MASTÈRE SPÉCIALISÉ PAPDD

2012-2013

Analyse comparative de la situation des réseaux de chaleur et de froid en France et aux Etats-Unis

Pratiques, choix des pouvoirs publics et perspectives

MEMOIRE DE THESE PROFESSIONNELLE POUR LE MASTERE SPECIALISE PAPDD

Sabine Corcos

Organisme d'accueil

Veolia Energy North America

Boston, MA

En collaboration avec le **pôle Réseaux de chaleur du CETE de l'Ouest**

Correspondant au sein de l'organisme d'accueil :

Vincent Martin, *Chief Operating Officer*

Avertissement

Ecole des Ponts ParisTech, AgroParisTech-Engref et Veolia Energy North America n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux thèses et opinions émises dans ce rapport ; celles-ci doivent être considérées comme propres à leur auteur.

J'atteste que ce mémoire est le résultat de mon travail personnel, qu'il cite entre guillemets et référence toutes les sources utilisées et qu'il ne contient pas de passsages ayant déjà été utilisés intégralement dans un travail similaire.

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Jean-Christophe BRAUN, Stéphane LE DÛ et Muriel BOURRAT du pôle Réseaux de Chaleur du CETE de l'Ouest pour leur soutien et leur aide tout au long de l'étude. Ils m'ont apporté leur précieux éclairage sur la situation des réseaux en France et m'ont donné de très nombreux conseils pour établir la comparaison.

Je remercie beaucoup Vincent MARTIN, qui m'a prise en charge et guidée tout au long de la mission. J'ai beaucoup appris à ses côtés et je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité.

J'adresse un grand merci à toute l'équipe engineering de Veolia Energy NA, notamment Kevin HAGERTY, George HENGERLE et Chloé LAMY, pour avoir toujours été présents pour répondre à mes questions.

Je remercie également Aida DILOYAN ainsi que Camille ALQUIER et Julien AMOUYAL pour leur soutien tout au long du stage.

Enfin, je remercie Cyrille DU PELOUX pour m'avoir permis de réaliser ma mission au sein de Veolia Energy NA.

Résumé

Les réseaux de chaleur et de froid consistent à centraliser la production de chaleur ou de froid pour desservir plusieurs usagers. Ils présentent généralement des avantages par rapport aux solutions décentralisées en matière de diminution des émissions de gaz à effet de serre mais aussi en termes de fiabilité et de sécurité. Les situations des réseaux de chaleur dans le monde sont très constrastées et dépendent fortement des politiques énergétiques menées dans les différents pays. Nous avons réalisé une étude comparative de leur situation en France et aux Etats-Unis.

Alors même que le chauffage urbain moderne est né aux Etats-Unis, les réseaux de chaleur ne couvrent aujourd'hui que 4% des besoins de chauffage. Ils ont été conçus par les *Electric Utilities* américaines à la fin du XIXème comme des moyens d'utiliser la chaleur fatale perdue lors de la production d'électricité. En France, où les 450 réseaux distribuent 6% de la chaleur consommée, ils ont accompagné les politiques d'urbanisation des années 60 et sont en majorité issus d'initiatives de collectivités locales. Alors que le secteur résidentiel constitue la majorité des clients des réseaux en France, c'est le secteur commercial ainsi que les campus universitaires qui sont majoritaires aux Etats-Unis.

La France a fixé des objectifs clairs en matière de politique énergie-climat contrairement aux Etats-Unis. Les lois Grenelle en France promeuvent directement les réseaux de chaleur conçus comme des outils de mobilisation massive des énergies renouvelables et de récupération. Le fonds chaleur, l'obligation d'étudier la faisabilité d'un réseau alimenté par des énergies renouvelables ou de récupération pour tout projet d'aménagement, la révision de la procédure de classement sont des mesures phares des lois Grenelle. Aux Etats-Unis, certaines politiques fédérales ou étatiques peuvent soutenir indirectement les réseaux via le soutien de la cogénération, à laquelle ils sont très souvent associés. Au niveau des Etats, on peut citer les *Clean Energy Funds*, *Renewable and Alternative Portfolio Standars, Energy Efficient Ressource Standards*.

Dans les deux pays, on note un renforcement du rôle des acteurs locaux à travers les outils de planification urbaine qui sont les plus adaptés pour permettre le déploiement des réseaux. De plus, la réglementation au niveau de la certification des bâtiments tend à évoluer en faveur des réseaux. Alors que les initiatives publiques sont majoritaires en France, aux Etats-Unis, la propriété et la responsabilité incombent plus largement aux entreprises privées. Cependant, un nombre croissant de villes, seules à avoir une vision de long terme, sont impliquées dans les nouveaux projets de réseaux fortement capitalistiques.

Quel avenir pour les réseaux de chaleur ? Des innovations visant à optimiser les paramètres des réseaux se développent. Le stockage d'énergie thermique, tout comme les réseaux basses températures par exemple, permettent de maximiser l'utilisation d'énergie renouvelable ou de récupération. Ces innovations sont clefs pour faire des réseaux des outils indispensables à la lutte contre l'effet de serre dans les deux pays. Aux Etats-Unis, il semble que la conscience des avantages sociétaux des réseaux se renforce. L'*International District Energy Association* milite pour obtenir davantage de politiques de soutien fédérales pour les réseaux de chaleur en mettant en avant la capacité des réseaux à mobiliser massivement les énergies renouvelables et de récupération, se rapprochant ainsi de la logique franco-européenne.

Abstract

District energy systems produce steam, hot water or chilled water at a central plant and serve several individual buildings. They usually provide benefits in terms of greenhouse gas emissions but also in terms of reliability and security. Their situation is variable in different countries and mostly depends on energy policies conducted in those countries. We have done a comparative analysis of the situation of district energy in France and in the United States.

Although the district heating networks were built in U.S. first, now they deliver only 4% of the heating demand in the country. The steam networks were built at the end of the 19th century by local electric utilities to recover heat, which was produced by electric generation. In France, where 450 district networks supply 6% of the heating demand, they have supported urbanization policies in the sixties, and were mostly public initiatives. While the majority district energy customers in France are residential buildings, in U.S. they are commercial buildings and universities.

France has set up clear goals in terms of climate protection, contrary to the US. The *Lois Grenelle, (Grenelle Laws)* in France directly promote district systems as tools to mobilize renewable and recovery energy. Among the main measures is the *Fonds Chaleur*, (Heating Fund), which financially supports new renewable district heating projects. Another measure is the obligation to study the option of district system, using renewable or recovery energy, for each new development project. In U.S. some federal or state policies can indirectly support district networks through cogeneration with which they are often associated. At the State level, we can mention the *Clean Energy Funds*, the *Renewable and Alternative Portfolio Standards,* and the *Energy Efficient Resource Standards*.

In both countries, we can notice an increasing role of local players through urban planning documents, which are the best tools to support the development of district systems. Besides, the rules for the certification of buildings seem to evolve in favor of district energy. While public initiatives are the most common in France, in U.S. most systems are owned and operated by private firms. However, a growing number of Cities start guiding and supporting the development of new projects. They are the logical choice to provide a long term vision, essential for district energy.

What is the future of district energy? The innovations, which aim at optimizing the parameters of district systems in order to reduce energy consumption, are keys to make them essential tools to tackle the issue of climate change in both countries. In U.S., it seems that the awareness of social benefits of district systems is increasing. The *International District Energy Association* strives for the implementation of new federal public policies supporting district systems, by highlighting their capacity to mobilize renewable and recovery energy, approaching thus the French conception.

Quatre pages

La présente étude vise à comparer, aux États-Unis et en France, les pratiques, les situations et les choix des pouvoirs publics en matière de réseaux de chaleur et de froid. Elle n'a pas d'objectif opérationnel. Elle a été réalisée grâce à une collaboration avec le pôle Réseaux de Chaleur du CETE de l'Ouest et Veolia Energy North America, acteur majeur du secteur des réseaux de chaleur aux Etats-Unis.

Le chauffage, et la climatisation notamment aux Etats-Unis, sont responsables d'une partie importante des émissions de gaz à effet de serre. Il faudrait donc que la part des sources d'approvisionnement ne contribuant pas à la hausse de la concentration en CO_2 augmente. Les réseaux de chaleur et de froid consistent à centraliser la production de chaleur ou de froid pour ensuite desservir plusieurs usagers. Ils présentent généralement des avantages par rapport à des solutions de production de chaleur ou de froid décentralisées, notamment en matière de mobilisation des énergies renouvelables, d'efficacité énergétique et de diminution des émissions de gaz à effet de serre. Ils pourraient donc contribuer efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique. Par ailleurs, ils assurent une diminution des risques de coupures d'approvisionnement grâce à la flexibilité du bouquet multi-énergies ainsi qu'une plus grande sécurité des immeubles en éliminant les installations de combustion individuelles. La situation des réseaux de chaleur selon les pays connaît de fortes disparités. Celles-ci s'expliquent par les conditions climatiques, les ressources énergétiques locales, l'organisation urbaine, mais aussi et surtout par les politiques énergétiques menées dans les différents pays.

En France, les 450 réseaux ne distribuent que 6% de la chaleur consommée au niveau national. Cependant, dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la France s'est fixée comme objectifs à l'horizon 2020 de tripler le nombre d'équivalents-logements raccordés et d'atteindre une part des énergies renouvelables et de récupération de 75% dans les sources d'approvisionnement des réseaux. Côté américain, alors même que le chauffage urbain moderne est né aux Etats-Unis en 1877 et que le plus grand réseau commercial du monde est celui de New York, les réseaux de chaleur ne couvrent aujourd'hui que 4% des besoins de chauffage et très peu de politiques publiques les soutiennent directement.

Après un état des lieux de la situation des réseaux en France et aux Etats-Unis, nous avons comparé le rôle joué par les réseaux dans la politique énergie-climat et plus localement dans l'urbanisme ainsi que la place des acteurs publics et privés dans ce secteur. Enfin, nous nous sommes interessés aux innovations actuellement observées – techniques, sociétales, juridiques - afin de mieux appréhender leur avenir dans chacun des deux pays.

L'histoire des réseaux de chaleur a commencé aux Etats-Unis à la fin du XIXème siècle. Ils ont été conçus par les *Electric Utilities* comme des moyens d'utiliser la chaleur fatale perdue lors de la production d'électricité. En France, les réseaux ont accompagné les politiques d'urbanisation et sont en majorité issus d'initiatives de collectivités locales. Dans les deux pays, les chocs pétroliers ont bénéficié aux réseaux dans les années 70 puis ceux-ci

ont connu une période de stagnation. Ils sont aujourd'hui remis au goût du jour, de manière directe en France où ils sont vus comme un outil de mobilisation massive des énergies renouvelables et indirectement aux Etats-Unis via la promotion de la cogénération à laquelle ils sont généralement associés. Notons qu'en France est établie une différence entre le sens technique (une source de chaleur, un réseau primaire de canalisations, un réseau secondaire) et le sens juridique (au moins un utilisateur différent du propriétaire du réseau ou de la source de chaleur) du terme réseaux de chaleur, alors qu'aux Etats-Unis cette distinction n'existe pas, seul le sens le plus large est admis.

Deux associations nationales, AMORCE et Via Seva, et une association européenne, *Euroheat & Power*, assurent la promotion des réseaux de chaleur en France. Aux Etats-Unis, c'est essentiellement seule *l'International District Energy Association (IDEA)*, à vocation internationale, qui joue un rôle. Il est par ailleurs bien plus difficile d'obtenir des statistiques robustes sur les réseaux de chaleur aux Etats-Unis où il n'y a pas d'enquête annuelle de branche aussi précise que celle menée par le SNCU en France.

Alors que le secteur résidentiel constitue la majorité des clients des réseaux en France, c'est le secteur commercial ainsi que les campus universitaires qui sont majoritaires aux Etats-Unis. Ceci reflète une organisation différente des villes. Les centres-villes denses en France sont fortement résidentiels alors qu'aux Etats-Unis, les secteurs résidentiels se trouvent souvent en banlieue et les zones les plus denses sont généralement des zones commerciales, au niveau des quartiers d'affaire en centre-ville.

Alors que la France a fixé des objectifs clairs en matière de politique énergie-climat, ce n'est pas le cas aux Etats-Unis où les objectifs fixés sont très variables d'un Etat à l'autre. En France, ceci s'inscrit dans un contexte européen qui souhaite valoriser les réseaux, comme le montre la directive sur l'efficacité énergétique (DEE). Au niveau national, les lois Grenelle visent à promouvoir directement les réseaux de chaleur conçus comme des outils de mobilisation massive des énergies renouvelables et de récupération. Les mesures phares des lois Grenelle sont le fonds chaleur (suvention aux projets de chaleur renouvelables collective ou industrielle), l'obligation d'étudier la faisabilité d'un réseau de chaleur ou de froid alimenté par des énergies renouvelables ou de récupération pour tout projet d'aménagement, l'obligation de la prise en compte des réseaux dans les textes relatifs à l'urbanisme et à la construction et enfin la révision de la procédure de classement, qui définit des périmètres de développement prioritaires où le raccordement au réseau est obligatoire. En revanche, alors que la cogénération est promue par la DEE, la place à donner à celle-ci fait débat en France où les tarifs d'achat de l'électricité cogénérée vont diminuer. Aux Etats-Unis, certaines politiques – fédérales ou étatiques – peuvent soutenir indirectement les réseaux via le soutien de la cogénération à laquelle ils sont très souvent associés. Au niveau fédéral, le *Oak Ridge National Laboratory*, sous tutelle du *Department of Energy* (DOE), a fixé un objectif de 20% de la production d'électricité issue de cogénération en 2030 (contre 9% aujourd'hui). Un programme fédéral majeur, l'*American Recovery and Reinvestment Act*, a contribué au financement d'un certain nombre de projets de cogénération et de réseaux de chaleur en 2009 mais est aujourd'hui terminé. Au niveau des Etats, un certain nombre de programmes soutiennent les projets d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique (notamment la cogénération) : les *Clean Energy Funds* alimentés généralement par une taxe sur l'électricité, les *Renewable and Alternative Portfolio Standards* qui exigent que les fournisseurs d'électricité délivrent un certain pourcentage d'électricité d'origine renouvelable ou « alternative » avec un mécanisme de crédits échangeables sur le marché, les *Energy Efficient Ressource Standards* qui imposent une réduction de la consommation d'énergie aux

fournisseurs, outil proche des certificats d'économie d'énergie français, etc. Ces programmes varient selon les Etats.

Dans les deux pays, on note un renforcement du rôle des acteurs locaux à travers les outils de planification urbaine, tels que les *Climate Protection Plans* aux Etats-Unis, les *Schémas Régionaux Climat-Air-Energie* et les *Plans Climat-Energie Territoriaux* en France. Les réseaux de chaleur sont de plus en plus pris en compte dans ces documents d'urbanisme, à travers des mesures incitant au raccordement aux réseaux existants dans certaines zones. Au niveau de la réglementation des bâtiments, on note une évolution similaire dans les deux pays en faveur des réseaux : la certification LEED aux Etats-Unis de même que la réglementation thermique en France ont évolué pour mieux valoriser le raccordement des bâtiments aux réseaux faiblement émetteurs de CO_2 alors que ce raccordement était souvent pénalisé par la réglementation précédente.

Alors que les initiatives publiques sont majoritaires en France, où les collectivités locales ont très souvent un rôle d'autorité voire sont propritétaires ab initio, aux Etats-Unis, la propriété et la responsabilité incombent plus largement aux entreprises privées. Cependant, le rôle joué par les villes tend à se renforcer dans les nouveaux projets de réseaux, à l'image du cas de Seattle, de San Francisco ou d'Arlington County. Elles sont seules à avoir la vision de long terme nécessaire au déploiement de nouvelles infrastructures fortement capitalistiques. On retrouve par ailleurs des montages assez similaires de délégation dans les deux pays (de type concessions avec mise en conccurence du partenaire privé) mais ils sont bien plus courants en France.

Quel avenir pour les réseaux de chaleur ? Les bâtiments étant de plus en plus performants avec des besoins de chaud et de froid plus faibles, les densités énergétiques sont plus faibles qu'auparavant. Les pertes en ligne et la mixité énergétique des usages sont les nouvelles problématiques qui impactent directement la pertinence économique des réseaux. Un certain nombre d'innovations tentent de répondre à ces nouveaux enjeux. La mise en place de réseaux de chaleur basse température, qui consiste à faire circuler dans les réseaux de chaleur une eau à 70 °C environ, au lieu des 110 °C traditionnels, est notamment étudiée pour réduire les déperditions de chaleur. Le stockage d'énergie thermique qui consiste à emmagasiner de l'énergie en vue d'un usage ultérieur permet d'augmenter la quantité d'énergie à bas coût utilisable par le réseau et d'abaisser les puissances nominales de production. Par ailleurs, plusieurs systèmes visant à optimiser en continu les paramètres du réseau pour s'adapter au mieux à la variabilité de la demande et réduire ainsi la consommation d'énergie vont être amenés à se dévevelopper en France comme aux Etats-Unis.

Si les statistiques sur les réseaux de chaleur et de froid sont bien plus robustes en France qu'aux Etats-Unis, grâce notamment à l'enquête de branche annuelle obligatoire réalisée par le SCNU, il se pose en France la question de la publication des données sur les réseaux, dont la majeure partie est protégée par le secret statistique. Différents acteurs ont exprimé leur intérêt pour une cartographie nationale des réseaux, base publique de données natioanles, qui permettrait aux acteurs locaux de pleinement jouer leur rôle. Cette cartographie nécessiterait une sortie du cadre de protection juridique d'au moins une partie des données. Il s'agirait d'une véritable innovation répondant à un enjeu actuel et modifiant la situation pour de nombreux acteurs du secteur.

Sur un plan juridique, l'*IDEA* milite aux Etats-Unis pour obtenir davantage de politiques de soutien fédérales pour les réseaux de chaleur, notamment à travers la communication récente sur la chaleur fatale perdue qui pourrait être récupérée et alimenter les réseaux (revue 2013). La position de l'*IDEA* se rapproche de celle prise récemment par

Euroheat & Power qui a évoqué 500 milliards d'euros d'énergie perdue en Europe. Elle se rapproche aussi de la logique française qui met en avant la forte capacité des réseaux à mobiliser massivement les énergies renouvelables et de récupération

Ainsi, selon la logique française, les réseaux de chaleur permettent de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...) et devront donc être fortement étendus, densifiés et modernisés afin de contribuer aux objectifs nationaux de transition énergétique. Aux Etats-Unis, la plupart des grands réseaux sont trop anciens pour être des modèles d'efficacité énergétique, à ceci près qu'ils sont généralement associés à des cogénérations et les objectifs énergie-climat ne sont pas clairement fixés au niveau national et varient fortement d'un Etat à l'autre. Il en résulte une plus faible promotion des réseaux dans la politique énergétique tant nationale qu'étatique. Cependant, la conscience de leurs avantages sociétaux - sécurité énergétique, flexibilité, développement économique local, réduction des gaz à effet de serre – augmente alors que le caractère fortement capitalistique des réseaux en limite le déploiement. Si des réseaux ont pu se développer sans soutien public, notamment au niveau des campus universitaires et des hôpitaux, les acteurs publics qui ont une vision de long terme, sont les plus à même d'assurer leur développement. L'*IDEA* milite auprès des pouvoirs publics pour obtenir plus de politiques de soutien des réseaux et met en avant la forte capacité des réseaux à utiliser la chaleur fatale, se rapprochant ainsi de la logique franco-européenne. Certaines villes, comme Seattle, San Francisco ou Arlington County, lancent le mouvement vers une prise en compte accrue des réseaux dans la planification urbaine et la formation de partenariats public-privé pour assurer leur déploiement. Les innovations visant à optimiser les paramètres des réseaux afin de mieux s'adapter aux variations de la demande et de réduire ainsi la consommation d'énergie seront clefs pour faire des réseaux des outils indispensables à la lutte contre l'effet de serre dans les deux pays.

Table des matières

AVERTISSEMENT 2
REMERCIEMENTS 3
RESUME 4
ABSTRACT 5
QUATRE PAGES 6
TABLE DES MATIERES 10
LISTE DES FIGURES 12
LISTE DES ANNEXES 13
INTRODUCTION 14
I. SITUATION DES RESEAUX DE CHALEUR DANS LES DEUX PAYS 15
1. PANORAMAS ENERGETIQUES NATIONAUX 15
1.1 Consommation d'énergie par source *15*
1.2 Consommation d'énergie par secteur *17*
1.3 Définition des réseaux de chaleur *18*
2. HISTORIQUE ET DYNAMIQUE DU DEVELOPPEMENT DES RESEAUX DE CHALEUR DANS CHAQUE PAYS 20
2.1 Eléments de contexte sur les Electric Utilities américaines *20*
2.2 Histoire des réseaux de chaleur américains et français *21*
a) Histoire des réseaux de chaleur américains 21
b) Histoire des réseaux de chaleur en France 22
2.3 Acteurs nationaux de la filière *23*
a) France 23
b) Etats-Unis 24
3. SITUATION DES RESEAUX DE CHALEUR A L'ECHELLE NATIONALE ET PART DES RESEAUX DANS LE CHAUFFAGE DES BATIMENTS 26
3.1 Nombre de réseaux et situation géographique *26*
3.2 Sources d'énergie utilisées par les réseaux *27*
3.3 Part dans le chauffage urbain des différents secteurs servis *30*
4. QUELQUES EXEMPLES DE RESEAUX ACTUELS 32
4.1. Etats-Unis *32*
a) Réseau de Boston/Cambridge (Veolia Energy North America) 32
b) Le réseau de St Paul (Distrit Energy St Paul) 33
4.2. France *34*
a) Réseau de chaleur de Paris : le plus grand de France 34
b) Réseau de la ZAC Seguin à Boulogne-Billancourt : réseau innovant à fort taux d'énergies renouvelables et de récupération 34
c) Un petit réseau biomasse : le réseau de Nègrepelisse (Tarn-et-Garonne) 35
II. STRATEGIE NATIONALE 36
1. QUEL ROLE POUR LES RESEAUX DE CHALEUR DANS LA POLITIQUE ENERGIE-CLIMAT ? 36
1.1 Une volonté claire de soutien des réseaux en France comme outil de mobilisation des énergies renouvelables et de récupération *37*
1.2 Un soutien indirect des réseaux aux Etats-Unis via la promotion de l'efficacité énergétique de la cogénération, souvent associée aux réseaux *40*
a) Politique fédérale 40

b) Politique des États 42
1.3 Réglementations environnementales susceptibles d'impacter les projets de réseaux de chaleur *45*
2. RESEAUX DE CHALEUR ET URBANISME 47
2.1 Un renforcement des acteurs locaux en matière de contribution aux objectifs énergie-climat. *47*
2.2 L'exemple de Seattle DE Strategy *49*
2.3 Réseaux de chaleur et certification des bâtiments aux Etats-Unis : l'exemple de la LEED Certification *50*
2.4 Les réseaux de chaleur et la réglementation thermique en France *51*
3. ROLE DES ACTEURS PUBLICS ET PRIVES DANS LA REALISATION DES PROJETS DE RESEAUX DE CHALEUR - MODELES ECONOMIQUES DES RESEAUX 53
Source : Enquête SNCU *53*
3.1 Initiatives publiques *53*
a) Cadre d'intervention des collectivités en France 53
b) Différents montages contractuels en France 54
c) Entrepreneurs publics aux Etats-Unis 55
d) L'exemple de la ville de Seattle 55
3.2 Entrepreneurs privés *56*
3.3 Partenariats public-privé et montages alternatifs *57*
III. INNOVATIONS JURIDIQUES ET TECHNIQUES. QUEL AVENIR POUR LES RESEAUX ? 59
1. DES EXEMPLES D'INNOVATIONS TECHNIQUES 59
1.1 Des innovations qui se répandent en France et aux Etats-Unis *59*
1.2 Des innovations amenées à se développer *62*
2. QUELLE PLACE POUR LES DONNEES SUR LES RESEAUX ? VERS UN ACCES PLUS LIBRE EN FRANCE ? 64
2.1 Des statistiques plus robustes en France qu'aux Etats-Unis *64*
2.2 Vers la publication plus large des données sur les réseaux en France ? *64*
3. DES INNOVATIONS JURIDIQUES AUX ETATS-UNIS : UN RAPPROCHEMENT DE LA LOGIQUE FRANÇAISE ? 66
3.1 Master Limited Partnerships Parity Act *66*
3.2 "A potential approach to a district energy bill in 2013" (Mark Spurr, IDEA) *68*
CONCLUSION 70
BIBLIOGRAPHIE ET ENTRETIENS 71
ANNEXES 74

Liste des figures

FIGURE 1 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE AUX ETATS-UNIS, 1950-2011 15
FIGURE 2 : CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE PAR SOURCE EN FRANCE 16
FIGURE 3 : SOURCES D'ENERGIE DANS LA CONSOMMATION FINALE EN FRANCE, 2010 16
FIGURE 3 : CONSOMMATION D'ENERGIE FINALE PAR SECTEUR AUX ETATS-UNIS, 2011 17
FIGURE 4 : REPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR SOURCE ET PAR SECTEUR AUX ETATS-UNIS, 2011 17
FIGURE 5 : CONSOMMATION D'ENERGIE PAR SECTEUR EN FRANCE, 2011 18
FIGURE 6 : CONSITUTION D'UN RESEAU DE CHALEUR 18
FIGURE 7 : HISTOIRE DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE 23
FIGURE 8 : CARTE DES RESEAUX DE CHALEUR AUX ETATS-UNIS 27
FIGURE 9 : CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE PAR TYPE D'EENERGIE DANS LES RESEAUX DE CHALEUR 29
FIGURE 10 : ENERGIES RENOUVELABLES ALIMENTANT DES RESEAUX DE CHALEUR 29
FIGURE 11 : CONSOMMATION D'ENERGIE DES BATIMENTS COMMERCIAUX AUX ETATS-UNIS, 2011 30
FIGURE 12 : SURFACES SUPPLEMENTAIRES ANNUELLES RACCORDEES A DES RESEAUX PAR TYPE DE BATIMENTS, 2000-2011 30
FIGURE 13 : LIVRAISONS DE CHALEUR OU DE FROID PAR LES RESEAUX EN FRANCE 31
FIGURE 14 : PLAN DU RESEAU DE CHALEUR DE BOSTON-CAMBRIDGE 32
FIGURE 15 : IMPACT DE LA CHALEUR COGENEREE ("GREEN STEAM") DE BOSTON SUR L'EMPREINTE CARBONE REGIONALE 33
FIGURE 16 : BOUQUET ENERGETIQUE DE CPCU, 2011 34
FIGURE 17 : EMISSIONS DE CO_2 EVITEES PAR UNE AUGMENTATION DE LA PART DE LA COGENERATION DE 9% A 20% 41
FIGURE 18 : DEUX EXEMPLES DE PROJETS SUBVENTIONNES PAR L'ARRA 42
FIGURE 19 : PROGRAMMES EERS PAR ETAT, OBJECTIFS ET RESULTATS 44
FIGURE 20 : EXTRAIT DU TRANSIT CENTER DISTRICT PLAN DE SAN FRANCISCO, 2012 47
FIGURE 21 : EXTRAIT DU COMMUNITY ENERGY AND SUSTAINABILITY FINAL DRAFT D'ARLINGTON COUNTY, 2010 47
FIGURE 22 : OBSTACLES AU DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS 49
FIGURE 23 : ENERGIES RENOUVELABLES ET POINTS POUR LA CERTFICATION LEED 51
FIGURE 24 : MAITRISE D'OUVRAGE DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE 53
FIGURE 25 : DIFFERENTS TYPES DE MONTAGES CONTRACTUELS EN FRANCE 54
FIGURE 26 : VEOLIA ENERGY NORTH AMERICA EN CHIFFRES 56
FIGURE 27 : AUTRES SOCIETES PRIVEES POSSEDANT PLUS D'UN RESEAU D'ENERGIE AUX ETATS-UNIS 57
FIGURE 28 : RESEAU CLASSIQUE ET RESEAU MULTIPOINTS 60
FIGURE 29 : CARACERISTIQUES DES DIFFERENTES TECHNOLOGIQUES DE STOCKAGE DE FROID 61
FIGURE 30 : EXEMPLES DE RESEAUX DE FROID DANS LE MONDE POSSEDANT PLUSIEURS INSTALLATIONS DE STOCKAGE THERMIQUE 61
FIGURE 31 : EFFET DE L'OPTIMISATION DE LA TEMPERATURE DE DEPART (SOURCE : TERMIS) 62
FIGURE 32 : CONFIGURATION TYPIQUE D'UNE INSTALLATION DE *MODULAR BOILERS* 63
FIGURE 33 : IMPACT DES *MODULAR BOILERS* SUR LA FLEXIBILITE DU SYSTEME 63
SOURCE : MIURA NORTH AMERICA INC., *DISTRICT ENERGY MAGAZINE, FOURTH QUARTER 2011* 63
FIGURE 34 : PRINICPE D'UN *MASTER LIMITED PARTNERSHIP* 66
FIGURE 35 : LETTRE DE SOUTIEN AUX SENATEURS COONS AND MORAN DE LA PART DE L'IDEA 67
FIGURE 36 : PART DE L'ENERGIE UTILE ET DE L'ENERGIE PERDUE DANS LA CONSOMMATION ENERGETIQUE AUX ETATS-UNIS, 2011 68

Liste des annexes

ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA DIRECTIVE 2012/27/UE RELATIVE A L'EFFICACITE ENERGETIQUE 75
ANNEXE 2 : DESCRIPTION DU PROGRAMME ARRA, DISPONIBLE SUR LE SITE FEDERAL GRANTS.GOV. 76

Introduction

Dans le secteur résidentiel et tertiaire, le chauffage et la climatisation représentent une part très importante de l'énergie consommée (80% en France) et donc des émissions de gaz à effet de serre. Un réseau d'énergie est un système centralisé de production de chaleur ou de froid associé à un système de distribution, permettant de desservir plusieurs usagers. Dans de nombreux pays, notamment en Europe et en Asie, les réseaux de chaleur sont vus comme un moyen de limiter les émissions de CO_2 de serre du pays, à travers la mobilisation massive d'énergies renouvelables (telles que la biomasse, la géothermie profonde, ainsi que les énergies de récupération) et l'amélioration de l'efficacité énergétique, les réseaux étant souvent associés à la cogénération. Par ailleurs, ils assurent une diminution des risques de coupures d'approvisionnement grâce à la flexibilité du bouquet multi-énergies ainsi qu'une plus grande sécurité des immeubles en éliminant les installations de combustion individuelles.

Les situations des réseaux de chaleur dans le monde sont très constrastées. Si ces fortes disparités s'expliquent par les conditions climatiques, les ressources énergétiques locales, l'organisation urbaine, ce sont avant tout les politiques énergétiques menées dans les différents pays qui expliquent le taux de pénétration variable des réseaux. Le chauffage urbain est ainsi le mode de chauffage dominant en Suède, en Lituanie ou en Finlande où il couvre environ 50% des besoins.

En France, les 450 réseaux ne distribuent que 6% de la chaleur consommée au niveau national. Cependant, dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la France s'est fixée comme objectifs à l'horizon 2020 de tripler le nombre d'équivalents-logements raccordés et atteindre une part des énergies renouvelables et de récupération de 75% dans les sources d'approvisionnement des réseaux. Un pôle Réseaux de Chaleur a été créé au CETE de l'Ouest afin constituer un centre de ressources dans le domaine des réseaux de chaleur.

Côté américain, alors même que le chauffage urbain moderne est né aux Etats-Unis en 1877 et que le plus grand réseau commercial du monde est celui de New York, les réseaux de chaleur ne couvrent aujourd'hui que 4% des besoins de chauffage. Cependant, la conscience de leurs avantages sociétaux - sécurité énergétique, flexibilité, développement économique local, réduction des gaz à effet de serre – tend à augmenter, notamment grâce au travail de *l'International District Energy Association*, bien implantée aux Etats-Unis. *Veolia Energy North America* est un acteur majeur du secteur des réseaux de chaleur aux Etats-Unis : l'entreprise possède et opère des réseaux dans plus de 14 grandes villes américaines.

Nous avons cherché à établir une comparaison entre la France et les Etats-Unis sur la question des politiques publiques en matière de réseaux de chaleur et de froid. Après un état des lieux de la situation des réseaux en France et aux Etats-Unis, nous avons comparé le rôle joué par les réseaux dans la politique énergie-climat et plus localement dans les politiques d'urbanisme. Nous sommes ensuite interrogés sur la place des acteurs publics et privés dans ce secteur. Enfin, nous nous sommes intéressés aux innovations actuellement observées – sur un plan technique, sociétal, juridique – pour tenter de mieux appréhender leur avenir dans chacun des deux pays étudié.

I. Situation des réseaux de chaleur dans les deux pays

Nous avons tout d'abord établi un état des lieux des consommations énergétiques et de la place qu'occupent les réseaux de chaleur et de froid dans chacun des deux pays. Nous utiliserons l'expression « réseaux de chaleur » pour recouvrir à la fois les réseaux de chaleur et les réseaux de froid, sauf mention contraire.

1. Panoramas énergétiques nationaux

Nous avons comparé les concommations d'énergie par source puis par secteur dans chacun des deux pays. Il faut noter que les unités utilisées dans les deux pays sont différentes. Aux États-Unis est utilisé le BTU (British Thermal Unit). En France est utilisée la tonne équivalent pétrole (TEP), une TEP équivaut à 11.63 MWh. 1 quadrillion de BTU équivaut à 10^15 BTU soit 25.2 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep). En termes d'unités, on utilise aux Etats-Unis pour les réseaux de vapeur les lbs/h, ce qui équivaut à 0,45kg/h et pour les réseaux de froid la ton-hour qui équivaut à 12000Btu ou 3,5kWh.

1.1 Consommation d'énergie par source

La consommation d'énergie primaire totale aux Etats-Unis est de 97,3 quadrillion de BTU soit 2452 Mtep en 2011. 36% de l'énergie primaire utilisée vient du pétrole, 26% du gaz naturel et 20% du charbon. La part du nucléaire est 8,4% et celle des énergies renouvelables 8%.

Les États-Unis utilisent 20% de l'électricité produite mondialement.

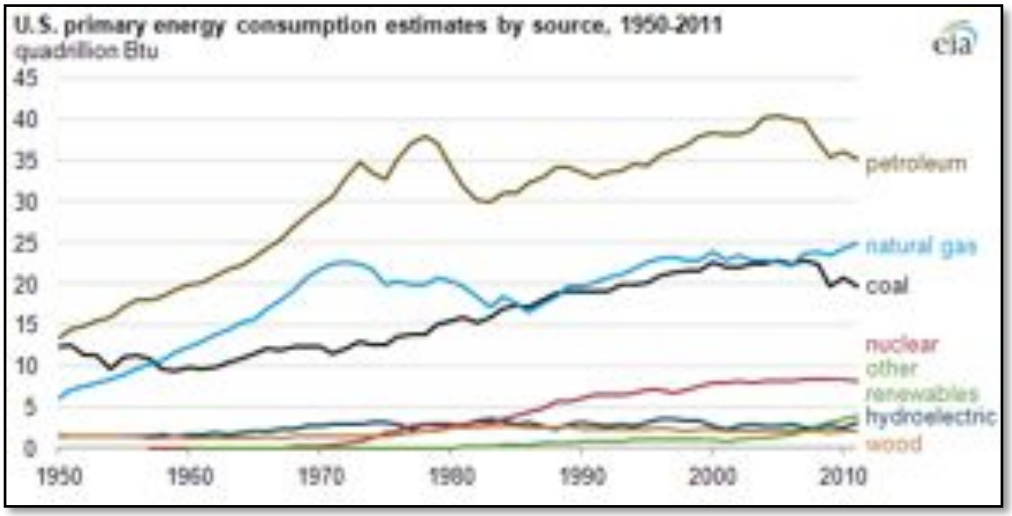


FIGURE 1 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE AUX ETATS-UNIS, 1950-2011
Source : eia.gov, U.S. Energy Information Administration

Le mix énergétique primaire de la France est plutôt stable depuis le milieu des années 2000. Il repose pour moitié sur des énergies fossiles importées : le pétrole (31%), le gaz naturel (15%)

et le charbon (3,7%). L'électricité primaire (nucléaire, hydraulique, éolien et photovoltaïque) représente 43,8% et le reste des énergies renouvelables 6,4%.
La consommation primaire corrigée des variations climatiques s'élève ainsi à 266 Mtep, alors qu'elle oscillait entre 270 et 275 Mtep au début des années 2000.

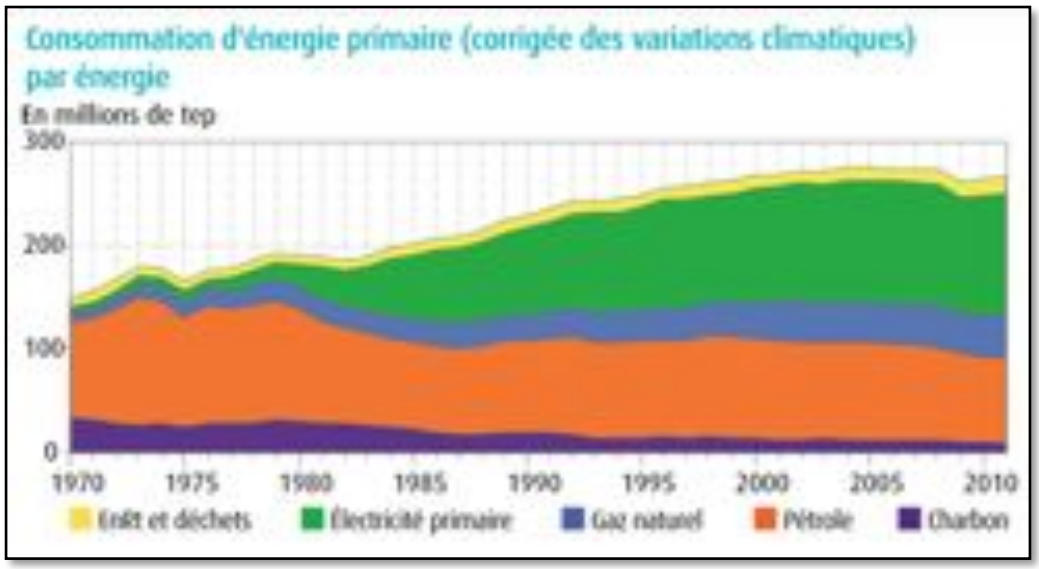


FIGURE 2 : CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE PAR SOURCE EN FRANCE
Source : www. transition-energetique.gouv.fr

La consommation d'énergie finale à fin énergétique est stable depuis trois ans et s'établit à près de 156 Mtep.

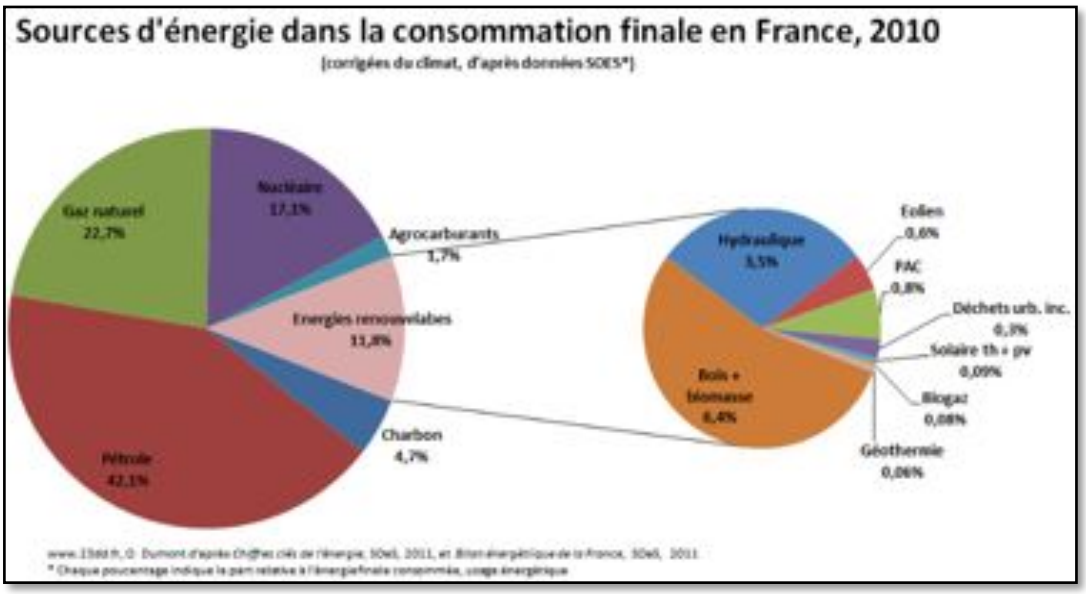


FIGURE 3 : SOURCES D'ENERGIE DANS LA CONSOMMATION FINALE EN FRANCE, 2010
Source : données SOES

Dans ce panorama, deux différences entre la France et les États-Unis ressortent : la part du charbon et celle du nucléaire. Le charbon représente 20% de la consommation primaire aux États-Unis contre 3,7% en France. A l'inverse, le nucléaire fournit 17,1% de l'énergie utilisée en France contre 8,3% aux États-Unis.

1.2 Consommation d'énergie par secteur

Aux Etats-Unis, le secteur industriel est depuis longtemps le plus consommateur d'énergie, suivi de près par le secteur des transports (Figure 3). Viennent ensuite les secteurs résidentiel et commercial. On peut noter dans la Figure 4 la part dominante du pétrole dans les transports (93%) et du gaz naturel dans le secteur résidentiel et commercial (75%).

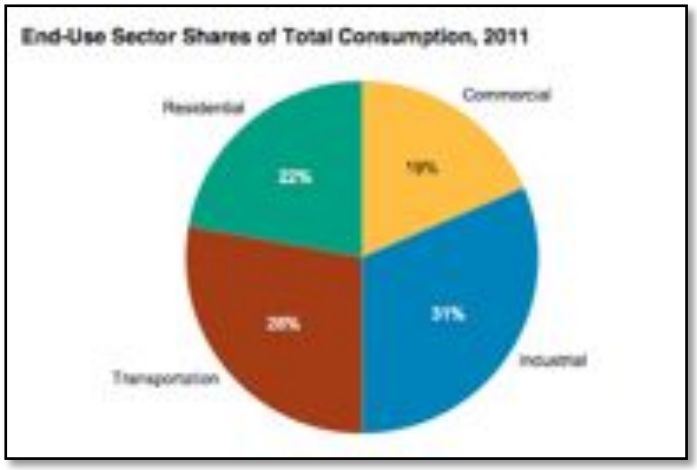


FIGURE 3 : CONSOMMATION D'ENERGIE FINALE PAR SECTEUR AUX ETATS-UNIS, 2011
Source : eia.gov, U.S. Energy Information Administration

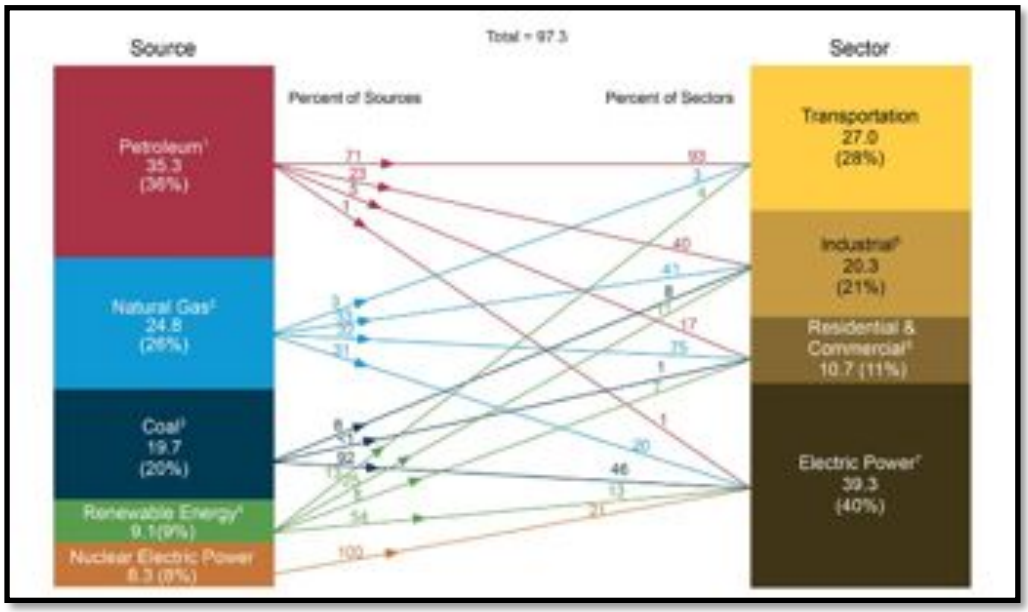


FIGURE 4 : REPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR SOURCE ET PAR SECTEUR AUX ETATS-UNIS, 2011
Source : eia.gov, U.S. Energy Information Administration

En France, au cours de la période 1973-2011, la part de l'industrie (y compris sidérurgie) dans la consommation d'énergie finale totale diminue fortement (36% à 21%), celle du secteur résidentiel-tertiaire gagne deux points, en passant de 42% à 44%, alors que le secteur des transports progresse significativement de 19% à 32% (Figure 5).

FIGURE 5 : CONSOMMATION D'ENERGIE PAR SECTEUR EN FRANCE, 2011
Source : www. transition-energetique.gouv.fr

Ainsi, la part majoritaire du résidentiel & tertiaire est commune aux deux pays (supérieure à 40%). En revanche, l'industrie occupe une part plus importante aux États-Unis (31%) qu'en France (21%), elle est devant le secteur des transports aux États-Unis contrairement au cas de la France.

1.3 Définition des réseaux de chaleur

Un réseau de chaleur ou de froid est constitué de trois principaux éléments :
- une unité de production de chaleur/de froid
- un réseau de distribution primaire composé de canalisations. Un fluide caloporteur (vapeur, eau chaude, eau glacée) transporte la chaleur /le froid. Certains réseaux sont en boucle fermée, d'autres en boucles ouvertes (pas de retour du fluide caloporteur).
- les sous-stations d'échange permettant le transfert de chaleur via un échangeur entre le réseau de distribution primaire et le réseau secondaire. Le réseau secondaire n'est pas géré par le responsable du réseau de chaleur.

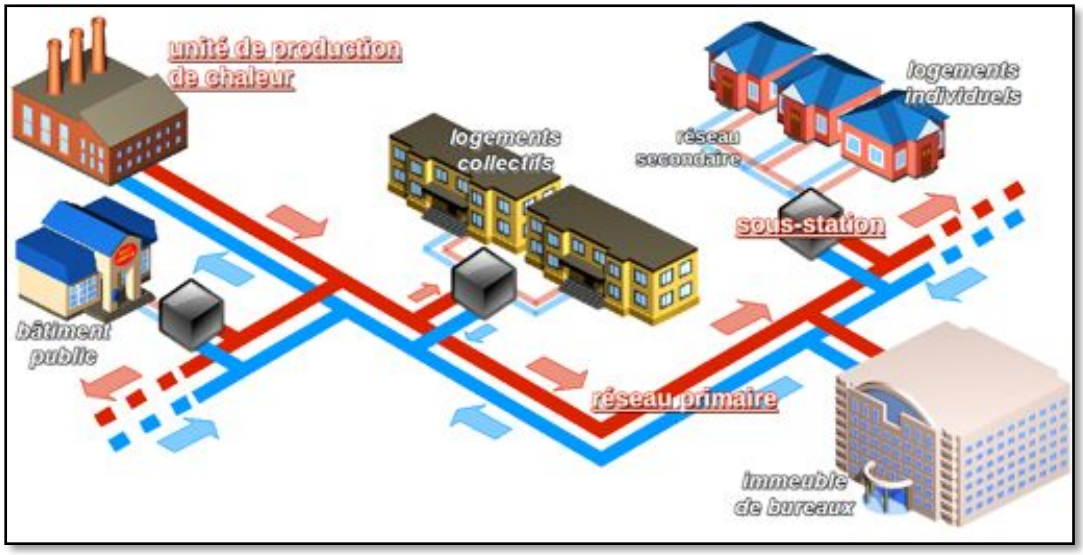


FIGURE 6 : CONSITUTION D'UN RESEAU DE CHALEUR
Source : CETE de l'Ouest

Les réseaux de chaleur présentent plusieurs avantages par rapport aux systèmes individuels. Ils permettent notamment l'utilisation de diverses sources d'énergie, selon la nature de la demande, des énergies disponibles localement (énergies renouvelables et de récupération). Ils assurent une diminution des risques de coupures d'approvisionnement grâce à la flexibilité du bouquet multi-énergies. Enfin, ils garantissent un meilleur contrôle des émissions de fumées ainsi qu'une plus grande sécurité des immeubles en éliminant toute matière inflammable dans les bâtiments.

Il existe une différence au niveau du sens admis du terme "réseau de chaleur" dans les deux pays étudiés. En France, on distingue le sens technique général du sens juridique. Au sens juridique, le réseau doit permettre la vente de chaleur à au moins un utilisateur différent du propriétaire du réseau ou de la source de chaleur. Ainsi, lorsqu'il y a une chaufferie centrale sur un campus universitaire, un hôpital ou une installation militaire mais qu'il ou elle est le seul client, ceci n'est pas considéré comme un réseau de chaleur et les dispositions légales propres aux réseaux de chaleur ne s'appliquent donc pas. Aux États-Unis, la définition est plus large et englobe tous les systèmes alimentant plus d'un bâtiment. Ainsi les campus universitaires (dont la taille est nettement plus grande qu'en France), les hôpitaux ou les installations militaires sont pris en compte.

2. Historique et dynamique du développement des réseaux de chaleur dans chaque pays

Nous avons analysé l'historique des réseaux de chaleur et de froid aux Etats-Unis et en France afin de mieux comprendre dans quel contexte ils ont émergé. Puis nous nous sommes intéressés aux acteurs nationaux de la filière pour mieux appréhender la dynamique actuelle.

2.1 Eléments de contexte sur les *Electric Utilities* américaines

Le terme anglais "utility" pourrait se traduire par "entreprise de service public" mais avec un sens légèrement différent : il s'agit d'entreprises publiques ou privées, soumises à un arsenal réglementaire contraignant destiné à garantir le respect d'une série d'objectifs considérés comme d'intérêt général, notamment sur les segments du marché constituant des monopoles naturels, le transport et la distribution. Les *Electric Utilities* ayant été à l'origine des premiers réseaux de chaleur américains, nous avons retracé l'histoire de ces compagnies et notamment l'émergence de leur régulation.

L'histoire de l'industrie moderne des compagnies d'électricité (*Electric Utilities*) remonte à l'invention en 1879 par Thomas Alva Edison de l'ampoule électrique. En 1882, il installe la première centrale électrique du monde sur Pearl Street à New York. Les compagnies d'électricité se développent dans les années 1890 et sont de deux types : soit municipales (*municipally owned*), notamment pour tout ce qui concerne l'éclairage municipal, soit privées (*privately owned*). Au début des années 1900, les compagnies privées commencent à fusionner pour former de grandes compagnies (*utility holding companies*) afin de faire des économies d'échelle. Ainsi, en 1920, 16 compagnies produisent 75% de l'électricité du pays.

Au début des années 1900 émerge l'idée qu'une régulation est nécessaire afin de limiter les abus liés à la position de monopole naturel des *Holding Companies*. La régulation émerge ainsi au niveau des Etats, à l'image de celle déjà en place pour les compagnies de transport ferroviaire. Elle vise notamment à contrôler les tarifs de vente. Ce sont l'Etat du Wisconsin et l'Etat de New York qui initient ce mouvement.

Entre 1900 et 1930, la capacité de production d'électricité augmente en moyenne de 12% par an. Durant cette même période, le pouvoir fédéral se renforce. En effet, le gouvernement fédéral met en place un programme de développement économique et possède la majorité des ressources hydroélectriques du pays. Au milieu des années 1930, le pouvoir fédéral décide de réguler à son tour les compagnies privées d'électricité afin de limiter les abus des *Holding Companies*. En effet, en 1932, elles sont huit à contrôler les trois-quarts du business et sont particulièrement lucratives. Ainsi une commission fédérale est mise en place. Roosevelt crée également des agences gouvernementales qui produisent et distribuent de l'électricité à certaines populations délaissées par les compagnies privées, notamment dans les zones rurales. La *Tennessee Valley Authority* est créée en 1933 et la *Rural Electrification Administration* en 1935. Le gouvernement fédéral met aussi en place un certain nombre de règles pour les compagnies. En 1935 est passée la loi *Public Utility Holding Company Act (PUHCA)*, qui renforce la régulation des utilities. Ainsi deux mesures restrictives sont mises en place : l'activité doit se limiter à un seul Etat afin de soumettre l'entreprise à la regulation

sectorielle (tarifaire) de l'Etat. Par ailleurs, l'activité doit être recentrée sur le domaine regulé (séparation stricte des activités regulées et non regulées).

En 1978 est passée la loi *Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA)* qui marque le début de la libéralisation du marché de production de l'électricité. Ceci mène à la construction de nouvelles centrales par des *Independent Power Producers*, notamment des centrales de cogénération. En 1992, la loi *Energy Policy Act* rédigée par la Federal Energy Regulation Commission (FERC) est une étape cruciale vers la dérégulation de l'électricité. Un réseau nodal, l'*Open Access Same-Time Information System* (OASIS), est créé pour permettre l'interconnexion des réseaux américains. En 2005 sont abolies les restrictions issues de PUHCA malgré certaines réticences.

Aujourd'hui, le secteur est en grande partie aux mains des *utilities* dont 75% de sociétés privées (*Investor-owned Utilities*). Chaque Etat a une *Public Utilities Commission*, chargée de contrôler les *utilities* et de réglementer leurs tarifs et services. Plusieurs Etats ont également des *Utility Cooperatives*, coopératives de service public, essentiellement dans les régions rurales.

Comme nous allons le voir, ce sont ces *Electric Utilities* qui sont à l'origine des premiers réseaux de chaleur américains.

2.2 Histoire des réseaux de chaleur américains et français

a) Histoire des réseaux de chaleur américains

Le premier réseau de chaleur (au niveau mondial) fut implanté à Lockport, New York en 1877. Par la suite, le prix du pétrole et du gaz étant très bas, de nombreuses villes ont abandonné les réseaux de chaleur au milieu du 20ème siècle et ce d'autant plus que la vapeur est difficile à transporter sur de longues distances. Cependant, les chocs pétroliers des années 70 et 80 ont remis les réseaux au goût du jour.
Les réseaux de froid ont vu le jour lorsque la *Colorado Automatic Refrigerator Company* a commencé à gérer la ville de Denver en 1889 puis de grands réseaux de froid ont été construits dans les années 1930 tel que celui du Rockefeller Center.

L'histoire de l'industrie américaine des réseaux se divise en deux périodes, avant et après 1960. Les réseaux d'avant 1960 datent de la fin des années 1880-1890 lorsque *les Investor-Owned Utilities* ont été créées pour alimenter les villes en électricité. Ceci comprend notamment les réseaux des grandes villes telles que New York, Boston, Philadelphie, Denver, Indianapolis, Cleveland, San Francisco, Baltimore etc. Ces réseaux ont avant tout été conçus par les compagnies d'électricité comme des débouchés pour de la chaleur cogénérée, rendant l'exploitation des centrales bien plus rentables. La plupart des réseaux fournissent de la vapeur aux différents bâtiments raccordés qui s'en servent pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire. Dans certaines villes, les réseaux fournissent de la vapeur haute pression pour alimenter des systèmes de climatisation à vapeur.

Période pré-1960

En général, les réseaux construits avant 1960 étaient la propriété des compagnies locales d'électricité. Il s'agissait souvent de vapeur co-produite par une cogénération. Dans les années 1960-1970, avec le développement des grandes centrales au charbon et centrales nucléaires en

dehors des villes, de nombreuses compagnies ont cédé leurs petites centrales moins efficaces localisées en centre-ville.
Dans les années 1980, de nombreux réseaux de vapeur existants avaient besoin d'apports de capitaux pour augmenter leur capacité de production et assurer leur maintenance. Au même moment, les besoins en chauffage diminuaient dans les bâtiments (meilleure isolation, chaleur produite par les ordinateurs). Le marché de la vapeur devint de moins en moins important pour *les investor utilities*. Au milieu des années 80, des entrepreneurs et investisseurs privés commencèrent à reprendre ce marché progressivement délaissé. Ainsi Catalyst Thermal racheta les réseaux de vapeur de Boston, Philadelphie, Baltimore, Youngstown, Cleveland et San Francisco et relanca le marché des réseaux de chaleur. Ils developpèrent la cogénération ainsi que les sources alternatives de chaleur (récupération).
A partir des années 1990, de nombreux acteurs entrèrent sur le marché et rachetèrent les réseaux de froid de Denver, Cleveland, Indianapolis. Les propriétaires de ces réseaux étant à l'origine les compagnies locales d'électricité régulées, de nombreux réseaux sont encore régulés par l'Etat ou par des commissions locales, dépendant des autorités publiques locales, avec des tarifs réglementés de la vapeur. C'est notamment le cas à Philadelphie où la Public Utility Commission réglemente les tarifs de vente de la vapeur. Dans quasiment tous les cas, il existe une sorte d'accord de franchise avec la collectivité locale (incluant permis de construire, droits de passage etc.) accompagné parfois de redevances.

Période post-1960
Les réseaux post-1960 sont souvent des réseaux de chaleur et de froid combinés. Le premier fut celui de Hartford, Connecticut en 1962, qui ouvrit la voie aux réseaux fonctionnant au gaz. Les dix réseaux construits ensuite dans les années 1960-1970 furent mis en place et opérés par la compagnie locale de distribution du gaz. Cela lui permettait de vendre plus de gaz en été lorsque les capacités excédaient les besoins. Ce fut le cas à Minneapolis, Omaha, Pittsburgh, Century City (Los Angeles), Oklahoma City et Tulsa. En général, la compagnie formait une filiale spécifique, non soumise à régulation.
Aucun réseau post-1960 n'est régulé, le marché du chauffage et de la climatisation formant un marché concurrentiel. Ainsi les entreprises ne sont pas soumises à une obligation de service public. Dans la plupart des cas, il s'agit de contrats de long terme (10 à 25 ans) avec les propriétaires des bâtiments. Ces réseaux ont continué à se développer avec la croissance des villes et notamment des quartiers d'affaire.

Les années 1990
A la fin des années 1980 et au début des années 1990, les compagnies d'électricité commencèrent à investir dans la construction des réseaux de froid en formant des filiales non régulées. Dans certaines villes, des réseaux de froid se développèrent en complément des réseaux de chaleur existants (Cleveland, Indianapolis et St. Paul). A la fin des années 1990, à Chicago notamment, la croissance des réseaux de froid fut accélérée par la hausse des prix de l'électricité lors des pics en été ainsi que par l'interdiction progressive d'utiliser les réfrigérants de classe I (CFC). Ainsi le raccordement à un réseau de froid fut considéré comme une alternative intéressante permettant d'éviter les risques liés à la reconversion des systèmes de réfrigération. Depuis 1990, plus de 34 grandes villes se sont équipés de réseaux de froid.

b) Histoire des réseaux de chaleur en France
En France, le développement des réseaux de chaleur au cours du 20ème siècle se décompose en 4 grandes périodes :

- avant 1950, quelques réseaux sont établis dans de grandes villes aux besoins de chaleur importants (Paris, Strasbourg, Grenoble) ;
- après avoir accompagné les politiques d'urbanisation entre 1950 et 1970, la croissance ralentit ;
- le chauffage urbain bénéficie d'un regain d'intérêt dans les années 1980 suite aux chocs pétroliers. De nombreux réseaux alimentés par la géothermie profonde sont alors créés en Île-de-France ;
- à partir de la fin des années 2000, les réseaux sont perçus comme un outil de mobilisation des énergies renouvelables, permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre (dont un tiers au plan national provient de la production de chaleur pour le résidentiel et le tertiaire).

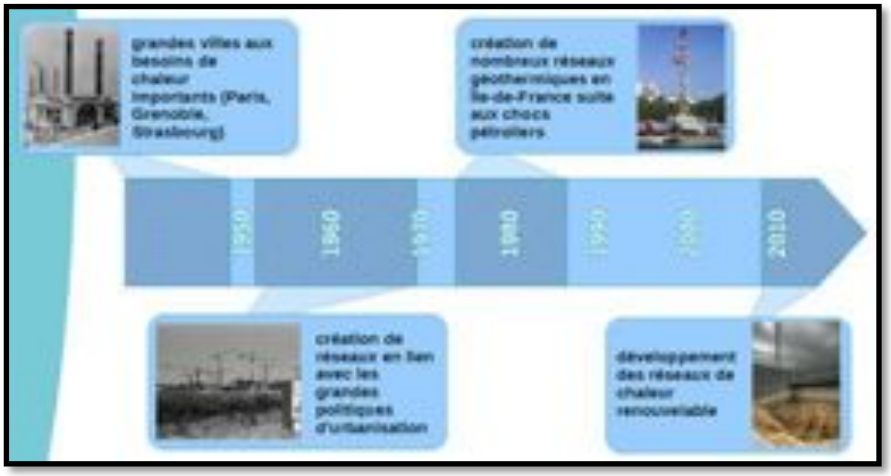


FIGURE 7 : HISTOIRE DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE
Source : site du CETE de l'Ouest

Ainsi, on note que l'histoire des réseaux de chaleur américains qui remonte à la fin du XIXème siècle est plus ancienne que celle des réseaux français. Ils ont généralement été conçus par les compagnies d'électricité, majoritairement privées (*Private Investor-Owned Utilities)*, comme des débouchés pour la chaleur cogénérée, augmentant la rentabilité de leurs actifs. En France, la quasi totalité des réseaux sont d'initiative publique et ils ont accompagné les politiques d'urbanisation des années 1950-1970.
Dans les deux pays, les chocs pétroliers des années 1970 ont bénéficié aux réseaux de chaleur. Le regain d'intérêt pour les réseaux, perçus en France comme un outil clef de mobilisation des énergies renouvelables, n'est pas observé aux Etats-Unis, qui n'ont pas de politique claire en matière d'énergies renouvelables comme c'est le cas en Europe.

2.3 Acteurs nationaux de la filière

a) France

- ***Associations et syndicat***

Deux associations françaises œuvrent en faveur du développement des réseaux. L'association **AMORCE**, qui intervient également sur la gestion des déchets et sur l'énergie en général, compte parmi ses membres plus de 360 collectivités et 160 entreprises. L'association défend les positions des collectivités au plan national et propose des conseils et de la documentation sur les questions juridiques, techniques, économiques et organisationnelles. L'association **Via Sèva**, qui fédère essentiellement des acteurs du secteur privé (gestionnaires de réseaux, équipementiers, bureaux d'études, etc.), est davantage tournée vers la promotion des réseaux de chaleur.

Au niveau européen, **Euroheat & Power,** est une association regroupant tous les acteurs de la filière des réseaux de chaleur européens. Elle défend les intérêts de la filière au niveau de l'Union Européenne en étant parfois force de propositions législatives. Elle soutient la R&D dans le domaine pour favoriser les technologies innovantes. Enfin elle produit des guides techniques et contribue à la diffusion des bonnes pratiques.
Membre de la Fédération des services énergie environnement (FEDENE), **le Syndicat National du Chauffage Urbain** (SNCU) est le représentant officiel des professionnels du chauffage urbain. Le SNCU participe aux travaux de normalisation nationaux et européens. Il réalise chaque année une enquête statistique nationale sur les réseaux de chaleur, pour le compte du ministère de du développement durable (MEDDE).

D'autres groupements de type associatif militent pour le développement des réseaux de chaleur, en lien avec certaines énergies, et parmi les autres systèmes utilisant ces énergies : le Comité Interprofessionel du Bois-Energie (réseaux bois), l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (réseaux géothermiques).

- ***Services de l'État et établissements publics***

Au sein du ministère du développement durable, la **direction générale de l'énergie et du climat** (DGEC) définit et met en œuvre la politique relative au développement des réseaux de chaleur en liaison avec les directions ministérielles concernées ; les aspects relatifs à la sécurité des installations sont gérés par la direction générale de la prévention des risques. Pour la mise en oeuvre de cette politique, la DGEC dispose de l'appui d'un pôle spécialisé, basé au **CETE de l'Ouest**, dont les missions portent essentiellement sur les liens entre réseaux de chaleur, aménagement, planification territoriale et construction.

L'**ADEME**, établissement public sous tutelle du ministère du développement durable et du ministère de la recherche, participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle gère notamment le fonds chaleur ; destiné à soutenir le développement de la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables et de récupération, ce fonds permet de subventionner les réseaux de chaleur alimentés à 50% au moins par ces énergies.

b) Etats-Unis

- **Association**

L'IDEA, essentiellement présente sur le territoire nord-américain, est une association à vocation internationale fondée en 1909 pour faciliter l'échange d'informations parmi les professionnels du secteur des réseaux de chaleur. Aujourd'hui, elle compte 1700 membres dans 25 pays. Ses missions sont proches de celles de *Euroheat & Power* au niveau européen. L'IDEA encourage le développement de réseaux de chaleur efficaces et à haute qualité environnementale ainsi que de la cogénération. Elle contribue à la mise en place de politiques publiques et de réglementations favorables au secteur des réseaux de chaleur. Elle a notamment participé à la révision de la certification LEED que nous évoquerons plus tard. Récemment, elle a publié avec le soutien de plusieurs sponsors le *Community Energy Development Guide* qui est un outil de soutien essentiel au développement des réseaux. Elle mène des enquêtes régulières auprès de ses adhérents pour suivre l'évolution du secteur. Elle organise régulièrement des conférences et séminaires rassemblant tous les acteurs de la filière et dont tous les supports écrits sont disponibles sur leur site internet. Enfin, elle publie tous les trimestres la revue *District Energy Magazine*, accessible également en ligne.

- ***Services de l'État et établissements publics***

La politique énergétique nationale, mise en place par le **US Department of Energy** (DOE), gère essentiellement la production d'électricité et promeut les économies d'énergie issues de mesures d'efficacité énergétique et du déploiement de technologies innovantes (notamment l'*Office of Energy Efficiency and Renewable Energy*).

Le DOE a des antennes régionales, les **Clean Energy Application Center**, chargées du développement du marché de la cogénération, de la récupération de la chaleur fatale et des réseaux de chaleur à travers le territoire. Ils fournissent notamment de l'assistance technique au plus de 550 installations auxquelles s'applique le Boiler MACT[1].

L'US Environmental Protection Agency (US EPA) est une agence sous tutelle du gouvernement fédéral américain visant à protéger la santé humaine et l'environnement par la mise en place de réglementations basées sur des lois votées par le Congrès. Elle gère notamment la réglementation environnementale pouvant impacter les réseaux.

L'Environmental and Energy Study Institute *(EESI)* est une organisation cherchant à promouvoir des solutions énergétiques durables. Devenue financièrement indépendante du Congrès, elle constitue une source d'informations jugée impartiale dans le domaine et sert d'appui au Congrès sur de nombreuses questions.

Ainsi deux associations nationales en France, AMORCE et Via Seva, et une association européenne, *Euroheat & Power*, assurent la promotion des réseaux de chaleur. Aux Etats-Unis, c'est essentiellement *l'International District Energy Association (IDEA)*, à vocation internationale, qui joue un rôle.

[1] voir la partie II.1.3

3. Situation des réseaux de chaleur à l'échelle nationale et part des réseaux dans le chauffage des bâtiments

Nous avons dressé un état des lieux de la situation des réseaux de chaleur à l'échelle nationale, en termes de nombres de réseaux, de sources d'énergie utilisée et de part dans le chauffage des bâtiments.

3.1 Nombre de réseaux et situation géographique

La plupart des réseaux de chaleur et de froid américains étant des initiatives privées et des systèmes non-régulés, il est très difficile d'avoir un chiffre précis sur le nombre de réseaux aux Etats-Unis. Trois estimations ont été publiées :
- 2500, US Department of Energy (1992)
- 6000, University of Rochester
- 5800, IBISWorld (2011).

Les grands acteurs du marché des réseaux de chaleur sont membres de l'IDEA. Plus de 800 réseaux aux Etats-Unis sont aujourd'hui gérés par des membres, parmi lesquels[2] :
- près de 400 réseaux sur des campus universitaires
- plus de 100 réseaux alimentant les centres-villes et quartiers d'affaires
- environ 250 au niveau des hôpitaux et centres de recherche
- une quarantaine au niveau d'installations militaires et gouvernementales
- une dizaine dans des aéroports
- une dizaine sur de gros sites industriels

Le nombre de bâtiments raccordés peut varier de 3 à 1760, comme c'est le cas à Manhattan où existe le plus grand réseau de chaleur commercial au monde, géré par Con Edison. La puissance du réseau de New York équivaut à deux fois celle du réseau de Paris. Dans des villes de taille moyenne, telles que Philadelphie, Indianapolis, Boston ou Denver, le nombre de bâtiments raccordés se situe entre 200 et 400.

Les réseaux ne sont pas répartis de manière homogène sur le territoire. Ils sont particulièrement nombreux dans le Nord-Est du pays où le climat en hiver est assez rigoureux et la densité urbaine est forte. La densité de population est en effet plus élevée à l'est du pays que dans l'ouest. La moitié de la population est concentrée à l'Est du 100e méridien Au-delà du 100e méridien, les densités faiblissent à l'exception de la façade pacifique qui est plus dense. La densité moyenne des États-Unis est de 31 habitants par km^{2}.

[2] http://www.districtenergy.org/u-s-district-energy-systems-map/

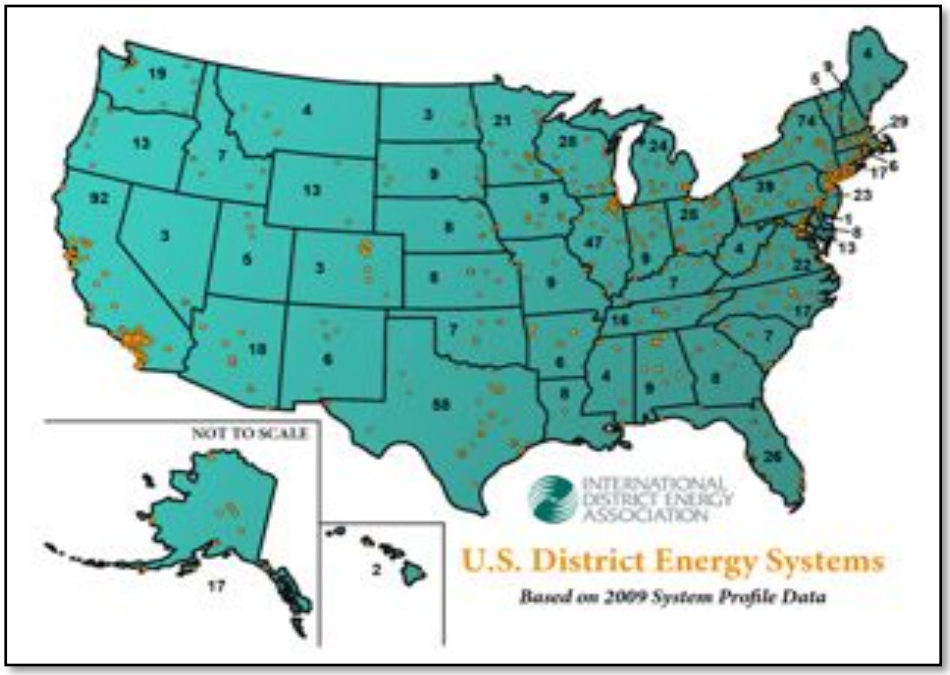


FIGURE 8 : CARTE DES RESEAUX DE CHALEUR AUX ETATS-UNIS
Source : site de l'IDEA

La France dispose de données bien plus fiables et précises concernant les réseaux. Ces données sont issues de l'enquête de branche nationale 2011 réalisée par le Syndicat National du Chauffage Urbain (SNCU) pour le Ministère du Développement Durable[3].Les enquêtes SNCU sont obligatoires pour les réseaux dont la puissance installée totale est supérieure à 3,5kW.

Le nombre de réseaux de chaleur et de froid recensés est 473 (dont 15 réseaux de froid). Parmi ces réseaux, 121 se trouvent en Île-de-France, ce qui correspond à environ la moitié de la chaleur vendue.

Ainsi le nombre de réseaux aux Etats-Unis (entre 2500 et 6000) est bien plus important qu'en France (environ 500) mais le territoire américain est plus de 14 fois plus grand que le territoire français. Proportionellement, il y a donc plus de réseaux en France. En revanche, les réseaux de froid sont moins développés en France qu'aux Etats-Unis.

3.2 Sources d'énergie utilisées par les réseaux

Contrairement au cas de la France, il n'y a pas de données globales sur les quantités de chaleur et bouquets énergétiques des réseaux de chaleur aux Etats-Unis. Une fois de plus, la plupart des réseaux de chaleur américains étant privés et non-régulés, il est difficile d'obtenir des chiffres.
La majorité des réseaux de chaleur américains sont des réseaux de vapeur et non d'eau chaude, comme la plupart du temps en Europe. Par ailleurs, un grand nombre de réseaux sont rattachés à des centrales de cogénération, produisant simultanément de l'électricité et de la chaleur permettant la production de vapeur.

[3] http://www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr/enquete-nationale-2011-sur-les-a1196.html

Si la majorité de l'énergie utilisée provient de sources fossiles, essentiellement du gaz naturel, l'utilisation d'énergies renouvelables, notamment de biomasse, commence à se développer dans certaines régions. Le choix de la biomasse est motivé par la volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre (objectifs fixés par la ville par exemple) ou bien de diminuer la dépendance aux énergies fossiles dont les prix sont très volatiles. Selon l'IDEA, le principal obstacle à l'utilisation de la biomasse pour alimenter les réseaux de chaleur est le manque de sources d'approvisionnement locales et fiables à un prix compétitif. Par ailleurs, la nouvelle régulation Boiler MACT (2011) est très contraignante pour les émissions de particules et peut augmenter le coût d'investissement initial de 25-30%.

Voici un panorama de quelques réseaux utilisant des sources d'énergie variées.

1. Central Business District, St. Paul, MN
Ce réseau est alimenté à 70 % par une cogénération biomasse. Depuis 2011, il s'agit du premier réseau national intégrant du solaire thermique à grande échelle.
2. Texas Medical Center, Houston, TX
Il s'agit du plus grand complexe médical mondial avec une capacité d'accueil de 6800 lits.
3. Downtown Boston, MA
4. Detroit, MI
3300 tonnes de déchets municipaux sont incinérées par jour, permettant la production de chaleur et d'électricité.
5. Cornell University, Ithaca, NY
6. Princeton University, NJ
Il s'agit d'une cogénération alimentée selon les prix par du gaz naturel ou du biodiesel.
7. University of Texas at Austin, Austin, TX
8. New Orleans Medical Center and Downtown New Orleans, LA
9. Battle Creek Veteran's Affairs Medical Center, Battle Creek, MI
Depuis 2011 est installé sur ce site un système de gazéification de la biomasse. Ce procédé permet de convertir des matières carbonées ou organiques en un gaz de synthèse (« syngas » en anglais), composé majoritairement de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H_2). Ce gaz permet de produire de l'électricité par un cycle combiné.
10. Downtown Cleveland, OH
11. Central Business District, Seattle, WA
Ce réseau a été reconverti vers les énergies renouvelables depuis 2009. La première source d'énergie utilisée provient de la combustion de déchets de bois urbains.
12. University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK
13. Ball State University, Muncie, IN
Il s'agit du plus grand réseau géothermique du pays. Il est actuellement en cours de construction.
14. University of Iowa, Iowa City, IA
Le réseau est alimenté par la combustion combinée d'huile d'avoine (Quaker Oat dans le voisinage), de charbon et de gaz naturel.
15. University of New Mexico, Albuquerque, NM
16. University of Missouri, Columbia, MO
Un projet d'un grand réseau biomasse utilisant 100 000 tonnes de biomasse par an (bois, herbes, papier recyclé, résidus agricoles etc.) est en cours de développement.
17. University of California Los Angeles, Los Angeles, CA
Le réseau est rattaché à une centrale de cogénération fonctionnant au gaz naturel et avec 7% de biogaz.

Les données de la SNCU en France sont bien plus conséquentes. L'enquête de 2011 a révélé que les réseaux utilisent 36% d'énergies renouvelables et de récupération dont 67% issue de l'incinération des déchets, 16% de la biomasse, 9% de la géothermie et 5% d'autres sources. 44% des réseaux utilisent au moins 1 source d'énergies renouvelables et de récupération. 35 % des réseaux sont alimentés par au moins 50 % d'énergies renouvelables et de récupération. Le contenu CO2 moyen des réseaux de chaleur est de 0,189 kg éqCO2/kWh livrés (celui du charbon est de 0,342 et 0,234 pour le gaz). Enfin, 1 réseau sur 2 est équipé de cogénération.

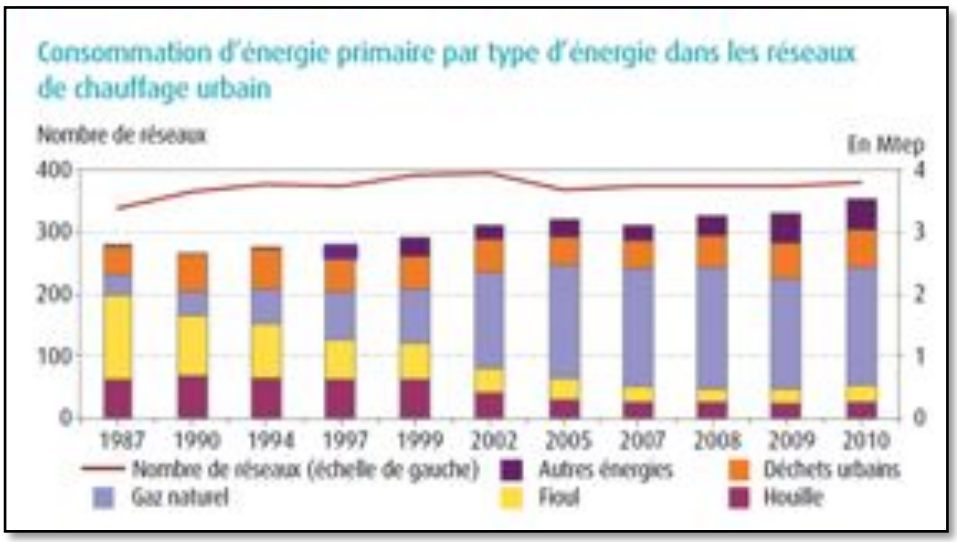


FIGURE 9 : CONSOMMATION D'ENERGIE PRIMAIRE PAR TYPE D'EENERGIE DANS LES RESEAUX DE CHALEUR
Source : données SoeS, enquête SNCU

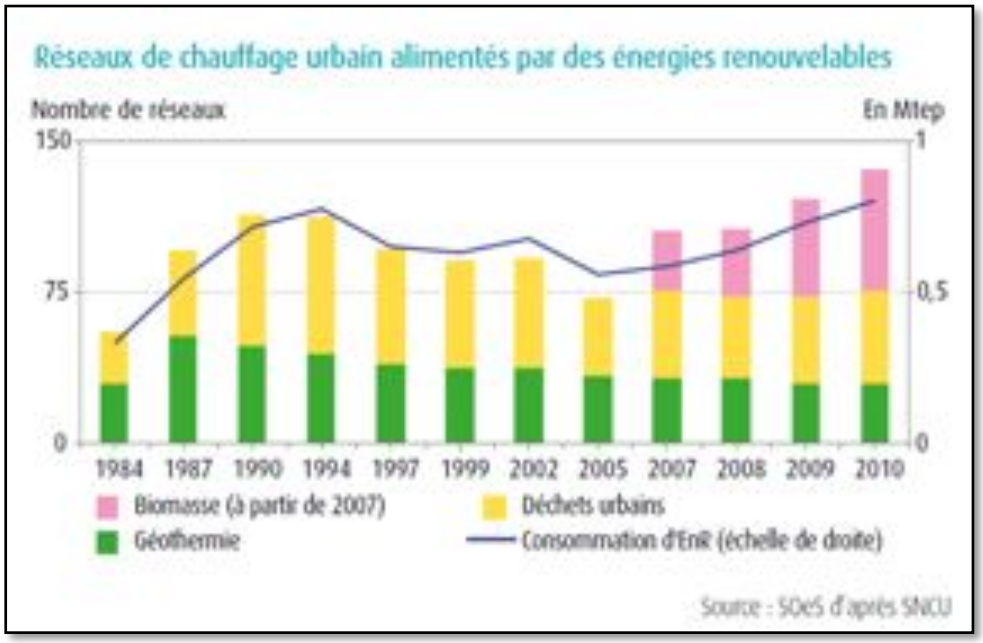


FIGURE 10 : ENERGIES RENOUVELABLES ALIMENTANT DES RESEAUX DE CHALEUR
Source : données SoeS, enquête SNCU

Il est difficile de comparer la situation dans les deux pays étant donnée le manque de données globales du côté américain. A priori, la proportion de réseaux utilisant des énergies renouvelables est nettement plus importante en France qu'aux États-Unis.

3.3 Part dans le chauffage urbain des différents secteurs servis

Aux Etats-Unis, les réseaux de chaleur couvrent environ 4% des besoins de chauffage, tous secteurs confondus. Les réseaux de chaleur sont principalement localisés dans les quartiers d'affaires des grandes villes ainsi que sur les campus universitaires. La plupart des bâtiments desservis des bâtiments commerciaux, bureaux, des hôtels, des installations sportives et de manière croissante des immeubles d'appartements ou condominiums. Historiquement, les zones résidentielles ont été construites en dehors des centres d'affaire, plutôt en banlieue, donc hors des zones où étaient installés les réseaux de chaleur et de froid.
Environ 6.5% des bâtiments commerciaux (d'activité de services publics) sont ainsi chauffés par des réseaux de chaleur.

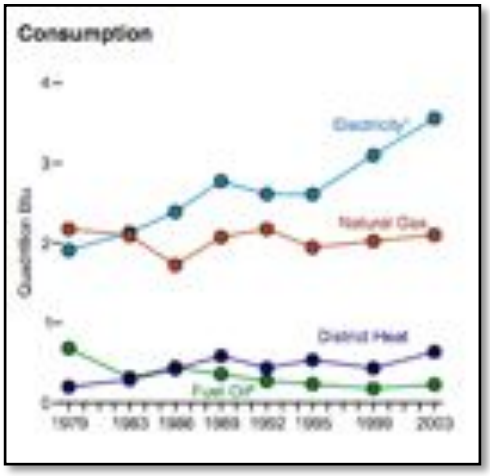


FIGURE 11 : CONSOMMATION D'ENERGIE DES BATIMENTS COMMERCIAUX AUX ETATS-UNIS, 2011
Source : www.eia.gov

L'IDEA recense chaque année l'évolution du nombre de bâtiments par secteur rattachés à un réseau. Il s'agit de données rapportées par les membres de l'association, c'est-à-dire les acteurs essentiels du monde des réseaux de chaleur et froid, mais ces données ne sont pas nécessairement exhaustives. Ainsi, en 2011, 23,725,157 sq ft (2.2 millions de m2) ont été recensés comme nouvellement rattachés à des réseaux. Ceux-ci s'ajoutent aux 518,461,287 sq ft (42.17 millions de m^2) déjà rattachés, ce qui fait au total 542,186,444 sq ft (50.4 millions de m^2) rapportés à l'IDEA depuis 1990.

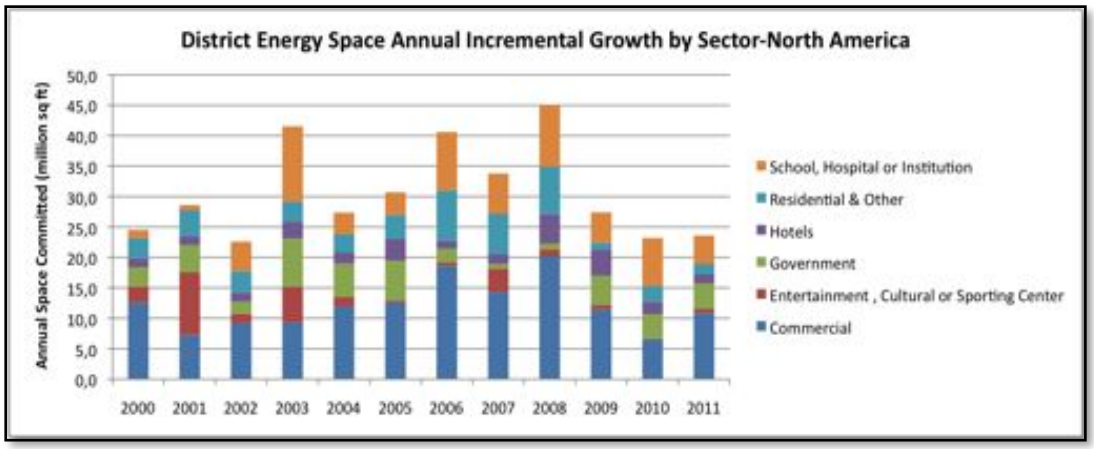


FIGURE 12 : SURFACES SUPPLEMENTAIRES ANNUELLES RACCORDEES A DES RESEAUX PAR TYPE DE BATIMENTS, 2000-2011
Source : site de l'IDEA, *District Energy Space* publication, 2012

En France, les réseaux couvrent 6% des besoins nationaux de chauffage. 22683 GWh d'énergie thermique sont livrés par ces réseaux, soit 2,15 millions d'équivalents-logements[4] desservis. Bien que la consommation d'1 m² type US n'est pas strictement égale à celle d'1 m^2 type France, les 50.4 millions de m^2 rapportés par l'IDEA correspondent approximativement à 0,72 millions d'équivalents-logements, ce qui est trois fois plus faible que les 2,15 millions en France.
Par ailleurs, les deux tiers de cette énergie sont livrés en France au secteur résidentiel, un tiers au secteur tertiaire.

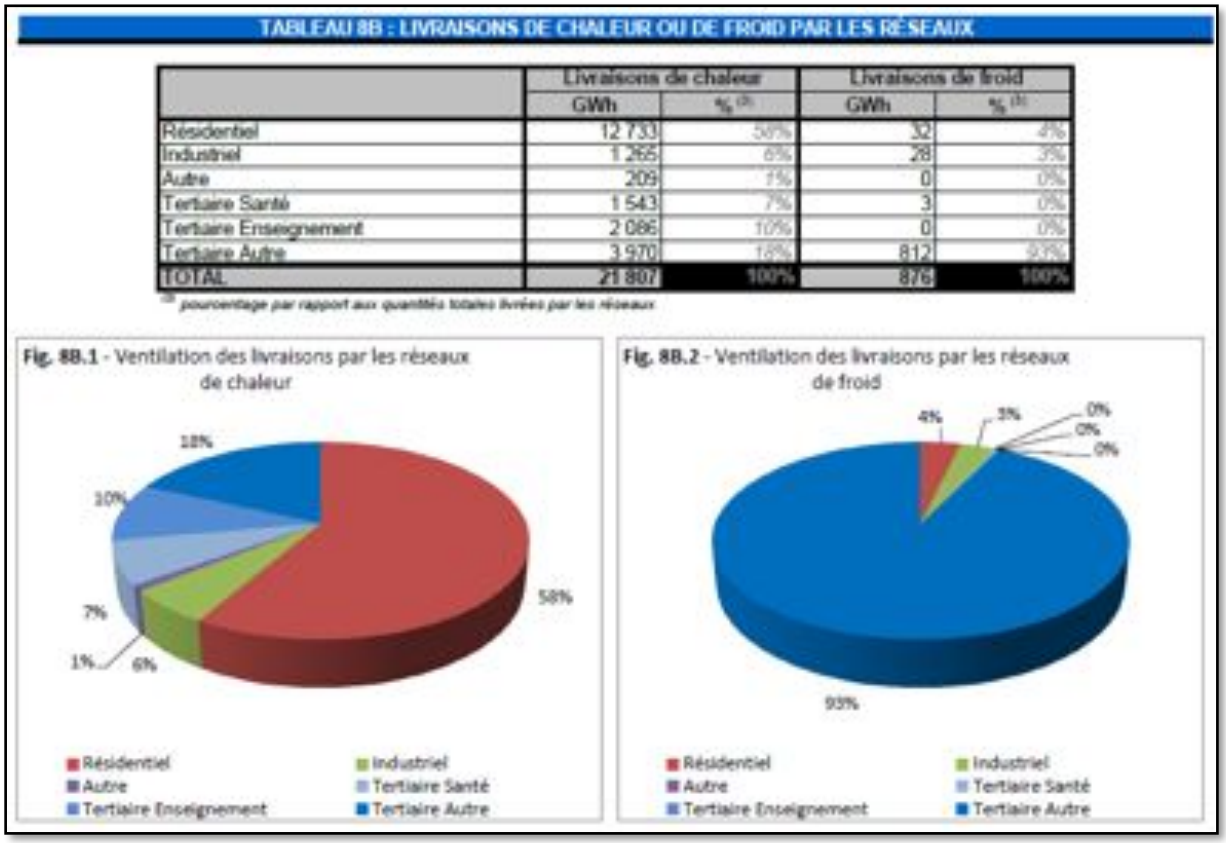


TABLEAU 8B : LIVRAISONS DE CHALEUR OU DE FROID PAR LES RÉSEAUX

	Livraisons de chaleur		Livraisons de froid	
	GWh	% (b)	GWh	% (b)
Résidentiel	12 733	58%	32	4%
Industriel	1 265	6%	28	3%
Autre	209	1%	0	0%
Tertiaire Santé	1 543	7%	3	0%
Tertiaire Enseignement	2 086	10%	0	0%
Tertiaire Autre	3 970	18%	812	93%
TOTAL	21 807	100%	876	100%

(b) pourcentage par rapport aux quantités totales livrées par les réseaux

FIGURE 13 : LIVRAISONS DE CHALEUR OU DE FROID PAR LES RESEAUX EN FRANCE
Source : enquête SNCU

Ainsi le secteur résidentiel occupe une place bien plus importante en France qu'aux Etats-Unis. Ceci tient notamment au fait que la densité des zones résidentielles est généralement plus grande dans les villes françaises. A l'inverse, les zones les plus denses des villes américaines sont souvent occupées en majorité par des bâtiments commerciaux.

[4] Un équivalent-logement correspond à la consommation d'un logement de 70m² construit selon les normes en vigueur au milieu des années 90, soit environ 12 MWh (ou un peu moins d'une tonne-équivalent-pétrole) par an de chaleur utile en chauffage et eau chaude

4. Quelques exemples de réseaux actuels

Nous allons présenter deux exemples de réseaux actuels dans chacun des deux pays.

4.1. Etats-Unis

a) Réseau de Boston/Cambridge (Veolia Energy North America)

240 clients sont connectés au réseau de vapeur, essentiellement dans le quartier d'affaire de Boston, au niveau du pôle de biotechnologies de Cambridge ainsi que le centre hospitalier de Longwood (MATEP). Le réseau comprend plus de 20 km de canalisations. En moyenne, 2,8 millions de livres de vapeur soit 270 tonnes sont produites par heure.

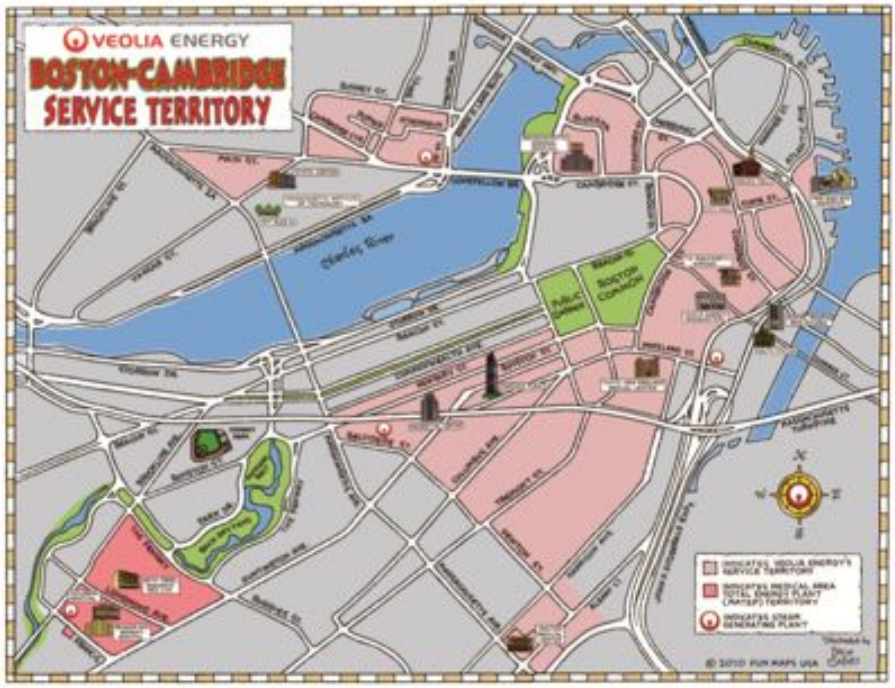


FIGURE 14 : PLAN DU RESEAU DE CHALEUR DE BOSTON-CAMBRIDGE
Source : Veolia Energy NA

Avant 1930, un certain nombre de bâtiments commerciaux avaient centralisé leur production de chaleur et quelques systèmes de distribution de vapeur avaient été mis en place.
En 1930, Boston Edison Co. racheta les systèmes de distribution existants et développa un réseau à l'échelle de la ville. La centrale de Kneeland Street fut construite au début des années 1930 et devint la source principale de vapeur pour tout le système. Elle l'est toujours aujourd'hui.
En 2006, la centrale de Kendall Square de Cambridge fut raccordée au système de distribution et est actuellement la troisième source de vapeur (cogénération de 48MW). Elle n'appartient pas à VENA mais est raccordée à son réseau.
En 1987, Boston Edison vendit tout le réseau de vapeur (production et distribution) à Catalyst Energy Corporation qui prit le nom de Boston Thermal Energy Corporation. L'entreprise signa un accord avec la ville de Boston. En 1994, Catalyst fut rachetée par Trigen Energy Corporation qui devint VENA-Boston.

Depuis 2011, le *Massachusetts Department of Public Utilities* a introduit des réglementations en matière de sécurité.

Le caractère écologique de la vapeur produite par la centrale de cogénération de Kendall est souvent mis en avant pour promouvoir le réseau de Boston/Cambridge. Au cours de l'année 2013, une nouvelle canalisation traversant la Charles River devrait être construite pour augmenter les flux de vapeur issus de cette centrale. Le graphique ci-dessous montre la diminution des émissions de CO_2 résultant de cette cogénération, actuellement et dans le futur.

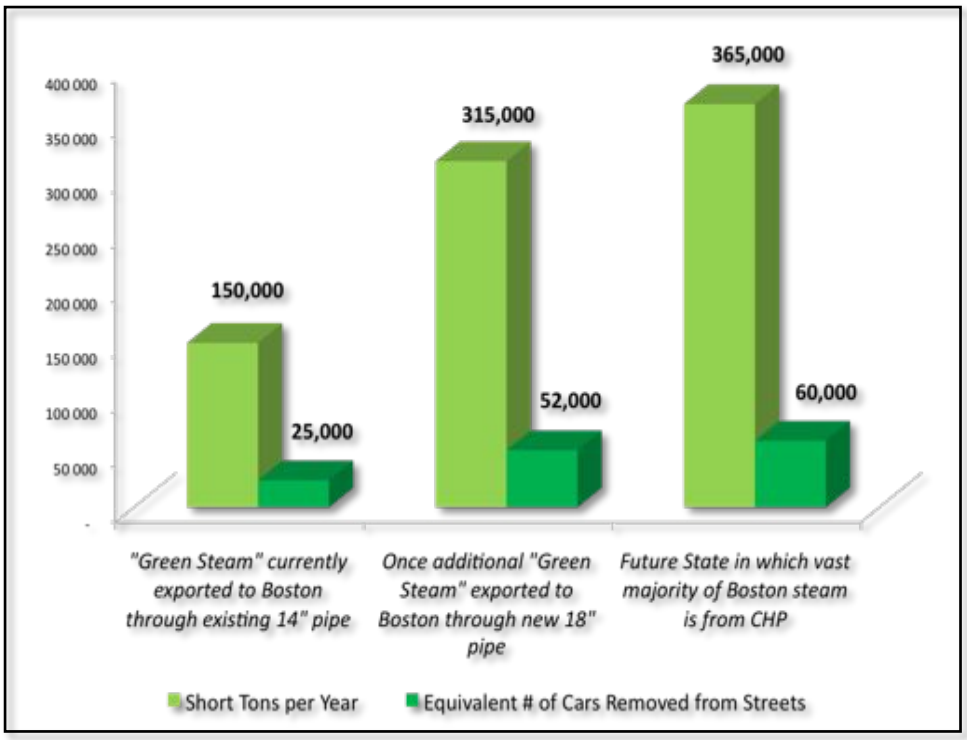


FIGURE 15 : IMPACT DE LA CHALEUR COGENEREE ("GREEN STEAM") DE BOSTON SUR L'EMPREINTE CARBONE REGIONALE
Source : Veolia Energy NA

b) Le réseau de St Paul (Distrit Energy St Paul)

190 bâtiments sont aujourd'hui chauffés par *District Energy St Paul* ainsi que 300 maisons individuelles, soit 2,95 millions de m^2. Plus de 100 bâtiments sont également climatisés (1,75 millions de m2). C'est le réseau le plus remarquable aux Etats-Unis pour son utilisation d'énergies renouvelables.

Démarré en 1983, le réseau fut une réponse à la crise énergétique des années 1970 et fut fondé sur un partenariat public-privé entre la ville de St paul, l'Etat du Minnesota, le département américain de l'énergie et les entreprises présentes en centre-ville. Le réseau de froid démarra en 1993.

En 2003, une centrale de cogénération fut construite. Elle est alimentée à 85% par de la biomasse. Elle produit 65 MW thermiques et 25 MW électriques pour Xcel Energy. Il s'agit de la plus importante cogénération biomasse du pays alimentant un réseau de chaleur. En 2011 fut installée la plus grande ferme solaire du Midwest avec 144 capteurs solaires. Elle permet de chauffer le bâtiment sur lequel elle est installée (RiverCenter), le surplus étant

ensuite distribué dans la ville via le réseau. Il s'agit du premier projet solaire intégré dans un réseau de chaleur aux Etats-Unis. Le système peut produire jusqu'à 1,2MW_{th}.

4.2. France

a) Réseau de chaleur de Paris : le plus grand de France

Le réseau est exploité par la CPCU (compagnie parisienne de chauffage urbain)
Il s'agit du plus grand réseau de chaleur français avec environ 450 km de réseaux, créé en 1927. On trouve le tracé du réseau sur le site officiel de la CPCU.

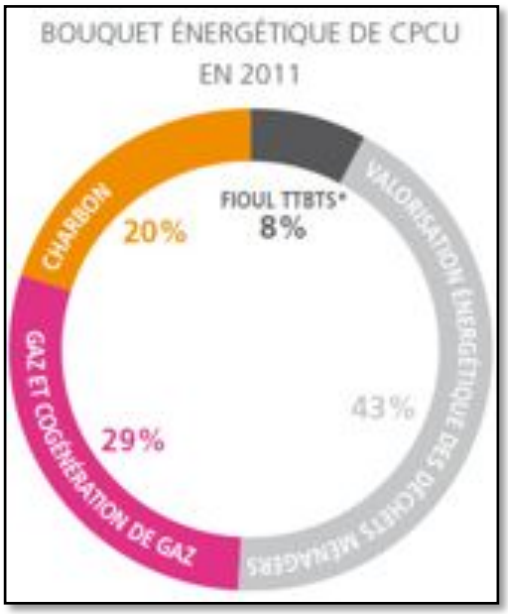


FIGURE 16 : BOUQUET ENERGETIQUE DE CPCU, 2011
Source : site du CPCU

5340 immeubles raccordés (25% des logements) et un tiers du chauffage collectif dans Paris, distribuant environ 0,5 Mtep (6 TWh) de chaleur produite pour près de la moitié par des usines d'incinération d'ordures ménagères (centres de valorisation énergétique du SYCTOM de Saint-Ouen, Ivry-sur-Seine et Issy-les-Moulineaux) et le reste par des énergies conventionnelles, 27% de la chaleur totale étant produite par cogénération. C'est le seul réseau français où la chaleur est transportée sous forme de vapeur.

b) Réseau de la ZAC Seguin à Boulogne-Billancourt : réseau innovant à fort taux d'énergies renouvelables et de récupération

Un réseau de chaleur et de froid particulièrement innovant est en train de se développer sur l'Ile Serguin, à Bouglogne-Billancourt (92) depuis 2006.

Ci-dessous, des extraits de l'article publié à ce sujet sur conseils.xpair.com.

Actuellement, 80 000 m² de rénovation et 300 000 m² de neuf sont chauffés et refroidis par ce réseau, pour à terme (vers 2020) alimenter une superficie totale de 1 000 000 m² (150 000 m² de rénovation urbaine et 850 000 m² de construction neuves).
Le réseau utilise 3 sources d'énergie vertes, permettant ainsi d'atteindre 65 % d'Énergies Renouvelables & de Récupération :

1. La valorisation énergétique des déchets ménagers provenant du centre d'Issy-les-Moulineaux par l'installation d'une sous-station d'échange vapeur/eau chaude avec le réseau CPCU existant.
2. Une centrale de stockage de glace avec refroidissement par l'eau de la Seine, capable de fonctionner en free-cooling. Le stockage de glace permet de faire face aux pics de demande de climatisation la journée. La nuit, il permet l'utilisation d'une électricité moins chère et moins polluante. Ce système fonctionne même en hiver en free-cooling : la chaleur dégagée par l'utilisation des ordinateurs dans les bureaux par exemple nécessite de faire fonctionner la climatisation à toutes les saisons.
3. Une centrale thermo frigorifique avec valorisation géothermale saisonnière. Selon les niveaux de températures, des thermo frigo pompes iront puiser dans un aquifère superficiel (10 puits forés dans la craie pour un débit supérieur à 1000 m³/h) pour chauffer les bâtiments l'hiver (avec une puissance de 20 MW) ou les refroidir l'été (avec une puissance de 25 MW). Ce procédé est novateur car il offre la possibilité de faire du stockage géothermal inter saisonnier ; il n'avait, jusqu'à ce jour, jamais été utilisé en France à cette échelle.

c) Un petit réseau biomasse : le réseau de Nègrepelisse (Tarn-et-Garonne)

Ce réseau fonctionne d'octobre à mi mai. Le réseau s'inscrit dans une dynamique territoriale : en adéquation avec le plan climat-énergie territorial du Pays Midi Quercy, avec une alimentation locale du réseau en bois déchiqueté (valorisation du patrimoine forestier, augmentation d'une énergie propre et durable, autonomie énergétique, développement d'une activité économique locale). Le bois-énergie représente 9 % de l'énergie consommée sur le territoire.

- puissance utile du réseau : 2600 kW
- longueur du réseau : 2,5 km
- coût du projet : 1 694 863 € avec aide FEDER, ADEME, Conseil Régional et Conseil Général de Tarn-et-Garonne
- période de fonctionnement : du 1er octobre au 15 mai
- dessert 15 bâtiments (environ 20 000 m²)

Les petits réseaux de chaleur biomasse sont nombreux en France (quelques centaines) comme le révèle l'enquête 2009 du CIBE (comité interprofessionnel du bois-énergie).

II. Stratégie nationale

Nous avons comparé la place occupée par les réseaux dans la politique énergie-climat ainsi que dans la politique d'urbanisme de chaque pays puis nous avons analysé le rôle des différents acteurs publics et privés de la filière.

1. Quel rôle pour les réseaux de chaleur dans la politique énergie-climat ?

Eléments contextuels – Quel rôle dans la lutte contre le changement climatique ?

La France doit aujourd'hui réduire ses importations d'énergies fossiles et respecter ses engagements européens. Elle est notamment tenue par les objectifs suivants d'ici à 2020 :

- réduire de 20% ses émissions de gaz à effet de serre
- réaliser 20% d'économies d'énergie et porter la part des énergies renouvelables à 20% de la consommation d'énergie
- de plus, le président de la République s'est engagé à diminuer la part du nucléaire de 75% à 50% d'ici à 2025.

Dès 2007 avec le Grenelle de l'Environnement, le développement des réseaux de chaleur en France apparaît comme une composante importante de la politique nationale de forte diminution des émissions. En effet, le chauffage dans le secteur résidentiel et tertiaire est responsable d'un tiers des émissions de CO2 dues à la consommation d'énergie. Il apparaît donc essentiel de favoriser des sources de chaleur n'augmentant pas la concentration atmosphérique de CO2 : chaleur fatale des UIOM, biomasse, géothermie, chaleur solaire etc. Par ailleurs, le développement du recours à ces énergies, produites localement, permet outre l'impact CO2, de renforcer notre autonomie énergétique et de créer des emplois. Cependant, les réseaux de chaleur demandent des investissements plus lourds qu'un chauffage individuel ou collectif, et donc des périodes d'amortissement très longues. Compte tenu des échelles temporelles propres à chaque type d'acteur, ce sont les acteurs publics qui sont en position de soutenir le développement de ces réseaux, car ce sont eux qui travaillent sur le plus long terme. Les acteurs publics peuvent par ailleurs plus naturellement intégrer dans leurs choix et actions les bénéfices non économiques.
En 2012 en France, suite au changement de Président et de gouvernement, et suite au débat sur le nucléaire relancé en 2011 par la catastrophe de Fukushima, un grand débat national sur la transition énergétique a été annoncé afin de réorienter la politique énergétique nationale, afin de répondre aux enjeux internationaux tout en prenant en compte le nouveau contexte.

En 2012, un grand débat national sur la transition énergétique a été annoncé afin de réorienter la politique énergétique nationale, afin de répondre aux enjeux internationaux tout en prenant en compte le nouveau contexte. Les enjeux de la transition énergétique, tels que présentés par le ministère[5] :

- Écologiques : réduire les émissions de gaz à effet de serre de la France et maîtriser l'ensemble des impacts environnementaux et sanitaires

[5] http://transition-energetique.gouv.fr/transition-energetique/progres-economique-social-et-ecologique-0

- Économiques : réduire la dépendance énergétique, gagner en compétitivité et créer de l'emploi
- Social : maîtriser le prix de l'énergie pour lutter contre la précarité énergétique

Ce débat national qui aboutira à un projet de loi à l'automne 2013 devrait notamment renforcer la place des énergies renouvelables et donc des réseaux de chaleur, et développer les compétences des acteurs locaux (collectivités) pour l'aménagement énergétique de leurs territoires.

Le contexte américain est assez différent du contexte français dans la mesure où il n'existe pas de politique fédérale claire concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre ni la promotion des énergies renouvelables et ceci ne devrait pas être prochainement une priorité nationale. Cependant, en 2012, le sénateur Jeff Bingaman a proposé que le *Clean Energy Standard Act* fixe des seuils minimums d'énergie propre pour les grosses industries et les augmente progressivement jusqu'en 2035. A priori, des crédits seraient accordés à certaines sources d'énergie thermique et notamment à la cogénération. Il a été demandé au *Department of Energy (DOE)* d'étudier les moyens permettant de réduire les pics de demande d'électricité, telles que les mesures d'efficacité énergétique, les réseaux de chaleur et de froid etc
Dans son dernier discours sur l'Etat de l'Union 2013, Barack Obama a lancé l'alerte sur cette question du changement climatique en évoquant la fréquence accrue des événements extrêmes (tempête Sandy, sécheresses, inondations) et a exhorté le Congrès à « se réunir pour pousuivre une solution bipartite et à base de marché pour le changement climatique ». Très récemment enfin, les Etats-Unis ont conclu avec la Chine un accord pour mener un effort commun contre le changement climatique : il s'agit de limiter la production et l'usage des hydrofluorocarbones (HFC), de « super » gaz à effet de serre industriels.
Tout ceci est assez encourageant et pourrait constituer un point de départ ouvrant sur d'autres mesures.

Alors qu'avec les lois Grenelle, depuis 2009, l'Etat français a clairement matérialisé sa nouvelle volonté de favoriser le développement des réseaux en tant qu'outil de mobilisation des énergies renouvelables et de récupération, les politiques de soutien aux Etats-Unis ne sont qu'indirectes via la promotion de l'efficacité énergétique de la cogénération, très souvent associée aux réseaux. Nous verrons cependant dans les deux cas un certain renforcement des acteurs territoriaux dans le soutien des réseaux, à travers des documents de planification énergie-climat.

1.1 Une volonté claire de soutien des réseaux en France comme outil de mobilisation des énergies renouvelables et de récupération

Les engagements en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de développement des énergies renouvelables s'inscrivent dans une politique européenne, qui fait suite au protocole de Kyoto et à ses évolutions. Cette politique s'articule autour du "3x20". A l'horizon 2020, par rapport à 2007, doivent être atteints les objectifs suivants : réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre ; réduction de 20% de la consommation d'énergie ; promotion à 20% des énergies renouvelables.

En 2009 et 2010, plusieurs mesures inscrites dans la loi Grenelle 1 puis complétées par d'autres mesures de la loi Grenelle 2, ont permis de matérialiser la nouvelle volonté de l'Etat de soutenir un renouveau du développement des réseaux de chaleur, en tant qu'outil permettant de développer massivement l'exploitation de certaines énergies renouvelables et de récupération. En effet, à l'exception des petits réseaux de chaleur bois qui avaient pu continuer à se développer dans les années 1990-2000 grâce à des plans régionaux en faveur du bois-énergie, la filière des réseaux de chaleur était en stagnation depuis une dizaine d'années.

Les mesures des lois Grenelle les plus emblématiques, concernant directement les réseaux de chaleur, sont :

1. la création du fonds chaleur

Il s'agit d'une subvention aux projets de chaleur renouvelable collective ou industrielle. Sans le fonds chaleur, il est peu probable que les projets de créations, conversion ou extensions de réseaux sortis depuis 2009 auraient pu voir le jour. Le fonds chaleur est géré par des règles nationales et a pour objectif de permettre aux projets d'être compétitifs face au gaz (cible : 5% moins cher pour l'usager final). Le fonds chaleur soutient principalement le développement de l'utilisation de la biomasse, de la géothermie, des pompes à chaleur, du solaire thermique et du biogaz. Les secteurs concernés sont l'habitat collectif, le tertiaire, l'agriculture et l'industrie. Pour les réseaux de chaleur, le soutien est conditionné au fait que les besoins de chaleur du réseau soient assurés par des énergies renouvelables et de récupération à hauteur de 50% minimum ou que le maître d'ouvrage s'engage, au traver d'un schéma directeur du réseau, à atteindre les 50% d'EnR&R dans les prochaines années.
Le fonds chaleur est attribué suivant deux modes : appels à projets nationaux et subventions à la demande gérées en régions. Le dispositif des appels à projets nationaux s'applique aux installations biomasse de grande taille (>1000 tep/an) dans les secteurs industriel et agricole (projets « BCIA »). Pour les autres projets (notamment les réseaux de chaleur), quel que soit le secteur, le fonds chaleur est géré par l'ADEME au niveau régional. Le fonds chaleur vient en complément des aides versées dans le cadre des contrats de projets État-région (CPER).
L'objectif est de contribuer à hauteur de 5,5 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) annuelles d'énergies renouvelables, soit plus du quart de l'objectif fixé à l'horizon 2020. Alimenté d'une 1ère enveloppe de 1,2 milliards d'euros pour la période 2009-2013, le fonds chaleur est "sanctuarisé" par le nouveau gouvernement en 2013 dans le cadre de la politique de transition énergétique : la dotation globale du fonds ne diminue pas (mais certains acteurs déplorent qu'elle n'augmente pas non plus).
Les retours statistiques de l'ADEME sur les premières années du fonds chaleur montrent que les réseaux de chaleur sont les projets qui permettent de produire et livrer la plus grande quantité de chaleur renouvelable pour un euro d'aide investi.

2. L'obligation d'étudier la faisabilité d'un réseau de chaleur (ou de froid) alimenté par des EnR&R lors de tout projet d'aménagement.

L'objectif est d'éviter que les choix énergétiques sur les quartiers neufs ne soient guidés par des préjugés, des habitudes, ou des critères de facilité. Les effets de cette mesure n'ont pas encore été évalués.
L'article L128-4 du Code de l'Urbanisme précise : "Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies

renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération."

3. L'obligation de prise en compte des réseaux de chaleur dans les textes relatifs à l'urbanisme et la construction.

L'alinéa 3 de l'article 19-IV de la loi Grenelle 1 fixe les principes suivants :
"La production d'énergie renouvelable à partir d'un réseau de chaleur sera prise en compte dans l'ensemble des textes relatifs à la construction et à l'urbanisme, et en particulier dans la réglementation thermique des bâtiments et les labels de performance énergétique, au même titre que la production d'énergie renouvelable in situ. Une sous- station de réseau de chaleur alimentée à plus de 50 % à partir d'énergies renouvelables et de récupération est considérée comme un équipement de production d'énergie renouvelable."
Le premier effet de cette obligation est la valorisation, dans la réglementation thermique 2012 des bâtiments, des réseaux de chaleur émettant peu de CO2 ; l'objectif est d'élargir l'éventail des options possibles pour celui qui construit un bâtiment, en cherchant un compromis entre la réduction de la consommation d'énergie et la mobilisation d'énergies peu carbonées.

4. La révision de la procédure de "classement"

Cette procédure permet de rendre obligatoire le raccordement à un réseau de chaleur, pour un bâtiment neuf ou rénové. L'objectif est que cette procédure soit utilisée par les collectivités comme outil au service de leur politique énergie-climat territoriale.
La loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur, modifiée par la loi Grenelle 2, définit désormais ainsi le dispositif de classement, qui est applicable aux réseaux de chaleur et de froid existant ou à créer :

– le classement du réseau n'est possible que si trois conditions sont respectées :
• Le réseau est alimenté à au moins 50% par des énergies renouvelables ou de récupération.
• Un comptage des quantités d'énergie livrées par point de livraison est assuré.
• L'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations est assuré.

– le classement est prononcé par délibération de la collectivité ou du groupement de collectivités
• Sur les réseaux existants, un audit énergétique examinant les possibilités d'amélioration de leur efficacité énergétique doit être réalisé.
• Lorsqu'il existe une commission consultative des services publics locaux (art. L1413-1 du CGCT), elle doit être consultée pour avis.

– la décision de classement définit, à l'intérieur de la zone desservie par le réseau, des périmètres de développement prioritaires.
• A l'intérieur de ces périmètres, le raccordement au réseau est obligatoire pour toute installation d'un bâtiment neuf ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants, dès lors que la puissance pour le chauffage, la climatisation ou la production d'eau chaude dépasse 30 kilowatts.
• Une dérogation à cette obligation est possible à condition de démontrer que les installations ne peuvent être raccordées au réseau dans des conditions techniques ou économiques satisfaisantes ou dans le délai nécessaire pour assurer la satisfaction des besoins des usagers.

Fin 2012, une directive européenne relative à l'efficacité énergétique vient renforcer les mesures que doivent respecter les Etats-Membres. Certaines mesures concernent directement les réseaux de chaleur. On peut citer notamment l'article 14 relatif à la promotion de l'efficacité énergétique en matière de chaleur et de froid. Une évaluation du potentiel de la cogénération et des réseaux de chaleur efficaces d'ici fin 2015 est demandée (sans objectif chiffré) et une obligation de réaliser une analyse de coût/bénéfice pour une cogénération lors de tout projet de centrale de production d'électricité ou d'énergie thermique, notamment lors de la planification d'un nouveau réseau, est instituée.

Si la Directive Européenne sur l'Efficacité énergétique de 2012 reconnaît une place importante à la cogénération, le sujet de la cogénération fait l'objet d'un débat en France, ses défenseurs signalant leurs inquiétudes quant à la diminution des tarifs d'achat d'électricité co-générée, et la perte de viabilité des installations, souvent associées à des réseaux de chaleur dont elles contribuent à l'équilibre économique. Ainsi, l'association de collectivités AMORCE demande au Gouvernement la mise en place d'un dispositif de sauvegarde afin de pérenniser les cogénérations existantes sur réseaux de chaleur, en consolidant et en clarifiant dans les plus brefs délais la rémunération de l'électricité sous obligation d'achat.

1.2 Un soutien indirect des réseaux aux Etats-Unis via la promotion de l'efficacité énergétique de la cogénération, souvent associée aux réseaux

Notons que la répartition des compétences Etat fédéral/Etats fédérés est définie par la Constitution et que la grande différence avec l'UE est l'absence de principe de subsidiarité. L'Etat fédéral ne légifère généralement que dans deux domaines : les relations extérieures (armée, commerce, diplomatie, etc.) et le commerce "interstate". Il en découle le droit d'imprimer la monnaie et de taxer (taxing and spending clause dans la constitution). Sur tous les sujets liés au commerce, l'Etat fédéral peut donc via la "supremacy clause" imposer la loi fédérale : transports, environnement, etc. Dans ce cas, si la loi de l'état fédéré contredit la loi fédérale sur ces sujets, la loi fédérale s'applique. Si la loi fédérée est plus restrictive que la loi fédérale, la loi fédérée s'applique.

a) Politique fédérale

Le *DOE* a montré sa volonté de soutenir le déploiement des réseaux et de la cogénération en fixant un certain nombre d'objectifs. Le *Oak Ridge Laboratory* est le plus grand laboratoire national dans le domaine de l'énergie, issu d'un partenariat entre l'université du Tennessee et de l'entreprise privée Battelle. Avec le *DOE* qui assure sa tutelle, le *Oak Ridge National Laboratory* estime que la cogénération aux Etats-Unis pourrait représenter 20% de la production totale d'électricité aux Etats-Unis d'ici 2030. Ceci permettrait de nombreux bénéfices économiques et environnementaux et renforcerait la sécurité énergétique du pays. Le passage de 9% à 20% d'électricité issue de cogénération équivaudrait à diminuer de plus de 154 millions le nombre de voitures en circulation, comme on peut le voir sur les tableaux ci-dessous (2006-2030). L'US EPA a notamment mis en place un programme, le CHP Partnership, visant à réduire les impacts environnementaux de la production d'électricité en favorisant la cogénération. Il vise à favoriser le développement de nouveaux projets en promouvant leurs bénéfices environnementaux et économiques. Pour cela, l'US EPA a mis en place différents outils utiles aux développeurs de projets et aux décideurs politques, disponibles sur le site internet www.epa.gov/chp/.

2006 Existing CHP - 9% of U.S. Capacity	85 GW
Reduced Annual Energy Consumption With CHP	1.9 Quads
Total Annual CO_2 Reduction	248 MMT
Carbon Saved	68 MMT
Number of Car Equivalents Taken Off Road	45 million

Source: Based on *Annual Energy Outlook 2008* (AEO 2008), U.S. Energy Information Administration and eGRID, EPA.

2030 CHP – 20% of U.S. Capacity	240.9 GW
Reduced Annual Energy Consumption With CHP	5.3 Quads
Total Annual CO_2 Reduction	848 MMT
Carbon Saved	231 MMT
Number of Car Equivalents Taken Off Road	154 million

Source: Based on *Annual Energy Outlook 2008* (AEO 2008), U.S. Energy Information Administration and eGRID, EPA.

FIGURE 17 : EMISSIONS DE CO_2 EVITEES PAR UNE AUGMENTATION DE LA PART DE LA COGENERATION DE 9% A 20%

Source : *Annual Energy Outlook 2008*, U.S. Energy Information Administration and eGRID, EPA

Un groupe de travail, *Industrial Energy Efficiency and Combined Heat and Power*, doit aider à mettre en place des programme des mesures d'efficacité énergétique localement. Ce groupe de travail est une initiative publique du *State and Local Energy Efficiency Action Network* (SEE Action) qui est géré par l'US Department of Energy et l'US EPA.

Les objectifs visés d'ici 2020 sont les suivants :

- atteindre une baisse annuelle de 2,5% de la consommation d'énergie dans le secteur industriel
- installer 40 nouveaux GW de cogénération.

Le *DOE* a mis en oeuvre en 2009 un programme fédéral majeur, *l'American Recovery and Reinvestment Act (ARRA),* qui visait à renforcer l'efficacité énergétique, à restructurer le secteur des transports, à doubler la part d'énergies renouvelables, à développer les smarts grids, à soutenir la recherche innovante et à rendre la politique de gestion des déchets nucléaires plus transparente. Ce programme a permis de financer un nombre important de projets favorisant les énergies bas carbone, notamment des investissements dans des centrales de cogénération ainsi que des extensions de réseaux de chaleur. Ce programme fut un vrai succès en faveur des réseaux. Pour la partie concernant les réseaux, ce programme se rapproche du Fonds Chaleur français, en soutenant la réalisation de projets mais avec des critères moins précis de sélection. A l'inverse du Fonds Chaleur, ce programme est maintenant terminé.

La partie du programme concernant directement les réseaux de chaleur est celle portant sur l'efficacité énergétique. Le programme propose de participer au financement de projets

permettant une augmentation d'au moins 25% de l'efficacité énergétique par rapport aux installations existantes. 4 domaines sont concernés : la cogénération, les réseaux de chaleur, la récupération de chaleur fatale et les équipements industriels efficaces. L'objectif annoncé est d'augmenter la sécurité énergétique, de créer des emplois et de favoriser le développement de la construction durable.

Voici deux exemples de projets qui ont été retenus par ce programme :

Seattle Steam Company	Seattle, WA	**CHP at Post Street in Downtown Seattle**. The project will deploy a combined heat and power (CHP) plant in downtown Seattle that is integrated into the existing electrical and thermal energy distribution networks. It will increase the capacity and reliability of the electrical grid and district heating system in the downtown core, particularly in light of growing energy demand. The new CHP plant will generate 50 MW of electrical power and steam to offset existing, inefficient steam production equipment. The CHP plant will save an estimated 1.84 trillion Btu annually over the current, inefficient infrastructure.	$18,750,000
Texas Medical Center Central Heating and Cooling Services Company	Houston, TX	**Thermal Energy Corporation Combined Heat and Power Project.** The project will build a Combined Heat and Power (CHP) facility at its existing district heating plant, serving the largest medical center in the world. The CHP system will increase electric and thermal efficiency, provide steam to the campus, and improve the overall reliability of the existing plant, enabling continued operations even in the event of a grid outage. The new CHP plant will generate 45 MW of power and provide steam to the district heating plant. The project will save an estimated 0.75 trillion Btu annually over separate electrical and steam generation.	$10,000,000

FIGURE 18 : DEUX EXEMPLES DE PROJETS SUBVENTIONNES PAR L'ARRA
Source :www.recovery.gov

Il existe plusieurs mécanismes de financement qui pourraient aider le développement de projets de réseaux notamment via le soutien de la cogénération, notamment le *CHP Investment Tax Credit.* Pour être éligible, le projet de CHP ne doit pas dépasser 50MW et atteindre une efficacité d'au moins 60%, avec certaines exceptions. Il s'agit d'un crédit d'impôt de 10% pour les 15 premiers MW installés.

On peut enfin citer les *Output-based emissions standards and interconnection.*
Ces standards remplacent progressivement les réglementations environnementales traditionnelles, qui étaient généralement basées sur la quantité de combustible utilisée et ne prenaient pas en compte les améliorations d'efficacité réalisées par l'intégration d'une cogénération dans un réseau.
Quelques États ont commencé à prendre conscience des barrières qui limitaient le développement de projets de cogénération ou de réseaux. En effet, certaines compagnies d'électricité, afin de limiter les ventes locales d'électricité, avaient imposé certaines connexions au réseau ou certaines surtaxes qui impactaient le développement des projets de cogénération. Afin de retirer ces barrières, certains États ont mis en place des procédures standardisées.

b) Politique des États

De nombreux incitations financières, subventions, crédits d'impôt ont été mis en place en 2009 mais ont aujourd'hui expiré. Les producteurs d'énergie bas carbone sont demandeurs de politiques de soutien auprès des gouvernements locaux et des Etats. A travers le pays, les Etats ont mis en place un certain nombre de mesures visant le développement de ces activités (crédits d'impôt, déductions fiscales, prêt à taux bonifié, soutien aux énergies renouvelables..). Au niveau local, les villes ont aussi mis en place un certain nombre de politiques de soutien, notamment au niveau des bâtiments.
Chaque Etat a un bureau chargé de l'énergie. Certains programmes peuvent vraiment bénéficier à des projets de réseaux de chaleur. Voici un panorama des programmes les plus importants, mis en place par certains Etats.

- ***Clean Energy Funds ou Public Benefit Funds***

Il s'agit de fonds permettant de financer des projets énergies renouvelables et d'efficacité énergétique. Pour alimenter ces fonds, les Etats prélèvent une taxe sur l'électricité. Ce fonds existe dans 20 Etats et offre 500 millions de dollards par an pour financer ces projets. Par exemple, dans le Connecticut, il existe un *Clean Energy Fund* et un *Energy Efficiency Fund*. Le premier est financé par une taxe de 0,001$ par kWh et est géré par une organisation créée pour aider au développement de ce type de programmes. Ce fond permet notamment de financer des projets de cogénération utilisant la chaleur fatale et avec d'accumulateurs de chaleur.

- ***Renewable/Alternative Portfolio Standards (RPS and APS)***

Ce type de programme exige que les fournisseurs d'électricité délivrent un certain pourcentage d'électricité d'origine renouvelable ou « alternative ». Les définitions de ces sources varient d'un Etat à l'autre. 14 Etats incluent la cogénération dans leurs RPS ou APS. L'Indiana inclut la récupération de la chaleur fatale et certains Etats, tels que le Michigan, le Maine, l'Oregon, incluent les déchets municipaux. Il existe souvent un mécanisme de crédits (*Renewable Energy Credits*) échangeables sur le marché. Les fournisseurs qui ne respectent pas les seuils doivent souvent payer une compensation financière qui alimente les *Clean Energy Funds*, comme c'est le cas dans le New Jersey.

Un autre outil associé est l'*Energy Efficiency Ressource Standard (EERS)* qui encourage les mesures d'efficacité énergétique. Il impose une réduction de la consommation d'énergie aux fournisseurs. Ceci peut être séparé ou non des RPS.

Les EERS se rapprochent fortement des Certificats d'Economie d'Energie français. En effet, comme le précise le site du Ministère, « ce dispositif repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie appelés les « obligés » Un objectif triennal est défini et réparti entre les opérateurs en fonction de leurs volumes de ventes. En fin de période, les vendeurs d'énergie obligés doivent justifier de l'accomplissement de leurs obligations par la détention d'un montant de certificats équivalent à ces obligations. Les certificats sont obtenus à la suite d'actions entreprises en propre par les opérateurs ou par l'achat à d'autres acteurs ayant mené des opérations d'économies d'énergie. En cas de non respect de leurs obligations, les obligés sont tenus de verser une pénalité libératoire de deux centimes d'euro par kWh manquant. »

24 Etats ont mis en place des EERS, l'Etat du Vermont qui impose de 2,5% d'économies par an étant le plus exigent.

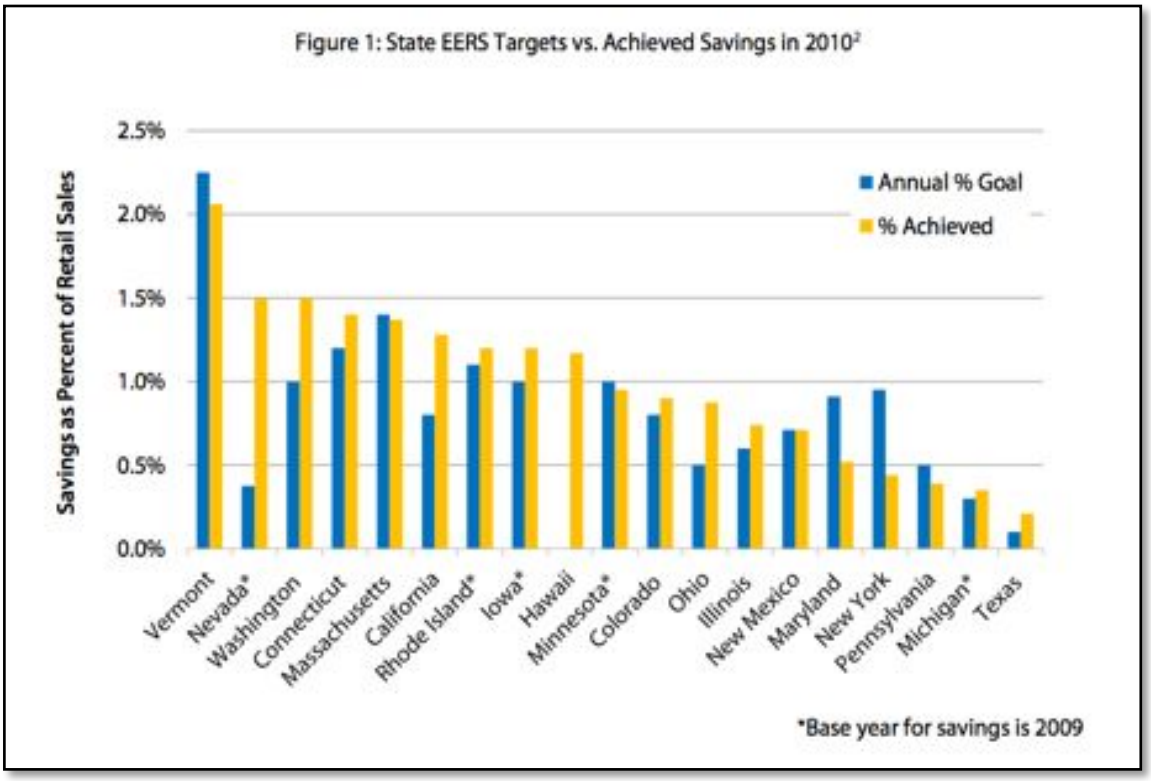


FIGURE 19 : PROGRAMMES EERS PAR ETAT, OBJECTIFS ET RESULTATS
Source : www.aceee.org

Nous allons donner deux exemples de politiques étatiques, dans le Massachusetts et en Californie.

- ***Le Massachusetts***

Le Massachusetts a adopté en 2008 une réforme majeure, le *Green Communities Act.* Certaines villes sont certifiées « *Green Communities* » sur certains critères, ce qui leur donne accès à d'autres sources de financement.
Il a également adopté un *Alternative Energy Portfolio Standard* qui fixe un pourcentage de sources d'énergie « alternatives » – 2,5% en 2012 à 4% en 2016 – dans la consommation électrique de l'Etat. La cogénération est incluse et donne droit à des *Alternative Energy Credits,* établis selon l'efficacité du projet. Ces crédits sont vendus aux compagnies d'électricité selon les objectifs remplis, le prix de l'*Alternative Compliance Penalty* étant d'environ 20$ par MWH. Ce programme permet d'aider au financement de nouveaux projets de cogénération mais aussi de travaux d'efficacité énergétique au sein de projets existants ou bien de travaux de conversion vers une cogénération.

- ***La Californie***

La Californie est un leader dans le domaine et a mis en place de nombreuses politiques de soutien pour la cogénération et les réseaux de chaleur. Le gouverneur Jerry Brown a mis en place un appel d'offres en 2011 pour la construction de 6500 MW de cogénération sur les 20 prochaines années.
La *California Public Utilities Commission* a prolongé son *Self-Generation Incentive Program* jusqu'en 2016 et les critères d'éligibilité sont basés sur les réductions des émissions de gaz à effet de serre.

D'ici 2020, la Californie vise l'utilisation de 33% d'énergies renouvelables dans son mix énergétique et une réduction des émissions de gaz à effet de serre pour atteindre les niveaux des années 1990.

1.3 Réglementations environnementales susceptibles d'impacter les projets de réseaux de chaleur

Un certain nombre de réglementations environnementales visant à limiter les émissions de CO2 ou de plus généralement de polluants sont susceptibles d'influer les projets de réseaux, tant au niveau du choix de réaliser ou non, que du choix du type de réseau : énergies renovelables, gaz, charbon avec ou sans cogénération.
Aux Etats-Unis, l'*US EPA* impose des seuils pour un certain nombre d'émissions, qui peuvent dicter les choix opérationnels faits au niveau de chaque centrale. En règle générale, les agences de contrôle étatiques et locales doivent consulter les projets et délivrer des permis pour s'assurer du respect des normes imposées au niveau fédéral et de l'Etat par le *Clean Air Act.* Certains Etats ont leur propre réglementation, validée par l'EPA.

Nous allons présenter quelques réglementations environnementales au niveau fédéral qui pourraient impacter un projet de réseaux de chaleur/froid.

- ***New Source Review***

New Source Review (NSR) impose aux stations qui vont polluer l'air d'avoir un permis avant le début de la construction. Il existe trois types de permis :

- *Prevention of Significant Deterioration* (PSD)
- *Non-attainment NSR,* pour de nouvelles sources majeures de pollution (généralement plus de 100 tonnes par an)
- *Minor source*

Un permis spécifie les limites autorisées au niveau de la construction, des émissions et de l'opérationnel.

- ***Greenhouse Gas Reporting***

Ce programme a été lancé en octobre 2009 par l'EPA et exige que les secteurs fortement émetteurs transmettent le bilan de leurs émissions à l'EPA, ce qui permettra de guider les prises de décisions. L'EPA a publié le *Mandatory Reporting of Greenhouse Gases Rule.*
Les usines qui émettent plus de 25000 tonnes de gaz à effet de serre par an doivent soumettre des rapports annuels à l'EPA. Il existe aussi un mécanisme de report volontaire pour les émissions de gaz à effet de serre générés par la cogénération. En effet, les projets de cogénération efficaces peuvent réduire les émissions régionales.

- ***Boiler MACT (Maximum Achievable Control Technology)***

Mis au point par l'EPA, cette réglementation impose que les petites et grandes chaudières et appareils de chauffage d'un certain nombre d'installations réduisent leurs émissions de polluants. Il s'agit des chaudières produisant plus de 10 millions de Btus par heure (2930 kWh), sont utilisés plus de 10% du temps dans l'année et fonctionnent avec d'autres combustibles que le gaz naturel ou raffiné.

Côté français, le secteur des réseaux de chaleur peut être impacté par le système communautaire d'échanges de quotas d'émission de gaz à effet de serre (également appelé EU ETS en anglais : *European Union Emission Trading System*) qui a vu le jour en 2005 et

qui est l'élément central de la politique européenne climatique adoptée pour respecter les objectifs pris dans le cadre du Protocole de Kyoto.
Le principe en est le suivant : les États imposent un plafond sur les émissions des installations concernées, puis leur distribuent les quotas d'émission correspondants. Les entreprises assujetties ont ensuite la possibilité d'échanger leurs quotas selon qu'elles sont excédentaires ou déficitaires, de sorte qu'un prix à la tonne de CO_2 se forme sur un marché. À la fin de chaque année, les installations sont tenues de restituer un nombre de quotas correspondant à leurs émissions réelles.
Le système couvre environ 11 000 installations industrielles et de production d'énergie, notamment dans le secteur des réseaux de chaleur. Cette législation pourrait directement impacter le choix du type de réseaux, notamment de la source d'énergie utilisée (énergies renouvelables, gaz, charbon) avec ou sans cogénération, afin de respecter les quotas d'émissions.

La réglementation des installations classées peut également impacter project de réseaux de chaleur. En effet, toute exploitation industrielle, notamment de production d'énergie, susceptible de provoquer des pollutions ou nuisances est une installation classée. Les installations classées sont soumises à un régime d'autorisation, pour les installations présentant les risques ou pollutions les plus importants, ou de déclaration, pour les activités les moins polluantes.
La législation des installations classées confère à l'État des pouvoirs :
- d'autorisation ou de refus d'autorisation de fonctionnement d'une installation ;
- de réglementation (imposer le respect de certaines dispositions techniques, autoriser ou refuser le fonctionnement d'une installation) ;
- de contrôle ;
- de sanction.

Cette législation pourrait ainsi directement impacter les projets de réseaux de chaleur, en imposant un certain nombre de contraintes tant techniques qu'administratives.

2. Réseaux de chaleur et urbanisme

Nous avons étudié dans quelle mesure les outils de planification urbaine et la réglementation dans le bâtiment prenaient en compte les réseaux de chaleur.

2.1 Un renforcement des acteurs locaux en matière de contribution aux objectifs énergie-climat.

Au niveau local, les villes mettent en place de plus en plus d'outil de planification urbaine avec des dispositions relatives aux performances énergétiques. Nous allons citer deux exemples pour illustrer cela : l'exemple de San Francisco et celui de Arlington County.

- ***San Francisco, Californie***

La ville de San Francisco a mis en place un projet de développement de grande envergure, le *Transit Center District Plan*, qui fait du développement du réseau de chaleur et de la cogénération une priorité dans la zone de Transbay en reconversion. Le plan a été signé en août 2012 par le maire. Le service chargé de la planification de la ville va étudier les différentes options de financement envisageables, notamment la participation d'un acteur privé.

> *There is a great opportunity with the Transit Center Plan to establish a highly energy efficient district-scale approach to energy procurement and consumption, including combined heat and power (CHP), setting up the area to be an exemplar low carbon development. This will help the City to achieve its Climate Action Plan, Electricity Resource Plan and carbon reduction goals. With respect to CHP, the strategy could also future-proof the Plan Area to be able to take advantage of local renewable biomass energy sources as, and when, an appropriately scaled plant(s) becomes viable.*
>
> -Transit Center District Plan, San Francisco Planning Department, p. 60, May 3, 2012

FIGURE 20 : EXTRAIT DU TRANSIT CENTER DISTRICT PLAN DE SAN FRANCISCO, 2012
Source : www.seeaction.energy.gov

- ***Arlington County, Virginie***

La ville d'Arlington County cherche à réduire sa dépendance aux énergies fossiles et à promouvoir des sources d'énergies durables et plus propres. Elle a formé le *Community Energy and Sustainability Task Force* en janvier 2010 afin de chercher des moyens d'atteindre ses objectifs.

> *The CES Task Force Report includes a step-wise approach to creating cleaner and more cost-effective energy supply structures that produce fewer emissions. District energy systems, commonly found in other parts of the world, facilitate the efficient use of the heat from local combined heat and power (CHP) generation, greatly reducing the fuel waste normally associated with making electricity. District energy systems can be tailored to the specific needs of each neighborhood and retain flexibility to adapt to changing technologies and future demands.*
>
> -Executive Summary, Community Energy and Sustainability Final Draft

FIGURE 21 : EXTRAIT DU COMMUNITY ENERGY AND SUSTAINABILITY FINAL DRAFT D'ARLINGTON COUNTY, 2010
Source : www.seeaction.energy.gov

Ce groupe rassemble des acteurs publics et privés, tels que *Washington Gas* et *Dominia Virginia Power.* Il leur est apparu essentiel d'intégrer le développement du réseau de chaleur dans la politique de planification de la ville. L'implication des compagnies de gaz et d'électricité devrait être un élément clef de la réussite de cette planification.

Un certain nombre de villes américaines ont rejoint le groupe des *Cities for Climate Protection* qui est un projet de l'*International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI)* qui regroupe des centaines de collectivités locales au niveau mondial. Il s'agit d'une adhésion volontaire. Au niveau des Etats, un certain nombre d'Etats, dont le Massachusetts, ont mis en place un *Climate Change Action Plan.*
Dans leur *Climate Protection Plan,* certaines villes commencent à mettre en place des mesures incitant au raccordement aux réseaux de chaleur. C'est notamment le cas de la ville de Cambridge, dont voici un extrait du *Climate Protection Plan*.

ACTIONS TO REDUCE GHG EMISSIONS
Strategy 3: Increase Use of East Cambridge District Steam
Cogeneration facilities, such as the ones at Kendall Square Station and MIT, increase the efficiency of power plants by recovering the waste heat from the electric generators and using it to heat and cool buildings and provide chilled water for various processes. This prevents GHG emissions by avoiding the use of natural gas and oil to heat and electricity to cool buildings.
Mirant estimates that steam from the new generator at Kendall Square Station will involve 0.15 pounds less C02 emissions per pound of steam than steam produced by individual boilers typically found in commercial buildings. Existing buildings can be converted to the district system and new buildings can be tied in from the start.
Currently AES supplies approximately 400 million pounds of steam annually to its East Cambridge customers from the Kendall Square power plant. AES estimates that there is a reasonable potential to increase the demand with the existing distribution system to 600 million pounds of steam annually.
Proposed Actions (Medium-term)
- ***Add additional customers to the East Cambridge steam system*** *and increase steam use by 200 million pounds annually.*
- ***Extend the steam distribution system*** *to the North Point area, which is slated for development.*

En France, on peut rapprocher ces *Climate Protection Plans* de la création par les lois Grenelle de documents obligatoires pour la planification territoriale en matière d'énergie et de climat :

- le schéma régional climat-air-énergie (SRCAE) : grandes orientations à l'échelle d'une région.
- le plan climat-énergie territorial (PCET) : actions concrètes au niveau d'un département, d'une agglomération, d'une ville

Ces documents s'inscrivent dans l'augmentation du niveau de responsabilité des acteurs territoriaux, au premier rang desquels les collectivités, en matière de contribution aux objectifs nationaux énergie-climat.

Enfin, les lois Grenelle rapprochent énergie et urbanisme, par exemple en permettant aux documents comme les SCoT et les PLU d'introduire des dispositions relatives aux performances énergétiques.

2.2 L'exemple de *Seattle DE Strategy*

La ville de Seattle a identifié les réseaux de chaleur comme un élément stratégique pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO_2 de la ville. Elle a pris conscience que des politiques ciblées pourraient permettre de soutenir le développement de ces réseaux.
4 axes ont été identifiés :

- la formation d'une équipe interdépartementale District Energy
- la formation d'un partenariat stratégique pour le quartier de First Hill
- la mise en place de politiques de soutien
- des études de planification dans d'autres quartiers stratégiques de Seattle

Nous allons présenter dans cette partie la mise en place de politiques de soutien au niveau local. Les deux premiers seront approfondis ultérieurement. Parmi ces politiques de soutien, nous allons développer les politiques visant à diminuer les coûts d'infrastructures et celles concernant les bâtiments.

- ***Coûts des infrastructures***

Quelques obstacles au développement des infrastructures de réseaux ont été identifiés, à un niveau très opérationnel et touchant par exemple aux compétences "voirie" de la ville ; des solutions à la portée de la ville ont été proposées. Cette question de l'utilisation, par une ville, de ses compétences en voirie et en gestion du domaine public, pour faciliter le déploiement des réseaux, est assez peu développée en France.

Table 2: Issues Driving Higher District Energy Infrastructure Costs in Seattle

Issue	Possible Solution
Require officer for traffic control	Permit use of qualified flaggers
Permit costs based on square footage	Blanket permit charge
Full panel replacement	Waive or share cost with City
Waterfront trolley	Deactivate overhead lines if operational during construction
Three foot minimum depth	Waive
Meter hood charges at daily rates	Reduced weekly / monthly rate

FIGURE 22 : OBSTACLES AU DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS
Source : *A District Energy Strategy for the City of Seattle -Background and Directions*, Compass Resource Management, 2011

La ville doit jouer également un rôle dans la planification et la coordination des différents projets d'infrastructure afin de limiter la gêne occasionnée pour le public.

- ***Green Building Policy and Assistance***

Trois priorités ont été identifiées pour la ville :

- montrer l'exemple en raccordant tous les bâtiments municipaux aux réseaux de chaleur lorsque ceci est possible et économiquement viable.
- promouvoir les systèmes de chauffage à eau chaude s'ils sont compatibles avec les réseaux de chaleur existants car il sera ainsi plus facile dans le futur d'intégrer d'autres sources d'énergie.
- développer des outils pour les propriétaires de bâtiments afin d'évaluer précisément les coûts et bénéfices sur le long terme d'un raccordement à un réseau existant.

Il s'agit véritablement de concevoir des stratégies à grande échelle.

2.3 Réseaux de chaleur et certification des bâtiments aux Etats-Unis : l'exemple de la LEED Certification

En 1993 a été créé le *U.S. Green Building Council*, une organisation non gouvernementale visant à promouvoir les bonnes pratiques dans le bâtiment. Cinq ans plus tard a été mis en place le premier système de classement des bâtiments (« *building-rating system* ») qui a eu un grand succès. Il existe quatre niveaux de certification (certifié, argent, or et platine) et plusieurs catégories (*LEED for Labs, LEED Core & Schell, LEED for Schools*). Aujourd'hui, plus de 130 millions de mètres carrés ont été ainsi certifiés. Au départ, le raccordement à un réseau de chaleur n'était pas pris en compte dans l'évaluation mais cela fut vite remis en cause.

En 2008, l'USGBC a publié son premier guide concernant la prise en compte du raccordement à un réseau dans la certification LEED puis une nouvelle version fut publiée en 2010. Ces guides sont disponibles sur le site de l'USGBC, www.usgbc.org.

Si certains aspects sont respectés, le raccordement à un réseau peut permettre de gagner des points et d'atteindre ainsi un meilleur classement LEED à travers l'utilisation d'énergies renouvelables, de cogénération et de stockage d'énergie thermique.

- **Energies renouvelables**

Afin de favoriser l'utilisation d'énergies renouvelables, l'USGBC donne des points LEED selon deux catégories : *Energy & Atmosphere Credit 1 et Credit 2*.

Le régime *Credit 1* permet d'obtenir jusqu'à 19 points selon les économies d'énergie permises par le projet.

Le régime *Credit 2* permet d'obtenir jusqu'à 7 points selon le pourcentage d'énergies renouvelables utilisées dans le mix énergétique du bâtiment. On note que le bonus maximal est atteint à 13% d'énergies renouvelables : au-delà, aucun point bonus supplémentaire n'est accordé.

Points available	Percentage of building's total energy use from renewables
1	1%
2	3%
3	5%
4	7%
5	9%
6	11%
7	13%

SOURCE: USGBC LEED REFERENCE GUIDE FOR GREEN BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, 2009 EDITION

TABLE 1. Renewable-energy-use point thresholds, LEED Energy & Atmosphere Credit 2.

FIGURE 23 : ENERGIES RENOUVELABLES ET POINTS POUR LA CERTFICATION LEED
Source : USGBD LEED reference guide for green building design and construction, 2009

Les réseaux de chaleur offrant de larges opportunités d'utiliser ces énergies renouvelables, ils sont un moyen idéal pour obtenir des crédits LEED énergies renouvelables. Pour ce qui est de la biomasse, un certain nombre de conditions sur les ressources utilisées doivent être respectées pour être éligibles.

- **La cogénération**

Les cogénérations sont très souvent reliées à des réseaux de chaleur. Si un réseau de chaleur distribue de la vapeur cogénérée à des bâtiments, ceux-ci peuvent avoir accès à des points.

- **Stockage d'énergie thermique**

Le stockage d'énergie thermique permet de mieux répartir sa demande en électricité sur la journée et la nuit et d'éviter ainsi les pics de demande. La production centralisée d'énergie est tout à fait adaptée à ces systèmes de stockage en grosse quantité et permet ainsi l'acquisition de points.

Dans sa revue trimestrielle, l'IDEA a créé une partie spécifiquement sur ce sujet : *LEED + District Energy.*

2.4 Les réseaux de chaleur et la réglementation thermique en France

Dans la réglementation thermique 2005, les réseaux de chaleur étaient pénalisés dans le fonctionnement des méthodes de calcul, et leur potentiel caractère vertueux sur le plan des types d'énergies mobilisées n'était pas pris en compte. Mais, de manière similaire au cas américain, la réglementation thermique a évolué pour mieux prendre en compte les atouts des réseaux de chaleur.

L'article 4 de la loi Grenelle 1 fixe le principe suivant :
« La réglementation thermique applicable aux constructions neuves sera renforcée afin de réduire les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. »

La RT2012 met en oeuvre ce nouveau principe. En matière de construction, il y a désormais un double objectif : sobriété énergétique et réduction des émissions. Les bâtiments doivent respecter une valeur de consommation d'énergie primaire maximale par m² et par an (la Cepmax). Un bâtiment RT2012 raccordé à un réseau de chaleur émettant peu de CO2 a le droit de consommer un peu plus, grâce à un coefficient de modulation variant de 0 à 30%.
Cette modulation possible s'inscrit dans cette logique de double objectif "sobriété et énergies renouvelables". Si la modulation permet en effet de concevoir des bâtiments qui consomment un peu plus d'énergie, elle le permet à une condition : l'énergie consommée
doit avoir un impact réduit sur les émissions de gaz à effet de serre. Autrement dit, on permet au constructeur du bâtiment d'"échanger" un peu de sobriété énergétique (et donc d'économiser sur le coût de l'enveloppe du bâtiment) contre une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Au niveau de la réglementation des bâtiments, on note une évolution similaire dans les deux pays en faveur des réseaux : la certification LEED aux Etats-Unis de même que la réglementation thermique en France ont évolué pour mieux valoriser le raccordement des bâtiments aux réseaux faiblement émetteurs de CO_2 alors que ce raccordement était souvent pénalisé par la réglementation précédente.

3. Rôle des acteurs publics et privés dans la réalisation des projets de réseaux de chaleur - Modèles économiques des réseaux

En France, sur les 450 réseaux recensés dans l'enquête de branche annuelle, la majorité en nombre (66%, cf figure) sont réalisés dans le cadre d'une initiative publique, qui ont au moins le rôle d'autorité sur le service rendu, voire sont propriétaires des infrastructures ab initio (suivant les montages juridiques). Ces 66% des réseaux représentent 85% de la chaleur livrée. En revanche, aux Etats-Unis, la propriété et la responsabilité du service incombe plus largement à des entreprises privées. Il n'y a malheureusement pas de statistiques disponibles sur la répartition publique/privée des acteurs. Cependant, dans les nouveaux projets de réseaux, les acteurs publics -notamment les villes- jouent un rôle de plus en plus important et sont souvent les moteurs du déploiement de ces projets.

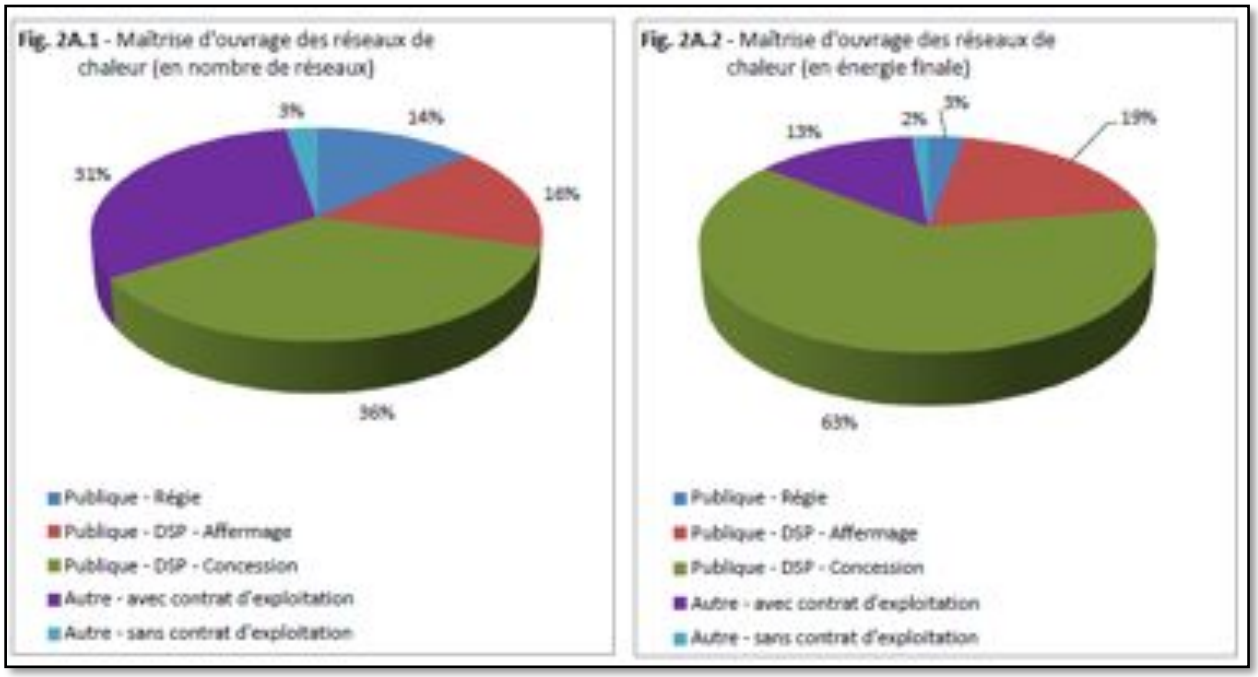


FIGURE 24 : MAITRISE D'OUVRAGE DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE
Source : Enquête SNCU

3.1 Initiatives publiques

a) Cadre d'intervention des collectivités en France

Les collectivités peuvent réaliser selon diverses modalités définies par le code général des collectivités territoriales, des installations en vue d'alimenter des réseaux de chaleur, notamment en application de l'article 3 de la loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur.

Il s'agit toutefois d'une compétence optionnelle : aucune collectivité n'a l'obligation d'établir sur son territoire un service public de distribution de chaleur. C'est également une compétence non exclusive : des réseaux peuvent être créés par d'autres acteurs, y compris des acteurs privés. Par ailleurs, cette compétence peut être transférée à un groupement de collectivités.

Dès lors qu'une collectivité (ou un groupement) exerce cette compétence, le chauffage urbain mis en place est qualifié de service public. Compte tenu de ses modalités de fonctionnement, ce service public revêt un caractère industriel et commercial.
Comme tout service public, il est soumis aux règles suivantes :

- égalité des usagers devant les charges
- continuité du service
- droit au branchement si proximité
- contrôle de la collectivité

b) Différents montages contractuels en France

Dans la pratique, peu de collectivités assurent elles-mêmes, en régie, la construction et l'exploitation du chauffage urbain (ce montage se rencontre essentiellement sur de petits réseaux bois). Dans la plupart des cas et pratiquement tous les réseaux de taille moyenne ou grande, le service public de distribution de chaleur fait l'objet d'une délégation, par laquelle la collectivité charge un tiers d'assurer le service pour son compte.
Plusieurs formes de délégations de service public sont utilisées par les collectivités. Le choix est conditionné d'une part par l'attractivité économique du projet, d'autre part par la volonté de la collectivité de conserver ou non une maîtrise directe sur le réseau et son fonctionnement.

	Construction du réseau	Exploitation du réseau
Régie	Collectivité	Collectivité
Affermage	Collectivité	Délégataire
Concession	Délégataire	Délégataire

FIGURE 25 : DIFFERENTS TYPES DE MONTAGES CONTRACTUELS EN FRANCE
Source : site du CETE de l'Ouest

L'affermage : réseau créé par la collectivité et exploité par un tiers

Dans le cas d'un affermage, la collectivité finance et réalise les installations (ou les fait réaliser pour son compte dans le cadre d'un marché public). Les ouvrages sont ensuite mis à disposition d'un fermier qui est chargé de les exploiter pour fournir le service aux usagers, dans le respect des engagements définis par le contrat, dont la durée est généralement de 10 à 15 ans. Le fermier verse à la collectivité une redevance pour l'utilisation des installations, et se rémunère sur les sommes perçues auprès des abonnés.

La concession de service public : réseau créé et exploité par un tiers

La concession est le mode le plus fréquent (environ 60% des réseaux d'initiative publique recensés dans l'enquête annuelle de branche). Le concessionnaire finance et réalise les installations, éventuellement avec une aide de la collectivité sous la forme d'une subvention. Il exploite ensuite le réseau pendant la durée du contrat (généralement 20 à 30 ans) afin d'amortir les investissements consentis et de dégager un bénéfice. A l'issue du contrat, les installations sont susceptibles de retour (la propriété récupère gratuitement les installations) ou de reprise (la collectivité récupère les installations moyennant paiement au concessionnaire), suivant les modalités définies dans le contrat. Lorsque la collectivité a pris possession des installations, elle peut à nouveau en confier l'exploitation à un tiers privé.

Une mise en concurrence obligatoire
Le fermier ou le concessionnaire est sélectionné par la collectivité au terme d'un processus de mise en concurrence et de négociation, permettant d'assurer que le candidat retenu est celui qui propose la meilleure prestation au regard des critères de sélection définis par la collectivité. La collectivité est responsable du contrôle du respect des engagements que l'exploitant a pris dans le contrat qui définit sa mission en tant que délégataire du service public.

c) Entrepreneurs publics aux Etats-Unis

Aux Etats-Unis, un certain nombre de villes possèdent et managent des *public municipal utility companies* qui assurent la distribution de l'électricité au niveau de leur ville. Les municipalités elles-mêmes peuvent former des *municipal utilities* pour créer des réseaux de chaleur ou de froid. C'est notamment le cas dans le Minnesota où il existe un certain nombre de *district energy companies* municipales qui fournissent de l'énergie, à but non lucratif.
Il est possible de créer une *municipal utility* avec un business plan à part bien défini et avec une stratégie financière établie. Cependant, toute dette doit être consolidée dans les comptes de la municipalité, ce qui signifie qu'elle porte le risque financier. Elle peut avoir accès à des taux d'intérêt proches de ceux du secteur public. Ces *municipal utilities* peuvent être soumises à des taxes locales particulières et avoir intérêt à desservir non seulement les bâtiments publics mais aussi les bâtiments privés à proximité. Ce montage se rapproche du concept de la régie française où la collectivité décide de porter le risque.
Si les municipalités sont les propriétaires, la conception, la construction et l'exploitation peuvent être délégués à des entreprises privées spécialisées auxquelles les risques techniques et financiers sont alors transférés. Ceci se rapproche des concessions de service public françaises. Il existe de même une mise en concurrence du partenaire privé. La sélection de celui-ci repose en règle générale sur un appel d'offres, ou « *Request for Qualifications* », visant à sélectionner le candidat répondant au mieux aux objectifs fixés par la ville. Un contrat, « *franchise agreement* », est signé avec l'entité privée qui leur impose un certain nombre de règles, semblables à celles caractérisant la notion de service public en France.

d) L'exemple de la ville de Seattle

Le bureau du développement durable et de l'environnement a créé la *District Energy Interdepartmental Team* (DE IDT) pour favoriser le développement des réseaux de chaleur. Elle comprend des membres du département de la planification et du développement, de *Seattle City Light*, de *Seattle Public Utilities* et du bureau central du budget. Une étude a été menée et il a été décidé de faire entrer également dans l'équipe des représentants de la ville, du département des transports et du bureau du développement économique. Le département des transports est important afin de coordonner l'extension des réseaux de chaleur avec les projets d'infrastructure de transport. Quant au bureau du développement économique, il est impliqué dans la mesure où les réseaux de chaleur renforcent la sécurité énergétique et le développement technologique.
Le quartier de First Hill a été identifié comme une zone stratégique pour étendre les réseaux de chaleur de la ville. Il s'agit d'une zone très dense avec trois grands hôpitaux où la demande est déjà la plus élevée de la ville. En outre, la construction de nombreuses habitations est planifiée d'ici 2030. La ville a lancé un appel d'offres pour sélectionner un *private utility partner*. La ville a reçu six réponses et a sélectionné Corix Utilities. La première phase sera de commanditer une étude de faisabilité et de coût. Si les résultats de celle-ci sont satisfaisants, un accord (*franchise agreement*) sera signé avec Corix leur imposant des contraintes de service public.

3.2 Entrepreneurs privés

En France, les réseaux d'initiative privée sont peu nombreux, mais généralement bien plus petits que les réseaux d'initiative publique.
Aux Etats-Unis en revanche, la majorité des réseaux de chaleur américains existants sont possédés et exploités par des entités privées, qui recherchent donc avant tout la rentabilité économique. De nombreuses entreprises se positionnent sur le marché de l'énergie avec des expertises variées (design, construction, exploitation, optimisation de centrales, réseaux de chaleur etc.). Les clients peuvent être publics comme privés.

Place de Veolia Energy sur le marché des réseaux de chaleur américains
Veolia Energy North America fait partie du grand groupe Veolia Environnement. Les réseaux de chaleur sont leur cœur de métier. Bien que Consolidated Edison possède le plus grand réseau d'énergie des Etats-Unis, Veolia Energy North America possède et exploite le plus grand portefeuille de réseaux dans le pays, avec des réseaux dans 14 villes des Etats-Unis.

FIGURE 26 : VEOLIA ENERGY NORTH AMERICA EN CHIFFRES
Source : Veolia Energy NA

Il n'y a que quelques sociétés qui possèdent plus d'un réseau. Le tableau suivant présente les autres portefeuilles majeurs du marché.

Société	Production de chaleur (kg/h)	Production de froid (kWh)	Villes desservies
Consolidated Edison	4 536 000	-	New York City
Xcel Energy	2 268 000	91 438	Denver
Citizens Thermal	1 361 000	172 326	Indianapolis
NRG Thermal	1 051 000	375 952	Minneapolis, Harrisburg, San Francisco, Pittsburgh, Dover, Tucson, Phoenix & San Diego
Cleveland Thermal	589 700	101 989	Cleveland
Detroit Thermal	544 300	-	Detroit
Pepco Energy	508 000	264 819	Atlantic City, Bethesda, Washington D.C., Wilmington & Raleigh
Macquarie Infrastructure	0	422 022	Chicago and Las Vegas
Energenic	46 130	98 999	Atlantic City, Newark, Bensalem (PA) and Las Vegas

FIGURE 27 : AUTRES SOCIETES PRIVEES POSSEDANT PLUS D'UN RESEAU D'ENERGIE AUX ETATS-UNIS
Source : Veolia Energy NA

Il arrive dans certaines villes que les tarifs de vente de la vapeur soient régulés par une *Public Utility Commission* si l'entreprise distribuant la chaleur est considérée comme une *private utility*. C'est notamment le cas à Philadelphie et à Kansas City. Les tarifs régulés par la Pennsylvanie PUC pour la vente de vapeur par Veolia Energy NA sont disponibles sur internet. Dans les autres villes, les ventes de vapeur ne sont pas régulées et Veolia fixe librement ses tarifs, sur la base du prix du combustible. Les ventes de vapeur sont différents selon qu'il s'agit de chauffage ou de climatisation. Il n'existe pas de péréquation économique entre les réseaux des différentes villes.

3.3 Partenariats public-privé et montages alternatifs

Il existe des cas aux Etats-Unis où une entité mixte publique-privée est créée afin de partager les risques entre les deux secteurs et d'accéder à des taux d'intérêt assez bas. Il peut s'agir de *joint ventures* (JV) ou de sociétés à finalité spécifique, *special purpose vehicles (SPV)*. Par exemple, à Nashville, le *Metropolitan Government of Nashville* et Davidson County ont créé un partenariat avec une société privée pour investir, construire, exploiter et assurer la maintenance (BOOM, Build, Own, Operate and Maintain) d'un nouveau réseau. Un contrat de long terme a été signé.
Ce type de montage n'est pas développé en France pour des réseaux de chaleur, mais le principe existe pour d'autres domaines, par exemple pour la construction de prisons ou les réseaux de communications électroniques.

D'autres partenaires peuvent être envisagés au sein de ces SPV aux Etats-Unis, telles que des associations privées de résidents. Un exemple est le réseau de St Paul qui a été créé par une société privée à but non lucratif. Un certain nombre de représentants de la ville de St Paul et différents représentants de consommateurs font ainsi partie des dirigeants de la société. Ce type de partenariat est très bien adapté aux projets de long terme. Il permet de limiter les risques de monopole et assure l'adhésion des résidents au projet.

Il existe des cas similaires en France. En effet, sur certains quartiers (notamment des aménagements neufs), des réseaux sont mis en place dans un cadre associatif privé. L'association joue alors le rôle habituellement joué par la collectivité : elle initie le projet, en délégue la réalisation et l'exploitation, et s'assure de la qualité du service rendu. Les règles de service public ne s'appliquent pas, sauf si l'association décide de les intégrer dans son mode de fonctionnement.

On peut également évoquer en France le cas où un syndicat d'énergie intervient. Historiquement montés pour le développement des réseaux électriques, certains syndicats d'énergie développent une compétence réseaux de chaleur leur permettant d'assurer la maîtrise d'ouvrage de projets, en "substitution" des communes. Ceci est intéressant en zone rurale où les petites communes sont parfois insuffisamment structurées pour monter elles-mêmes des projets. Cette approche permet également de placer la compétence réseau de chaleur à un niveau supra-communal (les syndicats d'énergie sont souvent départementaux) et ainsi imaginer des mécanismes de péréquations entre plusieurs réseaux, un réseau fortement bénéficiaire pouvant contribuer au financement d'un réseau plus fragile au plan économique.

III. Innovations juridiques et techniques. Quel avenir pour les réseaux ?

Nous allons explorer les différentes innovations techniques, sociétales et juridiques discutées actuellement dans les deux pays afin de comprendre les enjeux actuels et futurs dans le secteur des réseaux en France et aux Etats-Unis.

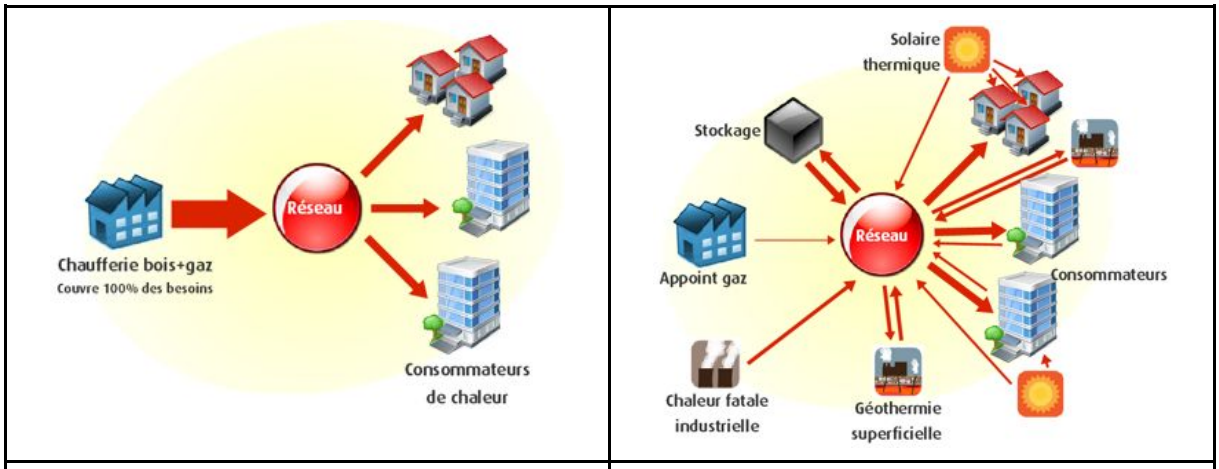
1. Des exemples d'innovations techniques

Nous allons tout d'abord évoquer les innovations techniques qui se répandent ainsi que celles amenées à se développer en France comme aux Etats-Unis.

1.1 Des innovations qui se répandent en France et aux Etats-Unis

Dans les quartiers neufs en France, l'ingénierie des réseaux de chaleur doit évoluer, afin que leur efficacité énergétique soit à la mesure de celle des bâtiments basse consommation qu'ils vont desservir. Il existe de nombreuses solutions techniques d'optimisation des réseaux permettant de renforcer leur pertinence technique, économique et environnementale, vis à vis de solutions décentralisées, notamment la distribution en basse température, le stockage de l'énergie thermique et la sur-isolation des canalisations. Nous allons approfondir les deux premières techniques et voir qu'elles commencent à se développer tant en France qu'aux Etats-Unis.

La distribution en basse température permet de diminuer de près de 50% les pertes thermiques sur le réseau de distribution et d'exploiter de nouvelles sources d'énergies renouvelables et de récupération telles que la géothermie superficielle, la récupération sur eaux usées etc. En effet, chaque source d'énergie permet d'atteindre des températures plus ou moins élevées et donc plus la température de fonctionnement du réseau est basse, plus le panel de sources exploitables est large. Cependant, cette solution n'est adaptée que pour les réseaux neufs, car le réseau secondaire et les émetteurs dans les bâtiments doivent être adaptés.
La gestion de ces nombreuses sources et le besoin d'optimisation du fonctionnement du réseau (du fait de sa très basse température, le réseau peut servir de source chaude en hiver et de source froide en été) nécessite l'introduction d'équipements intelligents, qui doivent permttre au réseau multi-sources de fonctionner de façon optimale (diminution des pertes ; augmentation du taux de couverture des besoins par les sources les moins coûteuses, sur le plan économique et sur le plan environnemental).
En abaissant encore la température (fluide autour de 20°C), on peut aller encore plus loin dans la flexibilité : avec une très basse température, le réseau peut servir de source chaude en hiver et de source froide en été pour permettre le fonctionnement de pompes à chaleur installées au niveau des bâtiments



Réseau classique : centralisé, à sens unique	Réseau “multipoints-multipoints”

FIGURE 28 : RESEAU CLASSIQUE ET RESEAU MULTIPOINTS
Source : site du CETE de l’Ouest

Certaines sources de chaleur produisent toute l’année, sans qu’il soit possible d’arrêter la production ou sans que cela présente un intérêt économique ou environnemental. C’est par exemple le cas de la chaleur de récupération des UIOM ou des data-centers, ou de l’énergie produite par les panneaux solaires. L’excédent de chaleur produit en été peut être stocké puis utilisé en période hivernale. Inversement, on peut emmagasiner du froid en hiver pour rafraîchir des bâtiments en été. Le stockage peut se faire dans des silos d’eau, dans le sous-sol, dans de la glace. Le stockage peut également être journalier (effacement des pics horaires) ou hebdomadaire (équilibrage entre les différents jours de la semaine).
Le stockage d’énergie thermique permet d’augmenter la quantité d’énergie gratuite ou à bas coût utilisable par le réseau et d’abaisser les puissances nominales de production et donc les coûts des chaudières et échangeurs. Par ailleurs, il améliore de manière importante les rendements énergétiques des machines thermodynamiques et des systèmes de production de chaleur solaire (lissage de la courbe d’appel de puissance). En revanche, il a un certain coût peut nécessiter des volumes importants, ou des conditions géologiques particulières, suivant la technologie employée.
Ce panel d'évolution (ajustement des températures, intelligence dans le réseau, stockages...) s'inscrive dans une logique de smart grid thermique, ce qui est très nouveau en France, la notion de smart grid étant beaucoup plus souvent associée aux réseaux électriques.
Smart grids électriques et thermiques peuvent d'ailleurs être interconnectés, renforçant la souplesse de l'ensemble du dispositif : par exemple, l'excédent d'électricité produite à un instant donné peut être converti en chaleur, qui pourra être stockée s'il n'y a pas de besoin immédiat.

Aux Etats-Unis où la majorité des réseaux de chaleur sont des réseaux vapeur, le stockage d’eau chaude est très peu répandu. Les exemples de stockage d’énergie thermique sont majoritairement au niveau de réseaux de froid, bien plus développés aux Etats-Unis qu’en France. Il existe différents types de technologies dont les performances sont variables. Le tableau ci-dessous en résume les avantages et limites.

Table 2. Typical Characteristics of Cool TES Technologies

	Ice TES	Chilled-Water TES	Low-Temperature Fluid TES
Unit Volume Per Ton-hour	Good	Poor	Fair
Unit Footprint Per Ton-hour	Good	Fair	Good
Modularity	Excellent	Poor	Good
Economy of Scale	Poor	Excellent	Good
Energy Efficiency	Fair	Excellent	Good
Low Temperature Capability	Good	Poor	Excellent
Ease of Retrofit to Existing District Cooling System	Fair	Excellent	Good
Rapid Charge/Discharge Capability	Fair	Good	Good
Simplicity and Reliability	Fair	Excellent	Good
Ability to be Sited Remotely From Chillers	Poor	Excellent	Excellent
Dual Use as Fire Protection	Poor	Excellent	Poor

Source: The Cool Solutions Company.

FIGURE 29 : CARACERISTIQUES DES DIFFERENTES TECHNOLOGIQUES DE STOCKAGE DE FROID
Source : The Cool Solutions Company, *District Energy Magazine, First Quarter 2012*

D'une manière générale, ces systèmes de stockage réduisent les coûts d'exploitation et en cas d'un besoin accru de capacité, les coûts d'investissement, en comparaison de l'achat de nouveaux modules refroidisseurs. Par ailleurs, ils assurent plus de flexilité dans la gestion du système et en augmentent la fiabilité. John S. Andrepont, fondateur et président de *The Cool Solutions Company* a compilé des données sur les systèmes de stockage thermique existants au niveau des réseaux de froid à travers le monde. Voici une liste d'exemples de réseaux possédant plus d'une installation de stockage thermique. On note qu'ils sont essentiellement sur le territoire américain ainsi qu'au Moyen-Orient.

Table 3. Examples of District Cooling Systems With Multiple TES Installations

District Energy System Developer/Owner/Operator	Total TES (ton-hr)	TES Type	Number of TES Installations	Number of District Cooling Networks
University of Arizona-Tucson	24,000	Ice	2	1
Qatar Cool	46,200	Chilled water	2	2
3M Corp.	51,200	Chilled water	3	3
Ford Motor Corp.	~ 62,000	Chilled water	5	4
U.S. Veterans Administration	64,000	Chilled water, Low-temperature fluid	3	3
District Energy St. Paul	65,400	Chilled water	2	1
University of Texas System	70,000	Chilled water	3	3
Texas Instruments	102,030	Chilled water	3	3
Tabreed, Abu Dhabi, UAE	108,000	Chilled water	7	5
State Farm Insurance	125,600	Chilled water	5	4
Toyota (U.S. and Canada)	~ 180,000	Chilled water	5	3
General Motors	~ 205,000	Chilled water	5	4
University of California System	~ 254,000	Chilled water	8	7
Trigen (Some systems later sold)	303,000	Chilled water, Low-temperature fluid	3	3
California State University System	~ 305,000	Chilled water	17	14
Northwind (U.S. and Canada)	434,900	Ice	9	6
Saudi Electricity Company	1,023,000	Chilled water, Ice	6	3

Source: The Cool Solutions Company.

FIGURE 30 : EXEMPLES DE RESEAUX DE FROID DANS LE MONDE POSSEDANT PLUSIEURS INSTALLATIONS DE STOCKAGE THERMIQUE
Source : The Cool Solutions Company, *District Energy Magazine, First Quarter 2012*

1.2 Des innovations amenées à se développer

Nous allons présenter à présent des innovations encore peu connues ou peu utilisées mais amenées à se développer en France comme aux Etats-Unis et reposant sur un principe commun : l'optimisation en continu des paramètres du réseau pour s'adapter au mieux à la variabilité de la demande et réduire ainsi la consommation d'énergie.
La plupart des réseaux à eau chaude en France sont dimensionnés de telle sorte qu'ils fournissent la quantité d'énergie suffisante aux bâtiments raccordés pour une température extérieure dite « de base ». Or durant la grande majorité de la saison de chauffe, la température est supérieure à cette valeur de référence. Le réseau est donc maintenu à une température élevée sans que les besoins des bâtiments ne le justifient. Statistiquement, l'analyse des températures moyennes journalières en France montre que la température du réseau peut être abaissée à 65°C la majorité du temps.
En équipant le réseau d'éléments « intelligents » capable de moduler la température de départ du fluide caloporteur en fonction des conditions météorologiques réelles, on peut réduire les pertes thermiques dans les canalisations. Une diminution de 15°C de la température de départ permet ainsi de réduire de 16% les pertes. Ceci permet une réduction des coûts d'exploitation et est adaptée aussi bien pour les réseaux neufs que pour les réseaux existants. Cependant, pour les systèmes ne prenant pas en compte les besoins de chaque usager, une adaptation est nécessaire en sous-station si l'usager a besoin d'une température constante (généralement supérieure à 65°C).
D'autres paramètres, comme les appels de puissance des usagers mesurés en temps réel, ou anticipés à partir de mesures passées, peuvent aussi être intégrés pour moduler plus finement la température, et donc réduire encore les pertes.

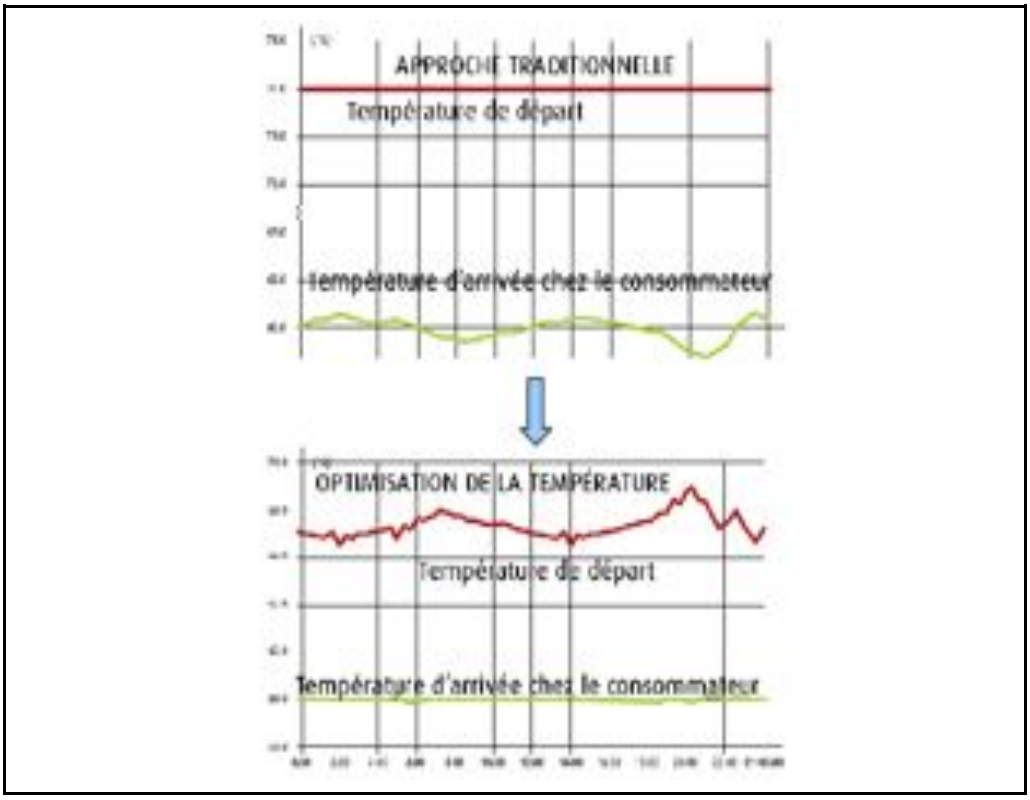


FIGURE 31 : EFFET DE L'OPTIMISATION DE LA TEMPERATURE DE DEPART (SOURCE : TERMIS)
Source : TERMIS, site du CETE de l'Ouest

Les réseaux de chaleur fonctionnent la majorité du temps à débit variable alors que les pompes qui les alimentent sont la plupart du temps entraînées par des moteurs à vitesse constante. On peut diminuer de près de 50% les consommations électriques en couplant aux moteurs un variateur électronique. Celui-ci permet d'abaisser la vitesse des pompes à pression constante. Le point de fonctionnement de la pompe est donc optimisé.

Un dernier exemple d'innovation répondant au principe commun d'optimisation des paramètres du réseau est l'installation de *modular boilers* (chaudières « modulables»). C'est le choix qui a été fait sur le campus de la *University of Arkansas* où trois vielles chaudières ont été remplacées par 6 unités de ce type afin de mieux répondre à une demande de vapeur très variable. Il s'agit de diviser la capacité entre différentes unités de plus petites tailles commandées par un ordinateur, chaque unité ayant son « slave terminal » contrôlant la combustion. Un capteur de pression permet de s'adapter à la demande et les unités ont un temps de réponse très court, ce qui rend le système très flexible. Les deux figures ci-dessous illustrent cette configuration et montrent en quoi elle permet de répondre aux besoins en optimisant la consommation d'énergie.

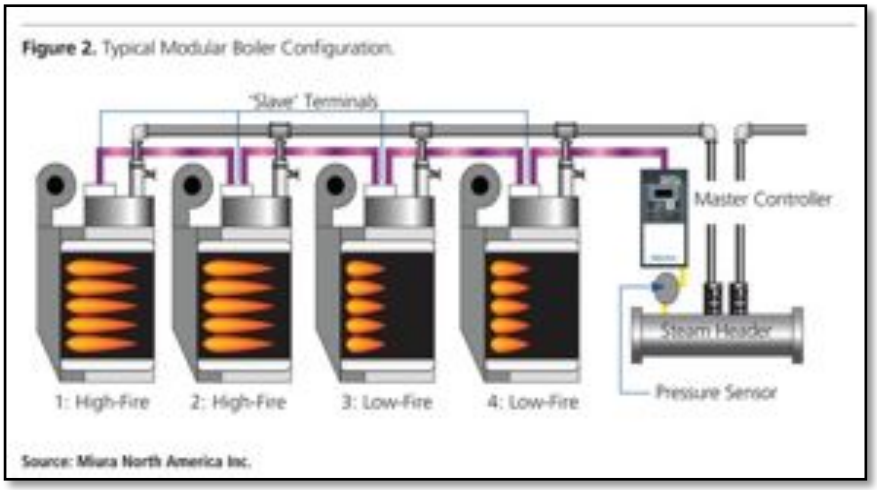


FIGURE 32 : CONFIGURATION TYPIQUE D'UNE INSTALLATION DE *MODULAR BOILERS*
Source : Miura North America Inc., *District Energy Magazine, Fourth Quarter 2011*

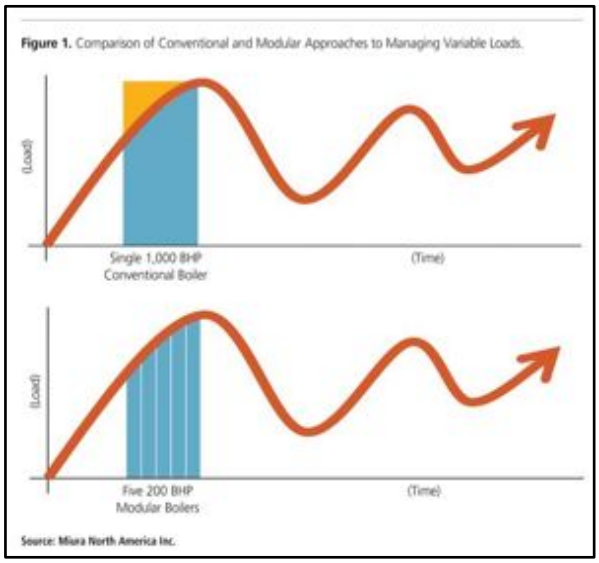


FIGURE 33 : IMPACT DES *MODULAR BOILERS* SUR LA FLEXIBILITE DU SYSTEME
SOURCE : MIURA NORTH AMERICA INC., *DISTRICT ENERGY MAGAZINE, FOURTH QUARTER 2011*

2. Quelle place pour les données sur les réseaux ? Vers un accès plus libre en France ?

Nous allons soulever à présent la question de l'accès aux données sur les réseaux. Si les statistiques sur les réseaux ne sont pas toujours très robustes aux Etats-Unis, en France - où les données sont plus exhaustives - se pose aujourd'hui la question de leur publication : un accès plus libre aux données pourrait changer la situation de nombreux acteurs, notamment au niveau local.

2.1 Des statistiques plus robustes en France qu'aux Etats-Unis

Le *Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine* (SNCU) fait partie de la fédération des Services Energie-Environnement (Fedene). Il a pour mission de défendre et promouvoir la profession de gestionnaire, public ou privé, de réseau de chaleur et de froid. Il compte parmi ses adhérents 90% des réseaux en énergie finale et 70% en nombre. Il organise notamment la concertation entre ses membres afin de porter les positions de la Profession auprès des décideurs politiques. Parmi ses missions figure aussi celle de constituer une base documentaire de référence sur les réseaux de chaleur et de froid, à travers la conduite d'enquêtes annuelles. Depuis 1984, le SNCU réalise une enquête nationale de la branche, annuelle et obligatoire, pour le compte des services statistiques ministériels (le SOeS). Le SOeS valide chaque année le questionnaire de l'enquête et délivre au SNCU le visa afférent. Ces informations permettent de dégager des statistiques sur la branche des réseaux. Selon Isabelle Guédra, secrétaire générale du SNCU, ces statistiques estampillés par le ministère constituent un grand atout pour promouvoir les réseaux auprès des pouvoirs publics dans le cadre des grands enjeux énergétiques actuels.
Si l'IDEA conduit également des enquêtes pour recueillir des informations auprès de ses adhérents, contrairement au cas de la France, celles-ci ne sont pas obligatoires. La plupart des systèmes étant privés et non régulés, il est assez difficile d'obtenir des informations. Il en résulte des statistiques beaucoup moins robustes et donc un certain flou sur la situation actuelle du secteur.

Cependant en France, il n'y a pas d'accès public à ces données statistiques car la plupart desdonnées sont protégées par le secret statistique. Seule une synthèse nationale de l'enquête est publiée. C'est aussi le cas aux Etats-Unis où seules les données agrégées sont publiées.

2.2 Vers la publication plus large des données sur les réseaux en France ?

Le renforcement des missions de planification énergétique locale des acteurs territoriaux nécessite un accès libre à des des données locales. Or, dans le cas des réseaux, il est impossible aujourd'hui d'avoir une vision de la situation locale car seules des données "France entière" sont librement accessibles en respect du secret statistique. Il se pose ainsi la question de la publication de ces données :

- à l'échelle d'un réseau : ceci permettrait un meilleur accès d'une collectivité aux données du ou des réseaux de son territoire
- à l'échelle nationale : on peut envisager un accès libre à des données sur les réseaux, à différentes échelles, à travers une cartographie nationale interactive.

Différents acteurs ont exprimé leur intérêt pour une cartographie nationale des réseaux, base de données publiques sur les réseaux de chaleur. Le SOeS détient les données collectées dans le cadre de l'enquête annuelle de branche, données qui constitueraient une bonne base pour amorcer cette cartographie. Cependant, la majorité des données sont protégées au titre du secret statistique visant à préserver le secret commercial. Il s'agit donc de voir si une partie des données de l'enquête, notamment les indicateurs techniques et environnementaux, pourraient sortir de ce cadre de protection juridique et être librement exploitées.

Par ailleurs, cette démarche rejoint des préoccupations européennes et environnementales avec la convention Aarhus, la directive Inspire et le mouvement open-data.

- La convention Aarhus a comme premier pilier l'accès à l'information qui établit le droit pour toute personne d'obtenir les informations sur l'environnement détenues par les autorités publiques. Elle a été transposée dans une directive européenne puis en France par la loi du 26 octobre 2005. Elle prévoit notamment qu'il est possible de déroger au secret statistique si les données relèvent de l'environnement (art L124-4).
- La directive Inspire (2007/2/CE) vise la diffusion et le partage de données géographiques sur internet afin de favoriser la protection de l'environnement. Elle s'applique aux données détenues par les autorités publiques et en impose la publication.
- Le mouvement open-data ou principe de données ouvertes s'applique à tout type d'information publique et s'inscrit dans une démarche plus globale de transparence et de participation des citoyens.

Une publication plus large, et non anonymisée, d'une partie des données sur les réseaux de chaleur en France pourrait constituer une véritable innovation répondant à un enjeu actuel et modifiant la situation pour de nombreux acteurs du secteur.

3. Des innovations juridiques aux Etats-Unis : un rapprochement de la logique française ?

Comme nous l'avons vu, très peu de politiques publiques soutiennent directement les réseaux de chaleur aux Etats-Unis. Cependant la conscience de leurs avantages sociétaux - sécurité énergétique, flexibilité, développement économique local, réduction des gaz à effet de serre – augmente alors que le caractère fortement capitalistique des réseaux en limite le déploiement. C'est pourquoi l'*IDEA* milite auprès des pouvoirs publics pour obtenir plus de politiques de soutien. Nous allons en développer deux : le *Master Limited Partnership Parity Act* et le *Local Energy Supply & Resiliency Act.*

3.1 Master Limited Partnerships Parity Act

Créé en 1981, un Master Limited Partnership est une société ayant l'avantage d'être taxée à un seul niveau comme un *partnership* (au niveau des associés et non au niveau de la société) mais qui est cotée en bourse, comme une *corporation*, ce qui augmente la liquidité de ses actifs. Elle est constituée de *limited partners* (les investisseurs qui reçoivent l'équivalent de dividendes) et de *general partners* (les managers qui gèrent la société).

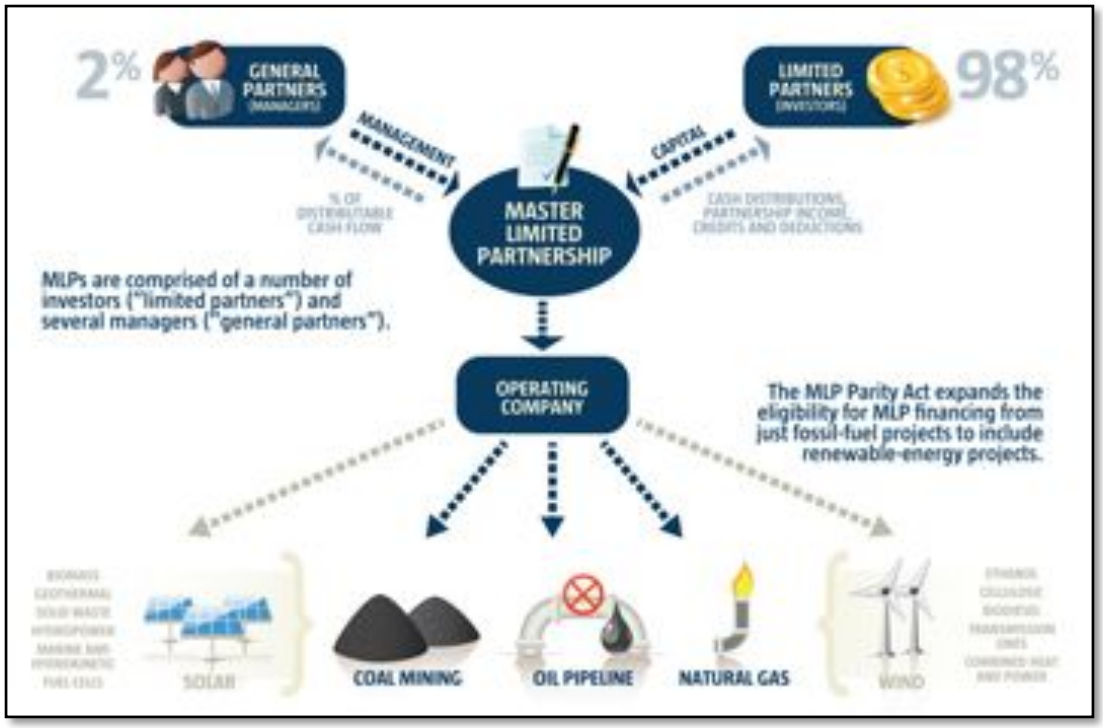


FIGURE 34 : PRINICPE D'UN *MASTER LIMITED PARTNERSHIP*
Source : http://coons.sentae.gov/mlp

<u>Le Master Limited Partnerships Parity Act</u>

« A bill to level the playing field by giving investors in renewable-energy projects access to a decades-old tax advantage now available only to investors in fossil fuel-based enery projects. »

U.S. Senator Chris Coons, June 2012.

Jusque là, les MLPs n'étaient pas permis pour développer des projets d'énergies renouvelables. En effet, la loi exigeait que 90% des revenus viennent de ressources non renouvelables (pétrole, charbon, gaz naturel..), ce qui bénéficia aux activités d'extraction et de transport de ces ressources naturelles : une véritable incitation légale en faveur des énergies fossiles ! Le *Master Limited Partnerships Parity Act,* introduit en 2012, est un élargissement de l'accès aux MLPs à un plus grand nombre de projets, notamment les énergies renouvelables et la cogénération. Il devrait également élargir l'accès aux activités de distribution et de vente d'énergie, pas nécessairement connectées au réseau, mais pouvant notamment desservir des universités, des hôpitaux etc.
Ceci devrait favoriser la mise en place de nombreux projets d'énergies renouvelables ou de cogénération, en réduisant fortement le coût de leur financement.

« The MLP Parity Act is a phenomenal idea. It's a fairly arcane part of the tax law, but it's worked well and has been extremely beneficial to private investment in the oil and gas space. The fact that it doesn't currently apply to renewables is just a silly inequity in our current law. »
NRG Energy President David Crane

L'IDEA a fortement soutenu ce Master Limited Partnership Parity Act. Voici leur lettre de soutien aux sénateurs Coons et Moran.

Dear Senator Coons and Moran,

I am writing on behalf of the 2000+ members of the International District Energy Association (IDEA). First, we want to commend you for your leadership in sponsoring Senate Bill S. 3275, the Master Limited Partnerships Parity Act (MLP Parity Act) that will expand the definition of "qualified" sources to include clean energy sources, especially combined heat and power.

The MLP Parity Act is a common sense approach to provide a level playing field for access to lower cost private capital that is needed to develop and deploy combined heat and power (CHP) across many segments of the economy. As owners and operators of district energy systems that provide clean thermal energy to meet the needs of cities, communities, universities, hospitals, airports and military bases, we recognize the importance of private capital for investments in clean energy assets. It makes perfect sense to utilize a proven approach like Master Limited Partnerships to harness the entrepreneurial spirit and unleash the significant potential for CHP and district energy in communities across the US.

IDEA strongly endorses the MLP Parity Act as it will help support our industry's goals of building and upgrading clean energy infrastructure for enhanced energy security, long term economic development and environmental stewardship. District energy and CHP have demonstrated the capability to:

- Increase energy security by utilizing local and diverse fuel resources;
- Improve energy efficiency and cut dependence on foreign sources;
- Cut regional emissions of greenhouse gases and other emissions;
- Strengthen the local and regional electric grid by reducing peak demand and providing cleaner balancing capacity on a distributed basis to complement intermittent renewable assets; and
- Increase the value and efficiency of customer buildings by delivering useful heating and cooling as needed 24/7/365.

Thank you for your leadership on this important matter. We look forward to working with your offices to support passage of this important legislation.

Best regards,

FIGURE 35 : LETTRE DE SOUTIEN AUX SENATEURS COONS AND MORAN DE LA PART DE L'IDEA
Source : site de l'IDEA

3.2 “A potential approach to a district energy bill in 2013” (Mark Spurr, IDEA)

Dans son journal trimestriel, l’IDEA fait régulièrement des rapports sur les politiques de soutien à la cogénération et aux réseaux de chaleur. Dans la dernière revue de 2013, Mark Spurr, directeur des affaires législatives de l’IDEA, fait part de sa vision sur une nouveau programme en faveur des réseaux de chaleur.
Il évoque la nécessité de réduire la consommation d’énergie fossile dans le contexte du changement climatique en augmentant la consommation d’énergies renouvelables et de récupération. D’après des données du DOE et du *Lawrence Livermore National Laboratory*, 36% de l’énergie consommée au niveau national est rejetée, essentiellement de la chaleur. Cette part pourrait être récupérée afin d’être utilisée notamment au niveau des réseaux de chaleur. En outre, Il promeut l’utilisation de sources locales d’énergie.

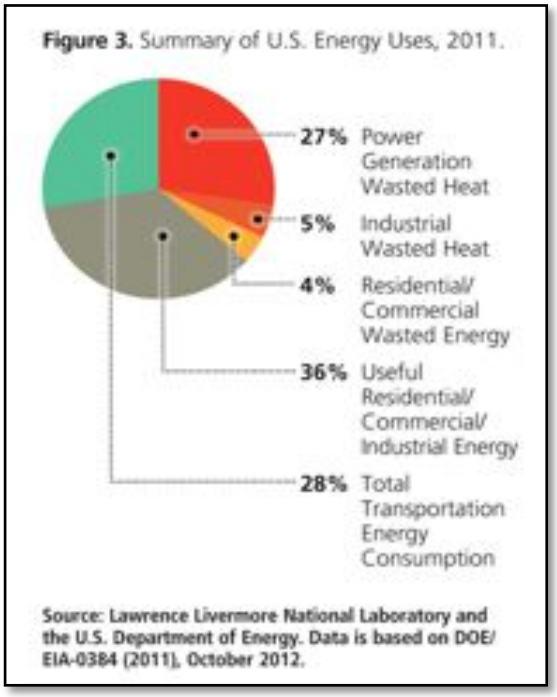


FIGURE 36 : PART DE L’ENERGIE UTILE ET DE L’ENERGIE PERDUE DANS LA CONSOMMATION ENERGETIQUE AUX ETATS-UNIS, 2011
Source : DOE/EIA-0384(2011), *District Energy Magazine, First Quarter 2013*

Cette position de l'IDEA fait complètement écho à de récentes prises de position de Euroheat & Power, qui a communiqué récemment sur la chaleur fatale perdue. Selon l’association, la chaleur émise par les centrales électriques, les industries, les centres de traitement des déchets représente 500 milliards d’euros d’énergie perdue en Europe et les réseaux de chaleur sont le seul moyen de récupérer cette chaleur fatale. Comparativement aux systèmes de chauffage centralisés, les réseaux ont une plus grande capacité à mobiliser massivement les énergies renouvelables et de récupération. Cette position a été reprise par l’association Via Séva en France où la chaleur de récupération représente déjà 22% du bouquet énergétique des réseaux.

L’idée proposée par Mark Spurr, qu’il nomme *Local Energy Supply & Resiliency Act* (LESRA), est de mettre en place un programme de prêts à taux réduits afin d’aider au financement de projets utilisant des sources locales d’énergie (renouvelables ou de récupération). L’objectif est de faciliter la réalisation de projets fortement capitalistiques par les collectivités et les industries. Ceci se rapproche tout à fait de la logique française : les réseaux nécessitent un investissement initial important mais sont utiles pour développer les

énergies renouvelables et réduire les émissions de gaz à effet de serre et il est donc nécessaire de faire appel à des acteurs qui ont une vision de long terme, telles que les collectivités, et de les aider financièrement par divers outils. L'IDEA travaille actuellement avec des membres du *Congress*, afin de mieux valoriser dans la législation les bénéfices des réseaux de chaleur.

Conclusion

Les réseaux de chaleur permettent de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...). Ils assurent également une diminution des risques de coupures d'approvisionnement grâce à la flexibilité du bouquet multi-énergies ainsi qu'une plus grande sécurité des immeubles.

En France, ils sont pour la plupart issus d'initiatives de collectivités locales et les *Lois Grenelle* ont mis en place un certain nombre de mesures aidant à leur développement, notamment à travers leur prise en compte dans les documents d'urbanisme. La France souhaite ainsi les étendre, les densifier et les moderniser afin de contribuer aux objectifs nationaux de transition énergétique.

Aux Etats-Unis, les objectifs énergie-climat ne sont pas clairement fixés au niveau national et varient fortement d'un Etat à l'autre. Il en résulte une plus faible promotion des réseaux dans la politique énergétique tant nationale qu'étatique. Seules les politiques de soutien de la cogénération, à laquelle les réseaux sont souvent associés, peuvent bénéficier aux réseaux. Par ailleurs, la plupart des réseaux sont possédés et opérés par des entreprises privées, pour lesquelles la rentabilité économique est le principal objectif. Cependant, la conscience de leurs avantages sociétaux - sécurité énergétique, flexibilité, développement économique local, réduction des gaz à effet de serre – tend à augmenter et les villes, seules à avoir une vision de long terme au niveau local, sont les plus à même d'assurer leur déploiement. C'est ainsi que Seattle, San Francisco ou Arlington Country réfléchissent activement à des stratégies de développement de leurs réseaux de chaleur.

L'*International District Energy Association,* acteur clef du secteur aux Etats-Unis, milite auprès des pouvoirs publics pour obtenir plus de politiques de soutien des réseaux en mettant en avant leur forte capacité à utiliser la chaleur fatale, se rapprochant ainsi de la logique franco-européenne. Les innovations visant à optimiser les paramètres des réseaux afin de réduire ainsi la consommation d'énergie seront indispensables pour élargir le panel de situations auxquelles les réseaux de chaleur et de froid pourront répondre à l'avenir dans les quartiers neufs. Cependant, pour répondre à la nécessité urgente de réduire les émissions de gaz à effet de serre, il s'agit avant tout d'étendre, d'optimiser et de convertir aux énergies renouvelables et de récupération les réseaux existants anciens. Ils pourront ainsi constituer dans les deux pays des outils clefs pour lutter contre le changement climatique.

Bibliographie et entretiens

Ouvrages imprimés

KING Michael (2012), *Community Energy : Planning, Devlopment and Delivery,* Dovetail Creative Ltd, Westborough, Massachusetts.

Articles de périodiques imprimés

ANDREPONT John S. (First Quarter 2012), « Thermal Energy Storage : Optimizing district energy systems in more ways than one », in *District Energy Magazine*, International District Energy Association, Westborrough, MA. 84 pages.
GRIFFIN Tim (First Quarter 2010), « District Energy Guidance Documents : A look at what's new», in *District Energy Magazine*, International District Energy Association, Westborrough, MA. 84 pages.
SPURR Mark (First Quarter 2013), « The 2013 Legislative Landscape », in *District Energy Magazine*, International District Energy Associatio, Westborrough, MA. 84 pages.
SMITH Jason (Fourth Quarter 2011), « Upgrade at the U of A : University of Arkansas saves energy with modular steam boilers», in *District Energy Magazine*, International District Energy Associatio, Westborrough, MA. 84 pages.

Références Internet

City of Cambridge (2009), *Climate Protection Plan, Local Actions to Reduce Greenhouse Gas Emissions.* En ligne, 120 pages.
Compass Resource Management Ltd (2011), *A District Enegy Strategy for the City of Seattle : Background and Directions,* Vancouver, British Columbia. En ligne, 61 pages.
GRIFFIN J. Tim (2011), *LEED Opportunities with District Energy.* RMF Engineering, Inc. Raliegh, NC. En ligne, 35 pages.
International District Energy Association (2005), *IDEA Report : The District Energy Industry.* En ligne, 35 pages.
IDEA (2012), *Support Letter to Senate Sponsors – MLP Parity Act.* En ligne.
U.S. SENATOR CHRIS COONS (2012), *Master Limited Partnerships Parity Act*. www.coons.senate.gov/MLP. En ligne, 6 pages.

Sites Internet

www.eia.gov
www.districtenergy.org
www.districtenergy.com
www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr/reseaux-de-chaleur-r173.html
www.dsireusa.org
www.transition-energetique.gouv.fr

Sources non publiées

CETE de l'Ouest, (2013), PCI Réseaux de Chaleur, *Cartographie nationale des réseaux de chaleur, Analyse d'opportunité et de faisabilité.* Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 61 pages.
VEOLIA ENERGY North America, (2012), *Review of Current and Potential Energy Solutions.* 62 pages.
VEOLIA ENERGY North America, (2012), *Strategic Plan Phase II, Qualitative Presentation.* 145 slides.

Rapports publics

PREVOT Henri, (2006), *Les réseaux de chaleur*. Ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, 109 pages.
State & Local Energy Efficiency Action Network, (2013), *Guide to the Successful Implementation of State Combined Heat and Power Policies*. Industrial Energy Efficiency and Combined Heat and Power Working Group, 90 pages.

Texte législatif

DIRECTIVE 2012/27/UE DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique. *Journal Officiel de l'Union européenne*, L 315/1 du 14/11/2012.

Collaboration avec le PCI Réseaux de Chaleur du CETE de l'Ouest

Jean-Christophe BRAUN, Animateur du domaine énergie-climat du CETE de l'Ouest, responsable du PCI
Stéphane LE DÛ, Chargé d'études Energie-Réseaux de Chaleur
Muriel BOURRAT, Chargée d'études Energie- Réseaux de Chaleur

Entretiens

Patrice NOVO, Directeur Marketing, Dalkia Ile-de-France.
Lawrence W. PLITCH, Director of Government Affairs, Veolia Energy North America
Isabelle GUEDRA, Secrétaire Générale du SNCU (FEDENE).
Lenonard A. PHILLIPS, Director of Business Development, IDEA.
Laxmi Rao, IDEA.

Annexes

Annexe 1 : Extrait de la Directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique

Art. 14 : « 1. Le 31 décembre 2015 au plus tard, les États membres réalisent et communiquent à la Commission une évaluation complète du potentiel pour l'application de la cogénération à haut rendement et de réseaux efficaces de chaleur et de froid, qui contient les informations indiquées à l'annexe VIII. S'ils ont déjà réalisé une évaluation équivalente, ils la communiquent à la Commission.
(…)
5. Les États membres veillent à ce qu'une analyse coûts-avantages soit réalisée conformément à l'annexe IX, partie 2, lorsque, après le 5 juin 2014 :
a) une nouvelle installation de production d'électricité thermique dont la puissance thermique totale est supérieure à 20 MW est planifiée, afin d'évaluer les coûts et les avantages d'une mise en service de l'installation en tant qu'installation de cogénération à haut rendement;
b) une installation existante de production d'électricité thermique d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW fait l'objet d'une rénovation substantielle, afin d'évaluer les coûts et les avantages d'une conversion de cette installation en installation de cogénération à haut rendement;
c) une installation industrielle d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW génératrice de chaleur fatale à un niveau de température utile est planifiée ou fait l'objet d'une rénovation substantielle, afin d'évaluer les coûts et les avantages d'une valorisation de la chaleur fatale en vue de satisfaire à une demande justifiée du point de vue économique, y compris par la cogénération, et du raccordement de cette installation à un réseau de chaleur et de froid;
d) un nouveau réseau de chaleur et de froid est planifié, ou, dans un réseau de chaleur et de froid existant, une nouvelle installation de production d'énergie d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW est planifiée ou une telle installation existante fait l'objet d'une rénovation substantielle, afin d'évaluer les coûts et les avantages d'une valorisation de la chaleur fatale provenant des installations industrielles situées à proximité.
Les États membres peuvent exiger que l'analyse coûts-avantages visée aux points c) et d) soit réalisée en coopération avec les entreprises responsables de l'exploitation des réseaux de chaleur et de froid. »

Annexe 2 : Description du programme ARRA, disponible sur le site fédéral grants.gov.

« In support of the ARRA, the Industrial Technologies Program (ITP) is seeking deployment projects for district energy systems, Combined Heat and Power (CHP) and waste energy recovery applications, and energy-efficient industrial equipment and processes. Combined Heat and Power (CHP) offers several distinct advantages over many other electricity and thermal energy generating technologies with regard to performance, availability, and cost. CHP, or cogeneration, is the concurrent production of electricity or mechanical power and useful thermal energy (heating and/or cooling) from a single source of energy. CHP is a suite of technologies that generate electricity or power at the point of use and recover the thermal energy that would normally be lost in the power generation process. This allows for much greater improvement in overall fuel efficiency, resulting in lower operating costs and CO2 emissions. CHP positively impacts the health of local economies while also supporting national policies in a number of ways. District energy systems produce steam, hot water or chilled water at a central plant and then pipe the energy out to buildings in the district for space heating, domestic hot water heating and air conditioning. The scale of district energy systems enables higher efficiencies to be obtained through the centralized system. District energy systems are often operated with CHP technologies, providing efficiencies of 80% or higher. The capital cost of new equipment is often a roadblock for utilization of more efficient equipment and processes. Although the newer technologies would provide lower energy requirements and operating costs, the payback period for some technologies does not meet internal business goals.

This Funding Opportunity Announcement (FOA) will enable deployment of industrial technologies that provide 25% or greater improvement in energy efficiency over the currently-utilized equipment. The objective of the FOA is to solicit applications for cost-shared projects that will deploy sustainable energy infrastructure projects and energy efficient industrial technologies. Specifically, this FOA seeks projects to deploy efficient technologies in the following four areas of interest :

1) Combined Heat and Power;

2) District Energy Systems;

3) Industrial Waste Energy Recovery;

4) Efficient Industrial Equipment.

The result will be deployment of technologies that will increase our national energy security, provide construction and manufacturing jobs, and build markets for skilled green construction. »