

Déjeuner veille « Réseaux et stockage »

Séance n °3 du 23 Octobre 2014

Pilotage : Nicole Mermilliod (CEA), Pascal Brault (CNRS), Nouredine Hadjsaid (CPU)

Réalisation : Cécile Diamantis (CEA), Arnaud Witomski (CEA)

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Contexte du déjeuner / veille

Dans le cadre du CVT Ancre, une action de veille stratégique a été lancée pour le GP10 « réseaux et stockage » dans le but de :

- comprendre et optimiser la complémentarité ou les synergies entre les différents instituts français de l'alliance Ancre effectuant de la R&D sur le sujet ;
- analyser les initiatives / dynamiques / forces en présence industrielles et académiques au niveau international pour mieux se positionner par rapport à celles-ci au niveau national ;
- donner l'occasion au GP10 d'échanger autour de ces informations.

Deux séances ont eu lieu le 18 décembre et le 3 juin, à Paris, organisées par le Bureau d'Etude Marketing du CEA



Deux sujets focus



Un bulletin de news

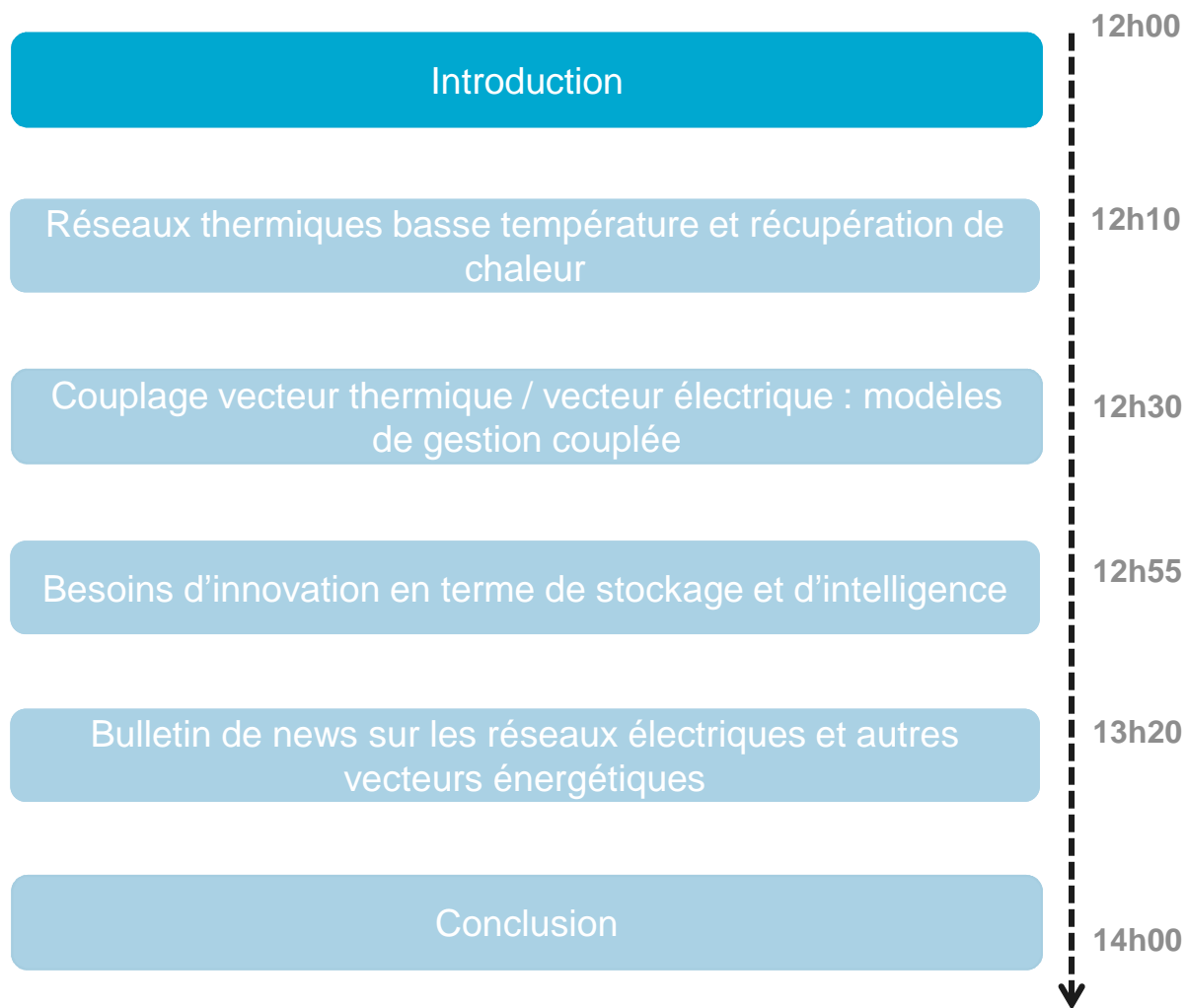
Sujet focus

Validé par les
leaders du GP

Comme convenu avec les leaders du GP, nous traiterons des réseaux et stockage thermiques avec 3 sujets focus lors de cette séance :

1. Les réseaux basse température et la récupération de chaleur des industries et des bâtiments
2. Couplage vecteur thermique/vecteur électrique: modèles de gestion couplée des deux énergies à partir de quelques exemples.
3. Besoins d'innovation en terme de stockage et d'intelligence de gestion

AGENDA



➤ Quatrième phase de développement des réseaux de chaleur suite au Grenelle de l'environnement et début de développement des réseaux de froid.

❁ RÉSEAUX DE CHALEUR en France



Source : Via Seva



Historique

- 1930 • **Création des premiers réseaux de chaleur** (Paris – 1928)
- 1950 • **50's-70's**: forte urbanisation, développement des réseaux de chauffage urbain fonctionnant généralement au **fuel lourd ou au charbon**
- 1970
- 1980 • **80's**: nouveau développement suite au choc pétrolier, à partir de **géothermie profonde (1000 à 2000 m)**.
- 2010 • **2010: Grenelle de l'environnement** : importance des réseaux de chaleur pour l'alimentation en énergie renouvelable des bâtiments. (loi Grenelle I institue le Fonds Chaleur piloté par l'ADEME)

Réseaux de chaleur:

- **450 réseaux** de chaleur en France répartis sur le territoire: **26TWh d'énergie finale ou 2 millions d'équivalents logements soit 6% du chauffage** en France.
- Accélération du déploiement en France.
- En France les réseaux thermiques alimentent **essentiellement les ménages (60%)** et le secteur tertiaire (hôpitaux, établissements scolaires et militaires). L'industrie occupe une place marginale.

Réseaux de froid:

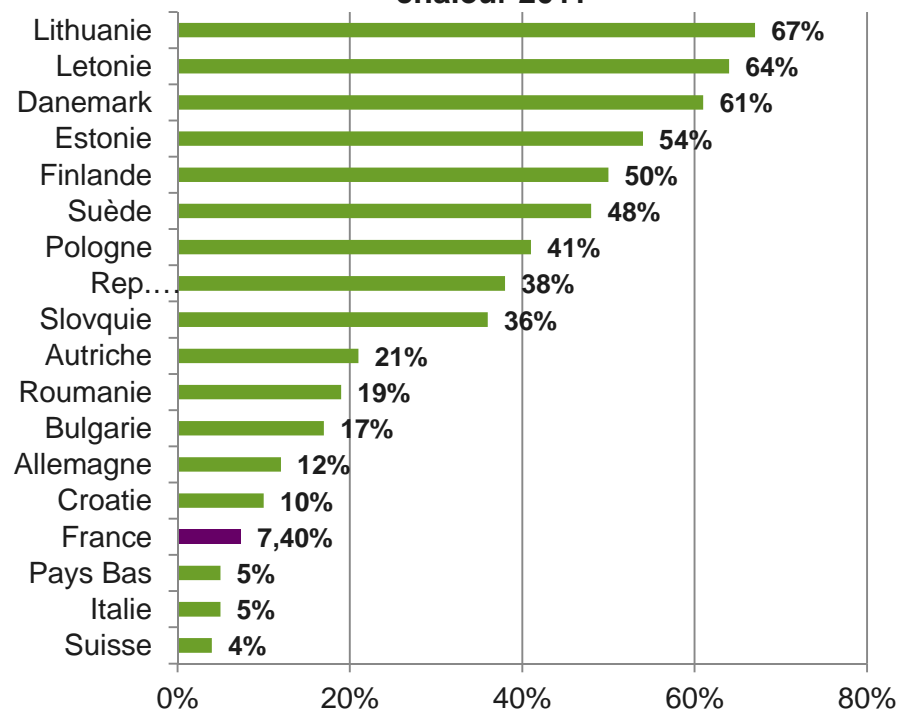
En 2008, la France détenait la première puissance installée d'Europe avec 620 MW, **14 réseaux de froid desservant 80 000 équivalents logement (894 GWh d'énergie finale), 130 km de canalisation.**

Source: SmartGrid-CRE

Les réseaux de chaleur et de froid en Europe

➤ Près de 5000 réseaux de chaleur en Europe, principalement en Europe du Nord et de l'Est.

Part de la population alimentée par des réseaux de chaleur 2011



Source: Euroheat & Power 2013

- La part dans la consommation finale est plus faible en France que dans les autres pays européens.
- 5000 réseaux de chaleur en Europe (source CRE)
- De fortes disparités entre les pays
- Les réseaux de chaleur sont alimentés à 80% par la chaleur issue de la cogénération, la récupération de chaleur fatale et les énergies renouvelables.

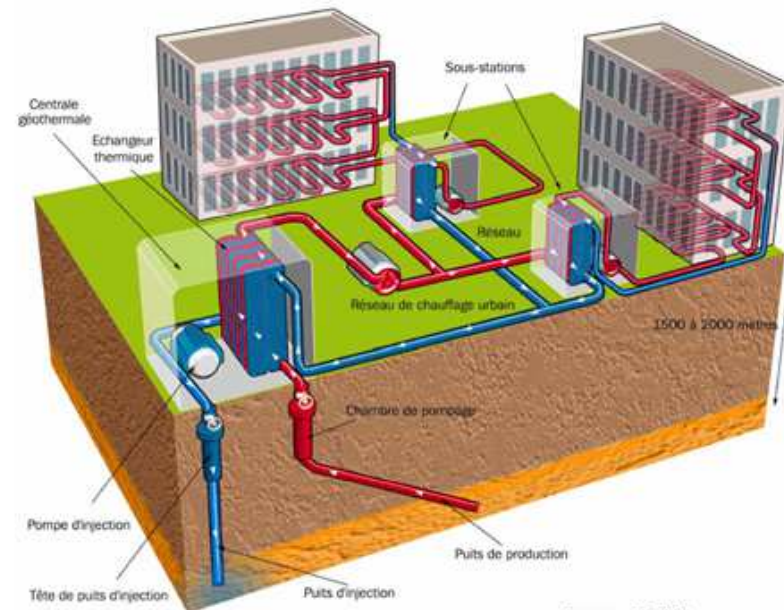
Fonctionnement d'un réseau thermique

- Une ou plusieurs unités de production, un réseau primaire, des sous stations, un réseau secondaire.

Fonctionnement d'un réseau de chaleur

- Un réseau de chaleur est composé d'une **unité de production** de chaleur, d'un **réseau primaire** de canalisations, de **sous stations d'échanges**
- **Le réseau de canalisation primaire fonctionne en boucle fermée et transporte un fluide caloporteur.** On distingue 3 types de fluides caloporteurs:
 - L'eau chaude (60 à 110°C)
 - L'eau surchauffée (110 à 180°C)
 - La vapeur (200 à 300°C)
- Les pertes en ligne sont très fortes, le fluide ne peut être transporté que sur quelques km.
- **Les sous-stations sont composées d'échangeurs thermiques** dotés de compteur de chaleur.
- **Le réseau secondaire est géré par le responsable d'immeuble**

Zoom sur le fonctionnement
d'un réseau de chaleur grâce à la géothermie



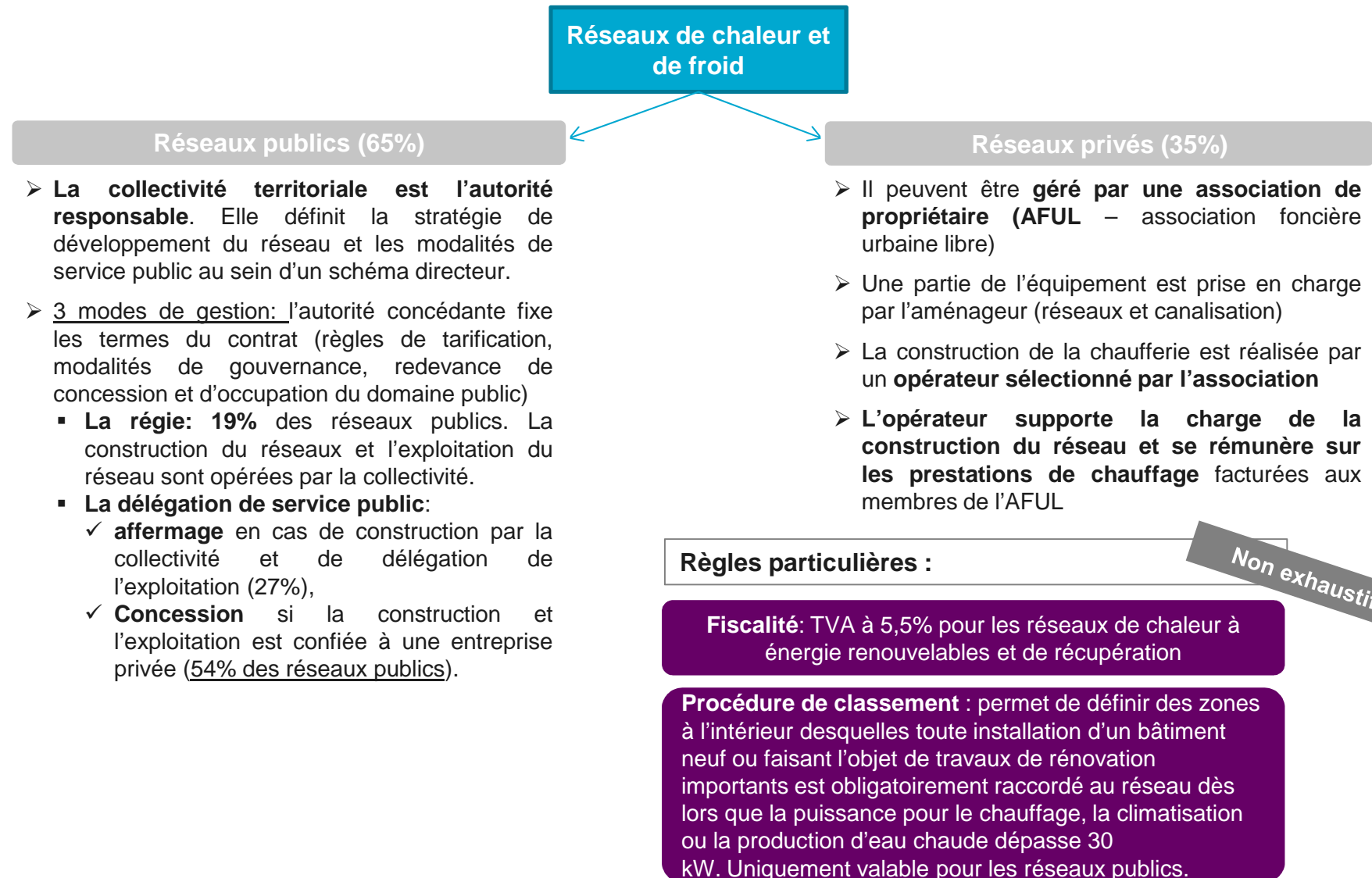
Source : ADEME

Les sources d'énergie

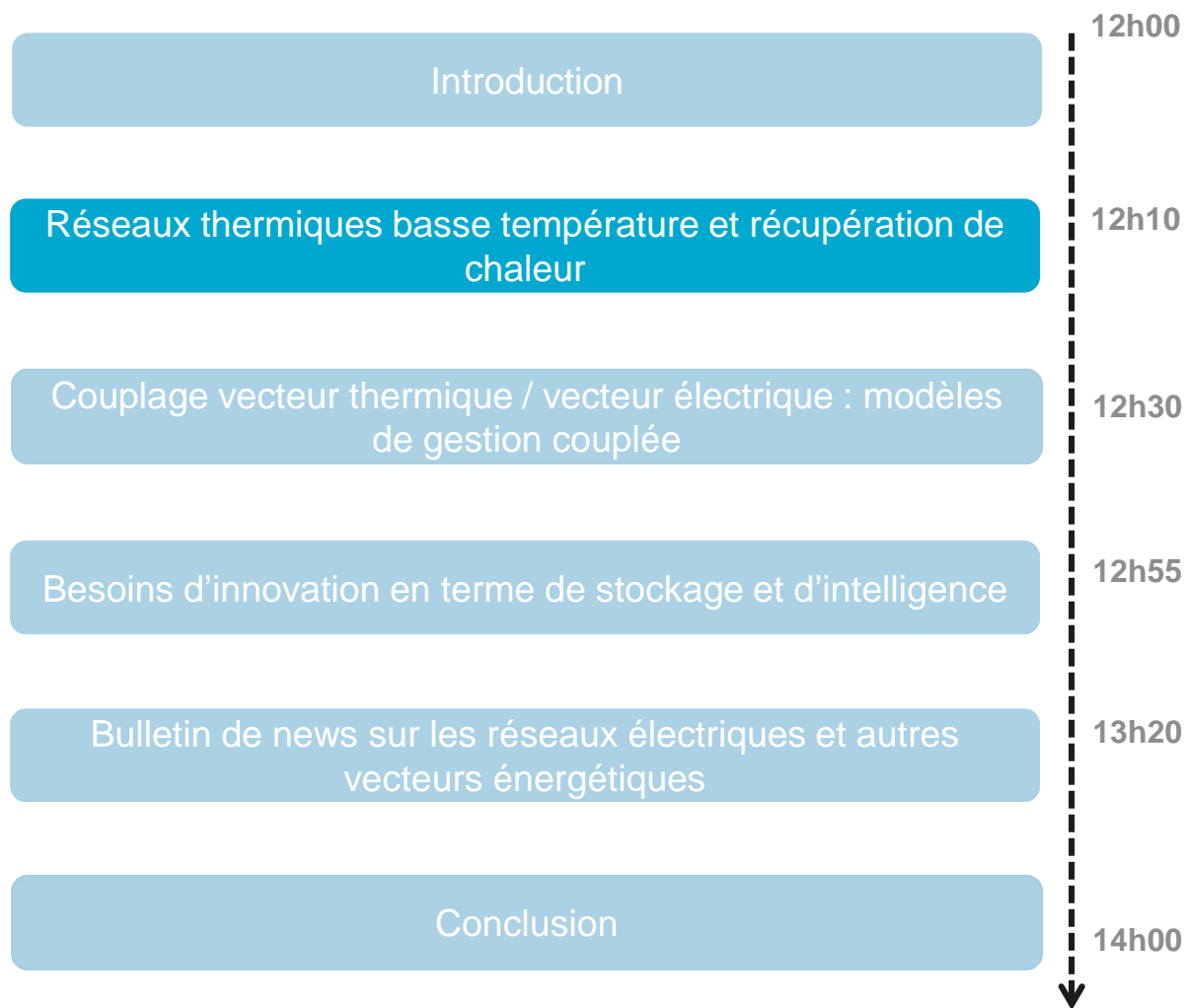
- **Énergies fossiles (42,22%)**: gaz naturel, fioul, charbon produisant de la chaleur par combustion.
- **Énergies renouvelables (10,45%)**: Biomasse (bois, résidus agricoles, cultures énergétiques, etc.) qui produit de la chaleur par combustion en chaufferie, géothermie profonde (1500m de profondeur), géothermie superficielle, solaire thermique
- **Energies de récupération (47,33%)** via des pompes à chaleur : chaleur fatale dégagée par l'industrie (incinération des déchets, eaux usées, data center, production de froid, autres)

Encadrement juridique des réseaux thermiques (en France)

- En France, les réseaux thermiques sont principalement publics (65%) avec trois modes de gestion: régie, affermage, concession.



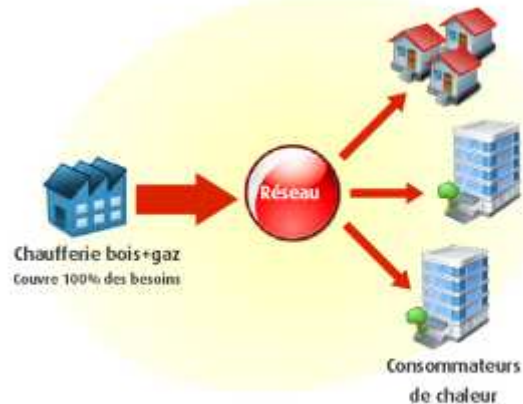
AGENDA



Principe de fonctionnement (1/2)

La température des réseaux

- Passage d'un réseau centralisé à sens unique (chaufferie vers bâtiment) à un réseau décentralisé pluridirectionnel, fonctionnant à une température plus basse et permettant l'intégration de sources d'énergie à plus faible puissance thermique.



Réseau classique : centralisé, à sens unique



Principe du réseau "multipoints - multipoints"

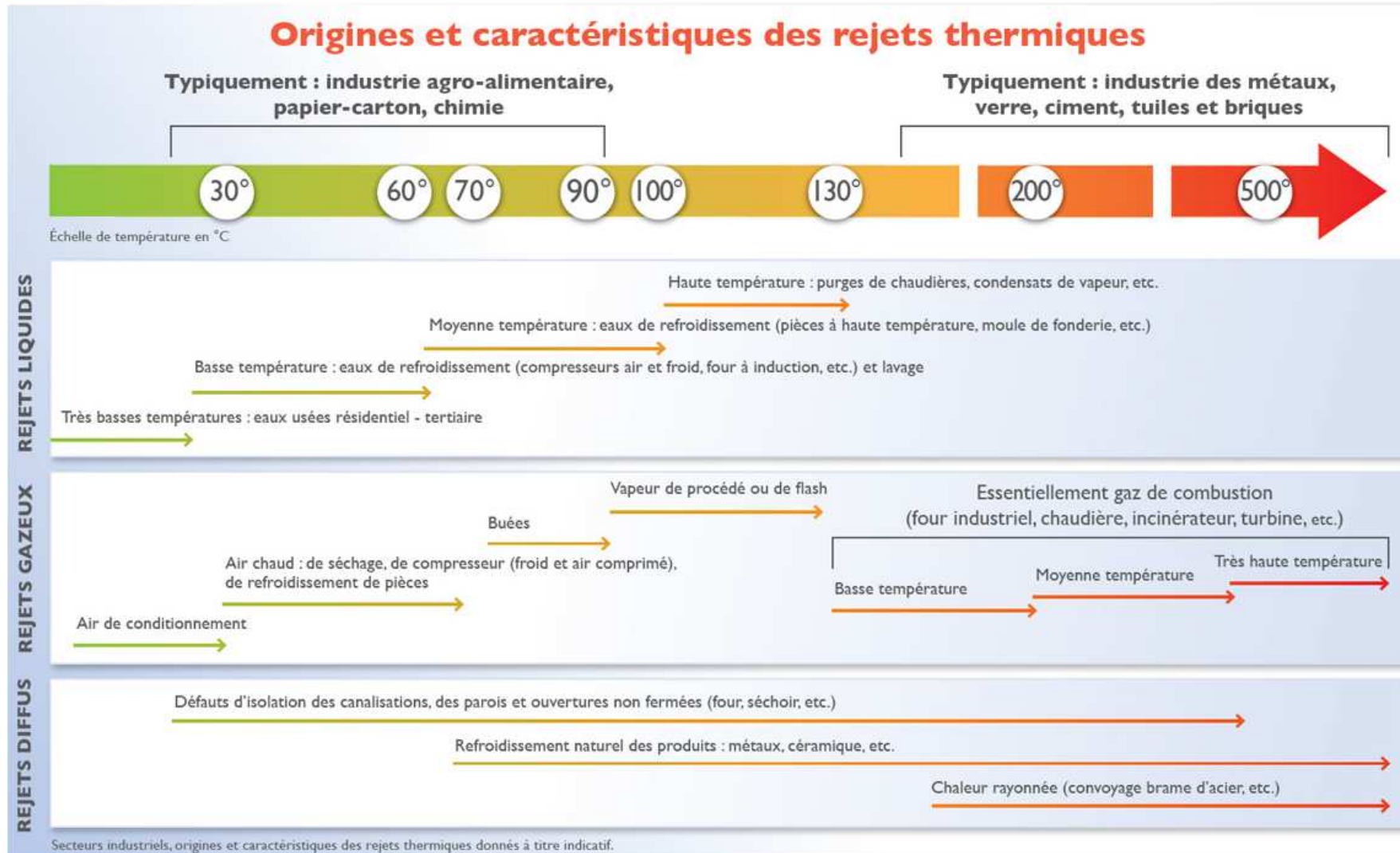
- Historiquement les réseaux de chaleur sont à « **haute température** » (départ 100°C, retour 70°C), adaptés à des ensembles de bâtiments denses, demandeurs de grandes quantités d'énergie.
- Ces réseaux sont alimentés par des énergies fossiles ou du bois qui permettent d'atteindre, lors de leur combustion, des températures de plusieurs centaines de degrés et ainsi porter un fluide caloporteur à 100°C

- Avec le développement des quartiers basse consommation, la rénovation thermique des bâtiments et l'essor des émetteurs basse température (planchers chauffants), **les besoins de chaleur peuvent devenir plus faibles**. Un réseau à « **basse température** » est plus adapté (départ 70°C, retour à 35°C). En France, les réseaux construits dans les quartiers neufs après 2010 sont basse température
- Ces réseaux peuvent faire appel à des **sources de production avec une puissance thermique plus faible ou des productions intermittentes** : solaire thermique, géothermie peu profonde (température maximale de 30°C), récupération de chaleur des eaux usées (température maximale atteinte de 10 à 20°C) et des bâtiments. Ils sont alors couplés à des PAC.
- **Un bâtiment peut alors être consommateur de chaleur ou fournisseur** (production solaire en excédent par exemple ou BEPOS)

Principe de fonctionnement (2/2)

La récupération de chaleur fatale

- La récupération de chaleur fatale peut alimenter des réseaux classiques (haute température) ou des réseaux basse température selon l'origine de la chaleur.



Avantages et inconvénients des réseaux basse température

➤ Les réseaux basse température permettent davantage de flexibilité en terme de sources d'énergie et d'évolutivité, toutefois ils nécessitent un réseau secondaire et des émetteurs adaptés. Ils sont donc essentiellement adaptés au bâti neuf.

Avantages des réseaux basse température

- ☺ Intégration de nombreuses sources d'énergie
- ☺ Evolutivité du réseau dans le temps (capacité à intégrer de nouvelles sources)
- ☺ Réversibilité grâce aux PAC (production de chaud et froid)
- ☺ Diminution des pertes thermiques : la diminution du régime de température permet de diminuer de près de 50% les pertes thermiques sur le réseau de distribution
- ☺ Facilite le stockage (plus l'écart de température entre le stockage et son environnement est réduit, plus les pertes sont faibles.)

Inconvénients des réseaux basse température

- ☹ Inadapté au bâti ancien
- ☹ Le réseau secondaire et les émetteurs doivent être adaptés : technologie spécifique pour l'eau chaude sanitaire, radiateur basse température
- ☹ Peu adapté à l'eau chaude sanitaire
- ☹ Business model à définir : quelle modalité d'achat de l'énergie auprès des sources ?

Et sur le terrain ?

Ecoquartier Sainte-Geneviève Nanterre (Haut de Seine)



- **1^{er} réseau de chaleur français à utiliser la récupération de chaleur des eaux usées, son utilisation étant cantonnée jusqu'alors à des bâtiments individuels.**
- **Un réseau basse température implanté dans un écoquartier.**

Points clés

- **Lieu** → Nanterre - 78
- **Projet** → Réseau de chaleur alimenté par l'énergie récupérée sur les eaux usées et par la géothermie superficielle
Inscrit dans le cadre du Plan Climat Territorial de la ville de Nanterre
- **Date** → mise en service en 2011
- **Investissement** → 3,8 M €HT dont 1M€ financé par l'Ademe

Partenaires



L'écoquartier

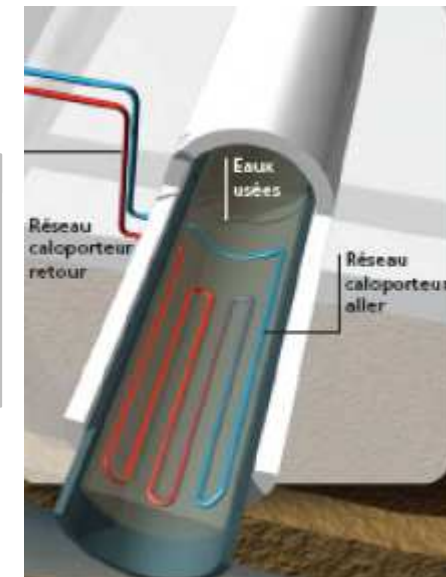
- ZAC Centre Sainte-Geneviève aménagée par la SEM d'aménagement de la Ville de Nanterre (SEMNA)
- 650 logements neufs, 1000 m² de commerces, un groupe scolaire sur 5 ha

Caractéristiques du réseau

- **53% d'énergies renouvelables**
 - **200 m linéaires d'échangeurs thermiques dans le réseau d'assainissement avec 2 PAC (80kW):** 39% de l'énergie du réseau. Le fluide caloporteur utilisé est de l'eau glycolée.
 - **Géothermie** à 90-100m (3 forages): 25m³/h, eau à 14-15°C : 14% de l'énergie du réseau
 - **Chaudière gaz condensation: 3MW en complément**
- **Caractéristiques du réseau :**
 - 800 m de réseau et 14 sous-stations
 - 4500 MWh/an
 - Réseau de **distribution basse température** (eau chaude sanitaire séparée)

Modèle d'affaire

- Délégation de service publique sur 25 ans
- 2 exploitants solidaires: Cofely et la Lyonnaise des Eaux
- Raccordement volontaire des promoteurs



Source : <http://sunstore4.eu/>, IEA Linking Heat and Electricity Systems

Dunkerque

Récupération de chaleur sur site industriel



➤ Un réseau de chaleur haute température utilisant la chaleur fatale d'un site industriel (Arcelor Mittal) et la cogénération.

Points clés

- **Lieu** → Dunkerque
- **Date** → création en 1985
- **Perspectives** → agrandissement du réseau de chaleur prévue en utilisant une cogénération bois et des pompes à chaleur.

Partenaires



Le territoire

- 4000 logements collectifs sociaux, 2000 logements collectifs privés
- Immeubles de bureaux, centre hospitalier, collèges et lycées publics, autres secteurs tertiaires publics.

Modèle d'affaire

- Délégation de service publique à Dalkia
- Pas d'information trouvée sur le devenir de l'électricité cogénérée. Probablement, vente à ErDF.

Caractéristiques du réseau

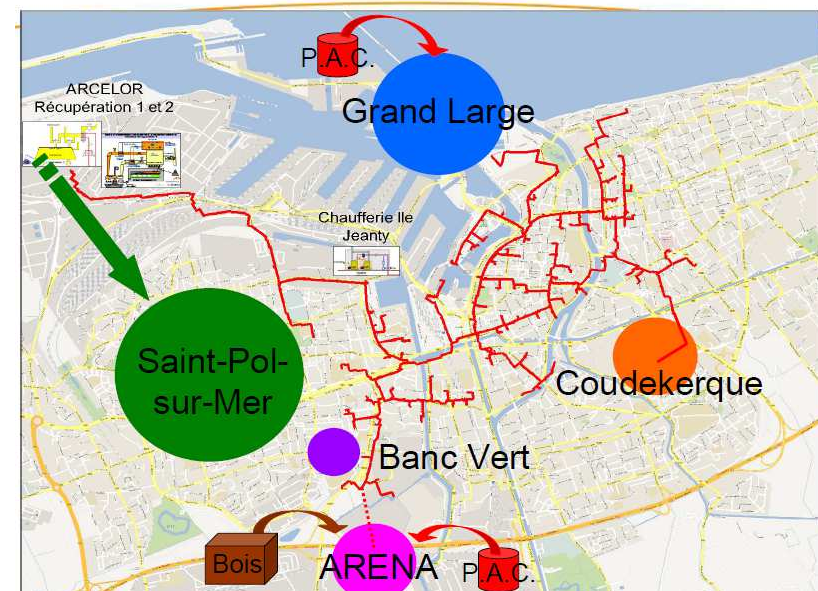
Un mix énergétique constitué à 90% de chaleur de récupération:

- **70% de l'énergie produite en fonctionnement normal provient de l'énergie de récupération d'Arcelor Mittal** : 2 hottes de captation d'une puissance respective de 20 MW (1986) et 8MW (2008)
- **20% des besoins du réseau assurés par 3 centrales de cogénération**: 2 centrales de 4MWe et une centrale 1MWe.
- **Un ensemble de chaufferie gaz ou fioul**
- **Soit 100 MW de puissance installée et 140 000 MWh vendus par an**

Un réseau constitué de :

- 40 km de canalisation
- 170 sous stations
- 105 clients

Perspectives d'évolution du réseau



➤ Récupération de la chaleur fatale d'un data center dans le cadre d'un réseau privé.

Points clés

- **Lieu** → Marne La Vallée (77)
- **Projet** → 2012
- **Date** → lancement en octobre 2013
- **Investissement** → 5 M€ financés par **Dalkia** pour le réseau et la centrale thermique
→ **Investissement de Natixis** pour équiper les groupes de froid en échangeur de chaleur

Partenaires



Le territoire

- La zone « Val d'Europe » se trouve à côté du site Disneyland Paris : le groupe Eurodisney dispose d'une étendue de 2 230 ha
- La zone est en cours d'aménagement

Modèle d'affaire

- **Réseau privé, sans garantie publique** : la SAN du Val d'Europe (Syndicat d'agglomération nouvelle) ayant statué que le chauffage urbain n'était pas un service public
- **Dalkia achète la chaleur à Natixis et la revend au consommateur final.**
- Prix de 8c€HT/kWh pour le consommateur final, soit plus que le gaz. A terme, le prix devrait être abaissé.

Caractéristiques du réseau

Mix énergétique

- **Chaleur fatale issue des groupes de froid** : l'air chaud des groupes de froid passe par des échangeurs thermiques d'une capacité de 2,4MW, qui restitue les calories à une boucle d'eau chaude à 55°C. la boucle d'eau chaude est reliée à une centrale énergétique abritant un autre échangeur qui transmet les calories au réseau de chaleur.
- **Chaudière à gaz** de 5MW en cas d'arrêt des groupes de froid.
- **Chaque bâtiment dispose d'une sous station et d'émetteurs basse température (radiateur ou plancher chauffant)**

Constitution du réseau

- **Aujourd'hui**: chauffage d'un centre aquatique, chauffage et eau chaude sanitaire d'une pépinière d'entreprise
- **À terme**, 4 km de réseau, 26GWh/an, 600 000 m² de bâtiments.



Marne-La-Vallée (Seine et Marne)

Descartes grid



➤ Un projet au stade de l'étude de faisabilité

Points clés

- **Lieu** → Marne La Vallée (77)
- **Projet** → démonstrateur énergétique exemplaire et innovant, en s'appuyant sur le concept de SmartGrid thermique et d'une production électrique renouvelable locale.
- **Date** → lancement en octobre 2013
- **Etat d'avancement** → étude de faisabilité

Les objectifs

- développer le potentiel d'énergies renouvelables du territoire en utilisant toutes les ressources EnR locales (biomasse et géothermie) et de limiter l'apport des nouvelles ressources extérieures au site ;
- mutualiser les besoins énergétiques des différentes typologies de bâtiments et d'optimiser la distribution par un Smart grid ;
- passer à l'opérationnel à court terme (dès les prochaines années) par la mise en œuvre d'une solution adaptée à l'avancement des projets immobiliers, permettant l'échelonnement des investissements ;
- déployer des solutions innovantes et viables financièrement pour permettre leur duplication.

Partenaires







Le territoire

- 200 ha compris entre le campus Descartes et un quartier résidentiel composé de :
 - 4000 logements,
 - de bâtiments publics et tertiaires soit plus de 600 000m² de surfaces bâties.
 - 900 000 m² de bâtiments doivent encore être construits

De nombreux projets en cours ou réalisés

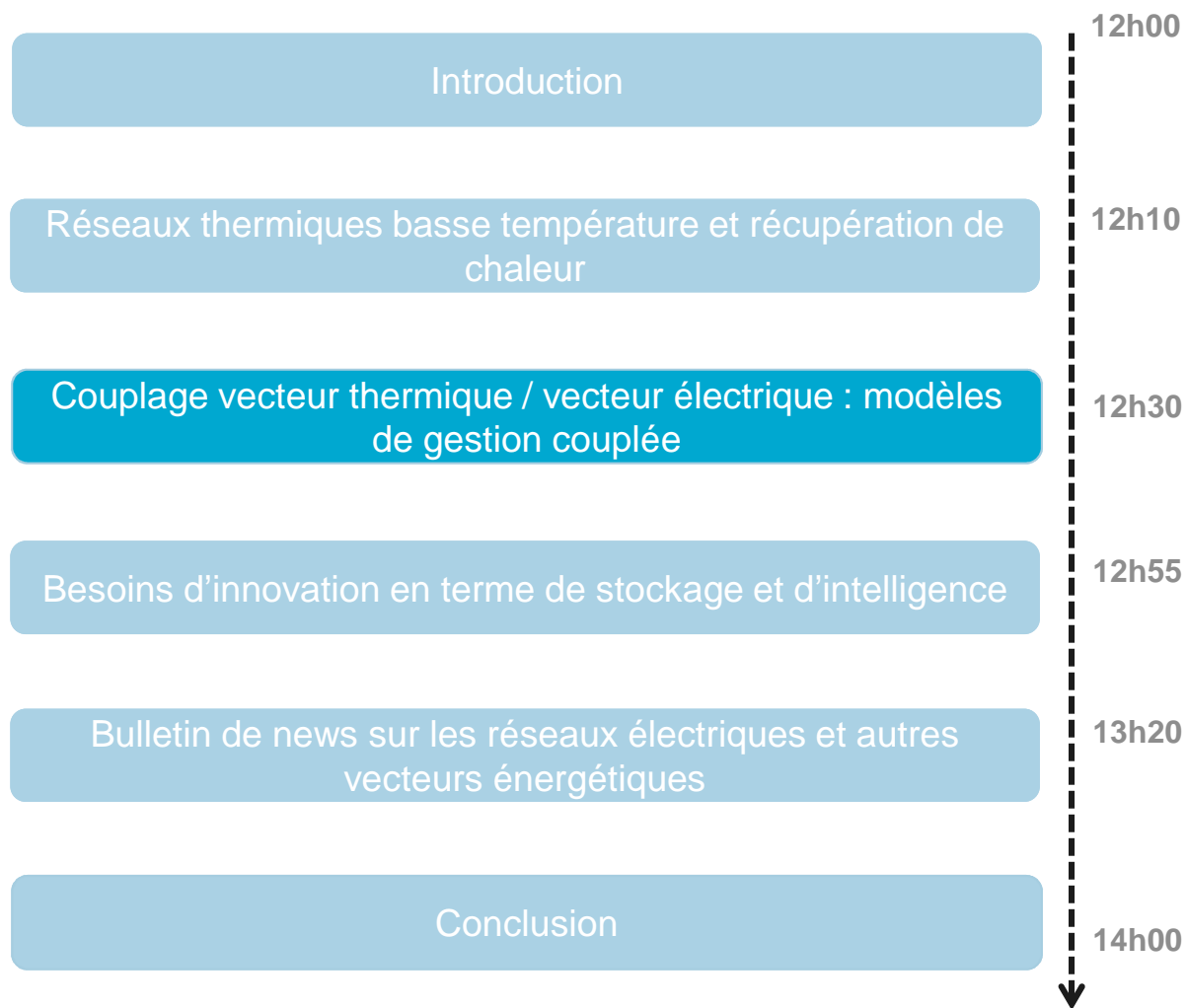
Quelques exemples

- De nombreux éco-quartiers prévoient la mise en place de réseaux de chaleur basse température.
- L'intelligence de gestion n'est mise en avant que dans 2 projets.

Localisation	Sources d'énergie	Mode de gestion	Autres
Eco-quartier Balma Grammont (Haute Garonne)	Bois énergie, solaire et gaz en appoint	délégation de service public pour 25 ans à 	
Eco-quartier GINKO – Bordeaux (Aquitaine)	80% biomasse bois, 20% biomasse huile pour le préchauffage de l'eau sanitaire, complété par du solaire thermique et une pompe à chaleur (froid et chaud).	Association foncière urbaine libre, exploité par 	Gestion technique centralisée avec un système intelligent de télérelève, télésurveillance, télépilotage
Ris-Orangis	Biomasse bois, géothermie très basse température avec PAC. 1500 m ² de panneau solaire	Association foncière urbaine libre gère le réseau concédé à  pour 24 ans	
Fort d'Issy les Moulineau	Géothermie basse température, couplée à des PAC. Réseau de chaleur et de froid	Délégation de service public pour 25 ans à 	
Grenoble presque-île (Isère)	Géothermie et chaleur fatale issue des bâtiments et sites industriels		Projet à venir
Marne-La-Vallée démonstrateur Descartes	Biomasse et géothermie	Dalkia, EDF, et ErDF sont partenaires	Etude de faisabilité réalisée Optimisation de la distribution par un Smart grid

- Une évolution vers des réseaux décentralisés, basse température, intégrant davantage d'énergies renouvelables.
- Des avantages certains en terme d'efficacité et de flexibilité.
- De nombreux projets en cours de réseaux basses températures, en lien avec la construction de nouveaux quartiers (éco quartiers notamment).
 - Peu de projets intègrent la gestion intelligente du réseau (Ginko, Descartes)
 - Pas de frein technologique majeur hormis l'adaptation nécessaire du réseau secondaire et des émetteurs.

AGENDA

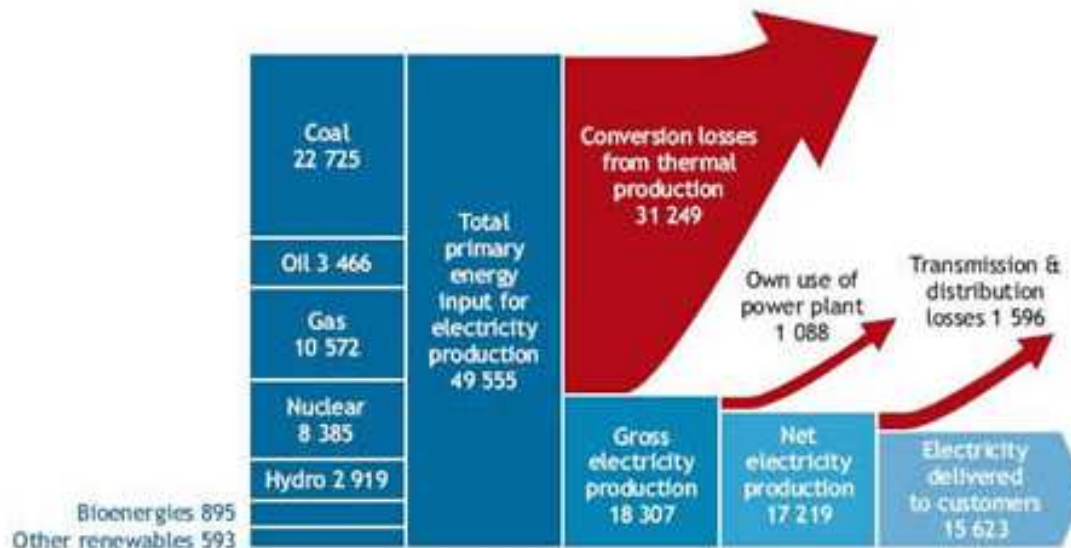


Introduction

Un couplage thermique/électrique encore peu développé

- Environ 2/3 de l'énergie primaire convertie en électricité est perdue en chaleur, qui pourrait en partie être utilisée pour satisfaire la demande de chaleur de la part des industries, immeubles et villes.

Energy Flows in the Global Electricity System (TWh)



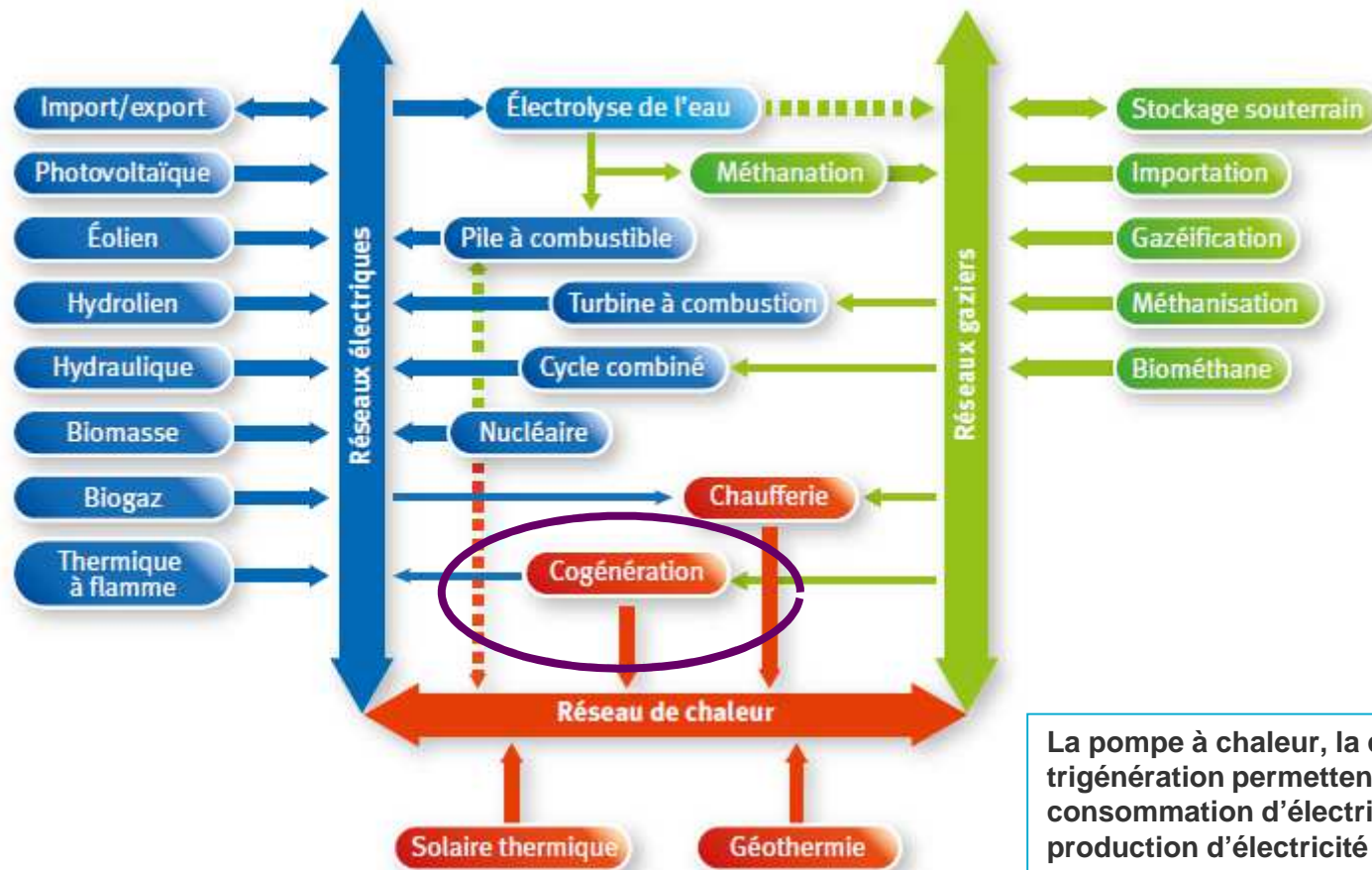
D'après le rapport « Key to innovation integrated solution – Smart thermal grid » rédigé dans le cadre du projet européen SmartCities and Communities, **les réseaux thermiques intelligents intégrés avec d'autres réseaux sont très peu développés, les villes étant composées aujourd'hui de réseaux parallèles sans réelle interaction.**

Source: IEA, Key to innovation integrated solution – smart thermal grid

Les technologies (1/3)

Trois technologies clés pour le couplage thermique/électrique

- La cogénération, la trigénération et la pompe à chaleur jouent un rôle majeur dans la mutualisation des réseaux de gaz, d'électricité et thermique.



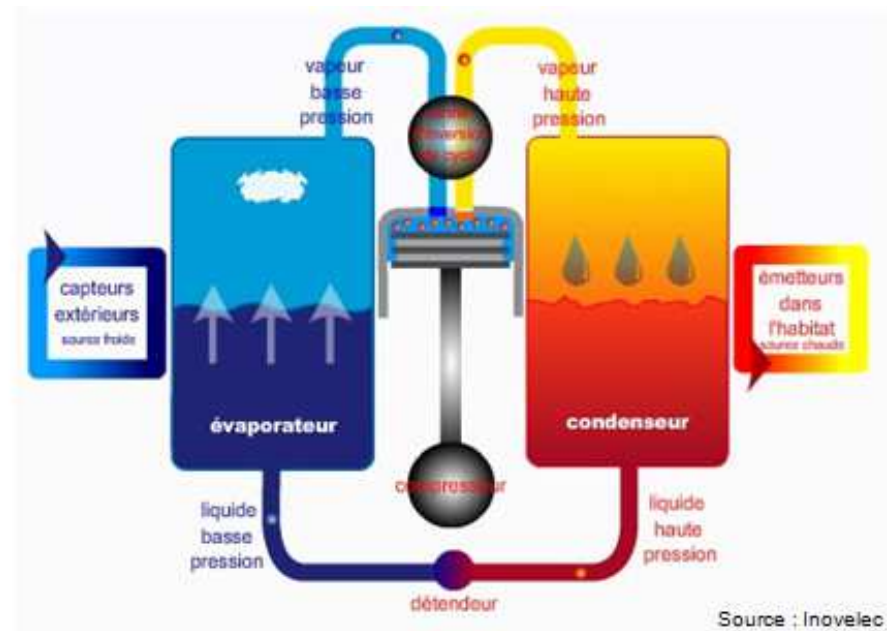
La pompe à chaleur, la cogénération et la trigénération permettent de gérer les pointes de consommation d'électricité, les variations de la production d'électricité issue des renouvelables, d'arbitrer entre consommation d'électricité, de chaleur et de gaz.

Les technologies (2/3)

La pompe à chaleur

➤ La pompe à chaleur permet de récupérer la chaleur dans l'air, dans le sol ou l'eau et de la transmettre à un fluide frigorigène, son efficacité diminue lorsque l'écart de température à combler augmente.

- Les variations de pression et de température font passer le fluide d'un état liquide froid à celui de gaz chaud et inversement.
- Une alimentation électrique est nécessaire mais le rendement est très bon (1kWh consommé pour 3 à 4 kWh de chaleur produite)

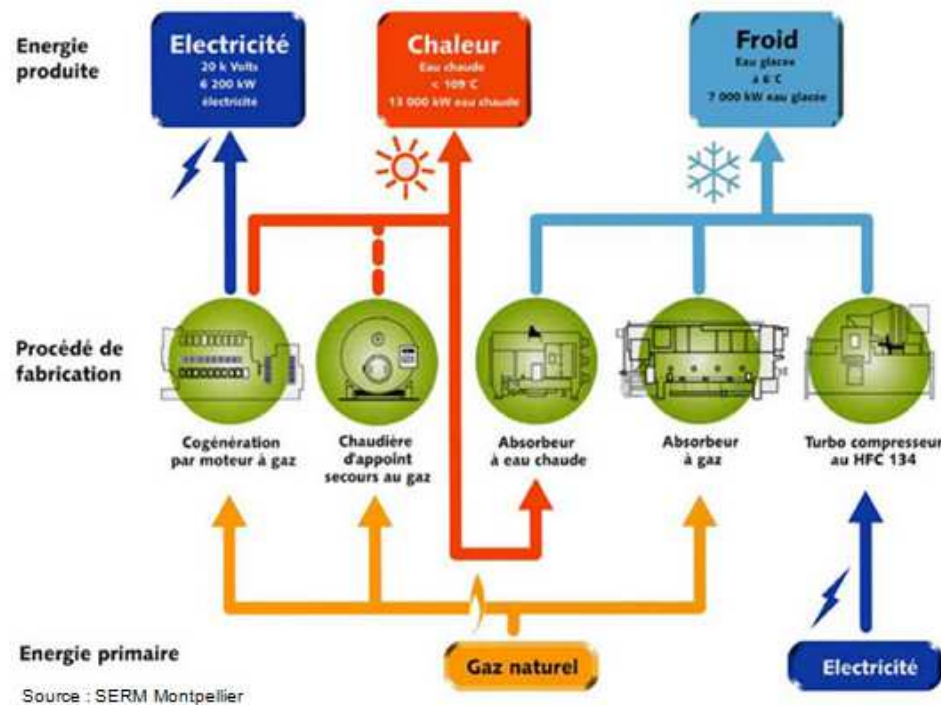


Les technologies (2/3)

Cogénération et trigénération

- **La cogénération** est la production simultanée de 2 énergies différentes au cours d'un même processus. La source d'énergie fait fonctionner une turbine ou un moteur qui produit de la chaleur et de l'électricité.
- **La trigénération** est la production simultanée d'électricité, de chaleur et de froid. La chaleur produite par cogénération est utilisée pour générer de l'eau réfrigérée grâce à un refroidisseur à absorption.

La cogénération peut être utilisée dans les procédés industriels (utilisation de la chaleur et l'électricité + vente d'électricité), les réseaux de chaleur et de froid, les unités commerciales ou résidentielles de petites taille. On se focalise ici sur l'utilisation dans les réseaux de chaleur et de froid.

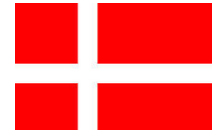


Bénéfices de la cogénération et trigénération (source IEA):

- Réduction des coûts pour le consommateur
- Baisse des émissions de CO2
- Diminution de la dépendance vis-à-vis des énergies primaires
- Réduction des investissements
- Amélioration de la stabilité du réseau électrique par une réduction des congestions et des pointes de consommation
- Utilisation des surplus locaux d'énergie

Danemark – Projet

Sunstore 4 (1/2)



- Un réseau de chaleur 100% renouvelable, combinant du solaire thermique, du stockage, de la cogénération et une pompe à chaleur.
- Le couplage avec le réseau électrique permet d'optimiser les coûts (fonctionnement de la PAC lorsque les prix sont bas)

Points clés

- **Lieu** → Danemark - Maarstal
- **Projet** → réseau de chaleur 100% renouvelable
- **Date** → 2010 - 2014
- **Coordinateur** → Marstal Fjeinvarme
- **Financement** → FP7 à hauteur de 6,1 M€ pour un coût total de 15,1 M€
- **Historique** → 1994 construction d'un démonstrateur solaire thermique connecté au réseau de chaleur
2001 -2004 - Sunstore 2 : 18 365 m² de collecteurs et 10 000 m³ de stockage

Partenaires



Objectifs

Un système énergétique 100% renouvelable, innovant et intégré, ayant pour objectif l'efficacité énergétique et la diminution des coûts avec un grand degré de réplication dans un contexte européen

Caractéristiques du réseau

- **Solaire thermique : 33 365 m²** (dont 15 000 m² installés dans le cadre de Sunstore 4)
- **Cogénération: 4MW à copeaux de bois**, issus de cultures énergétiques, avec **ORC** (750 kW d'électricité)
- **Stockage de 75 000 m³** (PTIS) auquel s'ajoutent 2 stockages déjà existant de 10 000 m³ et 2100 m³ (accumulating tank)
- **PAC d'1,5MW** utilisant du CO₂ comme réfrigérant
- **Production de chaleur estimée: 32 000 Mwh**
- Le réseau alimente **1 550 bâtiments** essentiellement constitués de maisons individuelles.
- **Fonctionnement:**
 - Températures d'arrivée comprises entre **72 et 76°C** et de retour entre **33 et 40°C**.
 - Avril – septembre: l'installation solaire charge le stockage et pourvoie le réseau de chaleur
 - Fin septembre: l'installation solaire pourvoie le réseau de chaleur; la chaudière et la PAC viennent en appui. La PAC ne fonctionne que lorsque le prix de l'électricité est bas
 - Hiver: PAC et chaudière. La PAC doit fonctionner y compris lorsque les prix de l'électricité sont élevés.
 - Février – avril: l'installation solaire chauffe le stockage.



Réseau de chaleur de Marstal :
collecteur thermique

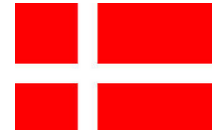


Construction du stockage de 75 000 m³

Source : <http://sunstore4.eu/>, IEA Linking Heat and Electricity Systems

Danemark – Projet

Sunstore 4 (2/2)



- Le réseau est géré par une coopérative composée par les consommateurs directs
- L'électricité produite est injectée sur le réseau.

Modèle d'affaire

- Contexte Danois:
 - Les municipalités ont pour responsabilité de s'assurer que la production de chaleur par les entreprises est l'option la moins chère pour les consommateurs
 - Les entreprises exploitant les réseaux de chaleur sont des entreprises à but non lucratif
- Marstal Fjernvarme producteur et distributeur, est une coopérative détenue par ses consommateurs
 - Les prix annuels sont décidés lors de l'AG à laquelle tous les consommateurs sont invités.
 - Ils sont constitués d'une base fixe dépendante de la taille de l'immeuble et d'un prix variable suivant la consommation (kWh)
 - **Compteurs sans fil**
 - Les consommateurs sont responsables de la température de retour qui ne doit pas être trop élevée (possibilité de pénalités)
 - L'électricité produite est injectée au réseau.

Figure 9 • Process flow diagram describing Sunstore 4 plant additions

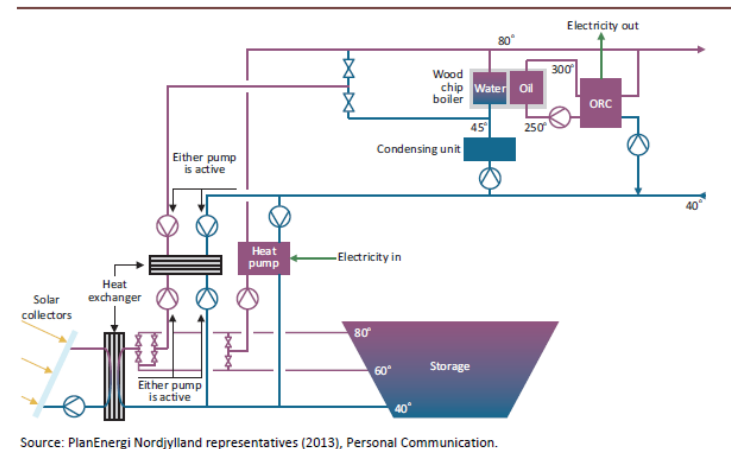


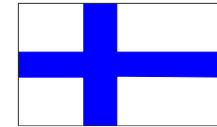
Table 8 • Annual energy input and output of Marstal DH system

	Fuel energy input (MWh)	Heat output / (Losses) (MWh)	Electricity output (MWh)
Wood chip boiler with ORC	22 709	19 476	3 233
Solar collectors (direct heat)	0	8 384	0
Heat pump	1 043	3 278	0
Bio oil boiler	1 065	990	0
Losses (buffer tank)		(132)	
Total	24 817	31 996	3 233

Source: PlanEnergi Nordjylland representatives (2013), Personal Communication.

Helsinki

Réseau de chaleur et froid (1/2)



- Un réseau de chaleur historique, avec cogénération, géré par la régie municipale Helsingin Energia
- Helsingin Energia détient les sites de cogénération, le réseau de chaleur et le réseau électrique

Points clés

- **Lieu** → Helsinki
- **Projet** → réseau de chaleur et de froid en co et tri génération.
- **Historique** → **1953** : Décision d'installer des unités de cogénération et un réseau de chaleur par le conseil municipal

Choix du réseau de chaleur pour des raisons économiques, écologiques, de fiabilité, de politique énergétique

→ **1980** : 4 954 clients

→ **1998** : début du réseau de froid.

→ **2012** : stockage souterrain pour le froid (Pasila)
14 452 clients

Acteurs



- Appartient à la ville d'Helsinki
- CA : 897 M€ en 2012 (41% électricité, 39% réseau de chaleur, 13% transmission électrique, 7% autres *)
- **Activités:**
 - Fournisseur finlandais d'électricité (400 000 clients),
 - Gère le réseau d'électricité de la région d'Helsinki
 - Réseau de chaleur et de froid d'Helsinki,
 - Conception et maintenance des sites de production d'énergie et des systèmes de distribution,
 - Eclairage de la ville d'Helsinki

Caractéristiques du réseau

- **4 installations de cogénération, 13 chaudières d'appoints, 1 pompe à chaleur, 5 stockages thermiques.**
- **Réseau de chaleur :**
 - Marché total de la chaleur à Helsinki : 8 000 GWh
 - 90% couvert par le réseau de chaleur
 - chauffage et eau chaude sanitaire au printemps, été et automne.
 - En hiver, par temps très froid: 13 installations de chauffages peuvent être activées (parfois seulement quelques centaines d'heures par an).
 - **Stockage journalier de chaleur** pour répondre aux besoins de chauffage plus élevés le matin. (200MW)
 - **2012: utilisation de la chaleur fatale d'un data center** par le réseau de chaleur
- **Réseau de froid:**
 - 1/3 par free cooling avec l'eau de mer, 1/3 par PAC, 1/3 par surplus de chaleur
 - Stockage souterrain pour le froid de 11 millions de litres (Pasila), 35m sous terre
 - Un second stockage souterrain sera disponible en 2015 (25 millions de litres)

	Connected capacity	Connections	Building volume
District Heating	3300 MW	14500	132 000 000 m3
District Cooling	135 MW	250	12 500 000 m3

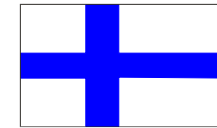
Modèle d'affaire

- Helsingin détient les sites de cogénération, vend la chaleur produite aux immeubles ou groupes d'immeubles et l'électricité sur le marché de gros.
- 90% des besoins en chauffage d'Helsinki sont couverts par le réseau de chaleur
 - Les clients sont des immeubles ou des groupes d'immeubles, jamais des appartements isolés
 - Connection volontaire au réseau de chaleur, pas d'obligation
 - Pas de réglementation spécifique aux réseaux de chaleur en Finlande.

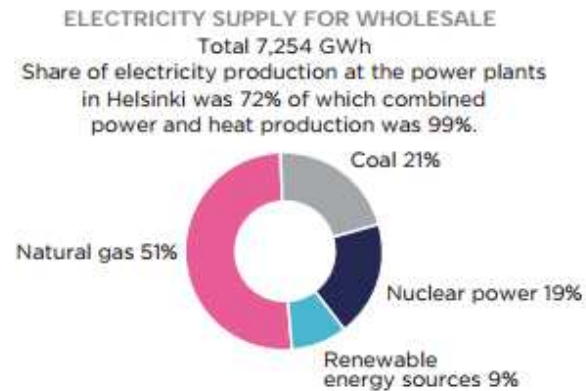
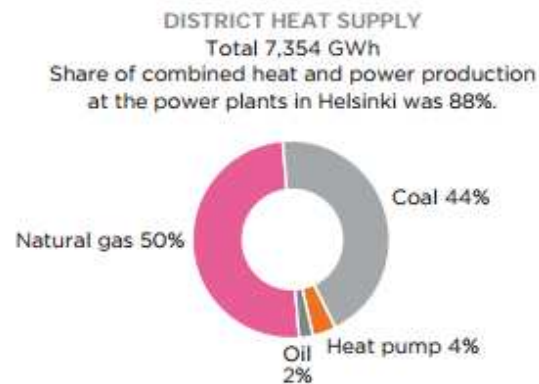
Source : Helsingin Energia

Helsinki

Réseau de chaleur et froid (2/2)



➤ Une évolution vers un réseau de chaleur et de froid (PAC), intégrant des énergies renouvelables (pellet)



Pompe à chaleur de Katri Vala

Caractéristiques de quelques centrales de cogénération

	Salmisaari A	Salmisaari B	Hanasaari	Vuosaari A	Vuosaari B	Katri Vala
Année	1953	1984	1974	1991	1998	2006
Electricité produite (MW)		160	220	160	470	
Chaleur produite (MW)	180	300	420	160	420	90
Froid produit						60
Efficacité	92%	88%	85%	91%	92%	
Fuel	Charbon	Charbon. Pellet de bois à partir de 2014	Charbon, pellet de bois à partir de 2014	Gaz nat.	Gaz nat.	Pompe à chaleur à partir d'eaux usées et retour d'eau du réseau de chaleur

Stockholm

Open DHC Business Model



➤ Un réseau de chaleur et de froid géré par une Joint Venture entre Fortum et la commune, principalement alimenté par de la cogénération

Points clés

- **Lieu** → Stockholm
- **Projet** → lancement en 2012
- **Historique** → 50 's mise en place du réseau de chaleur

Caractéristiques du réseau

- **CA : 800M€**
- **5 sites de production :**
 - **Högdalen:** cogénération
 - à partir d'une usine d'incinération
 - 50% appartient à Fortum, 50% à la municipalité
 - Exploitée par Fortum
 - 1100 GWh/an de chaleur, 410 GWh/an d'électricité
 - **Värtaverket :** 2 installations de froid, 2 installations de cogénérations, 1 installation de pompes à chaleur (10 PAC). Chaleur 3287 GWh/an, électricité 930 GWh/an, froid 313 GWh/an
 - **Hammarby :** récupération de chaleur et de froid (PAC) à partir d'eaux usées.
 - **Hässelby :** créée en 1959, pellets de bois, 900 GWh/an de chaleur, 300 GWh/an d'électricité
 - **Brista :** 2013, une usine d'incinération des déchets. 60MW de chaleur, 20MW d'électricité.
- **2 x 1200 km de réseau**
- **Production:** 8 TWh de chaleur, 2 TWh d'électricité
- **80% d'énergie renouvelables et de chaleur fatale**
- **80% des besoins de la ville de Stockholm sont couverts**
- **Réseau de froid à partir de l'eau de mer ou d'eaux usées (PAC)**



Source : Helisingin Energia

Acteur



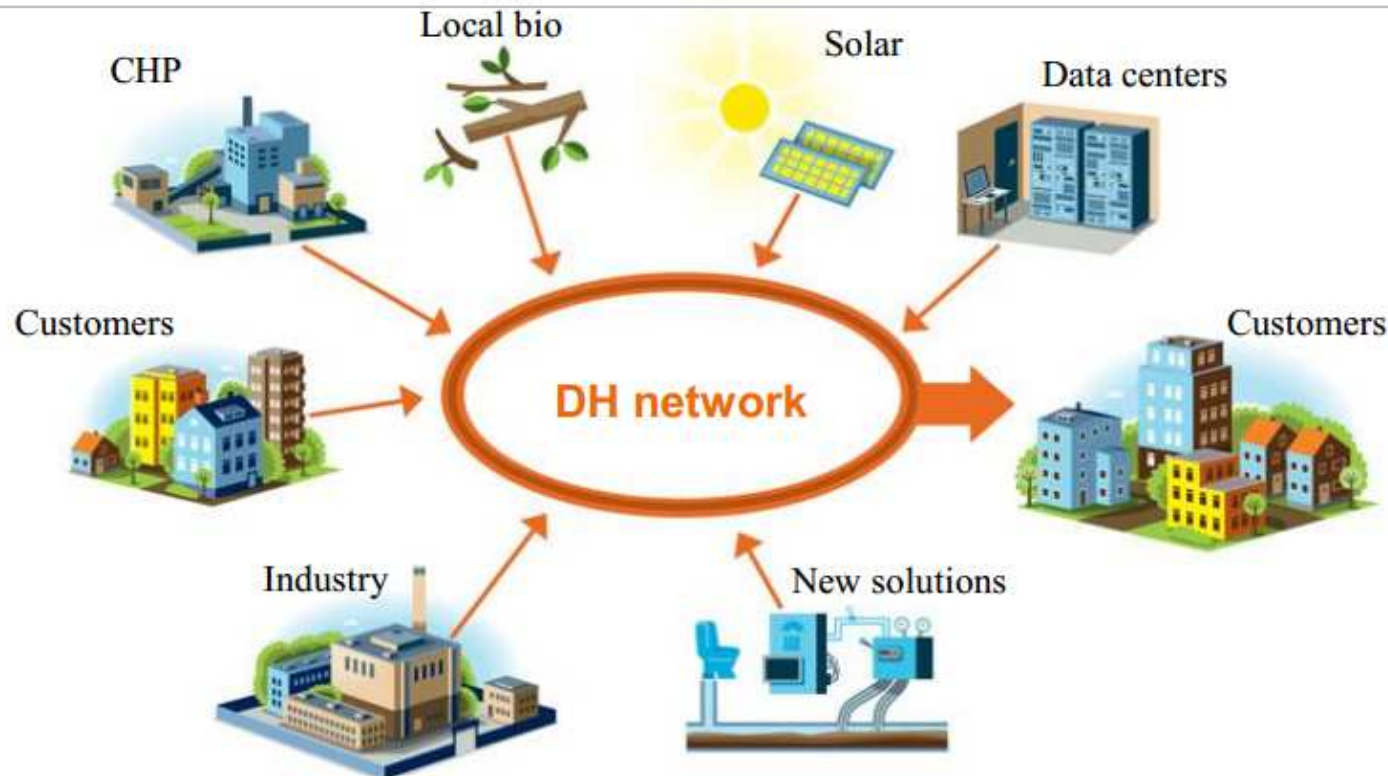
- **Fortum Värme :** appartient à 50% à la commune et à 50% à Fortum
- **CA :** 6,2 Mds €
- **Activités du groupe Fortum:**
 - Production d'électricité: 80 TWh
 - Vente de chaleur: 56 TWh
 - Distribution de chaleur : 1,6 million de clients
 - Vente d'électricité : 1,2 million de clients



- Expérimentation d'un nouveau business model permettant d'utiliser d'autres sources de chaleur que celles produites par l'opérateur, sur la base du prix.
- Peu d'information sur la vente d'électricité

Modèle d'affaire

- Une partie de la chaleur est produite par Fortum, selon le prix de la chaleur, Fortum peut acheter de la chaleur à d'autres fournisseurs.
- Principes:
 - L'énergie produite par les consommateurs ou les entreprises du secteur de l'énergie sont en compétition entre elles sur la base des prix de marché
 - Le prix de marché est payé pour toutes les sources d'énergie.
 - Seule la chaleur issue de sources renouvelables ou ayant un taux de conversion plus efficace que Fortum sont acceptées.
- Prix: détermination journalière des prix : prix spot pour la chaleur injectée sur les « feed lines », prix de retour pour la chaleur injectée sur les « return lines » et prix de la chaleur résiduelle lorsque la chaleur résiduelle est délivrée au réseau de froid (décembre à mars)
- Electricité: la vente d'électricité est considérée comme un co-produit par la législation suédoise qui vient diminuer les coûts de production de chaleur.



Roquebrune-Cap-Martin (alpes maritimes)

Cap Azur



➤ Le stockage d'eau et l'inertie des bâtiments permettront de réaliser des effacements pendant les pointes de consommation.

Points clés

- **Lieu** → Roquebrune Cap Martin
- **Projet** → réseau de chaleur intelligent alimenté grâce à une station d'épuration.
- **Historique** → 2011 projet d'éco-quartier
 - 2014 inauguration
- **Financement** → 15% de l'investissement par le fond chaleur
 - 35% par EDF Optimal Solution

Caractéristiques du réseau

- **Mix énergétique:**
 - **Utilisation des eaux de sortie de la STEP pour le réseau de chaleur + PAC** pour chaque bâtiment
 - **Chaufferie gaz d'appoint pendant l'hiver.**
- **Réseau de chaleur :**
 - 280 logements en chauffage, eau chaude et refroidissement
 - 4KWh de chaleur et/ou 4,5 kWh de froid pour 1 kWh d'énergie électrique
 - Système de gestion centralisé:
 - Suivi du fonctionnement des installations
 - Pilotage à distance pour ajuster la production de chaleur et de froid aux besoins
 - **Effacement en période de pointe de consommation** grâce à un stockage d'eau et à l'inertie des bâtiments
 - Utilisation de eaux usées en provenance d'un bâtiment pour préchauffer l'eau chaude sanitaire.

Acteurs

Modèle d'affaire

- Contrat de 20 ans pour la vente de la chaleur




Le territoire

- 7 ha avec 17 000 m² de logements
- Une résidence touristique de 70 appartements, des bureaux, une crèche

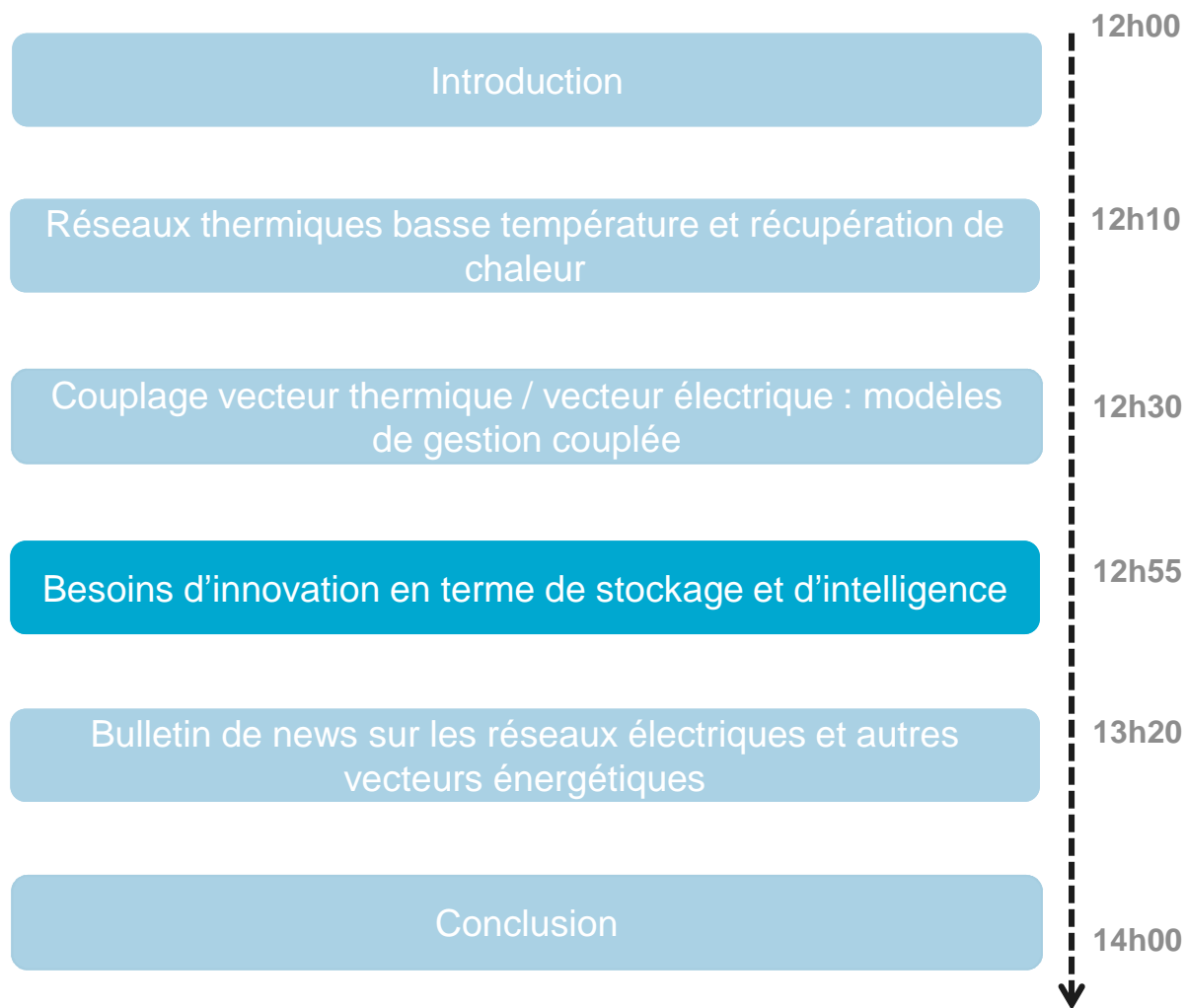
Couplage Electrique/thermique

Synthèse

- 3 exemples de réseaux de chaleur avec cogénération différant par:
 - Le type de société gestionnaire: coopérative, régie, joint venture
 - Le mix énergétique: solaire thermique, récupération de chaleur fatale, combustible primaire ou bois-énergie.
 - La présence ou non d'un réseau de froid
- Marstal présente un exemple intéressant de flexibilité entre les différentes sources d'énergie selon le coût de l'électricité
- Stockholm expérimente un nouveau modèle d'affaire permettant d'intégrer des sources de chaleur produite par d'autres fournisseurs que le gestionnaire de réseau.
- Helsinki présente le cas d'un gestionnaire de réseau électrique et thermique unique.
- Les réseaux de chaleur peuvent aussi être utilisés pour effacer les pointes de consommation (Roquebrune Cap Martin)

Ville	Gestionnaire	Type de société	Sources d'énergie	Couplage électrique/thermique
Marstal		<ul style="list-style-type: none"> • Coopérative de consommateurs. • Activités: Gestion du réseau de chaleur (production, distribution) 	<ul style="list-style-type: none"> • Solaire thermique • Cogénération à copeaux de bois • Stockage intersaisonnier • PAC 	<ul style="list-style-type: none"> • Le couplage avec le réseau électrique permet d'optimiser les coûts de la chaleur produite: fonctionnement de la PAC lorsque les prix de l'électricité sont bas. • Injection sur le réseau du surplus d'électricité
Helsinki		<ul style="list-style-type: none"> • Régie municipale • Activités: production et distribution de chaleur, fournisseur d'électricité, gestionnaire du réseau électrique de la région, éclairage municipale, ... 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 installations de cogénération dont 2 au gaz naturel et 2 au charbon avec une transition vers les pellets de bois • 13 chaudières d'appoints, • 1 pompe à chaleur, • 5 stockages thermiques • Un réseau de froid 	<ul style="list-style-type: none"> • La régie municipale gère les deux réseaux mais l'électricité est vendue sur le marché de gros. • Pas d'obligation de raccordement au réseau de chaleur
Stockholm	 Fortum Värme	<ul style="list-style-type: none"> • Appartient à 50% à la commune et 50% à Fortum • Activités: production et réseau de chaleur, le groupe Fortum produit et distribue de l'électricité et de la chaleur 	<p>5 sites de production dont 2 sites de cogénération à partir de déchets, 2 sites de cogénérations classique (dont pellet de bois), 1 récupération de chaleur à partir d'eau usée et 1 réseau de froid</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'information sur le devenir de l'électricité produite • Essai d'intégration d'autres sources de chaleur non produite par Fortum sur la base du prix de marché

AGENDA



Méthodologie

- Approche par les projets de recherche existants d'une part, la littérature d'autre part
- Peu de projets de R&D sur les réseaux thermiques, les problématiques adressées sont davantage liés à l'intégration de technologies connues que le développement de nouvelles technologies.

Projets de recherche



Equation de recherche :
sent(district, heating) OR sent(thermal, grid) OR sent(disctrict, energy)

22 projets dont 7 projets intéressants pour la thématique

INTELLIGENT ENERGY EUROPE

56 projets dans la catégorie « heating and cooling », dont 13 sur les réseaux de chaleur et de froid, essentiellement sur les barrières socio-économiques

Recherche documentaire

SMART GRIDS - CRE



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

RHC Renewable
Heating & Cooling
European Technology Platform

Projets Européens – FP7



➤ Très peu de projets FP-7 sur les réseaux thermiques. Les technologies adressées sont la pile à combustible, le management de la chaleur, le stockage thermo-chimique.

Parmi les 7 projets FP-7 sélectionnés :








- 3 portent sur le développement de technologies (cf. tableau ci-dessous),
- 3 sur des démonstrateurs avec des technologies déjà existantes, la rupture consiste alors en l'intégration de plusieurs technologies ou dans le business model (PIME'S, Sunstore 4, Geocom),
- 1 sur l'établissement d'une roadmap pour RHC Platform (SECRHS-Platform)

Données clefs	Titre	Points clefs	Partenaires
<p>H2SUSBUILD <u>Programme:</u> FP7-NMP <u>Date:</u> 2008 - 2012 <u>Subventions:</u> 6 699 755 € <u>Coûts:</u> 9 889 566 €</p>	<p>Development of a clean and energy self-sustained building in the vision of integrating H2 economy with renewable energy sources</p>	<p>Conversion de l'énergie excédentaire en H2 pour stockage et utilisation ultérieure pour la production d'électricité et de chauffage. <u>Cible:</u> bâtiments résidentiels, tertiaire, quartiers.</p>	<p><u>Coordinateur:</u> D'appolonia Acciona, Catato, Cave, Comat, CRES, Decsoft, DNV, ICI caldaie, Idrogen2, Ikerlan, Inst. Für Verbundwerkstoffe, Scame sistemi, Schneider, Sjanska, National Technical Univ. Of Athens, Univ. St Andrews, Unstudio</p>
<p>FC-DISTRICT <u>Programme:</u> FP7-NMP <u>Date:</u> 2010 - 2014 <u>Subvention :</u> 8 000 000 € <u>Coût:</u> 11 836 265 €</p>	<p>New CHP network technologies for energy efficient and sustainable districts</p>	<p>SOFC, management de la chaleur à l'échelle du bâtiment ou du quartier (stockage thermique couplé à un réseau de distribution intelligent).</p>	<p><u>Coordinateur:</u> Mostostal Acciona, D'appolonia, EBZ, Ecofast, ECN, Fagor, Ikerlan, IEN, Inst. Oskar Von Miller Conceptie, Inst. Superior Tecnico, Intesa San Paolo Eurodesk, Knauf, Powerpipe, Rinicom, Solintel, SP, univ. Natioal Technical Athens, Univ. Tech. Chalmers, Univ. Tech. Freiberg, VITO</p>
<p>SOTHERCO <u>Programme:</u> FP7-ENERGY <u>Date:</u> 2012 - 2016 <u>Subvention :</u> 4 512 794 € <u>Coût:</u> 6 270 412M€</p>	<p>Solar Thermochemical Compact Storage System</p>	<p>SoTherCos major objective is to install, monitor and assess an innovative modular, compact and seasonal thermo-chemical solar heat-storage system, namely the SoTherCo HSS (Heat-Storage System). <u>Cible:</u> bâtiment basse consommation individuel et réseau de chaleur.</p>	<p><u>Coordinateur:</u> European Sopro Energies Bureau d'études solaires (Be SOL), CEA, AIT, Regulus, Univ. Libre de Bruxels, Univ. Liège, Univ. Mons, Univ. Versailles.</p>

Projets européens

Intelligent Energy Europe : quelques exemples

➤ Les projets réalisés dans le cadre des financements IEE sont focalisés sur les barrières non technologiques.

	Objectifs	Leader	En cours/terminé
	Le principal objectif du projet était de surmonter les barrières non technologiques , par l'établissement d'un label « green energy » et par la promotion des réseaux de chaleur auprès des municipalités et du public.		
Ecoheat4EU	Analyse de la réglementation en lien avec les réseaux de chaleur au sein de 14 pays européens.		
SMARTREFLEX	Augmenter la diffusion des réseaux de chaleur intelligents et flexibles avec une part élevée d'énergie renouvelables au sein de 6 régions, dans 4 pays (DE, IE, IT, ES). Actions: adaptations de la législation, intégration d'énergies renouvelables, création de coopérative pour la gestion des réseaux, appui au projets locaux.		

Projet national Rider (FUI)



➤ Un projet national portant sur « l'intelligence » du réseau : communication, optimisation du système.

Points clés

- **Lieu** → Languedoc-Roussillon
- **Projet** → RIDER
- **Date** → 2010-2013
- **Coordinateur** → IBM
- **Financement** → 5,16 M€ (coût)

Partenaires



Objectifs

Développer un système d'information innovant fournissant les fonctions nécessaires à l'obtention d'un niveau d'optimisation intermédiaire, situé entre les dispositifs existants au niveau d'un bâtiment simple et ceux du gestionnaire du réseau de distribution électrique.:

- Permettre des économies d'énergies très supérieures à celles obtenues dans un seul bâtiment
- Rendre possible une meilleure exploitation des énergies renouvelables
- Réduire l'impact sur les besoins de production d'énergies «non renouvelables »
- Récupérer la chaleur fatale des procédés qui en libèrent

Contenu du projets

Plusieurs modules:

- Technologies de l'information et de la communication, permettant la capture, la transmission et le traitement en temps réel
- Modules énergétiques (électriques et thermiques), permettant de récupérer et d'aiguiller les énergies au bon endroit, au bon moment.
- Éléments d'infrastructures au sein desquels s'effectueront les échanges énergétiques
- Modules sur le comportement humain.

Résultats

3 sites pilotes dont le Green Data Center d'IBM à Montpellier:

- La production de chaleur fatale des serveurs est utilisée pour chauffer, les pièces environnantes:
 - l'optimisation de la consommation d'énergie par RIDER pour la régulation de la température dans ces pièces
 - le pilotage de la récupération de la chaleur produite par les serveurs du GDC
 - l'application de scénarios de régulation de température à échelle 1

Projets de R&D – enjeux technologiques

Synthèse

- **Peu de projets FP7** portant sur les réseaux de chaleur.
- Peu de projets de R&D portant sur le développement de nouvelles technologies pour les réseaux de chaleur. Les 3 technologies adressées par les projets FP7 sont la pile à combustible, le management de la chaleur, le stockage thermochimique
- Les projets portent davantage sur la **mise en place de démonstrateurs ou sur les barrières socio-économiques: réglementation, transferts de connaissance, appui à la mise en place.**

Les priorités techniques définies par RHC

➤ D'après RHC Platform, les barrières techniques sont de deux ordres : optimisation des différentes composantes et flexibilité des systèmes

Optimisation des différentes composantes et intégration des renouvelables

Production :

- ↗ rendements des sites de cogénération et ↘ prix
- ↗ efficacité et flexibilité de la production de froid, trop dépendante de la température d'entrée
- Adaptation des réseaux à l'intégration d'énergies renouvelables avec des niveaux de température différents.

Transport, distribution, stockage:

- ↘ Pertes thermiques lors du transport grâce aux réseaux basse température, à une meilleure isolation des solutions de transport, à des méthodes de détection et de réduction des fuites.
- Travaux de construction et de maintenance moins invasifs
- standardisation des conduits

Consommation:

- Développement de sous stations plus vertes et plus efficaces.
- connecter les appareils électroménagers consommant de l'eau chaude au réseau de chaleur (machine à laver par ex.),

Systèmes plus flexibles

Intégration des bâtiments basse consommation dans les réseaux existants
(capacité à fournir bâtiments neufs et anciens)

Stockage saisonniers: ↗ efficacité et coût

Utilisation/stockage des excès d'électricité dans les réseaux de chaleur

Développer des outils pour les urbanistes
(aide à la décision)

↗ Les interactions entre la production, le stockage, la distribution et la demande :
smart control, créer des liens entre producteurs / consommateurs / prosumer

Intégration avec les autres réseaux
(électrique, ICT, eaux, déchets, ...)

Barrières techniques

Les priorités non-techniques définies par RHC

➤ RHC Platform inclus dans les barrières non-techniques les systèmes intelligents de gestion.

Transfert de connaissance, éducation, formation

- Mise en place d'une base de données internationale sur le chauffage et la climatisation.
- Outils d'aide à la décision permettant de proposer la technologie la plus adaptée aux besoins exprimés.
- Améliorer la connaissance et l'acceptabilité: promotion, formation (mise en place d'un master degree), projets.

Smart integrated networks

- Faciliter les interactions entre les différents réseaux par l'utilisation de smart meters et de systèmes de contrôle.
- Développement des logiciels d'analyse de données issues des smart heat meters
- Développement de la gestion de la pointe au niveau des sous stations et des unités de contrôle.

Amélioration des politiques nationales et européennes

- Identifier les bonnes pratiques locales et nationales, les promouvoir
- Analyser l'impact des différentes politiques sur le développement des réseaux de chaleur
- Comprendre quelle politique peut permettre de stimuler et de supporter le développement des réseaux de chaleur.

Barrières socio-économiques

Synergie entre différents groupes d'utilisateurs

Intégration de différents profils d'utilisateurs (bâtiments anciens/neufs, industrie, tertiaire) et de producteurs de chaleur (récupération, renouvelables, etc.)

Développer des modèles d'affaire durables

dans un contexte de baisse de consommation de chaleur, d'intégration des énergies renouvelables, de flux multi-directionnels (consommateurs – producteurs)

Meilleure connaissance de la demande de froid et de chaleur

- Améliorer la connaissance de la demande de froid : enquête auprès des industriels pour qualifier et quantifier la demande actuelle et à venir
- Développer des modèles de prédiction de consommation de chaleur en s'appuyant sur la démographie, l'urbanisation, la taille des logements, l'adoption des technologies.

Source : RHC – Strategic research priorities for cross-cutting technology

Les enjeux technologiques selon la littérature

➤ Les enjeux technologiques liés aux réseaux de chaleur résident d'une part dans l'optimisation des technologies actuelles et d'autres part dans le développement de systèmes intelligents

Optimisation des technologies

Production :

- ↗ rendements des sites de cogénération et ↘ prix
- ↗ efficacité et flexibilité de la production de froid, trop dépendante de la température d'entrée

Stockage

- réduction de l'encombrement (stockage souterrain),
- diminution du coût
- stockage chimique, stockage par chaleur latente (changement d'état), stockage thermochimique par sorption

Réseau

- nouveaux matériaux permettant un transport à plus basse température,
- Maintenance: alertes en cas de panne, délais d'intervention
- Construction: travaux moins invasifs, standardisation des conduits.
- Intégration des bâtiments basse consommation dans les réseaux existants (capacité à fournir bâtiments neufs et anciens)

Consommation

- Développement de sous stations plus vertes et plus efficaces.
- connecter les appareils électroménagers consommant de l'eau chaude au réseau de chaleur (machine à laver par ex.)

Intelligences de gestion

Ajustement de la production à la demande: anticiper les périodes de pointe de chauffage, suivi des sous stations

- Profile de charge des sous stations
- Prévission de charge réseau
- Stockage (journalier, hebdomadaire, saisonnier), délestage

Réduire les pertes d'énergie

- par ajustement dynamique des températures (et non en référence à une température fixe dite de base),
- optimisation du point de fonctionnement des pompes en fonctionnant à pression constante et non à vitesse constante,
- distribution basse température.
- Sur-isolation des canalisations
- Méthode de détection et de réduction des fuites

Adaptation des réseaux aux énergies renouvelables

- Gérer plusieurs sources d'énergie suivant plusieurs paramètres variables dans le temps (ensoleillement, vent, appel de puissance, prix de l'électricité, température extérieure, etc.)
- Abaissement de la température de fonctionnement. Problématique pour l'eau chaude sanitaire du fait de risque de légionellose en cas de stockage à trop basse température (préchauffage uniquement couplé à un chauffage complémentaire, utilisation d'UV, etc.)
- raccorder au réseau différentes sources de chaleur individuelles (géothermie superficielle, panneau solaire thermique, etc.)

Utilisation des excès d'électricité dans les réseaux de chaleur et plus largement intégration avec les autres réseaux (électrique, eaux, déchets, gaz, ...)

Le stockage (1/2)

Définition

➤ Le stockage thermique est traité indépendamment des réseaux de chaleur par l'Ademe et RHC Platform.

Les différents types de stockage

L'énergie thermique peut être stockée de 3 façons : **chaleur sensible** (élévation de température du matériaux de stockage), **chaleur latente** (matériaux à changement de phase) et **stockage thermochimique** (sorption). A l'échelle d'un réseau de chaleur, le stockage par chaleur sensible est le plus adéquat, les deux autres formes de stockage étant davantage indiquée à l'échelle d'un bâtiment.

Il existe principalement 4 types de stockage inter-saisonnier :

- **TTES**: tank thermal energy storage: stockage dans un réservoir d'eau (densité de 60 à 80kWh/m³)
- **PTES**: pit thermal energy storage: stockage dans une fosse (60 à 80 kWh)
- **BTES** : borehole thermal energy storage. Stockage dans des puits forés (densité de 15 à 30 kmh/m³)
- **ATES**: aquifer thermal energy storage: stockage dans un aquifère (densité de 30 à 40 kMwh/m³)

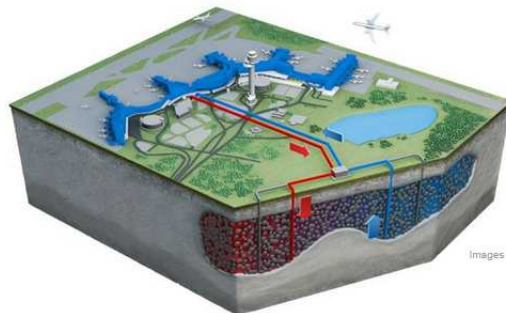


TTES – Cornell (US)

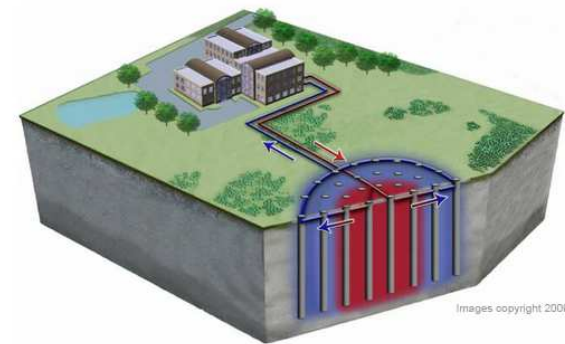


PTES – Vojens (DK), 200 000 m³

ATES - Aquifer Thermal Energy Storage



BTES - Borehole Thermal Energy Storage



BTES Summer Operation - Cooling

Le stockage (2/2)

Définition et enjeux

- Les enjeux liés au stockage par chaleur sensible sont de deux types: recherche de nouveaux matériaux et technologie d'une part, intelligence de gestion d'autre part.

D'après l'Ademe, les enjeux liés au stockage thermique sont la **compacité**, la **durée de vie**, la **puissance de l'échange** et le **coût**.

Stockage thermique			
	Court terme	Marché basse température et petite capacité	Intersaisonnier
Priorité 1	Développement de matériaux haute température pour l'industrie	Développement de MCP bas coût pour l'habitat	Réduction des pertes
Priorité 2	Amélioration de la puissance d'échange		Amélioration de la fiabilité et de la maintenabilité des systèmes
Priorité 3	Développement d'échangeurs/stockeurs compacts		Réduction des coûts de mise en œuvre

La RHC-Platform définit deux types d'enjeux liés aux stockages thermiques pour les réseaux de chaleur :

Technologie de stockage:

- Impacts des stockages sous terrain sur la **composition microbiologique des sols et leurs fonctionnements**
- **High Temperature underground storage** (HT UTES – 40 à 90 °C): traitement de l'eau pour prévenir l'encrassement, sélection de composants permettant de limiter les dépôts de tartre et la corrosion, efficacité thermique (modélisation et test).
- **Choix des matériaux et des revêtements pour les containers** : baisse de prix, amélioration de l'isolation
- **Volume ajustable des réservoirs** : diaphragmes ou paroi ajustable
- **Optimisation du fonctionnement**: convection interne, intégration de matériaux à changement de phase pour améliorer la densité énergétique.
- **Réduction des pertes de chaleur** : nouveaux matériaux pour l'isolation
- **Fluide calorifique**: trouver de nouveaux fluides.

Gestion du stockage:

- Monitoring du stockage
- **Gestion pour l'intégration au smart grid**: réussir à découpler la production de chaleur de l'utilisation pour une intégration avec les smart grid (utilisation des excès d'énergie renouvelable)

Enjeux technologiques

Synthèse

- Les barrières au déploiement des réseaux de chaleur semblent être davantage d'ordre réglementaire que d'ordre technique. Il ne semble pas y avoir de verrou technologique majeur.
- Les réseaux de chaleur à venir intégreront davantage d'énergies renouvelables et seront, dans la mesure du possible (pour les quartiers neufs), basse température.
- Le couplage entre réseau de chaleur et réseau électrique n'est encore qu'à un stade expérimental. Pour davantage de couplage entre couplage, des systèmes de gestion prédictifs de la production et de la demande doivent être mis en place.

AGENDA

