

SUJET

Quelle articulation entre réseaux de chaleur et de gaz dans les opérations d'aménagement ? La question de l'énergie se pose de plus en plus dans les opérations d'aménagement urbain. Étant donnés les enjeux de transition énergétique actuels, les différents engagements pris par l'État et les Collectivités, et les obligations réglementaires, la consommation d'énergie et l'approvisionnement en énergie de ces zones deviennent des enjeux majeurs des projets d'aménagement. L'objectif général étant une moindre consommation et le recours à des énergies les plus « vertes » possibles.

Dans ce cadre, se pose la question de la fourniture en énergie de ces zones : quelles solutions peuvent-être mises en place, au-delà du réseau de gaz (réseaux de chaleur, boucles tempérées, bâtiments autonomes ou quasiment, recours à des énergies très locales, etc.) ? À quelles conditions ces différentes solutions trouvent une pertinence sur les plans technique, économique et environnemental ? Quelle articulation entre les solutions réseaux de chaleur / boucle tempérée et réseau de gaz ? Quels seraient les freins et les risques à ne pas développer de réseau de gaz sur ces zones (acceptabilité des promoteurs / usagers, risque pour GrDF, risque politique , etc.) et quels intérêts y'a-t-il au contraire à le conserver (question du stockage d'électricité dans les réseaux de gaz, recours au biogaz, etc.) ? Mêmes questions sur le développement de réseaux de chaleur / boucle tempérée à l'échelle de ces zones d'aménagement. Ces questions sont celles que se posent au quotidien les chefs de projet aménagement urbain, non spécialistes de l'énergie, qui manquent d'outils opérationnels pour leur permettre d'aborder ces questions.

En option : Réalisation d'une fiche d'analyse multicritères à usage des chefs de projet aménagement leur permettant de cerner en première approche les solutions adaptées en fonction des caractéristiques de la zone et du projet.

Introduction

Jusqu'à présent les villes se sont développées et étendues de manière illimitée, bénéficiant d'un approvisionnement énergétique en conséquence, via des réseaux les reliant à des sources d'énergie primaires (gaz, pétrole) ou secondaires (électricité, depuis des centrales de production). Désormais lieux de concentration de population et d'activités, les villes sont fortement consommatrices d'énergie et la demande ne cesse de croître. Pour réduire la consommation d'énergie et favoriser l'utilisation de ressources locales, il est nécessaire d'agir sur le système énergétique. A cet égard, les projets urbains représentent une opportunité pour répondre à ces objectifs. Pour ce faire la question de l'énergie est à prendre en compte dès la phase de conception des projets d'urbanisme. De cette manière les aménageurs sont en capacité d'étudier la faisabilité d'une création ou d'une extension d'un réseau de chaleur. Engager une telle démarche, suppose de disposer d'un outil d'aide à la décision suffisamment efficace et qui s'appuie sur des indicateurs

pertinents afin de déterminer les possibilités de se passer du réseau de gaz. Pour mener à bien ce projet, nous avons choisi de comparer différents scénarios en nous basant sur des critères environnementaux, économiques et techniques. Des ratios issus du dossier « étude de faisabilité EnR sur la ZAC de la Saulaie » réalisé en juillet 2017, donnent une estimation des besoins en énergie par fonction et par type d'usage.

	Ratios surfaciques des besoins énergétiques (kWh/m ²)				
	Chauffage	ECS	Rafraîchissement	eclairage	Auxiliaire
Activité	18	2	10	8	3
Equipement	18	2	10	8	9
Habitat collectif	24	23	0	3	3
Tertiaire	18	2	15	8	7

Ces besoins sont calculés pour une surface donnée et ne tiennent pas compte du caractère fluctuant de la demande d'énergie, qui par exemple peut s'intensifier en période de vagues de froid, ou au contraire baisser considérablement lors d'hivers doux. Bien entendu le système mis au point devra être capable de faire face à de telles variations.

Dès lors l'enjeu, pour toute opération d'aménagement, est de contribuer aux objectifs de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) promulguée en 2015 et notamment la multiplication par 5 de la quantité de chaleur et de froid renouvelables livrée par les réseaux de chaleur à l'horizon 2030. Dans ce contexte législatif, la métropole de Lyon, qui possède la compétence énergie sur son territoire depuis cette date, décline ses orientations dans différents documents d'urbanisme. Ainsi **le Plan Climat Energie Territorial** Métropole prévoit en outre de développer les réseaux de chaleur par création, maillage ou extension. Une autre orientation forte est d'augmenter la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique des RCU en s'appuyant sur la biomasse et la chaleur fatale. **Le Schéma Directeur des Energies** est en cours d'élaboration mais certains scénarios tendanciels émergent déjà. Concernant le gaz, cela pourrait être l'injection de biométhane sur le réseau de distribution en exploitant le potentiel de la station d'épuration de la Feyssine. Concernant les réseaux de chaleur, une piste envisagée est le renouvellement / remplacement des chaufferies urbaines et l'évolution technologique des deux incinérateurs de déchets présents sur le territoire. Le SDE apporte également des précisions sur les potentiels d'énergie renouvelable du territoire. La biomasse représente aujourd'hui 2 % de la consommation du territoire. Le gisement identifié dans un rayon de 100 km autour de Lyon représente 6 % de la consommation du territoire. Concernant l'énergie fatale, le SDE identifie 8 sites importants de potentiel de récupération autour de la vallée de la Chimie.

Enfin, pour toute nouvelle opération réalisée dans le périmètre d'une ZAC, la Métropole de Lyon impose systématiquement l'étude de faisabilité de réseau de chaleur utilisant des énergies renouvelables.

I/ Raccordement au réseau de gaz

Dans cette partie, nous nous intéressons au scénario "aménagement d'un quartier raccordé au réseau de gaz naturel". L'objectif ici, est d'expliquer comment se met en place l'alimentation au gaz d'une zone d'aménagement. Il convient de préciser que la Métropole de Lyon est responsable de la distribution publique de gaz. Elle est propriétaire des réseaux et concède leur exploitation à GRDF via des contrats de concession.

Le coût de raccordement au gaz :

La Commission de Régulation de l'Énergie impose à GRDF de fournir l'accès au gaz au plus grand nombre tout en assurant un développement rentable du réseau. Ainsi le coût est évalué sur la base du bénéfice sur investissement (B/I). **Le bénéfice** est calculé à partir du descriptif du programme (nombre de logements, type de bâtiments...) et des usages gaz potentiels (chauffage, ECS...). Ces données permettent d'estimer les consommations de gaz prévisibles année par année sur une période de 30 ans en prenant des hypothèses de part de marché gaz. **L'investissement** dépend de l'emplacement du quartier et de la distance au réseau principal. Dans le cas de la Métropole, le réseau est très largement déployé (réseau développé sur 58 communes). Ainsi :

- si le B/I est positif, GRDF prend en charge l'intégralité du réseau de gaz pour desservir la zone : amenée du réseau jusqu'à l'entrée du quartier et à l'intérieur du quartier
- Si le B/I est négatif, une participation financière est demandée à l'aménageur de telle sorte que le B/I soit égal à 0

GRDF peut donc demander une participation financière à l'aménageur, celle-ci est assez faible, de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'euros, et maximum 100 000 €. Dans la majorité des cas GRDF assume seul les frais liés au raccordement (en particulier dans les zones urbaines résidentielles).

Exemple de programme : cas d'un projet de construction en milieu urbain où le réseau gaz est à proximité. (source GRDF)

Programme				
Nb de maisons :	555	Surface tertiaire :	8 369	m ²
Nb d'appart :	1 989	Surface industrie :	0	m ²
Nombre de parcelles nues :	0			
Nb de logement :	2544			

Consommation max = 19 GWh (correspond à la consommation pour le raccordement de l'ensemble du projet au gaz)

Consommation accessible = 12 GWh (correspond à ce qui est estimé en prenant en compte les parts de marché sur chaque secteur)

Montant de l'investissement : 35 000 € (Les investissements correspondent au réseau pour arriver jusqu'à la zone et au réseau à l'intérieur de la zone (environ 450 m))

Impact environnemental :

La LTEPCV a pour objectif la réduction de la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30% en 2030 par rapport à la référence 2012. La loi prévoit également 10% de gaz vert dans le réseau à horizon 2030. Aujourd'hui, le biogaz représente 1% du gaz injecté dans le réseau et l'objectif de GRDF est d'atteindre 30%. Pour le moment GRDF n'a pas prévu de se lancer dans des projets de production de biogaz pour plusieurs raisons : le montage économique et juridique n'est pas connu, la production de biogaz se fait souvent en zone rurale, loin des zones urbanisées, et enfin les projets de méthanisation ne se font pas à l'échelle d'un aménagement, mais sur un périmètre beaucoup plus large ou sur des sites spécifiques. Le SDE du Grand Lyon prévoit de déterminer le potentiel biogaz sur l'ensemble du territoire et d'étudier la possibilité de créer une usine de méthanisation et donc d'identifier les industries dont les déchets pourraient être méthanisés et les sites d'implantation disponibles. Dans le cadre de sa mission de service public, GRDF a vocation à accompagner et à raccorder au réseau les producteurs de biométhane. En effet, le réseau de gaz est amené à évoluer pour devenir un vecteur d'EnR avec le développement des gaz verts (biométhane, méthane de synthèse, power to gas).

Conclusion :

Le réseau de gaz naturel présente de nombreux avantages :

- une infrastructure développée
- une énergie facile à stocker et à distribuer, mobilisable à tout moment
- une énergie complémentaire aux énergies renouvelables
- un réseau qui apporte une flexibilité indispensable aux pics de demande et au phasage des projets.
- le raccordement au réseau de gaz se fait rapidement, facilement, à moindre coût, voire à un coût nul lorsque la demande est concentrée.

Cependant, la réussite de la transition énergétique repose fortement sur la capacité à réduire l'utilisation d'énergies fossiles, sources d'énergie épuisables et génératrices de gaz à effet de serre. La France a pris des engagements pour réduire les GES et lutter contre le réchauffement climatique. L'étude "Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?", conduite par l'ADEME en collaboration avec GRDF explore les conditions de la faisabilité technico-économique d'un système gazier en 2050 basé à 100 % sur du gaz renouvelable.

II/ Raccordement au réseau de chaleur urbain (RCU)

Nous allons maintenant parler de la solution consistant à raccorder la zone à aménager à un réseau de chaleur. dans un premier temps nous étudions le cas où le réseau de chaleur à la fois des énergies renouvelables et du gaz, ce qui est le cas des réseaux de la métropole. Dans un second temps nous envisageons la possibilité pour la métropole de mettre en place des RCU qui utilisent uniquement des Enr.

a) Réseau de chaleur avec gaz dans le mix énergétique

Critères techniques

1) densité thermique

On considère que pour être viable économiquement, un réseau de chaleur doit avoir une densité thermique de 2 environ. Cette densité thermique (en MWh/ ml) correspond à la quantité de chaleur fournie par le réseau pour un mètre linéaire. Le tableau suivant synthétise la densité thermique des réseaux de chaleur de la métropole.

Réseaux	Longueur (m)	Consommation (MWh)	Densité thermique (MWh/m)
La Duchère	9000	53000	5,89
Centre métropole	91000	384000	4,22
Rillieux	18000	83000	4,61
Sathonay	4900	13600	2,78
Tour de Salvagny	1000	1030	1,03
Venissieux	23000	134000	5,83
Vaulx	25000	104000	4,16

Givors	7000	16000	2,29
---------------	------	-------	------

On remarque que les « gros » réseaux (Centre Métropole, Rillieux, Vaulx...) ont une densité thermique proche de 5 MWh/ml. Les réseaux de plus petite taille (Givors, Sathonay) ont une densité thermique proche de 2, alors que le réseau de la tour de Salvagny a une densité thermique de 1,03.

Dans le cas d'opérations d'aménagement à proximité de ces petits réseaux, on peut penser que la métropole a intérêt à raccorder les zones aux réseaux de chaleurs afin de les densifier.

Enfin il est à noter qu'un réseau avec une densité thermique inférieure à 1,5 MWh / ml n'est pas éligible au financement de l'Ademe via le fond chaleur.

2) Mixité fonctionnelle et durée de fonctionnement

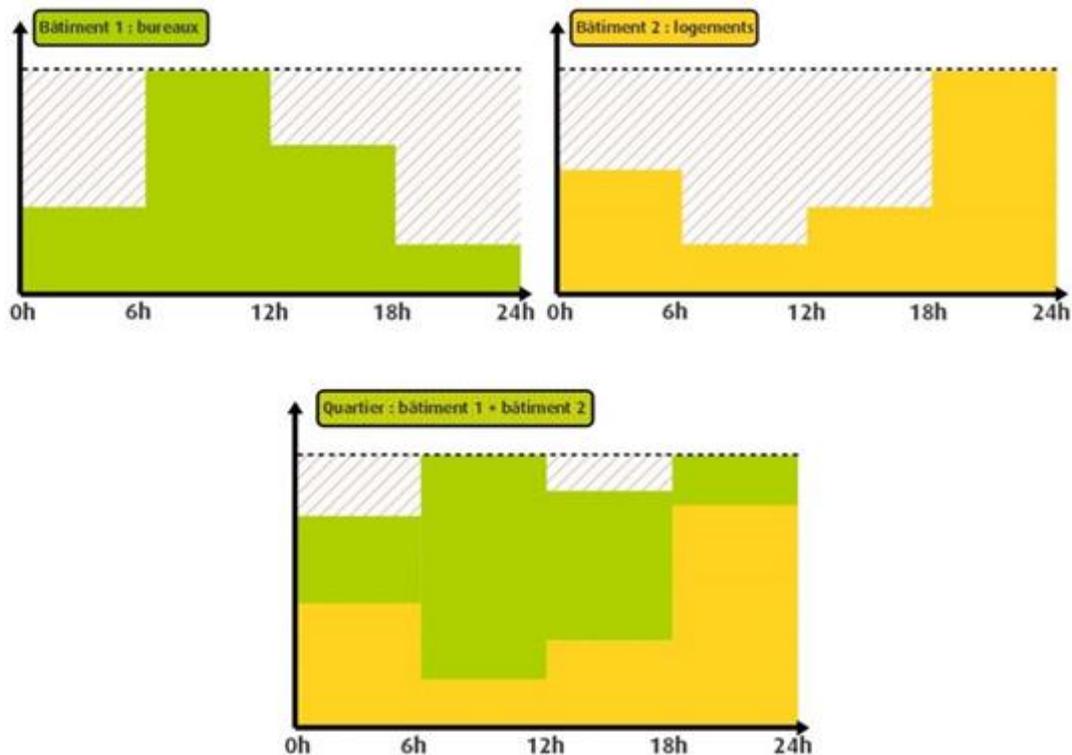
Dans une opération d'aménagement, plus la mixité fonctionnelle est importante et plus le raccordement à un réseau de chaleur sera pertinent. En effet, la mixité fonctionnelle induit une mixité des besoins énergétiques dans le temps. Cela permet de « lisser » les besoins par un effet de foisonnement. L'intermittence des besoins est variable selon les types de bâtiment.

Bâtiment	Bureaux, Gymnases	Maisons individuelles, LC	EHPAD, Hôtels
Intermittence	Élevée (mauvaise)	Moyenne (correcte)	Faible (bonne)

Intermittence selon le type de bâtiment - Source Cerema

Si on prend l'exemple d'une zone à aménager ne comprenant que du tertiaire, la consommation énergétique sera quasiment nulle la nuit et le week-end. La chaufferie des réseaux de chaleurs étant dimensionnée par rapport aux pics de consommations, elle fonctionnera en sous-régime pendant ces périodes. L'investissement réalisé sur la chaufferie, qui augmente avec la puissance installée, sera alors moins rentable et la création d'un réseau de chaleur est alors moins pertinente. Le raccordement de la zone à un réseau existant peut en revanche être pertinent s'il permet de mixer les besoins.

La notion de durée de fonctionnement s'appuie sur ces principes. Il s'agit du rapport entre l'énergie délivrée par le système (énergie utile, en kWh) et sa puissance (kW). Plus la durée de fonctionnement est élevée, plus il sera facile d'amortir le coût du système. Pour les RCU, on considère qu'une durée de fonctionnement inférieure à 2000 h a un impact négatif sur le coût de la chaleur.



Principe de foisonnement - Source Cerema

Critères socio-économiques

Les avantages économiques du réseau de chaleur urbain sont nombreux. Dans un premier temps, ces avantages sont sociaux. En effet, cette solution permet à tous les logements situés à un même endroit de pouvoir bénéficier d'un même réseau de chauffage, à un tarif avantageux. Les réseaux de chaleur urbaine permettent de disposer d'un moyen de chauffage sans avoir de coût d'installation supérieur spécifique à chaque logement, contrairement au réseau de gaz qui nécessite quant à lui des installations supplémentaires. Pour alimenter en chauffage des logements sociaux, cette solution semble donc la plus avantageuse d'un point de vue économique, à la fois pour le constructeur de l'immeuble, qui n'a qu'à relier son immeuble avec le réseau de chaleur urbain pour alimenter tous ses logements, et à la fois pour la personne logeant dans l'immeuble, qui bénéficie d'un tarif avantageux. Le réseau de chaleur n'est intéressant que lorsque la densité urbaine est importante. De plus, la présence d'un réseau de chaleur urbain peut permettre d'utiliser l'énergie fatale des usines alentour. Ceci permet aux entreprises de revaloriser leur énergie en la revendant au réseau de chaleur à proximité, et ainsi de faire des économies tout en ayant un impact environnemental positif.

Les tarifs des RCU sont globalement compétitifs pour l'utilisateur, cependant leur variation en fonction du réseau peut poser un problème de lisibilité.

Réseaux	R1 (€HT/MWh)	R2 (HT)
La Duchère	32,9	4,41 € / m ²
Centre métropole	42,31	42,04 €/kwh
Rillieux	32,29	34,40 €/kwh
Sathonay	37,02	55,52 €/kwh
Tour de Salvagny	hiver: 43 Eté: 145	62,63€/kwh
Venissieux	41,09	53,59 €/kWh
Vaulx	37,5	46,15 €/kwh
Givors	46,39	52,13 €/kwh

Tarifs 2018 des RCU du Grand-Lyon

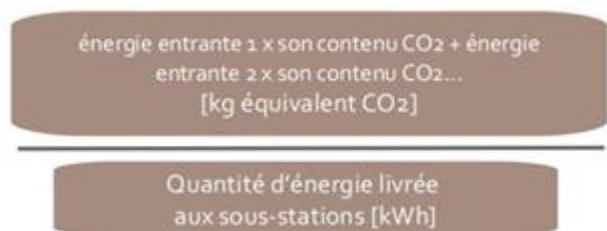
R1 est la part variable qui correspond à la consommation de l'utilisateur et couvre l'achat de combustible. R2 est la part fixe qui correspond à l'abonnement. On remarque la forte variabilité des tarifs mais aussi des différences dans les modes de calculs (parfois avec tarification hiver/été, parfois avec tarification au m²). Le régime de taxe applicable est également variable, puisque les réseaux avec plus de 50% d'Enr ont une TVA à 5,5 % et les autres une TVA à 20 % (pour R1). Cette situation est problématique sur le réseau Lyon-Metropole, qui est en fait constitué de 3 réseaux (Lyon-Villeurbanne, La Doua et Bron). Les habitants raccordés au réseau Lyon-Villeurbanne bénéficient d'une TVA à 5,5 % alors que les habitants de Bron ou la Doua ont une TVA à 19,6%. Cela s'explique par le fait que même si l'ensemble du réseau fonctionne avec plus de 50 % d'Enr, seul le réseau Lyon-Villeurbanne atteint ce taux.

A défaut d'une harmonisation des tarifs via les négociations des contrats de délégation de service public, la variabilité de ce coût est à prendre en compte par l'aménageur. Celui-ci doit également prendre en compte le coût de la canalisation qui est à sa charge. En zone dense ce coût est d'environ 1500 € par mètre linéaire de canalisation (chiffres 2006 donc à revoir probablement à la hausse).

Critères environnementaux

Le réseau de chaleur urbain offre la possibilité d'utiliser des énergies renouvelables, de manière plus conséquente que les réseaux de gaz. Les énergies pouvant être utilisées sont notamment la biomasse et l'énergie de récupération (par exemple, énergie fatale produite par les usines alentours, usine de traitement et de valorisation énergétique, chaleur des eaux usées...). Plus la part d'énergies renouvelables est importante dans le mix énergétique, plus son contenu CO2 sera faible.

Calcul du contenu CO₂



Contenus CO ₂ des énergies de l'annexe 4 de l'arrêté DPE	Contenu CO ₂ [kg _{éq.CO₂} /kWh _{énergie finale}]	
	Bois, biomasse	0,013
Gaz naturel	0,234	
Fioul domestique	0,300	
Charbon	0,384	
Gaz propane ou butane	0,274	
Électricité	0,180 en saison de chauffage	0,040 hors saison de chauffage

Calcul du contenu CO₂ d'un RCU - Source CEREMA.

Si on prend l'exemple des réseaux de chaleur de la métropole:

- réseau de Givors (Gaz dont 55 % biogaz) : 117 g/kWh de CO₂
- réseau de Rillieux : 77 % Enr (UVE) : 45 g/kWh de CO₂

Si l'offre d'énergie renouvelable n'est pas suffisante, le réseau de chaleur peut utiliser des énergies fossiles, telles que le gaz. Il est donc envisageable de se passer de la construction d'un réseau de gaz, car il n'offre pas la possibilité de récupérer les autres types d'énergie (fossiles et renouvelables, à l'exception du gaz naturel), contrairement aux réseaux de chaleur.

Cependant, pour justifier la pertinence d'un réseau de chaleur par rapport à un réseau de gaz, il faut prendre en compte l'éloignement de la zone d'habitation avec ces infrastructures (usines, chaufferies ...), car en cas de distance trop importante, le gaz reste la solution la plus intéressante, en particulier pour les quartiers en périphérie où la densité n'est pas très forte (banlieue résidentielle).

A Lyon, ce potentiel est très grand, grâce à la présence de la vallée de la chimie, au sud de la métropole. Aujourd'hui, ces usines ne sont pas reliées au réseau de chaleur, qui est seulement alimenté par les différentes chaufferies. Il faut noter que le réseau de chaleur urbain est plus intéressant s'il est alimenté par de grosses centrales de production. Le bois est déjà utilisé, comme c'est le cas à Vaulx-en-Velin dont le réseau de chaleur est alimenté par une chaufferie à bois. Les stations d'épuration peuvent aussi être intéressantes à exploiter, grâce à la méthanisation qui produit de l'énergie. Ce potentiel peut-être développé à la Feyssine notamment.

D'autres Enr pourraient être utilisées mais leur intégration dans les réseaux de chaleur est à ce jour peu développée. La géothermie est utilisée dans certains réseaux en France, mais il s'agit de géothermie basse et moyenne énergie (entre 30°C et 90°C et entre 90°C et 150°C). Ce type de géothermie n'est présente que sur les bassins parisiens, aquitains et alsaciens. De même, le potentiel éolien est nul sur

le territoire métropolitain. Des projets se développent à partir d'énergie solaire thermique ou de récupération de la chaleur des eaux usées, mais l'intégration de ces Enr dans les réseaux de chaleur semble encore limitée. Ces techniques ne permettent en effet pas d'injecter de grandes quantité d'énergie dans le réseau. Pour la récupération, on estime que les eaux usées produites par 100 habitants permettent de chauffer 10 habitants.

Pour l'exemple du solaire, les installations en fonctionnement sont des écoquartiers utilisant un couplage bois/solaire. Dans ces écoquartiers et en période estivale, la chaufferie biomasse peut-être arrêtée et l'énergie solaire est utilisée pour alimenter le quartier en ECS. On peut penser que ce type de solution est envisageable sur le territoire du Grand-Lyon dans le cadre d'un aménagement d'écoquartier.

Pour comparer les différentes sources d'énergie qui peuvent être utilisées, nous pouvons essayer de comparer le coût et la capacité de stockage de chaque énergie. Ces données sont à utiliser avec précaution car les coûts et les rendements peuvent varier selon différents paramètres, comme le volume notamment. Ces chiffres nous ont été fournis par la Métropole et permettent une comparaison rapide, même si une étude plus approfondie serait nécessaire pour parvenir à les comparer réellement..

<i>énergie</i>	<i>coût (en €/m3)</i>	<i>capacité de stockage (en kWh/m3)</i>
<i>cuve à eau</i>	<i>160</i>	<i>60 à 80</i>
<i>fosse</i>	<i>118</i>	<i>35 à 50</i>
<i>forage géothermique</i>	<i>14</i>	<i>15 à 30</i>
<i>aquifère</i>	<i>8,5</i>	<i>30 à 40</i>

Freins et risques des solutions « réseaux » ? Atouts ?

Quel lien avec la politique énergétique de la Métropole ?

Informations fournies par M. Labonne:

coûts et capacité de stockage (à prendre avec précaution car les coûts et rendements varient selon différents paramètres, par exemple les coûts diminuent avec l'augmentation du volume)

- cuve à eau, 160€/m3, 60 à 80 kWh/m3,*
- fosse, 118€/m3, 35 à 50 kWh/m3 (pour cuve gravier/eau),*
- forage géothermique, 14€/m3, 15 à 30 kWh/m3,*
- aquifère, 8,5€/m3, 30 à 40 kWh/m3*

Ces chiffres donnent une idée de la possibilité ou non de se passer du gaz selon les EnR&R (intermittentes ou non), les besoins (intermittents ou non), les coûts et la place disponible.

RC : mix 65 % renouvelables + récupération usine d'incinération de Gerland

Mix énergétique par rapport au prix Energies renouvelables

Que RCU = risque financier pour GRDF

b) Réseaux de chaleur 100 % Enr

Pour déterminer la possibilité et pertinence d'avoir un RCU 100 % Enr sur le territoire de la métropole, nous nous sommes basés sur les RCU de ce type existant en France. Une part importante des données provient de l'annuaire réseau de chaleurs et de froid 2016/2017 produit par Via Seva. Pour les réseaux 100 % Enr, les critères de densité thermique et de durée de fonctionnement restent valables. Le contenu CO2 des réseaux est extrêmement faible, voire considéré comme nul dans les études. Nous ne disposons pas de chiffres précis sur les tarifs, mais en moyenne, plus le taux d'Enr est élevé, plus le prix pour le consommateur baisse (environ 75 euros TTC / MWh pour réseaux avec moins de 50 % d'Enr contre 62 euros TTC pour réseau avec plus de 75 % Enr). On peut donc penser que les réseaux 100% Enr offre des tarifs avantageux pour l'utilisateur.

Réseaux biomasse

On se concentre dans un premier temps sur la Région Auvergne Rhône-Alpes. Sur les 137 réseaux du territoire, 15 fonctionnent à 100 % avec de l'Enr. Sur ces 15 réseaux, 13 sont des chaufferies 100 % biomasse et deux fonctionnent avec de la récupération de chaleur industrielle.

Si on raisonne en termes de nombre de réseaux, environ 11 % des RCU de la Région sont 100% Enr. Si on raisonne en termes de longueur de réseau ou de quantité d'énergie, les parts sont respectivement de 1,2 % et 2,4 %. Ces faibles proportions s'expliquent par le fait que tous les RCU 100% biomasse sont des petits réseaux (environ 1 km de longueur) qui délivrent une quantité de chaleur limitée (2600 MWh maximum). Ces petits réseaux sont situés en zones rurales non desservies par le réseau de gaz. Ne pas avoir d'appoint gaz sur ces réseaux est donc sans doute davantage une contrainte qu'un choix. D'après Camille Soulez, chargée de mission RCU à la métropole, Le Grand Lyon souhaite garder un appoint gaz afin de garantir le chauffage en cas de problème d'approvisionnement. Un RCU 100 % biomasse n'est donc pas forcément à privilégier sur le territoire métropolitain. Sa création peut cependant être envisagée dans le cadre d'une petite opération d'aménagement à Poleymieux (commune encore non desservie par le réseau de gaz).

Les contraintes techniques liées aux réseaux biomasse sont le stockage et l'approvisionnement. Ces contraintes sont particulièrement problématiques en zone urbaine dense, où la circulation est souvent saturée et le foncier disponible rare. A titre d'exemple, la chaufferie biomasse de Surville (actuellement en construction) nécessitera un silo de 6000 mètres cubes pour le stockage du bois. Cet espace ne correspond qu'à 4 jours de production de chaleur. En période de grand froid, 35 camions pourront être nécessaires à l'approvisionnement de la chaufferie.

Unités de valorisations énergétiques

Hors de ces réseaux biomasse de taille modeste et à l'échelle nationale cette fois, la quasi-intégralité des réseaux français 100 % Enr utilisent la récupération d'énergie fatale issues des usines d'incinération de déchets. L'exemple le plus emblématique est sans doute le RCU du Mirail à Toulouse. Ce réseau de 29,1 km délivre chaque année 150 127 MWh. L'intégralité de cette chaleur provient de l'usine d'incinération du Mirail.

Ce type de réseau est particulièrement intéressant pour les usagers d'un point de vue économique. En effet, la chaleur étant déjà produite, le prix du combustible n'est pas répercuté sur l'abonné. Au Mirail ce coût est de 66€ TTC/Mwh, soit une économie estimée de 15/20 % par rapport aux gaz. D'un point de vue écologique, le contenu CO2 du réseau est considéré comme nul.

La Métropole compte deux incinérateurs, celui de Gerland et celui de Rillieux-la-Pape. Ces incinérateurs fonctionnent en continu (7j/7) et 24h/24). Les usines traitent annuellement 370 000 tonnes d'ordures ménagères pour une production de chaleur injectée dans le RCU de 280 000 MWh. La quantité de chaleur cumulée des deux réseaux (Lyon Métropole et Rillieux) est de 467 000 MWh. Les usines ne permettent donc, en l'état actuel, de couvrir 100 % des besoins. Pour augmenter la quantité de chaleur produite, il faudrait soit augmenter le volume de déchets incinérés (ce qui serait contraire avec la volonté de la métropole de diminuer le nombre de déchets produits), soit améliorer l'efficacité de l'usine en la rénovant.

On peut également se poser la question du choix de valorisation des ordures ménagères, qui peuvent aussi être utilisées pour produire du biogaz par méthanisation.

Le potentiel de la Vallée de la Chimie

Les acteurs de l'énergie s'accordent sur le potentiel important de récupération d'énergie fatale dans la Vallée de la Chimie. D'après le diagnostic système-acteur du SDE, le gisement est de 455 GWh dont 217 valorisable avec les technologies actuelles. Cela représente plus de 150 % de la consommation de la collectivité (138 GWh). Valoriser cette énergie dans les RCU pose cependant des questions techniques, économiques et organisationnelles. D'une part, le transport de la chaleur doit se faire sur de longues distances et les coûts de canalisation induits sont élevés. D'autre part, il nécessite un accord entre les industries concernées et les exploitants du chaleur urbain. Des études de faisabilité sont en cours pour préciser les possibilités de valorisation de ce potentiel.

Ainsi, malgré leurs avantages économiques (pour l'utilisateur) et écologiques, le développement de réseaux 100 % Enr semble difficile à envisager à l'heure actuelle sur le territoire métropolitain. Les réseaux 100 % biomasse ne sont pas pertinents, l'énergie issue des usines d'incinération est déjà exploitée et les techniques d'exploitation de la chaleur produite par les usines de la vallée de la Chimie sont encore incertaines. On peut cependant tendre vers ce scénario en augmentant la part d'Enr dans le mix énergétique des réseaux existants. Dans la majorité des cas, cette question se pose en amont de l'opération d'aménagement et notamment lors de la (re)négociation de la délégation de service public avec l'exploitant.

III/ Le raccordement au réseau de gaz et au RCU

Quelques infos:

le réseau bois utilise 20 % de gaz

est-ce intéressant de relier au RCU un bâtiment déjà relié au RG (et qu'il ne soit alors alimenté plus que par le RCU), ou inversement ? Dans quelles mesures c'est intéressant, économiquement, environnementalement ? Et ensuite, est-ce qu'on les laisse tous les deux ou est-ce qu'on enlève le raccordement qui ne sert plus ?

Ou alors à un RCU que sur bases d'énergies renouvelables (ce n'est pas le cas à Lyon donc est-ce que la question se pose vraiment ?) et le RG permettrait de compenser les manques ?

Concernant la cohabitation sur le long terme des réseaux de gaz et chaleur, cette solution semble très peu utilisée. En effet, les jeux de concurrence entre les réseaux impliquent que cette solution n'est pas viable économiquement. Ne pas juxtaposer les réseaux permet d'éviter une concurrence économiquement préjudiciable à ces deux réseaux et ainsi d'optimiser les investissements publics. En effet on pourrait être tenté de combiner les deux réseaux pour pallier le manque d'efficacité éventuel du RCU. Toutefois la solution la plus courante est plutôt de raccorder au gaz le site de production lui-même. Il est alors possible de compenser l'intermittence des EnR. On peut prendre l'exemple d'un réseau alimenté par une chaufferie au bois qui utilise 20% de gaz. La majorité des sites de production sont alors dépendants du gaz concernant leur fiabilité.

Il est possible d'installer un réseau de gaz de manière temporaire en attendant la mise en place du réseau de chaleur urbain, lors du phasage de travaux d'aménagement. Cette éventualité est prise en compte par GRDF dans le calcul économique du coût du raccordement. En effet, si leurs bénéfices baissent au bout de quelques années, le rapport bénéfice sur investissement leur sera moins favorable, c'est donc à l'aménageur que reviendra la charge de payer une partie du coût du raccordement. De plus, relativement au point précédent, on considère que le réseau de gaz sera retiré de l'aménagement après la mise en route du RCU.

Cependant, on peut se poser la question de la pertinence du passage de réseau de gaz à réseau de chaleur. En effet, lorsque l'approvisionnement est déjà assuré par un réseau

aussi efficace, la décision du nouveau raccordement se fait en fonction des critères écologique et économique. Ainsi, même si le réseau de chaleur permet d'utiliser quasiment exclusivement des énergies renouvelables, le coût de raccordement est souvent très élevé en raison du faible maillage qu'il présente. On met en parallèle les deux enjeux économique et environnemental. La décision doit alors prendre en compte la distance de l'aménagement aux réseaux de chaleur existant, qui influe fortement sur la viabilité économique du projet.

De fait, la pertinence du réseau de chaleur urbain se pose essentiellement dans le cas d'un aménagement neuf se situant à proximité du réseau ou bien assez conséquent pour justifier son extension ou sa création.

D'une part, le raccordement d'aménagements urbains neufs rentre en cohérence avec les objectifs de la Métropole de Lyon de passer de 70 000 logements alimentés par les RCU à 220 000 en 2030. Cependant, on peut se demander si la création de nouveaux ensemble à aménager n'est pas contradictoire avec des orientations telles que la limitation de l'étalement urbain.

Freins et risques des solutions « réseaux » ? Atouts ?

Quel lien avec la politique énergétique de la Métropole ?

Conclusion : quelle solution paraît optimale ?

IV/ Elaboration de la matrice de décision

Les différents scénarios proposés précédemment possèdent chacun des avantages comme des inconvénients, et il n'est pas évident de déterminer le scénario le plus adapté lors d'une opération d'aménagement. C'est pour cela que nous avons établi une ébauche de matrice d'aide à la décision permettant de réunir les différents critères influençant le choix du scénario vers lequel se tourner. Voici ainsi l'ébauche de la matrice dont les critères vont être explicités :

Critères/Bâtiment	Bâtiment 1	Bâtiment 2	Bâtiment 3
Etat actuel du bâtiment			
Coût du raccordement au RG existant			
Coût du raccordement au RCU existant			
Les besoins énergétiques du bâtiment			
Les aides allouées au raccordement au RG			
Les aides allouées au raccordement au RCU			
Les besoins des bâtiments avoisinants			
Coût économique Scénario 1 (RG seul)			
Coût économique Scénario 2 (RCU seul)			
Coût économique Scénario 3 (les deux)			
Les sources locales d'EnR			
La proportion de biogaz dans le RG qu'on veut raccorder			
La proportion d'EnR dans le RCU qu'on veut raccorder			
Impact environnemental Scénario 1 (RG seul)			
Impact environnemental Scénario 2 (RCU seul)			
Impact environnemental Scénario 3 (les deux)			
Volonté de l'aménageur			
Les choix politiques et sociaux de la commune concernée (ici Lyon)			
Situation politique et sociale			
Solution finale retenue			

L'objectif est de construire une matrice permettant de choisir, selon différents critères, le scénario à adopter pour améliorer l'efficacité énergétique d'un aménagement. Pour cela, la matrice doit permettre d'évaluer le coût économique, environnemental et politique/social du bâtiment pour chaque scénario afin de déterminer quel scénario choisir (cela relève bien d'un choix qui diffère si on favorise l'aspect environnemental ou financier par exemple). Les trois scénarios sont les suivants :

- Scénario 1 : Relier au réseau de gaz (RG) seulement
- Scénario 2 : Relier au réseau de chaleur urbain (RCU) seulement
- Scénario 3 : Relier au réseau de chaleur urbain (RCU) à partir d'un aménagement déjà relié au réseau de gaz (RG)

Nous avons ainsi écarté le scénario de relier au RG à partir d'un aménagement déjà relié au RCU car cela ne présente aucun intérêt économique ou environnemental, ainsi que le scénario de ne relier à aucun des deux réseaux et d'utiliser des EnR locales, car ce n'est pas ce que nous étudions ici.

Ainsi, pour chaque scénario, trois coûts sont à évaluer :

- Le coût économique : le prix de l'aménagement selon le scénario
- L'impact environnemental : l'impact de l'aménagement sur l'environnement selon le scénario
- La situation politique et sociale : la cohérence de l'aménagement avec les volontés politiques et sociales locales, selon le scénario

Chaque coût est déterminé par plusieurs critères que nous allons détailler ci-dessous.

Coût économique

- **Etat actuel du bâtiment/aménagement** : cela correspond au raccordement actuel de l'aménagement, c'est-à-dire si celui-ci est déjà relié à un ou plusieurs réseaux, ou à aucun. En effet, la juxtaposition des deux réseaux n'étant pas viable économiquement parlant, il est important de prendre en compte le raccordement actuel.
- **Coût du raccordement au RG existant** (dépend de la distance et des besoins énergétiques du bâtiment) : le coût total du raccordement d'un bâtiment au RG dépend du coût du raccordement et des besoins énergétiques, ie les caractéristiques du bâtiment. GRDF calcul à partir de ces informations le bénéfice sur investissement B/I et si celui-ci est positif (supérieur à 1), GRDF prend tout en charge, sinon l'investisseur peut payer entre 10 000€ et 100 000€ selon la situation.
- **Coût du raccordement au RCU existant** (dépend de la distance et des besoins énergétiques du bâtiment) : diffère selon si on se trouve en zone dense ou non : environ 1500€/m linéaire en zone dense et 300€/m linéaire dans les zones moins denses.
- **Les besoins énergétiques du bâtiment** (dépend des caractéristiques du bâtiment, de ses usages et de l'emplacement de celui-ci) : cette donnée conditionne les coûts de raccordement aux différents réseaux.
 - *Pour le RG* : GRDF calcule le coût total (raccordement + besoins) en fonction du nombre et des types de logement ainsi que de la surface d'aménagement.
 - *Dans les autres cas* : il faut prendre en compte le nombre et le type de bâtiment, la surface, les usages et l'emplacement.
- **Les aides allouées au raccordement au RG** : il n'y a pas d'aides pour le raccordement au RG sachant que GRDF prend tout ou partie du coût en charge.
- **Les aides allouées au raccordement au RCU** : il y a plusieurs aides concernant le raccordement au RCU mais celles-ci ne sont valables que pour les réseaux de chaleur renouvelables. Existe ainsi le fond chaleur de l'ADEME, dispositif de soutien financier aux projets de chaleur renouvelable qui sont ou ont vocation à atteindre 50% d'énergie renouvelable. Il existe également certaines aides des collectivités territoriales et la TVA passe de 20% à 5,5% si il y a au moins 50% d'EnR dans le RCU.
- **Les besoins des bâtiments avoisinants** : il peut être avantageux économiquement parlant de passer du RG au RCU pour un aménagement si les bâtiments alentours peuvent également en bénéficier. En effet, en mutualisant les besoins de plusieurs bâtiments, le prix à l'habitant du raccordement au RCU est moindre et le coût économique de l'aménagement peut être écrasé. Les principes de sous-station commune ou de foisonnement sont parfois plus avantageux, il est donc important d'étudier leur rentabilité.

→ Le coût économique de chacun des trois scénarios peut ainsi être évalué à partir de ces caractéristiques.

Impact environnemental

- **Les sources locales d'EnR** : la présence de sources locales d'énergies renouvelables à proximité permet d'imaginer la création d'un RCU avantageux pour l'environnement. Il est en effet inutile au niveau environnemental de créer un nouveau RCU s'il n'y a pas d'énergies renouvelables dans ce réseau.
- **La proportion de biogaz dans le RG que l'on veut raccorder** : dans le cas où les deux réseaux possèdent des EnR, il faut pouvoir comparer les proportions d'EnR de chaque réseau pour pouvoir déterminer le plus efficient au niveau environnemental. On considère ici qu'il n'y a pas de hiérarchie entre les EnR, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'EnR meilleures pour l'environnement que d'autres. Pour pouvoir établir cette comparaison, il faut donc connaître la proportion de biogaz dans le RG que l'on souhaite raccorder.
- **La proportion d'EnR dans le RCU que l'on veut raccorder** : de même que précédemment, pour établir une comparaison environnementale entre les deux réseaux il faut connaître la proportion d'EnR présente dans le RCU que l'on souhaite raccorder. Sachant que dans le cas de Lyon, pour l'instant, le RCU est clairement plus avantageux car a une proportion d'EnR beaucoup plus grande (58% en 2017) que la proportion de biogaz dans le RG (1%).

→ La solution la plus respectueuse de l'environnement serait alors le scénario avec la plus grande proportion d'EnR, en prenant également en compte la proximité des sources de ces EnR.

Situation politique et sociale

- **Volonté de l'aménageur** : la volonté de l'aménageur de privilégier l'aspect financier ou l'aspect environnemental influera sur les critères à privilégier.
- **Les choix politiques et sociaux de la commune concernée** (ici Lyon) : il y a une volonté forte de la métropole de passer aux RCU, pour certains aménagements (type ZAC) il est même obligatoire de procéder à des études de faisabilité.

→ Les volontés des acteurs publics mais également privés entrent également en jeu et privilégient parfois un scénario par rapport à un autre. Dans notre cas, le choix de relier au RCU est clairement assumé par la métropole de Lyon.

Ainsi, les différents critères énoncés permettent d'évaluer les différents coûts du projet d'aménagement, et c'est alors à la personne en charge du projet de choisir quel(s) coût(s) privilégier par rapport à d'autres, et faire ainsi le choix d'un scénario. Cependant, ces critères ne sont pas tous chiffrés précisément et leur évaluation est majoritairement qualitative. Cette matrice est donc une première ébauche de matrice d'aide à la décision qu'il serait intéressant de détailler à l'aide de données plus précises.

Sources

<http://reseaux-chaaleur.cerema.fr/>

Place des réseaux de chaleur dans les nouveaux quartier, 21/03/2012, CETE Ouest

Fiche "acteurs des réseaux de chaleur", Décembre 2016

Fiche "coût de la chaleur et facturation, Cerema DTO

Fiche "coûts et aides publique", CETE Ouest

Fiche "Réseaux de chaleur et biomasse", Cerema Ouest, Février 2017

Fiche "Réseaux de chaleur et énergies de récupération", Cerema Ouest, mai 2017

Fiche "Réseaux de chaleur et géothermie, Cerema Ouest, mai 2017

Fiche "Réseaux de chaleur en France", Cerema Ouest, décembre 2016

<https://www.alec-lyon.org/need/collectivite-et-secteur-public/connaitre-les-politiques-energie-climat-de-mon-territoire/schema-directeur-energies/>

Diagnostic du système et des acteurs énergétiques 2017, mars 2017

<https://www.alec-lyon.org/ressources/fiches-reseaux-de-chaaleur-de-metropole-de-lyon/>

Fiches des différents réseaux de chaleur de Lyon

<https://viaseva.org/wp-content/uploads/2017/07/Annuaire-2016-2017.pdf>

Annuaire des réseaux de chaleur 2016/2017, Via Seva

Réseau de chaleur du Mirail

<https://www.lemondedelenergie.com/toulouse-reseau-chaaleur-renouvelable/2017/09/14/>

<https://www.groupe-coriance.fr/wp-content/uploads/2016/06/ENERIANCE-20170131-DP-inauguration-Bagatelle.pdf>

Chaufferie de Surville

<https://blogs.grandlyon.com/plan-climat/2018/08/02/la-chaufferie-biomasse-de-surville-sort-de-terre/>

Entretiens et échanges:

Muriel Labonne (CEREMA), Philippe JARY (CEREMA), Emmanuel Martinais (ENTPE /EVS-RIVES), Sandra ROSSINI (GRDF), Bertrand CONSOL (SERL), ...?

Retour enseignants

L'évaluation de votre dossier a été réalisée par Muriel Labonne du CEREMA et moi-même (Emmanuel Martinais). Notre appréciation est la suivante :

Sur la forme, le rapport est correct : il est bien présenté et plutôt bien illustré. En introduction, vous auriez pu rappeler la commande et indiquer la façon dont vous avez souhaité y répondre. Parce qu'on ne sait pas très bien, en engageant la lecture, où vous voulez aller et ça n'aide pas à la bonne compréhension de votre argumentation. Il manque également une conclusion en forme de synthèse qui aurait pu, par exemple, esquisser les pistes à suivre pour prolonger le travail et préciser la matrice.

Sur le fond, il semble que vous ayez eu un peu de mal à y voir clair et à vous dépatouiller de la commande. On reconnaît volontiers que le sujet était compliqué et que nous n'avons pas toujours été très cohérents dans nos recommandations. La partie sur le réseau de gaz, chiffrée, est globalement pertinente et bien documentée, malgré un faux-pas qui vous fait dire que le gaz est facile à stocker (pas si sûr en effet, c'est sans doute plus simple que l'électricité mais plus compliqué que la chaleur). La partie sur les réseaux de chaleur avec appoint gaz est également intéressante, malgré là aussi une ou deux erreurs (sur le R2 qui vous donnez en €/kWh, alors que c'est plutôt en €/kW, et sur les 1500€/ml qui se situent plutôt entre 1000€/ml et 1200€/ml en zone urbaine dense). En revanche, la partie sur le raccordement au réseau de gaz et au RCU n'a pas vraiment de sens : effectivement les bâtiments ne vont pas se raccorder en même temps au réseau de chaleur et au réseau de gaz. Ça n'a pas d'intérêt. Il aurait fallu vous orienter vers l'utilisation d'un appoint gaz au réseau de chaleur, appoint le plus faible possible grâce au recours à différentes EnR&R (et ne pas mettre de côté la géothermie, le solaire et la récupération de chaleur des eaux usées), voire nul en cas de gestion intelligente des différentes EnR&R et des besoins, avec du stockage par exemple. S'agissant enfin de la dernière partie, il faut vous féliciter de vous être risqués à proposer une matrice de décision, comme proposé dans le sujet. Elle est cependant difficile à appréhender à cause des colonnes "bâtiment 1, bâtiment 2, bâtiment 3". En effet, si chaque bâtiment fait son choix énergétique, la cohérence au niveau de l'aménagement n'est pas assurée. Néanmoins les 3 scénarios sont intéressants et le découpage économique-environnemental-politique/social aussi.

Nous vous avons mis la note de 14 (dont un petit bonus pour la matrice).