes d'actions et recommandations

6.A. Au niveau national : plan stratégique des énergies renouvelables et solaire

6.B. Au niveau régional : recensement des réseaux existants, du potentiel de développement et définition d'objectifs

6.C. Au niveau local : carte des réseaux, schéma directeur des énergies, classement

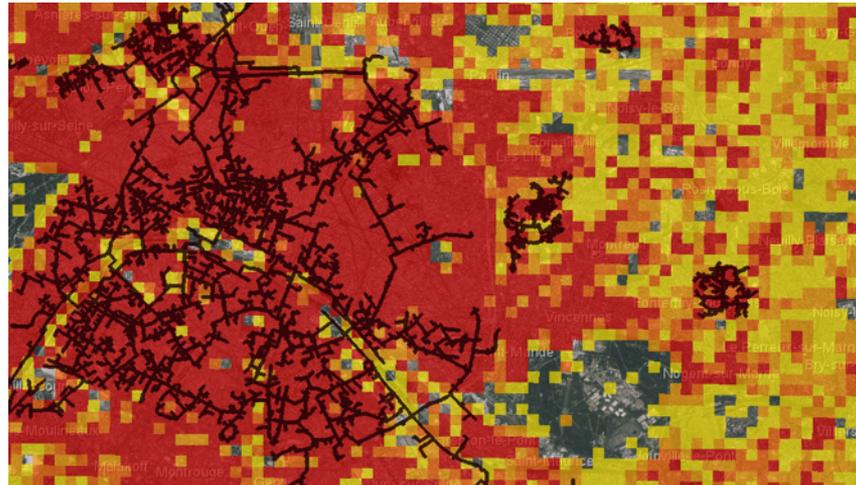
6 – Pistes d'actions et recommandations

- Rendre obligatoire une étude de faisabilité de création de réseau de chaleur pour les villes > 20 000 habitants
- Adapter les aides nationales aux coûts spéciaux liés au solaire sur réseau de chaleur
- Plan national stratégique de développement de la chaleur (LTE)
 - Croiser le potentiel national solaire et de réseaux de chaleur
- Outils de planification urbaine :
 - Ajouter un schéma directeur des énergies dans le PLU pour coordonner le développement des réseaux d'énergie (gaz, électricité et chaleur) (LTE : orientations générales)

6 – Pistes d'actions et recommandations au niveau régional

Exemple Île-de-France :

- Carte publique des besoins de chaleur, des réseaux



- **Objectifs de développement des réseaux de chaleur renouvelable dans le SRCAE :**
 - Raccorder 450 000 logements supplémentaires d'ici à 2020
 - Atteindre 50% d'énergie renouvelable et de récupération d'ici à 2020

6 – Pistes d'actions et recommandations au niveau local

- Intégrer la carte du réseau de chaleur dans le PLU (exemple de Grenoble)
- Réaliser un schéma directeur des énergies
 - Optimiser le développement des réseaux et les investissements publics
 - Identifier les zones de développement prioritaire des réseaux de chaleur et des réseaux solaires.
- Envisager le classement du réseau
- S'assurer que les études obligatoires (ZAC et bâtiment) sont bien réalisées et prennent en compte les réseaux de chaleur



PLU de Grenoble, en rouge le tracé du réseau de chaleur

7. Conclusions

Les réseaux de chaleur (solaire) sur nos territoires permettent :

- d’atteindre les objectifs énergétiques locaux, nationaux et européens
- L’intégration à grande échelle d’énergies renouvelables comme le solaire, en particulier dans les zones urbaines
- La compétitivité et la stabilité à long terme des prix en comparaison aux solutions individuelles
- L’accès à une ressource disponible partout et sans émissions

Le développement des réseaux de chaleur (solaire) et l’urbanisme sont liés:

- Encourager le développement des réseaux via la planification territoriale (énergétique et urbaine)

Principales recommandations pour développer les EnR et les réseaux de chaleur solaire :

- Coordonner la définition et la mise en œuvre de la planification urbaine et énergétique
- Intégrer les réseaux de chaleur avec les autres solutions énergétiques étudiées
- Intégrer les réseaux de chaleur solaire en amont des réflexions
- Communiquer et encourager les parties prenantes au niveaux national et local
- Monter des projets pilotes et faire remonter les bonnes pratiques

8. Références

Projet SDHplus : www.solar-district-heating.eu

AMORCE: www.amorce.asso.fr

SOLITES: <http://www.solites.de>

8. Pour plus d'information



SmartReFlex
www.smartreflex.eu



RES H/C SPREAD
www.res-hc-spread.eu



STRATEGO
www.heatandthecity.org.uk/about/workshops/stratego_project



SPECIAL-EU
www.special-eu.org



SUSREG
www.susreg.eu



CASCADE
www.cascadecities.eu



UP-RES
aaltopro2.aalto.fi/projects/up-res/