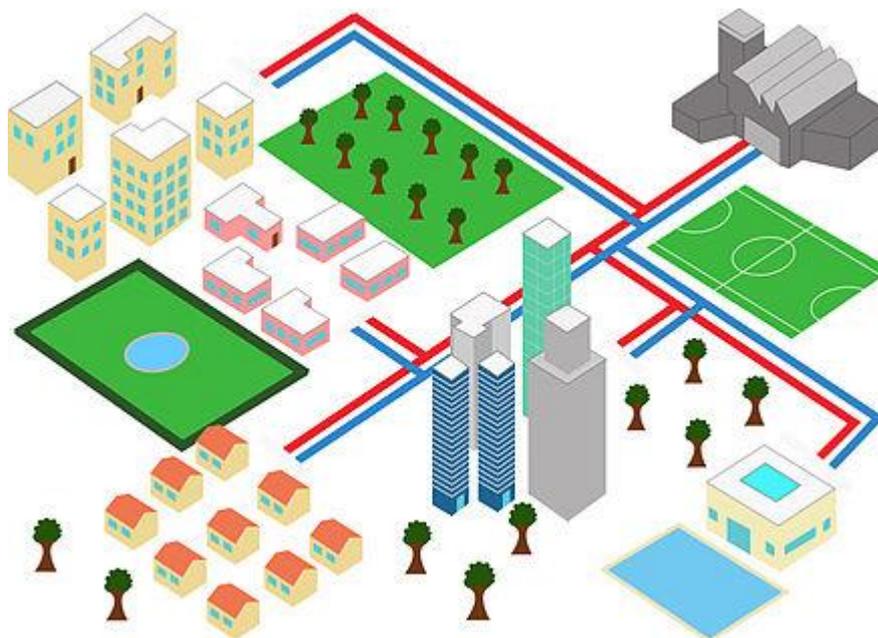




L'école de l'aménagement durable des territoires

QUELLE ARTICULATION ENTRE LES RESEAUX DE CHALEUR ET DE GAZ DANS LES OPERATIONS D'AMENAGEMENT ?

ETUDE COMPARATIVE DES DIFFÉRENTS AMÉNAGEMENTS POSSIBLES SUR LA ZAC DE SAULAIE



AGATHE BONGRAND - YVES COHEN - PAUL DESHORS
MAXIME MOUTON - THIBAUD PELLERIN - COLINE PERRIER

INTRODUCTION

Dans le cadre de notre cours de Transition Énergétique et Aménagement, le Grand Lyon nous a soumis la problématique suivante : *Quelles articulations entre les réseaux de chaleurs et de gaz dans les opérations d'aménagement ?*

L'objectif de ce dossier est de parvenir à mettre en lumière un ensemble de critères permettant à un aménageur de faire émerger les solutions les plus adaptés en termes d'aménagement énergétique pour le territoire sur lequel il travaille.

Dans un contexte où l'emprise des problématiques environnementales au sein de la société devient de plus en plus forte, la quête d'une substitution des énergies fossiles par les énergies renouvelables s'impose. En effet avec l'accélération du phénomène de réchauffement climatique, l'utilisation raisonnable et raisonnée de l'énergie devient un enjeu majeur pour chaque bassin de vie. C'est pourquoi la conception de projets urbains par les aménageurs doit obligatoirement s'inscrire dans le cadre d'une démarche de développement durable afin que l'approvisionnement en chaleur des bâtiments soit en accord avec les objectifs fixés par la loi sur la transition énergétique du 17 août 2015.

Nous avons pu relever deux objectifs principaux de cette loi inhérents à notre étude :

- Le premier objectif réside dans la réduction de la consommation énergétique primaire d'énergie fossile de 30 % en 2030 par rapport à la référence de 2012 qui était de 258,5 Mtep. Pour comparaison elle était de 248,2 Mtep en 2017 soit une diminution atteignant quasiment 4 % en 5 ans.
- Le second objectif s'inscrit dans la volonté de porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030. En 2016 cette part s'élevait à 10.9 %

Les répercussions principales de la loi sur la transition énergétique concernant les réseaux de gaz sont les suivantes :

- Un minimum de 10 % du gaz total consommé en 2030 devra provenir d'une source d'énergie renouvelable.
- L'utilisation du biométhane pour alimenter les réseaux de gaz devra connaître un fort développement. En effet dans le processus de méthanisation, les déchets étant habituellement considérés comme des pertes deviennent les ressources permettant la production d'une énergie renouvelable.

Les répercussions de la loi sur la transition énergétique concernant les réseaux de chaleur sont les suivantes :

- L'Etat a fixé comme objectif de multiplier par cinq les quantités d'énergies renouvelables et d'énergie de récupération fournies par les réseaux de chaleur à l'horizon 2030.
- Toutes les collectivités détentrices d'un réseau de chaleur ont eu l'obligation de réaliser avant le 31 décembre 2018 un schéma directeur. L'objectif de ce schéma est d'inciter les collectivités à réfléchir aux diverses possibilités d'évolution de leur réseau de chaleur à l'horizon 2030, afin de pouvoir anticiper les divers travaux qui

- seront potentiellement réalisé sur ce laps de temps.
- La dernière mesure phare inhérente aux réseaux de chaleur consiste à inscrire directement au sein des documents d'urbanisme (PADD, PLUi...) des objectifs ayant trait au développement des réseaux de chaleur.

I. PRESENTATION SUCCINTE DU FONCTIONNEMENT TECHNIQUE DES DEUX TYPES DE RESEAUX

Nous avons volontairement choisi de n'inscrire qu'une présentation concise du fonctionnement technique d'un réseau de chaleur et d'un réseau de gaz au sein de ce dossier afin de ne pas rentrer de manière trop profonde dans les détails techniques et privilégier par ce biais nos études de cas concernant la ZAC de Saulaie.

Le réseau de chaleur couramment appelé réseau de chauffage urbain est une infrastructure permettant à la fois la production et la distribution de chaleur via un fluide liquide (dont la température se situe habituellement entre 60°C et 180°C) ou gazeux (vapeur dont la température est comprise habituellement entre 200°C et 300°C) . Il a pour fonction d'alimenter en énergie les différentes infrastructures d'un bassin de vie (habitations, entreprises, usines, infrastructures publiques, ...).

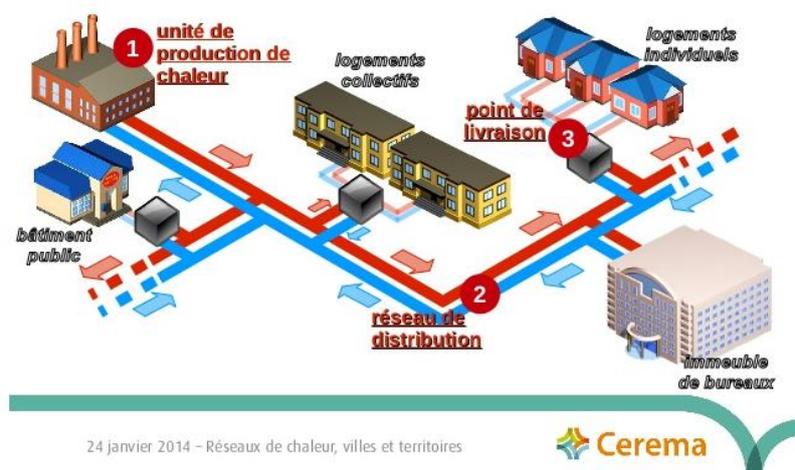
Lors de l'étape de transport le fluide subit tout d'abord une phase de chauffage pouvant être réalisée de trois manières bien distinctes :

- La première manière de chauffer le fluide est d'utiliser la combustion d'une source d'énergie fossile (tels que le gaz ou le fioul) ou renouvelable (telle que la biomasse).
- On peut également réaliser la chauffe du fluide au biais d'un échange avec une source de chaleur externe au système (tel que l'énergie thermique solaire ou la géothermie).
- Enfin, la dernière manière de réaliser le chauffage du fluide se fait au biais de la valorisation de la chaleur « fatale » (chaleur produite involontairement comme lors du processus d'incinération des déchets), en effet, d'après des informations trouvées sur le site du CEREMA nous avons pu voir qu'une unité de valorisation énergétique raccordée à un réseau de chaleur a la capacité de fournir assez de chaleur pour un foyer en utilisant les déchets rejetés par sept foyers.

Il est important de préciser que le fluide n'est pas forcément distribué directement à l'utilisateur, en effet dans le cas de lotissements il arrive que ce fluide soit acheminé vers une sous-station au sein de laquelle on retrouve un échangeur de chaleur permettant la transmission de celles-ci jusqu'à chacun des particuliers.

Le réseau est quant à lui composé d'un circuit principal communément appelé circuit primaire dont la longueur atteint parfois plusieurs kilomètres. A partir des sous-stations se dessine le circuit secondaire. Bien qu'on puisse considérer que le réseau de chaleur prenne fin dès lors qu'il atteint l'échangeur, il ne faut pas négliger le fait que les performances du circuit primaires sont également impactés par le fonctionnement du circuit secondaire.

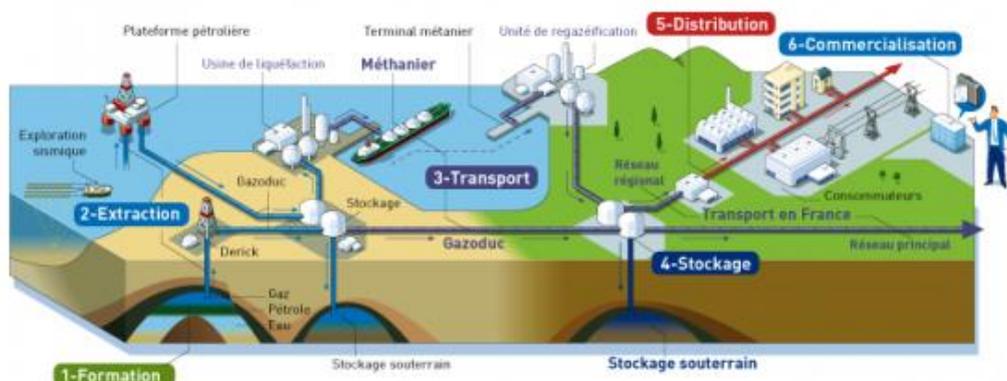
Schéma de principe d'un réseau de chaleur



source : site internet MEEM

Lorsque l'on s'intéresse à l'étude du réseau de gaz, il est primordial de comprendre dans un premier temps la manière dont le gaz va être acheminé entre sa source de production et l'utilisateur. En effet contrairement à l'énergie produite par le réseau de chaleur qui se trouve souvent à proximité du bassin de vie qu'il dessert, le gaz naturel est quant à lui importé.

Il est principalement utilisé dans le but de produire de la chaleur afin de chauffer les bâtiments, cuire les aliments et permettre la production d'eau chaude. Contrairement au réseau de chaleur, il est rare de disposer d'une unité de production de gaz sur le territoire français puisqu'environ 98% du gaz est importé. Il existe divers types d'infrastructures gazières, chacune ayant une fonction bien définie



<http://partenaire-altergaz.e-monsite.com/pages/de-sa-composition-a-sa-distribution.html>

- Les terminaux méthaniers permettent la réinjection du gaz naturel liquéfié en provenance des bateaux au sein du réseau de transport.
- Les réseaux de transport ont pour fonction de permettre l'importation du gaz depuis les pays frontaliers et les terminaux méthaniers jusqu'aux réseaux de distribution. En effet les usagers ne sont jamais raccordés de manière directe aux réseaux de transport.

- Les réseaux de distribution permettent quant à eux l'acheminement du gaz chez le consommateur à partir des réseaux de transport. Ce sont eux qui vont retenir notre attention dans le cadre de ce projet.
- Les installations de stockage ont pour fonction de contribuer à l'équilibrage des réseaux de transport ; en effet la demande est fluctuante en fonction des saisons, ces installations permettent donc l'équilibrage ressources/demande.

Pour ancrer nos recherches sur un cas concret, nous avons choisi de nous intéresser au cas de la ZAC de Saulaie. Il s'agit d'une zone d'aménagement concerté située sur la commune d'Oullins au Sud-Ouest de celle de Lyon. Notre démarche va donc être de s'intéresser aux différents aménagements possibles sur cette zone. Nous allons tenter de mettre en évidence les avantages et les inconvénients des réseaux de chaleur et des réseaux de gaz ; puis nous verrons s'il est possible de trouver un compromis et si un aménagement des deux réseaux en parallèle pourrait être bénéfique.

II. ENVISAGER UN SCENARIO OU LE GAZ, SEUL, EST PRESENT

D'après l'étude de faisabilité concernant les énergies sur le site de la ZAC de la Saulaie, le site est déjà desservi par un réseau de gaz naturel.

Afin d'envisager s'il est intéressant de poursuivre avec ce seul moyen de chauffage, nous allons étudier le scénario où le gaz est la seule énergie conservée.

Le réseau de gaz, implanté en majorité en France

Premièrement, se raccorder uniquement au réseau de gaz pourrait être vu comme la solution la plus simple. En effet, le réseau de gaz est déjà déployé sur un large ensemble de territoires, plus de 9500 communes y sont reliées (cf CRE). Il est géré par deux sociétés : GRTgaz filiale d'ENGIE et TIGF qui s'occupe, elle, seulement du réseau dans le Sud-Ouest de la France.



Commission de régulation de l'énergie :

<https://www.cre.fr/Gaz-naturel/Reseaux-de-gaz-naturel/Présentation-des-reseaux-de-gaz-naturel>

Ce réseau est composé d'un réseau principal à haute pression et de réseaux secondaires apportant le gaz aux usagers.

Il y a environ 11 millions d'utilisateurs de gaz en France et c'est GRDF qui distribue la très grande majorité d'entre eux (96%). Cependant, depuis l'ouverture à la concurrence du marché, ce n'est plus le seul fournisseur. En effet, au 30 septembre 2015, les fournisseurs alternatifs de gaz alimentent près de 19% des sites résidentiels et 35% des sites non résidentiels. On observe donc que les parts de marchés des fournisseurs alternatifs sont faibles mais leur évolution est rapide et semble prendre de l'ampleur.

Parts de marché gaz Engie vs fournisseurs alternatifs chez les particuliers - 31 décembre 2017

	Nombre de sites	Résidentiels
Au tarif réglementé		4 915 000
En offres de marché		5 758 000
<i>dont fournisseurs historiques (Engie et ELD)</i>		2 960 000
<i>dont fournisseurs alternatifs</i>		2 799 000
Total		10 673 000

Source : CRE

Source : <https://selectra.info/energie/guides/tarifs/fin-tarifs-reglementes>

Bilan financier

Par ailleurs, comme les immeubles dont la consommation est supérieure à 150 MWh (qu'ils soient gérés par un seul propriétaire unique ou par un syndicat de copropriété) ne sont plus soumis à des tarifs réglementés, il est intéressant de faire une étude comparative des coûts du gaz.

Par exemple, pour une consommation de 150 MWh annuelle :

Fournisseur	Prix (en euros)
DYNEFF	9 021
ENI	9 036
ENGIE	9 604
EDF	9 846
Tarif réglementé	10 283
ENGIE gaz vert	11 035

Source : UFC que choisir : <https://www.quechoisir.org/comparateur-energie-n21201/>

Cependant, il ne faut pour autant ne pas négliger le prix de l'installation et de l'entretien de ces chaudières à gaz. En effet, pour les particuliers souhaitant posséder une chaudière individuelle à gaz, l'installation se chiffre à environ 3500€ pour un studio et jusqu'à 8000€ pour une maison.

Concernant le prix de l'entretien, d'après fournisseur-energie.com le prix d'une visite d'entretien d'une chaudière est compris entre 75 et 180€. Il est aussi possible de souscrire à un contrat entretien qui comprend une visite annuelle et une assistance panne pour entre 60 et 150€ par an.

Finalement, il est possible de faire appel à différentes aides de l'Etat lors de l'acquisition d'une chaudière à gaz, tout en respectant certains critères.

L'essor des Biogaz

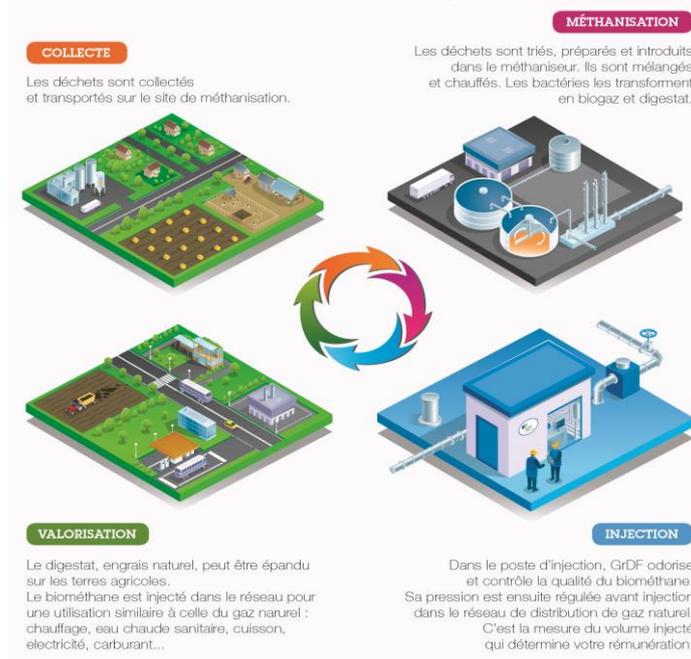
Bien que le gaz naturel soit l'énergie fossile la moins polluante du monde, son émission de CO₂ n'est pas négligeable pour atteindre les objectifs de la COP24. De plus, il fait face à une menace inévitable : c'est une énergie fossile qui existe en quantité limitée.

L'un des objectifs actuels des exploitants est donc de trouver des substituts au gaz naturel. Parmi ceux-ci, les biogaz sont des combustibles issus de la fermentation de matières organiques (effluents agricoles, ordures ménagères, boues de stations d'épuration ...), et constituent donc une énergie renouvelable en plein développement. Ils sont composés de 60% de méthane et 40% de CO₂, mais ne contribuent pas à l'augmentation de gaz à effet de serre et sont donc des leviers indispensables à la transition écologique. Les biogaz peuvent être utilisés tels quels dans une turbine à gaz pour la production de chaleur et d'électricité.

Il existe d'autre part une version épurée du biogaz : le biométhane. Ce dernier nécessite trois étapes successives d'épuration :

- La décarbonatation
- La désulfuration
- La déshydratation

Aujourd'hui, le biométhane est directement injecté dans les réseaux de gaz naturel.



A titre d'exemple, 1 000 t/an de graisses alimentaires + 10 000 t/an de biodéchets des ménages + 1 000 t/an de déchets verts permettent la consommation en chauffage et Eau Chaude Sanitaire d'environ 4 500 logements (50 kWh/m².an ; logements de 70 m²).

III. INSTALLATION D'UN RESEAU DE CHALEUR SUR LA ZAC DE LA SAULAIE

Un réseau de chaleur représente un investissement important et supérieur aux autres moyens de chauffage (souvent issus d'énergies fossiles). C'est pour cela que si l'on veut réaliser un comparatif, il faut regarder les coûts sur le long terme. En effet, les frais liés à la production de chaleur une fois tout l'aménagement effectué sont inférieurs. De plus, le développement d'un réseau de chaleur se fait aujourd'hui à dominante d'énergie renouvelable et locale, et donc avec un moindre impact sur l'environnement.

Parmi les facteurs à prendre en compte pour l'établissement d'un réseau de chaleur, on trouve la densité, l'organisation spatiale de cette densité, la mixité fonctionnelle du quartier et enfin la possibilité d'étendre le réseau de chaleur ou de le raccorder à un existant.

Dans le cas de la ZAC de Saulaie, le projet d'aménagement comporte la création de plus de 600 logements (le quartier accueille déjà 1500 habitants) et de l'arrivée de 35000 emplois supplémentaires sur la zone (qui en compte à l'heure actuelle environ 1500). Les besoins en chaleur et en ECS seraient plus concentrés sur la partie Nord de la ZAC car c'est ici que seraient situés les logements et les activités tertiaires ; la partie Sud concentrant les activités industrielles.

Le rapport d'opportunité produit dans le cadre du projet de la ZAC de Saulaie donne une estimation des besoins en chaleur et en ECS. D'après les estimations réalisées, les besoins pour ces trois pôles s'élèveraient à 5,8 GWh/an. Il convient donc de dimensionner la source d'énergie du réseau en adéquation avec ce besoin.

La durée de fonctionnement moyenne d'une chaudière sur une année est de 2500 heures. Pour les besoins de la ZAC, on obtient donc une puissance moyenne de 2,32 MW. Pour prendre en compte les pics de demande (base de réponse à une sollicitation générale lors d'une période à -10°C) sans trop risquer de surdimensionner le réseau, on peut prévoir une chaudière d'une puissance de 3 MW car les besoins du quartier sont majoritairement liés à l'habitat collectif et il n'y a donc pas une grande mixité fonctionnelle.

Le coût d'installation d'un réseau de chaleur varie avec la puissance de la chaudière. D'après les résultats d'une étude commanditée par l'ADEME en 2007, pour une chaudière bois d'une puissance de 200 kW, on obtient un coût moyen de la chaudière de 954 €/kW, une puissance avoisinant 750 kW donne un coût moyen de 654 €/kW et enfin les chaudières de 4 MW et plus induisent un investissement de l'ordre de 501 €/kW. Ces coûts prennent en compte les prix des chaudières, des pompes et autres circulations, du silo ou hangar pour stocker le bois dans le cas d'une chaudière bois et enfin du bâtiment qui abrite les différents équipements.

En supposant que le coût diminue linéairement entre 750 kW et 4 MW, on obtient une valeur de 548 €/kW pour une chaufferie de 3 MW.

L'autre poste d'investissement important réside dans le déploiement des canalisations destinées à transporter la chaleur. La même étude que l'on a citée précédemment indique un coût moyen variant encore en fonction de la puissance de la chaufferie : pour un réseau de chaleur alimenté par une chaudière d'environ 200 kW le coût moyen de la distribution s'élève à 302 euros par mètre linéaire, pour une puissance de 750 kW, le coût monte à 315 €/ml et enfin pour les chaudières de plus de 4 MW, on atteint 484 €/ml. Une autre étude réalisée par le conseil général de Mines en 2006, avance quant à elle un coût pouvant avoisiner les 1300 €/ml pour les zones urbaine de forte densité. Ces estimations du coût comprennent les frais liés aux travaux de tranchées, les canalisations en elles-mêmes et les sous-stations. Néanmoins les auteurs de l'étude mettent en garde sur ces estimations qui ne sont que des moyennes et attirent l'attention sur la variabilité (différence de facteur 3 pour certains projets similaires) du coût des projets en fonction de leurs caractéristiques. Ici, ne disposant ni de toutes les données du projet, ni des compétences techniques pour les interpréter, nous nous baserons sur l'estimation de 484 €/ml pour l'évaluation du coût.

En quartier neuf et donc dans notre cas, le déploiement du réseau et donc les travaux lourds de génie civil peuvent être réalisés en même temps que d'autres travaux et ainsi diminuer les coûts.

La même étude soulève également un coût lié aux différentes études, maîtrises d'œuvre et frais annexes qui s'élève en moyenne à 10% du montant d'investissement du projet.

Ainsi grâce à toutes ces données, nous avons estimé le coût global de l'aménagement d'un réseau de chaleur sur la ZAC de Saulaie. On obtient un coût 1,6 millions d'euros pour la chaufferie, 864 000 € pour l'installation des canalisations et 280 000 € pour les études, la maîtrise d'œuvre et les frais annexes. Le total s'élève donc à 2,8 millions d'euros. Nous rappelons là qu'il s'agit d'estimations grossières réalisées avec des données discutables qui ont été soumises à des choix. Ainsi on est loin du chiffre de 5,5 millions d'euros estimé par un cabinet compétent mais il s'agit de notre estimation réalisée avec nos propres moyens.

Aspects environnementaux

Un des avantages des réseaux de chaleur urbains est qu'ils présentent un bon bilan environnemental car ils permettent l'utilisation d'énergies renouvelables, locales et peu émettrices de CO₂. Dans le cas de la ZAC de Saulaie, nous avons choisi de nous intéresser à l'utilisation de l'énergie bois. En effet, les avantages de ce mode de production de chaleur sont multiples. Tout d'abord les émissions de gaz à effet de serre sont relativement faibles par rapport aux autres modes de production d'énergie : 13 g de CO₂/kWh produit, et on atteint un bilan carbone neutre si les forêts sont gérées durablement car les arbres replantés participent à absorber du CO₂. De plus, ce mode de production d'énergie est pérenne, durable et permet un approvisionnement local qui limite donc le transport (souvent polluant) du combustible.

Du point de vue architectural et paysager, il est nécessaire de travailler à l'incrustation dans le paysage urbain des différents éléments constitutifs des réseaux de chaleur (chaufferie, bâtiment de stockage du bois, sous-stations) pour ne pas avoir un impact visuel trop important.

Aspects sociaux

Un réseau de chaleur apporte des garanties sur la stabilité du prix de l'énergie. En effet, d'après les estimations actuelles de l'augmentation du coût de l'énergie sur les 30 ans à venir, les réseaux de chaleur utilisant une chaudière bois sont très bien classés, notamment face à l'utilisation du gaz qui se voit prédire une forte augmentation de son prix. De plus, la question de l'acceptabilité sociale dont souffraient les réseaux de chaleur lors des décennies précédentes n'est plus trop d'actualité car ceux-ci bénéficient actuellement d'une nouvelle image plus positive.

Densité :

On conçoit aisément que la quantité de canalisation soit supérieure pour des zones de densités plus faible. Il convient donc de tendre à une densité élevée qui permet de réduire le coût d'investissement lié au déploiement du réseau de chaleur tout en gardant en mémoire les problématiques qui découlent d'une trop forte densité (îlots de chaleur urbains en été par exemple). Il faut donc tenter "d'adapter la forme urbaine pour permettre l'émergence de certaines solutions énergétiques apparaissant vertueuses mais nécessitant d'être intégrée aux choix urbanistiques" [Réseaux de chaleur et nouveaux quartiers - Mai 2011].

L'augmentation de la densité a aussi un effet bénéfique sur les performances du réseau de chaleur. En effet, plus un réseau grossit moins les pertes prennent une part importante par rapport à la production d'énergie primaire.

Mixité fonctionnelle :

Il existe une influence de la répartition des fonctions d'habitat, de tertiaire, d'équipement, d'industrie, de services et de loisirs sur les performances d'un réseau de chaleur. Une forte mixité a un impact de régulation, elle permet d'éviter les pics de consommation et donc de demande, à différentes échelles temporelles : journée, semaine, année. Les périodes de pics sont importantes pour le dimensionnement du réseau car elles déterminent la puissance maximale que le réseau doit être en capacité de produire à un instant donné. Mais il faut également faire attention à ne pas surdimensionner le réseau ; cela aurait en effet d'augmenter le coût d'investissement qui ne pourrait alors plus être remboursé par une vente de la chaleur car le réseau ne serait pas assez utilisé.

Pour évaluer les besoins à satisfaire dans un quartier et ainsi évaluer la faisabilité d'un réseau, il faut donc étudier les pics de demande et la puissance demandée lors de ceux-ci pour déterminer la puissance de chaudière nécessaire.

Il peut aussi être judicieux de s'intéresser à la présence de bâtiments aux besoins importants et plutôt stables (hôpital, maison de retraite, piscine...) pour atténuer les effets de pic.

IV. ARTICULATION RESEAU DE CHALEUR / GAZ

UN MIX DE TROIS SOURCES D'ÉNERGIE POUR LA ZAC DE LA SAULAIE A L'HORIZON 2030

Comparaison du cas de la ZAC de La Saulaie à celui de l'écoquartier La Boule / Ste Geneviève

L'étude de faisabilité en énergies renouvelables de la ZAC de la Saulaie a mis en évidence la possibilité de créer un réseau de chaleur couplé à une chaudière gaz. Les potentialités sont les suivantes : la ressource en eaux usées au niveau du réseau d'assainissement menant à la STEP de Pierre-Bénite située à 2km, ainsi que la récupération de l'énergie fatale importante et à proximité produite sur le site industriel d'ARKEMA par une chaudière vapeur, au sud de la ZAC.

Nous intégrerons de plus une chaudière gaz en complément, que nous dimensionnerons suivant les besoins ; la ZAC étant desservi par le réseau de distribution de gaz naturel.

Ce réseau de chaleur multi-sources et à basse température nécessite divers aménagements comme la création d'une chaufferie pour centraliser la production de chaleur, d'un échangeur au niveau des canalisations des eaux usées, d'une installation de captage de la chaleur dégagée par la chaudière d'ARKEMA, ainsi que d'une chaudière à condensation au gaz de ville afin de supporter les pics de consommation. De même que l'implantation d'un réseau primaire et secondaire distribuant la chaleur aux bâtiments de la ZAC, le tout articulé par des sous-stations.

Nous baserons notre modèle de mix énergétique sur celui de la ZAC Centre-Sainte-Geneviève (Écoquartier Boule/Sainte-Geneviève) en Hauts-de-Seine qui présentent les mêmes similitudes que la ZAC étudiée, à la différence qu'ils se sont servis de la géothermie « basse profondeur », du fait qu'ils ne bénéficiaient pas du gisement énergétique permis par un site tel qu'ARKEMA. Le projet de la Boule/Sainte-Geneviève fut livré en 2011 et présente l'avantage d'offrir du recul sur ces types d'installations pour le chauffage comme les ECS en milieu urbain dense.

L'Écoquartier Boule/Sainte-Geneviève :

Caractéristiques :

- S'étend sur 5 hectares
- 650 logements neufs
- 1000 m² de commerces
- Un groupe scolaire
- Construction de bâtiments au label BBC au moins

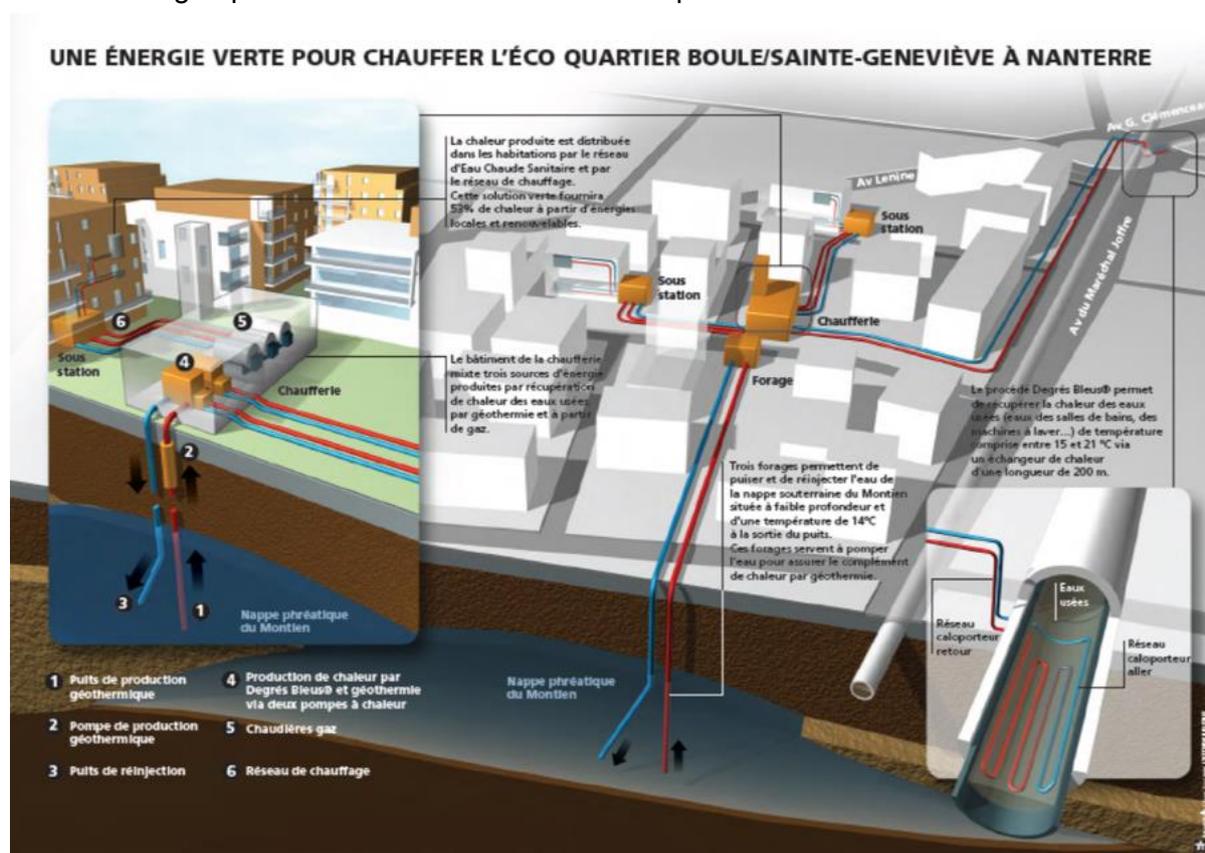
Réseau de chaleur (chauffage/ECS) :

- 53% renouvelable :
 - Eaux usées (800 kW grâce à 2 PAC) : 39%
 - Géothermie : 14%
- 47% via le gaz de ville (chaudière condensation de 3 MW)
- Réseau tri-tubes (canalisation pour le chauffage, les ECS et le retour des eaux usées)
- 4500 MWH/an
- Linéaire du réseau : 800 m (14 sous-stations)

Gestion et investissement :

- Délégation de Service Public pour 25 ans
- Exploitant : groupement solidaire ente Cofely et Lyonnaise des Eaux
- Coût global de l'investissement : 3,8 M€ HT dont 1,5 M€ de l'ADEME pour le programme « Fonds Chaleur »
- Adhésion volontaire de tous les promoteurs au projet de raccordement sur la ZAC

Modèle énergétique du réseau de chaleur de l'écoquartier :



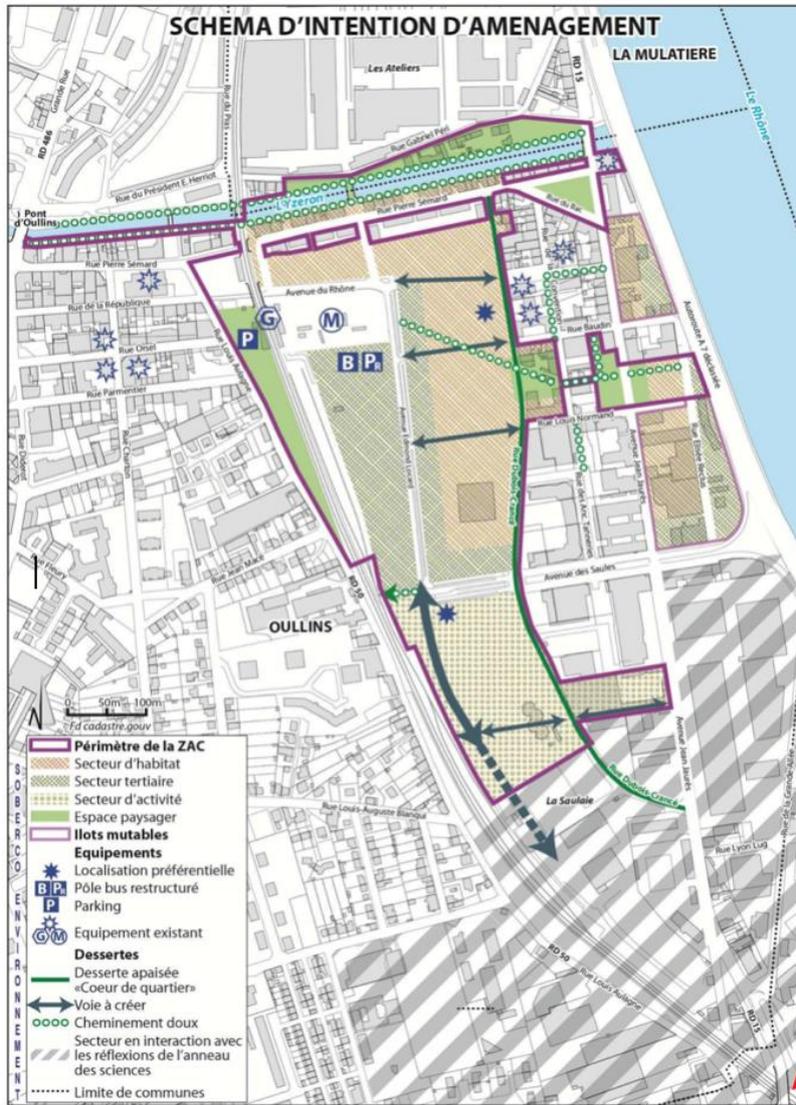
Source : Dossier de presse « Une première en France : un écoquartier chauffé grâce à la récupération de la chaleur des eaux usées »

L'objectif de notre aménagement pour la ZAC de la Saulaie est de se conformer au fonctionnement du réseau de chaleur de la Boule/Sainte-Geneviève, les deux différences cependant résideront dans le fait de remplacer la ressource en géothermie par l'important

gisement de l'industrie ARKEMA (chiffré à 1,5 GWh/an selon l'Étude de faisabilité) ainsi que le dimensionnement de la chaufferie et du réseau.

Aménagement de la ZAC de la Saulaie sur le période 2021-2030 :

20 hectares à aménager (anciennes friches SNCF, plusieurs îlots publics et privés).
ARKEMA (14 chemin Henri Moissan – Pierre-Bénite)



Etude des besoins futurs en énergie thermique sur la ZAC de la Saulaie

La ZAC de la Saulaie va accueillir diverses activités :

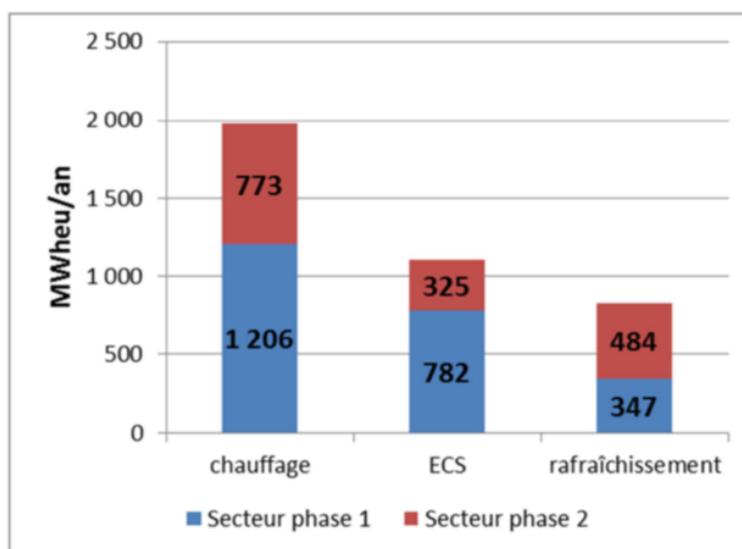
- Habitat collectif
- Tertiaire (bureaux, commerces...)
- Équipements publics (école, gymnase)
- Artisanat, industrie, logistique

Pour ce faire, le réseau de chaleur urbain devra répondre aux besoins en chauffage et ECS (eau chaud sanitaire) des usagers du site.

Voici ci-dessous les surfaces plancher par usage de bâtiment dévolues pour l'aménagement de la ZAC jusqu'en 2030.

Usage bâtiment	Surface de plancher (m2)
Habitat collectif	43 203
Tertiaires	51 500
Équipement	5 800
Total (m2)	100 503

L'Étude de faisabilité nous renseigne sur l'analyse des besoins énergétiques en termes de chauffage et d'ECS.



La somme des besoins correspond à (phase 1 et phase 2 confondus car correspondant à l'aménagement de la ZAC jusqu'en 2030) :

- 1,97 GWh/an pour le chauffage
- 1,107 GWh/an pour les ECS (s'expliquant par une part d'habitat collectif minoritaire par rapport au tertiaire qui utilise moins d'ECS)

Au total, la ZAC de la Saulaie nécessite 3,077 GWh/an de chaleur. Notre réseau devra donc subvenir à ces besoins.

Constitution du réseau de chaleur urbain et fonctionnement

Emplacement chaufferie centralisée du nouveau réseau de chaleur de la ZAC :

La chaufferie centralisée se situera sur un site de 6000 m² dans la ZAC, actuellement ce dernier est dédié à une activité de carrière qui doit s'arrêter avec l'aménagement de la Saulaie. Il est idéalement situé entre l'usine ARKEMA, le réseau d'assainissement et implanté au cœur du quartier.



Utilisation de la technologie *Degrés Bleus®* dans le cadre de la valorisation thermique des eaux usées.

Nous avons donc besoin de placer l'échangeur pour récupérer la chaleur des eaux usées du réseau d'assainissement, ce dernier passe par l'Avenue des Saules. Sur le modèle de ce qui a été réalisé pour le réseau de chaleur de la ZAC Centre-Sainte-Geneviève, nous choisissons d'implémenter cet échangeur sur 200 m avec la technologie breveté *Degrés Bleus®* (Lyonnaise des Eaux filiale de Suez Environnement).

Degrés Bleus® : principe et fonctionnement (source : dossier presse Quartier Boule. / Sainte-Geneviève)

Un échangeur est placé au fond des canalisations d'eaux usées. Il va permettre de récupérer les calories des eaux usées et les transférer à un fluide caloporteur. Ce fluide alimente une pompe à chaleur qui assure le chauffage du bâtiment.

L'échangeur :

L'échangeur de chaleur est constitué de plaques en inox qui permettent de transférer les calories des eaux usées au fluide caloporteur qu'il contient. Il garantit la séparation du réseau de chauffage de celui des eaux usées.

Le fluide caloporteur :

Il récupère les calories des eaux usées et les achemine jusqu'à la pompe à chaleur. Il circule en boucle fermée de l'intérieur des échangeurs à la chaufferie du bâtiment. Il est constitué d'eau glycolée. Sa température passe de 4° C à 8° C au contact de l'échangeur.

La pompe à chaleur :

Elle va démultiplier les calories prélevées et élever la température jusqu'à ce qu'elle soit suffisante (entre 50° C et 63° C) pour le chauffage du bâtiment.

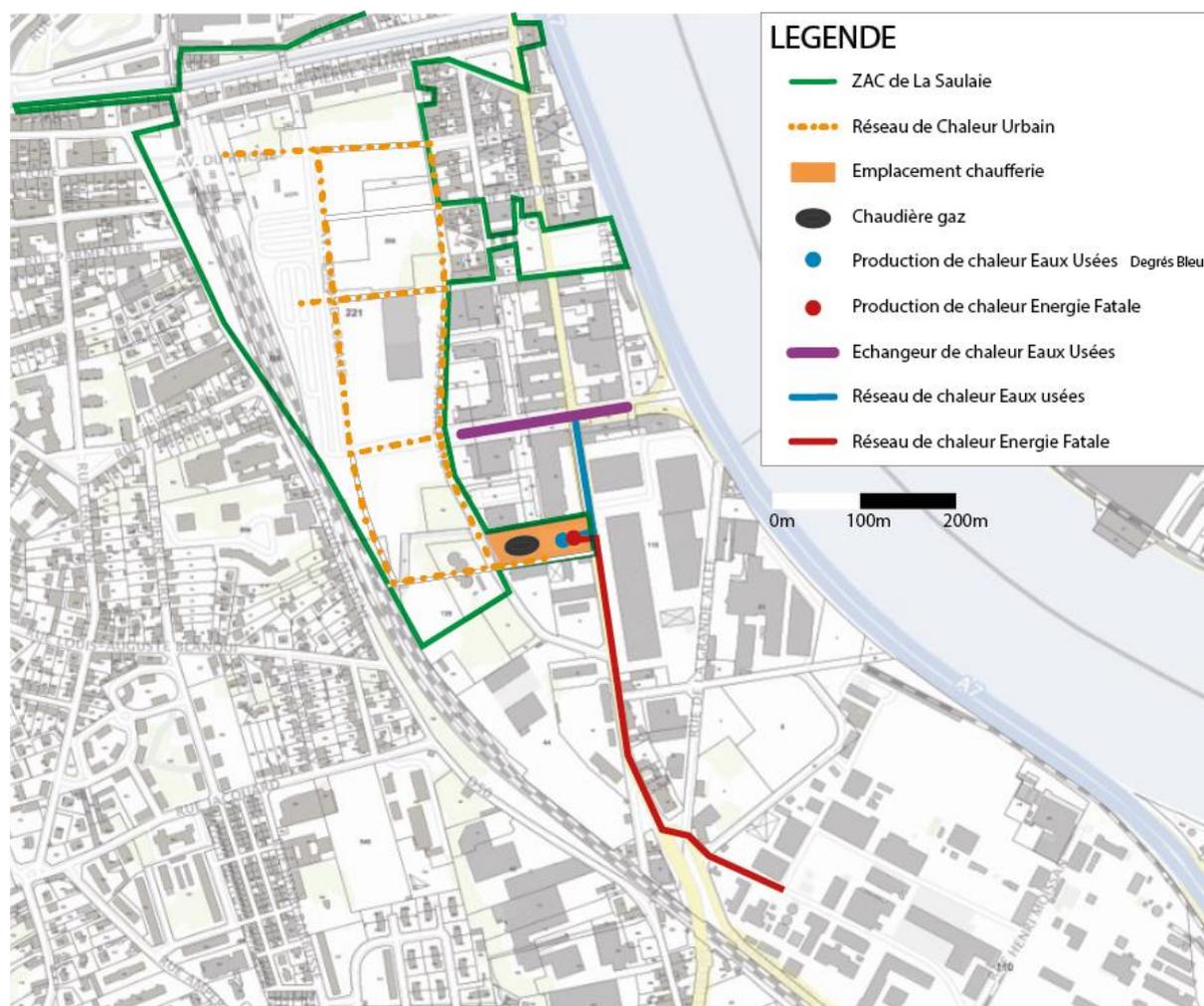
De plus, toujours selon l'Étude de faisabilité en énergies renouvelables de la ZAC de la Saulaie, un des cinq gisements du site industriel ARKEMA (au sud de la ZAC) est exploitable. Il présente l'intérêt de se situer au nord de ce site et est valorisable via la récupération de la chaleur sur une chaudière vapeur. **Ce gisement dégage 1,5 GWh/an de chaleur ; il représenterait 25% des besoins en chaleur de la ZAC** (aménagement final d'après 2030, donc non étudié ici) et 50% des besoins en chaleur de la Saulaie en ne tenant compte que de la phase « aménagement jusqu'en 2030 ». Nous devons donc procéder au raccordement de cette source d'énergie thermique du site ARKEMA jusqu'au site de la chaufferie à construire, distants tous deux de 550 m.

Nous intégrerons dans la chaufferie centrale une chaudière gaz condensation de 3MW en support des deux énergies précédemment citées, afin de subvenir aux besoins en cas de pics de consommation (hiver par exemple), mais aussi dans une perspective à plus long terme de raccordement des zones alentours à ce nouveau réseau de chaleur urbain (réhabilitation de l'offre énergétique de l'existant à proximité).

L'estimation des besoins thermiques de la Saulaie nous permet de dimensionner notre chaufferie sur le modèle de la ZAC Centre-Sainte-Marie : nous intégrerons 2 PAC (pompes à chaleur) totalisant 800 kW.

D'après les données du CEREMA concernant le modèle d'écoquartier dont s'inspire notre projet, la récupération de chaleur des eaux usées permettra de produire environ 1,7 GWh/an au réseau de chaleur de la Saulaie.

Finalement, le réseau ainsi construit permettra (hors usage de l'apport en gaz en cas secours ou d'aménagement élargit du réseau aux zones environnantes) de produire environ 3,2 GWh/an. Rappelons que l'étude des besoins produite par le bureau d'étude *Girus*, étaient de 3GWh/an. Nous anticipons donc largement, entre l'apport gaz et le supplément de chaleur produite, toute sous-évaluation de ces besoins.



Projet de création du réseau de chaleur urbain de la Saulaie

Le réseau de chaleur ainsi constitué (réseau de distribution + raccordement à la chaleur produite par le gisement d'ARKEMA + raccordement à l'échangeur des eaux usées) mesure 2,5 km. D'après le CEREMA, un mètre linéaire coûte entre 1000€ et 2000€, nous considérerons un prix moyen de 1500€ par mètre linéaire. Ainsi nous chiffrons à **3 750 000€**

l'investissement en réseau de chaleur. La chaudière gaz elle, est estimée à environ **1 000 000€**. (*Source : contact Girus M. Fieux*)

Coûts non pris en compte par manque de données :

- Sous-stations
- Chaufferie (construction, les deux PAC)
- Échangeur de 200 m
- Dédommagement/rémunération de l'usine ARKEMA pour l'aménagement de son site en conséquence et la vente de la chaleur fatale récupérée sur le gisement

Subventions de l'ADEME :

Le « Fond Chaleur » de l'ADEME finance ces projets jusqu'à 50% environ les projets de réseaux de chaleur intégrant une part importante d'énergie renouvelables. Notre proposition de réseau de chaleur étant à 100% renouvelable, si l'étude de faisabilité est fidèle aux besoins, nous devrions pouvoir en bénéficier.

Source : site de l'ADEME "Le Fond chaleur en bref"

Coût pour les usagers/habitants de la ZAC :

Le réseau de chaleur proposé présente l'avantage économique de ne pas engendrer de coût d'achat de combustibles (à l'exception du gaz qui est en apport en cas de pic de consommation ou de problème technique sur la chaufferie). Le terme "R1" (combustible) de la facture est donc négligeable, c'est celui qui fluctue le plus en prix.

De plus, ce réseau utilisant plus 50% d'énergie renouvelable, les consommateurs bénéficieront d'une TVA réduite (5,5% au lieu de 20%).

L'entretien du réseau (terme "R2") est un coût plus stable et prédictible. C'est la part fixe ou abonnement.

Avec la subvention de l'ADEME et de tous ces éléments, il reste difficile d'évaluer les économies sur la facture d'énergie pour les consommateurs, mais elles devraient être conséquentes. Jusqu'à trois fois moins chère comparée à une facture se basant sur un réseau gaz/électricité dit "classique".

Source : site du CEREMA concernant les Réseaux de chaleur

Avenir de ce réseau de chaleur urbain :

Le dimensionnement de ce projet permet de penser à un raccordement plus large des quartiers avoisinants celui de la Saulaie.

Gestion du réseau de chaleur :

Sur le modèle de la ZAC Centre-Sainte-Marie, nous envisageons une Délégation de Service Public pour limiter l'investissement par les collectivités. Quant au raccordement du réseau aux bâtiments à usages divers, une négociation avec les promoteurs devra avoir lieu. Mais il semble que la proposition formulée ci-dessus répond aux attentes économiques, sociales et environnementales.

Impact sur l'environnement :

Cette solution s'avère évidemment durable pour l'environnement, avec l'utilisation très limitée des énergies fossiles (présent pour répondre aux pics de demande), et de la transition vers des énergies renouvelables. Elle s'avère être en conformité avec la loi Transition Énergétique.