

Systeme de climatisation et reseau de froid

Le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, prévoit que le changement climatique pourrait conduire à une augmentation de la climatisation des bâtiments en France durant les prochaines années. Pour éviter le développement de systèmes de climatisation peu vertueux, le déploiement des réseaux de froid apparaît comme une alternative plus respectueuse de l'environnement.

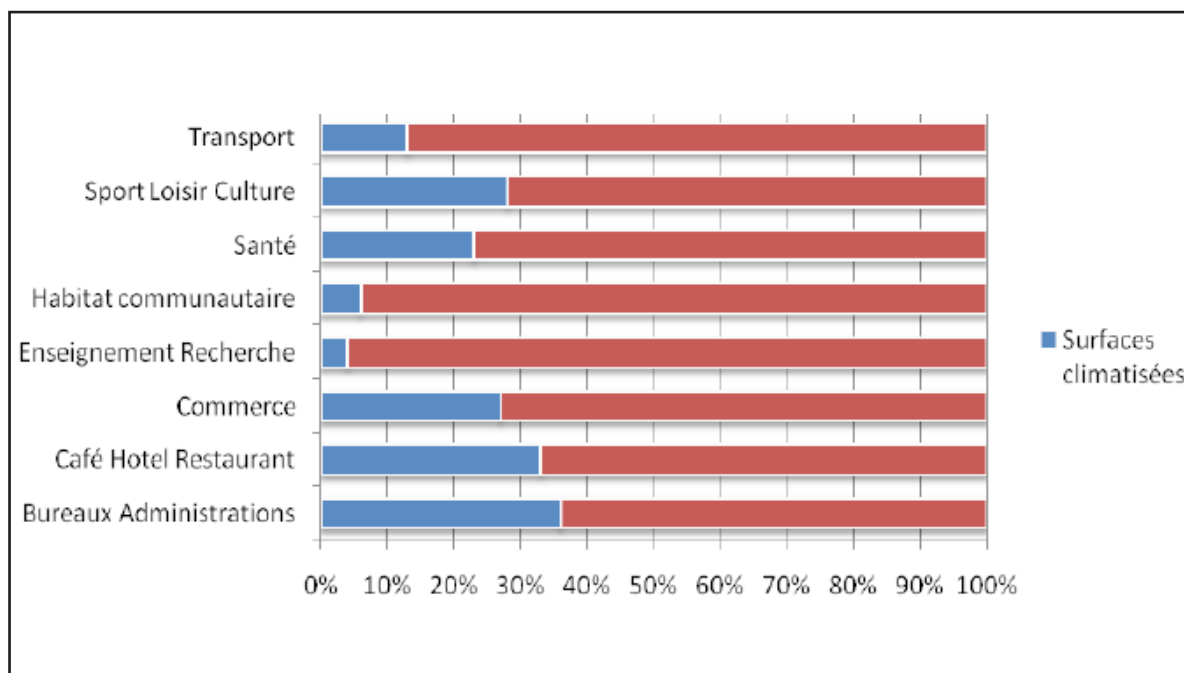
Cette fiche dresse un état des lieux de l'évolution des besoins de climatisation en France, des techniques de production de froid, du développement de réseaux de froid, et de leur cadre réglementaire.

État des lieux de la climatisation en France

Evolution des besoins en climatisation

Le parc de bâtiments climatisés est encore faible, mais il est en constante augmentation dans le secteur tertiaire et dans le secteur résidentiel.

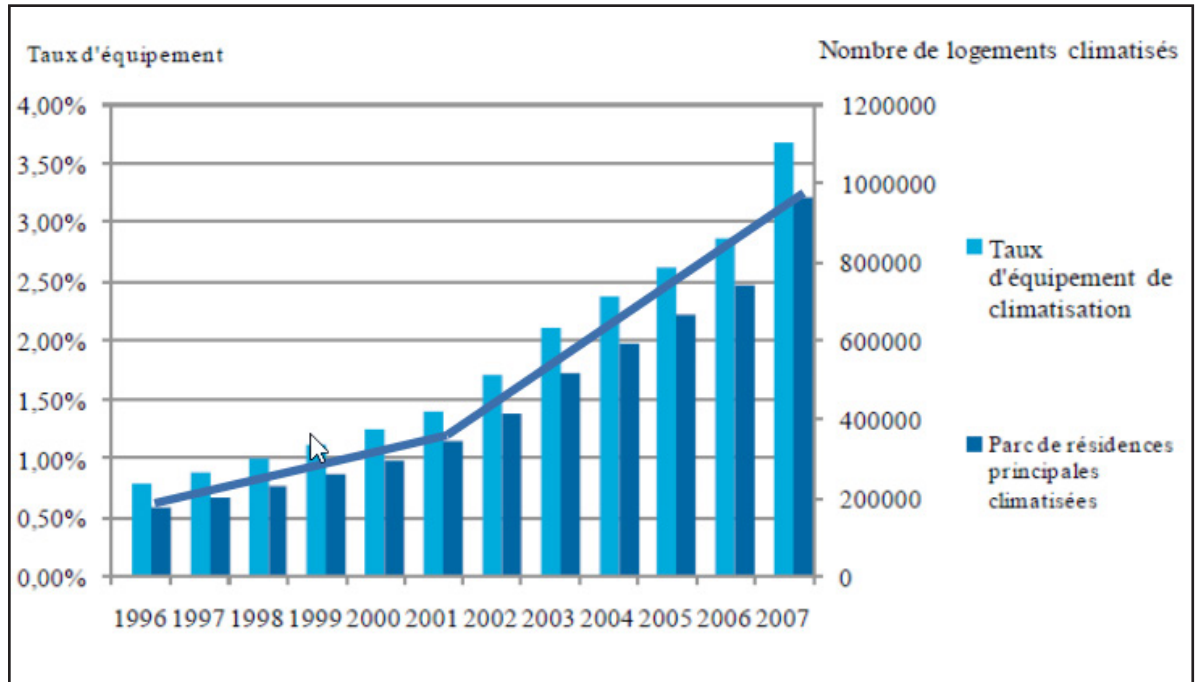
Dans le secteur tertiaire, la climatisation est plus développée et se concentre dans certaines familles de bâtiments : les bureaux, les commerces/hôtels/centres culturels, et les établissements de santé.



Part de la surface climatisée par branche d'activité tertiaire en 2005
(source www.developpement-durable.gouv.fr)

Dans le secteur résidentiel, le taux d'équipement reste faible comparé au tertiaire mais la climatisation est en constante hausse suite à la canicule de 2003. Sur la même période de six années, le taux d'équipements a doublé passant de +0,7 % à +1,9 %.

Ces tendances devraient se poursuivre dans les années à venir et pourraient être accélérées par les effets du changement climatique.



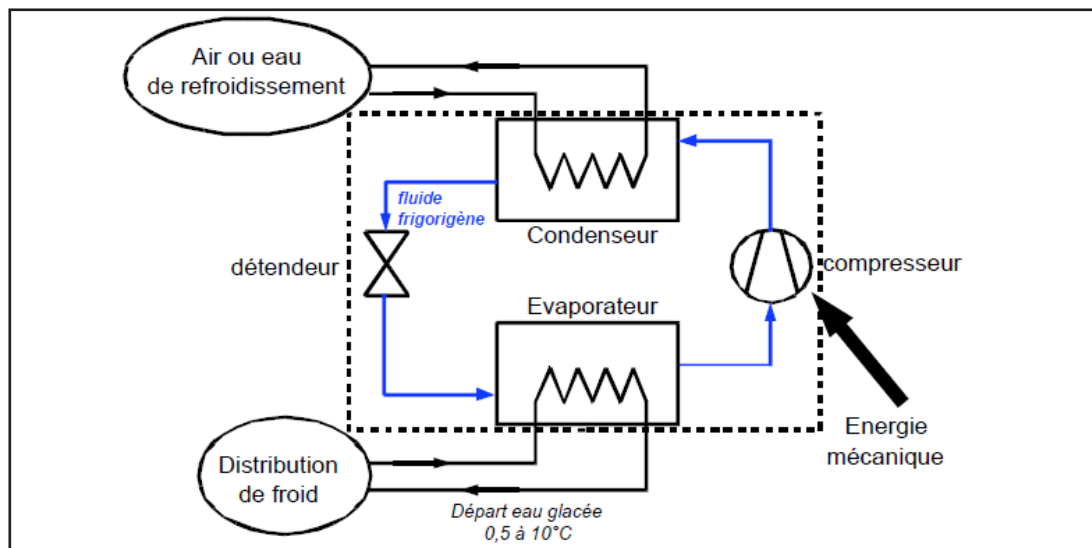
Evolution du parc de résidences principales climatisées et du taux d'équipement de climatisation (avec PAC réversibles) en France métropolitaine (source www.developpement-durable.gouv.fr)

Techniques de production de froid

Un climatiseur est une machine frigorifique prévue pour extraire de la chaleur des locaux pour ensuite la rejeter à l'extérieur.

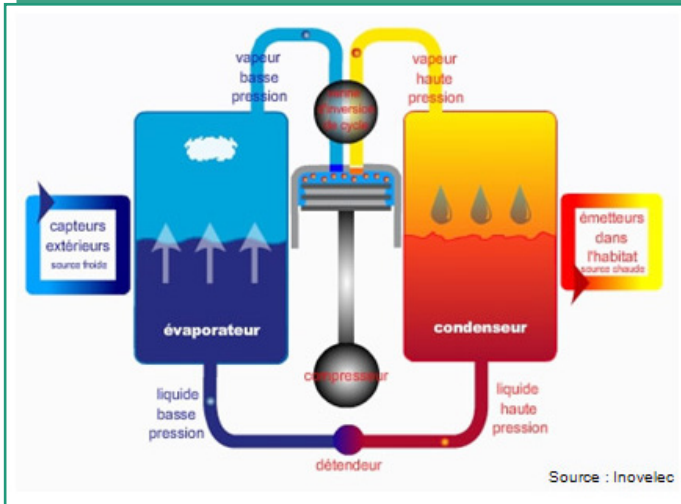
Les machines à compression

Une machine à compression fonctionne sur un cycle de fluide frigorigène. La source froide nécessaire au niveau du condenseur peut être fournie par l'air ou par l'eau.



Principe d'une machine à compression (source : Amorce)

ZOOM sur le principe de la pompe à chaleur



Principe d'une pompe à chaleur (source : Inovelec)

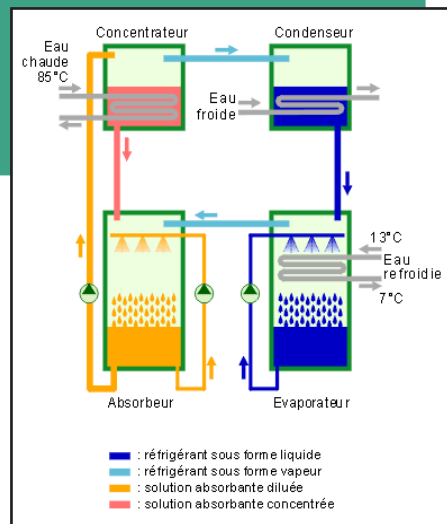
Pour fonctionner, une alimentation électrique est nécessaire, même si généralement, 1 kWh d'électricité est consommé pour obtenir 3 à 4 kWh, voire plus de chaleur produite.

Ce moyen de climatisation permet de produire du froid à partir d'une source de chaleur renouvelable, sans utiliser des fluides frigorigènes nocifs (contrairement à la compression), mais aussi de mettre en place une offre de fourniture de froid à partir d'un réseau de chaleur existant. La source peut provenir de chaleur fatale de process industriels ou d'unités d'incinération des ordures ménagères.

Le système permet de récupérer de la chaleur dans l'air (grâce à un ventilateur), dans le sol ou l'eau (par le biais de capteurs) et de la transmettre à un fluide frigorigène.

Les variations de température et de pression font passer ce fluide d'un état de liquide froid à celui de gaz chaud et inversement.

Lorsque sa température est plus élevée, le fluide transmet sa chaleur au circuit de chauffage par le biais d'échangeurs. C'est un cycle thermodynamique simple (comme celui du réfrigérateur) qui permet d'amplifier les calories prélevées dans la nature.



Système de climatisation à absorption (Source : Amorce)

Technologies pour la distribution de froid

Systèmes autonomes

Ces appareils ne peuvent résoudre qu'un problème de climatisation limité à un ou quelques locaux. La consommation spécifique de ces appareils est plus élevée que celle d'une installation centralisée (ventilo-convecteurs, par exemple). L'avantage de ces systèmes autonomes reste leur grande flexibilité avec la possibilité de pouvoir les allumer et éteindre instantanément suivant les conditions climatiques.

Ces systèmes de climatisation autonomes peuvent présenter une mauvaise efficacité énergétique et favoriser les risques d'îlots de chaleur dans les milieux urbains.

Production de froid centralisée

Un réseau de froid fonctionne sur le même principe qu'un réseau de chaleur : il est composé d'une production centralisée à partir de machines à compression et/ou absorption, d'une distribution par canalisation et d'une livraison en sous-station.

Ce système permet de climatiser un plus grand nombre de locaux à l'échelle d'un quartier.

Production de froid à partir d'un réseau de chaleur

À partir des technologies d'absorption : le principe est de produire en sous-station, à partir d'eau chaude, d'eau surchauffée ou de vapeur, de l'eau glacée distribuée dans le ou les bâtiments en aval de la sous-station. L'avantage principal est que, les canalisations en place peuvent être utilisées et l'offre de froid faite, sur la totalité du réseau de chaleur existant.

En 2010, le centre hospitalier de Saintes a fait le choix d'une installation EnR pour le chauffage des locaux et la production et distribution de froid en réseau. Un groupe à absorption a été installé pour prendre le relais d'une chaufferie biomasse. La chaudière biomasse assure 93 % des besoins de chaleur, et la machine à absorption 78 % des besoins en froid.

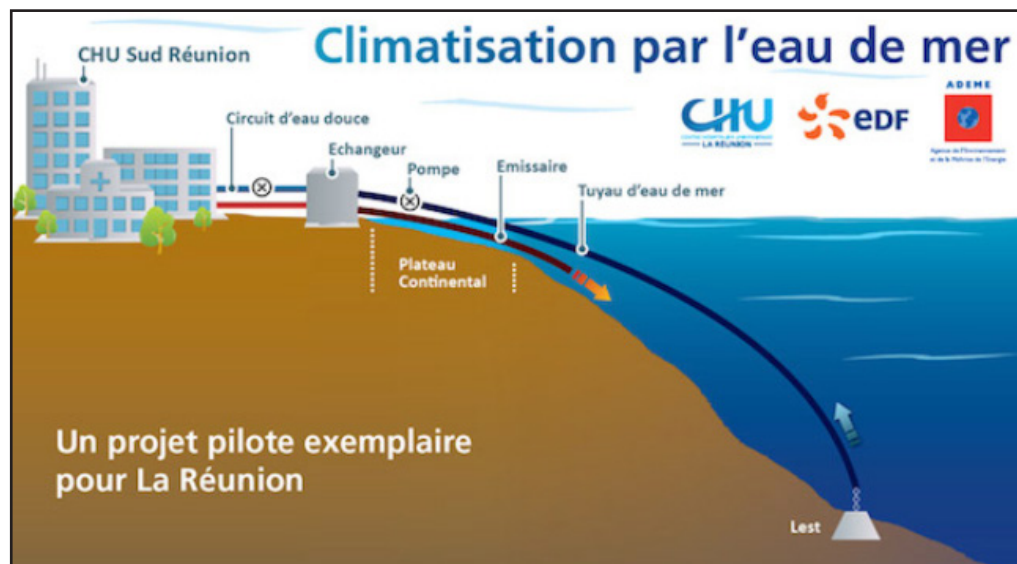
Exemple de production de froid via un réseau de chaleur réversible à partir d'une technologie à compression :

À Fort d'Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine) une boucle d'eau tempérée à 28°C permet, grâce à des pompes à chaleur situées au pied des immeubles, de chauffer les logements mais aussi de les rafraîchir. L'été, le froid généré sur le réseau par les PAC produisant l'eau chaude sanitaire est utilisé pour rafraîchir les logements. Cet écoquartier de 1 538 logements, 1 600 m² de commerces, d'équipements publics et de loisirs, et d'une superficie de 12 ha est ainsi desservi par un réseau de géothermie qui prélève l'eau dans la nappe de l'Albien.

Le free-cooling

La technique du free-cooling (refroidissement naturel et renouvelable) permet d'utiliser directement (sans compresseur) le froid ambiant de l'air ou de l'eau (rivières et océans), augmentant alors fortement la performance énergétique du dispositif.

En Outre-mer, l'eau froide prélevée au fond de la mer permet d'alimenter les réseaux, c'est le SWAC (Sea Water Air Conditioning). L'eau est prélevée grâce à des pompes électriques qui peuvent être alimentées par des énergies renouvelables (solaires, éoliennes, etc).



Projet de SWAC à La Réunion (source : www.faiteslepleindavenir.com)

Réglementations et compétences

- Les fluides frigorigènes utilisés dans les équipements de climatisation et de réfrigération, ou pompes à chaleur sont de puissants gaz à effet de serre qui peuvent appauvrir la couche d'ozone. De ce fait leur usage est réglementé dans le droit européen et français.

Le décret n° 2015-1790 du 28 décembre 2015 relatif à certains fluides frigorigènes et aux gaz à effet de serre fluorés encadre « les conditions de vente des équipements dont la charge en fluide frigorigène est effectuée en usine mais qui nécessitent de faire appel à une entreprise titulaire d'une certification réglementaire, appelée «attestation de capacité», pour effectuer leur assemblage. ».

Les systèmes de climatisation et les pompes à chaleur réversibles dont la puissance frigorifique nominale utile est supérieure à 12 kilowatts sont soumis à une inspection périodique. Pour une pompe à chaleur sur boucle d'eau réversible, l'inspection périodique est obligatoire seulement si la puissance frigorifique nominale utile d'une des pompes à chaleur individuelles dépasse 12 kilowatts, et porte alors sur l'ensemble du système. [L'arrêté modificatif du 15 décembre 2016 relatif à l'inspection périodique des systèmes de climatisation et des pompes à chaleur réversibles dont la puissance frigorifique est supérieure à 12 kilowatts, entrera en vigueur le 1^{er} avril 2017.](#)

- Depuis le 1^{er} juillet 2007, le code de l'énergie limite l'utilisation des systèmes de climatisation. Cependant ces limites ne concernent pas les logements, les locaux et les établissements où sont donnés des soins médicaux à des personnes non hospitalisées, et où sont logés ou hébergés des personnes âgées ou des enfants en bas âge.

La réglementation thermique de 2012 prévoit en outre un indicateur qui permet de valoriser les systèmes de rafraîchissement faiblement consommateur, cela permettant dorénavant d'éviter les systèmes de climatisation parfois énergivores tout en garantissant un confort acceptable.

- Les communes sont compétentes en matière de création et d'exploitation d'un réseau public de chaleur et de froid, mais elles peuvent transférer cette compétence à un établissement public dont elles sont membre. Aujourd'hui 60 % des réseaux sont sous maîtrise d'ouvrage publique et sont gérés en délégation de service public.

Les réseaux de froid en France

Aujourd'hui, la France compte 20 réseaux de froid. Leur nombre a ainsi doublé depuis 2005, propulsant la France en deuxième position de linéaire de réseaux en Europe, derrière la Suède cependant qui possède aujourd'hui plus de 500 km de réseaux.

Caractéristiques	Réseaux de froid
Nombre de réseaux	20
Année moyenne de début d'exploitation	1993
Longueur totale des réseaux	160 km
Nombre de point de livraison	1060
Totale énergie thermique livrée	913 GWh
Plus grand réseau de froid	Paris avec 70 km de réseaux

Bénéfices des réseaux de froid

Les réseaux de froid, comme les réseaux de chaleur, permettent de mobiliser des énergies renouvelables et de récupération et représentent une opportunité pour le développement d'une climatisation plus respectueuse de l'environnement.

Dans un contexte urbain dense, le réseau de froid urbain permet de mutualiser les besoins de fourniture en froid avec des équipements de production plus efficaces au plan énergétique que les équipements décentralisés, il permet également une adaptation continue aux besoins de fourniture et une souplesse d'adaptation des postes de livraison à comparer avec le risque d'obsolescence des installations autonomes.



Climatiseurs individuels
(source : FNCCR)

En outre, les vertus environnementales des réseaux de froid sont nombreuses :

- ✗ **Réduction du risque sanitaire** lié à la Légionelle (le risque sanitaire est réduit notamment en cas d'utilisation de sites de production sur eau de rivière ou de mer sans tour aéroréfrigérantes mais également pour les sites avec tours par des équipements centralisés mieux suivis avec des analyses fréquentes que les installations décentralisées).
- ✗ **Réduction des fluides frigorigènes** (les sites de réseaux de froid sont généralement équipés de détecteurs avec des équipes d'intervention de frigoristes chargés de rechercher les fuites). L'entretien des réseaux de froid se faisant de manière plus systématique que pour les systèmes individuels, ils ont un très faible taux de fuite, inférieur à 1 % pour 88 % des réseaux de froid.
- ✗ **Réduction des nuisances sonores** (une production de froid centralisée permet de réduire le nombre d'installations autonomes).
- ✗ **Réduction des nuisances visuelles** (notamment le « panache » visible des tours aéroréfrigérantes en cas d'utilisation de sites sur eau de rivière ou de mer).
- ✗ **Réduction des consommations d'eau** (l'utilisation des sites refroidis par eau de rivière ou de mer ne consomme pas d'eau par rapport aux sites avec tours aéro réfrigérantes).

- ✗ **Réduction du réchauffement de l'air** (les installations de refroidissement autonomes réchauffent la température l'air et contribuent à l'élévation de la température dans les rues : îlot de chaleur urbain).
- ✗ **Réduction de rejets hydriques** dans l'environnement.

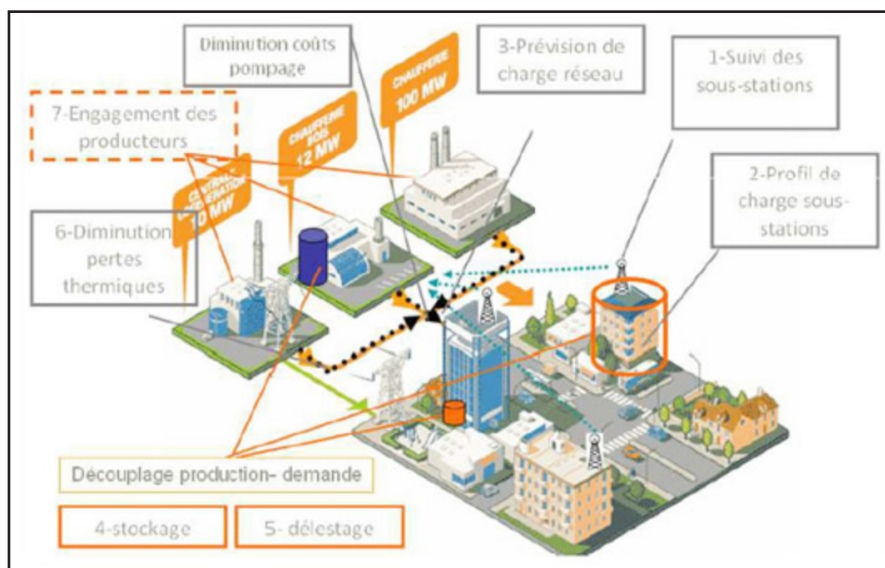
Avenir des réseaux de froid

Actuellement, le froid renouvelable et les réseaux de froid ne font pas l'objet d'une réglementation spécifique. En outre, le froid est généralement perçu comme un confort et non une nécessité, bien qu'il soit reconnu comme facteur de productivité dans le secteur tertiaire. Le développement de la climatisation reste ainsi principalement lié à l'augmentation de la demande de confort dans les bâtiments.

Le développement de la climatisation pourrait se justifier d'un point de vue environnemental par le biais de la production de froid à partir de réseaux de chaleur lorsque l'énergie utilisée est « fatale » (exemple du centre hospitalier de Saintes), lorsque le réseau de chaleur déjà en place est réversible (exemple de l'écoquartier Fort d'Issy les moulinaux) ou par l'utilisation des techniques de free-cooling.

Au-delà de son intérêt environnemental, l'intérêt économique des systèmes de climatisation en réseaux est d'autant plus grand que la densité du réseau est importante, et qu'ils sont couplés à un réseau de chaleur permettant ainsi de mutualiser une infrastructure coûteuse.

Les réseaux de froid pourraient être valorisés par le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC), en facilitant l'intégration de multiples sources d'énergie tout en améliorant leur efficacité. Ces technologies de type smart grid permettent une gestion dynamique de l'énergie thermique. Les réseaux deviennent ainsi capables de gérer plusieurs sources d'énergie suivant des paramètres variables dans le temps (ensoleillement, vent, température extérieure, etc.).



Interactions au sein du réseau gérées par les TIC (source : Veolia)

Pour en savoir plus ...

Nous vous invitons à visiter le site Réseaux de chaleur du Cerema : www.reseaux-chaleur.fr et à consulter les sites suivants :

- ✗ Bâtirama : <http://www.batirama.com>
- ✗ Association Amorce : <http://www.amorce.asso.fr/>
- ✗ Syndicat national de chauffage urbain et de la climatisation (SNCU) : <http://www.sncu.fr>
- ✗ Batiweb : <http://www.batiweb.com>
- ✗ Faites le plein d'avenir : www.faiteslepleindavenir.com
- ✗ Helio clim : www.helioclim.com
- ✗ Site du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (MEEM) : <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- ✗ Inovelec : www.inovelec.fr
- ✗ Legifrance : www.legifrance.gouv.fr
- ✗ Veolia : www.veolia.fr
- ✗ Smartgrids : www.smartgrids-cre.fr