



SDHplus

Solar District Heating in Europe

WP3 – Case studies for changeover to SDH
Case studies on pilot plant and case studies
on integrating SDH into existing network

D3.3 – Retours, leçons apprises et synthèses des études de cas SDHplus



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Legal Disclaimer:

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the funding authorities. The funding authorities are not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Ecrit et traduit de l'anglais par:

Amandine LE DENN – TECSOL (France)

Contributeurs:

AT SOLID
CZ CityPlan
DE SOLITES
DK Planenergi
FR CEA-INES and TECSOL
HR EIHP
IT AIRU - Polimi
LT LEI
PL IEO
SE Enerma
SI UNILJ
SP TECNALIA

Date: Juin 2015

Sommaire

INTRODUCTION	3
1. CONTEXTE DES ETUDES	4
2. RESULTATS DES ETUDES DE CAS	7
3. RETOURS D'EXPERIENCE SUR LES ETUDES DE CAS	9
3.1 les motivations initiales	9
3.2 Les outils et méthodes	10
3.3 L'analyse SWOT	11
3.4 La décision des maitres d'ouvrage	12
CONCLUSION	13

INTRODUCTION

Ce rapport est une synthèse des retours et leçons apprises des contributeurs des études de cas menées dans le cadre de la tâche « WP3 » du projet SDHplus.

Les retours d'expérience ont été collectés grâce à des questionnaires. L'objectif de ce questionnaire est de mettre en valeur les bonnes pratiques et leçons apprises, les motivations et les changements d'attitude de certains acteurs au regard des réseaux de chaleur solaire (SDH). Les questions posées aux participants peuvent être divisées en 4 catégories, elles sont les suivantes :

- **A propos du lancement de l'étude**

Qui a été à l'initiative de l'étude ? Avez-vous eu à convaincre les parties prenantes du réseau de chaleur ou ont-ils posés des questions à propos du solaire sur réseau de chaleur ? Quelles leçons avez-vous apprises de cette étape ? Quelle est l'opinion de l'initiateur de l'étude à propos des réseaux de chaleur solaire ?

- **A propos de la méthodologie et des calculs**

Pour chaque étude de cas quelles leçons avez-vous apprises ? Qui a fait l'étude ? Combien de temps a-t-il fallu pour mener à bien l'étude ? Avez-vous utilisé une méthode spécifique pour contacter et convaincre ? Quelles difficultés avez-vous rencontrées (données manquantes, objectifs inatteignables, ...) ? A propos des méthodes de calcul, laquelle avez-vous utilisée (pour les calculs énergétiques, les calculs économiques, ...) ? Quels-en sont les aspects les plus intéressants ?

- **A propos de solaire, de réseau de chaleur et de réseau de chaleur solaire**

Concernant l'intégration du solaire sur un réseau de chaleur (existant) ou sur les réseaux de chaleur solaire à créer... quels sont les aspects les plus intéressants de votre étude de cas ? Le solaire est-il une option réaliste ? Pourquoi ?

- **Décision du propriétaire**

Le projet étudié dans l'étude de cas va-t-il se transformer en une réalisation ? Quelles sont les motivations principales de l'opérateur ou la collectivité ?

Les fiches présentant les études de cas sont disponibles en anglais sur le site SDH <http://www.solar-district-heating.eu/> (Documents/SDH case studies). Les fiches des études de cas menées en France sont aussi disponibles en français.

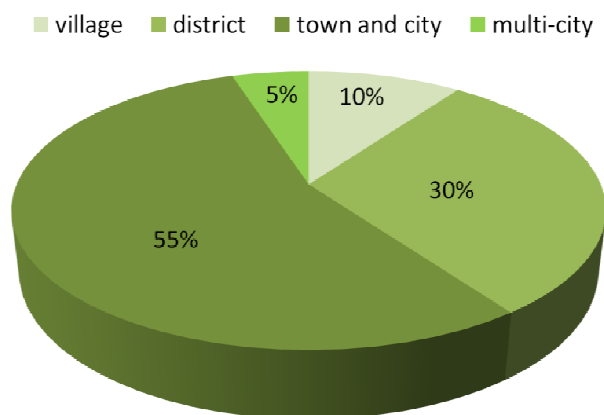
1. CONTEXTE DES ETUDES

Le présent rapport a été établi sur la base des 40 études de cas menées dans le cadre de la tâche « WP3 » du projet SDHplus.

La répartition des études de cas sur le territoire européen est donnée dans la carte ci-dessous.

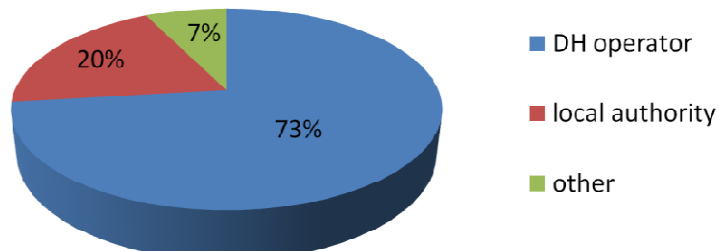


La plupart des études de cas concerne des réseaux de chaleur situés dans des villes (34 cas). Seules quelques études concernent des projets pour des réseaux de village (6 cas). L'étude « multi-ville » présente la réalisation d'un maillage de réseaux de chaleur solaire entre plusieurs villes.



Les études de cas ont été commandées par différents types d'acteurs, appelés dans la suite du rapport « maîtres d'ouvrage » des études. Les trois catégories ci-dessous sont les principaux maîtres d'ouvrage rencontrés pour les études réseaux de chaleur solaire :

- Collectivités (rouge)
- Opérateur de réseaux de chaleur public ou privé (bleu)
- Autres: consultants techniques, association d'usagers, association pour les énergies renouvelables (vert)



L'industrie du solaire thermique a montré beaucoup d'intérêt sur le sujet et les résultats des études mais aucun acteur de cette catégorie n'a souhaité initier une étude.

Dans chaque pays, les aides publiques et les incitations ne sont pas toutes au même niveau. Le tableau suivant, collecté dans le cadre du projet (tâche « WP2 »), présente les aides disponibles pour les réseaux de chaleur solaire dans chaque pays :

Aides pour les réseaux de chaleur solaire	
AT	2012: Les réseaux de chaleur ont des subventions basées sur la nature du combustible et la puissance chaud/froid 2015: Programme d'aide nationale pour les installations solaires entre 100 et 2000 m² de capteurs. Ce programme est issu du fond climat autrichien, qui promeut notamment la mise en oeuvre de systèmes solaires innovants.
CZ	2012: "Bonus vert" pour la chaleur issues de source ENR pour les réseaux (solaire n'est pas inclus). Programme de subventions pour la rénovation de réseaux de chaleur (fin du programme en 2013).

DE	2012: tarif de rachat de l'électricité issue de cogénération, support à l'investissement pour les réseaux de chaleur et de froid, les stockages (chaud/froid) utilisés pour les cogénérations avec d'autres sources d'énergie renouvelables (incluant le solaire).
DK	2012: le solaire thermique compte comme une économie d'énergie et a, dès la première année, une valeur de 35 à 45 €/MWh. Le solaire est moins cher que les combustibles fossiles.
ES	2012: Pas de subventions pour les réseaux de chaleur mais programmes d'aide régionaux et national pour le solaire thermique. <i>Financement national : 1000€/kW avec un minimum de 20 k€ par projet, un maximum de 250 k€ pour 1 projet, 1 M€ pour un ESCO</i>
FR	2012: Subventions issues du Fonds Chaleur géré par l'ADEME. Ce fond finance la chaleur d'origine renouvelable pour différentes applications, les réseaux de chaleur et le solaire collectif notamment. Il est doté d'environ 200 M€ par an. Pour les particuliers, crédits d'impôt pour le solaire thermique (32% de l'investissement). 2014: appel à projet spécifique du Fonds Chaleur (« Fonds NTE ») flèche les projets innovants et inclus explicitement les réseaux de chaleur solaire. 2015-2016: appel à projet spécifique du Fonds Chaleur " Grandes installations solaire thermique " pour les installations de plus de 300 m ² notamment pour sur réseau de chaleur. IL est doté d'environ # 2 M€/an. De plus, les réseaux utilisant une chaleur issue à plus de 50% d'ENR&R bénéficie d'une TVA à taux réduit (5.5% au lieu de 20%) sur la vente de chaleur.
HR	2012: Pas de subvention, ni pour les réseaux de chaleur, ni pour les énergies renouvelables 2015: Consultation publique pour un nouveau programme "Action pour les Energies Renouvelables" incluant les réseaux de chaleur. Les seuls supports réels sont les appels à projets lancés occasionnellement dans le cadre du fond pour la protection pour l'environnement et l'efficacité énergétique. Seuls les installations solaires individuelles sont concernées en générales.
IT	2012: Création d'un fond de garantie pour les nouveaux réseaux de chaleur utilisant la chaleur renouvelable. Mais une partie de ce fond a été redirigée pour aider l'efficacité énergétique des bâtiments publics. 2012: Crédit d'impôt pour le solaire thermique, les autres énergies renouvelables et les mesures d'efficacité énergétique. Pour les installations solaires collectives jusqu'à 1000m², il y a des aides à l'investissement en fonction de la surface installée (jusqu'à 65% du cout d'investissement) 2015: Le mécanisme d'aide est en revision pour avoir des aides au kWh produit (certifié par solar keymark) et pour des installations jusqu'à 2500 m².
LT	Pas de subvention pour la chaleur.

PL	<p>2012: Le Fond National pour la protection de l'Environnement et la gestion de l'Eau support le solaire thermique dans 2 programmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un programme "prosumer", pour les années 2015-2022, supporte le solaire thermique parmi d'autres ENR productrice de chaleur et d'électricité et s'adresse aux particuliers et aux bailleurs - Le programme « stork », pour les années 2014-2013, pour les professionnels, supporte le solaire thermique collectif. <p>2012: Le FEDER géré par les region (2014-2020). Le Solaire Thermique est une ENR éligible aux aides si il est combiné avec des actions d'efficacité énergétique.</p>
SE	<p>2012: De 2000 à 2012 il y avait des aides à l'investissement pour les installations solaires thermiques à hauteur de 2.50 SEK/kWh de production solaire annuelle, jusqu'à 30M°SEK par projet. Ce fond a été utilise dans de nombreux projets bases sur le modèle "net-metering" (solaire sur réseau de chaleur dédcentralisé – voir WP2)</p> <p>Avec la nouvelle réglementation SFS 2011 :1105, l'aide a été supprimée, car l'opinion gouvernementale est que la chaleur solaire est de toute façon</p>
SI	<p>2012: Il existe des subventions pour le solaire thermique, avec un maximum de 200-300 k€. Les subventions sont un taux en fonction du type de maitre d'ouvrage (10% des coûts pur les compagnies, 30% pour les grandes entreprises, 40% pour les ME, 50% pour les PE). IL n'y a plus d'aide pour les particuliers.</p> <p>Il y avait des aides pour les réseaux de chaleur avec de la biomasse mais il n'y en a plus depuis 2011</p>

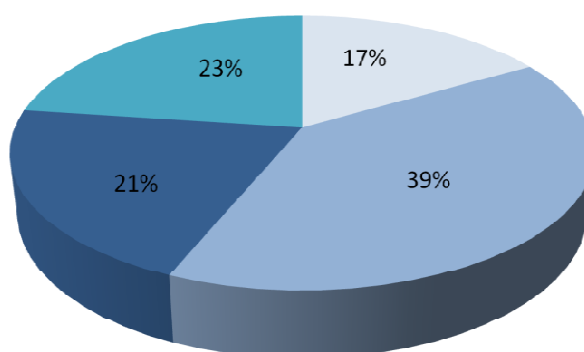
2. RESULTATS DES ETUDES DE CAS

La plupart des études de cas a été réalisée pour des centrales solaires s'intégrant à des réseaux de chaleur (DH) existants. La répartition est donnée dans les tableaux ci-dessous :

Réseau existant	30	75%	Centrale solaire	29	72%
Nouveau réseau	10	25%	Solaire décentralisé	11	28%

La taille des installations solaires pré-dimensionnées dans les études de cas varie de 100m² à 40 000 m² dans les proportions décrites par le graphique suivant. Certaines études de cas présentent les résultats énergétiques et économiques pour différentes tailles d'installation.

■ <500 m² ■ 500-3000 m² ■ 3000-9000 m² ■ > 10000 m²



Les taux de couverture solaire (en %) calculés dans les résultats des études sont souvent inférieurs à 15%. La répartition est précisée dans le tableau ci-dessous.

<5%	5-15%	>15%
12 études	18 études	16 études

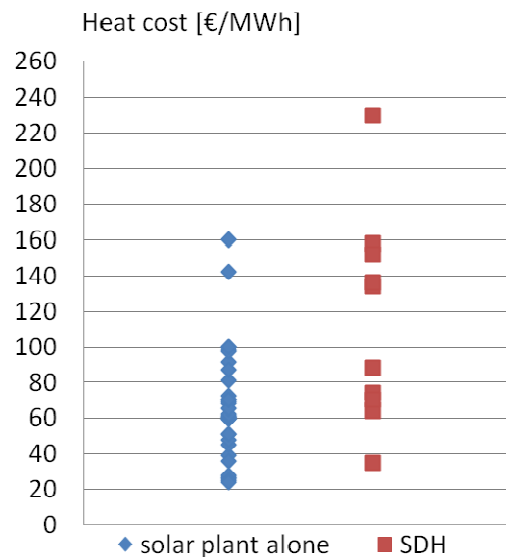
NB: le taux de couverture solaire représente le rapport entre la production solaire et la production totale de chaleur.

Le coût de la chaleur est défini de façon simplifié tel que :

$$\text{Coût global de l'installation} / \text{Production de chaleur sur la durée de vie}$$

Le coût global est calculé sans aides et sans TVA. Dans certaines études il s'agit de coûts et grandeurs actualisés.

Le coût de la chaleur solaire d'une centrale connectée à un réseau en Europe est de 30 à 100€/MWh selon les études (en bleu sur le graphique suivant). Le coût d'un réseau de chaleur solaire complet (incluant les sous-stations, le solaire et les autres moyens de production et le réseau) a une distribution plus large, dépendant des caractéristiques du réseau et de la production : entre 40 et 230 €/MWh (en rouge sur le graphique suivant).



3. RETOURS D'EXPERIENCE SUR LES ETUDES DE CAS

Le contexte économique et les politiques en faveur des énergies renouvelables varient selon les pays, de même que l'intérêt pour les réseaux de chaleur d'une part, pour le solaire thermique d'autre part.

Les paragraphes suivants collectent et rassemblent les leçons à tirer des études, quel que soit le pays.

3.1 LES MOTIVATIONS INITIALES

Les connaissances initiales des acteurs des réseaux de chaleur et du solaire thermique sont différentes d'un acteur à un autre, d'un pays à un autre. Les acteurs des pays partenaires du projet européen SDHtake-off (1er projet sur les SDH) ont globalement déjà des acteurs nationaux qui connaissent l'application particulière des SDH. L'intérêt spontané sur le sujet est rare, la plupart des acteurs a été sensibilisée au cours des campagnes d'information et de présentation organisées dans le cadre du projet SDHplus. Les outils principalement utilisés pour intéresser les maitres d'ouvrage (§1 pour la définition des maitres d'ouvrage) sont les suivants:

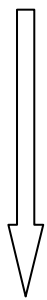
- Appel à intérêt soumis à un public spécifique d'acteurs des réseaux de chaleur (emailing, newsletters, ...)
- Groupes de travaux nationaux organisés dans le cadre de la tâche « WP5 » du projet SDHplus
- Conférence internationale sur les réseaux de chaleur
- Contacts directs par email ou téléphone

Après ces premiers contacts, les motivations exprimées par les différents acteurs européens sont les suivants :

Collectivité	Opérateur de DH	Autres
<p>Accroître le taux d'ENR et diminuer les émissions de CO2 du réseau de chaleur situé dans le périmètre d'action de la collectivité</p> <p>Ajouter une source d'énergie renouvelable au mix énergétique</p>	<p>Obtenir des labels</p> <p>Amélioration du mix énergétique</p> <p>Optimiser le réseau de chaleur</p> <p>Construire un éco-quartier</p> <p>Etre obligé par la collectivité</p> <p>Accroître l'acceptation par le public d'une extension de réseau</p> <p>Anticiper la future réglementation</p>	<p>Améliorer la connaissance sur les réseaux de chaleurs solaires</p>

Dans certains cas, les études de faisabilité traduite en études de cas pour SDHplus ont été cofinancées par les pouvoirs publics. Ces financements ne constituent pas une première motivation mais permettent souvent d'aller vers la réalisation d'une étude technico-économique détaillée, nécessaire à une bonne évaluation du potentiel d'un réseau de chaleur solaire. Dans certains cas, des maitres d'ouvrage étaient si peu motivés qu'ils n'auraient pas payé pour une étude.

L'implication des maîtres d'ouvrage pour la réalisation d'études réseau de chaleur solaire est évolutive, elle est présentée dans le diagramme suivant.



- Est informé sur les principes de base des réseaux de chaleur solaire
- A visité une installation SDH localement (principalement pour les pays DK, DE, AUS, SE)
- A visité une installation SDH à l'étranger
- A participé à une ou plusieurs Conférence Internationale SDH
- Est impliqué dans un projet collaboratif sur le sujet des SDH
- Accueille et encadre un stage ou une thèse sur le sujet des SDH
- Réalise un réseau de chaleur solaire

3.2 LES OUTILS ET MÉTHODES

Selon les retours d'expériences et témoignages des partenaires du projet et des acteurs des études de cas, les principales leçons apprises sur les outils et la méthodologie sont les suivantes:

- Des compétences d'ingénierie sont indispensables pour mener les calculs nécessaires aux études de cas. L'expérience sur le sujet est aussi nécessaire pour pouvoir poser les bonnes hypothèses, analyser les résultats, et évaluer rapidement le potentiel du solaire sur réseau de chaleur et des réseaux de chaleur solaire complets.
- Des calculs horaires doivent être fait, ce qui nécessite l'utilisation d'outils tel que TRNSYS, Polysun ou EnergyPro. Ces calculs sont recommandés lorsqu'on travail sur des solutions complexes (SDH complets), qu'on recherche un dimensionnement d'installation précis, un bilan énergétique détaillé. Ils sont indispensables lorsqu'on souhaite comparer des solutions spécifiques (régulation, schéma hydraulique particulier, réseau de chaleur multi-energy, ...).
- Il existe peu d'outil simple de pré-dimensionnement permettant d'obtenir rapidement et un à stade initial du projet, une prévision des performances globale d'installations solaires connectées à des réseaux de chaleur.
- Les calculs économiques nécessitent la connaissance de notions financières clés et des valeurs de certains paramètres adaptés à l'application et aux acteurs (taux d'actualisation, taux d'intérêt, prix des composants et de l'installation,)
- La charge du réseau doit être accessible sur une année à un pas de temps horaire pour faire les calculs. Pour les réseaux existant, le profil peut être obtenu grâce aux mesures existantes, sinon une mesure doit être proposée dans le cadre de l'étude. Pour les réseaux neuf, le profil peut être obtenus par calcul à partir des résultats des simulations de bâtiment.
- La définition des indicateurs et la limite des résultats doivent être clairement explicitées et présentées au maitre d'ouvrage.

Les retours des partenaires sur les études de cas ont montré qu'il peut être difficile d'obtenir les données d'entrées indispensables à la réalisation de celles-ci. Les ingénieurs doivent être capables de poser des hypothèses issues de leur expérience OU de valider les valeurs en accord avec l'opérateur du réseau de chaleur et/ou le maitre d'ouvrage.

Une conclusion exprimée par l'un des partenaire présente une solution intéressante en termes de méthodologie: « *Il est parfois important pas seulement de calculer les performances d'une installation comme le maitre d'ouvrage le souhaite, mais aussi de regarder les autres options possibles pour obtenir une solution la plus intelligente possible, d'un point de vue énergétique et économique, en prenant en compte le contexte. L'expérience montre que la discussion est souvent ouverte si une autre solution prouve aussi sa faisabilité. Cependant, la « meilleure » solution ne doit pas être imposée et les dimensions doivent rester flexibles pour suivre les demandes du maitre d'ouvrage.* »

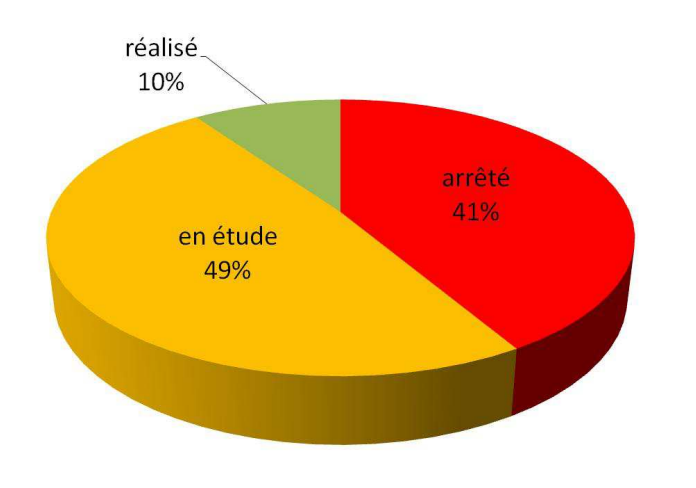
3.3 L'ANALYSE SWOT

L'étude des forces (S), faiblesses (W), opportunités (O) et barrières (T) présentée ci-dessous a été réalisée à partir des retours effectués par les partenaires et les maitres d'ouvrage lorsqu'ils ont répondu à la question « *concernant l'intégration du solaire sur des réseaux de chaleur ou la création de réseaux de chaleur solaire, quel est l'aspect le plus valorisable de votre étude ? Est-ce une option réaliste ? Pourquoi ?* ». Ces questions ont aussi été comprises comme « *Quelles leçons peut-on tirer des SDH ?* ».

Force (S)	Faiblesse (F)
<p><u>Pas de barrières technique pour l'intégration du solaire sur réseau de chaleur</u></p> <p>Les SDH sont des options réalistes</p> <p>Le solaire sur réseau de chaleur permet un plus haut taux de couverture solaire que les applications d'eau chaude sanitaire</p> <p>Le prix du solaire sur DH est moins élevé que le prix des combustibles fossiles (DK)</p> <p>Les opérateurs de réseaux de chaleur solaire existants sont motivés pour construire et exploiter d'autres SDH, ou pour conseiller d'autres entreprises pour le faire.</p>	<p>Investissement initial élevé</p> <p>Les opérateurs de DH locaux ont des capacités d'investissement faibles</p> <p>La législation en faveur de la production d'eau chaude sanitaire solaire rend les 2 solutions concurrentes</p> <p>L'investissement privé à la place de l'investissement public fait monter le prix de la solution SDH d'au moins 20%</p> <p>Manque d'aides à l'investissement pour les SDH</p> <p>Application peu connue par les opérateurs locaux, le solaire est vu comme un risque important</p> <p>La place disponible en zone urbaine peut venir limiter la taille de l'installation solaire et sont taux de couverture</p>
Opportunité (O)	Barrières (T)
<p>Prix élevé des combustibles fossiles alimentant les réseaux</p> <p>Emissions de CO2 des réseaux avec combustibles fossiles élevés</p> <p>L'intégration de solaire permet d'accroître la production d'électricité (revendu) des cogénérations</p> <p>Certains réseaux de chaleur sont situés dans des zones non connectées au réseau de gaz naturel</p> <p>Taux élevés d'aides à l'investissement</p> <p>Réseaux de chaleur avec des charges estivales importantes (ECS, absorption froid, process)</p> <p>Augmentation dans les prochaines années du prix des énergies (biomasse, gaz naturel, ...)</p> <p>Augmentation des connaissances sur les applications du solaire thermique, diminution des coûts d'installation et de matériel (effets d'échelle)</p>	<p><u>Le solaire sur réseau de chaleur n'est pas compétitif par rapport à une solution traditionnelle biomasse + combustible fossile</u></p> <p>Les collectivités n'ont pas de capacité d'investissement</p>

3.4 LA DÉCISION DES MAITRES D'OUVRAGE

Les retours collectés au moment de la rédaction du rapport sont présentés ici. La plupart des études de cas a donné lieu à des discussions en interne chez les maîtres d'ouvrage, opérateurs et collectivités (70%). Parmi les 40 études de cas, 4 d'entre elles ont trouvés une voie favorable vers une réalisation.



Les arguments exprimés en faveur/défaveur de la solution présentée, après prise en compte des résultats des études sont les suivants :

+	-
<p>Image positive</p> <p>Coût de l'électricité faible en été => les cogenerations ne sont pas économiquement viable</p> <p>Faire des économies</p> <p>Passer des combustibles fossiles aux énergies renouvelables</p> <p>Action politique menée par une collectivité locale</p> <p>Nouveau contrat de réseau de chaleur</p> <p>Nouveaux programmes d'aides</p> <p>Nouvelle solution, innovante et originale</p> <p>Impose la réduction des températures du réseau de chaleur</p> <p>La chaleur solaire est un compétiteur de la chaleur fatale délivrée par les incinérateurs</p>	<p>D'autres solutions sont plus faisables dans le cas étudié.</p> <p>La solution SDH proposée n'est pas financièrement compétitive comparativement à une solution avec des solutions plus traditionnelles (bois, gaz naturel, rejet de chaleur d'incinération).</p> <p>Nous n'avons pas la capacité d'investir.</p> <p>Prendre un risque et trouver une place pour le stockage inter saisonnier.</p>

En dépit du fait que quelques études ont menées vers des réalisations (4 études), il faut souligner que les pays nouvellement venu sur le sujet (FR, HR, LT, PL principalement) effectuaient les études pour la première fois.

CONCLUSION

Les opérateurs ont été sensibilisés à l'application réseau de chaleur solaire et disposent de données qualitatives et quantitatives ainsi que d'exemples. Ils ont maintenant **l'opportunité d'intégrer le solaire dans leurs futures évaluations**. Le travail à faire est donc de continuer à disséminer les résultats des études et d'aider les opérateurs de réseaux et les collectivités à proposer/évaluer les solutions SDH dans leurs futurs projets.

Un indicateur clé présenté comme résultats dans les études (voir fiches) et qui intéresse les opérateurs et collectivités ainsi que l'industrie du solaire thermique est le rapport entre les coûts et les performances. Pour satisfaire les exigences des opérateurs, les études doivent mettre en valeur les aspects « rentabilité » vis-à-vis de l'opérateur et des consommateurs.

Le **volet financier** est celui qui revient le plus souvent dans l'abandon des projets. C'est un point clé pour aller vers des réalisations de réseaux de chaleur solaire. Le travail mené pour la réduction des coûts, la recherche d'investisseurs potentiels et les **modèles d'affaires adaptés** doit être continué.

Selon les retours collectés, les activités réalisées dans le cadre du "WP3" du projet SDHplus ont été très profitables, tant du point de vue des partenaires du projet que des maîtres d'ouvrage à l'origine des études.

Les pays nouveau-venus sur le sujet ont augmentés leurs connaissances et compétences dans le domaine des réseaux de chaleur solaire. Ceci est indispensable pour continuer à promouvoir cette application dans nos pays.

Les maîtres d'ouvrage et partenaires des études ont eu la possibilité d'évaluer réellement et concrètement des réseaux de chaleur solaire. Les études de cas ont montré globalement qu'il n'y a pas de barrière technique majeure pour les SDH, et même pour l'intégration de solaire sur réseau existant.

Les fiches de synthèse des études de cas sont des documents utiles pour communiquer avec les maîtres d'ouvrage non impliqués, pour leur montrer des exemples concrets.

Toutes les activités du projet SDHplus ont été utiles pour aider les partenaires à réaliser les études de cas et devraient être maintenues pour permettre à chaque pays de diffuser largement les applications SDH :

- Coaching, help-desk et formation par les pays experts (surtout sur les aspects techniques comme le dimensionnement, la régulation, ...)
- Connaissance des contextes nationaux et européens (incitations, aides, ...)
- Réseau professionnel actif au niveau national et international
- Outil de communication national fixe et à jour (site web)

Pour les prochaines années, le soutien à ce type d'activité est recommandée pour faire naître une filière pérenne à l'application réseau de chaleur solaire.