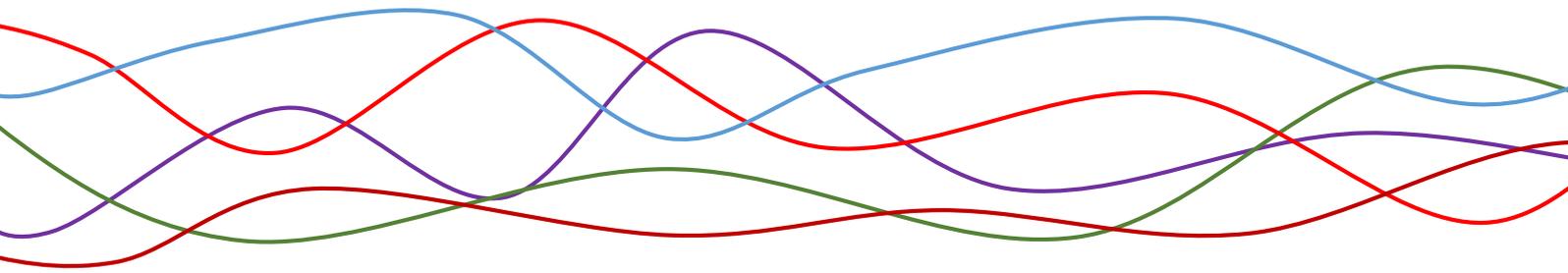


Aurélie CHARLOU  
Maxime DIONNET  
Victor HAZAN  
Natacha SAULNIER  
Sophia VAUCLIN

# Transition Énergétique & Aménagement

## Distribution de la chaleur pour la ZAC de Bron-Terraillon





## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	3
<b>I. Rénovation du réseau de Bron-Terraillon</b> .....	6
<b>II. Raccordement à différents réseaux de chaleur</b> .....	9
<b>III. Abandon du réseau de chaleur de Bron-Terraillon et installation d'un chauffage individuel collectif</b> .....	15
1. Pourquoi abandonner le réseau de chaleur ? .....	15
2. Quelle alternative au réseau existant ?.....	16
3. Estimation du coût du scénario .....	19
4. Synthèse des avantages et inconvénients de ce scénario.....	20
<b>IV. Solution préconisée</b> .....	21



## Introduction

- **Présentation**

Le réseau du quartier de Bron-Terraillon est un réseau privé dont l'exploitation est déléguée par l'ASL Bron-Terraillon. Ce réseau n'est donc pas sous la responsabilité du Grand Lyon. Il est exploité par l'entreprise privée SEDICAM pour un contrat qui se finit en 2018 et qui sera certainement prolongé. C'est un réseau qui a été construit dans les années 1960 et qui est donc dans un état vétuste. L'ancienneté du réseau, le manque de données et la rareté des regards posent un problème pour avoir des informations précises sur son tracé et son état.

Le quartier concerné est constitué de plusieurs copropriétés datant des années 1960, souvent dégradées et pour certaines rénovées. Il y a 919 logements qui sont raccordés au réseau de chaleur.

**Caravelle**

386 logements ; syndic régie Delastre

**Guillermin**

35 logements ; syndic Foncia Jacobins

**Terraillon**

639 logements ; syndic régie Gambetta

**Plein Sud**

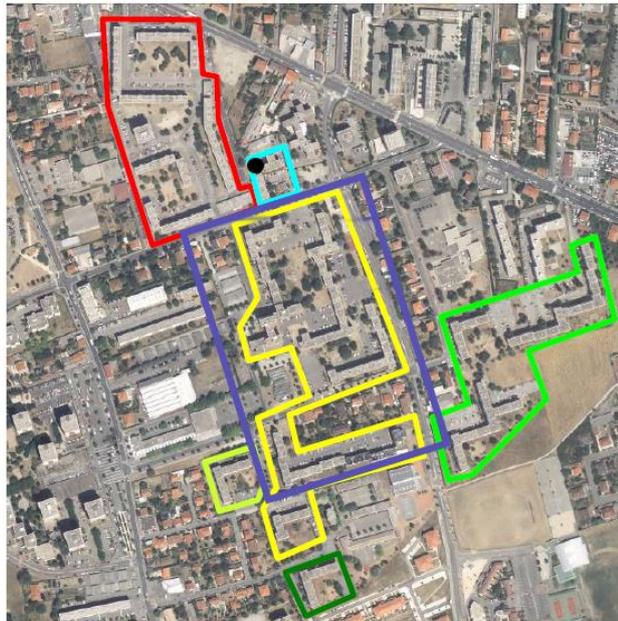
325 logements ; syndic régie Molière

**Alouettes (ex bat E de Plein Sud)**

55 logements ; syndic régie Molière

**Catalpa (ex bat G de Plein Sud)**

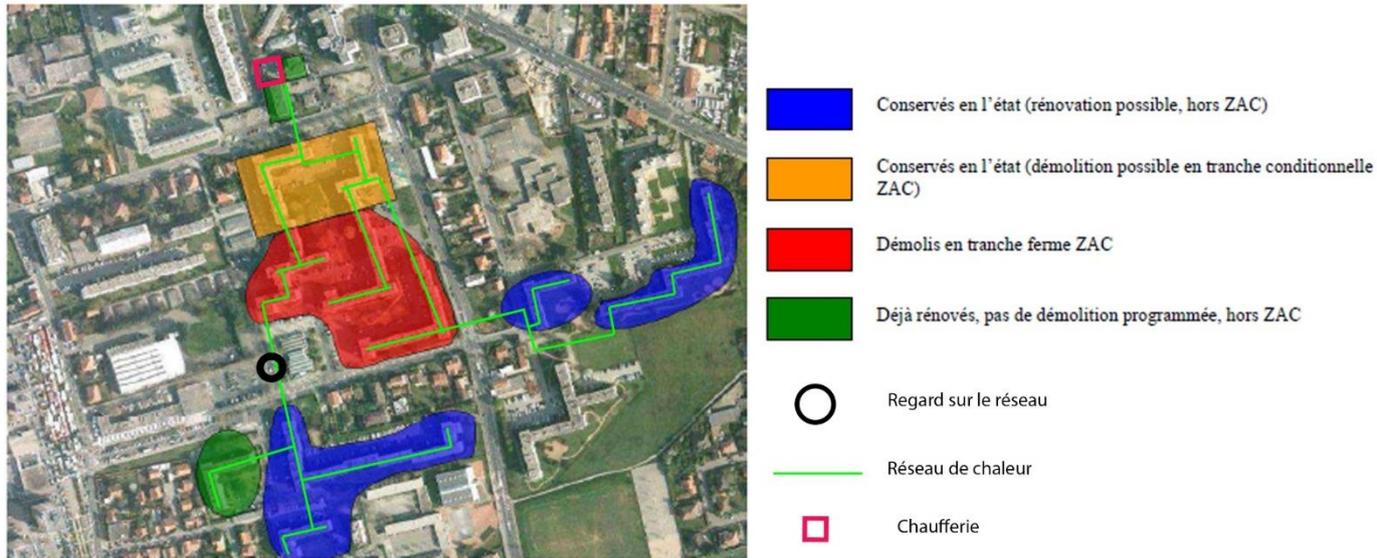
55 logements ; syndic régie Molière



Le quartier est concerné par un projet de ZAC qui prévoit la démolition de 400 logements et la construction de 600 nouveaux logements. Ce projet est présenté avec plus de précisions dans la suite du rapport.



L'image ci-dessous présente le tracé du réseau de chaleur approximatif et les différentes parties du quartier concernées ou non par la ZAC.



- Quantité distribuée et capacité

Pour faire le diagnostic du réseau de chaleur de Bron-Terrailon, nous nous sommes basés sur un audit réalisé en 2015 par le Grand Lyon.

La chaufferie alimentant le quartier est constituée d'une chaudière datant de 2000 avec une capacité de 5MW et de deux chaudières datant de 2013 avec une capacité chacune de 1.9 MW. Deux chaudières sur trois ont donc été remplacées ou rénovées récemment et la dernière n'est pas en activité. La puissance maximale appelée est de 7 MW. La chaufferie fonctionne uniquement au gaz.

L'audit de 2015 nous donne le graphique de l'évolution des productions corrigées de la chaufferie. On voit que la consommation a augmenté en deux ans sans véritablement d'explication. Cela peut être corrélé à un mauvais état du réseau (par exemple des fuites) ou bien à des mauvais chiffres.

- Etat du réseau

Le réseau est composé de la chaufferie, du réseau primaire et des réseaux secondaires dans les bâtiments. Il y a 66 sous-stations tout au long du réseau.

La distribution en chauffage dans les appartements se fait via des planchers chauffants en acier encastrés dans les dalles. La production d'eau chaude sanitaire individuelle se fait via des chaudières à gaz installées dans les cuisines des logements. Dans ceux du rez-de-chaussée, la température n'atteint pas les 20°C de confort minimal.

Au niveau de la chaufferie, les normes ne sont pas respectées. De plus, celle-ci est située à proximité des immeubles d'habitations ce qui peut engendrer des problèmes d'insécurité dû au non-respect des normes actuelles.

On observe des risques importants de fuites sur le réseau de par sa conception et son ancienneté. Les pertes de chaleurs sont également bien plus importantes que sur les autres réseaux existants.

La difficulté réside aussi dans le fait qu'il n'y a qu'un seul regard. Il n'y a pas de points de purge ou de vidange sur le tracé ce qui s'avère problématique pour le contrôler.



Au niveau des bâtiments, les parties du réseau qui entrent dedans sont posées à même le sol. Normalement pour que cela fonctionne bien et n'abîme pas le calorifuge, les tubes du réseau doivent être posés sur des guides acier.

- Enjeux

Le réseau est donc dans un état vétuste et est de moins en moins intéressant pour ses utilisateurs. L'enjeu est donc de trouver une solution la plus satisfaisante possible. Nous étudierons l'aspect distribution du réseau en se focalisant sur trois solutions différentes :

- Rénovation du réseau de Bron-Terraillon
- Raccordement aux réseaux de Lyon-Villeurbanne et Bron-Parilly
- Abandon du réseau de chaleur

La solution préférentielle que nous choisirons finalement sera vraisemblablement un mix de ces trois orientations compte tenu de la complexité du quartier, du coût engendré et de l'aspect environnemental.



## I. Rénovation du réseau de Bron-Terraillon

Le premier scénario imaginé est celui de la remise en état et du redéploiement du réseau de chaleur de Bron-Terraillon. La nouvelle ZAC remodelant le quartier, ce réseau doit suivre les plans du projet urbain pour être le plus intéressant possible. Il convient donc de définir cette nouvelle ZAC pour ainsi présenter le nouveau tracé et en estimer les coûts.

### 1. La nouvelle ZAC Terraillon

La ZAC de Bron-Terraillon a été initiée en 2013. Elle prévoit la destruction d'immeubles collectifs datant des années 1960, remplacés alors par de nouveaux bâtiments et espaces publics intégrés au quartier du Terraillon. Celle-ci est prévue en deux tranches, une tranche ferme et une tranche conditionnelle. L'opération entraîne la démolition de 430 logements et la construction de 600 logements.

La maîtrise d'œuvre de la ZAC est concédée au groupe SERL, pour une durée d'opération de 11 ans.

Les travaux, dont le lancement était prévu pour 2014, ne sont pas encore commencés. L'implantation d'un réseau de chaleur est donc encore possible à planifier.



Figure 1.1 : Plan de la ZAC Terraillon  
Source : Groupe SERL

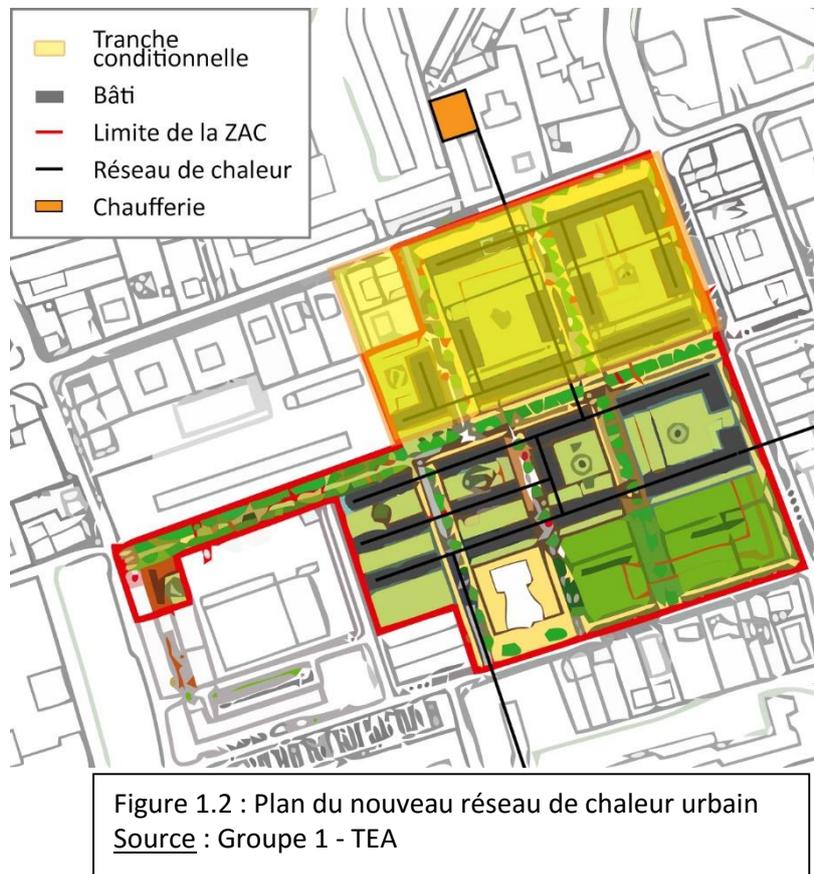
Du point de vue énergétique, la ZAC est un atout pour le quartier. En effet, celle-ci présente un gain de 170 logements, néanmoins, ceux-ci répondront à la dernière réglementation thermique, améliorant ainsi leur efficacité énergétique.

Les prévisions des besoins énergétiques de la ZAC sont donc estimées constantes par rapport à la demande actuelle.



## 2. Le tracé optimisé du futur réseau de chaleur urbain du quartier du Terraillon

Le nouveau tracé proposé doit correspondre à la disposition du bâti de la ZAC, pour pouvoir l'intégrer au réseau de chaleur urbain du quartier.



La proposition du plan ci-dessus est limitée par le phasage de la ZAC. En effet, la tranche conditionnelle se situe entre la tranche ferme et la chaufferie. La tranche ferme étant réalisée, comme son nom l'indique, avant la tranche conditionnelle, cela pourra poser un problème pour la liaison de la chaufferie à la ZAC. Le choix d'un tracé central dans la tranche conditionnelle est donc une solution, permettant de relier la source au réseau sans prendre, dans un premier temps, en compte la deuxième phase conditionnelle de la ZAC.

L'ensemble de ce tracé présente une longueur d'environ 1.3 km. Le manque d'informations précises sur les fondations, les sous-sols et autres aménagements souterrains ne nous permet pas d'évaluer précisément le tracé futur du réseau.

Le CEREMA préconise pour l'optimisation des réseaux de chaleur certaines options adoptées pour ce projet.

Le tracé du réseau est une arborescence. Au lieu de présenter un tracé central (à part pour la tranche conditionnelle), le réseau se divise en plusieurs branches passant directement en dessous des bâtiments. Cette option, appelée « house to house », que l'on retrouve dans certains nouveaux quartiers au Danemark, permet de réduire le coût de travaux de voirie et réduit la longueur du réseau. La question de l'accessibilité du réseau pour son exploitant se pose néanmoins.



Dans la réalisation d'un réseau de chaleur, le coût de la tranchée peut représenter jusqu'à 50% du coût total du RCU. En faisant le choix de ne pas enterrer le réseau, les coûts sont réduits significativement. Dans le cas de la réalisation de cette nouvelle ZAC, la synchronisation des travaux avec l'installation du réseau peut permettre l'implantation facile des canalisations dans les sous-sols, garages, vides sanitaires, etc... des bâtiments de la ZAC. Néanmoins, se pose ici aussi la question de l'accessibilité future pour l'exploitant du réseau.

Enfin, la mutualisation des travaux avec d'autres réseaux souterrains (gaz, électricité, eau...) peut être à l'origine d'une réduction importante du coût d'installation. Dans le cadre de la ZAC, l'idée est de synchroniser les travaux pour mutualiser les tranchées et rassembler les réseaux entre eux.

### 3. Estimation des coûts du nouveau RCU Terraillon

Les coûts d'installation du nouveau réseau sont multiples : sous-stations, canalisations anciennes à rénover, canalisations nouvelles à poser.

Nous n'avons pas pu trouver d'estimation pour le coût d'implantation de sous-stations sous les différents bâtiments reliés au RCU. Il faudra donc majorer le coût final calculé.

Le coût d'installation d'un réseau de chaleur urbain est très variable, allant de 1 000 à 2 000€ le mètre linéaire. La zone de la ZAC présentant une longueur de 1.3 km, le coût d'installation dans cette zone est de l'ordre de 1.3 à 2.6 millions d'euros. En optimisant le réseau et mutualisant les travaux, on peut espérer se trouver dans la fourchette basse de cette estimation.

Le réseau à l'extérieur de la ZAC est lui aussi à remettre en état. Il s'étend sur environ 1 km, pour un coût de rénovation de 1 à 2 millions d'euros. Les canalisations étant en si mauvais état, nous faisons le choix de le remettre à neuf, d'où le prix affiché. La réduction des coûts est ici moins évidente cependant.

Le coût final du réseau est donc de l'ordre de 3 à 5 millions, en comptant l'investissement pour les sous-stations. C'est un coût important pour la collectivité. De plus, les aides fournies par l'ADEME ne s'appliquent pas à cet aménagement du fait du type de production, 100% gaz.

En conclusion, la rénovation complète du réseau de chaleur du quartier du Terraillon présente certains avantages : le maintien d'un réseau de chaleur, la rénovation complète vers un réseau efficient et une diminution des coûts par l'optimisation du réseau au niveau de la ZAC et par la mutualisation des travaux. Néanmoins, ce scénario met en jeu des investissements importants que la collectivité pourrait ne pas pouvoir supporter, d'autant plus que le projet ne présente pas de mix énergétique intéressant (100% gaz).



## II. Raccordement à différents réseaux de chaleur

### 1. Réseau de Villeurbanne-Bron

#### a) Présentation du réseau de chaleur de Lyon-Villeurbanne

Le réseau de chaleur de Lyon-Villeurbanne s'est, depuis sa mise en service, bien agrandi, et est aujourd'hui le troisième plus grand réseau de chaleur de France. Son réseau se déploie sur plus de 118km et plusieurs projets sont actuellement à l'étude pour l'agrandir. Il est aujourd'hui géré par la compagnie Dalkia et le contrat de délégation prend fin en décembre 2016. A cette date, la Métropole de Lyon pourra choisir de récupérer la gestion de ce réseau ou de renouveler la Délégation de Service Public à la société Dalkia, mais l'idée n'est pas à l'autogestion par la Métropole.

Ce réseau, très important, raccorde environ 45 000 équivalents logements en circuit fermé avec près de 390 sous-stations dans les 3<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> arrondissements de Lyon ainsi que dans les quartiers du Tonkin et de Gratte-Ciel à Villeurbanne. L'énergie produite par les différentes chaufferies (Lafayette, Gerland et Einstein) est majoritairement issue d'énergie fatale, à hauteur de 52%, mais également de gaz (45%) et de fuel (3%). Cette origine d'énergie renouvelable est un des points fort du réseau de Lyon-Villeurbanne, avec son étendue, ce qui en fait un potentiel pour le quartier de Bron Terraillon. Pour finir, les canalisations du réseau sont suffisamment importantes pour alimenter le quartier.

De plus, il y a actuellement un prolongement du réseau pour alimenter l'hôpital du Vinatier. En effet, le réseau arrivera, à court terme, au croisement de la rue Trarieux et du boulevard Pinel. Cette extension rapproche énormément le quartier de Bron-Terraillon du réseau de chaleur.

#### b) Proposition d'un tracé

Comme le diamètre de la canalisation arrivant jusqu'au croisement de la rue Trarieux et du boulevard Pinel est suffisamment grand, il n'y a qu'à tirer une canalisation jusqu'à l'entrée du quartier de Bron-Terraillon.



Figure 2.1 : Carte illustrant la proposition de tracé  
 Source : Groupe 1 - TEA



• **Boulevard Pinel : 300m**

- Difficile de savoir comment sera le réseau au niveau de l'hôpital du Vinatier, il est donc difficile de trouver le meilleur acheminement sur la première partie du tracé.
- Arbitrairement, nous repartons du croisement connu
- Passage au niveau de l'hôpital Femme Mère Enfant

• **Rue perpendiculaire au boulevard Pinel devant l'hôpital Femme Mère Enfant : 800 m**

- Les centres hospitaliers situés de part et d'autre de cette rue devraient être raccordés dans le cadre de l'alimentation de l'hôpital du Vinatier.
- Le plus compliqué sur ce tronçon est le passage sous le périphérique Lyonnais, mais ces travaux ne sont pas irréalisables, ils seront juste plus coûteux

• **Rue Jean Bouin parallèlement au périphérique : 300m**

- Aucun raccordement possible sur cette portion

• **Rue de la Marne : 900m**

- Depuis le croisement de la rue Jean Bouin et de la rue de la Marne
- Il y a le centre nautique de Bron ainsi qu'un gymnase, situés très proche du tracé proposé, ainsi, il serait possible de les raccorder à moindre coût
- Présence d'un centre scolaire proche de la rue de la Pagère, cela est une opportunité supplémentaire de rentabiliser l'extension proposée
- Possibilité de raccorder quelques immeubles rue de la Marne (150 équivalents logements)

• **Arrivée au quartier de Bron Terraillon : 500m**

- Passage par la rue Romain Rolland et l'avenue Pierre Brossolette puis rue Marcel Bramet
- Possibilité de raccorder des immeubles situés à l'ouest du quartier du Terraillon

c) Financement

Le nouveau tracé proposé mesure environ 2,8km ce qui représente un coût de 5,6 millions d'euros (2 000€ par mètre linéaire de canalisation). Cependant, cette estimation de coût est bien large car nous ne connaissons pas exactement le tracé qui permettra d'alimenter le centre hospitalier du Vinatier. Cependant, il faut prendre en compte le passage sous le Boulevard Périphérique qui est une source de coût supplémentaire. Ainsi, nous majorerons le coût à environ 6 millions d'euros.

Une fois arrivé au quartier du Terraillon, il y a deux solutions qui s'offrent à nous. Soit nous raccordons directement le prolongement du réseau de Lyon-Villeurbanne sur le réseau de Terraillon existant mais il est vieux est vétuste comme nous avons pu le voir précédemment, il faudrait donc rénover le réseau de chaleur existant, soit nous branchons le prolongement à un nouveau réseau créé sur la ZAC. Si c'est la deuxième solution qui est retenue, il faut profiter de la rénovation de la ZAC pour créer le réseau de chaleur, en revanche, si l'on retient la première solution, il faut ajouter cette somme de 6 millions d'euros à la somme allouée à la rénovation du réseau comme dans le cas vu précédemment.

Pour le financement de ce projet, l'ADEME financerait à hauteur de 50% du montant total. En effet, l'énergie produite par les chaufferies du réseau de Lyon-Villeurbanne est issue à plus de 50% d'énergie renouvelable. Ainsi, d'après nos premières estimations, le projet coûterait aux alentours de 3 millions d'euros à la collectivité.



#### d) Synthèse Avantages-Inconvénients

Le raccordement au réseau de chaleur de Lyon-Villeurbanne est largement réalisable tant sur le plan financier que sur la faisabilité des travaux. En effet, le coût présenté dans le paragraphe précédent est très raisonnable (3 millions d'euros), et il ne faudrait que très peu de temps pour revenir sur l'investissement (voir en dernière partie du document). De plus le nouveau réseau sur le quartier du Terrailon serait majoritairement issu d'énergie renouvelable, ce qui en fait le principal atout.

Il n'y a finalement que très peu d'inconvénient au projet. On peut cependant noter que le passage sous le périphérique pourrait poser problème, non pas forcément sur le plan financier mais plutôt sur le plan des répercussions des travaux sur la circulation.

## 2. Réseau de Bron-Parilly

### a) Présentation du réseau de chaleur de Bron-Parilly

Le réseau de chaleur de Bron-Parilly, a été créé en 1958. Comme celui de Lyon-Villeurbanne, il est géré par la compagnie Dalkia et son contrat avec l'entreprise s'achève lui aussi en 2016. Le Grand Lyon aura donc tout le loisir de choisir ce qu'il en fera.

D'un point de vue technique, le réseau mesure 3.5km de long et alimente en chaleur et en électricité 3 000 logements car c'est un système de cogénération 100% gaz qui a été mis en place sur le site de Parilly. La chaufferie de Parilly est composée de 3 chaudières qui consomment 35 GWh pour alimenter ces 3 000 équivalent logements. La chaleur est vendue aux particuliers 68.50€ TTC/MWh consommé.

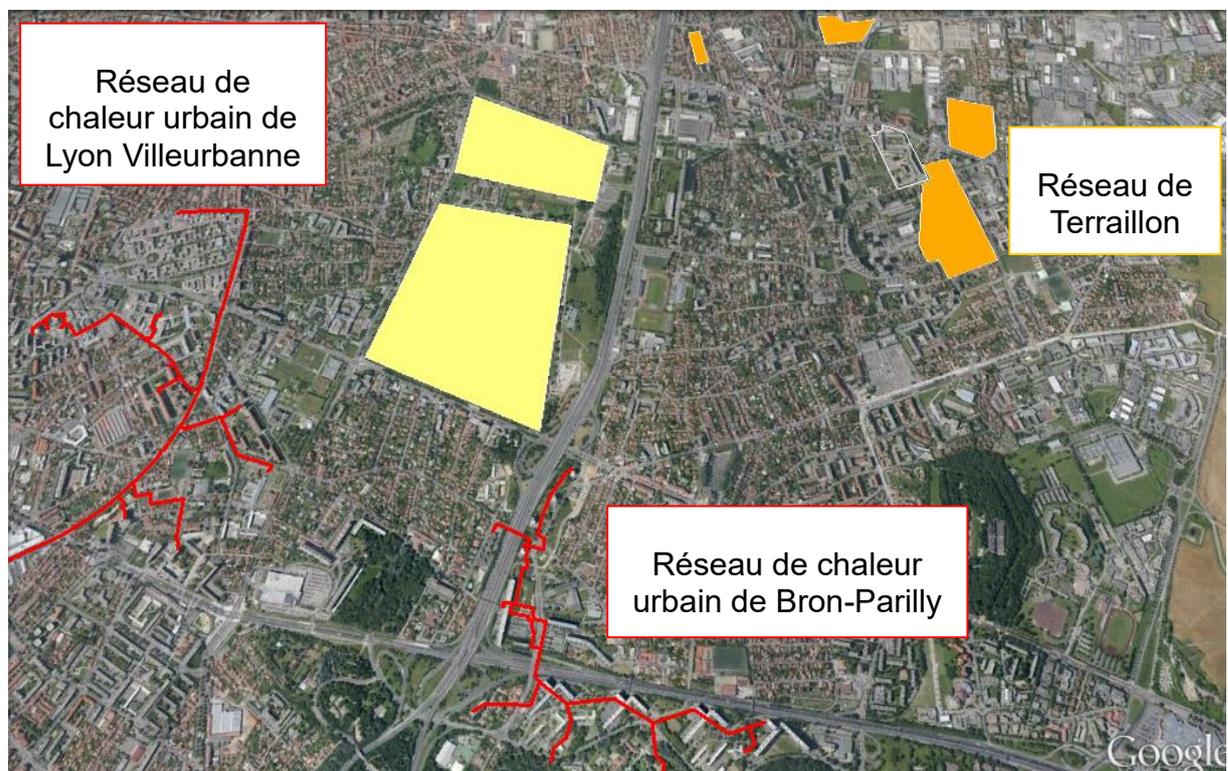


Figure 2.2 : Carte du tracé des réseaux de chaleur existants près de la ZAC de Bron Terrailon  
Source : Grand Lyon



Les énergies renouvelables sont absentes du mode de production d'énergie et de chaleur et c'est en cela que réside le point faible de ce réseau de chaleur. Afin de répondre aux normes actuelles concernant l'augmentation des parts d'énergie verte dans la production d'électricité et de chaleur, il est possible d'envisager une mutation de ce système de production vers un mode ayant recours aux énergies renouvelables.

#### b) Proposition d'un tracé

Comme le diamètre de la canalisation arrivant jusqu'à la rue Voillot n'est pas suffisamment grand, il faut tirer une nouvelle canalisation depuis la chaufferie située rue Joseph Chalier. Cela induit donc un coût supplémentaire car 2.3km séparent les deux rues.

En supposant que le type de production de chaleur sur le site de Parilly soit passé aux énergies renouvelables, nous avons envisagé de raccorder le réseau de chaleur de Bron-Terrailon au réseau de Bron-Parilly selon le tracé suivant :

##### • Rue Voillot jusqu'à rue de Reims : 1km

- Passer par l'impasse Kimmerling : raccordement possible à 2/3/4 immeubles = 45 logements environ
- Puis rue de l'économie : habitat pavillonnaire → une trentaine de maisons (peut être possibilité de les raccorder)
- Prolonger le réseau sur la gauche pour atteindre la rue de Reims et le collège ainsi que le centre nautique de Bron

##### • Rue de Reims jusqu'à rue de la Fagère : 1km

- Depuis le collège, prendre la deuxième rue à gauche : direction rue Pierre Alard (une quarantaine de maisons peuvent être raccordées si les propriétaires le désirent)
- Prendre la deuxième rue à droite : rue de la Marne → raccordement possible d'un gymnase (Bron Basket Club) et de quelques immeubles
- Poursuivre sur rue de la Marne et à gauche se trouve l'école élémentaire de la Garenne → 150 équivalents logements

##### • Rue de la Fagère jusqu'à rue Guynemer : 800m/1km

- Raccordement possible de la résidence Marius Ledoux avant d'arriver dans le périmètre de la ZAC → 50 équivalent logements

##### • ZAC de Bron Terrailon

- Raccordement aux nouveaux immeubles



Figure 2.3 : Carte illustrant la proposition de tracé  
 Source : Groupe 1 - TEA

### c) Financement

Le nouveau tracé proposé mesure 3km ce qui représente un coût de 6 millions d’euros (2 000€ par mètre linéaire de canalisation). Mais comme nous devons refaire les canalisations depuis la chaufferie, l’investissement total pour cette solution s’élève à 10.6 millions d’euros. Comme indiqué pour le réseau de Lyon-Villeurbanne, il y a deux choix de raccordement à l’arrivée de la ZAC de Bron Terraillon : se raccorder sur le réseau existant ou se brancher sur le nouveau réseau créé exposé dans la première partie.

Cette solution est très coûteuse d’autant plus que la collectivité ne peut prétendre à des aides de la part de l’ADEME car le mix énergétique de la production d’énergie n’est pas issu pour moitié d’énergie renouvelable.

Une solution alternative pourrait être de changer le mode de production de la chaleur sur ce réseau. Remplacer les installations de cogénération gaz par une centrale de cogénération biomasse permettrait d’une part de répondre aux exigences de la loi de transition énergétique et d’autre part de pouvoir prétendre aux aides délivrées par l’ADEME. Une telle installation a été mise en place en Isère<sup>1</sup> entre Grenoble et Chambéry. Les modalités de fonctionnement de cette chaufferie seraient à adapter car étant donné qu’il n’y a pas de forêt à proximité de la chaufferie, il faudrait prévoir son approvisionnement. Néanmoins cette solution de cogénération biomasse permet d’alimenter, par un même réseau, les bâtiments raccordés à la fois en chaleur mais aussi en électricité. Cette solution proposée reste très onéreuse car l’investissement s’élève à 12 millions d’euros en prenant en compte les aides du Fond Chaleur de l’ADEME (24 millions sans les aides).

<sup>1</sup> Source :

[http://www.cogenerationbiomasserhonealpes.org/sites/default/files/D3.8\\_shining\\_exemple\\_7\\_AEB\\_VF.pdf](http://www.cogenerationbiomasserhonealpes.org/sites/default/files/D3.8_shining_exemple_7_AEB_VF.pdf)



#### d) Synthèse Avantages-Inconvénients

L'avantage que présente l'installation d'une centrale de cogénération biomasse est que l'on augmente la part des énergies renouvelables.

Les inconvénients sont plus nombreux que les avantages. En effet, le projet s'annonce très onéreux malgré les aides de l'ADEME et les travaux semblent être lourds car il faut renouveler les canalisations depuis la chaufferie de Bron-Parilly.

Cette solution semble donc ne pas être la plus optimale en termes coûts/avantages.



### III. Abandon du réseau de chaleur de Bron Terrailon et installation d'un chauffage individuel collectif

#### 1. Pourquoi abandonner le réseau de chaleur ?

Le réseau de chaleur de Bron-Terrailon a été vraisemblablement construit en même temps que les copropriétés qu'il alimente, dans les années 1960. Il est donc en place depuis plus de 50 ans, et n'a jamais été rénové, ou même entretenu, du fait de l'absence de regards sur ce réseau (le seul regard actuellement existant a été introduit récemment lors de travaux). Par conséquent, contrairement à la plupart des réseaux de chaleur, ce réseau ne constitue plus un aménagement économe en énergie et durable. Il est probablement sujet à de nombreuses fuites, est gourmand en énergie et ne permet même pas d'apporter un confort de chaleur à ses usagers (la température moyenne de 20°C contractualisée n'est pas toujours atteinte dans tous les logements).

Si l'on devait conserver le réseau, des travaux importants, difficiles à mettre en œuvre et coûteux devraient être réalisés, entre autres afin de rétablir l'étanchéité thermique du réseau, et de corriger un certain nombre de malfaçons lors de la pose du réseau (canalisations posées à même le sol, absence de points de purge, etc.). Dans cette hypothèse, la chaufferie et les sous-stations devraient également être rénovées, car elles se trouvent être également dans un état alarmant : difficulté d'accès, normes de sécurité non respectées, amiante, entretien difficile... etc. Les coûts astronomiques à mettre en œuvre pour conserver le réseau nous amènent à nous interroger sur la pertinence de cette solution.

Ajoutons que le réseau de chaleur de Bron-Terrailon est mal accepté socialement : les habitants actuels n'ont pas choisi d'être raccordés à ce réseau, et sont peu satisfaits des services qu'il offre. Le réseau ne leur a jamais permis de réaliser le moindre gain financier. Ils n'ont par ailleurs aucun moyen de maîtriser leurs consommations (et donc les coûts associés), puisqu'il n'existe aucun compteur d'énergie au niveau des immeubles (on peut seulement mesurer les consommations au niveau de la chaufferie). Cela n'encourage pas les économies d'énergie, et apparaît comme particulièrement inadapté par rapport aux orientations de transition énergétique définies par la métropole. L'impopularité du réseau est illustrée par le fait qu'un petit nombre d'immeuble s'est désaccordé du réseau pour passer à du chauffage individuel quelques années auparavant.

Ces considérations nous ont conduits à envisager un scénario dans lequel le réseau de chaleur serait abandonné en l'état. Nous allons par conséquent envisager différents modes de chauffage alternatifs, en étudiant la faisabilité, les avantages et les inconvénients de chaque solution.



## 2. Quelle alternative au réseau existant ?

### a) Quelle type de chaudière ?

Dans un premier temps, nous nous sommes interrogés quant au type de chaudière à utiliser préférentiellement.

Après des recherches préliminaires, nous avons réduit notre étude à trois types de chaudières : une chaudière à gaz basse température, une chaudière à gaz à condensation et une chaudière à bois (granulés). Une synthèse de l'analyse comparative de ces trois solutions peut être trouvée dans le tableau 3.1.

L'intérêt principal de la chaudière à bois est qu'elle fonctionne grâce à une énergie renouvelable, ce qui est appréciable face aux politiques environnementales conduites par la métropole. Elle est par conséquent éligible à bon nombre d'aides financières dans le cadre d'une rénovation (crédit d'impôt à la transition énergétique, éco-prêt à taux zéro, TVA réduite à 5,5%, aides financières de la part de l'Anah). Il s'agit en revanche de la chaudière la plus coûteuse, et au simple coût d'installation de la chaudière, il faut ajouter le prix non négligeable des filtres à poussières : le chauffage au bois rejette en effet un certain nombre de polluants, dont les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, au sujet desquels la France est déjà en contentieux avec l'Union Européenne. Ces filtres entraînent un surcoût pouvant aller jusqu'à 65% du prix de la chaudière, selon la puissance de celle-ci. Enfin, un des désavantages majeurs du chauffage au bois est l'approvisionnement : plusieurs tonnes de granulés devront être acheminées régulièrement pour alimenter une telle chaudière, et des doutes subsistent quant à la capacité des rues du quartier à permettre la circulation de camions de granulés. Au besoin, l'utilisation de camions de petite taille peut être envisagée, mais cela entraînera toujours un trafic chronique potentiellement à l'origine de nuisances pour les habitants.

A l'opposé, la chaudière à gaz basse température est peu coûteuse et présente un bon rendement, mais elle utilise une énergie fossile, ce qui est regrettable. Cela dit, la chaufferie fonctionne également au gaz, et dans un tel scénario, les chaudières, notamment les deux qui ont été récemment remplacées, pourraient potentiellement être réutilisées afin de rentabiliser leur achat. La chaudière à gaz basse température donne accès à un nombre moins important d'aides, et n'est pas particulièrement recommandée dans le cadre de la RT 2012.

La chaudière à gaz à condensation se situe, en termes de prix et de développement durable, entre les deux possibilités précédentes : plus chère que la chaudière basse température mais bien moins que la chaudière à bois, elle utilise une énergie fossile, mais le système de condensation (récupération de la chaleur des fumées produites) lui permet d'obtenir un rendement supérieur à 100%, permettant ainsi des économies d'énergies substantielles (jusqu'à 35% de gaz économisé par rapport à une chaudière classique). Elle est conforme à la RT 2012, et bénéficie d'autant d'aides que la chaudière à bois.

Bien que peu coûteuse et efficace, nous avons dans un premier temps écarté la solution de la chaudière à basse consommation, du fait de son manque de cohérence avec la transition énergétique souhaitée sur le territoire. Le coût de la chaudière à bois, la nécessité de l'équiper de filtres également coûteux et les incertitudes quant aux moyens d'approvisionnement de ce type de chaudière nous ont ensuite conduits à préférer construire notre scénario en utilisant des chaudières gaz à condensation pour chauffer les quartiers de Bron-Terrailon. Cette chaudière d'un coût raisonnable reste cohérente avec les exigences de développement durable et donne accès à de nombreuses aides en rapport avec la transition énergétique ; elle apparaît ainsi comme la solution la plus appropriée au quartier étudié.



Quel type de chaudière?	Chaudière à bois (granulés)	Chaudière basse température	Chaudière à condensation
<b>Énergie</b>	Bois	Gaz	Gaz
<b>Coût d'installation</b>	De l'ordre de 170 000 € pour une chaudière de 500 kW	De l'ordre de 20 000 € pour une chaudière de 500 kW	De l'ordre de 40 000 € pour une chaudière de 500kW
<b>Rendement</b>	70 à 90 %	93 à 95 %	> 100 %
<b>Aides possibles (Uniquement pour l'existant)</b>	Éco-PTZ, CITE, Anah, TVA à 5,5%	Éco-PTZ, Anah, TVA 10%	Éco-PTZ, CITE, Anah, TVA 5,5%
<b>Autres particularités</b>	Nécessite l'installation de filtres (pollution) Approvisionnement régulier par camions (nuisance potentielle)	Raccordement au réseau de gaz nécessaire	Raccordement au réseau de gaz nécessaire

Tableau 3.1 : Tableau comparatif des différentes chaudières envisageables

#### b) Puissance et emplacement des chaudières

Plusieurs options de répartition des chaudières existent : on pourrait par exemple choisir d'installer plusieurs dizaines de chaudières de puissance moyenne dans les nombreuses sous-stations déjà existantes, ou construire plutôt quelques chaufferies de puissance plus importante permettant d'alimenter un îlot de logements entier. Nous avons privilégié cette dernière possibilité, principalement pour faciliter l'entretien des chaudières (on sait que les sous-stations sont aussi dans un état vétuste, et leur accès n'est pas toujours aisé ; par ailleurs, il est plus pratique d'avoir à surveiller l'état de cinq grosses chaudières que de 50 disséminées dans les immeubles).

Il faut également porter attention au fait que ces chaudières doivent être raccordées au réseau de gaz, et doivent donc se situer de préférence sur une canalisation déjà existante, afin de ne pas alourdir le coût de l'intervention par un allongement du réseau. Enfin, il faut dimensionner chacune des chaufferies en fonction de l'îlot qu'elle alimente, et en gardant à l'esprit que la chaufferie actuelle possède une puissance de 8,8MW, mais que la puissance maximale appelée du réseau n'a jamais dépassé les 7MW. En comptant sur le fait que les nouveaux logements de la ZAC seront nettement moins énergivores que les anciens, et que les habitants pourront maîtriser leur consommation grâce à des compteurs individuels nouvellement installés, on considérera que la puissance totale des nouvelles



chaudières peut être de 7MW sans que cela ne menace l’approvisionnement de l’ensemble du réseau même en période de forte consommation.

Au final, 5 chaufferies de différentes puissances (300kW, 1,55MW, 1,35MW et 2 x 1,9MW) permettent d’alimenter l’intégralité de la zone étudiée, comme illustré sur la figure 3.1.

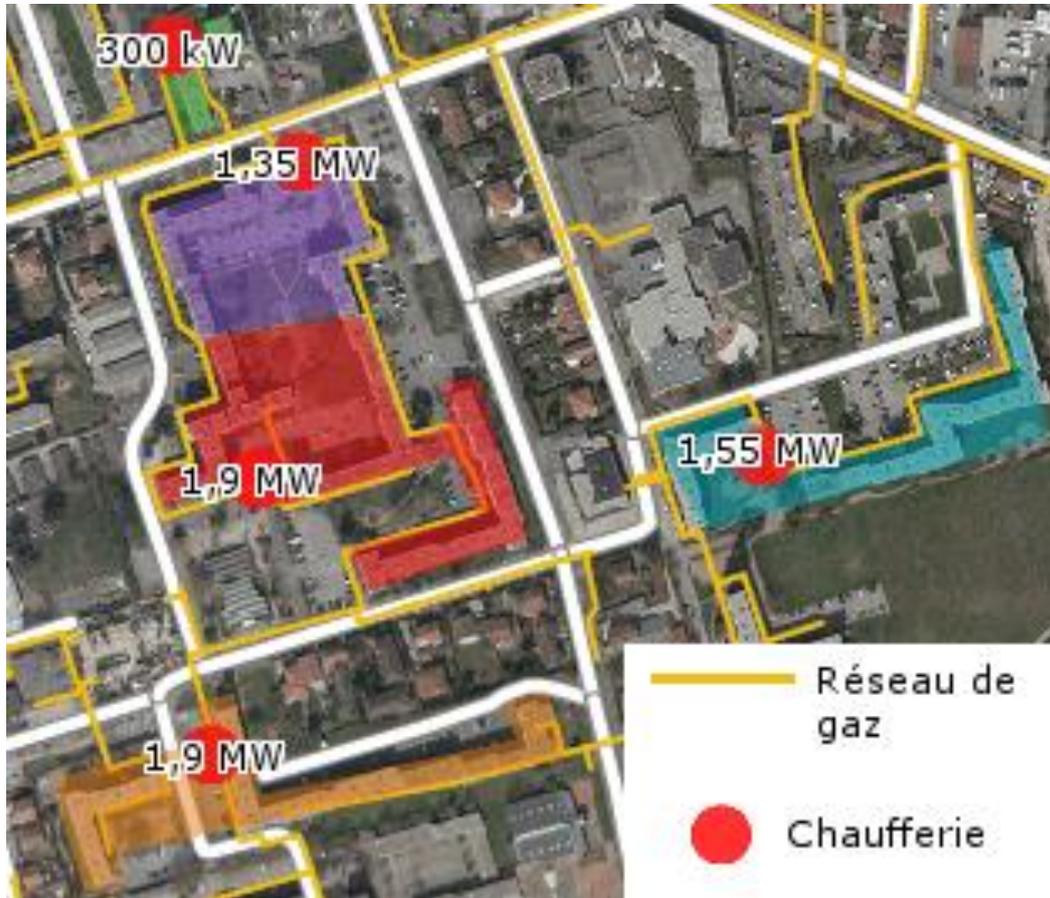


Figure 3.1 : Position et puissance des nouvelles chaufferies

On remarquera que les chaufferies ont bien été placées sur des canalisations de gaz existantes, ce qui n’a pas été trop difficile au vu de l’emprise du réseau existant. Deux incertitudes demeurent : la première concerne le diamètre des canalisations de gaz et donc leur capacité à alimenter les nouvelles chaufferies. Nous ne disposons malheureusement pas d’informations sur ces diamètres, et faisons donc l’hypothèse que les canalisations sont toutes du même diamètre, et que comme elles étaient capables d’alimenter l’ancienne chaufferie d’une puissance de 8,8MW, elles n’auront aucun mal à alimenter ces chaufferies dont les puissances additionnées n’excèdent pas 7MW. Nous ne pouvons pas non plus être sûr que le foncier est disponible aux endroits choisis pour implanter les nouvelles chaufferies, mais nous en faisons l’hypothèse afin de pouvoir terminer l’analyse de ce scénario.



### c) Autres travaux nécessaires

Quelques travaux -en plus de l'installation de ces nouvelles chaufferies- seront nécessaires pour augmenter le confort et la satisfaction des habitants tout en favorisant un mode de chauffage le plus durable et économe possible.

Tout d'abord, il apparaît indispensable de rénover les canalisations liées au chauffage au sein des immeubles, à la fois parce qu'elles sont généralement aussi anciennes et vétustes que le réseau de chaleur et parce que les chaudières à condensation requièrent un type de canalisation précis<sup>2</sup> : suite au phénomène de condensation, des condensats acides peuvent se former et endommager prématurément les canalisations classiques. Le remplacement intégral des canalisations constituera une opération longue et coûteuse, mais elle apparaît comme nécessaire, en contribuera au confort et à la sécurité des habitants.

Ensuite, l'installation de compteurs individuels dans chacun des logements permettra aux habitants d'être conscients de leur consommation et de mieux la maîtriser ; cela répond d'ailleurs à une forte demande de leur part.

## 3. Estimation du coût du scénario

### a) Coût brut du scénario

- On estime le coût d'installation d'une chaudière à condensation collective à 100€/kW<sup>3</sup>. Ainsi, une approximation haute du prix des différentes chaudières serait : 200 000€ pour les chaudières de 1,9MW, 160 000€ pour la chaudière de 1,55MW, 140 000€ pour la chaudière de 1,35MW et 30 000€ pour la chaudière de 300kW. Le coût total d'installation des chaudières est de **730 000€**.
- Le coût de construction des cinq chaufferies (les bâtiments, avec toutes les mesures de sécurité nécessaires) est estimé à **400 000€**.
- Pour le remplacement des canalisations, on se base sur un coût de 30€ par mètre de canalisation, pose non comprise (estimation par le site internet *Bricozor*), en estimant qu'environ 10 mètres de canalisation par logement sont nécessaires, et qu'on relie à peu près 900 logements. On arrive à ce point à un coût de 270 000€. Il faut y ajouter le coût du remplacement (main d'œuvre, travaux), estimé à 100 000€. On arrive donc à un coût de **370 000€**.
- On installe également des compteurs d'énergie thermique individuels dans chaque logement. A raison de 200€ par compteur, 900 logements et en ajoutant le coût de la pose, on arrive à un coût estimé à **200 000€**.

En définitive, le coût total de ce scénario -dans lequel le réseau de chaleur est remplacé par 5 chaufferies collectives équipées de chaudière gaz à condensation- est de **1,7 millions d'euros**.

### b) Coût en prenant en compte les aides financières

La pose de chaudière gaz à condensation rend les travaux éligibles à de nombreuses aides :

---

<sup>2</sup> Fédération Française des Bâtiments, *Conduits shunt VMC-GAZ* : [http://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID\\_ARTICLE=1177](http://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID_ARTICLE=1177)

<sup>3</sup> CEGIBAT, *Chaudière collective à Condensation* : <http://www.cegibat.grdf.fr/solutions/chaudiere-collective-condensation-0>



- L'éco prêt à taux zéro permettra d'emprunter l'argent nécessaire sans que le remboursement soit soumis à un taux d'intérêt
- Le Crédit d'Impôt à la Transition énergétique (CITE) donne droit à un gain financier de 30% du montant des travaux engagés. Dans le cas d'une copropriété, chacun des propriétaires peut en bénéficier à hauteur de 30% des dépenses qu'il a effectivement engagées pour les travaux communs. Il est cependant important de noter que ces 30% sont calculés à partir du montant déduits des autres aides et subventions publiques reçues (aides de l'Anah, par exemple).
- Les aides de l'Anah peuvent couvrir 25% du montant des dépenses engagées.
- La TVA à 5,5% permet de réduire le coût net des matériaux, appareils et de la main d'œuvre.

Cependant, ces aides ne sont pas applicables à l'ensemble des logements, mais seulement à ceux en rénovation (les bâtiments neufs de la ZAC n'en bénéficient pas).

En estimant qu'environ 60% des logements (et donc de l'investissement) peuvent bénéficier de ces aides, et en les cumulant, on peut estimer que **leur montant s'élèvera à 530 000€, soit 30% de l'investissement total.**

L'investissement une fois ces aides déduites est ainsi de **1,17 millions d'euros.**

En partant du principe que cet investissement doit être remboursé en 25 ans, il coûtera **51€ par an et par logement**, ou encore 4,3€ par mois et par logement, pendant 25 ans.

#### 4. Synthèse des avantages et inconvénient de ce scénario

Avantages	Inconvénients
Meilleure maîtrise des coûts pour les habitants	Foncier disponible pour les nouvelles chaufferies ?
Equipements économes en énergie, conforme à la RT 2012	Abandon du réseau de chaleur
Entretien plus aisé (plus de sous-stations)	Energie fossile
Meilleure acceptabilité sociale que le réseau de chaleur	



#### IV. Solution préconisée

Suite aux différentes études menées, nous proposons la solution suivante pour alimenter le quartier de Bron-Terrailon en chauffage :

- Rénovation du réseau de chaleur existant
- Raccordement de ce réseau à celui de Lyon-Villeurbanne
- Installation de chaufferies collectives à condensation pour les bâtiments en dehors de la ZAC

Comme vu dans la deuxième partie, 600 logements seront construits à neuf selon le programme de rénovation de la ZAC Bron Terrailon. Nous préconisons de conserver le réseau de chaleur existant et de le rénover afin de le rendre plus efficace énergétiquement. En effet, ce réseau est vétuste et ne répond pas à de nombreuses normes. La chaufferie n'est pas aux normes et il n'y a pas de compteurs permettant de surveiller les consommations dans les sous stations. Les réaménagements de ce réseau avec l'installation de compteurs et de sous stations s'élèvent à 3 millions d'euros environ.

Etant donné que le réseau est actuellement alimenté par des chaudières à cogénération gaz, aucune aide ne peut être versée afin d'aider la collectivité dans cette démarche. De plus, ce mode de production de chaleur ne s'inscrit pas dans la transition énergétique. C'est pourquoi, nous proposons de relier ce réseau rénové au réseau de chaleur de Lyon-Villeurbanne. Ce réseau est alimenté pour moitié par des énergies renouvelables (Usine d'Incinération des Ordures Ménagères de Gerland) et c'est grâce à ce mix énergétique que la collectivité est éligible aux aides de l'ADEME (fonds de chaleur) qui prend en charge 50% de l'investissement. Néanmoins, il faut aussi créer des canalisations depuis l'hôpital du Vinatier jusqu'à la ZAC sur une distance de 2.8 kilomètres. Etablir cette liaison entre les deux réseaux de chaleur coûte 5.6 millions d'euros comme vu dans la partie 3.

Le montant de cette solution s'élève donc au total à 8.6 millions d'euros mais comme le projet est éligible aux aides de l'ADEME, il ne reste à la charge de la collectivité que 4.3 millions d'euros pour rénover le réseau de Bron Terrailon et relier ce dernier au réseau de chaleur de Lyon Villeurbanne. En supposant que le retour sur investissement soit atteint au bout de 25 ans (durée d'une Délégation de Service Public), le coût s'élève à 172 000 euros par an soit 287€ par logement et par an (24€ par mois).

La ZAC Terrailon prévoit la réhabilitation d'une partie du quartier mais l'ancien réseau de chaleur fournit aujourd'hui d'autres bâtiments. La réhabilitation du réseau entier rajouterait un surcoût important. On estime ce nombre d'équivalents logements à 300. Ainsi, pour ces 300 logements, nous proposons d'installer des chauffages individuels collectifs. Ceci nécessite l'installation de chaudière à condensation gaz comme il a été vu dans la partie précédente. Cette solution, bien qu'elle utilise des énergies fossiles, est la plus avantageuse en terme de coûts et de rendement. Le coût pour 900 logements s'élève à 1.17 millions d'euros soit 390 000 euros pour 300 logements. En effectuant une simulation sur 25 ans pour les mêmes raisons, le coût s'élève à 15 600€ par an soit 52€ par logement et par an (4.3€ par mois).