

 ÉTUDE

QUELLES PERSPECTIVES POUR LE RÉSEAU DE CHALEUR DE PARIS ?

SEPTEMBRE 2020



Directrice de la publication : **Dominique ALBA**
Patricia PELLOUX

Étude réalisée par : **Gabriel SÉNÉGAS, Julien BIGORGNE**

Sous la direction de : **Olivier RICHARD**

Cartographie et traitement statistique : **Marcelin BOUDEAU, Gabriel SÉNÉGAS**

Photos et illustrations : **Apur sauf mention contraire**

Mise en page : **Apur**

www.apur.org

20P030101

Sommaire

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE	4
Le chauffage urbain vis-à-vis des autres modes de chauffage à Paris	6
1. Le réseau de chaleur de Paris	8
Un périmètre de concession atypique	8
Des développements essentiellement en boucles d'eau chaude depuis 2010	12
Le réseau de chaleur parisien en 2018	14
2. Cartographie des clients du réseau de chaleur parisien en 2018	16
La nature des parcelles desservies par le réseau de chaleur	18
Des disparités de raccordement selon les typologies.....	20
...Et selon la période de construction des bâtiments de logements	22
3. Prospective et leviers d'optimisation du réseau de chaleur parisien	24
Optimiser la performance du réseau	24
Exploiter le potentiel de densification important « au pied du réseau »	25
Vers un réseau mixte vapeur-eau chaude pour accueillir les productions ENR&R	30
CONCLUSION.....	33
ANNEXE	34

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

À Paris les consommations d'énergie liées au chauffage et à l'eau chaude sanitaire étaient de 19,8 TWh en énergie finale¹ pour l'année 2017, soit 2/3 de la consommation totale parisienne (hors transports routiers). Les systèmes utilisés pour répondre à ces besoins sont individuels ou collectifs et font appel aux différents réseaux d'énergie (électrique, gaz et réseau de chaleur) ou encore plus rarement à des solutions autonomes locales (géothermie, solaire, etc.). Le réseau de chaleur couvre 4,4 TWh, soit 22 % de la consommation totale d'énergie liée au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire.

Le dernier plan climat air énergie parisien, voté en 2018, fixe comme objectifs pour 2050 une division par deux des consommations en tenant compte à la fois des évolutions climatiques, et de l'amélioration des bâtiments et des systèmes ainsi qu'un objectif de 100 % d'énergies renouvelables et de récupération dans la consommation dont 20 % produites localement. L'atteinte de ces objectifs suppose donc de définir une stratégie de remplacement des solutions peu performantes en tenant compte du contexte urbain (proximité ou non du réseau de chaleur, du réseau d'assainissement, etc.), de la typologie des bâtiments (faisabilité technique, potentiel de rénovation). À cet effet, plusieurs solutions pourront être mises en œuvre en parallèle : réduction des besoins de chaleur, densification du réseau le long du tracé existant, nouveaux développements du réseau, création de boucles d'eau chaude locales et promotion de solutions autonomes performantes. Dans la stratégie du plan

climat parisien, le réseau de chaleur occupe une place de premier plan à horizon 2050 avec un mix énergétique qui devra être intégralement verti (100 % ENR&R) et une ambition de développement et de densification.

Dans l'optique du renouvellement de la concession actuelle qui arrive à terme en 2024 et en accord avec le plan d'actions du Plan Climat, la Ville de Paris a lancé les travaux d'élaboration de son schéma directeur des réseaux de chaud et de froid pour définir les grandes lignes du renouvellement de ces deux concessions.

La présente note vise à livrer des éléments, notamment cartographiques, pour alimenter les réflexions sur l'évolution du réseau de chaleur parisien qui révolutionnaire à sa création se retrouve aujourd'hui confronté à de nombreux enjeux de mutation et d'optimisation qu'il devra prendre en compte pour être à la hauteur des ambitions attendues.

¹ – Les consommations énergétiques présentées dans ce document sont en énergie finale. L'énergie finale correspond à la quantité d'énergie disponible (« facturée ») pour l'utilisateur final sans prendre en considération la consommation nécessaire à la production de cette énergie. Dans ce cas on parle d'énergie primaire. Pour les combustibles, et par convention, on a la même valeur en énergie primaire et en énergie finale. Pour l'électricité, 1 kWh en énergie finale équivaut à 2,58 kWh en énergie primaire.

Dans la stratégie du plan climat parisien, le réseau de chaleur occupe une place de premier plan à horizon 2050 avec un mix énergétique qui devra être intégralement verti (100 % ENR&R) et une ambition de développement et de densification.

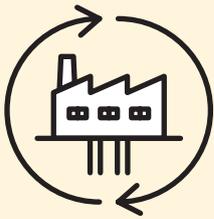
Les réseaux de chaleur fragilisés par la crise sanitaire

La crise sanitaire liée au coronavirus a un impact important sur le marché de l'énergie, avec notamment une baisse significative du prix des énergies fossiles pétrole et gaz. Dans ce contexte les réseaux de chaleur et leur développement se voient fragilisés et font face à des difficultés de différentes natures, avec :

1// En première ligne l'effet de la baisse de 20 % du prix du gaz depuis le début de l'année 2020, qui souvent en concurrence directe avec les réseaux de chaleur pour chauffer les bâtiments, rendra difficile les projets de densification et d'extension voire de création de réseaux de chaleur faute de compétitivité. Fort de ce constat, la ministre de la Transition écologique et soli-

daire, Élisabeth Borne, a déclaré devant les députés le 30 avril dernier « on a un secteur en difficulté : c'est la chaleur renouvelable » et encourage à « trouver des mécanismes de soutien complémentaires ». Sur le territoire francilien, la Direction régionale Île-de-France de l'ADEME et la Région Île-de-France ont lancé en mai 2020 une nouvelle session d'appels à projets afin de soutenir le développement des filières de production de chaleur renouvelable et de réseau de chaleur ;

2// Une incertitude quant à la disponibilité de bois en quantité suffisante pour la prochaine saison de chauffe du fait de l'inactivité des exploitations de bois et des scieries pendant une bonne partie de la période de confinement.



51,3 %

d'énergies renouvelables
et de récupération
dans le mix énergétique
en 2019

100 %

d'énergies renouvelables
et de récupération
dans le mix énergétique
en 2050
(objectif Plan Climat)

État des lieux

- ⇒ **506 km** de réseau fin 2019 ;
dont **33,9 km** de boucles d'eau chaude
(Paris + hors Paris)
- ⇒ **90 %** de la production d'énergie
se fait hors Paris
- ⇒ **4,7 TWh** de chaleur livrée en 2019,
soit environ **20 %** de la consommation
énergétique finale des bâtiments parisiens
pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire
- ⇒ **25 millions de m²** de logements et d'activités
raccordés à Paris en 2018

Prospective

- ⇒ **30,9 millions de m²** de logements et d'activités
non raccordés situés le long du réseau,
soit plus que la surface raccordée actuellement.
Dont environ **7,7 millions** équipés de chauffage
collectif gaz ou fioul

Le chauffage urbain vis-à-vis des autres modes de chauffage à Paris

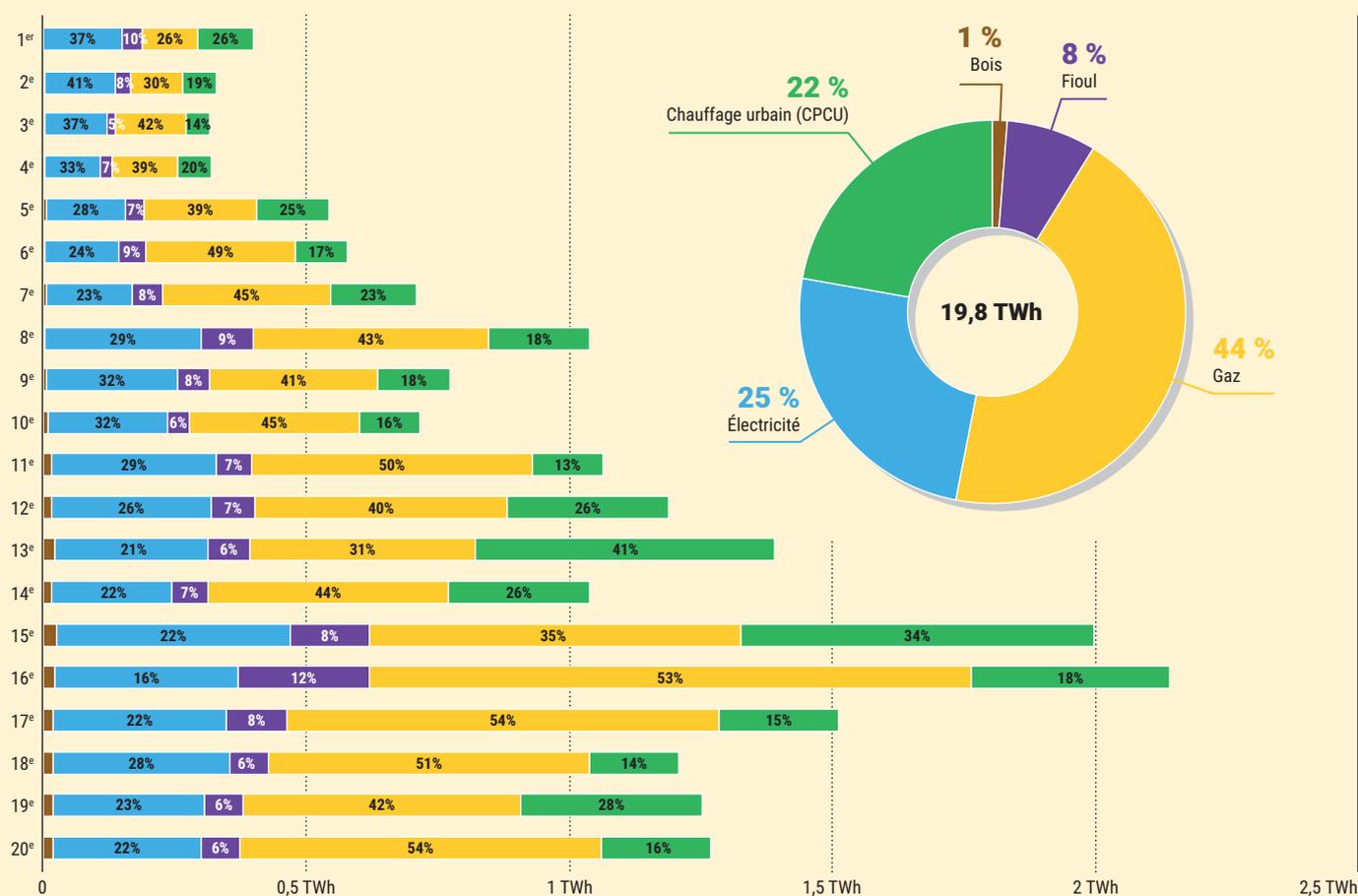
Le réseau de chaleur de Paris permet d'assurer une partie des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments parisiens. En 2017, avec 4,4 TWh de chaleur délivrée, il assure 22 % des consommations liées à ces deux usages. Le gaz assure 44 %, l'électricité 25 % et le fioul 8 %. Cette répartition par énergie varie fortement selon les arrondissements. Le réseau de chaleur ne couvre pas l'ensemble du territoire parisien à l'inverse de l'électricité présente partout et du réseau de distribution de gaz implanté dans la très grande majorité des rues de Paris. Certains bâtiments parisiens n'ont pas la possibilité de souscrire à un abonnement au réseau de chaleur.

L'équipement en chauffage des bâtiments parisiens est aussi lié à leur période de construction qui est associée à des techniques de constructions mais aussi à un contexte environnemental et énergétique. Les bâtiments anciens, construits avant 1919, sont très majoritairement équipés de systèmes de chauffage individuels (85 %), installés *a posteriori*. En matière d'équipement de chauffage, les bâtiments construits entre 1919 et 1945 sont à la fois équipés de systèmes collectifs (45 %) et individuels (54 %). À partir de 1945 et jusqu'en 1990, le chauffage collectif est majoritaire. C'est dans les logements de cette période que le réseau de chaleur

est le plus répandu avec un tiers des résidences principales de la période raccordées au réseau. Le parc des années 90 est marqué par une nette dominante du chauffage électrique et peu de bâtiments sont raccordés au réseau de chaleur. On observe un retour du raccordement au réseau de chaleur pour les bâtiments récents construits après 2006 avec 24 % des résidences principales de la période raccordées. Ces raccordements récents sont liés au développement des boucles d'eau chaude dans les projets d'aménagements de la ville de Paris et font suite aux objectifs de développement du réseau de chaleur inscrits dans le Plan Climat de 2007.

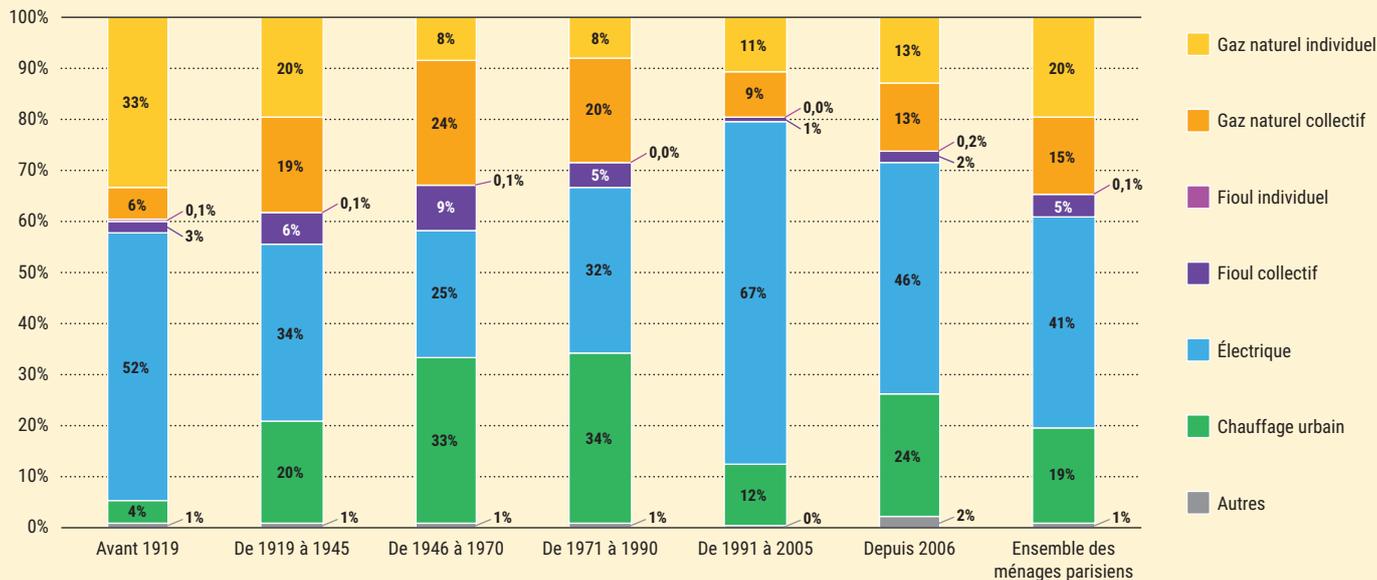
CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉE AU CHAUFFAGE ET À L'EAU CHAUDE SANITAIRE PAR ÉNERGIE

Par arrondissements



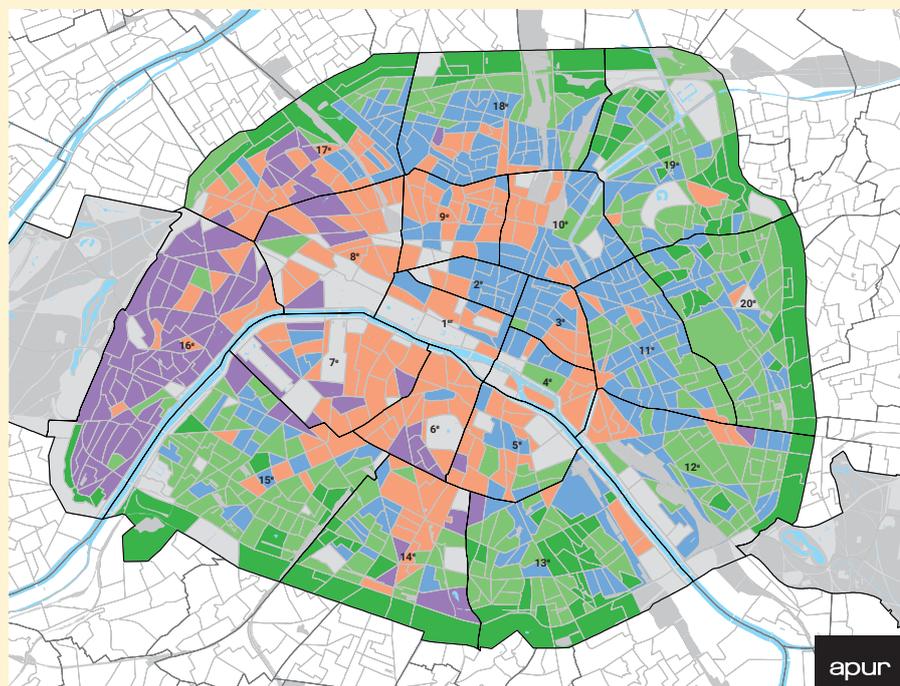
Source : ENERGIF-V2 (décembre 2018), AIRPARIF

LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DES RÉSIDENCES PRINCIPALES PARISIENNES SELON L'ÉPOQUE DE CONSTRUCTION



Source : Insee 2014

NATURE DU PARC DE LOGEMENTS ET DE SES OCCUPANTS AU REGARD DES MODES DE CHAUFFAGE EN 2013



Note de lecture

Au sein du territoire parisien, les IRIS peuvent être regroupés en cinq groupes selon la prédominance ou non de certains indicateurs qui concernent la nature du parc (période de construction, taille des logements), la nature des occupants (catégories sociales professionnelles, statut d'occupation) et le mode de chauffage des logements. Afin de regrouper les IRIS qui se ressemblent dans un groupe et de les différencier au maximum des autres groupes, une classification ascendante hiérarchique a été réalisée.

LOCALISATION, À L'IRIS, DES PROFILS PRÉDOMINANTS À PARIS, EN 2013

Surreprésentation par rapport aux autres groupes

- G1** Propriétaires occupants, grands logements, parc ancien (avant 1919), chauffage individuel (gaz et électrique)
- G2** Locataires du parc privé, petits logements, parc ancien (avant 1919), chauffage électrique
- G3** Parc récent (entre 1971 et 1990), chauffage urbain de la CPCU
- G4** Propriétaires occupants, grands logements de standing, ménages retraités ou cadres, chauffage collectif (gaz et fioul)
- G5** Locataires du parc social, parc d'après-guerre (après 1919), retraités ou employés-ouvriers, chauffage urbain de la CPCU

Sources : Insee 2013, Apur

1.

Le réseau de chaleur de Paris

Un réseau de chaleur est un ensemble de canalisations empruntant le domaine public et privé acheminant de la chaleur sous forme d'eau chaude ou de vapeur vers plusieurs points de livraisons, bâtiment ou ensemble de bâtiments, cette chaleur est alors utilisée pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Si l'on considère l'ensemble de la chaîne, de la production au consommateur, le réseau de chaleur parisien se

décompose en cinq parties : les sites de production, un double réseau de distribution qui emprunte le domaine public et comprend des canalisations aller (vapeur) et des canalisations retour (eau chaude), les sous-stations situées dans les bâtiments desservis, le réseau secondaire situé dans le domaine privé (à l'échelle du bâtiment voire de l'îlot) qui alimente les émetteurs, le maillon final de la chaîne.

Un périmètre de concession atypique

Depuis la création du réseau, et jusqu'à aujourd'hui avec la concession actuelle confiée par la Ville de Paris à la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU), le périmètre de concession concerne le **service public de distribution de chaleur** pour tous usages par la vapeur ou l'eau chaude sur le territoire de la ville de Paris. Elle ne concerne que la partie distribution, à la différence des autres concessions plus classiques de réseau de chaleur ailleurs en France. La production et surtout les sous-stations qui sont dans la majorité des cas propriétés des clients sont exclues du périmètre ².

Ce périmètre de concession atypique nuit à la performance globale du réseau : on constate un manque d'entretien des sous-stations par une partie des clients qui a pour conséquence de faire chuter le taux de retour des condensats. C'est pourquoi l'évolution du périmètre de la

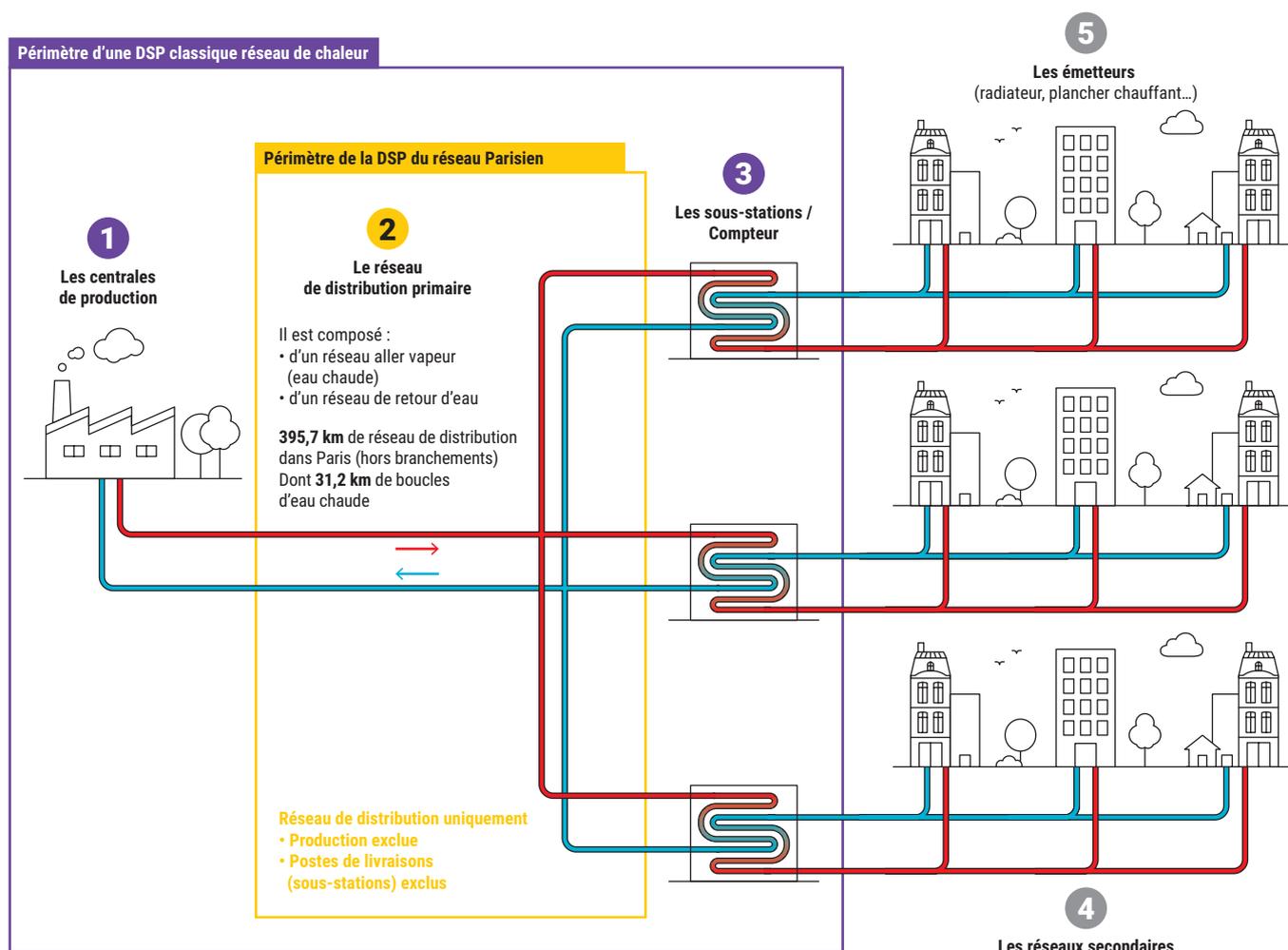
concession représente un levier d'optimisation de la performance de l'ensemble du système.

En dehors du périmètre, une autre spécificité de la concession concerne le caractère exclusif de la distribution de chaleur sur le territoire parisien qui interdit tout développement de boucles locales d'énergie par des acteurs tiers dès lors qu'elles empruntent le domaine public.

2 – 90 % des sous-stations sont propriétés des clients, 10 % sont propriétés du délégataire. De plus, pour certaines sous-stations récentes, bien qu'exclues du périmètre de concession, la maintenance est assurée par le délégataire.

3 – sous réserve de respecter les réglementations applicables.

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



Comparaison avec les réseaux d'électricité et de gaz

La comparaison entre le mode de fonctionnement du réseau de chaleur parisien et celui des réseaux d'électricité et de gaz fait ressortir des divergences à plusieurs étages. Les principales différences concernent la production et la fourniture d'énergie qui sont des secteurs concurrentiels pour l'électricité et le gaz, ce qui n'est pas le cas des réseaux de chaleur. Pour la production, cela signifie que n'importe qui peut produire de l'énergie³ et l'injecter sur les réseaux électriques et gaz mais pas sur les réseaux de chaleur. Afin de rendre possible la concurrence, la fourniture est complètement dissociée de la distribution pour le gaz et l'électricité.

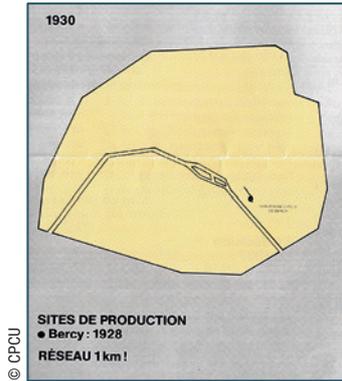
La distinction des rôles de producteur-fournisseur, de distributeur et de vendeur d'énergie serait bénéfique. Ces trois échelons font appel à des métiers et compétences très spécifiques et ce tout particulièrement à l'aval pour la partie commerciale qui représente un enjeu majeur pour améliorer l'attractivité du réseau pour les usagers.

L'histoire du développement du réseau de chaleur parisien

Créé en 1927, le réseau de chaleur parisien est le premier à avoir vu le jour en France. À la vue du contexte énergétique au xx^e siècle, il était précurseur et pensé comme un levier d'économie circulaire avec la valorisation énergétique de l'incinération des déchets dès 1940.

1927

Conversion de la centrale électrique de Bercy à la vapeur pour alimenter les trains de Gare de Lyon



1930



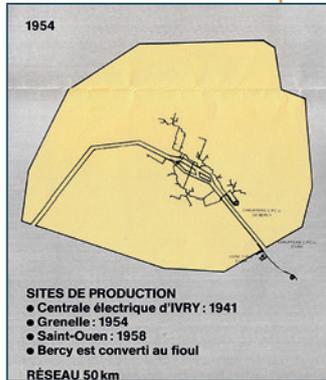
1938

13 km de réseau qui alimente les grands bâtiments administratifs (HV, conseil d'Etat, RATP, Palais Royal, le Louvre, etc)

1940

Le réseau se dote de nouvelles productions avec l'incinérateur et la centrale électrique d'Ivry-sur-Seine

1954

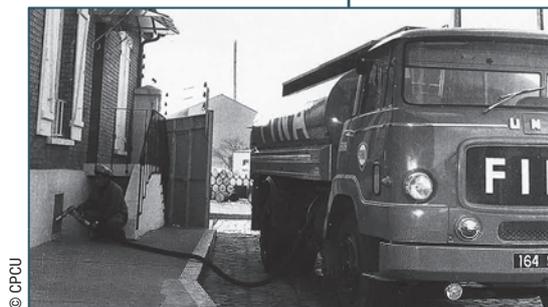


50 km de réseau et 4 sites de production (Saint Ouen, Ivry, Bercy, Grenelle)

1950



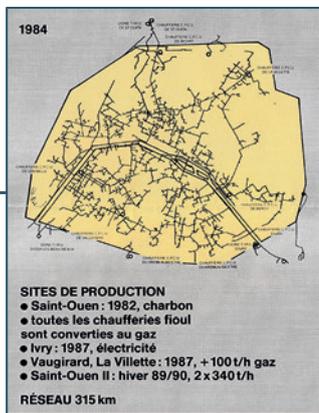
1966



1975

193 km de réseau et 6 sites de production

1984



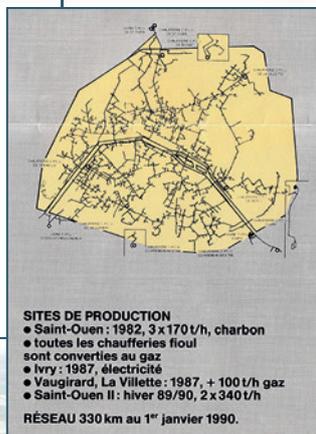
1989

330 km de réseau / construction d'une chaufferie à Saint-Ouen pour aller alimenter l'ouest parisien

Usine d'incinération de Saint-Ouen



1990



2016

50 % d'ENR&R dans le mix énergétique suite au passage de la centrale de Saint-Ouen à la biomasse + biocombustibles



Centrale biomasse de Saint-Ouen avec acheminement des granulés de bois par fer

2009

Construction de 7 km de réseau dans le cadre du prolongement du T3 à l'est



2001

415 km de réseau + développement de deux sites de cogénération (Saint-Ouen et Vitry)

2017

Inauguration de la boucle PNE à Chapelle International, premier réseau autonome

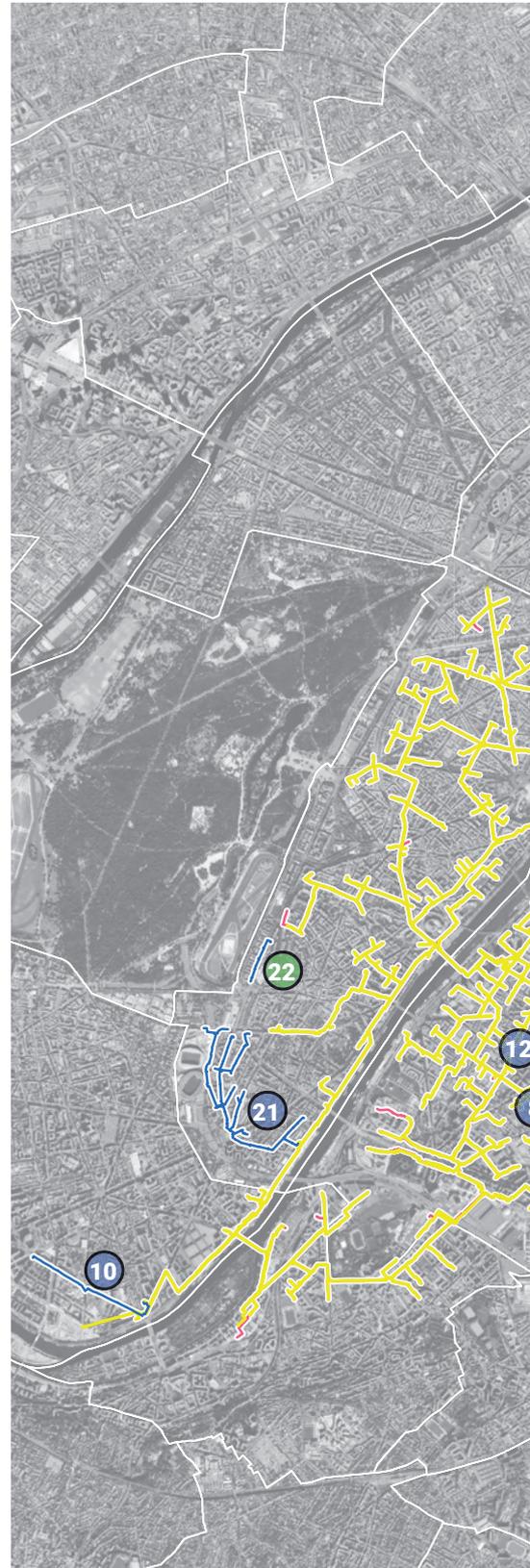
2020

510 km de réseau, 8 sites de production + 3 sites d'incinération du SYCTOM

Des développements essentiellement en boucles d'eau chaude depuis 2010

Les quinze dernières années ont été marquées par l'essor des boucles d'eau chaude comme en témoigne la carte ci-dessous. Ces développements d'un genre nouveau sont étroitement liés aux projets urbains parisiens et ne relèvent pas seulement d'une logique d'opportunité comme pour la plupart des développements antérieurs du réseau vapeur qui avaient pour point de départ l'alimentation d'un gros client comme les hôpitaux de l'APHP, etc. Le réseau de chaleur parisien compte 27 boucles d'eau chaude (BEC) pour un linéaire de 31,2 km. Par rapport au réseau vapeur, elles présentent l'avantage de permettre la valorisation de ressources locales basse température comme la

géothermie ou la récupération de chaleur fatale. 25 sont raccordées au réseau vapeur avec une production renouvelable locale complémentaire pour 3 d'entre elles (la BEC de Clichy-Batignolles avec une géothermie à l'Albien, la BEC de Paris Nord Est avec une géothermie au dogger et BEC de la ZAC des Docks de Saint-Ouen avec la récupération de chaleur sur les fumées du SYCTOM) et 2 sont complètement autonomes (la BEC Suchet dans le 16^e avec une chaufferie gaz et biomasse et la BEC Chapelle Internationale avec une chaufferie biogaz et récupération de chaleur sur un data center). Elles délivrent 6 % de l'énergie fournie par le réseau et alimentent 5,5 % des surfaces desservies.



ÉVOLUTION DU RÉSEAU ENTRE 2011 ET 2018



Évolutions entre 2011 et 2018

-  État du réseau en 2011
-  Extensions du réseau vapeur
-  Créations de boucles d'eau chaude (BEC)

Boucles d'eau chaude (BEC) en 2018

-  Boucles d'eau chaude raccordées au réseau vapeur
-  Boucles d'eau chaude raccordées au réseau vapeur avec production enr&r locale
-  Boucles d'eau chaude autonomes avec production enr&r locale

Sources : CPCU, Inddigo, Apur

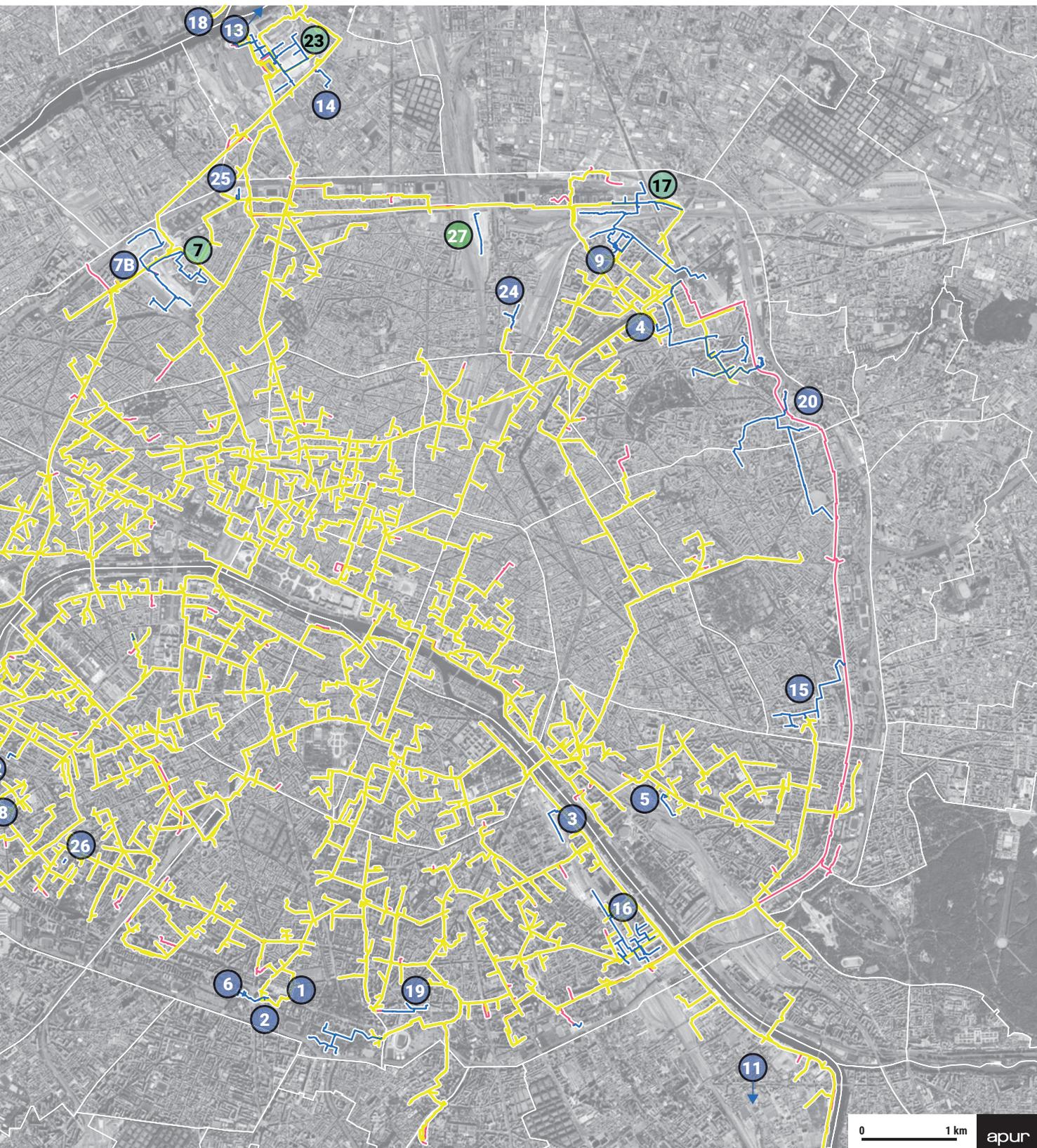
Inventaire des BEC (puissance installée / année de mise en service)

Station d'échange situées dans Paris

1 RATP Tombe d'Issore (3,8MW / 2017)	21 BEC Saint-Exupéry (48MW / 1984)
2 BEC Paul Appel (7,8MW / 2008)	22 BEC Suchet (1,8MW / 2016)
3 BEC Percée Salpêtrière (7MW / 2016)	24 BEC ZAC Pajol (5MW / 2009)
4 BEC Ardennes (50MW / 2010)	25 BEC ZAC Pouchet (2MW / 2017)
5 BEC Charolais (2,5MW / 2015)	26 Village saint-Michel (1,9MW / 2016)
6 BEC Cité Universitaire (5MW / 2000)	27 Chappelle Internationale (66MW / 2018)
7 BEC Clichy-Batignolles (25MW / 2017)	
7b BEC Clichy-Batignolles (Secours 5MW / 2012)	
8 BEC Croix Nivert (1,8MW / 2009)	
9 BEC Curial (23MW / 2000)	
12 BEC Edmond Roger (5MW / 1997)	
15 BEC Nation (19MW / 2009)	
16 BEC Paris VII (30MW / 2005)	
17 BEC PNE (76MW / 2013)	
19 BEC Rungis (7MW / 2009)	
20 BEC Saint-Gervais (20MW / 2013)	

Station d'échange situées hors Paris

10 BEC DSP Boulogne (50MW / 2009)
11 BEC DSP CVE (136MW / 2006)
13 BEC Ile aux Vannes (14MW / 2007)
14 BEC Mediatheque (5MW / 2008)
18 BEC PSA Asnières (2,6MW / 2016)
23 BEC ZAC Docks Saint-Ouen (15MW / 2008)



Le réseau de chaleur parisien en 2018

Premier réseau français et 11^e réseau mondial, le réseau parisien compte 506 km de canalisations au total en considérant le réseau de transport vapeur, le réseau de distribution vapeur, le réseau de retour d'eau, les boucles d'eau chaude (BEC) et les différents branchements aux sous-stations. La longueur comprise dans le périmètre de concession, c'est-à-dire sur le territoire parisien, est de 467 km.

La chaleur véhiculée par le réseau est à 51,3 % d'origine renouvelable ou de récupération en 2019. Elle est issue de 11 sites de production de vapeur dont 7 sites CPCU (44 %), 3 sites d'incinération du SYCTOM (43 %) et une cogénération à Vitry-sur-Seine (13 %) et de plus petits sites de production d'énergie renouvelable locale pour alimenter les boucles d'eau chaude (1 %). Parmi ces sites de production plus récents, on retrouve les géothermies de Paris Nord Est et Clichy Batignolles, une chaufferie biomasse boulevard Suchet dans 16^e, la centrale biogaz et la récupération de chaleur sur data center de Chapelle Internationale. **8 des 13 principaux sites de production sont situés hors du territoire parisien. Ils représentent 90 % de la production d'énergie.**

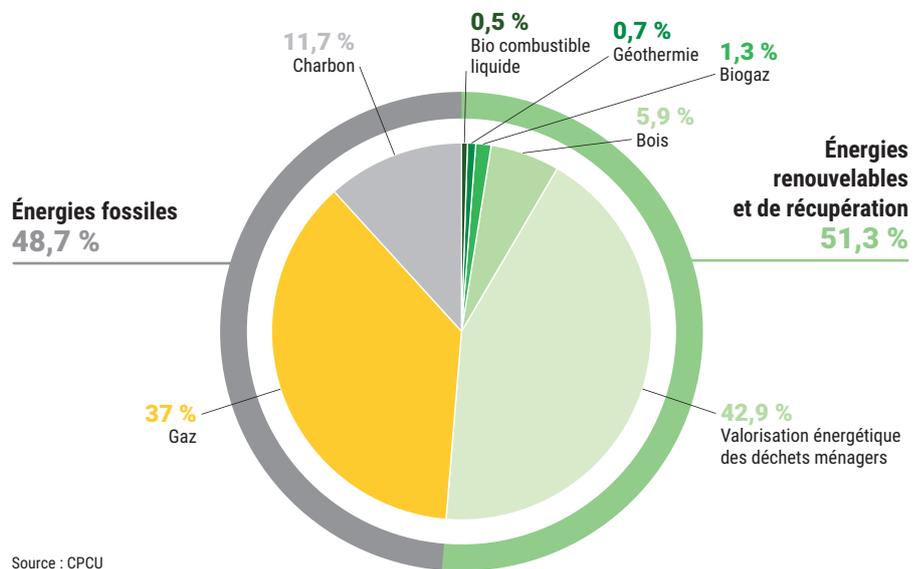
En 2019, le réseau compte 5 656 abonnés pour 4,7 TWh de chaleur livrée. Une partie de ces abonnés sont en dehors du périmètre de la concession (225 abonnés). On retrouve des bâtiments situés hors Paris ou encore de réseaux de chaleur des communes limitrophes achetant de la chaleur au réseau de chaleur parisien. La répartition des abonnés par typologie fait ressortir le tertiaire, avec 40 % des abonnés, le parc social et les équipements publics, avec 45 % des abonnés comme majoritaires. Le résidentiel privé vient ensuite avec 15 % des abonnements. Par ailleurs au sein des équipements publics, 100 % des hôpitaux de l'APHP sont raccordés au réseau, il s'agit de gros consommateurs avec des besoins tout au long de

l'année qui ont souvent été à l'origine de nouveaux développements du réseau depuis sa création.

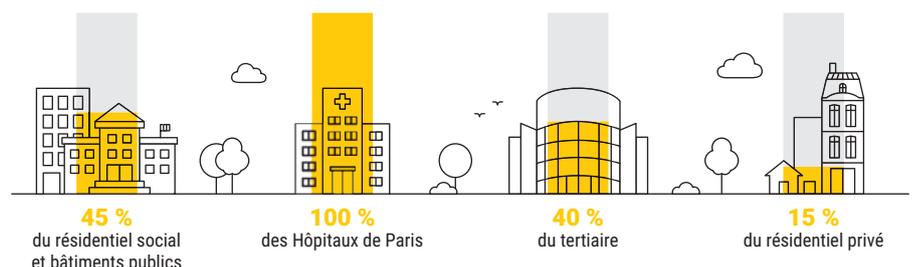
À l'échelle métropolitaine, le réseau parisien est interconnecté avec huit réseaux de chaleur voisins : le réseau d'Ivry-sur-Seine, le réseau de Choisy-Vitry, le réseau de L'Île-Saint-Denis, le réseau de Boulogne-Billancourt, le réseau de la ZAC des Docks de Saint-Ouen, le réseau de Saint Denis, le réseau de Clichy-la-Garenne et le réseau de Levallois-Perret. Une partie de la chaleur produite est vendue à ces réseaux soit en appoint de leur production de chaleur, soit comme unique source de chaleur.

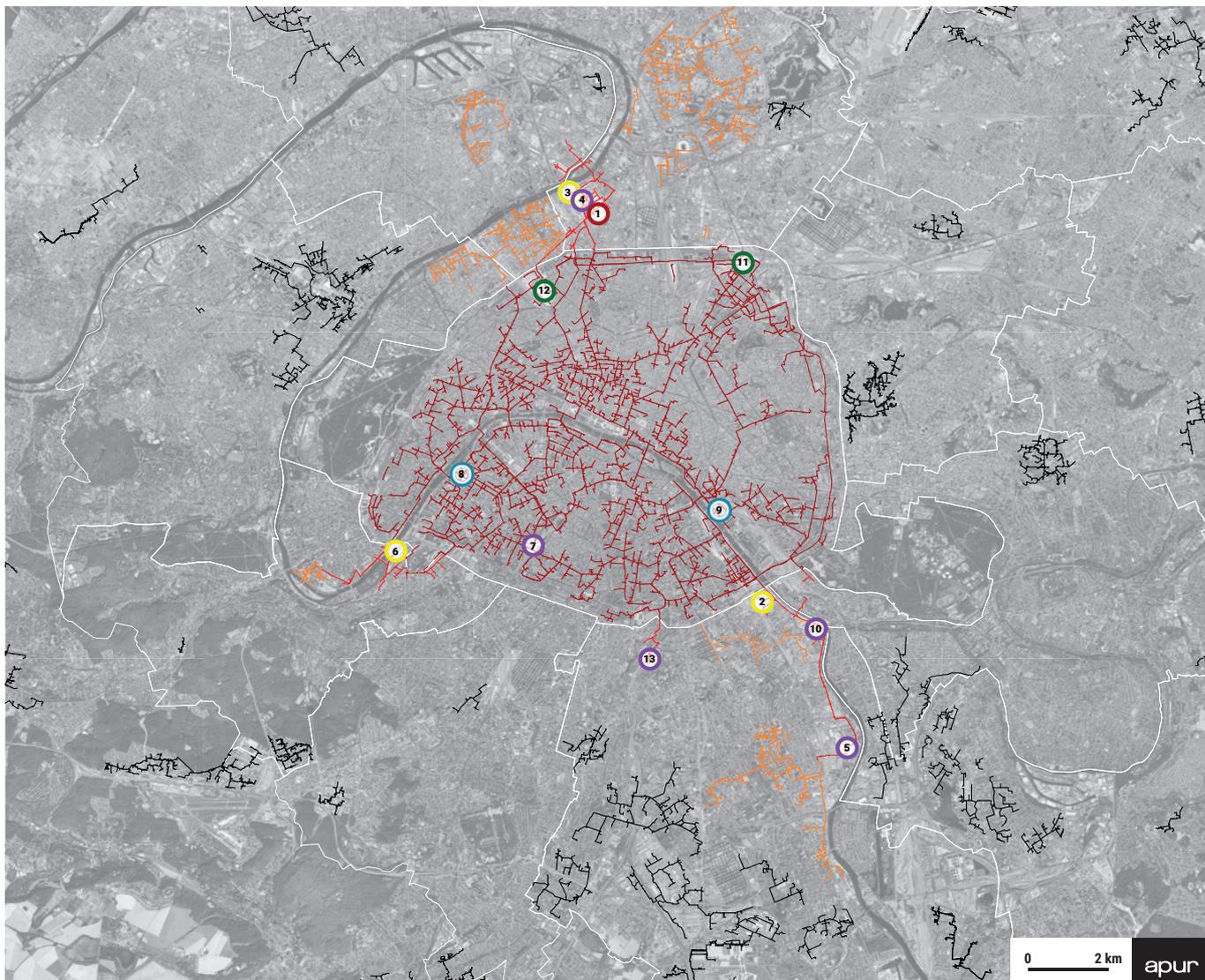
90 % de la production est située hors Paris et relève pour moitié de l'incinération des déchets du SYCTOM.

MIX ÉNERGÉTIQUE DU RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN EN 2019



COUVERTURE DES BESOINS PARISIENS PAR LE RÉSEAU DE CHALEUR EN 2019





CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU – 2018



Sites de production alimentant le réseau CPCU

- Réseaux CPCU Paris
- Réseaux CPCU hors Paris
- Réseaux alimentés par le réseau CPCU
- Autres réseaux de chaleur
- Unités d'incinération des déchets non dangereux (UIDND) - Syctom
- Centrale biomasse/charbon
- Centrale géothermique
- Centrale biocombustible/gaz
- Centrale gaz

Classement de sites selon l'énergie livrée (GWh/an, 2019)

- 1 Centrale biomasse/charbon Saint-Ouen 2 / 1136 GWh
- 2 UIDND d'Ivry / 1118 GWh
- 3 Centrales gaz Saint-Ouen 1&3 / 984 GWh
- 4 UIDND de Saint-Ouen / 950 GWh
- 5 Cogénération gaz de Vitry / 880 GWh
- 6 UIDND Isséane à Issy-les-Moulineaux / 694 GWh
- 7 Centrale gaz Vaugirard / 233 GWh
- 8 Centrale biocombustible-gaz Grenelle / 151 GWh
- 9 Centrale biocombustible-gaz Bercy / 139 GWh
- 10 Centrale gaz Ivry / 96 GWh
- 11 Centrale géothermie PNE / 23 GWh
- 12 Centrale géothermie Batignolles / 18 GWh
- 13 Centrale gaz Kremlin-Bicêtre / 7 GWh

Sources : CPCU, DRIEE, Apur

Longueur du réseau (km)	Dans Paris	Hors Paris	Total
Longueur distribution vapeur	364,463	32,967	397,43
Longueur distribution eau chaude	31,227	2,681	33,908
Longueur branchements	71,324	3,431	74,755
Total distribution	395,69	35,648	431,338
Total distribution et branchements	467,014	39,079	506,093

Source : CPCU 2019

2.

Cartographie des clients du réseau de chaleur parisien en 2018

À partir du fichier des adresses raccordées au réseau de chaleur parisien transmis par le concessionnaire et de leur consommation pour l'année 2018, une cartographie a été réalisée. Elle représente la densité de consommation des bâtiments parisiens raccordés au réseau de chaleur. Plus la couleur est foncée, plus la consommation est importante soit du fait d'un très gros consommateur comme un hôpital par exemple soit du fait d'une forte concentration de consommateurs sur un secteur donné comme le quartier central des affaires (QCA). Les zones jaunes comme la moitié sud du 16^e arrondissement correspondent à des secteurs de faible densité de consommation

où aucun très gros consommateur n'est raccordé au réseau et où la densité de « bâtiments ordinaires » raccordés le long du réseau n'est pas très importante. Dans les zones blanches comme on peut en voir dans le 11^e ou le 20^e arrondissement, le réseau est absent ou bien assure seulement un rôle de transport d'énergie sans desservir de bâtiments sur son passage. Par exemple, la canalisation de l'Est Parisien a été réalisée le long des Maréchaux suite à l'arrêt de la centrale Villette en 2000 pour rééquilibrer le réseau. Elle assure un rôle de bouclage et n'a pas été à l'origine de raccordement de nouveaux clients en dehors de l'alimentation de deux BEC.

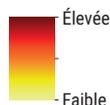
DENSITÉ DES CONSOMMATIONS ANNUELLES DES CLIENTS CPCU – 2018



Réseau et densité de consommation

 Réseau CPCU

Densité de consommation CPCU annuelle (MWh/an)

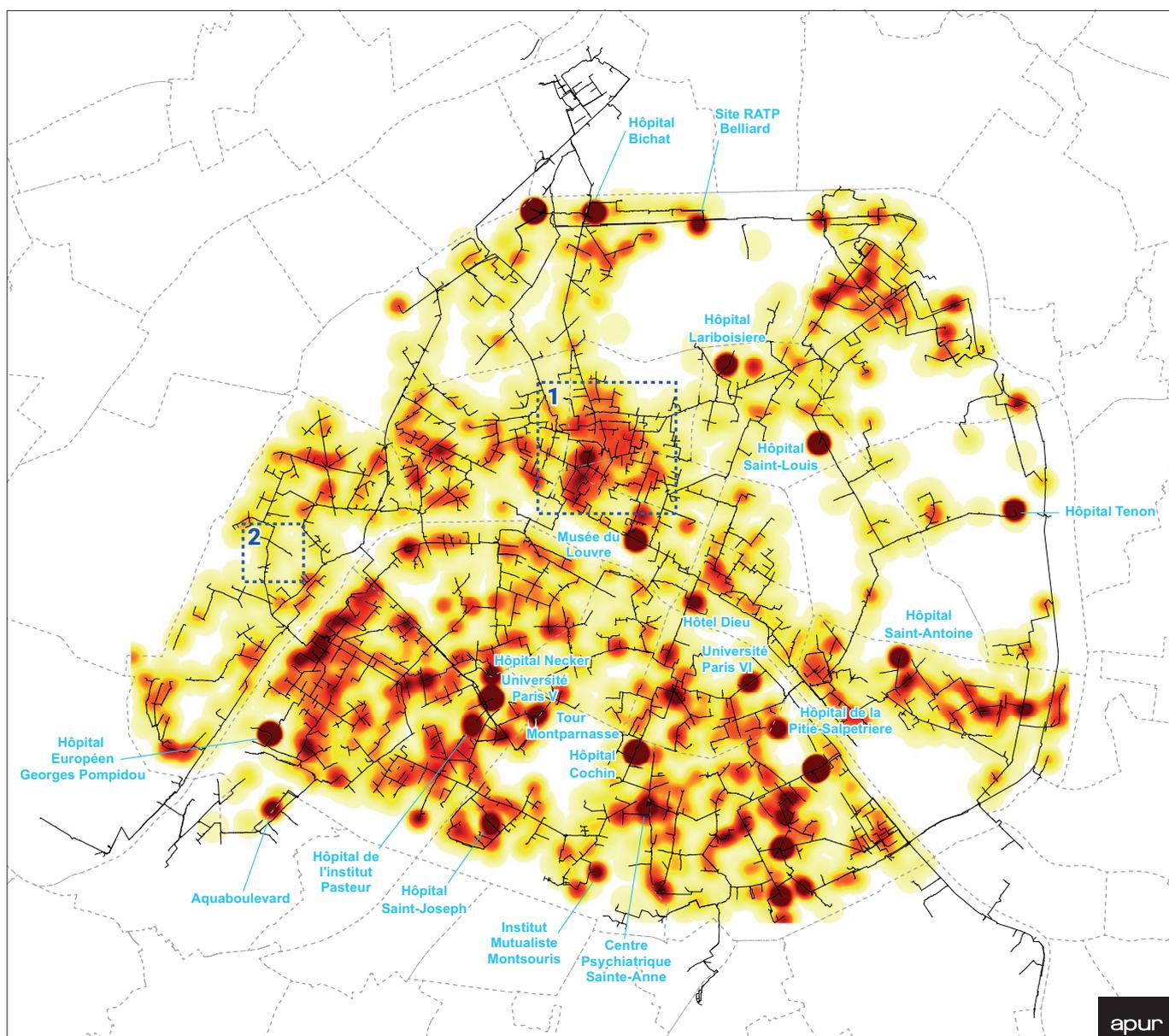


1 Zone de forte densité de consommation
Quartier Central des Affaires (QCA)

2 Zone de faible densité de consommation
Tissu ordinaire du 16^e arrondissement

Nom des gros clients (≥ 10 GWh/an)

Sources : CPCU, Apur



La nature des parcelles desservies par le réseau de chaleur

Les adresses raccordées au réseau de chaleur ont été regroupées à la parcelle cadastrale afin de les croiser avec les bases de données de l'Apur sur les tissus parisiens.

Plusieurs jeux de données fines décrivant la nature des logements et des activités ont été croisés. Ces données sont rattachées aux parcelles cadastrales pour les enrichir d'informations sur les surfaces liées aux logements et aux activités, sur la

typologie (pour les logements en distinguant les copropriétés et les logements sociaux; et pour les activités avec des focus sur les bureaux de plus de 1000 m² et sur les équipements) et sur la période de construction des bâtiments. Au total, cela représente près de 77 millions de m² de surfaces habitables de logements et 44 millions de m² de surfaces exploitables d'activités à l'échelle de Paris (voir méthode en annexe).



PARCELLES DESSERVIES PAR LE RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN – 2018



Réseau et parcelles raccordées en 2018

-  Réseau de chaleur parisien
-  Parcelles à dominante d'activité (>70 % de la surface de plancher totale)
-  Parcelles à dominante de logement (>70 % de la surface de plancher totale)
-  Parcelles avec une mixité importante
-  Parcelles non déterminées

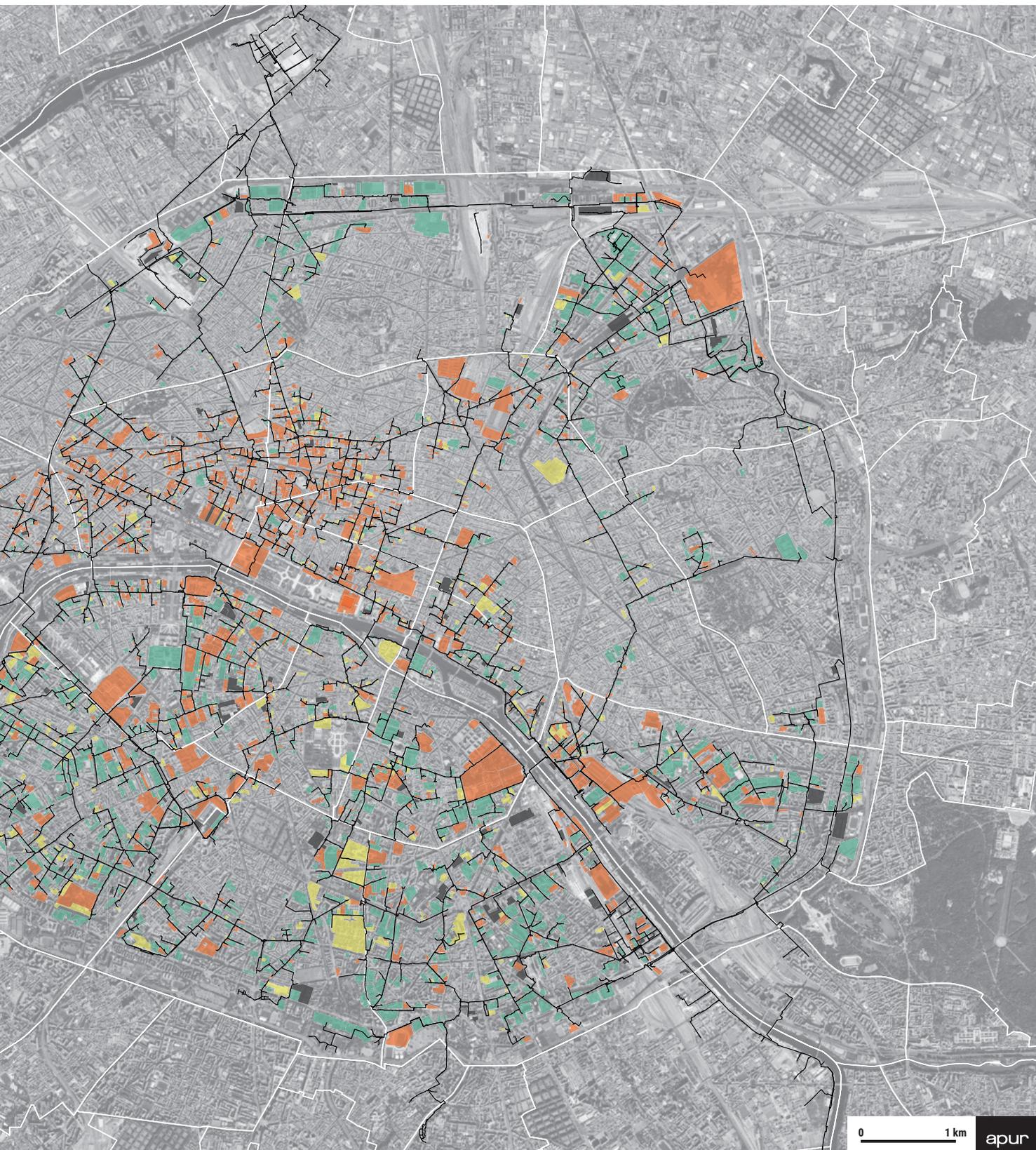
Sources : CPCU, DGFiP, Apur



Avertissement

Pour préciser la rubrique des parcelles non raccordées au réseau de chaleur qui représentent 79 % des surfaces de logements et d'activités, il faudrait intégrer la connaissance des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments. Faute de données exploitables à ce jour, il est possible de donner un ordre de grandeur de la surface de logements et d'activités équipés de

systèmes de chauffage collectifs gaz ou fioul au sein de ces parcelles à partir de la répartition des systèmes de chauffage pour l'ensemble des résidences principales parisiennes. La part de chauffage collectif gaz et fioul (chauffage urbain exclu) est de 25 %, on estime à environ **23,5 millions de m² de logements et d'activités équipés de systèmes de chauffage collectifs gaz ou fioul à Paris.**



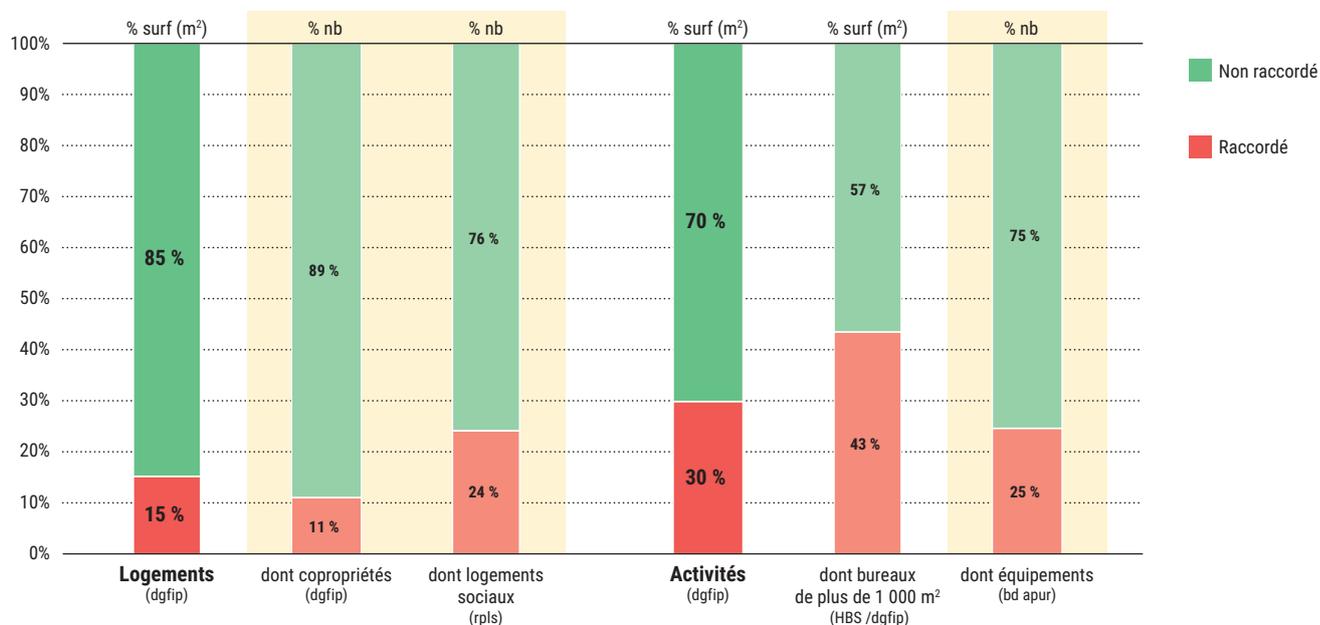
Des disparités de raccordement selon les typologies...

En 2018 à Paris, 21 % des surfaces de logements et d'activités sont raccordés au réseau de chaleur. Soit 25 millions de m² dont 11,8 millions de m² de logements et 13,2 millions de m² d'activités. Les 79 % restant sont équipées de systèmes de chauffage collectifs fonctionnant au gaz ou au fioul, pouvant être remplacés par une sous-station et raccordés au réseau de chaleur, ou encore de systèmes individuels électriques, gaz ou fioul dont la substitution par un système collectif est très complexe pour des questions de faisabilité technique et de coûts.

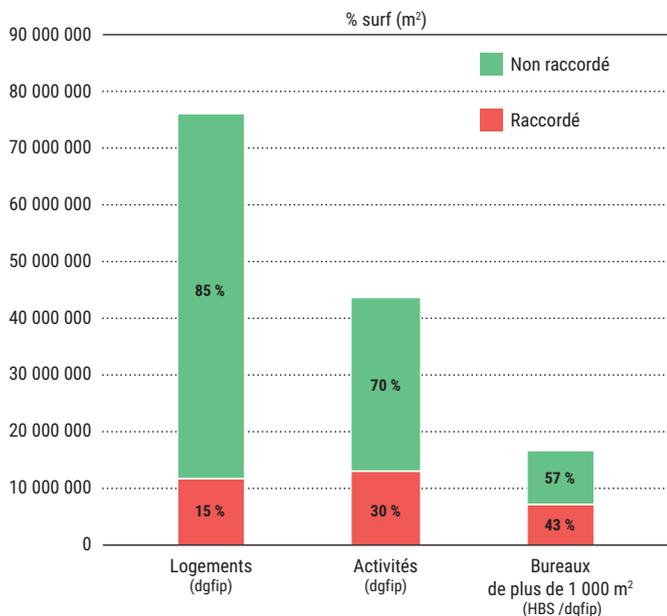
On observe un taux de raccordement plus important pour les activités que

pour les logements. Au sein des logements, on constate un taux de raccordement au réseau de chaleur deux fois plus élevé dans le parc social que dans le parc de copropriétés privées avec respectivement 24 % et 11 % des logements raccordés. Parmi les activités, observe aussi d'importantes disparités, avec 43 % des surfaces de bureaux de plus de 1 000 m² raccordées au réseau, soit le taux de raccordement le plus élevé de toutes les typologies étudiées, et 25 % des équipements parisiens raccordés. Le taux de raccordement très élevé du parc de bureaux de plus de 1 000 m² s'observe pour grande partie dans le quartier central des affaires (QCA).

TAUX DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN SELON LA NATURE DES CONSOMMATEURS



RÉSEAU DE CHALEUR ET SURFACE RACCORDÉE / NON RACCORDÉE

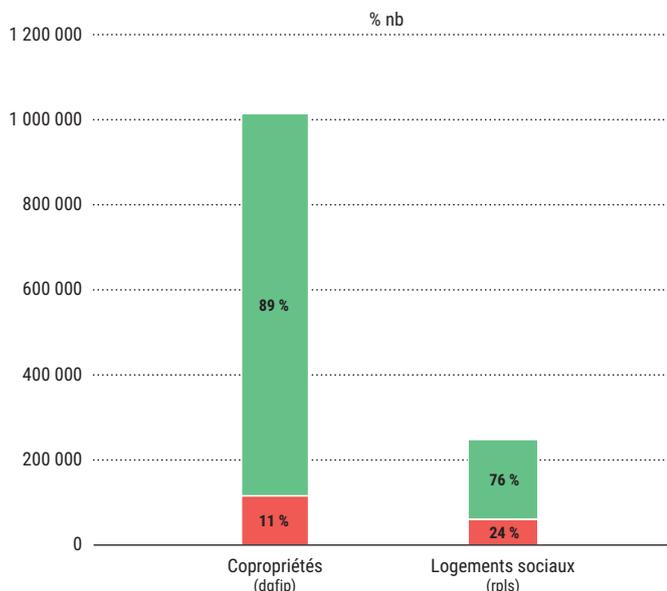


Note de lecture

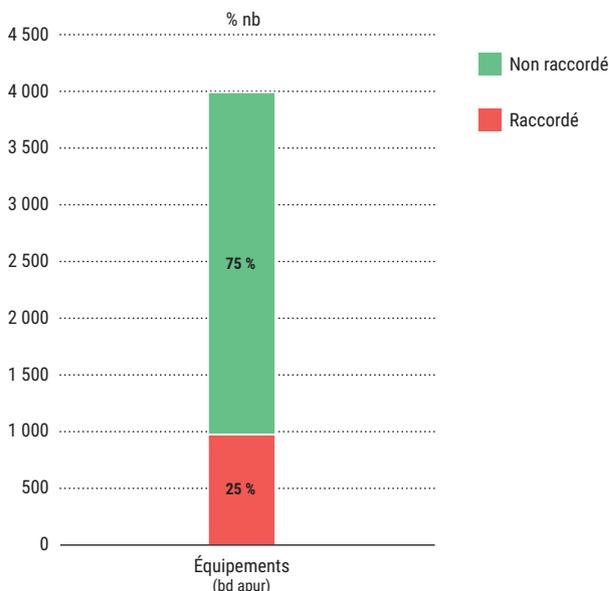
Les données présentées sont issues du croisement de plusieurs sources :

- 1// Le fichier fiscal de la DGFIP qui permet d'avoir une vision de la nature des tissus à la maille de la parcelle cadastrale au travers de l'analyse de données recueillies à partir des déclarations souscrites par les propriétaires : le nombre de logements (avec la possibilité d'isoler les copropriétés), la surface habitable des logements, le nombre de locaux d'activité et la surface exploitable des locaux d'activité.
- 2// Le répertoire du parc locatif social RPLS, version loi qui permet d'avoir une vision du parc social. Ces données à l'adresse sont regroupées à la parcelle cadastrale. Elles renseignent le nombre de logements sociaux et permettent de distinguer le parc par bailleurs.
- 3// Les données issues de l'étude Apur-HBS Research sur le parc de bureaux permettent d'isoler les parcelles contenant des immeubles de bureaux de plus de 1 000 m² et renseignent la surface de plancher associée.
- 4// La base de données équipements de l'Apur qui permet de localiser les équipements parisiens selon leur nature (sans informations sur les surfaces associées).

RÉSEAU DE CHALEUR ET NOMBRE DE LOGEMENTS RACCORDÉS / NON RACCORDÉS



RÉSEAU DE CHALEUR ET NOMBRE D'ÉQUIPEMENTS RACCORDÉS / NON RACCORDÉS

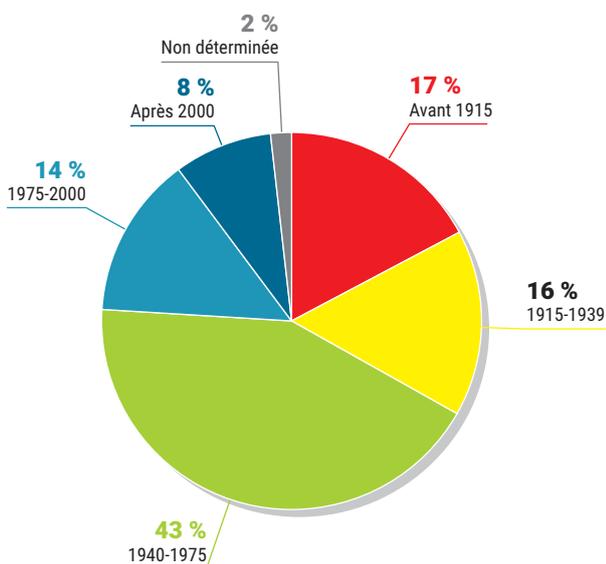


...Et selon la période de construction des bâtiments de logements

Près de la moitié des surfaces de logements alimentées par le réseau de chaleur concernent des bâtiments construits pendant les Trente Glorieuses, période marquée par d'importants développements du réseau parisien. C'est dans les bâtiments de logements de cette période que le taux

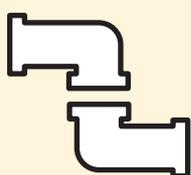
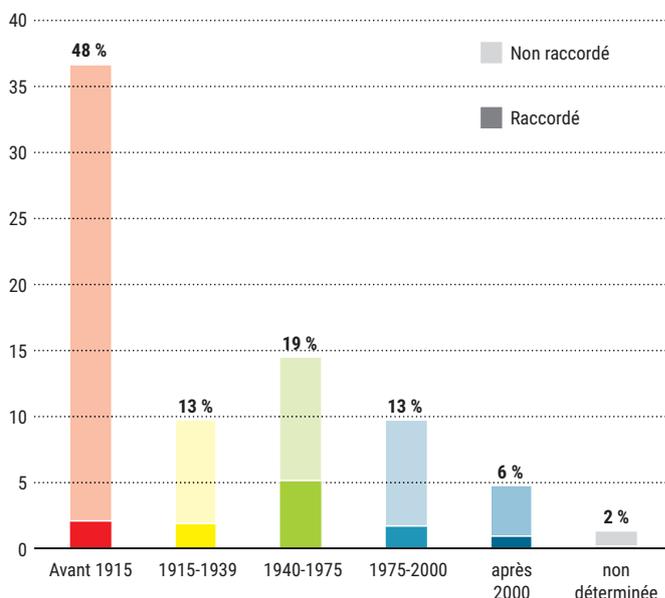
de pénétration du réseau est le plus fort avec près du tiers des surfaces de logements de la période raccordées. À l'inverse ce taux est très faible dans le tissu ancien d'avant 1915 avec seulement 6 % des surfaces de logements de la période raccordées. Pour toutes les autres périodes, il est compris entre 15 et 20 %.

RÉPARTITION DE LA SURFACE DES LOGEMENTS RACCORDÉS AU RÉSEAU DE CHALEUR SELON LA PÉRIODE DE CONSTRUCTION



Source : DGFIP

RÉPARTITION DE LA SURFACE DE LOGEMENTS SELON LA PÉRIODE DE CONSTRUCTION ET LE RACCORDEMENT AU RÉSEAU DE CHALEUR



21 %

des surfaces de logements et d'activités sont raccordés au réseau de chaleur en 2018

Les chiffres clés des clients du réseau de chaleur en 2018

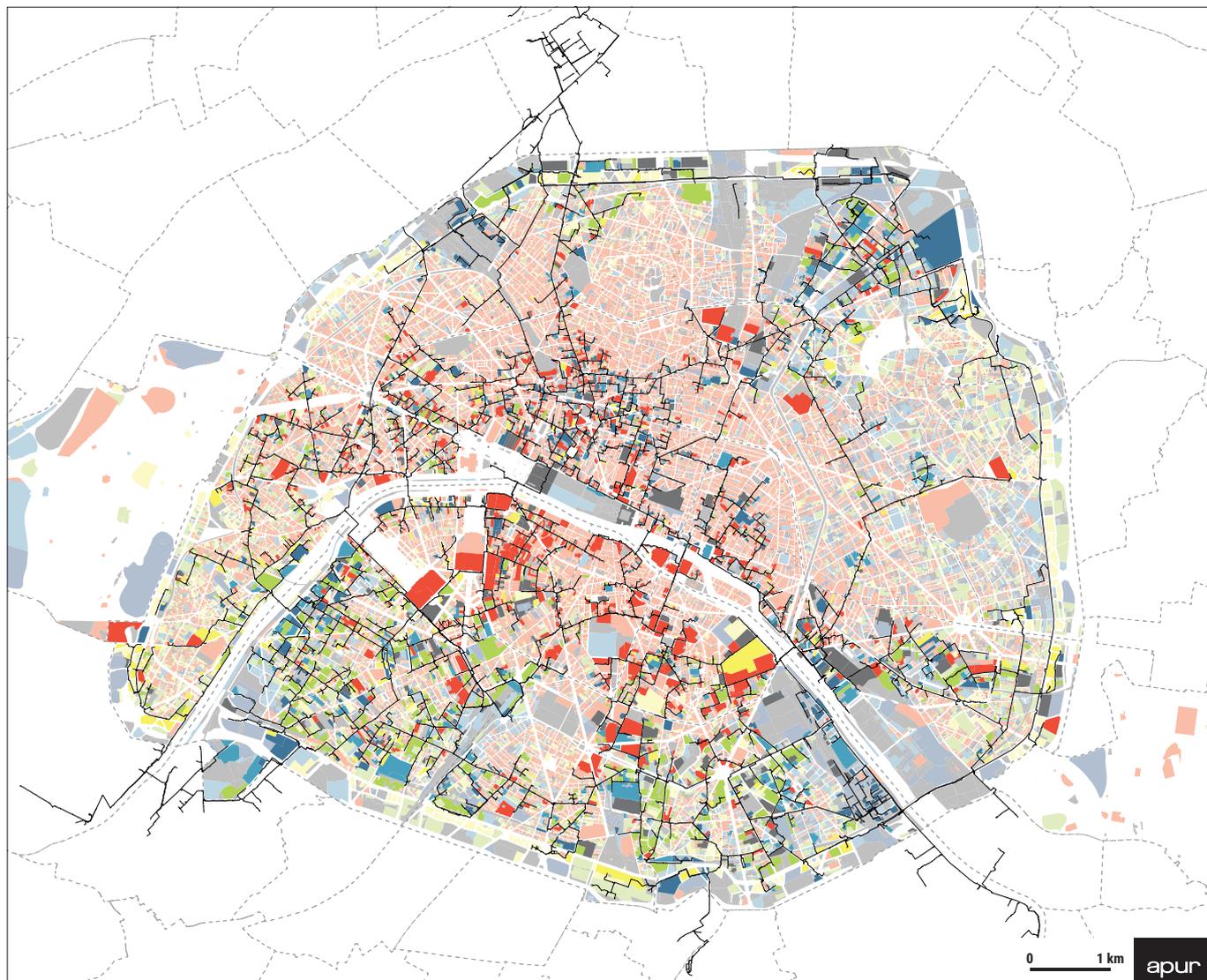
⇒ **192 166** logements alimentés par le réseau de chaleur
(14 % des logements parisiens)

Soit **11,8 millions de m²** de logements
(15 % de la surface de logements de Paris)

- 11 % des logements de copropriétés sont alimentés
- 24 % des logements sociaux sont alimentés

⇒ **13,2 millions de m²** de surface d'activités tertiaires
(30 % des surfaces d'activités de Paris)

- 43 % des surfaces de bureaux de plus de 1 000 m² sont alimentées
- 25 % des équipements parisiens sont alimentés



PÉRIODE DE CONSTRUCTION DOMINANTE À LA PARCELLE – PARCELLES RACCORDÉES ET PARCELLES NON RACCORDÉES EN 2018



 Réseau de chaleur parisien

Période de construction des parcelles

	<i>raccordées</i>	<i>non raccordées</i>
Avant 1800		
1800-1850		
1850-1914		
1915-1939		
1940-1975		
1975-2000		
Après 2000		
Non déterminée		

Sources : CPCU, DGFIP, Apur

3.

Prospective et leviers d'optimisation du réseau de chaleur parisien

Le cadre souhaitable d'évolution du réseau de chaleur repose sur l'atteinte de trois objectifs majeurs que sont la maîtrise du coût de la chaleur sur la durée pour être concurrentiel avec le gaz, la captation des énergies renouvelable et de récupération pour réaliser les objectifs du Plan Climat et la résilience de l'infrastructure. Le schéma directeur dotera la ville d'une vision stratégique de l'évolution du réseau pour atteindre

ces objectifs. Cet exercice prospectif fait appel à des enjeux de deux natures, les axes d'amélioration directement liés à la concession et les paramètres extérieurs ayant une incidence sur l'équilibre du réseau comme la réhabilitation des bâtiments ou encore l'évolution du prix des énergies fossiles. Trois grandes orientations se dégagent pour la future concession.

Optimiser la performance du réseau

Les axes d'amélioration de la performance du réseau représentent des leviers de développement, à production constante, ils permettent de livrer plus de chaleur et donc de desservir plus de clients le long du réseau existant. Plusieurs pistes ressortent pour améliorer le rendement global du réseau :

- La poursuite de la fiabilisation des 450 km du réseau des retours d'eau sur lesquels on observe environ 100 fuites pour près de 5 millions de m³ d'eau perdu par an. Le plan de renouvellement en cours ambitionne d'atteindre 60 % de retour d'eau d'ici la fin de la concession en 2024.

1. Une amélioration du taux de retour des condensats qui est seulement de 44 % en 2019 (eau chaude renvoyée aux centrales) avec :

- L'amélioration de la gestion des sous-stations au travers d'une meilleure coordination entre réseau primaire et réseau secondaire. Un tiers des « non-retours » de condensats sont liés aux sous-stations (hors périmètre de la concession) avec de nombreux cas de vannes de retour fermées ;

2. Une amélioration de la régulation au niveau des sous-stations pour optimiser l'adéquation entre la puissance souscrite et les besoins des bâtiments.

3. L'évolution vers des régimes basse température pour réduire les pertes de distribution du réseau avec la mutation de tout ou partie du réseau de distribution vapeur. Pour le réseau parisien, les pertes de distribution sont de 26 % sur le réseau vapeur et de 10 % sur les boucles d'eau chaude.



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

Exploiter le potentiel de densification important « au pied du réseau »

Une des questions qui sera posée dans le cadre du schéma directeur concerne la desserte future du réseau pour continuer de livrer une quantité de chaleur stable *a minima*. À l'avenir, le réseau devra-t-il s'étendre pour desservir plus de quartiers parisiens ou bien devra-t-il rechercher ses nouveaux clients le long des tracés existants ? Dans le cadre du développement des boucles d'eau chaude, certains tronçons vapeur pourront-ils être abandonnés ?

Dans sa forme actuelle, le réseau de chaleur est présent dans les 20 arrondissements parisiens. Le taux de péné-

tration du réseau est très variable au sein des arrondissements. Le réseau est très développé dans les 7^e, 13^e et 15^e arrondissements avec plus de 30 % des surfaces de logements et d'activités raccordées. Il l'est beaucoup moins dans les 11^e, 17^e et 20^e arrondissements avec 10 % ou moins de surfaces de logements et d'activités qui sont raccordées. L'implantation physique du réseau au sein de ses arrondissements varie fortement mais l'importante couverture géographique fait ressortir la densification comme le premier potentiel de développement.

Retour d'expérience de la Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture (DCPA)

L'Apur a sollicité la DCPA afin de recueillir son retour d'expérience sur le raccordement des équipements parisiens au réseau de chaleur. La DCPA indique avoir défini une stratégie d'orientation énergétique bâtiments qui fixe les principes suivants :

- priorité au raccordement au réseau de chaleur pour toute réalisation d'un équipement neuf ;
- mise en place d'un programme de modernisation des centres thermiques :
 - sans changement de mode de production (gaz vers gaz / réseau de chaleur vers réseau de chaleur) d'énergie primaire lorsqu'il s'agit de gaz ou de chaleur urbaine,
 - avec à l'exception de conversions de systèmes électriques vers du gaz ou vers un raccordement au réseau de chaleur.

Du point de vue de la DCPA, il existe aujourd'hui deux freins majeurs au raccordement d'équipements existants au réseau de chaleur parisien :

- Un coût de raccordement élevé. De l'ordre de 50000 à 60000 euros pour raccorder un équipement situé le long

du réseau contre 500 à 600 euros pour un branchement au réseau de gaz. Soit un rapport de 100. La normalisation du coût de raccordement avec la mise en place d'un catalogue des prix semble être un élément indispensable à inscrire dans la nouvelle concession ;

- Un prix du kWh deux fois et demie plus important que le gaz (4 centimes/kWh pour le gaz contre 10 centimes pour la vapeur). Cet écart de prix explique le non-raccordement de privés dans le cadre du renouvellement de leurs installations (copros, commerces, bureaux).

La densification le long du réseau existant ne se réalisera qu'une fois ces freins levés.

Parmi les points positifs, le coût d'exploitation des sous-stations (équivalent voire un peu moins cher qu'une solution gaz) et la qualité du service rendu par le concessionnaire d'un point de vue technique sont mis en avant. La DCPA gère directement les sous-stations, le sujet de la régulation étant une priorité pour les équipements (entre 15 et 20 % de gains).

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES LOGEMENTS À L'ARRONDISSEMENT, 2018

	Surface des logements raccordés (total arr.)	Surface des logements non raccordés selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Surface des logements à l'arr. (m ²)	Nombre de logements de copropriétés raccordés (total arr.)	Nombre de logements de copros. non raccordés selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Nombre de logements de copropriétés à l'arr. (m ²)	Nombre de logements sociaux raccordés (total arr.)	Nombre de logements sociaux non raccordés selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Nombre de logements de sociaux à l'arr. (m ²)
		Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant			Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant			Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant	
1 ^{er}	9 %	31 %	60 %	802 171	6 %	24 %	70 %	10 890	28 %	15 %	57 %	1 090
2 ^e	8 %	25 %	67 %	854 192	5 %	22 %	72 %	13 899	4 %	45 %	52 %	717
3 ^e	5 %	15 %	80 %	1 375 831	2 %	15 %	83 %	22 388	26 %	17 %	57 %	1 713
4 ^e	12 %	25 %	63 %	1 251 939	8 %	23 %	69 %	18 066	17 %	33 %	50 %	2 221
5 ^e	17 %	27 %	56 %	2 083 732	11 %	28 %	61 %	34 619	40 %	25 %	34 %	3 017
6 ^e	9 %	22 %	69 %	2 078 251	6 %	20 %	74 %	29 398	11 %	11 %	77 %	653
7 ^e	19 %	34 %	47 %	3 019 347	14 %	31 %	55 %	34 330	27 %	35 %	38 %	390
8 ^e	11 %	37 %	52 %	2 388 902	9 %	36 %	55 %	23 174	29 %	21 %	50 %	667
9 ^e	5 %	23 %	72 %	2 322 291	3 %	22 %	75 %	34 364	13 %	18 %	69 %	2 042
10 ^e	6 %	25 %	68 %	2 946 382	4 %	26 %	71 %	48 580	20 %	23 %	58 %	7 207
11 ^e	4 %	8 %	88 %	4 697 332	3 %	9 %	89 %	81 997	3 %	9 %	88 %	11 401
12 ^e	20 %	28 %	52 %	4 460 716	15 %	28 %	57 %	60 363	26 %	28 %	45 %	18 618
13 ^e	33 %	31 %	36 %	5 452 493	27 %	29 %	44 %	59 581	38 %	32 %	30 %	38 963
14 ^e	19 %	24 %	57 %	4 409 393	15 %	20 %	65 %	60 315	24 %	34 %	42 %	18 792
15 ^e	34 %	30 %	35 %	8 027 665	30 %	31 %	39 %	112 062	44 %	26 %	30 %	24 360
16 ^e	15 %	30 %	55 %	8 496 630	13 %	29 %	58 %	85 947	46 %	37 %	17 %	6 074
17 ^e	5 %	17 %	79 %	6 107 422	2 %	13 %	85 %	80 689	15 %	39 %	46 %	15 145
18 ^e	8 %	10 %	82 %	5 402 118	5 %	7 %	88 %	90 682	17 %	22 %	61 %	22 136
19 ^e	22 %	32 %	46 %	5 244 967	15 %	27 %	57 %	56 258	26 %	42 %	31 %	36 098
20 ^e	4 %	21 %	76 %	5 432 698	2 %	14 %	84 %	61 826	6 %	31 %	63 %	37 065
Paris	15 %	25 %	60 %	76 854 472	11 %	22 %	67 %	1 019 428	24 %	31 %	45 %	248 369

Sources : Apur, DGFIP, RPLS

Pour quantifier le potentiel de densification, l'Apur a réalisé un travail de repérage des parcelles « réellement » situées au pied du réseau existant (cf. schéma p. 17). Cet exercice vise à quantifier le potentiel de développement du réseau qui limite au maximum l'investissement lié à la création des nouveaux linéaires.

L'ensemble des parcelles situées le long du réseau représentent une surface supérieure à celle déjà alimentée par le réseau, avec un total de 30,9 millions de m² de logements et d'activités

non raccordés situés au pied du réseau dont 7,7 millions de m² dotés de chauffage collectif pour 25 millions de m² raccordés à ce jour. En effet on retrouve des bâtiments équipés de systèmes de chauffage collectif qui représentent des cibles crédibles pour le réseau de chaleur mais aussi des bâtiments dotés de systèmes individuels pour lesquels un raccordement au réseau est plus complexe. Ces 30,9 millions de m² se décomposent en :

- 18,9 millions de m² de logements dont 222 953 logements en copropriétés et 75 920 logements sociaux ;
- 12 millions de m² d'activités dont

4,7 millions de m² de bureaux de plus de 1 000 m² et 995 équipements.

En considérant des niveaux de consommation par clients divisés par deux par rapport à ceux observés aujourd'hui dans l'optique de l'atteinte des objectifs du Plan Climat, le raccordement des parcelles situées le long du réseau permettrait de contribuer significativement au maintien d'une quantité de chaleur livrée suffisante pour assurer le bon fonctionnement de l'infrastructure mais aussi maîtriser le coût de la chaleur.

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ACTIVITÉS À L'ARRONDISSEMENT, 2018

	Surface d'activités raccordées (total arr.)	Surface d'activités non raccordées selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Surface d'activités à l'arr. (m ²)	Surface de bureaux raccordés (total arr.)	Surface de bureaux non raccordés selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Surface de bureaux à l'arr. (m ²)	Nombre d'équipements raccordés (total arr.)	Nombre d'équipements non raccordés selon la localisation par rapport au réseau existant (total arr.)		Nombre d'équipements à l'arr. (m ²)
		Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant			Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant			Situé le long du réseau existant	Non situé le long du réseau existant	
1 ^{er}	41 %	25 %	34 %	1 708 229	54 %	31 %	15 %	749 841	43 %	17 %	41 %	54
2 ^e	34 %	35 %	32 %	1 839 054	44 %	39 %	18 %	1 058 782	43 %	19 %	38 %	37
3 ^e	19 %	15 %	67 %	941 590	36 %	13 %	51 %	239 010	38 %	16 %	46 %	74
4 ^e	33 %	23 %	44 %	720 883	60 %	17 %	23 %	293 009	42 %	26 %	31 %	121
5 ^e	27 %	26 %	47 %	807 487	24 %	30 %	46 %	85 017	52 %	20 %	28 %	193
6 ^e	25 %	22 %	54 %	1 109 317	37 %	29 %	34 %	239 200	36 %	27 %	37 %	132
7 ^e	54 %	19 %	27 %	1 856 074	75 %	14 %	11 %	811 723	45 %	29 %	26 %	155
8 ^e	36 %	37 %	27 %	4 988 132	40 %	36 %	24 %	2 927 738	30 %	34 %	36 %	137
9 ^e	41 %	32 %	27 %	3 218 588	51 %	33 %	16 %	1 668 705	41 %	19 %	40 %	93
10 ^e	17 %	22 %	61 %	1 757 481	30 %	18 %	52 %	459 573	32 %	20 %	48 %	133
11 ^e	3 %	9 %	88 %	1 970 839	9 %	18 %	72 %	426 356	5 %	11 %	84 %	167
12 ^e	34 %	21 %	45 %	2 833 398	48 %	22 %	30 %	1 313 586	25 %	22 %	53 %	289
13 ^e	37 %	27 %	36 %	2 574 143	35 %	29 %	36 %	1 069 591	32 %	27 %	41 %	356
14 ^e	25 %	31 %	43 %	1 830 935	36 %	36 %	28 %	537 504	22 %	24 %	54 %	246
15 ^e	51 %	29 %	20 %	4 121 754	64 %	24 %	11 %	1 705 946	36 %	31 %	34 %	337
16 ^e	19 %	42 %	39 %	3 887 669	43 %	28 %	28 %	1 018 960	10 %	35 %	55 %	327
17 ^e	11 %	14 %	75 %	2 597 762	12 %	11 %	76 %	812 861	14 %	17 %	69 %	246
18 ^e	16 %	13 %	71 %	1 684 819	1 %	18 %	81 %	320 779	11 %	16 %	73 %	280
19 ^e	28 %	37 %	35 %	2 076 679	42 %	37 %	21 %	785 197	18 %	38 %	43 %	323
20 ^e	7 %	27 %	67 %	1 481 514	1 %	22 %	78 %	201 088	3 %	18 %	79 %	295
Paris	30 %	27 %	43 %	44 006 347	43 %	28 %	29 %	16 724 466	25 %	25 %	50 %	3 995

Sources : Apur, DGFIP, HBS Research

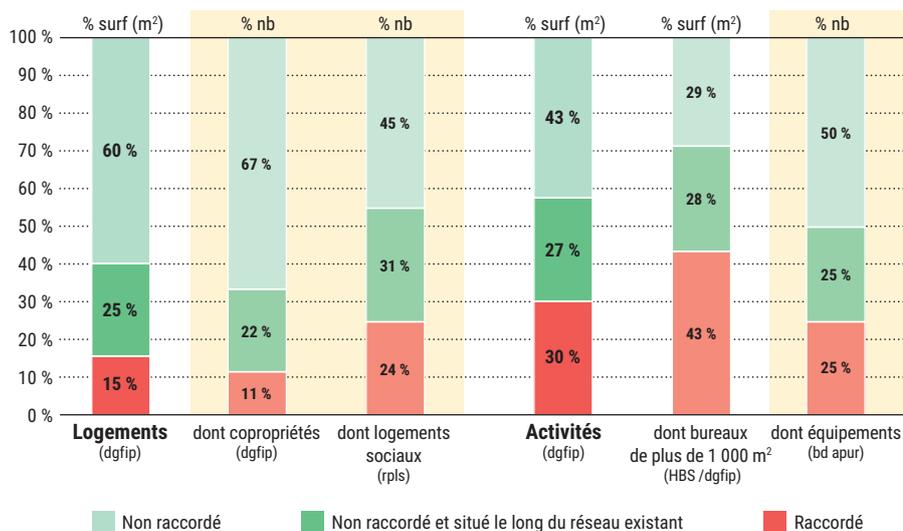


Avertissement //
Considérer les systèmes de chauffage pour affiner le potentiel

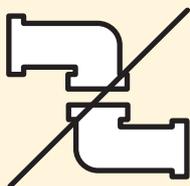
Pour préciser le potentiel lié à la densification au pied du réseau, il est nécessaire d'intégrer la connaissance des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments situés dans ces parcelles afin de prendre en considération la faisabilité technique et économique de ces éventuels raccordements. Faute de données exploitables à ce jour, il est possible de donner un ordre de grandeur de la surface de logements

et d'activités équipés de systèmes de chauffage collectifs gaz ou fioul au sein de ces parcelles à partir de la répartition des systèmes de chauffage pour l'ensemble des résidences principales parisiennes. La part de chauffage collectif gaz et fioul étant de 25 % (chauffage urbain exclu), on estime ce gisement à environ **7,7 millions de m² de logements et d'activités, équipés de systèmes de chauffage collectifs gaz ou fioul et situés au pied du réseau qui représentent des cibles crédibles.**

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



~6,5%



des surfaces de logements et d'activités non raccordées, équipées de chauffage collectif gaz ou fioul et situées au pied du réseau de chaleur en 2018

Les chiffres clés du potentiel de densification le long du réseau existant

⇒ **331 941** logements non alimentés par le réseau de chaleur
(24 % des logements parisiens)

Soit **18,9 millions de m²** de logements
(25 % de la surface de logements de Paris)

- 22 % des logements de copropriétés sont alimentés
- 31 % des logements sociaux sont alimentés

⇒ **12 millions de m²** de surface d'activités tertiaires
(27 % des surfaces d'activités de Paris)

- 28 % des surfaces de bureaux de plus de 1 000 m² sont alimentées.
- 25 % des équipements parisiens sont alimentés.



POTENTIEL DE DENSIFICATION LE LONG DU RÉSEAU EXISTANT : PARCELLES RACCORDÉES ET PARCELLES NON RACCORDÉES – 2018



 Réseau de chaleur parisien
 Parcelles desservies en 2018

 Parcelles situées le long du tracé du réseau et non desservies

Sources : CPCU, DGFIP, Apur

Vers un réseau mixte vapeur-eau chaude pour accueillir les productions ENR&R

Le réseau de chaleur parisien comme les réseaux de New York et Moscou se distingue par une distribution de chaleur par l'intermédiaire de canalisations vapeur. Ce choix technique, pertinent au début du xx^e siècle, permet de transporter une grande quantité de chaleur sur de grandes distances depuis les usines d'incinération et de production situées hors Paris jusqu'au centre de Paris. Le Plan Climat fait du réseau de chaleur l'outil incontournable pour atteindre les objectifs de production d'énergies renouvelable et de récupération sur le territoire parisien. Cela passera par l'évolution vers un réseau mixte vapeur-eau chaude que cela soit au travers de la mutation du réseau vapeur existant et/ou de la création de nouvelles boucles d'eau chaude (BEC). Cette évolution permettra :

1// De mobiliser massivement et de mutualiser les capacités de production locales d'énergies renouvelables et de récupération pour contribuer à l'atteinte des 20 % de production d'EnR&R locales à Paris en 2050 fixés dans le Plan Climat. Par exemple, en surdimensionnant les installations de panneaux solaires thermiques sur les tissus des Habitations à Bon Marché (HBM) et en injectant la production sur le réseau pour bénéficier à des bâtiments haussmanniens où leur installation est plus difficile. Ou encore en rendant possible la mise en œuvre concrète de la mutualisation énergétique entre bâtiments aux usages complémentaires.

Les sources d'énergie renouvelables et de récupération basse température qui peuvent être captées par le réseau de chaleur sur le territoire parisien sont nombreuses et représentent des potentiels variables. Sont ainsi envisageables : la géothermie (profonde ou de surface), le solaire, la biomasse, la synergie avec le ré-

seau de froid, la valorisation des condensats sans retour au niveau des sous-stations et la récupération de chaleur fatale sur les data centers, les réseaux d'assainissement et d'eau non potable.

Pour une partie de ces ressources, il existe des travaux d'estimation et de localisation des potentiels comme le cadastre solaire réalisé par l'Apur, l'étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France de l'Ademe, l'étude du Brgm sur la géothermie (une étude d'approfondissement est en cours à la demande de la MGP) ou encore l'étude du potentiel de valorisation de chaleur fatale sur le réseau d'assainissement du SAAP réalisé à la demande de la ville de Paris.

2// d'améliorer le rendement global en réduisant les pertes de distribution. Pour le réseau parisien, les pertes de distribution sont de 26 % sur le réseau vapeur et de 10 % sur les boucles d'eau chaude.

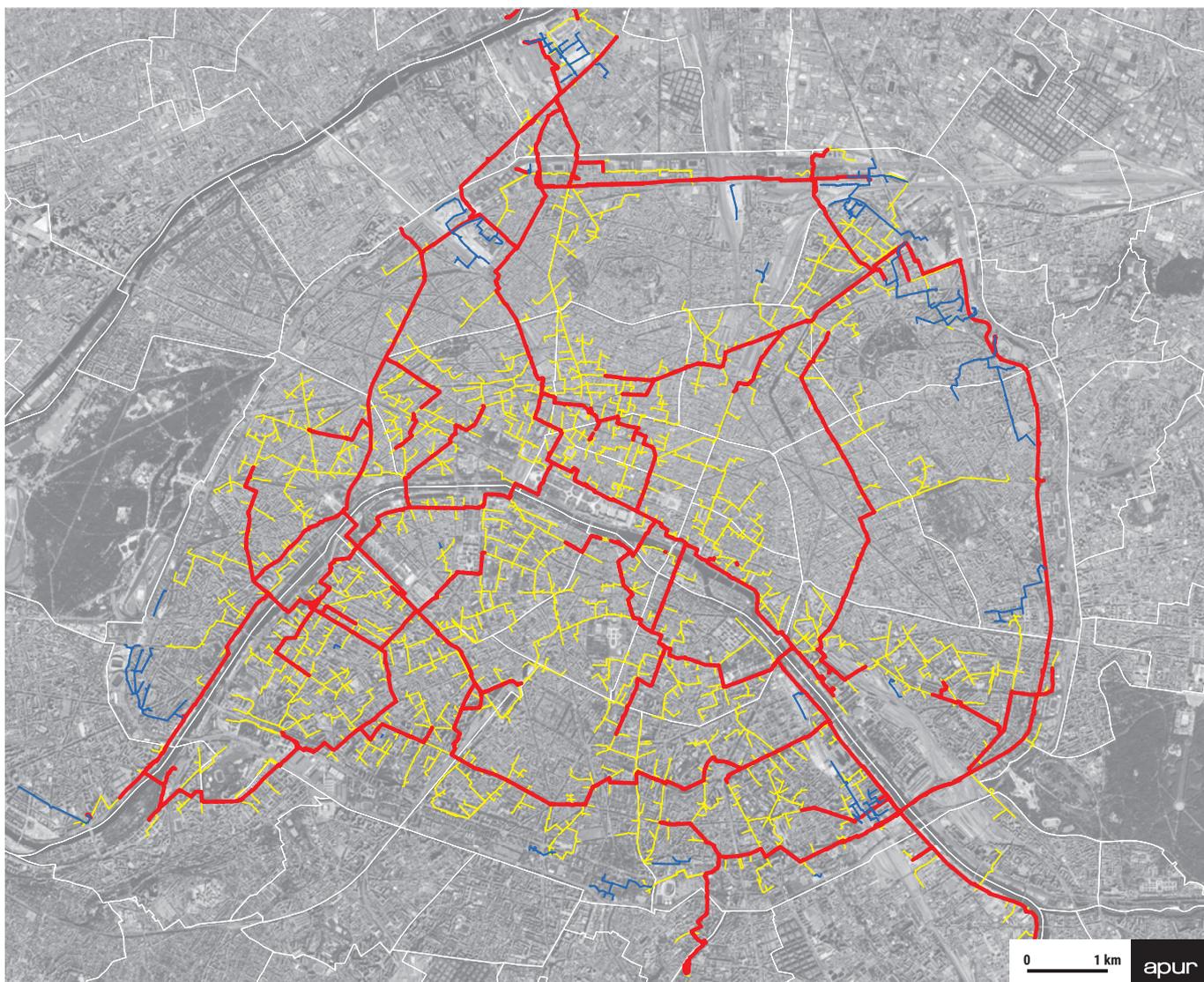
3// de faciliter l'exploitation de l'infrastructure aussi bien au niveau du réseau de distribution qu'en sous-station

Certaines opérations existantes constituent de bons retours d'expériences et militent pour le développement de boucles d'eau chaude. On peut citer l'opération Paris Nord Est, le mini-réseau de la DCPA pour alimenter la mairie du 11^e et une école à partir d'un échangeur sur le réseau d'eaux usées de la Section de l'Assainissement de Paris (SAP) ou encore l'opération privée avenue Victor Hugo dans 16^e arrondissement avec une combinaison réseau de chaleur et récupération de calories sur le réseau d'eau non potable pour assurer les besoins de chauffage et de climatisation d'un immeuble tertiaire. Néanmoins le passage de la vapeur vers

l'eau chaude présente aussi des freins importants qui ont été révélés par le retour d'expérience de conversion réalisée dans le 19^e sur la boucle d'eau chaude (BEC) Ardenne : coût très élevé de ce type de travaux (~12 millions d'euros pour 4 km dans ce cas), complexité du chantier qui a occasionné de nombreuses gênes pour les riverains avec la nécessité d'ouvrir l'ensemble des chaussées dans le quartier. Rendre possible la massification de ce type de travaux implique de travailler sur la réduction des coûts et des nuisances générées, mais aussi de sensibiliser les riverains quant à leur intérêt.

Note de lecture

La carte ci-contre vise à illustrer la mutation du réseau vapeur au travers d'un scénario théorique qui consisterait à conserver une « armature de transport vapeur » pour continuer d'acheminer la chaleur depuis les centrales situées hors de Paris et qui alimenterait un réseau de distribution eau chaude. Cette représentation très synthétique ne prétend pas être une proposition de mutation du réseau.



PROJET DE MUTATION VERS UN RÉSEAU MIXTE VAPEUR/EAU CHAUDE – ILLUSTRATION



Vers un réseau de transport vapeur...

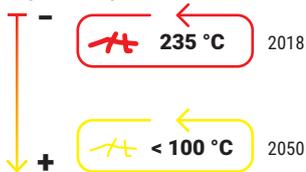
Canalisations vapeur structurante (diam > 300)

...et un réseau de distribution eau chaude ?

Mutation du réseau vapeur (diam < 300) vers un réseau d'eau chaude à horizon 2050

Boucle d'eau chaude existante en 2018

Capacité à capter les ENR&R



Sources : CPCU, Apur



© Apur

Rénovation d'un immeuble construit en 1912 situé au 67/69 Avenue Victor Hugo, 75016 Paris// Local technique – machine à absorption
 Installation d'un système de chauffage et climatisation reposant sur une stratégie multi-réseaux. Cette technologie, baptisée « i-vert », a été développée en partenariat avec la CPCU et Eau de Paris, dont les réseaux respectifs sont partie intégrante du dispositif, et permet d'assurer le chauffage et le rafraîchissement des 11 000 m² de bureaux, logements et du centre d'analyses médicales présents dans l'immeuble.

Retour d'expérience de la Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture (DCPA)

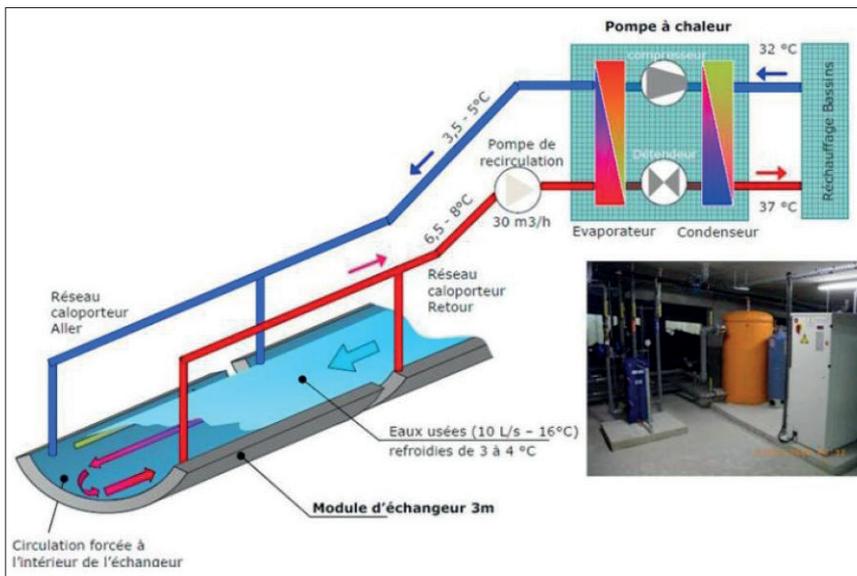
Selon la DCPA, une mutation du réseau vapeur (ou d'une partie) vers un réseau eau chaude semble indispensable pour coller aux besoins mais aussi pour faciliter l'exploitation et la maintenance des centres thermiques. Pour gérer en propre certaines sous-stations « eau chaude » des nouvelles boucles d'eau chaude (BEC) du réseau de chaleur, la DCPA insiste sur leur robustesse et facilité d'entretien en comparaison à des solutions vapeur ou gaz.

La DCPA mène aussi quelques expérimentations de mini boucles d'eau chaude. La réalisation de ce type d'opération se heurte aujourd'hui à des freins d'ordres juridiques et pose la question de la pertinence de la situation actuelle avec un opérateur unique pour la distribution de chaleur à Paris. Parmi les opérations présentées, on retrouve :

- la réalisation en propre d'une mini-boucle d'eau chaude pour alimenter la mairie du 11^e et une école voisine avec récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées du

SAAP. Ce qui permet un taux de couverture de 50 % des besoins de chaleur. Le seul point faible est le prix élevé de l'opération (1 M d'euros) notamment du fait de son caractère expérimental. Pour le reste, il s'agit d'une solution « low-tech » facilement reproductible qui représente selon la DCPA un potentiel important. Le développement de Boucles d'eau chaude (BEC) dans le réseau d'égouts avec récupération de calories sur les eaux usées est une piste à creuser ;

- une opération de géothermie sur sonde à Rungis pour chauffer et rafraîchir le centre horticole ;
- une opération de géothermie sur nappe dans le 14^e. Le coût de réalisation des forages est encore trop élevé avec un seul foreur qui souhaite travailler sur le territoire parisien. La question de la gestion de la ressource est aussi centrale, l'exemple du Louxor où une mauvaise gestion a conduit à un épuisement de nappe illustre bien cette problématique.



À gauche : principe de fonctionnement du dispositif Suez « Degrés Bleus »

La solution développée par Suez comprend un échangeur de chaleur placé dans le réseau d'assainissement qui est couplé à une pompe à chaleur. Constitué d'un circuit de canalisation en boucle fermée, l'échangeur transporte une eau qui va être chauffée par la chaleur des eaux usées. Elle parvient ensuite à la pompe qui assure la transition entre le réseau d'assainissement et le circuit de chauffage. Le passage de l'eau par l'échangeur puis la pompe à chaleur permet de rehausser sa température afin de la rendre exploitable pour les systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire



À droite : mini boucle d'eau chaude avec récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées (75011)

La Direction des Constructions Publiques et de l'Architecture de la Ville de Paris (DCPA) expérimente différentes solutions pour assurer les besoins énergétiques des équipements parisiens. La réalisation en propre, sans passer par le concessionnaire du réseau de chaleur de Paris mais avec son accord, d'une boucle d'eau chaude empruntant le domaine public pour alimenter la mairie du 11^e et l'école voisine à partir de la récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées du SAAP en est un parfait exemple. Le dispositif mis en place (Degrés Bleu développé par Suez) permet un taux de couverture de 50 % des besoins de chaleur. Si l'on met de côté le coût élevé de l'opération notamment du fait de son caractère expérimental, il s'agit d'une solution « low-tech » facilement reproductible qui représente selon la DCPA un potentiel important pour le développement de boucles d'eau chaude (BEC).

CONCLUSION

Le Plan climat de Paris vise 100 % d'ENR&R dans sa consommation en 2050 dont 20 % produites localement. Il fait du réseau de chaleur l'un de ses outils principaux, avec comme objectifs un verdissement rapide de son mix énergétique amont (75 % d'ENR&R en 2030, 100 % en 2050), ainsi qu'une densification et un développement du réseau. Le renouvellement de la concession portant sur le réseau de chaleur en 2024 est l'occasion d'identifier les atouts et faiblesses de ce réseau et de définir une feuille de route concrète à l'atteinte des objectifs du Plan Climat à travers l'élaboration d'un schéma directeur. L'atteinte de 100 % ENR&R dans le mix énergétique du réseau est un objectif qui passe nécessairement par une **plus grande sobriété de l'usage de l'énergie**. Cette sobriété devra être particulièrement poussée car la récupération de l'énergie fatale de **l'incinération des déchets qui représente aujourd'hui la source d'énergie principale devrait être amenée à baisser** conformément à la trajectoire « zéro déchet non valorisé » de la Ville. La sobriété devra donc être comprise comme une meilleure

utilisation et une évolution possible de l'infrastructure existante avec plusieurs pistes qui se profilent :

- **un déclassé progressif d'une partie du réseau vapeur au profit de l'eau chaude et des développements futurs exclusivement en eau chaude.**

La vapeur pourrait devenir à l'avenir le fluide exclusif de la partie « transport » de l'énergie, et l'eau chaude celui de la distribution locale. Ce changement de modèle est indispensable pour permettre au réseau de capter massivement et mutualiser les ressources ENR&R basse température du territoire comme le solaire thermique, la géothermie ou encore la récupération de chaleur fatale.

- **une modification du périmètre de la concession** pour rendre possible un élargissement du panel de producteurs de chaleur afin de favoriser l'essor des ENR&R locales mais aussi permettre de réintégrer les sous-stations à la concession afin d'améliorer la performance globale du réseau ;

- **une densification « au pied du réseau »** : les travaux menés par l'Apur montrent que **le réseau actuel pos-**

sède un linéaire sous exploité, ainsi la surface de logements et d'activités desservies pourrait passer de 25 millions à près de 33 millions sans extension en raccordant les bâtiments équipés de chauffage collectif à volume de chaleur constant. Les possibilités de réduction des consommations sont nombreuses : résorption des fuites de distribution vapeur, de retour des condensats, et politiques d'amélioration énergétique des bâtiments desservis. Le réseau possède également des opportunités d'extensions importantes, notamment dans les 11^e, 18^e et 20^e arrondissements.

- **le maintien et la mutation vers les ENR&R des sites de production existants** voire la recherche de nouvelles emprises en fonction des choix de développement actés par la collectivité.

La trajectoire choisie en matière d'évolution de l'infrastructure existante et de son périmètre de concession déterminera le rôle plus ou moins important que jouera le réseau dans l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone en 2050 mais aussi l'étendue des chantiers nécessaires.

Profiter de la mise en place du Service Public de la Donnée Énergétique (SPDE) pour aller plus loin

Réalisée par l'APC, la Ville de Paris et l'Apur, la mise en place du SPDE représente une opportunité pour aller plus loin en précisant les secteurs d'activité et les modes de chauffage pour isoler le chauffage collectif. Le travail de cartographie et de quantification réalisé dans le cadre de la présente note pourra faire l'objet de focus spécifiques sur certains secteurs d'activité avec l'introduction de la connaissance des systèmes de chauffage et de l'énergie utilisée. Les données disponibles sur le territoire parisien permettent d'envisager trois focus pour approfondir la connaissance fine des bâtiments parisiens et de leurs besoins énergétiques et préciser/prioriser les opportunités de développement du réseau de chaleur :

- un premier sur les copropriétés parisiennes avec l'utilisation du registre national des copropriétés qui renseigne les mo-

des de chauffage mais aussi le croisement avec les travaux de l'APC sur le repérage du chauffage au fioul à Paris ;

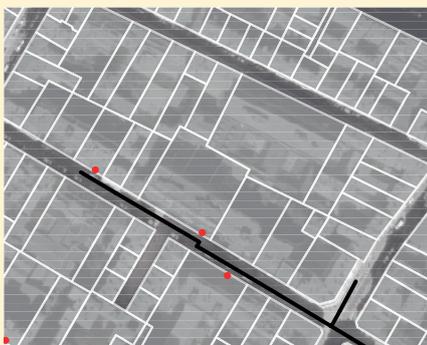
- un deuxième sur les équipements de la Ville avec l'aide des données transmises par la DCPA. Deux pistes de travail peuvent être envisagées : le repérage d'équipements ou groupes d'équipements très consommateurs éloignés du réseau qui pourraient justifier de nouveaux développements en boucles d'eau chaude et l'identification des équipements avec des chaudières collectives gaz situés au pied du réseau ;
- et enfin un dernier sur les logements sociaux avec les données transmises par la Direction du Logement et de l'Habitat (DLH) sur sa connaissance du parc social parisien en matière d'équipement de chauffage et d'eau chaude sanitaire et de consommation énergétique.

ANNEXE

Méthode proposée pour croiser avec les tissus parisiens

1// Cartographie des clients du réseau de chaleur

CLIENTS DU RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN À L'ADRESSE (CPCU)



- Réseau de chaleur parisien
- Clients du réseau de chaleur parisien en 2018

Le fichier des clients du réseau de chaleur parisien est géocodé. Chaque point représente une adresse d'immeuble desservi par le réseau en 2018.

Il est possible de retrouver plusieurs points et donc plusieurs clients sur une même parcelle.

Certaines parcelles n'ont pas de points et ne contiennent donc pas de clients du réseau de chaleur.

2// Création d'une nouvelle donnée

ÉTAT DU RACCORDEMENT AU RÉSEAU DE CHALEUR PARISIEN À LA PARCELLE



- Réseau de chaleur parisien
- → Parcelles raccordées au réseau de chaleur de Paris
- Parcelles non raccordées et situées le long du réseau de chaleur existant
- Autres parcelles non raccordées

Chaque parcelle de Paris s'est vue attribuer un état de raccordement au réseau de chaleur parisien à partir des adresses des clients.

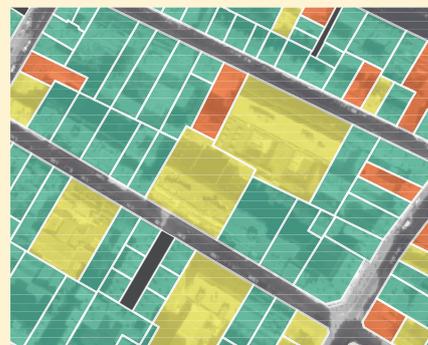
→ Si la parcelle contient une ou plusieurs adresses du fichier des clients elle est considérée comme raccordée au réseau de chaleur parisien. Cela peut conduire à surestimer la part de bâtiments raccordés, toutes les adresses d'une parcelle n'étant pas nécessairement raccordées au réseau.

→ Si la parcelle ne contient aucune adresse du fichier des clients, elle est qualifiée de « non raccordée » au réseau de chaleur. Un travail SIG supplémentaire a permis de classer ces parcelles en deux catégories :

- les parcelles non raccordées situées directement le long du réseau de chaleur existant ;
- et les autres parcelles non raccordées.

3// Croisement avec les données urbaines

CARACTÉRISATION DES PARCELLES RACCORDEES ET NON RACCORDEES



- Parcelles à dominante d'activité (>70 % de la surface de plancher totale)
- Parcelles à dominante de logement (>70 % de la surface de plancher totale)
- Parcelles avec une mixité importante
- Parcelles non déterminées

Sources : CPCU, DGFIP, RPLS, Apur

Le croisement de l'état du raccordement au réseau de chaleur à la parcelle avec les données urbaines de l'Apur permet de caractériser les clients (parcelles raccordées) et les potentiels futurs clients (parcelles non raccordées).

Cela permet d'évaluer le taux de raccordement au réseau selon la nature (logements dont copropriétés et logements sociaux et activités dont bureaux de plus de 1 000 m² et équipements) et la période de construction des bâtiments.

Quelles perspectives pour le réseau de chaleur de Paris ?

Le Plan climat de Paris fait du réseau de chaleur l'un des outils essentiels de la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire, avec comme objectif un verdissement rapide de son mix énergétique amont (75 % d'ENR&R en 2030, 100 % en 2050), ainsi qu'une densification et un développement du réseau.

Le renouvellement de la concession portant sur le réseau de chaleur en 2024 est l'occasion d'identifier les atouts et faiblesses de ce réseau et de définir une feuille de route concrète à l'atteinte des objectifs du Plan Climat à travers l'élaboration d'un schéma directeur.

La présente note vise à livrer des éléments, notamment cartographiques, pour alimenter les réflexions sur l'évolution du réseau de chaleur parisien qui bien que révolutionnaire à sa création se retrouve aujourd'hui confronté à de nombreux enjeux de mutation et d'optimisation qu'il devra prendre en compte pour être à la hauteur des ambitions qu'on lui porte.

L'Apur, Atelier parisien d'urbanisme, est une association loi 1901 qui réunit autour de ses membres fondateurs, la Ville de Paris et l'État, les acteurs de la Métropole du Grand Paris. Ses partenaires sont :

