



UNE VISION AMBITIEUSE
ET UNE TRAJECTOIRE
DE TRANSFORMATION
PROGRESSIVE DU RÉSEAU
DE CHALEUR PARISIEN

1. LA VISION À 30 ANS DU RÉSEAU DE CHALEUR

Le réseau de chaleur parisien a une histoire riche de presque un siècle, depuis les années 1920 et sa création dans le quartier de la gare de Lyon, jusqu'au réseau couvrant aujourd'hui presque tout Paris et des centaines de kilomètres de canalisations transportant la vapeur jusqu'à 6 000 abonnés environ.

Et pourtant, c'est la première fois que ce réseau de chaleur va se doter d'un schéma directeur permettant de projeter son avenir jusqu'à l'horizon 2050. Il était temps de définir cette stratégie car ce séculaire outil de production de chaleur est sans doute à un tournant de son histoire.

Tout d'abord, le dérèglement climatique est à l'œuvre. La transition écologique et énergétique est indispensable, en France comme dans le reste du monde. À Paris, le développement du réseau de chaleur apparaît alors comme un puissant outil à la disposition de la collectivité pour proposer un mode de chauffage efficace aux Parisiens, en utilisant des énergies renouvelables et économes.

La deuxième raison tient aux questions qui se posent au réseau de chaleur parisien. Les enjeux auxquels il est confronté concernent bien sûr son mix énergétique encore insuffisamment à bases d'énergies renouvelables, mais aussi l'implantation de ses centrales de production très majoritairement hors de Paris, ou encore le fonctionnement du réseau d'alimentation et du réseau de retour d'eau. Mais les enjeux concernent aussi les conditions de raccordement, le service offert et son prix pour les abonnés et pour les utilisateurs finaux, dans un contexte d'une plus grande sobriété des usages et de l'accélération de la réhabilitation du bâti. Autant de sujets déterminants sur lesquels le Conseil de Paris est appelé à se prononcer et à trancher, pour faire du Schéma directeur du réseau de chaleur parisien un document politique débattu par tous ses élus et voté par eux.

Ce débat touche bien sûr au rôle économique, social et solidaire de cette organisation énergétique maillée et reliant Paris et les communes de la Métropole du Grand Paris. Le Schéma directeur de la chaleur parisien ne peut engager, formellement,

que le territoire parisien. Cependant, la Ville de Paris partage les objectifs de la Métropole du Grand Paris qui a lancé l'élaboration de son Schéma directeur énergétique en 2019. La Ville de Paris souhaite donc pouvoir inscrire l'avenir de son réseau de chaleur dans une dynamique positive pour les communes et les établissements publics territoriaux de la métropole engagés dans la transition énergétique.

Ainsi, l'élaboration de ce schéma directeur a associé les acteurs institutionnels et privés du secteur, la Métropole du Grand Paris et les communes concernées, les services et élus de la Ville de Paris ainsi que les citoyens parisiens lors de trois ateliers de concertation à l'automne 2018. Ces concertations ont été complétées par deux ateliers de travail réunissant les satellites de la Ville concernés et les représentants de l'État¹, ainsi que bien sûr l'administration parisienne et les élus de la Ville concernés.

LE SCHÉMA DIRECTEUR ÉNERGÉTIQUE MÉTROPOLITAIN EN PHASE D'ÉLABORATION (2019-2021)

La Métropole du Grand Paris (MGP) agit en interface étroite avec les établissements publics territoriaux, dont celui de Paris dans le domaine des énergies. La loi a confié à la Métropole du Grand Paris un rôle de mise en cohérence de la distribution d'énergie sur son territoire par l'élaboration d'un Schéma directeur énergétique métropolitain.

L'élaboration du Schéma directeur énergétique métropolitain a été lancée par la MGP pour coordonner les actions des collectivités en matière de maîtrise de la demande d'énergie, de développement de la production locale d'énergies renouvelables et de récupération, ou encore de l'optimisation des différents réseaux de distribution d'électricité, de gaz, de chaleur et de froid présents sur le territoire métropolitain.

La Métropole du Grand Paris s'est donné l'objectif d'aboutir avec tous les partenaires concernés à la validation de cette stratégie multi-énergie partagée

d'ici fin 2021 et indique que « ce schéma directeur devra intégrer aux problématiques d'évolution des réseaux de distribution énergétique ; les enjeux de maîtrise de la demande d'énergie et de production locale d'énergies renouvelables et de récupération, avec une approche partenariale, multi-énergie et territorialisée ».

La voie proposée par le schéma directeur est ambitieuse et nécessitera du temps pour se réaliser pleinement. Elle doit cependant être engagée dès à présent, pour être au rendez-vous des engagements du Plan Climat parisien et de la programmation pluriannuelle de l'énergie au niveau national et notamment aux objectifs assignés pour 2030. Cette stratégie doit aussi contribuer au programme politique de la collectivité pour amortir les impacts de la crise sanitaire, sociale et économique qui va atteindre un nombre important de Parisiens et d'habitants de la Métropole, au cours des prochaines années.

1.1 ENGAGER UNE MUTATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE DU RÉSEAU DE CHALEUR

Pour réussir ce développement quantitatif et qualitatif, **il est nécessaire d'entreprendre une véritable mutation du système industriel de la chaleur parisienne pour faire en sorte que la production locale devienne l'objectif à poursuivre pour répondre aux besoins liés aux usages actuels et futurs.**

Le premier constat fait par tous aujourd'hui est celui de l'ultra-dépendance des territoires urbains en matière d'énergie consommée et souvent produite ailleurs. À l'échelle de la Métropole du Grand Paris, l'APUR rappelle que 95 % de l'énergie consommée est produite ailleurs que sur son territoire et importée. L'énergie consommée est encore très majoritairement d'origine fossile ou fissile. Cette situation de dépendance est la même à l'échelle parisienne.

Un deuxième constat est celui de la prédominance des consommations énergétiques au profit des bâtiments, dans la métropole et plus encore à Paris. Hors transports (environ 17 % de la consommation énergétique finale dans la métropole), les bâtiments de logements représentent 61 % de cette consommation énergétique finale et les bâtiments d'activités 37 % du total (le solde étant les bâtiments industriels, 3 % seulement sur le territoire parisien). Quand on ajoute que les besoins de chauffage et d'eau chaude

sanitaire pèsent pour la moitié des besoins énergétiques des bâtiments, on imagine le rôle que peut jouer un réseau de chaleur au profit des habitants, des entreprises et des administrations.

Face à ces constats, le réseau de chaleur parisien apporte deux réponses fortes.

La première réponse est sa capacité d'accroître le recours à des énergies locales et renouvelables, à partir de l'atout déjà acquis de 51 % d'EnR&R dans son mix énergétique depuis 2016 et des projets à l'étude ou en développement, mais aussi de sa capacité à muter vers un réseau en eau capable de capter et mutualiser les nombreuses sources de chaleur fatale diffusées sur le territoire parisien.

La deuxième réponse est dans sa capacité de développement très important à partir du réseau existant. Le réseau de chaleur pèse pour 20 % des besoins de chaleur à Paris² et pourrait augmenter sa part de marché de 50 % au moins, et viser le tiers des besoins de chaleur à Paris, en 2050. Ce développement peut se traduire de plusieurs manières : gagner de nouveaux abonnés, parmi les immeubles déjà équipés d'un chauffage collectif, en augmentant de deux tiers le nombre de contrats existants d'ici 2050, notamment dans le champ des logements, sociaux et privés. L'analyse des cartes du réseau existant confirme que le potentiel d'immeubles situés dans des rues déjà parcourues par les canalisations d'alimentation est très important.

La croissance de la part du réseau de chaleur peut se faire également dans le volume des consommations énergétiques finales sur le territoire parisien, grâce à une optimisation de la chaleur produite par les installations actuelles et futures et grâce à la diminution des consommations énergétiques globales entre aujourd'hui et 2050, conformément à la trajectoire prévue par le Plan Climat parisien. En effet, le réseau public de chaleur a la capacité de fournir un confort de chauffage performant, tout en participant à la réduction des consommations énergétiques totales.

Il y a une troisième forme de développement du système de réseau de chaleur, dans sa capacité à proposer un ensemble de services énergétiques beaucoup plus large aux abonnés actuels et futurs. La performance de la régulation des installations de chauffage et l'optimisation des consommations, immeuble par immeuble, voire logement par logement, sont des possibilités de services désormais possibles grâce à la mise en place d'outils de communication, de supervision et d'amélioration des performances du système de distribution

1. La liste des participants et les comptes rendus des concertations et ateliers sont annexés au présent document.

2. Source ENERGIF 2018.

de la chaleur au sein des bâtiments. Joint à une stratégie de rénovation énergétique active par les propriétaires des bâtiments, ces nouveaux services associés à la distribution de chaleur auront un impact direct sur la réduction des consommations énergétiques et sur les factures pour les occupants, propriétaires et locataires.

C'est donc toute une organisation nouvelle qu'il faut mettre en place pour réussir cette mutation.

Elle concerne l'outil de production par la mobilisation des ressources EnR&R locales, par l'hybridation des systèmes locaux et globaux à l'échelle parisienne, métropolitaine, régionale et interrégionale. Elle concerne aussi l'optimisation des réseaux existants à Paris et autour de Paris, par des partenariats et des synergies à renforcer entre énergies... Elle implique aussi de pouvoir transformer les sites de production mutables ou de créer de nouveaux sites de production multi-énergie au bénéfice de plusieurs territoires partout où c'est possible.

1.2 FAIRE DU RÉSEAU DE CHALEUR LE VECTEUR PRIVILÉGIÉ D'ACCÈS AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES, À UN PRIX JUSTE ET MAÎTRISÉ POUR LES USAGERS

Cette mutation du réseau nécessite de nouveaux modèles d'organisation et le développement ou la création de nouveaux services énergétiques au profit des usagers, ménages, entreprises, associations et administrations. **Il s'agit ici d'une véritable révolution qui vise à se tourner vers l'aval et faire de la transition énergétique et écologique une action collective qui doit permettre les expérimentations, la responsabilisation de chacun, la prise en compte des initiatives de tous et la mise en œuvre de circuits courts...** Il faut maintenant faire ensemble cette transition, avec tous les citoyens et tous les acteurs associatifs et économiques qui le souhaitent.

En effet, la transition énergétique doit être au bénéfice des habitants et des usagers et non pas vécue comme une imposition négative. Elle doit être un outil de lutte contre les inégalités et de réduction de la précarité énergétique. L'habitat est un levier essentiel de l'action publique, tant il est le

garant de la stabilité des familles et des personnes, dans ce monde en transformation rapide.

À l'échelle francilienne, deux résidences principales sur trois sont considérées comme énergivores (étiquette E) ou très énergivores (étiquettes F ou G). Cette situation est encore plus aiguë sur le territoire parisien où 47,5 % des logements sont classés en étiquettes F ou G. Même s'il faut prendre avec prudence ces résultats issus d'enquêtes conduites avec les Diagnostics de performance énergétique (DPE), ils traduisent bien la faiblesse d'une partie du parc de logements parisiens et franciliens du point de vue énergétique.

Selon les chiffres de l'INSEE, un ménage français (métropole) paye en moyenne près de 1 400 €/an de facture d'énergie pour son logement (chauffage, eau chaude, cuisson et électricité), selon les estimations du modèle national Promothus (chiffres datant de 2015 – in Les acteurs économiques et l'environnement – édition 2017 – INSEE). Dans la région Île-de-France, la facture moyenne de chauffage varie du simple au double entre les intercommunalités de Grande Couronne : de 2 044 €/an (exemple de la Communauté de communes Gally-Mauldre, dans les Yvelines) à 1 128 €/an sur le territoire parisien³. La facture est inévitablement la plus élevée dans les grands logements (maisons individuelles) de Grande Couronne et plus faible dans les logements collectifs, plus petits (Petite Couronne et Paris). Mais surtout, cette facture doit être appréciée en fonction des revenus des ménages.

Bien sûr, la facture pèse plus lourdement sur les ménages aux faibles revenus, ce qui peut entraîner le phénomène de la vulnérabilité énergétique. L'INSEE considère comme vulnérable énergétiquement toute « *personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat* ». À Paris, on estime que plus de 68 000 ménages sont considérés comme étant en situation de vulnérabilité énergétique.

Au total, le taux d'effort pour le logement et le taux d'effort pour les dépenses énergétiques⁴ se cumulent à près de 25 % des dépenses par rapport au revenu des ménages franciliens et parisiens. Ce taux d'effort global est encore plus important pour les ménages aux revenus modestes et peut entraîner une part des

3. « *Se chauffer en Île-de-France : la petite taille des logements atténue le coût d'une performance énergétique médiocre* », Insee Analyses Île-de-France n°92, publié le 18 décembre 2018.

4. En matière de logement, le taux d'effort des ménages se définit comme la part de leur revenu consacrée au paiement du loyer ou au remboursement d'emprunt. On distingue le taux d'effort brut, qui prend uniquement en compte le montant du loyer ou des remboursements d'emprunt, du taux d'effort net, qui tient compte du versement des aides au logement. Le taux d'effort énergétique est défini par la prise en compte des dépenses énergétiques (dépenses en eau, électricité et combustible) des ménages. Ce taux ne varie guère depuis trente ans en Île-de-France et se situe en moyenne régionale à 6 %. Cf. « *500 000 ménages franciliens consacrent plus du tiers de leurs revenus à leur logement* » - Insee Analyses Île-de-France, n° 42, publié le 25 octobre 2016.

dépenses de logement et d'énergies supérieure à 40 % des revenus ! Dans l'unité urbaine de Paris, les jeunes, les chômeurs ou les étudiants sont les plus vulnérables, surtout s'ils louent de petits logements du parc privé. A contrario, dans le reste du territoire, les personnes âgées, les personnes vivant seules, dans de grands logements chauffés au fioul et datant d'avant 1975 sont les plus fragiles.

Face à ces différents constats de fragilité économique et de vulnérabilité énergétique, la transformation du réseau de chaleur parisien pourrait être un outil efficace pour aller dans le sens d'une plus grande solidarité entre les habitants et d'une meilleure maîtrise des dépenses énergétiques pour les plus modestes.

L'existence d'un réseau de chaleur permet de mutualiser le coût des énergies et le coût du service rendu entre les différentes catégories d'abonnés.

Trois leviers pourraient être mobilisés en ce sens : principalement, la mutualisation de l'effort grâce à des tarifs unifiés, couplés à une rénovation globale de leur patrimoine par leurs propriétaires ; dans un deuxième temps, la prise en compte des ressources et productions locales des bâtiments ou des quartiers pourrait contribuer à diminuer la facture brute sur le long terme

et faire des abonnés des acteurs énergétiques et non plus seulement des consommateurs ; enfin, l'intégration de services énergétiques sur toute la chaîne de la chaleur urbaine démultiplie les bénéfices économiques, environnementaux ou sociaux au profit de tous.

L'existence d'un réseau de chaleur permet de mutualiser le coût des énergies et le coût du service rendu entre les différentes catégories d'abonnés. Dans le cas parisien, la typologie très large entre les abonnés tertiaires (bureaux, équipements publics, grands commerces...), les bailleurs sociaux et les copropriétés permet une répartition plus juste que les factures des ménages disposant d'un chauffage individuel. Avec le développement d'énergies renouvelables représentant 75 % puis 100 % du mix énergétique du réseau de chaleur, c'est progressivement une tarification homogène et aux évolutions dans le temps les plus maîtrisées qui soient, qui se met en place et qui préviendra contre les mouvements inévitablement ascendants des prix des différentes énergies fossiles sur le moyen et le long terme.

La mutualisation des tarifs entre les grandes catégories d'abonnés doit être couplée avec une recherche de l'optimisation énergétique des bâtiments raccordés. Ces tarifs publics maîtrisés ne doivent pas avoir un effet désincitatif pour les propriétaires

dans la rénovation énergétique de leur bâtiment, que ce soit dans le cadre du « décret tertiaire » qui entre progressivement en vigueur, ou bien des réglementations thermiques pour les constructions neuves (RE 2020), ou bien encore de manière spontanée et volontaire pour tous les immeubles de logements existants. Au total, ce premier levier peut avoir pour effet de stabiliser durablement le taux d'effort énergétique lié au chauffage et à l'utilisation de l'eau sanitaire.

Un deuxième levier peut être également, au niveau des propriétaires de bâtiments, de participer à la production d'énergies renouvelables, directement sur l'emprise de leur bien. Cette dynamique, mise en place par la collectivité et reposant notamment sur les actions de développement et de mutation du réseau de chaleur, permettra de faire des propriétaires immobiliers des partenaires de la production d'EnR&R à Paris, générateurs de dépenses énergétiques moindres, voire de recettes liées à la vente de cette énergie pour le réseau de chaleur. Dans ce cas, la maîtrise énergétique ne passe plus seulement par la réduction des consommations mais aussi par une action de production d'EnR&R, encouragée et aidée par la collectivité et son réseau de chaleur.

En troisième lieu, la dynamique globale voulue par la collectivité et le maillage de la chaleur urbaine entre les unités de production, les canalisations d'alimentation et de retour, les stations d'échange dans les bâtiments ou plus près des constructions, rendent possible la mise en action des entreprises, des copropriétés, des associations, des citoyens et des associations au profit d'une politique énergétique multiréseau et multi-usage. Il n'est pas question de transformer tous les immeubles parisiens en lieux de production d'EnR&R ou de faire de tous les îlots bâtis des boucles d'échange d'énergie. En revanche, il est possible et plus facile de développer des logiques de partage d'énergies à travers les connexions de réseaux de chaleur et d'électricité par exemple, avec les propriétaires, les gestionnaires et les locataires volontaires, que d'essayer de susciter une telle mutualisation en dehors du réseau public. Là encore, la collectivité publique doit être facilitatrice et son réseau public de chaleur peut en être une cheville ouvrière performante.

Bien sûr, le réseau de chaleur n'a pas la vocation de monopoliser toutes les initiatives dans ce domaine mais **sa présence sur une grande partie du territoire parisien et sa logique bidirectionnelle, amont-aval, sous-tendue par sa capacité à capter une multitude de gisements de chaleur fatale diffuse sur le territoire, lui permettent d'être un des grands acteurs dans ce domaine**, aux côtés des autres distributeurs d'énergie, des grands propriétaires immobiliers publics et privés, ou des entités associatives ou économiques voulant s'investir dans ce champ encore insuffisamment défriché à Paris.

LES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE

En France, les 781 réseaux de chaleur existants en 2018 ont délivré environ 25,4 TWh durant cette année. En dix ans, les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) sont passées de 27 % à 57,1 % des énergies utilisées par les réseaux de chaleur. Les réseaux démontrent leur capacité à mobiliser les énergies disponibles localement, en premier lieu la chaleur de récupération provenant des unités de valorisation énergétique des déchets (UVE) à hauteur de 25 % puis de la biomasse pour 22 % ou encore de la géothermie avec 5 %.

Un groupe de travail a été constitué de mars à juillet 2019 avec une centaine de participants et l'animation de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Les propositions faites par le groupe de travail visent à renforcer l'attractivité des réseaux de chaleur et de froid, leurs bienfaits pour les consommateurs et l'environnement, ainsi que leur compétitivité économique. L'objectif est d'inciter les collectivités territoriales et leurs partenaires à agir dès maintenant pour atteindre les objectifs nationaux à l'horizon 2030.

Le réseau de chaleur parisien représente 20 % de la chaleur délivrée en France et 50 % de celle distribuée en Île-de-France. On peut lire également ces chiffres comme le signe du poids du réseau parisien, mais on peut les lire aussi comme le faible rôle des réseaux de chaleur en France aujourd'hui. La France n'arrive qu'au 20^e rang européen pour la place des réseaux de chaleur dans le chauffage résidentiel ou tertiaire ! 5 % du chauffage en France provient des réseaux de chaleur. Les objectifs fixés par la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) sont d'atteindre 61 TWh/an en 2030, ce qui ne porterait le recours aux réseaux de chaleur qu'à 8 % des besoins de chauffage en France...

Il y a donc un énorme potentiel de développement des réseaux de chaleur sur le territoire français. À son niveau, le réseau de chaleur parisien peut y contribuer de manière significative !

Entre 2021 et 2030, il est impératif de lancer et réussir un premier plan d'action concret en s'appuyant sur les tendances positives et les atouts du réseau de chaleur parisien. Cela permettra de réagir à l'urgence climatique avec des mesures fortes de refondation à court terme et de tracer la route vers le premier jalon ambitieux posé par le Plan Climat parisien pour le réseau de chaleur : 75 % d'EnR&R en 2030. Cela permettra de reposer les bases du système industriel et serviciel du réseau de chaleur urbaine dans le sens voulu par la collectivité.

D'ici à 2050, ce plan d'action se poursuivra avec les actions de fond structurantes déjà engagées en première période et avec de nouvelles actions qui nécessitent du temps et des ressources supplémentaires, pour effectuer de grands changements organisationnels et infrastructurels. **Outre l'objectif de parvenir à 100 % d'énergie renouvelable et de récupération dans 30 ans, il s'agira de réussir la mutation sociale, solidaire et économique du réseau de chaleur parisien.**

1.3 LES QUATRE PRINCIPAUX DÉFIS À RELEVÉ POUR TRANSFORMER LE RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN ET L'ANCER PLEINEMENT DANS LE XXIE SIÈCLE

L'avenir du réseau de chaleur parisien doit ainsi relever quatre principaux défis :

- Apporter une chaleur renouvelable au plus grand nombre de Parisien.ne.s.
- Devenir durablement un mode de chauffage accessible.
- Être résilient aux aléas causés par le changement climatique.
- Représenter un outil au service des Parisien.ne.s pour le développement harmonieux et écologique de la Ville de Paris et de la Métropole du Grand Paris.

1.3.1 UN RÉSEAU CLÉ DE VOÛTE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE À PARIS

La force d'un réseau de chaleur est de permettre à un territoire de prendre la main sur son avenir énergétique. En effet, à la différence des réseaux de gaz et d'électricité, sa gouvernance est locale, et il est possible d'agir sur ses modes d'approvisionnement énergétique pour viser une énergie totalement décarbonée à une échéance compatible avec l'urgence de la lutte contre le dérèglement climatique. C'est donc un levier accessible et puissant de l'action publique à l'échelon communal, qui peut faire basculer rapidement plusieurs milliers, voire centaines de milliers de logements du fossile vers le renouvelable. **En véhiculant une énergie renouvelable locale mutualisée avec un coût très stable dans le temps, les réseaux de chaleur sont complémentaires à une politique de promotion de la sobriété et de la réhabilitation énergétique, qui s'envisage également dans le temps long.**

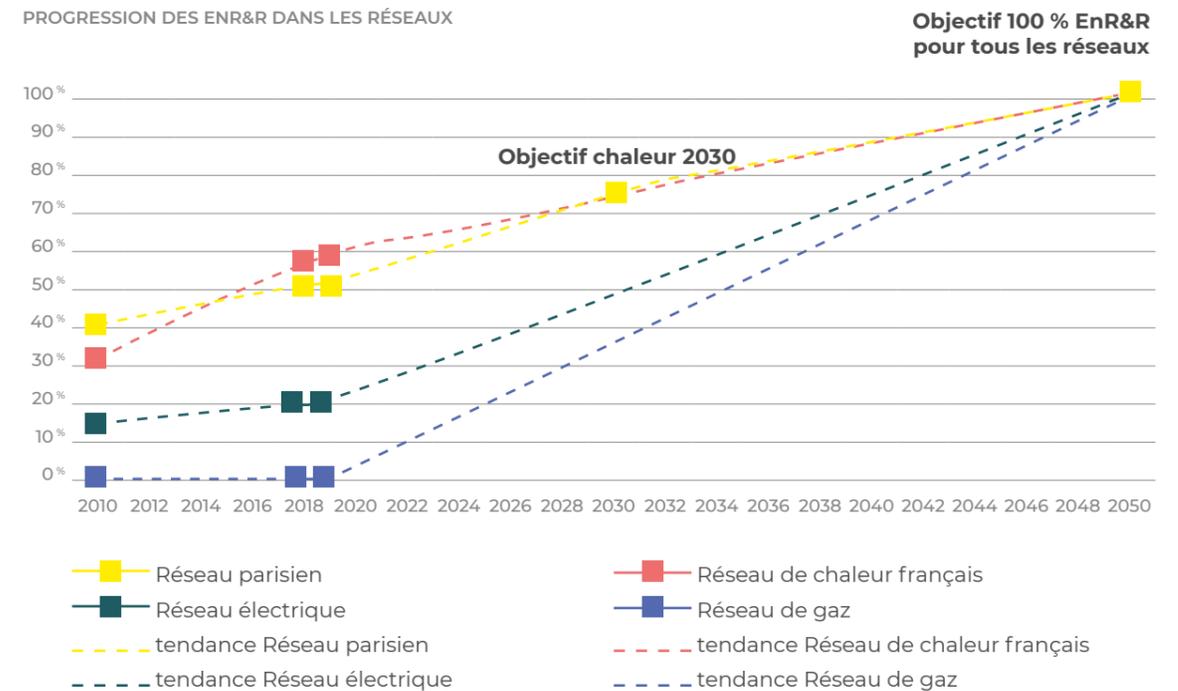
La Ville de Paris a la chance de disposer du plus grand réseau de chaleur en France (qui est aussi un des plus grands réseaux de chaleur au monde

1. LA VISION À 30 ANS DU RÉSEAU DE CHALEUR

à la 11^{ème} place au niveau mondial) : la chaleur livrée par le réseau représente 20 % de la consommation française de chaleur et 50 % de celle d'Île-de-France. **L'atteinte des objectifs nationaux ambitieux donnés aux réseaux de chaleur, notamment dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (livraison en hausse de +74 % en 2023 et de +220 % à +260 % en 2028), dépendra donc fortement des choix qui seront faits à Paris pour son réseau de chaleur.** Le Plan Climat parisien a fixé les objectifs en termes de mixité énergétique : en 2030, 75 % de l'énergie

délivrée par le réseau devra être renouvelable ou de récupération (EnR&R), 100 % à l'horizon 2050. Avec 51 % de la chaleur produite à partir d'EnR&R, le réseau de chaleur parisien devance largement les réseaux d'électricité et de gaz pour qui ce taux au niveau national descend respectivement à 20 % et 0,49 % en 2019 (source RTE et GRTgaz). Il apparaît selon le graphique ci-dessous que les réseaux de chaleur partent avec un temps d'avance et sont sur la bonne trajectoire pour atteindre une mixité à 100 % d'EnR&R en 2050. ▼

PROGRESSION DES ENR&R DANS LES RÉSEAUX



Son mix énergétique actuel et sa capacité à se verdier, à capter et mutualiser les sources de production d'EnR&R locales sur le territoire parisien et métropolitain en font ainsi le principal levier à disposition de la Ville de Paris pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

L'atteinte de ces objectifs nécessitera d'engager une politique volontariste de la Ville de Paris en faveur du verdissement de son réseau de chaleur. Il sera nécessaire d'abaisser la température de distribution du réseau, pour démultiplier les possibilités d'approvisionnement. Le réseau devra ainsi se structurer en deux couches :

- un réseau « vapeur », assimilable à un réseau de transport longue distance maillé,

alimenté par l'énergie issue de l'incinération des déchets, de la combustion de la biomasse et des Combustibles solides de récupération (CSR), des biocombustibles liquides ou gazeux ;

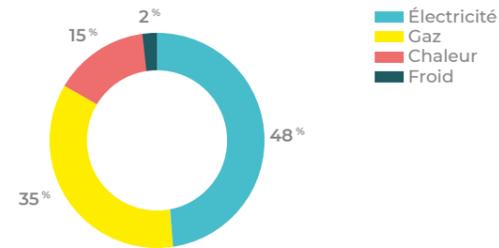
- un réseau « eau chaude », assimilable à un réseau de distribution plus local, sécurisé par la vapeur, et alimenté par de nouvelles sources locales basse température : la géothermie, la chaleur fatale issue de la production de froid, la chaleur des data centers, la récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées et le réseau d'eau non potable, la chaleur solaire, voire les condensats du réseau vapeur. Ce réseau complémentaire facilitera l'émergence de productions décentralisées, potentiellement citoyennes et plus facilement insérées dans le tissu urbain.

Ce verdissement progressif devra prendre en compte l'évolution de la politique de gestion des déchets et notamment l'objectif « zéro déchet non valorisé » du Plan Climat parisien. Ainsi, les capacités d'incinération des Usines de valorisation énergétique (UVE) du SYCTOM iront probablement en diminuant à l'image du chantier de rénovation de l'UVE d'Ivry qui réduira de moitié sa capacité à l'horizon 2023-2024. Les parts de marché à Paris sur la distribution d'énergie (hors mobilité) sont largement dominées par l'électricité (48 %) et le gaz (35 %). Si la chaleur n'est pas substituable à toutes les énergies et tous les usages, notamment l'électricité et l'usage « cuisson », un grand nombre de bâtiments peuvent encore contribuer à l'atteinte des objectifs du Plan Climat en se raccordant au réseau de chaleur devenu de plus en plus vertueux : **le potentiel de densification est estimé entre 20 à 30 %**.

Il faut néanmoins être vigilant quant à deux phénomènes qui, sans être une tendance généralisée, s'observent aujourd'hui et peuvent présenter un risque externe non négligeable vis-à-vis du développement du réseau de chaleur :

- la transition de copropriétés dotées de systèmes collectifs de chauffage vers des équipements individuels ;
- la transition de petits sites tertiaires vers des solutions électriques mixtes chaud/froid plutôt qu'un raccordement à deux réseaux.

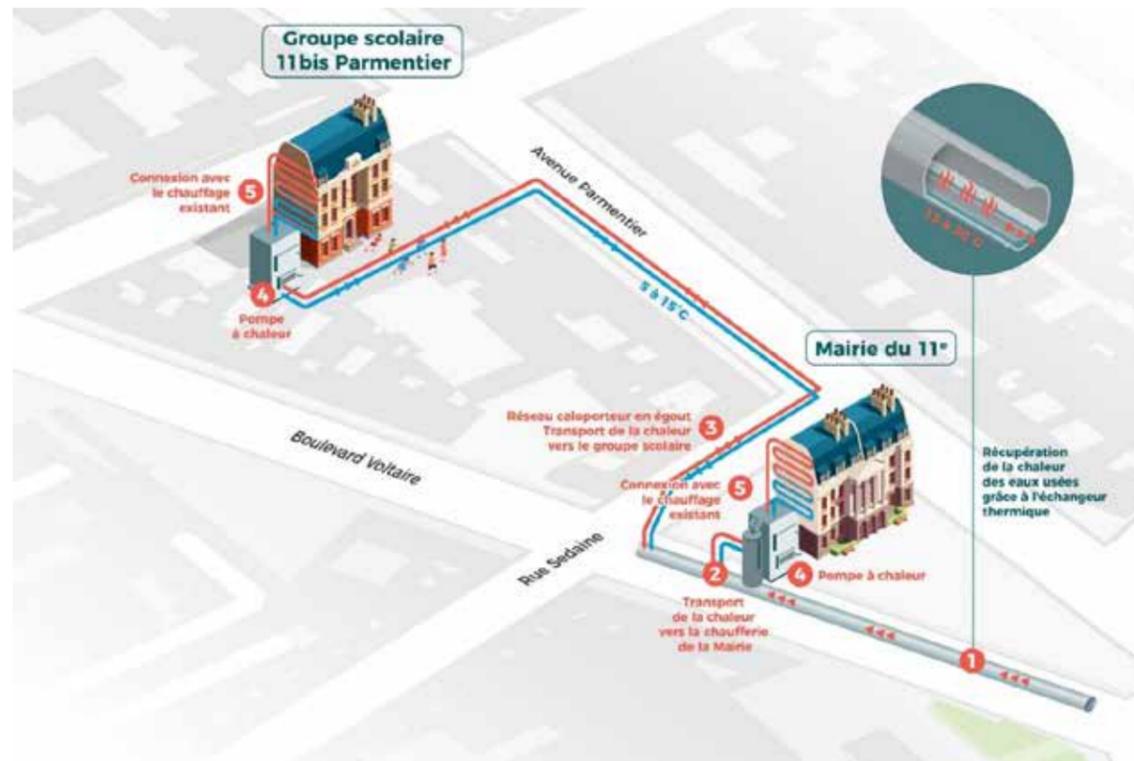
PART DE MARCHÉ ÉNERGIE 2019 HORS TRANSPORT



Source : données CRAC concessionnaires

Le réseau de chaleur constitue, ainsi, **une réponse concrète pour :**

- **éradiquer le chauffage collectif au fioul dans la capitale** (un peu plus de 1 000 copropriétés sont encore chauffées au fioul à Paris), en proposant une alternative vertueuse et durable ;
- **développer au maximum de leurs capacités les énergies thermiques locales, fatales ou renouvelables, en les collectant et en les mutualisant** entre des centaines de consommateurs, pour éliminer les plafonds de verre de l'intermittence et de l'adéquation entre production et besoins.



1.3.2 UN RÉSEAU PLUS EFFICIENT, AU COÛT MAÎTRISÉ, AU PROFIT D'UN PLUS GRAND NOMBRE D'USAGERS

Le Plan Climat parisien, en fixant des objectifs ambitieux pour les réseaux de distribution d'énergie et particulièrement pour le réseau de chaleur urbaine, pose **une équation complexe à résoudre pour le futur service public de la chaleur parisien**.

Le réseau de chaleur devra tout d'abord faire face à trois évolutions de fond qui auront tendance à renchérir le coût de l'énergie livrée, toutes choses égales par ailleurs :

- **Le verdissement du réseau**, tout d'abord, nécessitera d'investir dans l'adaptation des outils de production existants puis dans la création de nouvelles unités de production de chaleur à partir d'EnR&R lorsque cela s'avérera nécessaire. La priorité devra être donnée à la sortie du charbon d'ici 2024 en adaptant les chaudières de l'usine de Saint-Ouen, puis au verdissement des autres sites de production de chaleur utilisant des énergies fossiles (gaz naturel), généralement moins coûteuses que les EnR&R. Ce verdissement nécessitera également de convertir en partie le réseau vapeur en eau chaude pour maximiser la captation des EnR².
- **En parallèle, les consommations des clients du réseau de chaleur diminueront** du fait, d'une part des efforts de sobriété et de maîtrise des consommations, d'autre part de la poursuite, voire de l'accélération des actions en faveur de la rénovation énergétique des bâtiments et, enfin, du réchauffement climatique. Cette évolution des consommations viendra réduire les recettes du futur service public de la chaleur.
- **L'amélioration de la résilience**, enfin, nécessitera également d'investir dans la modernisation du réseau de chaleur, notamment au risque de crue auquel le réseau est très exposé.

Ces évolutions auront lieu dans un contexte où **la chaleur souffre d'un déficit de compétitivité et de notoriété** par rapport au chauffage au gaz naturel et où l'évolution de la politique de gestion des déchets, et notamment l'objectif « zéro déchet non valorisé » du Plan Climat parisien, viendra probablement réduire les capacités d'incinération des usines de valorisation énergétique.

Le réseau de chaleur parisien dispose toutefois des trois principaux atouts suivants qui lui permettront de relever ces défis :

- **Le potentiel de densification « au pied du réseau »** (existant), tout d'abord, est très important et rare. La hausse du nombre d'abonnés apportera de nouvelles ressources financières

permettant d'investir dans le réseau et, ainsi, de répondre, d'une part, aux besoins de modernisation et d'amélioration de sa résilience et, d'autre part, aux objectifs de verdissement du Plan Climat.

- **Sa gouvernance locale**, ensuite, permet d'agir plus simplement sur ses modes d'approvisionnement énergétique et sur son modèle d'organisation, pour viser une énergie totalement décarbonée à une échéance compatible avec l'urgence de la lutte contre le dérèglement climatique.
- **La taille et l'importance du réseau de chaleur parisien**, enfin, sont des atouts en ce qu'elles justifient possiblement un traitement à la hauteur des enjeux, notamment dans la recherche de subventions provenant de l'ADEME et/ou de l'État, de la Région Île-de-France, de la Ville de Paris, voire de l'Union européenne.
- S'agissant d'un Service public d'intérêt commercial, le service public de la chaleur parisienne doit et devra, dans les conditions législatives actuelles, équilibrer ses charges par ses ventes de chaleur. **Cet équilibre économique est fragile et sera complexe à atteindre en l'absence de soutiens et aides extérieurs au service public de la chaleur urbaine mais aussi sans avoir recours à des montages tarifaires et contractuels innovants.**

Il sera indispensable d'agir sur plusieurs points :

- améliorer **l'efficacité énergétique du système**, pour, à production égale, diminuer les pertes et vendre plus d'énergie :
 - diminuer l'énergie dissipée lors de la distribution, en abaissant sa température de fonctionnement ;
 - améliorer l'efficacité des postes de livraison et mieux collecter l'énergie non utilisée par les usagers (les « retours condensat ») ;
 - développer des solutions de stockage et d'effacement des pointes de consommation pour produire autant d'énergie avec moins de réserve de puissance.
- augmenter le **nombre d'usagers desservis** : en priorité sans aller chercher très loin, en raccordant les bâtiments le long du tracé actuel : Paris est la sixième ville la plus dense du monde, ce qui en fait un terrain idéal pour un réseau de chaleur.
- s'inscrire dans le temps long pour **la tarification de la chaleur** :
 - en mutualisant en partie les coûts de raccordement ;
 - en lissant dans le temps le tarif et les investissements nécessaires ;
 - en développant des soutiens financiers à la décarbonation de la ville.

Ces évolutions s'inscriront dans un contexte où le gaz et l'électricité feront également leur mue vers des énergies non fossiles et verront leurs coûts augmenter par l'effet conjugué d'une plus juste contribution à la pollution carbone et aux efforts

réalisés pour leur propre verdissement. Ces évolutions renforceront également la compétitivité de la chaleur par rapport au gaz notamment.

1.3.3 UN RÉSEAU ACTEUR DE LA VILLE SOLIDAIRE ET INCLUSIVE

Pour que la transition énergétique soit comprise et acceptée, elle doit associer très largement les usagers des réseaux d'énergie aux choix et aux décisions prises, appelant à un renouveau dans la relation entre l'opérateur de réseau, la Ville de Paris et les usagers du réseau de chaleur.

À ce titre, **la multiplication de boucles d'eau chaude locales est une opportunité pour imaginer et tester de nouvelles formes de gouvernance reposant notamment sur l'échange d'énergie** entre des bâtiments producteurs et d'autres consommateurs, selon le moment de la journée, sur des solutions de stockage d'énergie, sur des échanges bidirectionnels entre l'opérateur du réseau de chaleur et ses clients mais aussi sur des échanges entre différentes énergies.

Car des synergies sont possibles avec les réseaux de gaz et d'électricité par biais de cogénération et trigénération, chaudière hybride, microgénération, power-to-gas notamment. Leur mise en œuvre permettra de mutualiser les infrastructures, limiter les coûts de renforcement de certains réseaux, notamment électriques, et partager les EnR&R. **Ces synergies devront être encouragées et, ce faisant, replaceront le réseau de chaleur au centre d'un écosystème de partage énergétique sur le territoire de la Ville de Paris entre systèmes centralisés et décentralisés.** ▼

Des ambassadeurs de l'énergie, véritables acteurs de terrain au service des Parisiens au quotidien, permettront d'accompagner et d'orienter les usagers vers des solutions énergétiques qui peuvent s'avérer complexes et techniques et qui décourageraient en temps normal leur mise en place. En complément, ils apporteront également un support et une orientation dans les projets d'économie d'énergie, que ce soit à l'échelle individuelle ou collective. Plus largement et de façon connexe à l'activité de distribution de chaleur plus classique, de nouveaux services aux usagers de la chaleur se développeront, tels que des services d'accompagnement et de conseil à la sobriété et à l'efficacité énergétique, ou encore de lutte contre la précarité énergétique, à travers des écogestés, par exemple.

Par ailleurs, **un réseau de chaleur majoritairement, voire intégralement renouvelable est une infrastructure de résilience face à l'instabilité du prix des énergies conventionnelles**, en particulier dans les périodes de crises climatiques, économiques, géopolitiques ou encore sanitaires. Cette stabilité tarifaire devra être retranscrite dans **une nouvelle tarification** de la vente de la chaleur, qui sera **plus équitable**, en répartissant mieux les charges du service public, mais aussi **plus solidaire**, en mutualisant les charges de chauffage urbain avec un plus grand nombre, et in fine **plus inclusive**, en garantissant ainsi un accès plus large à cette énergie grâce à une compétitivité qu'il faudra retrouver.

Un réseau de chaleur majoritairement, voire intégralement, renouvelable est une infrastructure de résilience face à l'instabilité du prix des énergies conventionnelles.

Le réseau de chaleur est aujourd'hui une infrastructure d'économie circulaire, en récupérant la chaleur issue de l'incinération des déchets pour la redistribuer au sein de la Ville de Paris et ses communes voisines. Il devra le rester, en relocalisant davantage l'approvisionnement énergétique et les emplois associés, vers des filières de production métropolitaines, jusqu'à une multitude de productions locales et citoyennes à l'échelle du bâtiment. **Cette relocalisation d'une partie de la production d'énergie dans Paris, au cœur des quartiers, renforcera la responsabilité mais aussi la réappropriation individuelle et collective vis-à-vis de la consommation d'énergie, dans une logique de « circuit court ».** Cette démultiplication des sources de production nécessitera d'engager une réflexion sur le pilotage de la production, qui devra être à la fois décentralisée mais coordonnée et, donc, nécessairement digitale.

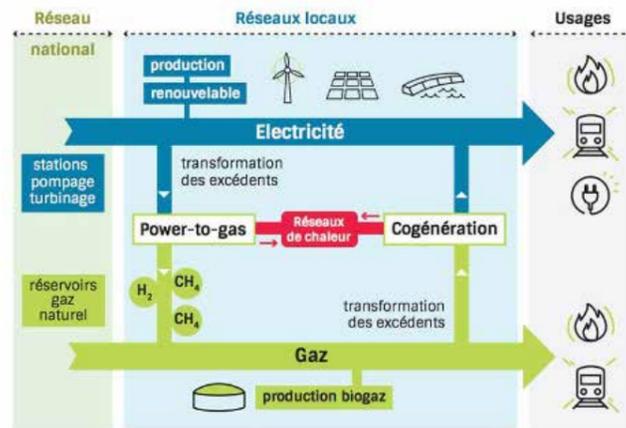


Figure 1 : schéma des synergies entre réseaux - Source : négaWatt

1. LA VISION À 30 ANS DU RÉSEAU DE CHALEUR

De nouveaux modèles basés sur les concepts de l'économie de la fonctionnalité territoriale devront ainsi être inventés par la Ville de Paris et l'exploitant du réseau pour faire en sorte que les abonnés et les usagers participent activement à l'efficacité globale du système en produisant, stockant, déléguant ou différant certains de leurs besoins, grâce à un réseau thermique bidirectionnel et intelligent ou « smart heat grid », faisant appel de plus en plus à la basse température.

1.3.4 UN RÉSEAU EN COHÉRENCE AVEC LE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL ET RESPECTUEUX DU MÉTABOLISME DE LA CITÉ

Le réseau d'aujourd'hui dépasse déjà les limites du boulevard périphérique : il dessert 16 villes voisines et, au-delà, il fournit en chaleur de nombreux réseaux de la Première Couronne. Aujourd'hui, environ 90 % de l'énergie injectée dans le réseau est produite au-delà du boulevard périphérique sur le territoire de 5 villes voisines. Sa capacité à écouler la quasi-totalité de la chaleur issue de l'incinération des déchets du SYCTOM réduit le coût de traitement des déchets des ménages du territoire de l'agence métropolitaine des déchets ménagers.

Compte tenu de l'ambition très forte de verdissement du réseau de chaleur parisien à l'horizon 2030 d'abord (75 % d'EnR² dans le mix) puis à l'horizon 2050 (100 % d'EnR² dans le mix), un travail de concert avec les communes hébergeant ces installations de production et, potentiellement, de nouvelles installations centralisées sera à poursuivre et amplifier, pour pour des bénéfices partagés. Il s'agit là de **renforcer le dialogue et la coopération avec les collectivités voisines de la Ville de Paris dans le cadre d'un développement et d'une croissance du réseau, qui contribuera à la transition énergétique de ces communes, à une meilleure intégration architecturale des installations de production, à une limitation des nuisances liées à l'acheminement des combustibles et à une limitation des émissions de polluants.**

Enfin, le poids du réseau de chaleur parisien dans la consommation énergétique de la Métropole du Grand Paris (la consommation parisienne représente la moitié de la consommation de chaleur en Île-de-France) en fait un acteur incontournable de sa programmation énergétique.

Pour toutes ces raisons, le réseau de chaleur parisien est intrinsèquement un véritable objet support de collaboration territoriale de long terme, rôle qu'il devra renforcer dans les années à venir (action n°12).

Un réseau énergétique distribuant une énergie renouvelable rendra le territoire attractif en facilitant le respect de la future réglementation énergétique des bâtiments (RE 2020 applicable à partir du 1^{er} janvier 2022) pour de nouveaux bâtiments ou des réhabilitations ambitieuses. S'il est consommateur de foncier, il est aussi un levier de développement. Il peut venir structurer l'îlot, le quartier, par des boucles énergétiques locales qui mutualisent et facilitent l'autoconsommation de sources de chaleur in situ. La mixité des opérations, voire l'intégration au tissu urbain de nouveaux services industriels (data center, productions combinées de chaud et de froid), trouvent alors d'autres vertus. S'il est capable de collecter et de valoriser la chaleur inhérente à la production de froid, le réseau de chaleur participera à l'insertion environnementale des nouvelles unités de production centralisées du réseau de froid, et à la lutte contre les îlots de chaleur urbains.

La perspective prochaine de l'élaboration d'un PLU bioclimatique parisien, qui prend en compte et s'inscrit dans la trajectoire des accords de Paris et du Plan Climat, sera l'occasion d'approfondir le rôle et la place réservée au réseau de chaleur dans la ville et la traduction de l'objectif de son développement dans des éventuelles orientations ou règles. En effet, ce futur texte encadrera l'urbanisme parisien pour une quinzaine d'années, qui seront charnières dans la lutte contre le réchauffement climatique mais aussi pour le développement du réseau de chaleur. Ce sera l'occasion d'étudier comment l'aménagement peut contribuer à la stratégie énergétique globale de la Ville de Paris, notamment en termes d'emprise foncière pour les unités de production centralisées, de programmation de ZAC, d'insertion architecturale des productions solaires diffuses, par exemple.

Pour autant, la mise en place et l'entretien d'un réseau de chaleur sont générateurs de travaux importants de par la taille des canalisations et de leur positionnement sous la chaussée. **Pour que le réseau de chaleur accompagne le développement du territoire et ne soit pas un frein ou une source de nuisance, il devra être innovant pour, d'une part, ne pas nécessiter des ouvertures de chaussée récurrentes et, d'autre part, utiliser, lorsque c'est possible, les galeries et ouvrages visitables souterrains.** À ce titre, un renforcement de la coordination des travaux entre les concessionnaires et, dans la mesure du possible, une certaine mutualisation apparaissent dès lors essentiels. **L'adhésion des mairies d'arrondissement aux ambitions du Schéma directeur de la chaleur est, pour ces raisons, un facteur clé de succès de sa bonne mise en œuvre.** La Ville de Paris a déjà initié une démarche d'optimisation de la coordination de travaux pluriannuelle et par arrondissement. Cette démarche doit se poursuivre.

2. L'ÉVOLUTION DU SERVICE PUBLIC DE CHALEUR DANS LES DIX PROCHAINES ANNÉES

2.1 SYNTHÈSE

En 2030, l'atteinte d'un taux d'EnR&R de 75 % impliquera d'étudier toutes les possibilités de verdissement du réseau : captation des EnR&R diffuses, mutation progressive des unités existantes de production centralisées vers les EnR&R et mise en service de nouvelles unités de production de vapeur à partir d'EnR² (installations valorisant, par exemple, les Combustibles solides de récupération, la biomasse).

La captation des énergies nouvelles et fatales (récupération de chaleur des centrales de froid, solaire thermique, data center, etc.) nécessitera de développer une dizaine de kilomètres de réseau en eau chaude (dont la température est plus basse que la vapeur). La relocalisation d'une partie de la production d'énergie dans Paris, au cœur des quartiers, renforcera la responsabilité mais aussi la réappropriation individuelle et collective vis-à-vis de la consommation d'énergie, dans une logique de « circuit court ».

D'ici 2030, les projets d'aménagement et les réhabilitations devront, pour s'inscrire dans l'objectif de leur neutralité carbone, privilégier des productions thermiques renouvelables préférentiellement locales, qui seront mutualisées en boucles d'eau chaude locales en incluant autant que possible les quartiers voisins, pour rendre possible à terme la transformation du réseau vers un écosystème d'acteurs énergétiques locaux.

La mobilisation seule des ressources fatales diffuses et non délocalisables, en s'élevant à 2 % du mix en 2030, sera très insuffisante pour atteindre un taux de 75 % d'EnR&R en 2030. Le réseau parisien étant presque exclusivement un réseau vapeur, une mutation profonde du réseau à 2030 n'est pas envisageable sans impacter fortement le métabolisme de la Ville de Paris et investir au-delà des capacités du réseau. Ainsi, **une puissance de production nouvelle de vapeur EnR&R représentant une puissance supplémentaire de l'ordre de 100 MW (soit l'équivalent d'environ une grande centrale de production à partir de biomasse, CSR, déchet) devra être installée d'ici 2030**, en priorité dans Paris intra-muros. Le biogaz se développera (7 % du mix national) mais restera insuffisant par rapport au besoin du réseau parisien et a fortiori de tous les réseaux de chaleur à l'échelle de la France. De surcroît, le biogaz n'a pas

vocation à alimenter massivement les réseaux de chaleur qui sont les seuls à pouvoir valoriser d'autres ressources, fatales notamment.

Si la baisse des consommations unitaires compensera l'arrivée de nouveaux clients, **la garantie de continuité de fourniture dans des situations défavorables (grand froid, défaillance d'une unité de production, etc.) imposera de conserver le niveau actuel de puissance installée des chaudières gaz actuelles et de les convertir aux EnR&R.**

L'accélération de la fiabilisation du réseau de retour d'eau et l'amélioration de la gestion des sous-stations augmenteront mécaniquement le taux d'EnR² en améliorant légèrement le rendement. **Le réseau sera rendu progressivement plus résilient au risque de crues auquel les canalisations vapeur sont très sensibles en mutant les zones à risques de la vapeur vers de l'eau chaude**, à hauteur de 25 km de réseau renouvelés d'ici 2030.

Le développement du réseau sera nécessaire pour maîtriser le coût de la chaleur : en 2030, la recherche de 1 500 nouveaux abonnés raccordés contribuera à l'équilibre économique, permettant ainsi de poursuivre les investissements sur le réseau. Le potentiel de densification au pied du réseau est en effet très important (20 à 30 % de clients au pied du réseau existant).

Ce développement impliquera nécessairement de convertir des clients actuellement chauffés au fioul ou au gaz collectif, facilement convertibles d'un point de vue technique. Les bascules des clients chauffés au fioul vers la chaleur devront être menées en priorité. Les bascules des clients chauffés au gaz collectif vers la chaleur rééquilibreront les deux énergies sur le territoire parisien, **au profit du seul réseau capable de capter et mutualiser une multitude de sources d'EnR&R locales sur le territoire parisien** et ainsi atteindre les objectifs de verdissement en 2030 et 2050.

Ces conversions auront été rendues possibles grâce aux efforts engagés sur la maîtrise des coûts de la chaleur, couplées à une politique tarifaire incitative au raccordement, ainsi qu'au nécessaire soutien financier public pour rétablir la compétitivité de la chaleur. Pour ce faire, la mise en œuvre

d'un politique volontariste par la Ville de Paris pour soutenir les énergies les moins carbonées, qui respectent la trajectoire de son Plan Climat (subventions d'investissement, subventions de fonctionnement, taux de TVA, autres outils juridiques et fiscaux, etc.), et l'activation des leviers permettant de réduire le coût et le prix de la chaleur (lissage tarifaire, mutualisation des coûts de raccordement, effort de productivité du gestionnaire de réseau, maîtrise de sa marge, politique commerciale agressive, etc.) seront nécessaires. **Ces actions permettront d'atteindre les objectifs nationaux ambitieux donnés aux réseaux de chaleur notamment dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie.**

Le montant cumulé des investissements est évalué à 380 M€ d'ici 2030 : 260 M€ pour la réalisation des nouvelles installations de production centralisées et décentralisées et 120 M€ pour le développement du réseau et les travaux d'amélioration de sa résilience. **Ce niveau d'investissement, de l'ordre de 40 M€/an, est proportionné à l'outil industriel et aux ambitions du Plan Climat parisien. Il est surtout réaliste (le niveau d'investissement actuel est d'environ 40 à 50 M€/an) et cohérent avec la capacité d'autofinancement couramment rencontrée.**

Les simulations réalisées dans le cadre du schéma directeur ont permis de mettre au point les projections des ordres de grandeur des évolutions du réseau de chaleur d'ici 2030 :

- un taux d'EnR&R de 75 % (51 % en 2019)
- un recours aux énergies locales - hors valorisation de la chaleur issue des UVED (unité de valorisation énergétique des déchets) - à hauteur de 2 % (moins de 1 % en 2019).
- un contenu CO² de 63 kgeCO²/MWh (161 kgeCO²/MWh en 2019)
- la fourniture de chaleur à 1 500 abonnés supplémentaires (5 881 en 2019)
- un coût de la chaleur de 91 €/MWh (77 €/MWh en 2019, soit +18 % ou +1,8 %/an) si aucun financement extérieur n'est obtenu ;
- un coût de la chaleur réduit de 1,5 €/MWh si des subventions de l'ordre de 50 % sur les investissements sont octroyées (soit +17 % par rapport à 2019 ou +1,7 %/an) et réduites de 1 €/MWh pour des subventions de l'ordre de 30 % ;
- une facture globalement stable pour les consommateurs, la hausse du coût de la chaleur étant compensée par la baisse des consommations unitaires (-17 % en 2030 pour atteindre -50 % en 2050).

Les principales contraintes liées à ces transformations pour les riverains résident dans la réalisation des travaux avec plus de 8 km de chantier réseau chaque année et une emprise foncière de l'ordre de 35 000 m² à réserver pour les nouveaux moyens de production.

2.2 LES INVESTISSEMENTS À RÉALISER POUR PARVENIR À UN TAUX DE 75 % ENR&R EN 2030

D'importants efforts ont été engagés depuis 2013 pour faire progresser le taux d'EnR&R du réseau de 42 % à plus de 50 % (atteint à partir de 2016), soit une progression de 8 points en 2 années. Ce taux se maintient depuis 2016 et doit continuer à progresser.

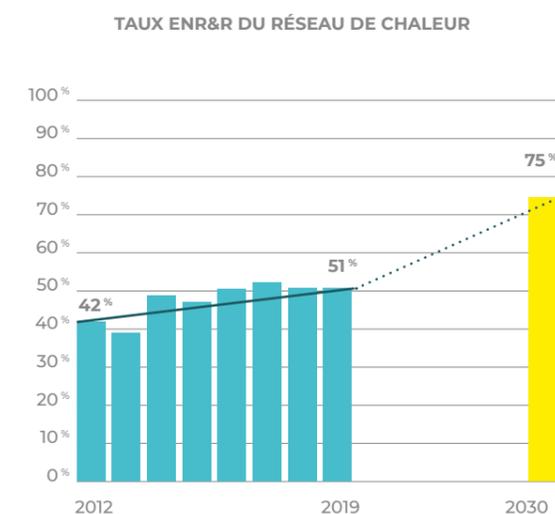


Figure 2 : évolution du taux d'EnR&R et objectif 2030

Les opérations ayant permis cette progression sont :

1. L'intégration de biomasse dans la combustion de la centrale charbon de Saint-Ouen (+6 % du mix global)
2. La mise en service de deux productions géothermales à Paris Nord-Est et Clichy-Batignolles (+0,7 % du mix global)
3. Une garantie du SYCTOM sur les volumes livrés au réseau
4. Le recours au biogaz et au biocombustible (+1,8 % du mix global) quand c'est nécessaire
5. Les boucles d'eau chaude avec production EnR&R indépendantes (+0,1 % du mix global)

Pour atteindre les objectifs du Plan Climat parisien et notamment celui de 75 % d'EnR² dans le mix énergétique de la chaleur urbaine d'ici 2030, **une politique volontariste de la Ville de Paris en faveur du verdissement de son réseau de chaleur devra être engagée.**



Ce verdissement devra prendre en compte l'évolution de la politique de gestion des déchets et notamment l'objectif « zéro déchet non valorisé » et les projets structurants du SYCTOM, à l'image du chantier de rénovation de l'UVE d'Ivry qui réduira de moitié sa capacité à l'horizon 2023-2024.

La chaleur issue des déchets sera donc orientée à la baisse dans les prochaines décennies, mais dans une moindre mesure, car les déchets incinérés auront un meilleur potentiel, d'une part, grâce à la collecte de biodéchets qui sépare les déchets organiques des autres et, d'autre part, par l'incinération des refus de tri de plus en plus nombreux en volume, et de nouveaux points de captage de chaleur apparaîtront sur les UVE (à l'exemple de la récupération de chaleur sur le traitement de fumée de l'incinérateur de Saint-Ouen qui alimentera la ZAC des Docks). Cette évolution de la production de chaleur issue de l'incinération de déchets contribuera à assurer l'alimentation des abonnés raccordés au réseau.

Compte tenu de la baisse de puissance de l'UVE d'Ivry et de la sortie du charbon en 2024, l'atteinte des objectifs du PCAET (Plan Climat-Air-Énergie-Territoire) impliquera d'étudier toutes les possibilités de verdissement du réseau : captation des EnR² diffuses, mutation progressive des unités existantes de production centralisées vers les EnR² et mise en service de nouvelles unités de production de vapeur à partir d'EnR² (CSR, biomasse).

Le recours aux énergies locales basse température sera privilégié, en accord avec la démarche EnR'Choix préconisée par l'ADEME, Agence de la transition écologique. Cette démarche vise à définir le niveau de priorité pour la valorisation des ressources énergétiques d'un territoire. ▶

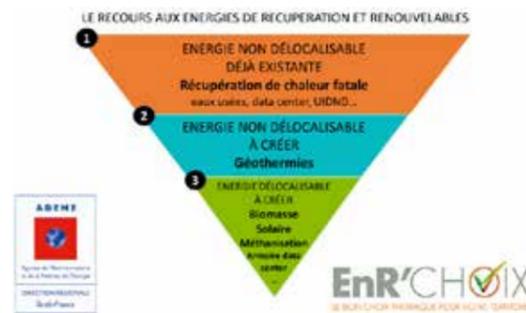


Figure 3 : méthode EnR'Choix de l'ADEME, ADEME

Cette priorisation doit être croisée avec la faisabilité de mise en œuvre. En effet, certaines ressources ne peuvent être utilisées que via un réseau vapeur et d'autre via un réseau d'eau chaude (basse ou haute température). La répartition des ressources EnR&R par type de fluides caloporteurs est donnée dans le schéma suivant :

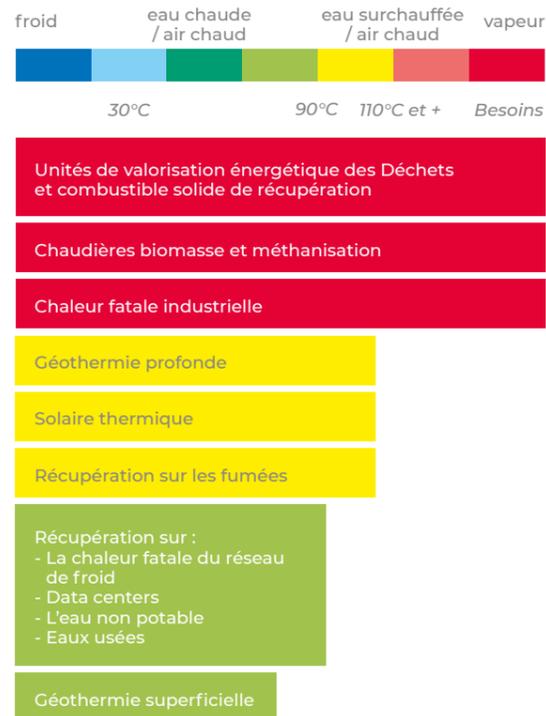


Figure 4 : Gisements d'EnR² en fonction du fluide caloporteur et de la température.

LES ÉNERGIES NON DÉLOCALISABLES

Selon la démarche de l'ADEME, les ressources de **chaleur fatale devront donc être mobilisées en priorité**, dès lors que la faisabilité est avérée (ressource disponible et compatibilité du niveau de température des besoins). La chaleur fatale sera récupérée au niveau :

- des unités de valorisation énergétique des déchets ;
- des data centers ;
- de process industriels ;
- des eaux usées, du réseau d'eau non potable ;
- des centrales de production de froid (réseau de froid parisien).

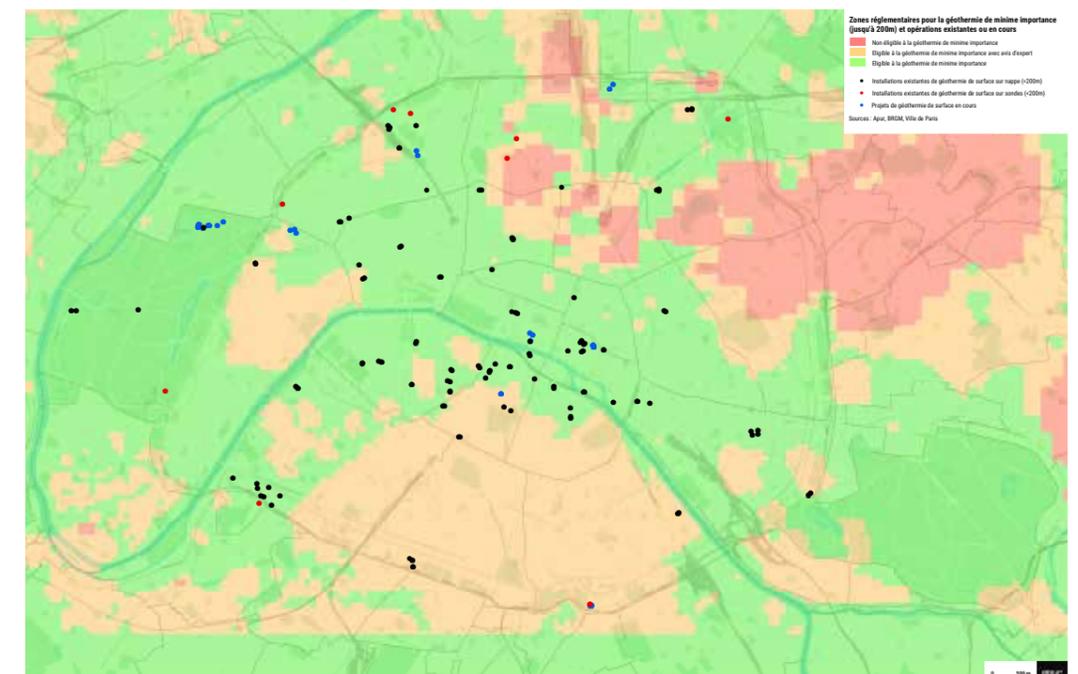
L'identification fine de ces **ressources fatales diffuses** sur le territoire parisien reste toutefois ardue, compte tenu de la complexité du tissu urbain parisien. Un mécanisme incitatif doit être mis en place pour faire émerger ces projets par l'initiative des citoyens ou professionnels de l'énergie, en imposant

l'achat par l'exploitant du réseau de la chaleur injectée issue d'EnR² diffuse à un tarif attractif garanti (action n°17). À l'exception, toutefois, des centrales de production de froid actuelles et futures dont l'emplacement est connu et avec un fort potentiel de valorisation thermique : la captation de cette chaleur fatale sera prioritaire, notamment pour limiter les effets d'îlots de chaleur urbains (action n°20).

En parallèle, **les ressources non délocalisables**, telles que la géothermie et le solaire thermique, devront se développer dès qu'une opportunité se présentera et sera techniquement faisable (contrainte d'utilisation du sous-sol et du foncier pour la géothermie et d'utilisation des toitures pour le solaire thermique). En particulier, une géothermie profonde pourrait être mise en place sur la ZAC Bercy-Charenton pour alimenter le nouveau quartier mais également ceux voisins hors et dans Paris.

Enfin, un potentiel important existe au niveau de la géothermie peu profonde (<200 m), plus adaptée à des projets nécessitant des investissements plus mesurés. ▼

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET OPÉRATIONS DE GÉOTHERMIE DE SURFACE EXISTANTES OU EN COURS



Ces projets mobilisant des EnR&R locales basse température demandent de réunir plusieurs conditions :

- la présence locale d'une ressource valorisable ;
- l'alimentation sur un périmètre restreint d'un ensemble de bâtiments avec des besoins basse température ;
- la réserve d'une emprise foncière sur place, et notamment dans les opérations de ZAC, pour les installations de production et mise en œuvre d'un réseau basse température (action n°14).

Ces projets se développeront plus facilement à partir de projets d'aménagement, dont le nombre est limité à quelques opérations d'ici 2030 mais peuvent constituer le point de départ de réseaux dépassant le périmètre du projet. Cela nécessitera de privilégier le réseau de chaleur dans l'urbanisme opérationnel (action n°2), mais aussi d'évaluer préalablement les conséquences d'une généralisation de ce choix, chaque projet faisant aujourd'hui l'objet d'une étude d'opportunités quant au mix énergétique dédié au chauffage et à l'ECS. Ce changement de paradigme imposera, pour chaque projet d'aménagement, de dimensionner la production d'énergie à un niveau supérieur à la consommation seule du projet, ce qui peut avoir des impacts sur le foncier et donc potentiellement sur le programme des projets.

LES ÉNERGIES DÉLOCALISABLES

Les **énergies délocalisables** (biomasse, méthanisation) seront nécessairement sollicitées, avec une priorité donnée à la mutation vers les EnR² des usines de production actuelles (action n°28) et notamment celle de Saint-Ouen qui dispose du plus grand potentiel d'évolution et de poursuite du verdissement (action n°15). Un potentiel moindre existe sur les usines de Bercy et à côté du stockage d'eau de l'usine de Vaugirard, grâce à un foncier disponible sur ces sites.

En effet, la mobilisation unique des ressources fatales diffuses et non délocalisables sera très insuffisante pour atteindre un taux de 75 % d'EnR² en 2030. Le réseau parisien étant presque exclusivement un réseau vapeur, une mutation profonde du réseau à 2030 n'est pas envisageable sans impacter fortement le métabolisme de la Ville de Paris et investir au-delà des capacités du réseau. Ainsi, une puissance de production nouvelle de vapeur EnR&R de l'ordre de 110 MW (soit l'équivalent d'environ une nouvelle centrale de production de vapeur renouvelable à partir de combustibles solides de récupération et la biomasse) devra être installée d'ici 2030. Le biogaz continuera de se développer, mais restera insuffisant par rapport au besoin du réseau parisien et a fortiori de tous les réseaux de chaleur à l'échelle de la France. De surcroît, le biogaz n'a pas vocation à alimenter massivement les réseaux de chaleur qui sont les seuls à pouvoir valoriser d'autres ressources, fatales notamment. ▼

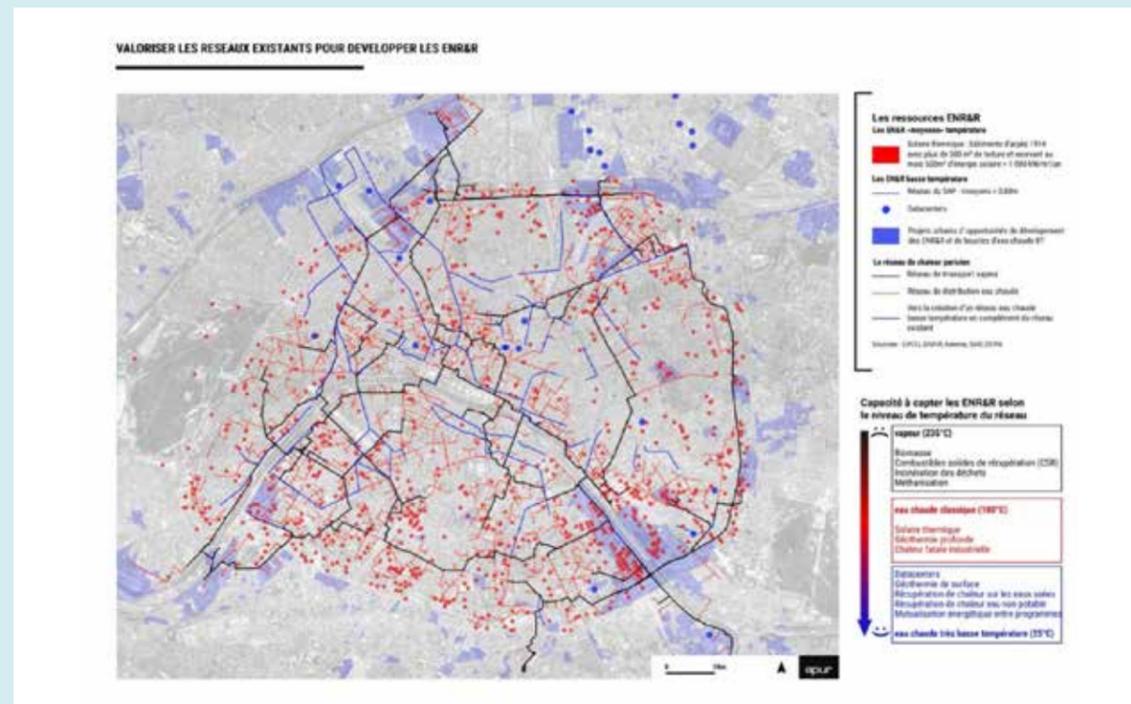


Figure 5 : identification macroscopique de ressources EnR² - Source : CPCU/APUR



Les nouveaux projets devront veiller autant que possible à s'intégrer harmonieusement dans le paysage, rationaliser le foncier et privilégier la logistique douce. Les productibles délocalisables devront être d'origine proche afin de limiter l'impact carbone de leur transport. Il faudra pour cela soutenir l'établissement d'une filière bois/biomasse/pellets/CSR régionale (action n°19).

Ces nouvelles productions d'EnR&R devront être réalisées en priorité dans Paris selon l'opportunité foncière et en dernier recours en dehors de Paris. Il sera nécessaire, dans tous les cas, de renforcer le dialogue et la coopération avec les collectivités voisines, dans le cadre d'un développement et d'une croissance du réseau et de leurs besoins énergétiques qui contribuera à la transition énergétique de ces communes, à une meilleure intégration architecturale des installations de production, à une limitation des nuisances liées à l'acheminement

des combustibles et à une limitation des émissions de polluants (action n°12).

Enfin, si l'arrivée de nouveaux clients compensera la baisse des consommations unitaires, la garantie de continuité de fourniture dans des situations défavorables (grand froid, défaillance d'une unité de production, etc.) imposera de conserver la capacité de production existante pour garantir la continuité de service et la capacité de secours du réseau en cas de défaillance d'une centrale. La mutation de la centrale charbon de Saint-Ouen vers les EnR&R à 100 % et le développement de nouvelles unités de production EnR&R permettront de réduire la dépendance aux énergies fossiles.

L'augmentation du taux d'EnR&R de 25 points en moins de 10 ans et de 50 points en 30 ans requiert d'engager, dès à présent, les actions ciblées précédemment.

CHIFFRES CLÉS PRODUCTION	2019	2030
Énergie produite (GWh/an)	6 529	6 523
Taux d'énergie fossile	48,7 %	25 %
dont charbon	11,7 %	0 %
dont gaz	37 %	25 %
Taux d'EnR²	51,3 %	75 %
dont vapeur EnR ²	50,8 %	73 %
- UVED	43 %	38 %
- biomasse, granulés bois	6 %	22 %
- nouvelle production EnR&R vapeur	0 %	8 %
- biométhane, biocombustible liquide	1,8 %	5 %
dont eau chaude EnR ²	0,7 %	2 %
- géothermie	0,7 %	1 %
- chaleur fatale réseau de froid		1 %
Puissance installée (MW)	3 472	3 289
dont UVED	397	337
dont granulés bois	113	370
dont charbon	338	0
dont cogénération gaz	350	350
dont géothermie actuelle et PAC Chapelle internationale	31	31
dont gaz et biométhane	2 243	2 057
dont CSR ou biomasse	0	110
dont chaleur fatale réseau de froid	0	30
dont géothermie	0	4
Investissements production (cumul depuis 2019, M€)		260

2.3 LES ADAPTATIONS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

UN RÉSEAU VEHICULANT DE PLUS EN PLUS D'EAU CHAUDE

Le développement de boucles d'eau chaude (BEC), initié dans les années 2000 et qui représente en 2019 environ 31 km de linéaire pour 27 BEC, doit devenir la norme. Tout nouveau développement du réseau dans Paris devra se faire en priorité en eau chaude, engageant une mutation du réseau chaque fois que cela est possible (action n°25) pour valoriser les ressources renouvelables et de récupération locales évoquées précédemment. Cette mutation progressive du réseau de vapeur vers un réseau d'eau chaude devra se faire au rythme des opérations de réhabilitation énergétique des bâtiments, qui abaisseront les besoins en température des occupants et des opérations d'aménagement. En 2030, la longueur de réseau créé ou converti en eau chaude représentera 65 km. ▼

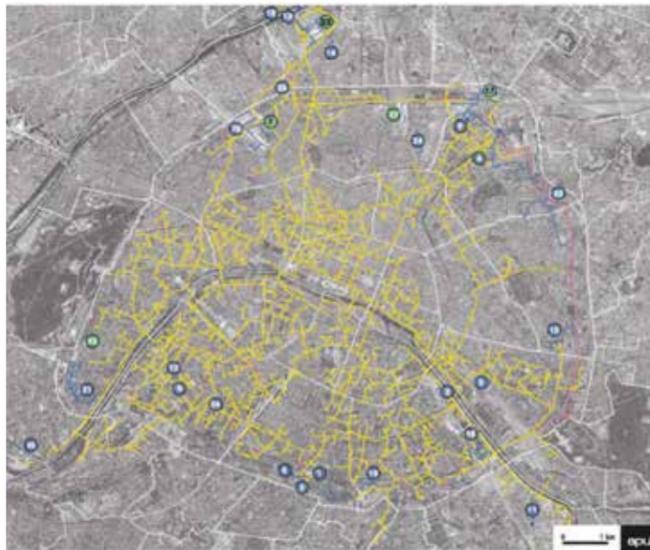


Figure 6 : tracé du réseau et repérage des boucles d'eau chaude - Source : CPCU/APUR (liste en annexe)

En termes de travaux, il est envisagé une croissance du réseau neuf pour desservir les nouveaux bâtiments et raccorder les EnR&R locales de l'ordre de **6 km/an**, soit un rythme très proche de l'actuel (+5 km/an), tandis que les travaux de **renouvellement du réseau sensible à la crue** impliqueront de **renouveler 2,5 km** de réseau chaque année d'ici à 2030.

Un réseau d'eau chaude n'est toutefois pas adapté à tous les usages : un réseau vapeur sera toujours nécessaire, notamment pour les usages directs

de la vapeur sans transformation thermique, comme -les hôpitaux et les blanchisseries. Une architecture de réseau vapeur restera majoritaire pour transporter la chaleur sur de grandes distances, constituant ainsi un réseau cascadié en température, adapté selon les usages et les potentiels d'EnR&R disponibles, notamment autour des centrales de production de froid (action n°20) et de nouvelles centrales de chaleur sur des ZAC (action n°2). En 2030, la longueur du réseau eau chaude représentera 65 km, à comparer aux 34 km en 2019, soit 12 % du linéaire total de réseau, contre 7 %.

Cette conversion progressive impliquera une coordination efficace entre les projets d'urbanisme (neuf ou réhabilitation), les projets de production ou de récupération d'EnR&R et l'équilibrage des besoins sur le territoire entre les sites qui produisent de l'énergie et ceux qui en consomment.

	2019	2030
Évolution du réseau de chaleur		
Longueur totale de réseau	487	545
Déploiement du réseau d'eau chaude	34	40
Conversion vapeur vers eau chaude (résilience crues)		25
Longueur totale du réseau eau chaude	34	65
Part totale réseau eau chaude	7 %	12 %

UN RÉSEAU PLUS INTELLIGENT

La chaîne de valeur d'un réseau de chaleur est constituée de :

1. centrales de production délivrant de l'énergie sous forme de vapeur ou d'eau chaude,
2. un réseau de distribution appelé primaire, sous la chaussée, et adapté à la centrale de production,
3. sous-stations faisant l'interface entre le réseau primaire et secondaire,
4. un réseau secondaire à l'intérieur des parties collectives d'un immeuble,
5. émetteurs dans les logements ou locaux des bâtiments.

Cette chaîne de valeur est organisée selon le schéma suivant : ▼

RÉSEAUX DE CHALEUR - PÉRIMÈTRE DE LA CONCESSION PARISIENNE PAR RAPPORT À UNE SITUATION CLASSIQUE

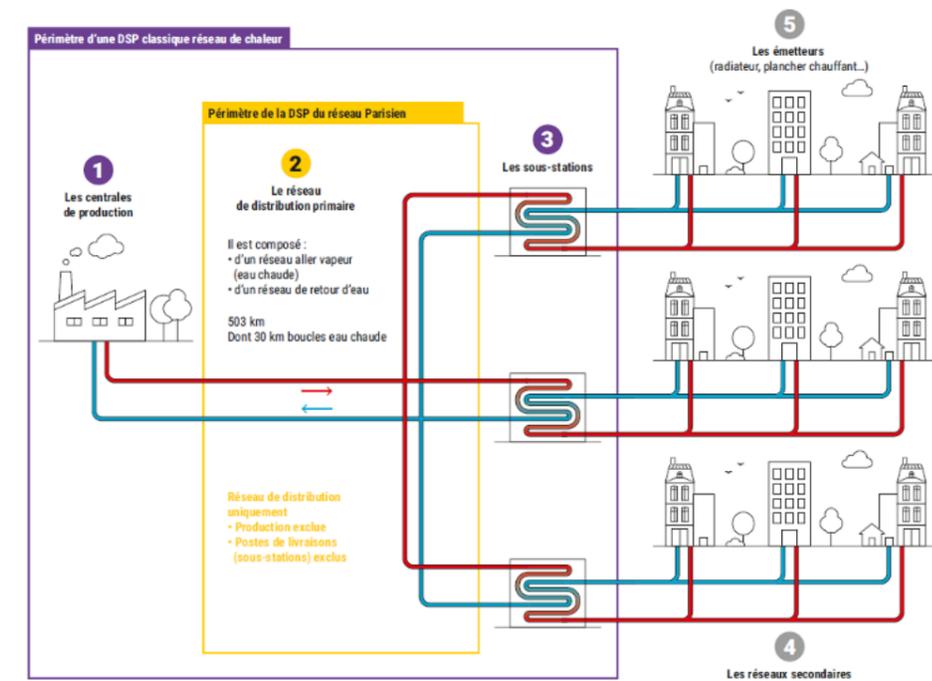


Figure 7 : schéma des installations constituant un réseau de chaleur - Source : APUR

Les interactions gagneront en complexité à mesure que les sources de production, plus petites et diffuses sur le territoire, se démultiplieront, que le réseau de distribution se dissociera entre un réseau vapeur/eau chaude haute température/eau chaude

basse température, avec des interfaces entre chaque type de réseaux, des sous-stations pouvant à la fois recevoir de l'énergie et en donner et des bâtiments s'isolant de façon dispersée créant un foisonnement de consommation.

La notion de smart-grid a été développée pour les réseaux électriques, mais par extension, on peut le définir en thermique par un réseau d'énergie thermique intelligent qui utilise des technologies informatiques de manière à optimiser la production et la distribution et mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs de chaleur et/ou de froid.

L'énergie thermique se stocke plus facilement que l'énergie électrique.

Le smart-grid thermique a pour objectif d'optimiser l'utilisation de l'énergie thermique sur un secteur, en intégrant la récupération d'énergie (industrie, process, tertiaire...) et les énergies renouvelables thermiques, et en intervenant sur les usages.

L'intégration de diverses sources d'énergie de récupération et renouvelable locales (géothermie, récupération de chaleur fatale, solaire thermique) contraint, néanmoins, d'avoir un réseau de chaleur fonctionnant à des températures adaptées à ces ressources (souvent basse, voire très basse température).



Dès lors, il apparaît indispensable de mettre en œuvre un véritable « smart heat grid » (action n°2) englobant l'ensemble de la chaîne de valeur afin d'en maîtriser finement la performance et la régulation à chaque niveau. En effet, les performances du réseau de chaleur et la capacité à mobiliser des ressources basse température pour produire l'énergie sont très largement dépendantes de la conception des sous-stations et de leur gestion (régulation) (action n°16).

Enfin, des actions de communication et de sensibilisation des usagers, à la fin de la chaîne de valeur, sont primordiales pour que les performances gagnées sur la gestion intelligente de la distribution et de la production ne soient pas dégradées par un mauvais usage de la chaleur (action n°9).

UNE MUTATION DU RÉSEAU RESPECTUEUSE DES PARISIEN.NE.S

Dans Paris, le développement du réseau et les travaux d'amélioration et de conversion en eau chaude seront source de nuisances qu'il faudra chercher à réduire.

Un renforcement de la coordination des travaux entre les concessionnaires de distribution d'énergie et d'eau notamment et, si possible, une certaine mutualisation seront mis en œuvre (action n°24). L'utilisation du sous-sol existant (égouts, autres

galeries techniques, parking inutilisé, et tous autres locaux) pour y passer une partie du réseau d'eau chaude, des unités de production locales ou sous-station d'échange permettrait également de réduire les impacts. Une étude de faisabilité, d'un passage des BEC en égouts et galeries devra être menée (action n°13).

En cas de possibilité avérée, l'extension du réseau pourra se faire beaucoup plus facilement dans les zones qui en sont totalement dépourvues.

Plus largement, la recherche de foncier non utilisé en sous-sol, tel que certains espaces dans les parkings du parc privé et des bailleurs sociaux, facilitera l'intégration du réseau dans la cité (action n°14).

Toutes les techniques innovantes permettant l'inspection non intrusive ou limitant fortement les chantiers sur voirie sont à utiliser dès que c'est possible. La réutilisation du réseau de retour d'eau défaillant en tant que source d'alimentation de nouvelles

boucles d'eau chaude sera mise en œuvre autant que possible dans les cas où le retour vers les centrales de production de chaleur s'avère inenvisageable d'un point de vue technico-économique (action n°26).

L'adhésion des mairies d'arrondissement aux ambitions du Schéma directeur de la chaleur sera un facteur clé de succès. Il est indispensable de les informer davantage sur les avantages du réseau de chaleur, sa transformation et d'en faire des « ambassadeurs » de ce réseau dans leur arrondissement, à travers une véritable communication institutionnelle (action n°10). La Ville de Paris a déjà initié une démarche d'optimisation de la coordination de travaux pluriannuelle et par arrondissement. Cette démarche doit se poursuivre.

2.4 LES ACTIONS POUR RENFORCER LA RÉSILIENCE DU RÉSEAU

Le réseau de chaleur parisien devra être au rendez-vous des défis climatiques et sociétaux à venir. Pour cela, il doit repartir sur des fondamentaux solides avec un outil industriel robuste, capable de résister aux événements climatiques extrêmes qui seront probablement de plus en plus fréquents.

LA FIABILISATION DU RÉSEAU DE RETOUR D'EAU

La principale faiblesse technique du réseau de chaleur parisien réside dans son taux de restitution des condensats, qui est insuffisant. Ainsi en 2019, seulement 44 % de la quantité d'eau transitant par les canalisations « aller » via le réseau vapeur est renvoyée aux chaufferies via le réseau de retour d'eau pour être réchauffée, avec les conséquences suivantes :

- l'appoint d'eau compensant l'eau non retournée aux centrales de production pour continuer de livrer de la vapeur est prélevé dans la Seine ;
- la perte économique associée est évaluée à 20 M€ par an ;
- la perte énergétique est de l'ordre de 200 GWh/an (soit environ 4 % de la production totale) ;
- les rejets en égout non maîtrisés peuvent présenter un risque pour le personnel qui y travaille et les ouvrages. ▶

TAUX DE RETOUR D'EAU

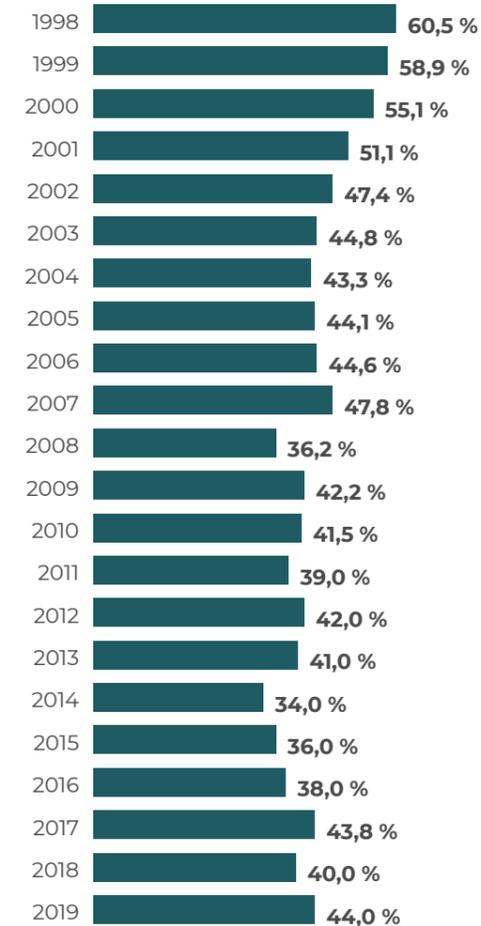
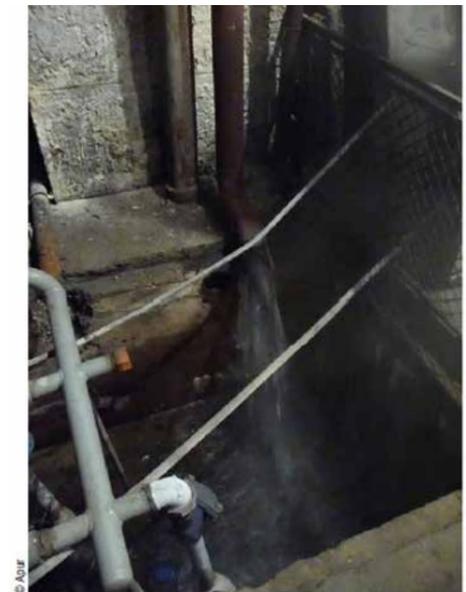


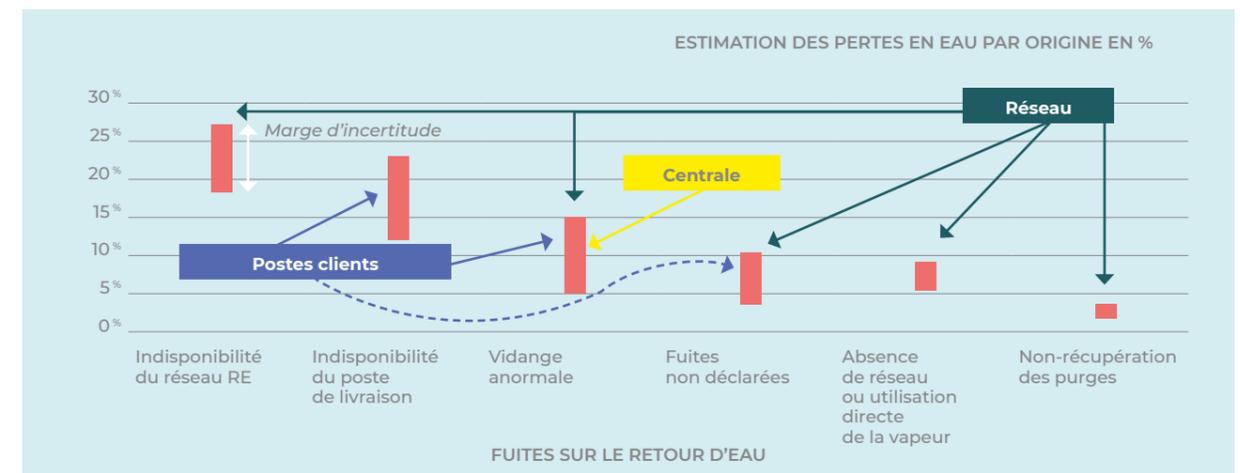
Figure 8 : évolution du taux de retour des condensats, source CPCU

Le manque de fiabilité de ce réseau « retour » n'est pas la seule cause du faible taux de retour. Certains abonnés consomment de la vapeur livrée par le réseau (notamment les hôpitaux et les blanchisseries) et de nombreux postes de livraison manquent d'entretien et déversent directement le retour d'eau dans les égouts. La configuration du réseau, avec de multiples points de production très distants, compromet dans certains cas la possibilité d'assurer le retour d'eau vers la centrale ayant des besoins en eau. Enfin, certains linéaires de réseaux ne disposent pas de retour d'eau.



Exemple d'une sous-station mal entretenue, renvoyant les condensats directement à l'égout

Le graphique suivant présente les différentes causes explicatives des pertes en eau du réseau de retour d'eau :



L'accélération de la fiabilisation du réseau de retour d'eau et l'amélioration de la gestion des sous-stations, notamment, permettront d'augmenter la performance du réseau, en livrant, à niveau de production constant, plus de chaleur et susceptibles donc d'alimenter plus de clients raccordés. **Ainsi, mécaniquement, l'amélioration du rendement du réseau contribuera à augmenter le taux d'EnR&R.** À long terme, cette amélioration jouera sur la compétitivité économique du réseau.

Les actions suivantes seront entreprises sur chaque poste de perte :

- la démarche ciblant la fiabilisation du réseau retour d'eau, c'est-à-dire la réparation des fuites, devra aboutir pour retrouver un rendement exemplaire pour ce type de réseaux (action n°1) ;
- le passage en galerie visitable, lorsque cela sera possible, facilitera l'inspection du réseau (action n°13) ;
- l'amélioration des performances des postes de livraison à un coût compétitif via des dispositifs techniques et contractuels, en questionnant le cas échéant leur place dans le service public (action n°16) ;
- les postes de livraison sans retour d'eau devront en être dotés s'il existe un réseau à proximité ;
- dans tous les cas où aucune action n'est possible, une réflexion devra être menée sur la réutilisation du réseau de retour d'eau en boucle d'eau chaude (action n°26).

L'AMÉLIORATION DE LA RÉSILIENCE AUX CRUES

Le réseau vapeur est très peu résilient au risque de crue (70 km de linéaire en zone de crue centennale). Il doit être mis à l'arrêt lorsque la chaussée qui l'abrite est submergée, afin d'éviter les chocs thermiques. De surcroît, le réseau étant fortement maillé, il est parfois nécessaire d'arrêter le réseau très largement au-delà du périmètre inondé avec un effet domino. La carte ci-dessous donne les tronçons arrêtés en fonction des hauteurs de crues. ▼

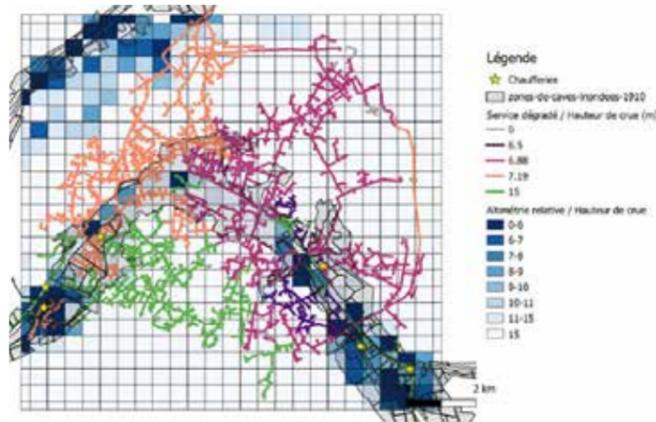


Figure 9 : carte des tronçons impactés par la crue de Seine selon hauteur de crue - Source : I THERM conseil, données CPCU.

Des travaux doivent être engagés pour garantir la continuité de service aux abonnés et améliorer la résilience du réseau en cas de crue (action n°18). Plusieurs solutions techniques pourront être mises en œuvre et adaptées en fonction des portions de réseau pour offrir une infrastructure résiliente, telles qu'une isolation par double enveloppe du réseau vapeur et la conversion du réseau vapeur en un réseau d'eau chaude notamment. Cette mutation en réseau eau chaude concourra également à une captation accrue des sources de chaleur fatale en cohérence avec l'implantation des centrales de production de froid proche de la Seine.

En 2030, il est estimé que 25 km de réseau devront être renouvelés et convertis en réseau d'eau chaude ou faire l'objet d'une isolation double enveloppe sur les 70 km de réseau concernés par le risque de crue.

Chiffres clés	2019	2030
Linéaire de réseau renouvelé pour résilience (km)		25
Croissance annuelle liée à la résilience (km/an)		2,5

2.5 LES POTENTIALS DE DÉVELOPPEMENT

Le verdissement progressif du réseau de chaleur et l'amélioration de sa résilience et sa performance impliqueront des investissements conséquents. En parallèle, les actions de rénovation énergétique des bâtiments viendront mécaniquement réduire les ventes de chaleur. Dans ce contexte, **la nécessaire maîtrise du coût de la chaleur impliquera de fortement développer le réseau de chaleur en raccordant de nouveaux abonnés, qui apporteront les ressources financières indispensables à la poursuite des investissements sur le réseau.**

Avec 20 à 30 % de clients potentiels au droit du réseau disposant d'un mode de chauffage pouvant être facilement converti à la chaleur, **le potentiel de densification au pied du réseau est très important et constitue un atout fondamental pour le futur service public de la chaleur urbaine.**

Ainsi en 2030, environ 1 500 nouveaux abonnés devront être raccordés au réseau de chaleur, soit une hausse de +26 % par rapport à 2019, sans fondamentalement modifier le rythme actuel de développement du réseau avec 5,7 km/an de réseau nouveau, pour 5,3 km/an en 2019. Le développement du réseau de chaleur sera réalisé en priorité (action n°22) (à hauteur de +10 % d'abonnés nouveaux en 2030) et par extension dans Paris (à hauteur de

+16 % d'abonnés nouveaux en 2030) contribuant à distribuer davantage de chaleur verte aux usagers.

Ce développement nécessitera de capter des clients chez les seuls concurrents du réseau de chaleur, à savoir une partie des clients actuellement chauffés au fioul ou au gaz collectif, facilement convertibles d'un point de vue technique⁵.

Les bascules des clients chauffés au fioul vers la chaleur devront être menées en priorité (action n°4). Le potentiel de développement dans Paris sur les clients fioul est d'environ 1,6 TWh en 2017 (1 049 copropriétés), soit 1 TWh en 2030, en tenant compte des baisses de consommation (-35 % à l'horizon 2030). L'objectif est de raccorder en 2030 environ 75 % des clients fioul au réseau de chaleur.

Les clients qui n'auront pas été conquis sur le fioul proviendront du gaz collectif : jusqu'à environ 5 % des clients gaz collectif seront convertis à la chaleur en 2030. Les bascules des clients chauffés au gaz collectif vers la chaleur rééquilibreront les 2 énergies (actuellement, le réseau de chaleur achemine environ 5 TWh d'énergie, là où le réseau de gaz en achemine 10 TWh à Paris), **au profit du seul réseau capable de capter et mutualiser une multitude de sources d'EnR&R locales sur le territoire parisien** et ainsi atteindre les objectifs de verdissement en 2050.

Enfin, les ventes de chaleur vers les collectivités voisines représentent également un potentiel à considérer en concertation avec elles et dépendantes de leur propre projet pour leur réseau de chaleur (action n°12).

Un tel développement du réseau de chaleur par densification et par extension nécessitera de mettre en œuvre des actions permettant de maîtriser le coût de la chaleur (cf. § suivant) mais également des actions en faveur de la promotion du réseau de chaleur, dont les atouts sont encore trop peu connus (actions n°8 et 10). À court terme, des actions déterminantes devront être mises en œuvre par la Ville de Paris pour relancer la dynamique de développement du réseau.

POTENTIEL DE DENSIFICATION DU RÉSEAU

Le potentiel de densification correspond aux bâtiments raccordables présents à proximité immédiate du réseau et pour lesquels un simple branchement est à prévoir (pas de travaux d'extension du réseau de chaleur) pour les alimenter.

La carte suivante repère les parcelles présentes à proximité du réseau de chaleur parisien et les différencie en fonction de leur raccordement ou non au réseau. Cette cartographie met en évidence (en vert) le potentiel de densification du réseau de chaleur. ▼

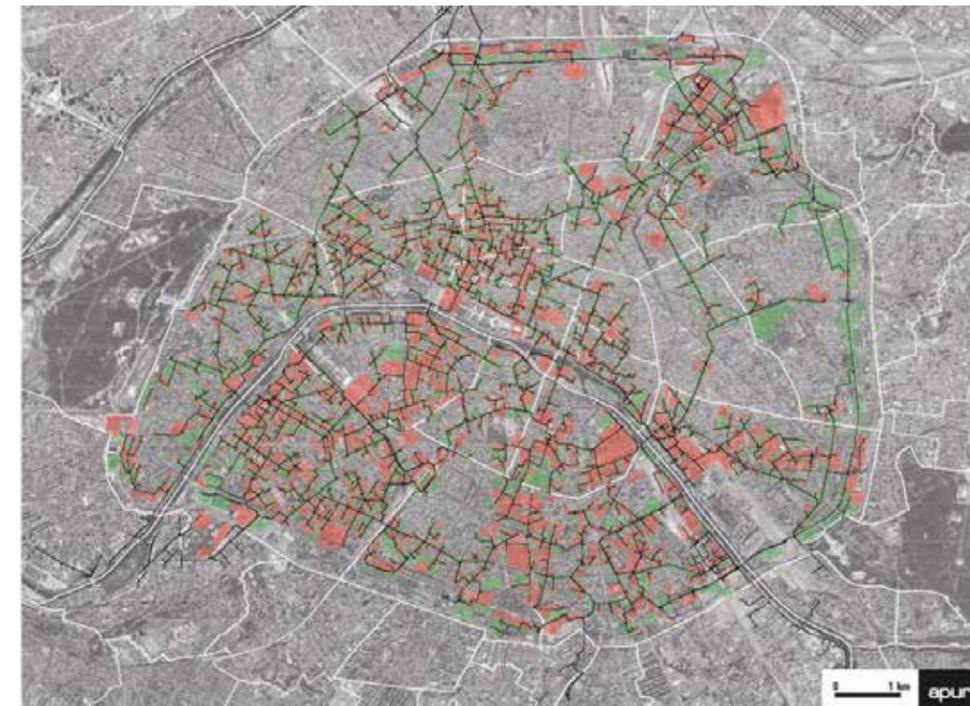


Figure 10 : repérage des parcelles desservies et non desservies par le réseau de chaleur parisien le long de son tracé - Source APUR

5. La conversion de clients ayant un mode de chauffage individuel à l'électricité ou au gaz vers un mode de chauffage collectif n'est pas envisageable compte tenu des coûts de transformation.

25 % des logements parisiens sont localisés le long du tracé du réseau de chaleur sans être alimentés. Ce sont 331 941 logements, soit environ 18,9 millions de m² de logements non alimentés par le réseau de chaleur.

27 % des locaux d'activités (bureaux et équipements) sont localisés le long du tracé du réseau de chaleur sans être alimentés. Ce sont 12 millions de m²

d'activités tertiaires logements non alimentés par le réseau de chaleur.

Le graphique ci-dessous présente le potentiel de surface raccordable au réseau de chaleur par densification (bâtiments situés le long du réseau) et par extension (bâtiments non raccordés dont la parcelle n'est pas à proximité immédiate du réseau) pour les logements et pour les locaux d'activités. ▼

POTENTIEL DE DENSIFICATION LE LONG DU RÉSEAU EXISTANT SELON LA NATURE DES CONSOMMATEURS

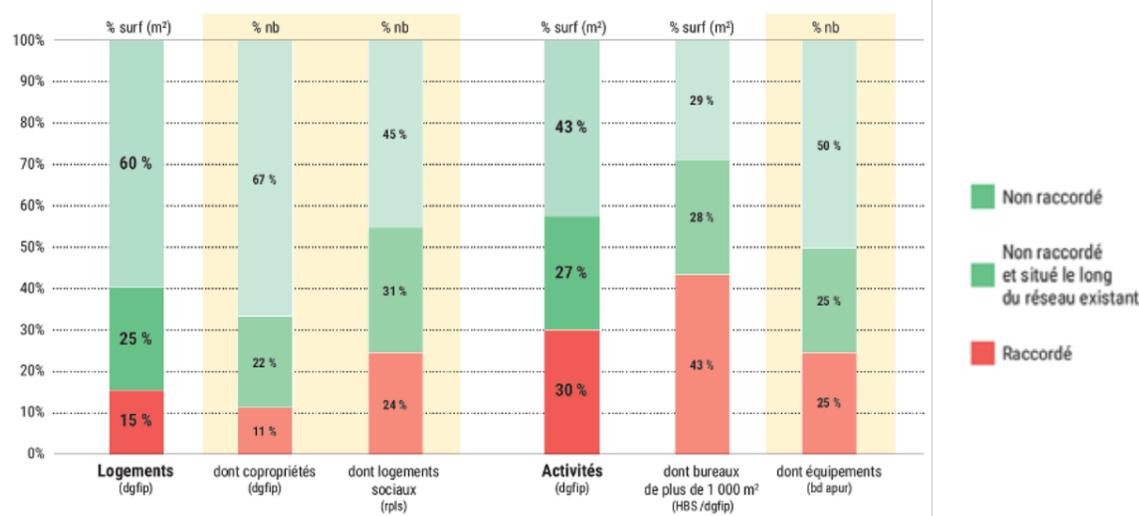


Figure 11 : potentiel de densification le long du réseau existant selon la nature des consommateurs – Source : APUR

En considérant uniquement les surfaces équipées de chauffage collectif au fioul ou au gaz, **le potentiel de densification s'établit entre 20 à 30 %⁶** de clients raccordables supplémentaires, soit suffisamment pour atteindre la cible de croissance par densification à l'horizon 2030 (+10 %), mais nécessitera un effort de commercialisation et de communication conséquent tout en veillant à être et rester compétitif.

Sur les 1 049 copropriétés chauffées au fioul à Paris, affichées sur la carte ci-contre, 209 sont situées à moins de 20 mètres du tracé du réseau de chaleur : ces copropriétés constitueront les prospects prioritaires pour un raccordement au réseau par densification (action n°4). ▶

Les bâtiments alimentés par du chauffage au gaz collectif constituent la deuxième cible prioritaire pour le raccordement au réseau de chauffage urbain par densification.

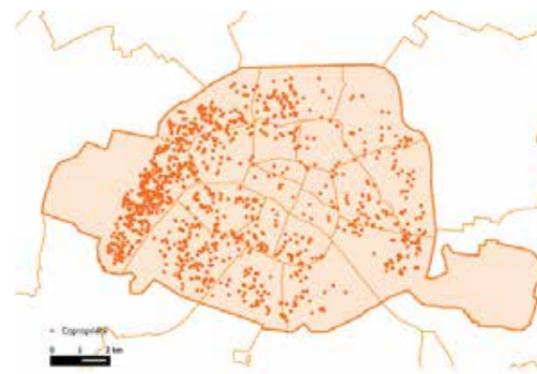


Figure 12 : localisation des copropriétés chauffées au fioul - Source : État des lieux du parc des copropriétés chauffées au fioul à Paris, APC, 2019

6 « Quelles perspectives pour le réseau de chaleur de Paris ? », APUR, octobre 2020



EXTENSION DU RÉSEAU

Les projets de bâtiments neufs, dans le diffus, ou intégrés dans des opérations d'urbanisme de la Ville représentent également une opportunité de développement du réseau. Ces opérations représentent un potentiel de croissance du volume d'énergie livré par le réseau très faible pour deux motifs : la surface d'opérations neuves chaque année est faible à l'échelle de la surface déjà construite dans Paris ; les consommations de chaleur par mètre carré de ces bâtiments sont nettement plus faibles que celles du patrimoine bâti existant.

En revanche, ces bâtiments se raccorderont très facilement au réseau de chaleur (adaptation des émetteurs et régimes de température au réseau de chaleur) et permettront de développer les boucles d'eau chaude.

Les opérations d'aménagement devront continuer de contribuer au développement des boucles d'eau chaude, en intégrant systématiquement une unité de production de chaleur basse température (action n°2).

Comme évoqué précédemment, les futurs projets d'aménagement ne représenteront en eux-mêmes qu'un faible pourcentage du potentiel de croissance (environ 1 %) mais ils peuvent servir de relais permettant la croissance de réseaux d'eau chaude vers les quartiers voisins alimentés en EnR&R locales. Pour ces raisons, le réseau de chaleur doit trouver une place privilégiée dans l'urbanisme réglementaire et opérationnel (action n°2).

La carte ci-dessous liste l'ensemble des projets d'aménagement de la Ville de Paris : ▼

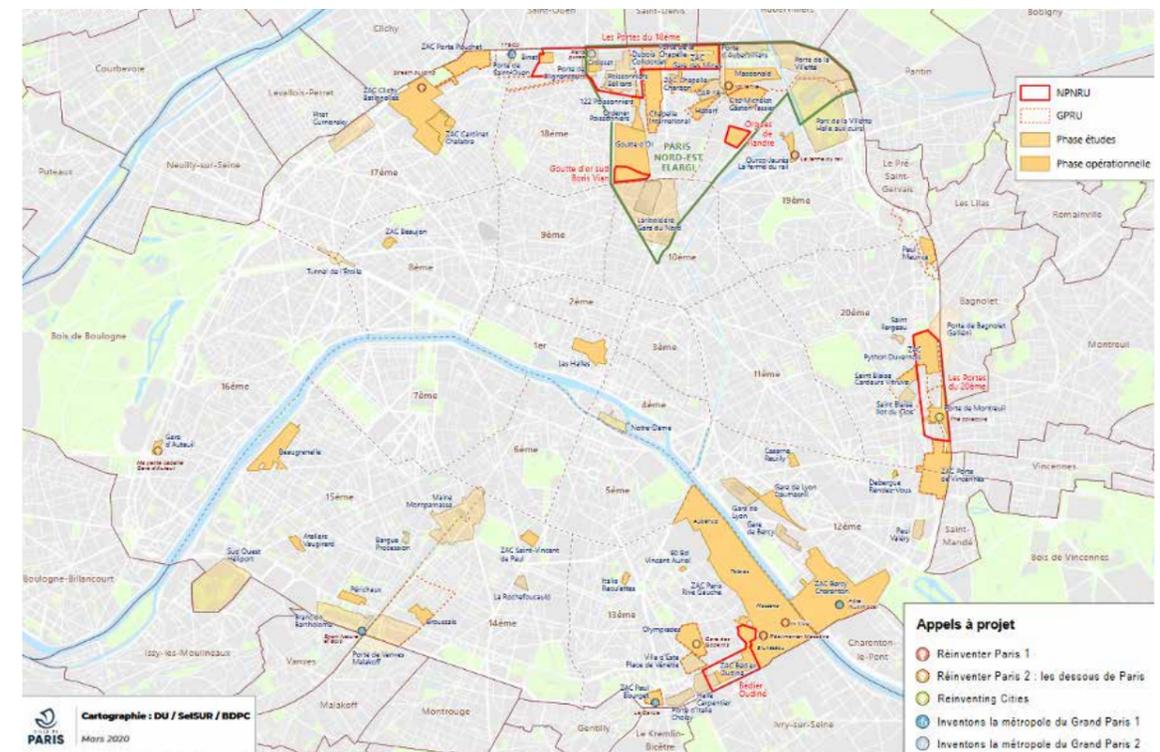


Figure 13 : projets d'aménagement de la Ville de Paris, Ville de Paris, mars 2020

Les bâtiments et grands équipements publics (Ville, Région, État) représentent de par leur consommation importante un levier de développement et d'extension du réseau. À ce jour, seuls 700 équipements de la Ville de Paris sur 3 500 sont raccordés au réseau de chaleur avec une consommation

de l'ordre de 330 GWh (consommation électrique comprise). La carte ci-dessous localise les bâtiments non raccordés en vert avec une part importante dans le nord et nord-est parisien, où le réseau n'est pas encore très développé : ▼

EQUIPEMENTS VILLE DE PARIS RACCORDES ET NON RACCORDES AU RESEAU DE CHALEUR

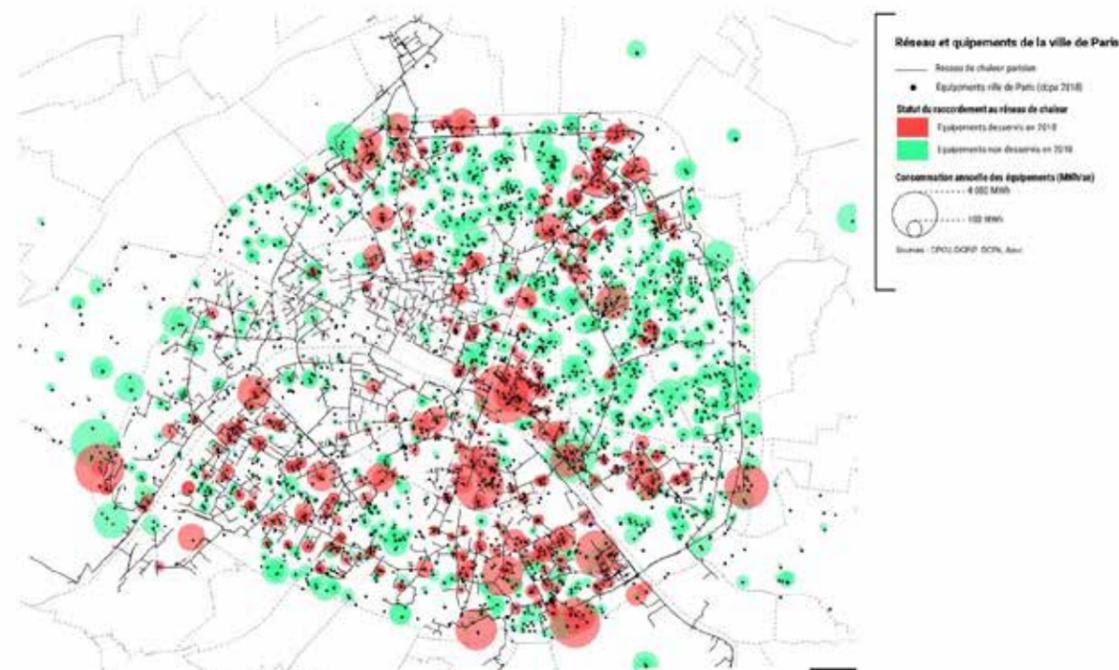


Figure 14 : équipements de la Ville de Paris raccordés et non raccordés au réseau de chaleur - Source : APUR

Enfin, le classement automatique du réseau de chaleur 1^{er} janvier 2022, en application de l'article L.712-1 du Code de l'énergie, imposant un raccordement pour les nouveaux logements et potentiellement des réhabilitations lourdes, **devra être questionné à l'aune de la compétitivité de la chaleur** (action n°11).

En parallèle, la possibilité d'orienter, dans l'urbanisme réglementaire (action n°2), vers le recours au réseau de chaleur pour les constructions neuves ou des réhabilitations lourdes situées dans certaines zones, pourra être étudiée dans le cadre de l'élaboration du futur PLU bioclimatique.

En complément des actions visant à protéger les usagers d'une chaleur chère et fluctuante exposées ci-après (actions n°3, n°4, n°5, n°7, n°8, et n°21), **des efforts sur la commercialisation, la communication et la promotion du réseau de chaleur devront être**

renforcés pour faire connaître les avantages au plus grand nombre (actions n°8 et n°10). Il apparaît encore trop souvent que l'énergie « chaleur » n'est pas choisie d'abord parce qu'elle n'est pas connue. Ce développement massif nécessitera de renforcer la communication autour des avantages de ce réseau auprès de la filière professionnelle et tout autre organisme vers lesquels se tournent les éventuels prospects (action n°23).

En 2030, le nombre de clients sera +26 % supérieur à 2019 sans fondamentalement modifier le rythme actuel de développement (5,7 km de réseau nouveau par an en 2030 pour 5,3 km en 2019) :

- +10 % d'abonnés par densification et +16 % d'abonnés par extension à moins de 60 mètres du réseau ;
- environ 75 % des clients fioul et 5 % des clients gaz collectif seront convertis à la chaleur.

CHIFFRES CLÉS DÉVELOPPEMENT	2019	2030
Énergie acheminée (GWh/an)	4 756	5 050
vente de chaleur hors de Paris (GWh/an)*	652	520
Nombre d'abonnés	5 880	7 400
croissance annuelle (abonnés/an)	62	106
évolution du nombre d'abonnés raccordés		25 %
taux de clients raccordés par densification		10 %
taux de clients raccordés par extension		15 %
taux de clients fioul convertis à la chaleur		75 %
taux de clients gaz convertis à la chaleur		5 %
Linéaire total de réseau (km)	487	545
croissance annuelle liée au développement (km/an)	5,3	6
distance au réseau des extensions (ml/extension)		30
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)		120
Dont investissements réseau neuf (cumul depuis 2019, M€)		85

2.6 LA COMPÉTITIVITÉ DE LA CHALEUR

L'ÉQUATION DE LA COMPÉTITIVITÉ DE LA CHALEUR

Le développement du réseau de chaleur ne pourra avoir lieu sans une meilleure maîtrise du coût et du prix de la chaleur sur la durée. À défaut, les clients actuellement chauffés au fioul ou au gaz, sensibles au prix facturé, ne changeront pas d'énergie, quand bien même le mix de la chaleur produite sera plus vertueux.

La chaleur n'est actuellement pas compétitive par rapport au gaz fossile : son coût complet est sensiblement supérieur (77 €/MWh en 2019 pour la chaleur, contre 59 €/MWh pour le gaz, en prenant en compte les coûts de transformation du gaz en chaleur) et les coûts de raccordement nettement plus élevés (lorsqu'un raccordement coûte environ 50 k€ pour la chaleur, son montant tombe à environ 500 € pour le gaz, une chaudière gaz collectif coûtant en moyenne 10 k€). Le réseau de chaleur est en concurrence dans une moindre mesure avec l'électricité. Malgré un coût de l'électricité (~150 €/MWh) très supérieur au réseau de chaleur, l'opportunité de capter des consommateurs déjà existants et chauffés à l'électricité est quasiment nulle compte tenu de la complexité de conversion des modes d'émission entre chauffage électrique et réseau hydraulique d'un chauffage via réseau de chaleur. Le risque de dé-raccordement de clients du réseau de chaleur vers le chauffage électrique semble en revanche peu probable. La compétition

est par contre bien réelle sur les bâtiments neufs ou grandement rénovés compte tenu des incitations de la future réglementation RE2020 et que le coût du raccordement est, comme pour le gaz, principalement pris en charge par le gestionnaire de réseau.

Or, la chaleur a un taux d'EnR&R supérieur à 51 %, alors que pour le gaz ce taux n'est que d'environ 1 % en 2021, ce dernier connaissant une progression constante. **L'apparente absence de compétitivité de la chaleur par rapport au gaz est en partie biaisée par un prix du gaz qui ne tient pas compte de la qualité environnementale et des autres externalités négatives du gaz comme énergie fossile et carbonée.**

Si le verdissement du gaz suivait la trajectoire du rapport ADEME de 2018 « Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ? », le coût complet du gaz pourrait atteindre environ 80 € HT/MWh en 2030 et 160 € HT/MWh en 2050 (coûts du rapport ADEME + coûts de transformation du gaz vers la chaleur). Une telle trajectoire de verdissement du gaz est ambitieuse : le risque est réel que le gaz reste durablement carboné/fossile, et donc moins cher que la chaleur (sauf aléa du marché), ce qui ne permettra pas de mettre en œuvre la trajectoire de développement sans un soutien massif au réseau de chaleur.

La plus grande maîtrise du coût de la chaleur sera essentielle pour gagner en compétitivité et nécessitera **une implication forte de la Ville de Paris ainsi que du gestionnaire du réseau en faveur du réseau de chaleur.**

La poursuite du verdissement ainsi que la préservation du pouvoir d'achat des ménages nécessiteront un soutien aux énergies les moins carbonées qui respectent la trajectoire de la Programmation pluriannuelle de l'énergie et du Plan Climat parisien, qu'il s'agisse de subventions d'investissement aux modes de production vertueux, de subventions de fonctionnement mais aussi des soutiens nationaux sur le taux de TVA, ou de tous autres outils juridiques et fiscaux (action n°7). Les externalités liées aux énergies fossiles et carbonées devront se refléter dans leur prix à due proportion pour cesser de biaiser la compétitivité entre les deux énergies. La Ville de Paris devra mettre en œuvre toutes les actions possibles permettant de restreindre ainsi progressivement les conditions d'accès aux énergies fossiles et leur faire supporter le coût de leur bilan carbone (action n°21).

En complément, il sera également nécessaire d'activer tous les leviers permettant de réduire le coût et le prix de la chaleur (lissage tarifaire, mutualisation des coûts de raccordement, effort de productivité du gestionnaire de réseau, maîtrise de sa marge, politique commerciale agressive, fonds de mutualisation abondé en début de concession, etc.).

Une régulation efficace de l'opérateur en charge du service public de la chaleur urbaine devra également être mise en place pour assurer une maîtrise des coûts sur la durée et des gains de productivité constants et partagés avec les usagers du réseau de chaleur (action n°3). Cette régulation nécessite un contrôle fin et régulier par l'autorité concédante par des moyens adaptés aux enjeux. Les coûts de raccordement, quant à eux, peuvent être grandement optimisés, notamment par une mutualisation, par l'intégration des recettes générées par les clients nouvellement raccordés, ainsi que des possibles cofinancements (action n°5). **Enfin, une politique commerciale plus agressive, associée à une stratégie de communication plus volontariste sur les atouts du réseau de chaleur facilitera le développement du réseau de chaleur** (action n°8).

CHIFFRES CLÉS COÛT	2019	2030
Investissements totaux (cumul depuis 2019, M€)		380
dont investissements production		260
dont investissements réseaux		120
Coût de la chaleur (€ HT/MWh)	77	91
Coût de la chaleur (€ HT/MWh) avec 50 % de subvention		90
Coût du gaz – rapport ADEME (€ HT/MWh)	59	80

En dernier lieu, le renouvellement du contrat de fourniture de chaleur par le SYCTOM, qui arrive à échéance le 31 décembre 2024, sera une occasion importante pour sécuriser le coût de la chaleur fournie à un tarif compétitif sur le long terme (action n°6). Le SYCTOM représente, en effet, entre 40 % et 45 % de la production de chaleur du réseau et fait bénéficier le réseau de chaleur parisien et les 16 autres collectivités qu'il alimente d'une énergie verte et abordable.

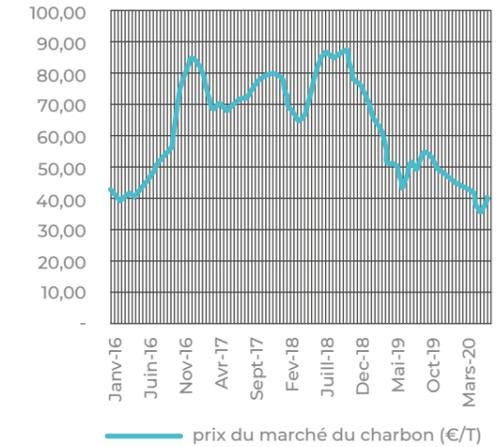
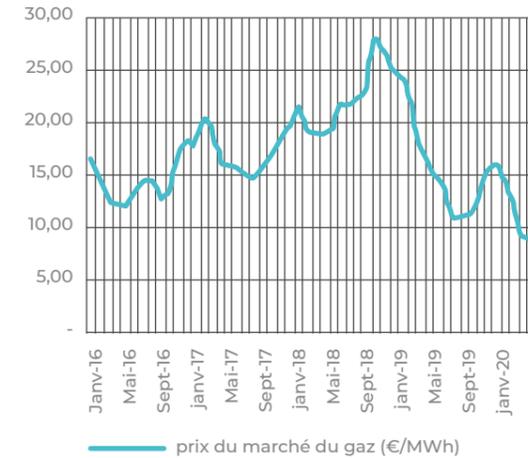
En 2030, les investissements réalisés depuis 2019 sont évalués à 380 M€, et le coût de la chaleur en 2030 sera d'environ 91 € HT/MWh, si aucun financement extérieur n'est obtenu, soit en hausse de +18 % par rapport à 2019 (soit +1,8 %/an), toutes choses égales par ailleurs (hors inflation).

La mise en œuvre de subventions d'environ 50 % sur les investissements limiterait cette hausse : le coût de la chaleur en 2030 serait alors réduit de 1,5 €/MWh et serait inférieur à 90 €HT/MWh, maîtrisant ainsi la hausse à environ +17 % par rapport à 2019 (soit +1,7 %/an), et de 1 €/MWh pour des subventions de 30 %. Il est à noter qu'un ralentissement du rythme de réhabilitation thermique des bâtiments parisiens limiterait cette hausse des tarifs mais induirait potentiellement la création de nouvelles unités de production, scénario non étudié dans le présent document.

Cette hausse du coût de la chaleur sera toutefois compensée par la baisse attendue des consommations unitaires, du fait des actions de réhabilitation énergétique des bâtiments, des actions de maîtrise de la consommation et du réchauffement climatique, cette baisse des consommations étant estimée à -17 % en 2030 pour atteindre -50 % en 2050. **La facture des consommateurs sera donc globalement stable en 2030 par rapport à 2019.**

UN PRIX DE LA CHALEUR DAVANTAGE PROTECTEUR

Un réseau de chaleur, principalement alimenté par des énergies renouvelables, permettra d'apporter une plus grande stabilité des charges, que ne permettent pas les énergies fossiles très volatiles, phénomène qui sera accentué par leur raréfaction et les potentielles crises à venir (sanitaires, géopolitiques, financières, etc.). ▼



En outre, des actions d'accompagnement des clients raccordés en faveur de la sobriété, telles que des actions de maîtrise de l'énergie, mais aussi tout autre service à l'énergie en lien avec la chaleur (action n°9), doivent permettre, d'une part, de baisser la facture des clients et, d'autre part, d'apporter des financements nécessaires à la transition énergétique.

2.7 CHIFFRES CLÉS À L'HORIZON 2030

CHIFFRES CLÉS PRODUCTION	2019	2030
Énergie produite (GWh/an)	6 529	6 523
Taux d'énergie fossile	48,7 %	25 %
dont charbon	11,7 %	0 %
dont gaz	37 %	25 %
Taux d'EnR²	51,3 %	75 %
dont vapeur EnR ²	50,8 %	73 %
- UVED	43 %	38 %
- biomasse, granulés bois	6 %	22 %
- Nouvelle production EnR&R vapeur	0 %	8 %
- biométhane, biocombustible liquide	1,8 %	5 %
dont eau chaude EnR ²	0,7 %	2 %
- géothermie	0,7 %	1 %
- chaleur fatale réseau de froid		1 %

CHIFFRES CLÉS PRODUCTION	2019	2030
Puissance installée (MW)	3 472	3 287
dont UVED	397	337
dont granulés bois	113	370
dont charbon	338	0
dont cogénération gaz	350	350
dont géothermie actuelle et PAC Chapelle internationale	31	31
dont gaz et biométhane	2 243	2 057
dont CSR	0	108
dont biomasse	0	0
dont chaleur fatale réseau de froid	0	30
dont géothermie	0	4
Investissements production (cumul depuis 2019, M€)		260
CHIFFRES CLEFS COÛT	2019	2030
Investissements totaux (cumul depuis 2019, M€)		380
dont investissements production		260
dont investissements réseaux		120
Coût de la chaleur (€ HT/MWh)	77	91
Coût de la chaleur (€ HT/MWh) avec 50 % de subvention		90
Coût complet du gaz – rapport ADEME (€ HT/MWh)	59	80
CHIFFRES CLÉS DÉVELOPPEMENT	2019	2030
Énergie acheminée (GWh/an)	4 756	5 050
vente de chaleur hors de Paris (GWh/an)*	652	520
Nombre d'abonnés	5 880	7 400
croissance annuelle (abonnés/an)	62	106
évolution du nombre d'abonnés raccordés		26 %
taux de clients raccordés par densification		10 %
taux de clients raccordés par extension		16 %
taux de clients fioul convertis à la chaleur		75 %
taux de clients gaz convertis à la chaleur		5 %
Linéaire total de réseau (km)	487	545
croissance annuelle liée au développement (km/an)	5,3	5,7
distance au réseau des extensions (m/extension)		60
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)		110
Dont investissements réseau neuf (cumul depuis 2019, M€)		85
CHIFFRES CLÉS RÉSEAU	2019	2030
Évolution du réseau de chaleur		
Longueur totale de réseau	487	545
Déploiement du réseau d'eau chaude	34	40
Conversion vapeur vers eau chaude (résilience crues)		25
Longueur totale du réseau eau chaude	34	65
Part totale réseau eau chaude	7 %	12 %

3.

L'ÉVOLUTION DU SERVICE PUBLIC DE CHALEUR À PLUS LONG TERME EN 2050

3.1 SYNTHÈSE

L'échéance précédente à 2030 aura permis de poser les bases d'un nouveau modèle de service public de la chaleur urbaine, plus accessible, plus proche et protecteur du citoyen. Une nouvelle dynamique de verdissement et de développement du réseau aura été engagée, permettant d'atteindre l'objectif du Plan Climat parisien pour 2030 d'une chaleur produite à 75 % à partir d'EnR². En 2030, le réseau aura également gagné en résilience et performance et la chaleur en compétitivité.

Cette étape aura nécessité des décisions fortes associées à une politique volontariste de la Ville de Paris en faveur des énergies les moins carbonées, et en particulier en faveur de son réseau de chaleur, principal levier pour atteindre la neutralité carbone en 2050. La très grande majorité des actions du plan d'action (cf. § suivant) aura été lancée.

L'atteinte des objectifs du Plan Climat parisien à l'horizon 2050 nécessitera de poursuivre dans cette voie et de renforcer l'ensemble des actions entreprises sur la période 2030-2050. Compte tenu des incertitudes inhérentes à toutes projections à long terme (ici une échéance dans 30 ans), deux trajectoires d'évolution possibles, radicalement différentes dans la stratégie de verdissement et dans le fonctionnement du réseau, auront permis d'atteindre la neutralité carbone en 2050 :

- **une trajectoire cible, dite de « Transformation » du réseau**, pour laquelle les actions démarrées sur la période 2020-2030 ont été décidées, mises en place et progressivement renforcées. **Il s'agit de la vision d'un réseau de chaleur du 21^e siècle** : un modèle de réseau plus décentralisé que maintenant, maximisant la captation des ressources locales d'EnR² rendue possible par la mutation partielle du réseau vapeur vers un réseau d'eau chaude ;
- **une trajectoire de repli, dite de « Modernisation » du réseau**, qui permettra également d'atteindre la neutralité carbone si les actions entreprises entre 2020-2030 n'ont pas été pleinement réalisées. **Il s'agit de la vision d'un réseau de chaleur du 20^e siècle** : un modèle restant centralisé, avec l'affirmation de l'outil de distribution d'énergie

par un réseau de vapeur et une centralisation de la production d'énergie grâce à de nouvelles centrales de production.

Si la première trajectoire est le cap visé à l'horizon 2050 en ce qu'elle répond pleinement aux objectifs et ambitions du Plan Climat parisien, la présentation de la seconde trajectoire permet de mettre en évidence une alternative au futur service public de la chaleur, qui pourra se réaliser si les actions entreprises en 2020-2030 ne sont pas pleinement mises en œuvre ou si le développement d'EnR² locales n'a pas été possible dans les proportions escomptées, du fait de paramètres exogènes et non maîtrisables.

En 2050, dans la trajectoire cible « Transformation », le réseau aura muté en partie vers un réseau d'eau chaude, cascadié en température pour maximiser la captation d'EnR² et réduire la vulnérabilité aux risques de crue. Les principales caractéristiques différenciantes de ce modèle de réseau en 2050 seront les suivantes :

- une ossature vapeur sera maintenue pour assurer le transport sur de longues distances et alimenter certains gros consommateurs. Le reste du réseau vapeur aura été progressivement converti en réseau d'eau chaude (206 km au total, contre 34 km en 2019) ;
- la maximisation de la captation des EnR² locales basse température, par la réalisation de multiples installations de production d'énergie délocalisée (une vingtaine), représentera 20 % du mix énergétique de la chaleur produite. Cette priorisation est conforme aux critères EnR'Choix de l'ADEME ;
- l'atteinte d'un taux de 100 % d'EnR² en 2050 nécessitera d'installer environ 300 MW de capacités nouvelles de production de vapeur à partir d'EnR² (CSR, biomasse), soit l'équivalent de 3 nouvelles centrales de production complémentaires par rapport à la situation en 2030 (soit 4 centrales de production au total de 2020 à 2050) ;
- le montant cumulé depuis 2019 des investissements est évalué à environ 1 860 M€ en 2050 : 1 510 M€ pour la réalisation des installations de production (y compris les installations décentralisées) et 350 M€ pour le développement du réseau et les travaux d'amélioration de sa résilience ;

- près de 20 % de la production de chaleur sera véritablement locale (sans comptabiliser la production d'EnR&R issue des unités de valorisation énergétique des déchets), issue de multiples sources de chaleur fatale présentes sur le territoire parisien, conformément aux objectifs du Plan Climat parisien.

En 2050, dans la trajectoire de repli «Modernisation», le modèle industriel actuel d'un réseau vapeur aura été conservé. Les principales caractéristiques différenciantes de ce modèle de réseau en 2050 seront les suivantes :

- le réseau restera majoritairement un réseau vapeur, la conversion du réseau vapeur vers l'eau chaude étant principalement réalisée sur les zones avec un risque de crue (112 km au total contre 34 km en 2019) ;
- le mix d'EnR&R restera limité à une valorisation vapeur (biomasse, déchet, CSR, biogaz) représentant 98 % de la chaleur produite, la captation des EnR&R locales basse température ne dépassant pas 2 % du mix énergétique de la chaleur produite ;
- l'atteinte d'un taux de 100 % d'EnR&R en 2050, sans maximisation de la captation des EnR&R locales basses température, nécessitera d'installer environ 700 MW de capacité de production de vapeur à partir d'EnR&R (CSR, biomasse) ; soit l'équivalent de 7 nouvelles centrales de production complémentaires par rapport à la situation en 2030 (soit un total de 8 centrales de production sur la période 2020-2050). Le besoin en foncier sera donc très important ;
- le montant cumulé depuis 2019 des investissements atteindra environ 1 300 M€ en 2050 : 1 030 M€ pour la réalisation des installations de production et 270 M€ pour le développement du réseau et les travaux d'amélioration de sa résilience ;
- cette trajectoire répondra à l'objectif de 20 % de production locale du Plan Climat parisien que si l'on considère les déchets comme une source d'EnR&R locale.

Quelle que soit la trajectoire employée, les travaux de fiabilisation du retour d'eau et l'amélioration de la gestion des sous-stations auront été menés à leur terme, maximisant le rendement du réseau. Les 70 km de réseau sensible au risque de crue auront été rendus résilients.

En 2050, le développement du réseau se sera poursuivi avec la même dynamique que précédemment : environ 3 800 nouveaux abonnés auront été raccordés (par rapport à 2019) en utilisant tous les potentiels de densification et d'extension disponibles, et les mêmes leviers que précédemment.

Le niveau d'investissement, de l'ordre de 40 à 60 M€/an en fonction des deux trajectoires vues plus haut, restera ainsi proportionné à l'évolution de l'outil industriel et aux ambitions du Plan Climat parisien. **Ce niveau d'investissement restera réaliste (même si en hausse par rapport au niveau d'investissement actuel d'environ 40 à 50 M€/an), mais surtout cohérent avec la capacité d'autofinancement classiquement rencontrée.**

Ces évolutions permettront d'atteindre en 2050 :

- un taux d'EnR&R de 100 % (51 % en 2019) ;
- un recours aux énergies locales - hors valorisation de la chaleur issue des UVED - entre 2 et 20 % (moins de 1 % en 2019) ;
- un contenu CO₂ de de l'ordre de 10 kgeCO₂/MWh (161 kgeCO₂/MWh en 2019) ;
- la fourniture de chaleur à environ 3 800 abonnés supplémentaires (5 881 en 2019) ;
- un coût de la chaleur de l'ordre de 96 €/MWh (77 €/MWh en 2019, soit +25 % ou +0,8 %/an en moyenne) si aucun financement extérieur n'est obtenu ;
- un coût de la chaleur réduit de 6€/MWh si des subventions de l'ordre de 50 % sur les investissements sont octroyées (soit +17 % par rapport à 2019 ou +0,6 %/an en moyenne) ;
- une facture globalement en baisse pour les consommateurs, la hausse du coût de la chaleur étant plus que compensée par la baisse des consommations unitaires (-50 % en 2050).

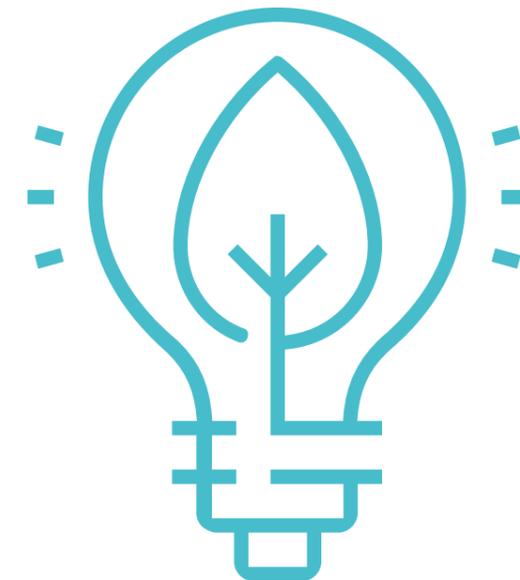
Comme pour l'échéance à 2030, ce coût de la chaleur est à mettre en perspective des évolutions que vivront également les prix du gaz et l'électricité, qui auront également atteint la neutralité carbone, donc se renchériront. **En 2050, la chaleur confortera sa compétitivité par rapport au gaz, mais nécessitera la poursuite de la politique volontariste engagée par la Ville de Paris pour soutenir les énergies les moins carbonées qui respectent la trajectoire de son Plan Climat** et et activer les leviers permettant de réduire le coût et le prix de la chaleur.

Les principales contraintes liées à ces transformations pour les riverains résident dans la réalisation des travaux avec 6 à 11 km/an de chantier réseau, à comparer au rythme actuel de 5,3 km/an et une emprise foncière à réserver évaluée à environ 140 000 m² répartie sur plusieurs petites ou moyennes emprises pour la trajectoire de transformation et environ 230 000 m² de grandes ou très grandes emprises pour la trajectoire de modernisation.

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des objectifs du Plan Climat parisien relatifs aux réseaux d'énergie et au réseau de chaleur en particulier, ainsi que leur atteinte en 2030 et 2050 : ►

Objectifs du Plan Climat parisien		Atteinte de l'objectif
OBJECTIFS COMMUNS À TOUTES LES ÉNERGIES	100 % de l'énergie consommée d'origine renouvelable	✓
	Baisse de moitié des consommations énergétiques	✓
	20 % de la production locale d'EnR en 2050 dont le développement de la géothermie	✓
	Développement harmonieux des réseaux, mutualisation de leurs interconnexions et intensification de la récupération/valorisation d'énergie	✓
	Réseaux intelligents d'ici 2030	✓
	Mise en place d'un service public de la donnée énergétique	✓
OBJECTIFS SPÉCIFIQUES AU RÉSEAU DE CHALEUR	Densification des raccordements	✓
	Développement des boucles d'eau chaude valorisant les ressources locales	✓
	Sortie totale du charbon en 2024	✓
	Conversion des centrales gaz/fioul aux EnR (biogaz/biofioul) d'ici 2030	✓
	Accélération du verdissement du réseau pour atteindre 75 % d'EnR en 2030	✓
	Création de nouvelles unités de production de chaleur renouvelable (déchet, biomasse, récupération de chaleur)	✓

Figure 15 : atteinte des objectifs du Plan Climat parisien.



3.2 LA TRANSFORMATION DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIES : LES EnR&R AU CŒUR DE LA STRATÉGIE POUR PARVENIR À 100 % D'ICI 2050

Le réseau de chaleur doit poursuivre son verdissement pour atteindre un taux d'énergie d'EnR&R de 100 % pour l'énergie livrée par le réseau de chaleur à l'horizon 2050 et ainsi contribuer aux efforts pour faire de Paris une ville neutre en carbone.

Cet objectif s'avère **particulièrement ambitieux** puisque cela implique de convertir aux énergies vertes l'intégralité des moyens de production, y compris ceux capables de répondre aux pointes d'appel de puissance en hiver ou en secours, c'est-à-dire, à ce jour, principalement les centrales utilisant le gaz et le biocombustible liquide. En effet, même si les consommations unitaires baisseront de moitié en 2050, la pointe de consommation devrait sensiblement rester la même, compte-tenu de l'évolution du nombre de clients nouvellement raccordés.

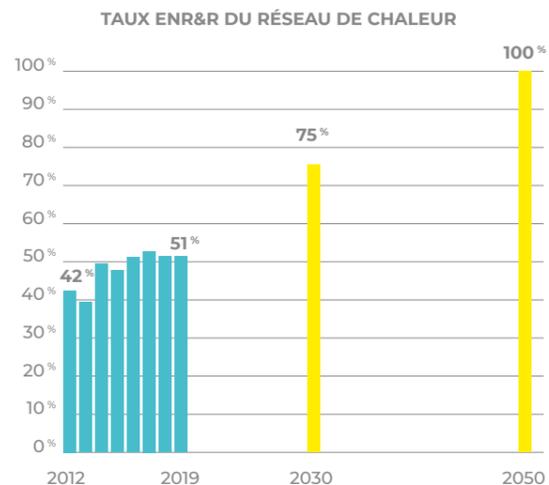


Figure 16 : suivi du taux d'EnR&R du réseau de chaleur et objectifs 2030/2050

Les projections à long terme sont par nature incertaines puisqu'elles dépendent de la réalisation ou non des actions exposées dans le présent schéma directeur entre 2020 et 2030, des évolutions du contexte écologique, urbain et réglementaire mais aussi de potentiels avancées technologiques. Les deux trajectoires présentées ci-après explorent les deux façons d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Une première dite de « Transformation » doit être la boussole de la Ville de Paris. La seconde

est une proposition de repli pour atteindre la neutralité carbone en cas de difficulté à mettre en œuvre pleinement la première trajectoire.

TRAJECTOIRE CIBLE « TRANSFORMATION » EN 2050 :

Cette trajectoire s'inscrit dans la continuité des actions engagées qui ont démarré de 2020 à 2030. La recherche de nouvelles productions se fera prioritairement à l'échelle du quartier ou de l'îlot, en mettant à profit de petite et moyenne installations de production décentralisées dans Paris, à proximité du réseau d'eau chaude. Le niveau de puissance disponible au niveau de ces installations basse température (de quelques centaines de kW à plusieurs MW) nécessitera de développer une vingtaine d'unités EnR&R sur le territoire parisien.

Le taux d'énergie locale atteint en 2050 sera de l'ordre de 20 % (hors valorisation énergétique des déchets), en s'appuyant en priorité sur la valorisation de chaleur fatale et renouvelable : solaire thermique, chaleur industrielle, data centers, chaleur dissipée par la production de froid (action n°20), récupération sur eaux usées.

Les besoins restants (80 % ou moins) seront assurés par les productions de vapeur issue de l'incinération des déchets (ménagers ou CSR), complétées par une part importante de biomasse, et pour les besoins de pointe, par du biogaz et du biocombustible liquide dans des proportions strictement nécessaires compte tenu de leur prix élevé.

L'atteinte d'un taux de 100 % d'EnR&R en 2050 nécessitera d'installer environ 300 MW de capacités nouvelles de production de vapeur à partir d'EnR&R (CSR, biomasse), soit l'équivalent de 3 nouvelles centrales de production complémentaires par rapport à la situation en 2030 (soit 4 nouvelles centrales de production d'EnR&R vapeur depuis 2019).

Pour atteindre un mix composé à 100 % d'EnR&R en 2050, toutes les possibilités d'augmentation des capacités des sites actuels de production de vapeur auront été mises en œuvre afin de bénéficier du foncier déjà disponible (action n° 28). Les créations de centrales supplémentaires devront être en priorité réalisées dans Paris et en dernier recours en dehors de Paris, avec les mêmes objectifs d'intégration architecturale et de réduction des nuisances.

Enfin, l'objectif de 20 % de production locale du Plan Climat parisien sera atteint grâce à la captation des EnR&R locales mutualisées sur le territoire parisien.

3. L'ÉVOLUTION DU SERVICE PUBLIC DE CHALEUR À PLUS LONG TERME EN 2050

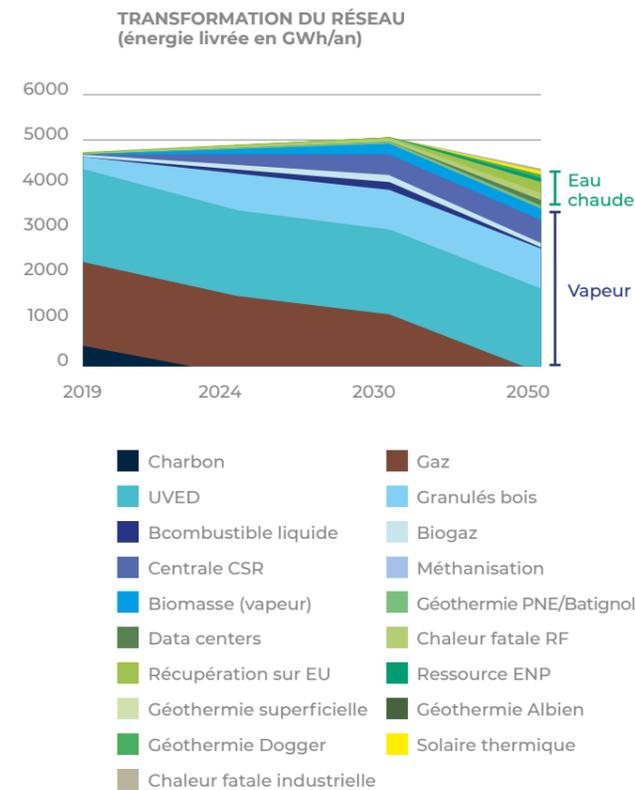


Figure 17 : évolution du mix énergétique de la chaleur dans la trajectoire « Transformation »

TRAJECTOIRE DE REPLI « MODERNISATION » EN 2050 :

Le modèle industriel actuel d'un réseau vapeur sera conservé : le mix d'EnR&R restera limité à une valorisation de la chaleur sous forme de vapeur (biomasse, déchet, CSR, biogaz), la captation des EnR&R locales basse température ne dépassant pas 2 % du mix énergétique de la chaleur produite en 2050.

L'atteinte d'un taux de 100 % d'EnR&R en 2050, sans maximisation de la captation des EnR&R locales basses température, nécessitera d'installer environ 700 MW de capacité de production de vapeur à partir d'EnR&R (CSR, biomasse), soit l'équivalent de 7 nouvelles centrales de production complémentaires par rapport à la situation en 2030 (soit 8 nouvelles centrales EnR&R vapeur depuis 2019).

Le sujet du foncier pour l'installation de ces nouvelles unités de production de vapeur sera crucial (action n° 27). L'identification de foncier devra se faire en priorité sur le territoire parisien et en dernier recours en dehors de Paris. Dans tous les cas, un plus grand partage de la chaleur produite est nécessaire pour faire bénéficier les

villes voisines des bienfaits d'une chaleur totalement décarbonée, produite localement et à la compétitivité retrouvée par rapport aux énergies concurrentes. Les partenariats et les coopérations engagés avec les villes voisines de Paris dès le début de la décennie 2020 auront porté leurs fruits (actions n°12).

En parallèle, toutes les possibilités d'augmentation des capacités des sites de production de vapeur auront été mises en œuvre afin de bénéficier du foncier déjà disponible (action n°28).

Enfin, l'objectif de 20 % de production locale du Plan Climat parisien sera atteint si l'on considère les déchets comme une source d'EnR locale.

MODERNISATION DU RÉSEAU (énergie livrée en GWh/an)

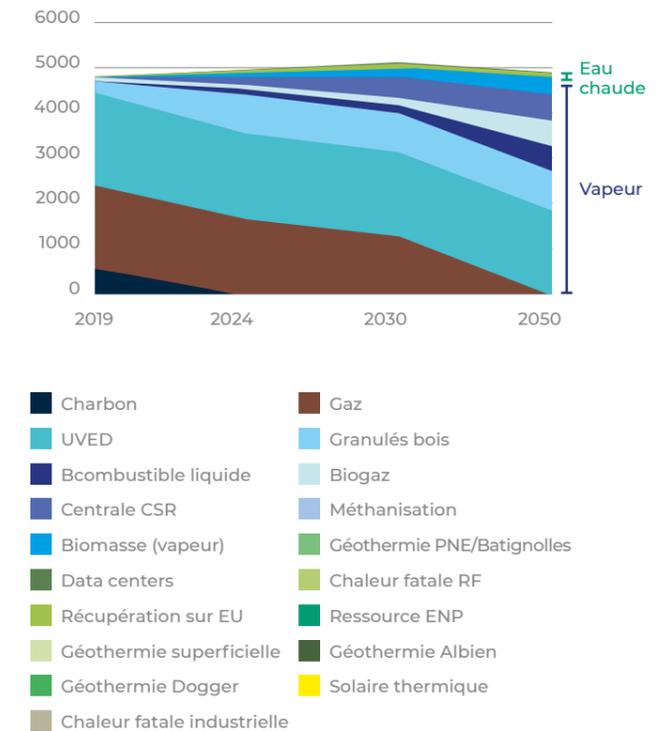


Figure 18 : évolution du mix énergétique de la chaleur dans la trajectoire « Modernisation »

Dans les deux trajectoires, une part de production et distribution de vapeur sera conservée (dans des proportions différentes toutefois) pour transporter l'énergie issue des unités de valorisation énergétique des déchets sur de grandes distances et pour apporter l'énergie suffisamment à haute température pour des besoins de process particuliers, tels que les hôpitaux ou les buanderies industrielles.

CHIFFRES CLÉS PRODUCTION	2050	
	Modernisation	Transformation
Énergie produite (GWh/an)	6 100	5 850
Taux d'énergie fossile	0 %	0 %
Taux d'EnR&R	100 %	100 %
dont vapeur EnR&R	98 %	80 %
- UVED	41 %	42 %
- biomasse, granulés bois	25 %	24 %
- nouvelles unités vapeur EnR&R	23 %	11 %
- biométhane, biocombustible liquide	10 %	6 %
dont eau chaude EnR&R	2 %	20 %
- récupération eaux usées		5 %
- chaleur fatale réseau de froid	1 %	3 %
- data center		3 %
- géothermie	1 %	2 %
- récupération eau non potable		2 %
- solaire thermique		2 %
- chaleur fatale industrielle		1 %
Puissance installée (MW)	3 000	2 800
dont UVED	337	
dont granulés bois	396	
dont charbon	0	
dont cogénération gaz	0	
dont géothermie et PAC Chapelle internationale	31	
dont gaz et biométhane	1 400	
dont nouvelles unités vapeur EnR&R	700	300
dont chaleur fatale réseau de froid	30	90
dont récupération eau non potable	0	50
dont data center	0	38
dont récupération eaux usées	0	30
dont géothermie	4	18
dont solaire thermique	0	14
dont chaleur fatale industrielle	0	8
Investissements production (cumul depuis 2019, M€)	1 030	1 510

	Modernisation accélérée		Transformation du réseau	
	Nombre d'installations	Surface nécessaire (m ²)	Nombre d'installations	Surface nécessaire (m ²)
Vapeur EnR&R	8	220 000	4	110 000
Eau chaude EnR&R	2	10 000	19	30 000
Foncier total	10	230 000	23	140 000
Solaire thermique (surface de capteurs en toiture)				250 000

3.3 LES ADAPTATIONS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION : UN RÉSEAU MODERNE, RÉSILIENT EN EAU CHAUDE

Le réseau de distribution doit continuer d'évoluer et de s'adapter aux usages et aux besoins des Parisiens.

UNE RÉSILIENCE DU RÉSEAU RETROUVÉE

Les travaux d'amélioration de résilience à la crue se poursuivront jusqu'à 2050, à un rythme de renouvellement de **2,3 km de réseau chaque année**. Ce rythme peut être intensifié pour atteindre au plus vite une résilience à la crue, à la condition que les actions relatives à l'inclusion du réseau dans la Ville, et notamment les impacts relatifs aux chantiers, soient maîtrisées et efficaces.

En 2050, environ 70 km de réseau à proximité de la Seine auront été rendus plus résilients depuis 2019 par rapport aux crues, grâce à la conversion vers un réseau d'eau chaude ou à la mise en place d'un système de protection double enveloppe.

Les chantiers ayant permis de retrouver un réseau en très bon état de fonctionnement grâce aux actions entreprises sur la période 2020-2030 devront être pérennisés par un entretien périodique et constants ainsi que par toutes les innovations ayant recours aux objets connectés (« IOT ») et à l'intelligence artificielle pour inscrire durablement le réseau de chaleur dans le 21^e siècle.

Notamment, toutes les opportunités de réutilisation du réseau de retour d'eau défaillant en tant que source d'alimentation de nouvelles boucles d'eau chaude seront mises en œuvre autant que possible dans les cas où le retour vers les centrales de production de chaleur s'avère inenvisageable d'un point de vue technico-économique (action n°26).

TRAJECTOIRE CIBLE DITE DE « TRANSFORMATION »

Le réseau de distribution continuera de se développer exclusivement en eau chaude au rythme des réhabilitations des bâtiments, le réseau vapeur étant converti chaque fois que cela sera possible (action n°25). Cette ambition nécessitera d'accélérer le rythme pour atteindre **plus de 8 km de travaux chaque année**. Ces extensions seront possibles uniquement si elles sont soutenues par un engouement et un intérêt pour une chaleur verte devenue compétitive et surtout des possibilités de raccordement de chaleur diffuse au sein des bâtiments et îlots parisiens qui les justifient.

En 2050, la part de réseau eau chaude pourra représenter près de 29 % de l'ensemble du réseau (7 % en 2019), en intégrant la conversion du réseau vapeur en eau chaude dans les zones inondables.

TRAJECTOIRE DE REPLI DITE DE « MODERNISATION »

Le besoin d'extension du réseau sera uniquement destiné à raccorder de nouveaux clients et non à raccorder des sites de production de chaleur diffuse. Ces extensions impliqueront un rythme de création/renouvellement de réseaux de **3,5 km de chantier chaque année** pour le réseau de distribution, ce qui allégera la pression sur les travaux de voirie.

En 2050, la part de réseau eau chaude pourra représenter près de 19 % de l'ensemble du réseau (7 % en 2019), en intégrant la conversion du réseau vapeur en eau chaude dans les zones inondables.

Quelle que soit la trajectoire employée, les efforts à porter sur les travaux de réseau permettant de livrer la chaleur aux nouveaux abonnés et de desservir les zones alimentées par des énergies locales basse température seront très fortement influencés

par le taux de sollicitation des ressources locales. La coordination des travaux entre les concessionnaires de distribution d'énergie, et d'eau notamment, et si possible, une certaine mutualisation, devra se poursuivre et se renforcer (action n°24). De même, la réduction des nuisances pour les Parisien.ne.s

impliquera de maximiser l'utilisation du sous-sol existant (égouts, autres galeries techniques, parking inutilisé, et tous autres locaux) pour y passer une partie du réseau d'eau chaude, des unités de production locales ou sous-stations d'échange (action n°13). ▼

CHIFFRES CLÉS ADAPTATION DU RÉSEAU	2050	
	Modernisation	Transformation
Linéaire total de réseau (km)	620	710
Croissance annuelle liée au développement (km/an)	3,5	8
Renouvellement des réseaux pour résilience à la crue	2,3	2,3
Linéaire total de réseau eau chaude	115	205
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)	270	350

3.4 LA POURSUITE DU DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU PAR DENSIFICATION ET EXTENSION

L'effort de commercialisation pour densifier le réseau et raccorder de nouveaux abonnés grâce à des extensions devra être prolongé pour maintenir la stabilité de la quantité d'énergie livrée par le réseau, dans un contexte de forte baisse de la demande en énergétique (objectif du Plan Climat : d'une réduction de moitié des consommations en 2050 par rapport à 2004).

En prenant en compte cette baisse considérable des consommations d'énergie de l'ensemble des bâtiments parisiens, les raccordements par densification utiliseront tout le potentiel disponible sur le territoire parisien (pour rappel, il est identifié un potentiel de 30 % de densification maximum à Paris).

Ainsi en 2050, environ 3 800 nouveaux abonnés devront être raccordés au réseau de chaleur, soit une hausse de +65 % par rapport à 2019. Le développement du réseau de chaleur sera réalisé par densification en priorité (action n°22) (à hauteur de +30 % d'abonnés nouveaux en 2050) et par extension (à hauteur de +35 % d'abonnés nouveaux en 2050).

Les derniers clients chauffés au fioul qui n'auront pas été convertis à la chaleur ou au gaz, en 2030, basculeront vers la chaleur. Les bascules des clients chauffés au gaz collectif vers la chaleur se poursuivront : jusqu'entre 15 et 20 % des clients gaz collectif seront convertis à la chaleur en 2050.

Les ventes de chaleur vers les collectivités voisines seront maintenues au niveau de 2019 dans la trajectoire «Transformation» avec 660 GWh/an livrés (pour 652 GWh/an en 2019), voire progresseront dans la trajectoire «Modernisation» pour atteindre 800 GWh/an d'énergie livrée hors Paris en 2050. En tenant compte de la baisse de 50 % des consommations unitaires, cela revient en fait à augmenter le nombre de bâtiments raccordés hors Paris. **Ces ventes hors de Paris feront ainsi bénéficier les villes voisines des bienfaits d'une chaleur totalement décarbonée, produite localement et à la compétitivité retrouvée par rapport aux énergies concurrentes**, telles que le gaz et, dans une moindre mesure, l'électricité.

En 2050, le nombre de clients sera +65 % supérieur à 2019, soit une multiplication par 2 du rythme moyen de développement (8,2 km de réseau nouveau par an en 2050) dans la trajectoire «Transformation» :

- 30 % d'abonnés par densification et 35 % d'abonnés par extension à moins de 60 mètres du réseau ;
- les dernières chaudières au fioul qui n'auront pu être éradiquées en 2030 et 15 % à 20 % des clients gaz collectif seront convertis à la chaleur. ▶

CHIFFRES CLÉS DÉVELOPPEMENT	2050	
	Modernisation	Transformation
Énergie acheminée (GWh/an)	4850	4750
vente de chaleur hors de Paris (GWh/an)*	800	660
Nombre d'abonnés	9 700	
croissance annuelle (abonnés/an)	115	
évolution du nombre d'abonnés raccordés	65 %	
- taux de clients raccordés par densification	30 %	
- taux de clients raccordés par extension	35 %	
taux de clients fioul convertis à la chaleur	100 %	
taux de clients gaz convertis à la chaleur	15-20 %	
Linéaire total de réseau (km)	620	710
croissance annuelle liée au développement (km/an)	3,5	8,2
distance au réseau des extensions (m/extension)	30	50
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)	280	350

3.5 LA COMPÉTITIVITÉ DE LA CHALEUR

En 2050, les investissements réalisés depuis 2019 pour verdir le réseau, améliorer son efficacité et le développer s'élèveront à environ 1 860 M€ dans la trajectoire «Transformation» et 1 300 M€ dans la trajectoire «Modernisation». Les investissements à consentir seront importants (40 à 60 M€/an en moyenne), en hausse par rapport au niveau d'investissement actuel (environ 40 à 50 M€/an), mais resteront proportionnés à l'outil industriel et aux ambitions du Plan Climat. **Le niveau d'investissement restera réaliste et cohérent avec la capacité d'autofinancement couramment constatée.**

Les actions de long terme engagées par la Ville de Paris dès le début de la décennie 2020 visant, d'une part, à favoriser les énergies les moins carbonées (notamment les actions n°7, n°10 et n°21) et, d'autre part, à activer les leviers permettant de maîtriser le coût de la chaleur (notamment les actions n°3, n°5 et n°8) permettront de stabiliser ce dernier à un niveau proche de celui atteint dès 2030.

Ainsi, **le coût de la chaleur en 2050 progressera très légèrement par rapport à 2030 pour se stabiliser autour de 96 € HT/MWh si aucun financement extérieur n'est obtenu, en hausse de +5 % par rapport à 2030 (soit +0,3 %/an en moyenne) et en hausse de +25 % par rapport à 2019 (soit +0,8 %/an en moyenne).** En tenant compte d'un taux de subvention des investissements de 50 %, le coût de la chaleur s'établirait à environ 90 € HT/MWh en 2050. Cette hausse s'explique par le niveau d'investissement dans un contexte de forte baisse des consommations.

Cette hausse du coût de la chaleur sera toutefois plus que compensée par la baisse attendue des consommations unitaires de -50 % en 2050 par rapport à 2004, du fait des actions de réhabilitation énergétique des bâtiments, des actions de maîtrise de la consommation et du réchauffement climatique. **La facture des consommateurs sera donc globalement en baisse en 2050 par rapport à 2019.**

En parallèle, dans une hypothèse où le gaz et l'électricité auront atteint la neutralité carbone en 2050, leurs coûts auront également sensiblement évolué. **Dans son rapport ADEME de 2018 «Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?», l'ADEME fait ainsi état d'un coût du gaz proche de 135 € HT/MWh en 2050, auquel il faut ajouter les coûts de transformation du gaz en chaleur, portant ce coût complet à environ 160 € HT/MWh en 2050.**

La quasi-stabilité du coût de la chaleur entre 2030 et 2050 dans les deux trajectoires s'explique, quant à elle, par les raisons suivantes :

- Dans la trajectoire «Transformation», l'augmentation des coûts d'investissement pour convertir le réseau de chaleur et développer une vingtaine d'unités de production décentralisées de chaleur à partir d'EnR&R sur le territoire parisien est compensée par des coûts d'exploitation et d'approvisionnement très faibles pour les EnR&R diffusés : la chaleur fatale de récupération a un coût d'approvisionnement nul et les réseaux en eau chaude des coûts d'exploitation plus faibles que ceux en vapeur, majoritaires dans la trajectoire «Modernisation».

■ dans la trajectoire « Modernisation », l'évolution modérée des investissements, principalement tirés par la construction de nouvelles capacités de production de vapeur à base d'EnR&R et

l'amélioration de la performance du réseau sont compensées par des coûts d'exploitation et d'approvisionnement en énergie plus importants. ▼

CHIFFRES CLÉS COÛT	2050	
	Modernisation	Transformation
Investissements totaux (cumul depuis 2019, M€)	1 300	1 850
dont investissements production	1 030	1 510
dont investissements réseaux	270	350
Coût de la chaleur (€ HT/MWh)	95	97
évolution par rapport à 2019	+35 %	+25 %
Coût de la chaleur avec subventions 50 % (€ HT/MWh)	89	90
Coût du gaz – rapport ADEME (€ HT/MWh) + coût de transformation	160	160

3.6 CHIFFRES CLÉS À L'HORIZON 2050

CHIFFRES CLÉS DÉVELOPPEMENT	2050	
	Modernisation	Transformation
Énergie acheminée (GWh/an)	4850	4750
vente de chaleur hors de Paris (GWh/an)*	800	660
Nombre d'abonnés	9 700	
croissance annuelle (abonnés/an)	115	
évolution du nombre d'abonnés raccordés	65 %	
- <i>taux de clients raccordés par densification</i>	30 %	
- <i>taux de clients raccordés par extension</i>	35 %	
taux de clients fioul convertis à la chaleur	100 %	
taux de clients gaz convertis à la chaleur	15-20 %	
Linéaire total de réseau (km)	620	710
<i>croissance annuelle liée au développement (km/an)</i>	3,5	8,2
<i>distance au réseau des extensions (m/extension)</i>	30	50
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)	280	350

CHIFFRES CLÉS ADAPTATION DU RÉSEAU	2050		
	Modernisation	Transformation	
Linéaire total de réseau (km)	620	710	5 850
Croissance annuelle liée au développement (km/an)	3,5	8	0 %
Renouvellement des réseaux pour résilience à la crue	2,3	2,3	100 %
Linéaire total de réseau eau chaude	115	205	80 %
Investissements réseaux (cumul depuis 2019, M€)	270	350	42 %

CHIFFRES CLÉS COÛT	2050	
	Modernisation	Transformation
Investissements totaux (cumul depuis 2019, M€)	1 300	1 850
dont investissements production	1 030	1 510
dont investissements réseaux	270	350
Coût de la chaleur (€ HT/MWh)	95	97
évolution par rapport à 2019	+35 %	+25 %
Coût de la chaleur avec subventions 50 % (€ HT/MWh)	89	90
Coût du gaz – rapport ADEME (€ HT/MWh) + coût de transformation	160	160

CHIFFRES CLÉS PRODUCTION	2050	
	Modernisation	Transformation
Énergie produite (GWh/an)	6 100	5 850
Taux d'énergie fossile	0 %	0 %
Taux d'EnR&R	100 %	100 %
dont vapeur EnR&R	98 %	80 %
- UVED	41 %	42 %
- biomasse, granulés bois	25 %	24 %
- nouvelles unités vapeur EnR&R	23 %	11 %
- biométhane, biocombustible liquide	10 %	6 %
dont eau chaude EnR&R	2 %	20 %
- récupération eaux usées		5 %
- chaleur fatale réseau de froid	1 %	3 %
- data center		3 %
- géothermie	1 %	2 %
- récupération eau non potable		2 %
- solaire thermique		2 %
- chaleur fatale industrielle		1 %
Puissance installée (MW)	3 000	2 800
dont UVED	337	
dont granulé bois	396	
dont charbon	0	
dont cogénération gaz	0	
dont géothermie et PAC Chapelle internationale	31	
dont gaz et biométhane	1 400	
dont nouvelles unités vapeur EnR&R	700	300
dont chaleur fatale réseau de froid	30	90
dont récupération eau non potable	0	50
dont data center	0	38
dont récupération eaux usées	0	30
dont géothermie	4	18
dont solaire thermique	0	14
dont chaleur fatale industrielle	0	8
Investissements production (cumul depuis 2019, M€)	1 030	1 500

3.7 ANALYSE COMPARATIVE DES DEUX TRAJECTOIRES

Les tableaux suivants présentent l'analyse comparative des avantages, inconvénients et risques liés aux évolutions prévues pour chaque trajectoire. La plupart des avantages et inconvénients caractérisant ces évolutions sont rencontrés dans les deux cas de figure, à des degrés différents. La synthèse présentée vise à présenter cette différence de sensibilité.

AVANTAGES		
	Trajectoire Modernisation	Trajectoire Transformation
Objectifs du PCAET atteints	++	++
Performances du réseau optimisées	++	++
Réseau plus résilient aux crues	++	++
Chaleur compétitive	++	++
Récupération d'EnR locales/chaleur fatale	+	++
Renforcement de l'économie circulaire, circuit court	+	++
Mix de production diversifiée	+	++
Réseau inclusif	+	++
Meilleur partage de la chaleur avec les villes voisines	++	+
Création d'emplois non délocalisables	++	+

INCONVÉNIENTS		
	Trajectoire Modernisation	Trajectoire Transformation
Besoins de foncier importants intra-muros pour des unités de production locales	-	--
Besoins de foncier importants pour des unités de production centralisées	--	-
Logistique d'approvisionnement (CSR, biomasse)	--	-
Chantiers conséquents	-	--
Investissements conséquents	-	--
Dégradation de l'équilibre de la concession de distribution de gaz	--	--

RISQUES		
	Trajectoire Modernisation	Trajectoire Transformation
Acceptabilité politique de la construction de nouvelles unités de production centralisées	xx	x
Non-atteinte d'un niveau de compétitivité suffisant, si le gaz reste durablement carboné et peu cher	xxx	xxx
Développement (densification, extension) du réseau moins ambitieux	xx	xx
Acceptabilité des chantiers intra-muros	x	xx

4. LE PLAN D'ACTION : 28 ACTIONS STRUCTURELLES À COURT ET MOYEN TERME

L'ambition issue du Plan Climat implique de faire évoluer rapidement le réseau de chaleur. L'atteinte de ces objectifs implique de définir un plan d'action détaillé, réaliste, cadencé et objectif.

Des actions déterminantes pour la Ville de Paris doivent être lancées sans attendre la fin de la concession actuelle, pour amorcer une nouvelle dynamique, telles que :

- Adapter les conditions de raccordement pour les rendre compétitives et ainsi relancer la dynamique de raccordement.
- Assumer un rééquilibrage entre le réseau de gaz et celui de chaleur, au profit de ce dernier, seul capable de capter et mutualiser une multitude de sources d'EnR&R locales et ainsi atteindre les objectifs de verdissement en 2050.
- Adapter les discours et les subventions relatives à la conversion des clients fioul afin de privilégier le réseau de chaleur par rapport au réseau de gaz.
- Décider ou non de classer le réseau de chaleur, imposant un raccordement pour les nouveaux logements et potentiellement des réhabilitations lourdes.
- Obtenir les subventions de la Ville, de l'ADEME (voire du Plan de relance ou de l'Union européenne) pour contribuer à la maîtrise du prix de la chaleur supporté par les clients.
- Sécuriser l'approvisionnement de la chaleur issue des UVE du SYCTOM à un tarif compétitif.
- Établir ou renforcer les partenariats avec les villes voisines, dans un objectif d'un meilleur partage des avantages du réseau parisien.
- Partager avec les mairies d'arrondissement pour emporter leur adhésion, leurs quartiers étant fortement sollicités à l'avenir.
- Rechercher le foncier nécessaire pour les sites de production centralisé d'EnR&R (CSR, biomasse).

Les risques principaux identifiés sont l'acceptabilité politique de la construction de nouvelles unités de production centralisées, le déficit d'attractivité et de compétitivité, si le gaz reste durablement carboné et peu cher, un développement du réseau moins ambitieux que prévu et l'acceptabilité des chantiers intra-muros.

Le plan d'action a été construit en s'appuyant sur ce postulat d'urgence à agir et en prenant en compte la nécessité d'inscrire dans la durée la démarche d'amélioration du réseau pour atteindre un mix 100 % renouvelable et de récupération à plus long terme. Les propositions d'actions sont ainsi organisées en fonction de leur temporalité respective :

- **Les actions de refondation à court terme :** à lancer sans attendre fin 2024, afin d'amorcer une nouvelle dynamique du service public de la chaleur.
- **Les actions de fond à court/moyen terme :** afin d'atteindre les objectifs assignés à l'échéance 2030.
- **Les actions de modernisation/transformation à moyen/long terme :** afin d'atteindre l'une des deux trajectoires Modernisation/Transformation.

Pour chacune de ces trois échéances ci-dessus, les propositions d'actions sont regroupées par thématique :

- **verdir le réseau et améliorer sa résilience ;**
- **retrouver une compétitivité économique ;**
- **soutenir la place et la notoriété du réseau de chaleur ;**
- **faciliter l'intégration du réseau dans la ville et avec les villes voisines.**

4.1 LES ACTIONS DE REFONDATION DU RÉSEAU DE CHALEUR

4.1.1 VERDIR LE RÉSEAU ET AMÉLIORER SA RÉSILIENCE

ACTION 1 : RENFORCER ET ACCÉLÉRER LES ACTIONS DE REMISE EN ÉTAT DU RÉSEAU DE RETOUR D'EAU

Description :

La vapeur condensée en eau, après avoir livré ses calories, retourne vers les chaufferies (usines de production) où elle sert de nouveau à produire de la vapeur avant de repartir vers les postes de livraison. Le réseau de retour d'eau du réseau de chaleur parisien est aujourd'hui en mauvais état, avec un taux de perte d'environ 60 % de l'eau renvoyée vers les centrales de production. Cette eau « perdue » est déversée dans les égouts et dans l'eau de Seine, diminuant le rendement énergétique et hydraulique du réseau. La remise en état du réseau initiée en 2014 peine à porter ses fruits avec une progression de seulement 10 points sur le taux de retour d'eau (de 34 % en 2014 à 44 % en 2019). Outre l'amélioration de la gestion des sous-stations (cf. actions 15), l'accélération de la fiabilisation du réseau de retour d'eau est nécessaire. Un renforcement des actions en faveur de la remise en état du retour améliorera la performance du réseau, puisqu'il permettra, à niveau de production constant, de livrer plus de chaleur et donc de clients. À long terme, une telle amélioration jouera sur la compétitivité économique du réseau (diminution des pertes, donc moins d'EnR&R nécessaire pour alimenter un même nombre de clients).

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Établir un programme de renouvellement du retour d'eau ambitieux permettant de diminuer les pertes d'ici la fin de la concession actuelle.
- Poursuivre ce programme de renouvellement ambitieux au-delà de 2024 en assignant des objectifs incités financièrement à l'opérateur de réseau.

4.1.2 RETROUVER UNE COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE

ACTION 2 : PRIVILÉGIER LE RÉSEAU DE CHALEUR DANS L'URBANISME RÉGLEMENTAIRE (EN ÉTUDIANT LES POSSIBILITÉS DE FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT ET LE RECOURS AU RÉSEAU DE CHALEUR DANS LE PLU BIOCLIMATIQUE) ET OPÉRATIONNEL (EN IMPOSANT AUX NOUVELLES ZAC L'ÉNERGIE « CHALEUR », UNE PRODUCTION D'ENR ET UN EXPORT VERS LES QUARTIERS VOISINS)

Description :

Le réseau de chaleur est considéré aujourd'hui à pied d'égalité avec les autres énergies alors qu'il transporte une vapeur composée de plus 50 % d'EnR&R. Il offre une flexibilité lui permettant de muter facilement et de convertir rapidement des bâtiments entiers à de la chaleur renouvelable, sans avoir besoin d'actions individualisées. Considérant cela, la place du réseau dans l'urbanisme doit être repensée pour qu'il se développe autant que possible. Les opérations d'urbanisme sont en effet autant d'opportunités pour développer de nouvelles productions d'EnR&R locales et de potentiels points d'éclosion de futurs développements vers des quartiers existants.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, aménageurs

Actions sous-jacentes :

- Étudier l'intérêt du raccordement d'une ZAC en incluant les bâtiments environnants.
- Profiter de la concertation sur la révision du PLU parisien pour introduire un placement de la chaleur dès que cela sera pertinent.
- Imposer que certaines opérations d'aménagement soient exportatrices d'EnR au-delà de leur périmètre, en intégrant cet objectif au programme de la ZAC, y compris la mobilisation du foncier et le portage financier du raccordement au réseau de chaleur.
- S'appuyer sur les projets de ZAC pour développer le fonctionnement du réseau comme un « smart heat grid », avec des échanges d'énergie (production décentralisée, panneaux solaires thermiques, réalisation de boucle d'eau tempérée pour valoriser l'énergie simultanément pour les besoins de chaud et de froid).
- Privilégier les boucles d'eau chaude ou tempérée dans les nouvelles ZAC (St-Vincent-de-Paul, Ordener Poissonnier, Gare des Mines, Bercy-Charenton), sous réserve de l'acceptation des effets induits, notamment sur leurs programmes.

ACTION 3 : METTRE EN PLACE UNE RÉGULATION CONTRACTUELLE DE L'OPÉRATEUR (PRIVÉ OU PUBLIC) L'INCITANT À MAÎTRISER SES COÛTS SUR LA DURÉE, TOUT EN MAINTENANT SA QUALITÉ DE SERVICE

Description :

En tant qu'opérateur de service public, l'exploitant du réseau de chaleur, qu'il soit public ou privé, doit adopter un comportement vertueux consistant à ne faire payer que le juste coût à ses clients. Il doit pour cela se comporter en gestionnaire de réseau économiquement efficace. Or, sans mécanisme l'incitant à maîtriser ses coûts d'exploitation et d'investissement sur le long terme, un gestionnaire de réseau peut avoir tendance à vouloir maximiser son profit au détriment de ses clients. Compte tenu des enjeux en termes de verdissement et de développement du réseau de chaleur, la mise en place de mécanismes de régulation l'incitant à cette maîtrise de ses coûts tout en maintenant, voire améliorant, la qualité du service rendu est essentielle. Des dispositions contractuelles dans le prochain contrat de concession (si DSP) ou d'objectifs (si régie) devront être mises en œuvre pour aligner les intérêts de l'opérateur de réseau sur ceux de ses clients.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Définir les modalités de gouvernance économique du futur service public de la chaleur
- Identifier les mécanismes de régulation incitatifs (bonus/malus en fonction de l'atteinte ou non d'objectifs prédéfinis)

ACTION 4 : FAVORISER LA CONVERSION DU FIOUL VERS LE RÉSEAU DE CHALEUR

Description :

Encore 8 % de l'énergie consommée à Paris l'est à partir de fioul, soit 1,6 TWh/an. 1 049 copropriétés utilisent ainsi cette énergie, dont 209 d'entre elles se trouvent à moins de 20 mètres du réseau de chaleur existant. Cette énergie est très polluante, à la fois en termes d'émission de gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique, et en émissions de particules fines, cancérigènes. C'est pourquoi le Plan Climat parisien prévoit son éradication dès 2030. Pour le réseau de chaleur, il s'agit d'une opportunité vertueuse, unique et rapide de se développer, d'offrir une chaleur verte à un plus grand nombre de Parisiens et de soutenir son modèle économique. Pour les usagers, le coût de fonctionnement des installations d'un réseau eau chaude est plus avantageux qu'une chaufferie au fioul. Une telle conversion se fera en concurrence avec le réseau

de gaz qui a lancé depuis plus d'une année des actions ciblant spécifiquement les consommateurs de fioul. Il apparaît alors nécessaire de prioriser les actions en faveur de la conversion du fioul : si la Ville ne s'implique pas, il y a un risque que la volonté de sortie du fioul rapidement provoque une bascule massive vers le gaz fossile ces prochaines années plutôt que vers la chaleur renouvelable.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, Agence parisienne du climat, gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Faciliter la conversion fioul/chaleur en accompagnant et/ou subventionnant les abonnés concernés.
- Viser l'éradication des chaudières fioul sur le territoire parisien 2021-2025 : copropriétés, bailleurs (s'il en reste), administrations publiques et grands opérateurs publics et privés... en s'inspirant du dispositif national.

ACTION 5 : FACILITER LES RACCORDEMENTS EN OPTIMISANT ET PUBLIANT LES BARÈMES DE RACCORDEMENT

Description :

Lors d'un raccordement au réseau de chaleur, le nouveau client paie son raccordement au prix réel des travaux, sans sans tenir compte des recettes générées pour l'opérateur ni d'une possibilité de mutualisation des coûts avec l'ensemble des clients. À l'inverse pour les raccordements en électricité et en gaz, une majorité du coût du raccordement est mutualisée avec l'ensemble des utilisateurs du réseau, réduisant fortement le coût des raccordements. En outre, aucun barème de raccordement transparent et détaillé n'existe pour la chaleur urbaine, un demandeur de raccordement recevant un devis n'est pas capable d'estimer à l'avance le coût du raccordement. À l'inverse également, des barèmes de raccordement détaillés existent pour l'électricité et le gaz, rendant transparentes les conditions techniques et financières de raccordement. Ces éléments (absence de mutualisation et de barème) sont autant de freins au développement du réseau de chaleur. Des modélisations doivent être réalisées pour modifier les conditions financières de raccordement en allant vers plus de mutualisation des coûts, sans modifier l'équilibre économique du service public en vue d'augmenter le nombre de clients. De même, les barèmes de raccordement doivent être construits et rendus publics, gage de transparence et de non-discrimination. Ces actions doivent être menées sans délai afin de lancer au plus tôt une nouvelle dynamique de raccordement qui vit dans le temps long (des années peuvent s'écouler entre le premier contact avec un prospect et sa conversion en client).



Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Travailler à une nouvelle méthode de calcul des droits de raccordement permettant de mutualiser une partie des coûts, avec pour objectif une mise en œuvre courant 2021 via un nouvel avenant au contrat de concession actuel.
- Publier le barème de raccordement du réseau de chaleur urbaine et communiquer sur cette publication.

ACTION 6 : SÉCURISER L'APPROVISIONNEMENT AVEC LE SYCTOM À UN TARIF COMPÉTITIF

Description :

Le SYCTOM représente entre 40 et 45 % de la production de chaleur du réseau. Il fait bénéficier le réseau de chaleur parisien et les 16 autres collectivités qu'il alimente d'une énergie verte et abordable. Le contrat d'approvisionnement arrive à terme fin 2024 et doit être renouvelé pour, d'une part, garantir un niveau d'approvisionnement et de traitement des déchets à un prix qui ne met pas en danger le service public et, d'autre part, tenir compte des enjeux de réduction de déchets et d'économie circulaire.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris

Action sous-jacente :

- Engager des échanges à haut niveau avec le SYCTOM dès 2021-2022 sur les approvisionnements de chaleur dans la période 2025-2035 : tarifs de la chaleur, quantités garanties, sur la base d'un argumentaire favorable au réseau de chaleur et intéressant pour le SYCTOM.

ACTION 7 : OBTENIR UN SOUTIEN FINANCIER DE L'ÉTAT, VOIRE DE L'EUROPE, À LA HAUTEUR DU BESOIN ET DES ENJEUX DU RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN

Description :

La plupart des investissements de conversion à réaliser sur le réseau de chaleur, pour le verdir notamment, sont « non productifs » car ils n'apportent pas de capacité nouvelle de vente. Dès lors, une solution pour que leur financement ne soit pas exclusivement réalisé par une hausse tarifaire consiste à raccorder de nouveaux clients. Si le réseau de chaleur doit prendre une part d'effort à sa charge, son défaut actuel de compétitivité, face au faible coût du gaz fossile notamment, nécessite un soutien financier public. Les aides financières

de l'État pour le développement de réseaux de chaleur vertueux, notamment à travers le fonds chaleur, sont un bon vecteur.

Acteur(s) pressenti(s) :

État, ADEME, Ville de Paris, Métropole du Grand Paris, Région Île-de-France

Actions sous-jacentes :

- Inscrire la modernisation et le verdissement de la production du réseau parisien au niveau de la politique de l'État de développement des réseaux de chaleur en France.
- Obtenir une prise en charge au moins partielle des frais de renouvellement des échangeurs en sous-station (ADEME fonds chaleur, État via CITE ou CEE).
- Obtenir une prise en charge au moins partielle des frais de raccordement par l'ADEME (fonds chaleur) ou l'État (Plan de relance).

4.1.3 SOUTENIR LA PLACE ET LA NOTORIÉTÉ DU RÉSEAU DE CHALEUR

ACTION 8 : AMÉLIORER LA POLITIQUE DE COMMERCIALISATION ACTUELLE SUR LES ZONES DESSERVIES (APPROCHE MARKETING, MOYENS HUMAINS, CLIENTS CIBLÉS)

Description :

Le développement du réseau de chaleur est un prérequis indispensable à la fois pour distribuer une chaleur verte au plus grand nombre, et contribuer ainsi à l'atteinte des objectifs du Plan Climat, pour garantir l'équilibre économique de la concession et financer la transition énergétique. Aussi des efforts importants doivent être déployés par le service public de la chaleur pour augmenter le nombre de clients raccordés. Si ces efforts passent par une optimisation des droits de raccordement (cf ; action 5), cela doit également se traduire par une politique commerciale plus agressive et une stratégie de communication plus volontariste sur les atouts du réseau de chaleur, associées à une approche par grand compte public (patrimoine État, Région, Ville et les agences rattachées) et privé (gestionnaire de patrimoine, syndicats de copropriété), pour faciliter le déploiement rapide du réseau de chaleur par grappe d'immeubles.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Renforcer la politique commerciale du gestionnaire de réseau.

- Renouveler l'approche marketing du gestionnaire de réseau associé à une politique de communication plus volontariste sur l'intérêt du réseau de chaleur.
- Mettre en œuvre/renforcer l'approche par grands comptes publics et privés parisiens (en termes de consommation d'énergie) et proposer un accompagnement global (agence parisienne du climat, Agence d'écologie urbaine) pour promouvoir les solutions Ville : approvisionnement en énergies renouvelables, chaud, froid, économies d'énergie...

ACTION 9 : METTRE EN PLACE UNE RÉELLE « APPROCHE CLIENT » DE L'OPÉRATEUR EN FAVEUR DE LA SOBRIÉTÉ

Description :

Un plus fort développement du réseau de chaleur, via une plus grande densification et extension, ne doit pas se faire au détriment de la maîtrise de la consommation, même si cela complexifie l'équilibre économique du service public de la chaleur. L'atteinte de l'objectif ambitieux du PCAET parisien d'une réduction de 50 % des consommations en 2050 doit nécessairement passer par une prise de conscience par les abonnés du service public de la chaleur de leur niveau de consommation, d'une part, mais également des leviers à leur disposition pour maîtriser et réduire leur consommation (dont ceux concernant le bâti). Le gestionnaire du réseau de chaleur peut et doit devenir le premier promoteur d'une plus grande sobriété dans les usages consommateurs de la chaleur.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Mettre en œuvre les moyens (techniques, commerciaux, communication, informatiques) permettant de mieux informer les abonnés sur leur niveau de consommation et sur les leviers à leur disposition pour agir sur leurs consommations (dont ceux concernant le bâti).
- Mettre à disposition en open data des données de consommations, dans le respect des règles de confidentialité.

ACTION 10 : PROMOUVOIR L'INTÉRÊT DU RÉSEAU DE CHALEUR VIA UNE COMMUNICATION INSTITUTIONNELLE

Description :

Le réseau de chaleur est l'outil le plus vertueux et le plus efficace en possession de la Ville de Paris pour répondre à l'urgence climatique. Aussi, la Ville de Paris doit se positionner clairement et officiellement en faveur de cette énergie. Un argumentaire

et des messages clés doivent être rédigés et mis à disposition des élus et de l'administration pour assurer une communication efficace et cohérente. Cet argumentaire sera utilisé à chaque occasion et sur tous les canaux médiatiques de la Ville de Paris pour, d'une part, faire connaître ce réseau et ses avantages et, d'autre part, soutenir publiquement le raccordement de nouveaux clients, ce qui contribuera au développement du réseau.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, Agence parisienne du climat

Actions sous-jacentes :

- Production d'une communication institutionnelle dès 2021 sur les avantages/bénéfices du réseau de chaleur, orientés grand public/syndics/gestionnaires d'immeubles en lien avec la RE 2020 avec l'estampille « Ville » et utilisation des relais de communication de la Ville pour sa diffusion.
- Développer un argumentaire sur les avantages du réseau de chaleur (qualité air, confort intérieur, fiabilité, coûts, emploi local...) et le diffuser auprès des conseillers de Paris/conseillers d'arrondissement/acteurs institutionnels.
- Organiser des visites/présentations du réseau à un panel de décideurs/gestionnaires d'immeubles à l'horizon 2022-23 en fonction du verdissement des unités de production.

ACTION 11 : QUESTIONNER L'INTÉRÊT D'UN CLASSEMENT D'OFFICE DU RÉSEAU DE CHALEUR

Description :

La loi relative au climat et à l'énergie de 2019 prévoit le classement automatique des réseaux de chaleur à partir du 1^{er} janvier 2022. Pour y déroger, une délibération motivée de l'assemblée délibérante est nécessaire. Un tel classement rend obligatoire le raccordement au réseau de tout bâtiment neuf ou ayant subi des travaux de rénovation importants. Il s'agit d'une décision politique forte et qui ne peut être prise qu'en considération du prix de la chaleur par rapport à celui des autres solutions de chauffage. Le classement d'office étant prévu au 1^{er} janvier 2022 en application de l'article L.712-1 du Code de l'énergie, une réflexion doit être menée dès maintenant pour aboutir avant fin 2021 à une position de la Ville de Paris.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Questionner l'intérêt d'un classement d'office du réseau de chaleur dès 2022 ;
- Échanger avec les services de l'État sur les différentes options possibles : classement,

non-classement, classement dans un second temps, autres dispositions...

4.1.4 FACILITER L'INTEGRATION DU RÉSEAU DANS LA VILLE ET AVEC LES VILLES VOISINES

ACTION 12 : RENFORCER LA COOPÉRATION AVEC LES COLLECTIVITÉS VOISINES POUR UN DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE CHALEUR ET UN MEILLEUR PARTAGE DES RESSOURCES

Description :

La grande majorité (environ 90 %) de l'énergie produite pour le réseau de chaleur parisien l'est à l'extérieur de Paris. La présence de ces sites industriels est de plus en plus en discordance apparente avec les développements urbains des collectivités, qui les accueillent pour un bénéfice qui va majoritairement vers Paris (80 % de la chaleur produite). Il apparaît nécessaire de renforcer le dialogue et la coopération avec les villes voisines dans le cadre d'un développement et d'une croissance du réseau, qui peut aussi être au bénéfice des villes voisines. En effet, d'une part, le besoin de foncier pour d'éventuels nouveaux sites de production de vapeur peut se situer sur le territoire de ces villes voisines et, d'autre part, le réseau de chaleur peut également contribuer à la transition énergétique de ces communes.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, Métropole du Grand Paris, villes voisines

Actions sous-jacentes :

- Interroger avec les villes voisines et la Métropole du Grand Paris la pertinence de création d'un comité territorial pour la mise en œuvre des différents schémas directeurs.
- Développer les ventes de chaleur aux réseaux voisins en valorisant la continuité de service et le taux d'EnR&R.
- Renforcer les partenariats bilatéraux, voire une coopération plus forte avec les villes voisines sur le développement du réseau.
- Dialoguer avec les villes voisines sur le besoin de foncier hors Paris pour verdir le réseau parisien et proposer des dispositions gagnant-gagnant.
- Conduire dès 2021 des études d'optimisation des unités de production intra et extra-muros et de valorisation urbaine/foncière en fonction des scénarios à étudier :
 - usine principale de St-Ouen-sur-Seine : transformation en site EnR&R d'ici 2030 ou ultérieurement, meilleure insertion urbaine dans le quartier transformé de St-Ouen-sur-Seine ;
 - stratégie gagnant-gagnant sur le site d'Ivry-sur-Seine entre Ville de Paris et Ville d'Ivry-sur-Seine ;
 - devenir du site de Vitry-sur-Seine : selon CSR

ou non CSR ;

- stratégie sur les trois sites parisiens de Bercy, Vaugirard, Grenelle : devenir de la zone de stockage de Vaugirard notamment.

- Associer les communes et mairies d'arrondissement concernées aux études d'optimisation des sites actuels et partager les conclusions avec elles.
- Accepter un rééquilibrage avec les villes voisines de la consommation de la chaleur d'incinération des déchets et les faire bénéficier d'une chaleur plus compétitive et plus verte.

ACTION 13 : ÉTUDIER LA FAISABILITÉ D'UN PASSAGE DES BOUCLES D'EAU CHAUDE (BEC) EN GALERIE SOUTERRAINE POUR LE GÉNÉRALISER AUTANT QUE POSSIBLE AFIN DE RÉDUIRE L'IMPACT NÉGATIF DES CHANTIERS

Description :

Le schéma directeur prévoit un développement important du réseau de chaleur ainsi qu'une conversion du réseau vapeur en eau chaude pour, d'une part, capter et mutualiser les EnR&R et, d'autre part, améliorer sa résilience aux crues (redémarrage plus rapide d'un réseau eau chaude que vapeur). À ce jour, le réseau vapeur passe en caniveau sous la chaussée. Les travaux interrompent la circulation sur des distances importantes pour des durées longues et ont donc un fort impact sur la vie des Parisiens en plus des nuisances auditives et visuelles. Un passage des réseaux d'eau chaude en égout, comme pour le réseau d'eau potable ou de froid, ou dans toute autre galerie existante réduirait considérablement ces impacts. D'autres galeries techniques que les égouts existent en effet mais ne sont pas précisément cartographiées, notamment les anciennes galeries France Télécom devenues inutilisées à la suite de la fin du réseau cuivre (RTC).

L'inspection des réseaux en égout et galerie est également plus simple, améliorant ainsi la détection et la réparation des fuites. Des solutions pour limiter et détecter rapidement les fuites doivent toutefois être étudiées (double peau, fil conducteur...). Pour autant, la température moyenne d'un réseau eau chaude est de 60/70°C et peut comporter des risques qu'il convient d'étudier en profondeur : risque pour le personnel travaillant en égout/galerie en cas de fuite ou de calorifugeage abîmé, élévation de la température en égout/galerie avec le développement de germes, champignons ou parasites.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Mener une analyse sur la possibilité réglementaire, technique et sanitaire d'utiliser les égouts

pour le développement du réseau de chaleur parisien

- Étudier les solutions techniques permettant de limiter ou de détecter rapidement les fuites
- Emprunter, si les études le permettent, autant que possible les égouts pour les développements en eau chaude afin de maîtriser les coûts de transformation du réseau
- Cartographier les réseaux souterrains inutilisables par le réseau de chaleur

ACTION 14 : MOBILISER DU FONCIER AU SERVICE DU RÉSEAU DE CHALEUR

Description :

La neutralité carbone en 2050 nécessite une conversion des unités de production fossiles vers des production d'EnR&R. La priorité sera donnée à la conversion des unités actuelles et à la réutilisation du foncier déjà disponible. Toutefois, la projection des consommations et des besoins, notamment en pointe, nécessite de nouvelles productions diffuses ou centralisées. Les conversions en boucles d'eau chaude (BEC) nécessitent une sous-station, interface entre la vapeur et l'eau chaude. Pour ces deux raisons, un besoin de foncier plus ou moins important est nécessaire. Les opérations de ZAC constituent une opportunité à privilégier qui permettent ab initio d'intégrer les centrales avec un effort architectural et paysager. De même, l'intégration d'implantations sous le domaine public devra être analysée lors des projets de réaménagement d'espaces publics. Lorsque c'est possible, les synergies entre le réseau de froid et de chaud pourront se faire sur le terrain des usines de production de froid. La Ville de Paris dispose de 1 200 installations de production de chauffage d'importance (chaufferies à gaz, sous-stations vapeur) implantées sur l'ensemble du territoire parisien. Le foncier disponible dans ces locaux pourra être mis à disposition lorsque les conditions sont favorables (taille des locaux, proximité du réseau), notamment dans le cadre de conversion à la chaleur ou dans le cadre de projet de BEC. Enfin, les sous-sols parisiens non utilisés, notamment en lien avec la baisse de fréquentation des parkings (parc privé, bailleurs sociaux), pourront être utilisés lorsque cela sera possible. En dernier recours, des opportunités foncières seront recherchées en dehors de Paris.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, bailleurs sociaux, aménageurs, villes voisines

Actions sous-jacentes :

- Imposer l'étude systématique d'une réservation de foncier dans chaque opération de ZAC pour couvrir au moins les besoins en chaleur de la ZAC et en objectif d'alimenter les quartiers voisins, en particulier dans les opérations

d'aménagement en cours d'élaboration de programme (Bercy-Charenton, CAP 18...).

- Concrétiser cet usage du foncier sous réserve de l'acceptation des effets induits, notamment sur les programmes des opérations.
- Analyser l'intégration d'implantations sous le domaine public lors des projets de réaménagement d'espaces publics.
- Cartographier les sous-sols inutilisés.
- Cartographier le foncier de la Ville de Paris disponible à proximité du réseau.
- Être attentif en permanence aux opportunités foncières à 2030 dans et hors Paris.

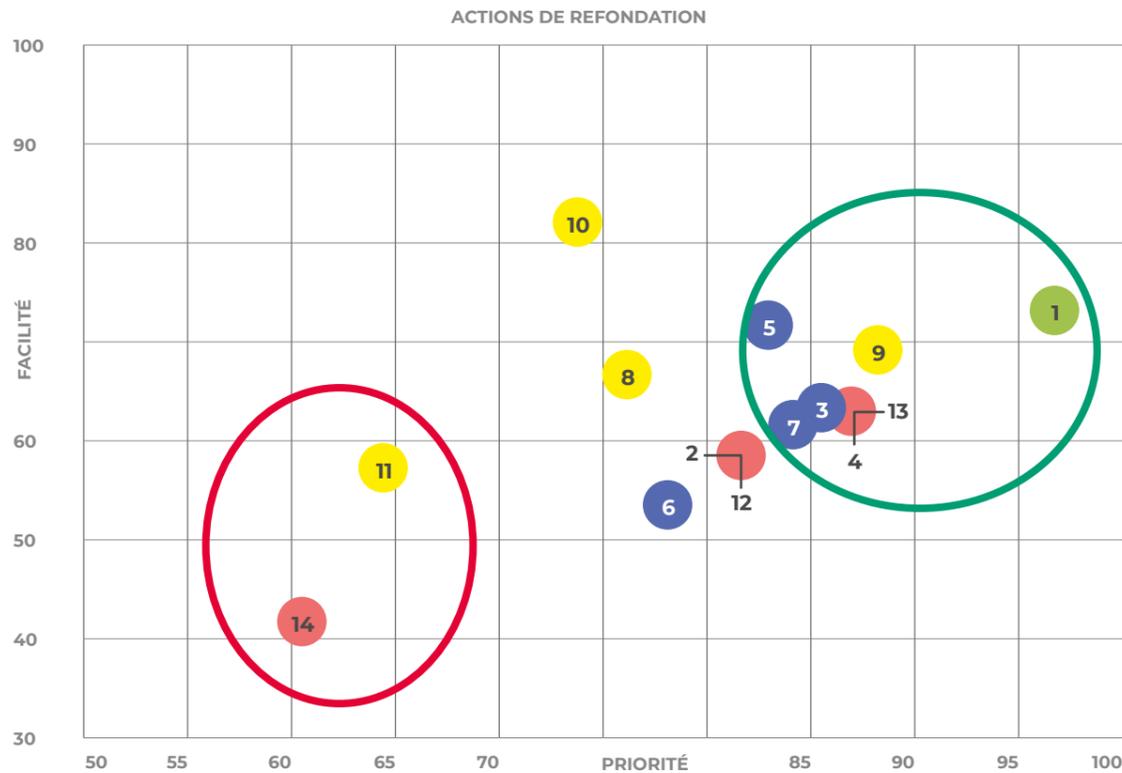
4.1.5 PRIORISATION DES ACTIONS RÉALISÉE EN ATELIER

Le tableau suivant présente la synthèse **des actions de refondation** :

ACTIONS DE REFONDATION	
1. Renforcer et accélérer les actions de remise en état du réseau retour d'eau	Verdir le réseau et améliorer sa résilience
2. Privilégier le réseau de chaleur dans l'urbanisme réglementaire et opérationnel (en imposant aux nouvelles ZAC l'énergie « chaleur », une production d'EnR et un export vers les quartiers voisins)	Retrouver une compétitivité économique
3. Mettre en place une régulation contractuelle de l'opérateur (privé ou public) l'incitant à maîtriser ses coûts sur la durée tout en maintenant sa qualité de service	
4. Favoriser la conversion du fioul vers le réseau de chaleur	
5. Faciliter les raccordements en optimisant et publiant les barèmes de raccordement	
6. Sécuriser l'approvisionnement avec le SYCTOM à un tarif compétitif	
7. Obtenir un soutien financier de l'État à la hauteur du besoin et des enjeux du réseau de chaleur parisien	Soutenir la place et la notoriété du réseau de chaleur
8. Améliorer la politique de commercialisation actuelle sur les zones desservies (approche marketing, moyens humains, clients ciblés)	
9. Mettre en place une réelle « approche client » de l'opérateur en faveur de la sobriété	
10. Promouvoir l'intérêt du réseau de chaleur via une communication institutionnelle	Faciliter l'intégration du réseau dans la ville et avec les villes voisines
11. Questionner l'intérêt d'un classement d'office du réseau de chaleur	
12. Renforcer la coopération avec les collectivités voisines pour un développement du réseau de chaleur et un meilleur partage des ressources	
13. Étudier la faisabilité d'un passage des BEC en galerie souterraine pour le généraliser autant que possible afin de réduire l'impact négatif des chantiers	
14. Mobiliser du foncier au service du réseau de chaleur	

Le graphique suivant présente l'**analyse croisée réalisée en atelier de concertation**, discriminant les actions de refondation en fonction :

- du **niveau de priorité** pour les mettre en œuvre ;
- de leur **facilité** de mise en œuvre. ▼



Selon les participants de l'atelier, l'**action 1** « Renforcer et accélérer les actions de remise en état du réseau retour d'eau » se distingue tant en termes de degré de **priorité que de facilité** de mise en œuvre.

L'attention est également attirée sur la mise en œuvre des actions suivantes :

- 3 « Mettre en place une régulation contractuelle de l'opérateur l'incitant à maîtriser ses coûts sur la durée »
- 4 « Favoriser la conversion du fioul vers le réseau de chaleur »
- 5 « Faciliter les raccordements en optimisant et publiant les barèmes de raccordement »
- 7 « Obtenir un soutien financier de l'État à la hauteur du besoin et des enjeux du réseau de chaleur parisien »
- 9 « Mettre en place une réelle approche client de l'opérateur en faveur de la sobriété »
- 13 « Étudier la faisabilité d'un passage des BEC

en galerie souterraine pour le généraliser autant que possible »

Les 4 grandes thématiques (verdissement, compétitivité, soutien, intégration) sont ainsi représentées, montrant l'importance, pour changer la dynamique d'évolution du réseau de chaleur parisien, de **traiter le sujet de façon globale sur l'ensemble de ses dimensions et ce, dès maintenant.**

On notera que l'action 10 « Promouvoir l'intérêt du réseau de chaleur via une communication institutionnelle » est jugée très facile à mettre en œuvre mais peu prioritaire.

Deux actions ont un poids plus faible en termes de priorité et de facilité :

- 11 « Questionner l'intérêt du classement d'office du réseau de chaleur »
- 14 « Mobiliser du foncier au service du réseau de chaleur »

4.2 LES ACTIONS DE FOND

4.2.1 VERDIR LE RÉSEAU ET AMÉLIORER SA RÉSILIENCE

ACTION 15 : FAIRE MUTER LES CENTRALES EXISTANTES VERS LES ENR&R LORSQUE C'EST POSSIBLE

Description :

Les sites de production actuels occupent 8 terrains (3 dans Paris et 5 hors Paris) sur au moins 108 000 m². Les chaudières sont majoritairement au gaz, qui constitue pour l'instant une alternative intéressante en termes d'émission de particules fines par rapport au charbon et au fioul. Toutefois, l'exigence d'un mix énergétique composé de 100 % d'EnR&R rendra probablement nécessaire de convertir tout ou partie de ces sites vers d'autres énergies, notamment en cas d'échec du gaz à atteindre la neutralité carbone. Enfin, la production d'énergie à partir de charbon devra cesser et les chaudières seront reconverties vers d'autres énergies.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur,

Actions sous-jacentes :

- Étudier le potentiel des usines à muter vers d'autres énergies.
- Étudier la transformation des chaudières charbon à Saint-Ouen dès que possible.

ACTION 16 : AMÉLIORER LES PERFORMANCES DES POSTES DE LIVRAISON À UN COÛT COMPÉTITIF VIA DES DISPOSITIFS TECHNIQUES FINANCIERS ET CONTRACTUELS

Description :

Les postes de livraison sont soit la propriété de l'exploitant (pour 10 % d'entre eux), soit celle des clients (pour les 90 % restants). Ils sont théoriquement raccordés à un réseau de retour d'eau pour faire revenir en usine la vapeur condensée. Néanmoins, il est constaté régulièrement des défauts de maintenance conduisant à ce que l'eau ne soit pas retournée à l'exploitant du réseau. De ce fait, il est nécessaire de puiser davantage d'eau dans la Seine, la traiter et la réchauffer (l'eau de retour est environ à 50° C, celle de la Seine autour de 10° C). Une réflexion doit être menée pour étudier la meilleure façon d'intervenir sur un patrimoine qui n'est majoritairement pas entre les mains de l'exploitant. Une solution radicale serait de racheter l'ensemble des postes de livraison propriété des clients (plus de 5 000) mais avec un coût non maîtrisé et des négociations au cas par cas potentiellement laborieuses. Une solution plus simple à mettre en œuvre consisterait

en des adaptations contractuelles incitant financièrement (via le tarif du service) les clients à maintenir leur sous-station. En complément, la mise en place d'un service d'achat et d'exploitation des postes de livraison permettrait de mutualiser les coûts pour offrir des prestations de maintenance compétitives.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Mener une réflexion technico-économique sur le rachat ou non des postes de livraison selon les possibilités contractuelles.
- Étudier la mise en place d'un service d'achat et/ou exploitation des postes de livraison pour mutualiser les coûts.
- Distribuer un rôle de facilitateur énergétique imaginé dans le cadre de CORDEES dans la définition du futur service de la chaleur urbaine.
- Renforcer l'incitation tarifaire à améliorer le retour d'eau des postes de livraison.
- Renforcer les dispositions visant à améliorer la configuration des réseaux secondaires et la régulation en sous-station.
- Questionner l'intérêt de création de services à l'énergie.

ACTION 17 : IMPOSER L'ACHAT PAR L'EXPLOITANT DU RÉSEAU DE LA CHALEUR INJECTÉE ISSUE DE SOURCE D'ENR&R DIFFUSE (SOLAIRE THERMIQUE, DATA CENTER NOTAMMENT) À UN TARIF ATTRACTIF ET GARANTI

Description :

La captation des EnR&R diffuses dans le tissu parisien est un enjeu prioritaire de la transformation du modèle industriel du réseau de chaleur. Il nécessitera un fort développement du réseau eau chaude, seul capable de capter et mutualiser ces EnR&R diffuses. La mise en place d'une tarification incitative au développement des EnR&R diffuses, sur le modèle du mécanisme de l'État des obligations d'achat du biométhane et de l'électricité renouvelable injectés dans les réseaux, apparaît essentielle au développement de la production décentralisée sur le territoire parisien, telle que notamment le solaire thermique ou encore la chaleur fatale issue des data centers. En effet, l'imposition d'un rachat par le gestionnaire de réseau des EnR&R diffuses produites sur son réseau, à un tarif attractif et garanti sur le long terme, donnera de la visibilité et rassurera les acteurs intéressés quant à la viabilité de leur projet. Ce mécanisme sur le réseau de chaleur pourra être différencié par type d'énergie pour atteindre l'équilibre économique du projet et devra être communiqué le plus largement possible pour susciter l'intérêt des porteurs de projets.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Imposer la captation des sources EnR&R diffuses de la ville dans le futur service public de la chaleur urbaine et le développement des boucles d'eau chaude
- Mettre en place un tarif de rachat attractif et garanti sur une durée permettant l'amortissement de l'investissement des projets de production d'EnR&R diffuses
- Communiquer sur ce mécanisme de tarif de rachat le plus largement possible
- Alimenter continuellement un inventaire précis des gisements d'EnR&R diffuses sur le territoire parisien et voisin, notamment pour mieux quantifier le potentiel réel du solaire thermique

ACTION 18 : AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DU RÉSEAU EN PRIORISANT LA TRANSITION DU RÉSEAU EN EAU CHAUDE DANS LES ZONES INONDABLES ET EN SÉCURISANT L'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRE PREMIÈRE ET EN EAU

Description :

Le réseau vapeur est très peu résilient au risque de crue. Ce dernier doit être arrêté lorsque la chaussée qui l'abrite est submergée, afin d'éviter les chocs thermiques. Il en est de même pour un réseau eau chaude mais le redémarrage d'un réseau vapeur nécessite un temps beaucoup plus long. De surcroît, le réseau étant fortement maillé il est nécessaire d'arrêter le réseau très largement au-delà du périmètre inondé. Ainsi, en cas de crue centennale, on estime que la totalité du réseau parisien devra être arrêté avec un temps de redémarrage complet pouvant atteindre 1 an.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Convertir le réseau vapeur en eau chaude dans la zone de crue centennale.
- Étudier un maillage limitant les zones impactées.
- Renforcer les moyens de redémarrage du réseau vapeur.

ACTION 19 : SOUTENIR L'ÉTABLISSEMENT D'UNE FILIÈRE BOIS/BIOASSE/PELLETS RÉGIONALE ET AU-DELÀ

Description :

La biomasse utilisée par le réseau de chaleur ne représente actuellement qu'environ 0,9 % des besoins de chauffage des Parisiens. En termes de logistique, cette consommation de biomasse nécessite un train par jour pour une biomasse à haute capacité calorifique. Un passage à un autre type de biomasse augmenterait fortement la pression sur la chaîne logistique. La biomasse

à haute capacité calorifique n'est pas actuellement disponible en France en quantité suffisante et doit être recherchée dans d'autres pays, ce qui augmente son bilan carbone.

Le développement d'une filière bois-énergie régionale contribuera ainsi au verdissement du réseau de chaleur, grâce à une source d'énergie à la maturité prouvée, ayant fortement réduit son bilan carbone (un tel approvisionnement régional serait réalisé par voie ferroviaire ou fluviale) et sera générateur d'emplois locaux/régionaux peu délocalisables. Un tel développement renforcera l'indépendance énergétique française et contribuera à l'amélioration de la gestion forestière, de la gestion des déchets verts et du bois de recyclage.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, Métropole du Grand Paris

Actions sous-jacentes :

- Nouer des partenariats territoriaux permettant d'amorcer une filière bois énergie en s'engageant sur des volumes d'achat de biomasse garantis.
- Communiquer sur l'établissement de ces partenariats valorisant les territoires.

ACTION 19 BIS : SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE DE PRODUCTION DE BIOMÉTHANE FRANCILIENNE ET NATIONALE

Description :

Alors que le biométhane ne représente actuellement que moins de 2 % des sources de production de chaleur sur le réseau de chaleur parisien, la Ville de Paris s'est fixé comme objectif d'atteindre un niveau de 9 TWh de biogaz dans son mix énergétique à l'horizon 2030. La composition du biométhane étant très proche de celle de gaz naturel, il s'agit d'une solution importante à privilégier dans le cadre du verdissement du mix énergétique. Les filières de méthanisation qui reposent actuellement principalement sur des gisements de biodéchets issus des collectivités territoriales ou des productions agricoles et agro-industrielles, ont un grand potentiel de développement en Ile-de-France. La co-méthanisation pourra également être développée en traitant les boues d'épuration. Alors que la méthanisation participe à la production d'énergie renouvelable, elle offre une solution de traitement à une part importante des déchets des franciliens, puisqu'environ 30 % de nos poubelles sont composés de déchets organiques non-valorisés. Le soutien au développement de la méthanisation est indispensable pour contribuer à sortir de la consommation d'énergie fossile, et le réseau de chaleur parisien constitue une opportunité majeure pour développer cette filière.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, Métropole du Grand Paris, SYCTOM, Région Île-de-France

Actions sous-jacentes :

- Étendre largement la collecte séparée des biodéchets des ménages et des acteurs économiques en Île-de-France.

ACTION 20 : PRIVILÉGIER LA CAPTATION DE LA CHALEUR FATALE POUR LES NOUVELLES PRODUCTIONS DE FROID DU RENOUVELLEMENT DE LA CONCESSION DE FROID NOTAMMENT POUR RÉDUIRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS (ICU)

Description :

La trajectoire « Transformation du réseau » valorise le plus possible les sources d'EnR&R fatale diffuses disponibles sur le territoire parisien. Le schéma directeur du froid urbain prévoit un doublement du linéaire du réseau et la construction de 16 nouvelles centrales. Ces centrales représentent une source de chaleur fatale conséquente et facile à capter car leur localisation et leurs caractéristiques sont connues par la Ville de Paris, autorité concédante. Elles sont autant d'opportunités de développement de nouveaux réseaux et de raccordement de nouveaux clients. Par ailleurs, la production de froid génère également de la chaleur, sur le modèle d'un réfrigérateur, chaleur qui doit être dissipée. Actuellement, le service public parisien de froid urbain dissipe cette chaleur, soit dans l'air, avec un accroissement limité de l'effet îlot de chaleur Urbain, soit dans la Seine, dont les rejets sont réglementés en ce qu'ils peuvent impacter la faune et la flore. Cette chaleur peut aussi être valorisée sur un réseau eau chaude avec un potentiel théorique très important (plus des 2/3 du besoin du réseau de chaleur actuel). Ce potentiel est néanmoins fortement réduit par la nécessaire concomitance d'un besoin simultané de chaud et de froid à l'intersaison mais reste intéressant. Le développement des boucles d'eau chaude (BEC) doit être concerté entre les exploitants des réseaux de froid et de chaleur. De surcroît, les centrales de production de froid actuelles sont majoritairement en bord de Seine. La création de BEC dans ce secteur participera à la réalisation de l'action en faveur d'une plus grande résilience (cf. action 17).

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, aménageurs

Actions sous-jacentes :

- Développer prioritairement les boucles d'eau chaude autour des centrales de froid en captant la chaleur fatale qu'elles émettent.
- Instruire lors de l'implantation de chaque nouvelle centrale de production de froid l'opportunité d'une récupération de la chaleur fatale émise par la centrale.

4.2.2 RETROUVER UNE COMPÉTITIVITÉ ÉCONOMIQUE

ACTION 21 : RESTREINDRE PROGRESSIVEMENT LES CONDITIONS D'ACCÈS AUX ÉNERGIES FOSSILES ET LEUR FAIRE SUPPORTER LE COÛT DE LEUR BILAN CARBONE

Description :

Le réseau de chaleur est en concurrence principalement avec le réseau de gaz. Le premier a un taux d'EnR&R supérieur à 50 % et le gaz un taux d'environ 1 % début 2021 mais connaît une progression constante. L'apparente absence de compétitivité de la chaleur par rapport au gaz est en partie biaisée par un prix qui ne tient pas compte de la qualité environnementale et des autres externalités négatives du gaz, comme énergie fossile et carbonée. Des mécanismes législatifs ou réglementaires pourraient être mis en place pour compenser cette « distorsion de concurrence » entre la chaleur (énergie peu carbonée et plus chère) et le gaz par exemple (énergie fossile fortement carbonée et meilleur marché), voire restreindre l'accès des énergies les plus polluantes à certains territoires, sur le modèle des zones à faible émission pour la mobilité.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, État, ADEME, Métropole du Grand Paris

Actions sous-jacentes :

- Construire un plaidoyer technico-juridique porté par Paris et les grandes collectivités locales pour restreindre progressivement les conditions d'accès aux énergies fossiles dans les grandes agglomérations françaises et envisager sa traduction réglementaire / législative au niveau de l'État.
- Mettre en œuvre une politique de soutien / taxation au développement des réseaux énergétiques en fonction de leur contenu EnR&R.
- Lancer des actions de lobby pour une meilleure prise en compte des externalités négatives des énergies fossiles (GES, emplois...).

ACTION 22 : IMPOSER UN DÉVELOPPEMENT PAR DENSIFICATION AMBITIEUX DANS LE CADRE DU FUTUR SERVICE PUBLIC DE LA CHALEUR

Description :

Le potentiel de densification au pied du réseau est très important et constitue un atout fondamental pour la Ville de Paris pour faire de son réseau de chaleur le principal levier de son action en faveur de la transition énergétique. Cette densification permettrait en effet de capter de 20 à 30 % de clients supplémentaires au droit du réseau existant et disposant d'un mode de chauffage pouvant être facilement converti à la chaleur. Ce potentiel à faible coût et faible effort permettra d'apporter des ressources financières directement

mobilisables pour améliorer l'attractivité financière du réseau et poursuivre les investissements de transition énergétique en verdissant progressivement le réseau.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

Actions sous-jacentes :

- Imposer des trajectoires de développement du réseau ambitieuses au gestionnaire de réseau de chaleur, en distinguant le développement par densification et le développement par extension, et prioriser la densification.
- Distinguer les extensions classiques du réseau, péréquées, des extensions terminales, à la charge des clients afin de ne pas faire payer des coûts de raccordement à de nouveaux abonnés alors que ces travaux permettent de desservir de nouveaux abonnés.

4.2.3 SOUTENIR LA PLACE ET LA NOTORIÉTÉ DU RÉSEAU DE CHALEUR

ACTION 23 : ANIMER LA FILIÈRE PROFESSIONNELLE « CHALEUR » POUR MIEUX PLACER LA CHALEUR ET METTRE EN ŒUVRE DES PARTENARIATS ENTRE L'OPÉRATEUR ET TOUT ORGANISME PERMETTANT D'AMÉLIORER LA NOTORIÉTÉ DE CETTE ÉNERGIE

Description :

Le réseau de chaleur pâtit d'un déficit de communication et d'une méconnaissance du grand public sur cette solution de chauffage. L'exploitant du réseau de chaleur participera à l'animation de la filière professionnelle (chauffagistes, installateurs, bureaux d'études) afin qu'elle soit plus promotrice de la solution « chaleur », en contribuant, par exemple, à leurs actions de R&D sur les solutions « chaleur » ou de formation de professionnels « chaleur ». Le déficit de notoriété du réseau de chaleur peut également être combattu par l'établissement de partenariats grand public, par exemple auprès d'associations ou d'événements sportifs, ou encore de programmes de réinsertion professionnelle, etc. Une telle animation de la filière professionnelle ou de telles actions de partenariats grand public sont déjà mises en œuvre pour le gaz depuis de nombreuses années afin de combattre l'érosion de sa base de clients, en valorisant l'énergie gaz et créant le plus possible le « réflexe gaz ». Il s'agit donc là de faire en sorte que ces énergies se battent avec les mêmes armes.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Animer la filière professionnelle « chaleur »

(chauffagistes, installateurs, bureaux d'études, etc.) afin de faciliter le placement des solutions « chaleur ».

- Établir des partenariats grand public visant à renforcer la notoriété du réseau de chaleur et ses atouts.

4.2.4 FACILITER L'INTÉGRATION DU RÉSEAU DANS LA VILLE ET AVEC LES VILLES VOISINES

ACTION 24 : RENFORCER LA COORDINATION DES TRAVAUX DES CONCESSIONNAIRES DANS PARIS PAR UNE CONNAISSANCE ACCRUE DE L'ÉTAT DES RÉSEAUX ET DE LEURS PROGRAMMES DE TRAVAUX PRÉVISIONNELS

Description :

Les travaux sur les réseaux de chaleur sont naturellement très impactants de par leur taille (canalisations de grand diamètre) et leur présence sous chaussée (impact sur la circulation lors des chantiers). Un fort développement du réseau par densification et extension, ainsi que les travaux visant à améliorer sa résilience (fiabilisation du réseau de retour d'eau et remplacement du réseau sensible aux crues) pourront être source de nuisances pour les Parisiens en mettant à rude épreuve le métabolisme de la Ville. Un renforcement de la coordination des travaux entre les concessionnaires et, dans la mesure du possible, une certaine mutualisation, apparaît dès lors essentiel. L'exploitant du réseau mais aussi l'autorité concédante devront disposer à tout moment d'une information sur l'état du réseau et les besoins de renouvellement afin d'anticiper, de programmer et de coordonner les travaux des autres concessionnaires. Une optimisation des programmes prévisionnels devra également s'appuyer sur la mise en œuvre d'une maintenance prédictive, afin de ne plus attendre qu'un incident surgisse pour intervenir, mais en anticipant celui-ci.

Acteur(s) pressenti(s) :

Ville de Paris, gestionnaires de réseaux d'énergie et d'eau

Actions sous-jacentes :

- Poursuivre la mise en œuvre d'une coordination pluriannuelle des travaux des concessionnaires, démarche déjà engagée par la Ville de Paris.
- Étudier et mettre en œuvre un mécanisme d'incitation financière au respect des calendriers des chantiers.
- Étudier la mise en place d'un outil facilitant la coordination et la mutualisation des chantiers des concessionnaires.
- Étudier la mise en place d'une maintenance prédictive.

4.2.5 PRIORISATION DES ACTIONS RÉALISÉE EN ATELIER

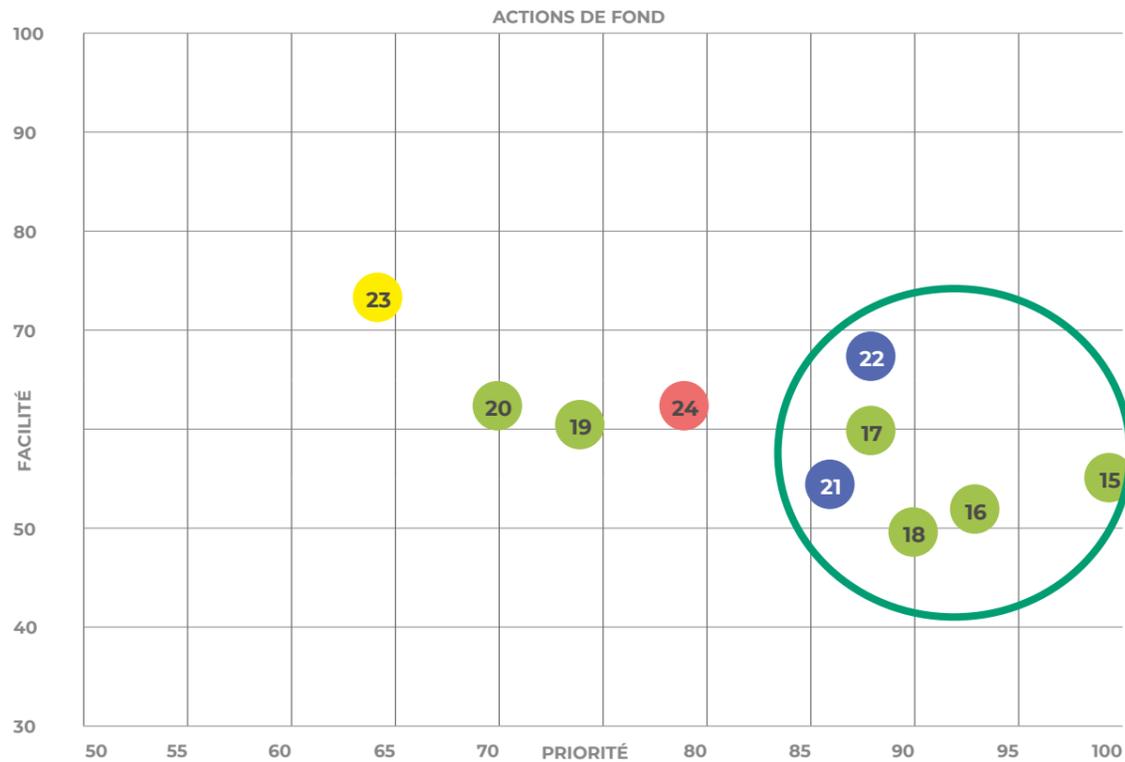
Le tableau suivant présente la synthèse des **actions de fond** :

ACTIONS DE FOND	
15. Faire muter les centrales existantes vers les EnR ² lorsque c'est possible	Verdir le réseau et améliorer sa résilience
16. Améliorer les performances des postes de livraison à un coût compétitif via des dispositifs techniques financiers et contractuels	
17. Imposer l'achat par l'exploitant du réseau de la chaleur injectée issue de source d'EnR ² diffuse (solaire thermique, data center notamment) à un tarif attractif et garanti	
18. Améliorer la résilience du réseau en priorisant la transition du réseau en eau chaude dans les zones inondables et en sécurisant l'approvisionnement en matière première et eau	
19. Soutenir l'établissement d'une filière bois/biomasse/pellets régionale et au-delà	Retrouver une compétitivité économique
20. Développer la captation par le réseau des sources de chaleur fatale génératrices d'îlots de chaleur urbains (ICU)	
21. Restreindre progressivement les conditions d'accès aux énergies fossiles et leur faire supporter le coût de leur bilan carbone	Soutenir la place et la notoriété du réseau de chaleur
22. Imposer un développement par densification ambitieux dans le cadre du futur service public de la chaleur	
23. Animer la filière professionnelle « chaleur » pour mieux placer la chaleur et mettre en œuvre des partenariats entre l'opérateur et tout organisme permettant d'améliorer la notoriété de cette énergie	Faciliter l'intégration du réseau dans la ville et avec les villes voisines
24. Renforcer la coordination des travaux concessionnaires dans Paris par une connaissance accrue de l'état des réseaux et de leurs programmes de travaux prévisionnels	



Le graphique suivant présente l'analyse croisée réalisée en atelier de concertation, discriminant les actions de fond en fonction :

- du niveau de priorité pour les mettre en œuvre ;
- de leur facilité de mise en œuvre. ▼



Les actions de fond qu'il conviendra de mettre en œuvre avec la plus grande attention sont les suivantes :

- 15 « Faire muter les centrales existantes vers les EnR&R »
- 16 « Améliorer les performances des postes de livraison à un coût compétitif »
- 17 « Imposer l'achat par l'exploitant du réseau de la chaleur injectée issue d'EnR&R diffuse à un tarif attractif et garanti »
- 18 « Améliorer la résilience du réseau en priorisant la transition du réseau en eau chaude dans les zones inondables et en sécurisant l'approvisionnement en matière première et eau »
- 21 « Restreindre progressivement les conditions d'accès aux énergies fossiles et leur faire supporter le coût de leur bilan carbone »
- 22 « Imposer un développement par densification ambitieux dans le cadre du futur service public de la chaleur »

Cette priorisation met principalement en évidence des actions relatives au verdissement et à la compétitivité, **en cohérence avec l'objectif ambitieux d'un taux d'EnR&R de 75 % en 2030, qui implique de mobiliser dès maintenant les différents leviers à la disposition de la Ville de Paris.**

On notera, à l'instar de l'action 10 précédente, que l'action 23 « Animer la filière professionnelle "chaleur" pour mieux placer la chaleur et mettre en œuvre des partenariats entre l'opérateur et tout organisme permettant d'améliorer la notoriété de cette énergie » est jugée plus facile à mettre en œuvre que les autres actions mais moins prioritaire.

4.3 LES ACTIONS DE MODERNISATION / TRANSFORMATION

4.3.1 VERDIR LE RÉSEAU ET AMÉLIORER SA RÉSILIENCE

ACTION 25 : PRIORISER TOUT NOUVEAU DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU EN EAU CHAUDE AU RYTHME DES RÉHABILITATIONS DES BÂTIMENTS ET ENGAGER UNE MUTATION DU RÉSEAU VAPEUR CHAQUE FOIS QUE POSSIBLE

Description :

La trajectoire « Transformation du réseau » s'appuie sur un réseau en partie converti en eau chaude. Un réseau eau chaude répond aux besoins de quartiers et bâtiments modernes dont les consommations sont de plus en plus basses. Il permet une valorisation accrue des EnR&R diffuses, il dispose d'un meilleur rendement en limitant les pertes thermiques, il est plus résilient aux crues, il est plus simple et moins coûteux à exploiter et il pourrait, sous réserve d'études complémentaires, passer en égout.

Pour toutes ces raisons, dans la trajectoire « Transformation du réseau », tout nouveau développement sera en priorité réalisé en boucle d'eau chaude sauf impossibilité technique dûment justifiée par l'exploitant du réseau. A minima, ces développements en BEC suivront le rythme des rénovations énergétiques qui abaisseront les besoins en énergie, donc les niveaux de température du fluide caloporteur rendant l'eau chaude pertinente pour alimenter ces logements.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Prioriser tout nouveau développement du réseau en eau chaude et engager une mutation du réseau vapeur chaque fois que possible.
- Convertir les BEC au rythme des réhabilitations des bâtiments.
- Étudier la possibilité d'une boucle d'eau chaude à chaque renouvellement d'échangeur.

ACTION 26 : ÉTUDIER LES SOLUTIONS DE VALORISATION THERMIQUE EN BOUCLE D'EAU CHAUDE DES CONDENSATS TROP CÔUTEUX À COLLECTER

Description :

Le réseau de retour d'eau est aujourd'hui en mauvais état avec un taux de perte de 56 % de l'eau renvoyée. La remise en état du réseau, initiée en 2012, peine à porter ses fruits avec une progression de seulement

10 points sur le taux de retour d'eau (de 34 % à 44 % en 2019). Ainsi, les portions les plus éloignées des usines et dont la probabilité de canalisations défectueuses en aval est importante pourrait alimenter à leur tour les bâtiments sur leur trajet (en amont de la déperdition d'eau). Quelle que soit la trajectoire choisie (« Modernisation accélérée du réseau » ou Transformation du réseau », un tel schéma permettra une valorisation des calories résiduelles avant de les perdre dans le sous-sol parisien. Il apparaît dès lors intéressant d'étudier, à chaque fois que cela est possible, les solutions de valorisation thermique en BEC des condensats trop coûteux à collecter.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur

Actions sous-jacentes :

- Établir/mettre à jour l'état de lieux précis et cartographié du retour d'eau
- Étudier les solutions de valorisation thermique en boucle d'eau chaude des condensats trop coûteux à collecter

ACTION 27 : IDENTIFIER ET ACQUÉRIR DES SITES POUR LA RÉALISATION DE L'ÉQUIVALENT DE 7 UNITÉS DE PRODUCTION DE VAPEUR CENTRALISÉES NÉCESSAIRES À LA TRAJECTOIRE DE MODERNISATION

Description :

La trajectoire « Modernisation accélérée du réseau » s'appuie sur un réseau restant majoritairement un réseau vapeur, comme actuellement. En conséquence, et pour répondre aux besoins de puissance attendus à l'horizon 2050, cette trajectoire nécessite la création de l'équivalent de 8 sites de production centralisée de vapeur (800 MW). Ces unités de production fonctionneront par incinération de CSR (Combustible solide de récupération) et de biomasse. Le foncier où ces centrales pourraient être construites n'est pas identifié. Il apparaît donc nécessaire de lancer les opérations d'identification des opportunités de foncier pour l'implantation de ces centrales puis de les acquérir.

Acteur(s) pressenti(s) : Ville de Paris, villes voisines

Actions sous-jacentes :

- Identification du foncier nécessaire à l'implantation d'une dizaine d'unités de production centralisée de vapeur à base d'EnR&R (CSR, biomasse).
- Acquérir les sites nécessaires à l'implantation de ces centrales.

ACTION 28 : MENER DES ÉTUDES DE TRANSFORMATION SUR LES SITES EXISTANTS CONSERVÉS POUR ACCROÎTRE LA PRODUCTION DE CHALEUR ENR&R

Type d'action : Amélioration

Description :

Les sites de production actuels occupent 8 terrains (3 dans Paris et 5 hors Paris) sur au moins 108 000m². Les chaudières sont majoritairement au gaz qui constitue pour l'instant une alternative intéressante en termes d'émission de particules fines par rapport au charbon et au fioul. Toutefois, l'exigence d'un mix énergétique composé de 100 % EnR&R nécessitera probablement de convertir tout ou partie de ces sites existants vers d'autres énergies, notamment en cas d'échec du gaz à atteindre la neutralité carbone. Quelle que soit la trajectoire choisie (« Modernisation accélérée du réseau » ou Transformation du réseau »),

compte tenu de la rareté du foncier pour l'établissement de nouvelles unités de production de chaleur à partir d'EnR&R, il sera nécessaire d'étudier si les sites existants (ceux qui auront été conservés parce que capables de muter vers les EnR&R) peuvent voir leur capacité de production de vapeur augmenter.

Acteur(s) pressenti(s) :

Gestionnaire du réseau de chaleur, Ville de Paris

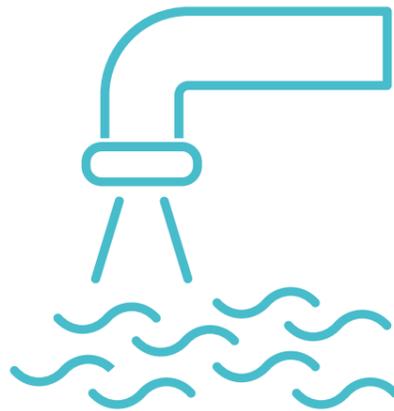
Actions sous-jacentes :

- Mener des études de transformation sur les sites existants conservés pour accroître la production de chaleur EnR&R.

4.3.2 PRIORISATION DES ACTIONS RÉALISÉE EN ATELIER

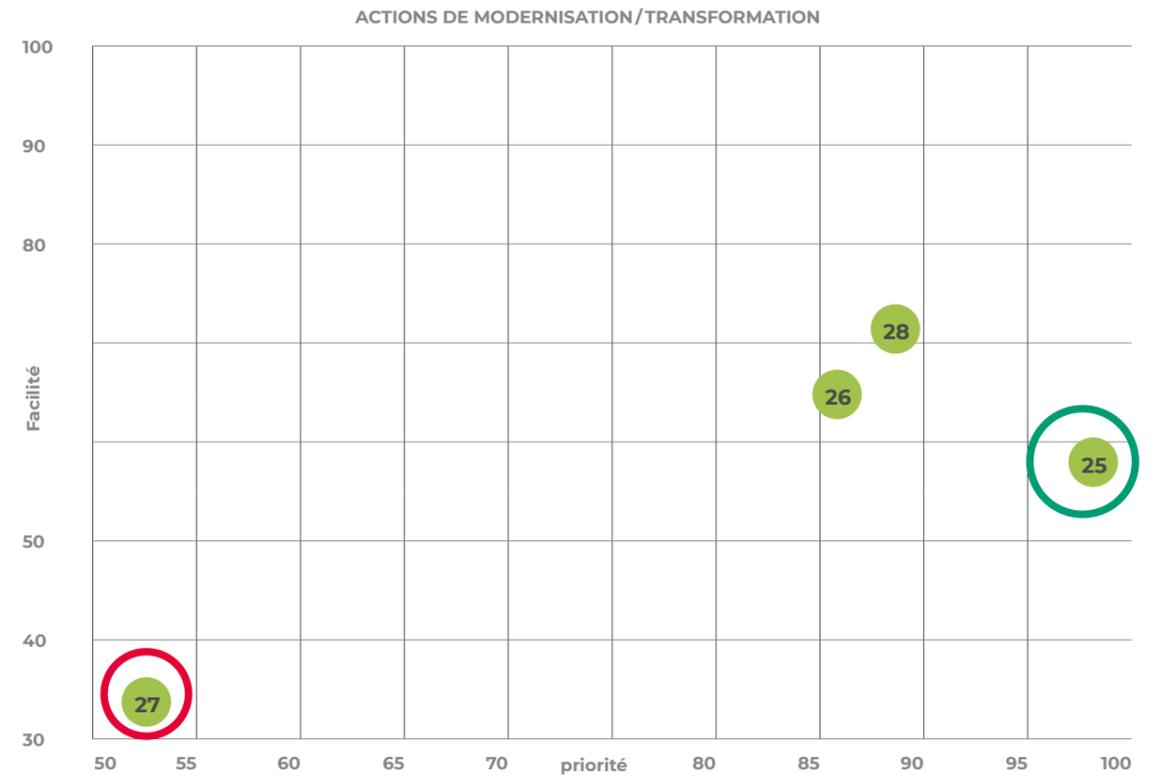
Le tableau suivant présente la synthèse des **actions de transformation et modernisation** : ▼

ACTIONS DE MODERNISATION/TRANSFORMATION	
25. Prioriser tout nouveau développement du réseau en eau chaude au rythme des réhabilitations des bâtiments et engager une mutation du réseau vapeur chaque fois que possible.	Verdir le réseau et améliorer sa résilience
26. Étudier les solutions de valorisation thermique en boucle d'eau chaude des condensats trop coûteux à collecter	
27. Identifier et acquérir une dizaine de sites pour les unités de production de vapeur centralisées nécessaires à la trajectoire de modernisation.	
28. Mener des études de transformation sur les sites existants conservés pour accroître la production de chaleur EnR ² .	



Le graphique suivant présente **l'analyse croisée réalisée en atelier de concertation**, discriminant **les actions de transformation et modernisation** en fonction :

- du **niveau de priorité** pour les mettre en œuvre ;
- de leur **facilité** de mise en œuvre. ▼



La très grande difficulté à mobiliser du foncier nécessaire pour les centrales de production de chaleur sous forme de vapeur (action 28) est mise en évidence.

En revanche, l'action 25 « Prioriser tout nouveau développement du réseau en eau chaude

et engager une mutation du réseau vapeur chaque fois que possible » est mise en valeur, avec un niveau de priorité très élevé.

Cette priorisation très discriminante matérialise une préférence des participants à l'atelier pour le scénario de transformation à l'horizon 2050.

5. UNE TRAJECTOIRE RÉPONDANT ÉGALEMENT AUX PROBLÉMATIQUES ET FAIBLESSES DU RÉSEAU

La trajectoire proposée est une des réponses possibles pour atteindre l'objectif de neutralité carbone du Plan Climat parisien. Elle prend en compte les préconisations de l'ADEME en proposant un mix énergétique composé de plus en plus de chaleur fatale et répond également aux principales problématiques et faiblesses observées dans le diagnostic du réseau :

- Le mauvais état du retour d'eau est corrigé.
- Une très forte vulnérabilité aux crues n'existe plus.
- Le mix énergétique qui était encore largement carboné est devenu 100 % EnR².
- Un réseau qui ne permettait pas de capter tout le potentiel d'EnR² locale peut désormais en accueillir davantage grâce aux boucles d'eau chaude.

Ces problématiques sont précisées en détail dans le diagnostic qui suit.