



MAI
2019

LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID

ÉTAT DES LIEUX DE LA FILIÈRE

MARCHÉS, EMPLOIS, COÛTS

RAPPORT FINAL

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Laurent CADIOU (MTES/DGEC), Maëlle ALLAIN (CEREMA Ouest), Marie DESCAT (SNCU), Guillaume PERRIN (FNCCR), Romain ROY (AMORCE), Laurène DAGALLIER (AMORCE), Julie PURDUE (AMORCE), Guillaume PLANCHOT (Via Seva), Stéphane COUSIN (CIBE), Clarisse FISHER (CIBE), Hubert LHOIR (CORIANCE) Olivier CONTE (DALKIA), Patrick LAUGIER (ENGIE COFELY), Pierre HOURCADE (ENGIE réseaux), Paulo CAMEIJO (ENGIE France réseaux), Bouzid KHEBCHACHE (ADEME), David CANAL (ADEME).

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, IN NUMERI, Carpenè, L., Haeusler, L., 2019. Les réseaux de chaleur et de froid : état des lieux de la filière. 87 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 18MAR000127

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par IN NUMERI :

Laurence HAEUSLER, Alexandre FERNANDES, Martin GUYOT, Federico MARANGONI

Coordination technique : Lilian CARPENE

Direction Exécutive ce l'Expertise et des Programmes
Service Réseaux et Energies Renouvelables

TABLE DES MATIERES

Avant Propos	5
Résumé exécutif	6
1 CONTEXTE EUROPE ET INTERNATIONAL	13
1.1 Historique et contexte de développement	13
1.1.1 Essor des réseaux de chaleur à travers le monde	13
1.1.2 Dynamique de développement en Europe	14
1.1.3 Développement des réseaux de froid	15
1.2 Principales innovations technologiques.....	15
1.3 Des vecteurs d'énergies renouvelables et récupérables.....	16
2 DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE EN FRANCE	19
2.1 Contexte historique et évolutions règlementaires	19
2.2 Caractéristiques du parc en fonctionnement.....	20
2.3 Modalités de soutien public	22
2.3.1 Aides à l'investissement et aides fiscales.....	22
2.3.2 Taxe française et quotas européens sur les émissions de GES	23
2.3.3 Outil de planification territorial : procédure de classement.....	24
2.4 Redevances locales applicables	25
2.5 Freins et leviers de développement des réseaux de chaleur et de froid.....	25
2.5.1 Motivations des MO pour le développement des réseaux.....	25
2.5.2 Les freins selon les maitres d'ouvrage publics	26
2.5.3 Les leviers selon les maitres d'ouvrage publics.....	28
3 CHAINE DE VALEUR, MARCHES, EMPLOIS ET ACTEURS DE LA FILIERE EN FRANCE	29
3.1 Précisions sur le périmètre de l'étude	29
3.2 Marchés de la filière.....	30
3.2.1 Vente d'énergie et exploitation-maintenance.....	30
3.2.2 Investissements	31
3.3 Emplois de la filière.....	32
3.3.1 Emplois liés à la distribution primaire seule	32
3.3.2 Emplois liés à la distribution et à la production de chaleur EnR&R.....	33
3.4 Importations et exportations	34
3.5 Acteurs de la filière	34
3.5.1 Grands opérateurs	34
3.5.2 Bureaux d'études	46
3.5.3 Les équipementiers.....	49
3.5.4 Entreprises de travaux	52
3.5.5 Maitres d'ouvrages.....	54
4 COUTS DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE	56

4.1	Coûts d'investissement.....	56
4.1.1	Caractéristiques techniques des réseaux créés	56
4.1.2	Coûts des projets de création	59
4.1.3	Coûts des projets d'extension.....	60
4.1.4	Répartition du coût en fonction des maillons	61
4.2	Charges d'exploitation	62
4.2.1	Charges d'exploitation production et distribution primaire	62
4.2.2	Charges d'exploitation distribution primaire seule	63
4.3	Coût moyen actualisé	65
4.3.1	Paramètres du coût moyen actualisé.....	65
4.3.2	Evaluation du coût moyen annuel actualisé, production et distribution	66
	Liste des figures	68
	Bibliographie	70
	ANNEXES.....	71
	Annexe 1 : Précisions sur les enquêtes	72
	Annexe 2 : Compléments sur l'analyse de filière	75
	Annexe 3 : Compléments sur les ratio distribution / production	81
	Annexe 4 : Hypothèses de calcul du LCOH	83
	Annexe 5 : Listes des acteurs de la filière.....	84

AVANT PROPOS

Le développement des réseaux de chaleur et de froid a débuté dans les années 30 dans les villes les plus urbanisées puis s'est accéléré lors du choc pétrolier des années 70 dans l'objectif de réduire la dépendance aux importations d'énergies fossiles. En 2017, en France, le secteur résidentiel-tertiaire représente 42% de la consommation finale d'énergie dont une part majeure est destinée chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire¹.

Point de rencontre des politiques territoriales en matière d'énergie-climat et d'urbanisme, les réseaux de chaleur et de froid sont des vecteurs d'énergie renouvelables locales car ils permettent de valoriser des ressources variées telles que la chaleur fatale, l'énergie du sol et du sous-sol avec la géothermie, les ressources forestières locales gérées durablement, la chaleur cogénérée par des unités de méthanisation territoriales ou encore l'énergie du soleil avec le solaire thermique.

En 2017, avec une longueur cumulée de 5 397 km (198 km), les 761 (23) réseaux de chaleur (de froid) ont permis de livrer 25 TWh (1 TWh) d'énergie calorifique en 2017. 56% de la chaleur produite est d'origine renouvelable ou récupérable.²

C'est depuis la fin des années 2000 que le soutien public à la filière s'est accentué avec la mise en place de la TVA à taux réduit et l'accompagnement financier des projets avec le Fonds Chaleur de l'ADEME, mesure phare des lois Grenelle. De plus, des trajectoires de développement ambitieuses sont définies dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) publiée début 2019 concernant les livraisons de chaleur et le froid renouvelables. La PPE prévoit que les livraisons de chaleur renouvelable augmentent de 74% d'ici à 2023 et soient multipliées par 2,2 (ou 2,6 selon la fourchette haute) d'ici 2028 par rapport à 2017.

Dans ce contexte, il est apparu essentiel de réaliser pour la première fois un état des lieux détaillé de la filière. La présente étude dresse un bilan de l'écosystème des acteurs en présence et fournit une évaluation des retombées socio-économiques actuelles en termes d'activités économiques, d'emplois et de coûts. Bien que l'étude apporte des éclairages sur l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur depuis la production jusqu'à la distribution de chaleur, l'accent est notamment mis sur la distribution primaire de chaleur.

La réalisation de cette étude a notamment donné lieu à une revue détaillée de la littérature existante, et à une phase d'enquête auprès des acteurs clefs de la filière tels que des maîtres d'ouvrage publics et privés et les professionnels de la filière ainsi qu'à des entretiens bilatéraux. L'ensemble des parties prenantes au travers des fédérations et associations nationales représentatives ont été associés y compris les administrations publiques soutenant la filière.

En produisant ces données, l'ADEME souhaite alimenter le débat public en mettant à disposition un bilan des filières réseaux de chaleur et de froid en France. Destiné à l'ensemble des acteurs impliqués, cet ouvrage vise à accompagner les décideurs politiques dans leur travail d'élaboration, de suivi, et d'évaluation des politiques de soutien à la filière.

¹ Selon le CEREN, le chauffage représente 64% des consommations énergétiques des bâtiments en 2013.

² SNCU, 2017

RESUME EXECUTIF

AU NIVEAU MONDIAL, AVEC PRES DE 600 000 KM DE CANALISATIONS, LES RESEAUX DE CHALEUR ALIMENTENT L'EQUIVALENT DE PRES DE 4,5 FOIS LA CONSOMMATION FINALE D'ENERGIE RESIDENTIELLE-TERTIAIRE FRANCAISE

Un réseau de chaleur ou de froid est un système de distribution d'énergie calorifique produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production d'énergie, un réseau de distribution primaire dans lequel l'énergie est transportée par un fluide caloporteur, et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

Les premiers réseaux de chaleur sont apparus dans les grandes villes dès le XIX^{ème} siècle en particulier dans certains pays où la rigueur climatique est élevée comme la Russie ou le nord des Etats-Unis notamment. La Russie dispose de près de 55 % de la puissance de chauffage urbain installée dans le monde. Il s'agit en général de réseaux assez anciens alimentés à 98 % par des énergies fossiles, dont 75 % de gaz naturel.

Plus de 80 000 réseaux de chaleur dont 6 000 en Europe, sont dénombrés dans le monde et assurent 3 293 TWh de besoins utiles en 2016. Les principaux systèmes de chauffage urbain sont situés dans les villes de Moscou, Saint-Pétersbourg, Beijing, New York, Kiev, Séoul, Varsovie, Berlin, Hambourg, Helsinki, Stockholm, Copenhague, Paris, Prague, Sofia, Bucarest, Vienne et Milan. La longueur totale des conduites de distribution est d'environ 600 000 km dans le monde et environ 200 000 km en Europe.

En Europe, les réseaux de chaleur alimentent 100 millions d'habitants dans 32 pays, représentant 10% du marché du secteur chauffage. L'importance des réseaux de chaleur est très variable d'un pays à l'autre. En Grande-Bretagne, en Suisse ou aux Pays-Bas, ils desservent moins de 4 % des logements. À l'inverse, au Danemark, en Finlande, en Lituanie ou en Suède, le chauffage urbain est le mode de chauffage dominant, avec des taux de l'ordre de 50 %. En Islande, ce taux atteint 95 % des besoins de chauffage satisfaits par des réseaux de chaleur, grâce à l'abondance naturelle de la géothermie haute enthalpie. Enfin, au Danemark, les réseaux de chaleur représentent 50 % du marché du chauffage, ce taux atteint localement 98 % à Copenhague.

Avec 5 397 km, les 761 réseaux de chaleur délivrent 25 TWh dont 56% d'origine renouvelable et récupérable et 23 réseaux de froid délivrent 1 TWh sur 198 km en 2017³. L'Île-de-France, grâce notamment à sa densité de population élevée, concentre 45% de la chaleur livrée (12,5 TWh) et 32% des mètres installés (1 747 mètres linéaires) en 2017. Le réseau de chaleur de la compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU), qui alimente Paris et les communes limitrophes, fournit 5,2 TWh de chaleur (42% des livraisons d'Île-de-France) grâce à 509 km de réseaux de distribution primaire historiquement alimenté par de la vapeur d'eau. Les régions réseaux situés en Auvergne-Rhône-Alpes et Grand-Est livrent respectivement 13% et 11% de la chaleur totale.

Les réseaux de froid ont été mis en place plus tardivement au niveau mondial et livrent aujourd'hui près de 85 TWh. Les premiers réseaux de refroidissement modernes ont été mis en place à Hartford (États-Unis) en 1962, Hambourg en 1967 et dans le quartier de La Défense à Paris en 1967. Des réseaux de froid apparaissent dans des villes comme Singapour, Tokyo, Stockholm, Paris, Dubaï, Chicago, Toronto, Helsinki, Barcelone, Vienne, Berlin, etc. Le nombre total de réseaux de froid dans le monde est inconnu, mais il y aurait environ 150 réseaux en Europe qui livrent environ 3 TWh.

AVEC 56% DU MIX ASSURE PAR DES ENR&R, LA FRANCE SE DISTINGUE PAR UN TAUX D'ENR&R ELEVE GRACE UNE POLITIQUE PUBLIQUE AMBITIEUSE

Grâce au **foisonnement des besoins** que permet la mise en réseaux des clients aux profils de consommation différents, les réseaux de chaleur et de froid permettent d'optimiser le dimensionnement et l'utilisation des moyens de production centralisés. Les réseaux de chaleur jouent un rôle essentiel pour le développement local des énergies renouvelables et la valorisation des énergies de récupération,

³ SNCU, 2017.

car ils permettent de mobiliser massivement la biomasse, la géothermie, le solaire, ou encore la récupération de chaleur issue de l'industrie, les unités de valorisation de déchets...

Si les énergies fossiles continuent de représenter une part importante de l'approvisionnement (dont 37 % de gaz), **la part des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ne cesse de progresser et atteint 56 % en 2017 contre 40 % en 2013 et 27 % en 2005**. La biomasse est l'énergie renouvelable dont la part a le plus significativement augmenté. Le taux d'énergie renouvelable moyen est de 27% à l'échelle de l'Union Européenne et de 9% dans le monde. Le taux de raccordement des bâtiments à un réseau de chaleur en France reste faible (de l'ordre de 6%) alors que la moyenne européenne est à 13% en secteur résidentiel et tertiaire.

La **compétitivité des réseaux de chaleur** vis-à-vis des autres modes de chauffage (individuel fossile notamment) est une condition nécessaire à leur développement. Cette compétitivité dépend notamment de l'évolution du prix des énergies fossiles (gaz notamment), du mix énergétique du réseau et du soutien public à la filière.

Pour favoriser un développement vertueux, la filière bénéficie d'un soutien public remontant à la fin des années 2000 (lois Grenelles notamment). D'une part, la filière bénéficie d'un soutien fiscal avec l'application d'un **taux réduit de 5,5%** concernant la part fixe de la facture ou abonnement (ou R2) dans tous les cas et la part variable de la facture (ou R1) dès lors que le réseau est alimenté par au moins 50% d'énergies renouvelables et de récupération. D'autre part, un régime d'aide via des subventions aux investissements a été confié à l'ADEME avec le **Fonds Chaleur**. Entre 2009 et 2017, ce fonds a participé à la création ou l'extension de 829 réseaux de chaleur ayant permis de mettre en place près de 2 110 nouveaux kms construits soit une augmentation de 40 % des longueurs de réseaux par rapport à 2008. Il a par ailleurs soutenu la mise en place de nombreuses centrales de production biomasse ou géothermiques. De plus, de nombreuses actions d'animation de filière sont réalisées par des acteurs nationaux et des territoires.

Indirectement, par son taux moyen d'énergie renouvelable et de récupération élevé, la filière bénéficie de la **Contribution Climat Energie (CCE)** depuis 2014 et du **marché européen des quotas d'émission de carbone** depuis 2005 qui impactent la compétitivité des modes de chauffage à base d'énergie fossile.

Des objectifs ambitieux de développement sont confiés aux réseaux de chaleur et de froid. Le projet de **Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)** présenté fin 2018 fixe un objectif pour la chaleur de 24,4 TWh EnR&R livrés en 2023 et entre 31 et 36 TWh EnR&R livrés en 2028. Les objectifs pour les réseaux de froid sont respectivement de 0.27 TWh et entre 0.37 et 0.49 TWh. Cela représenterait une augmentation de près de 75% en 2023 pour la filière chaleur qui livrait 14 TWh d'EnR&R en 2017.

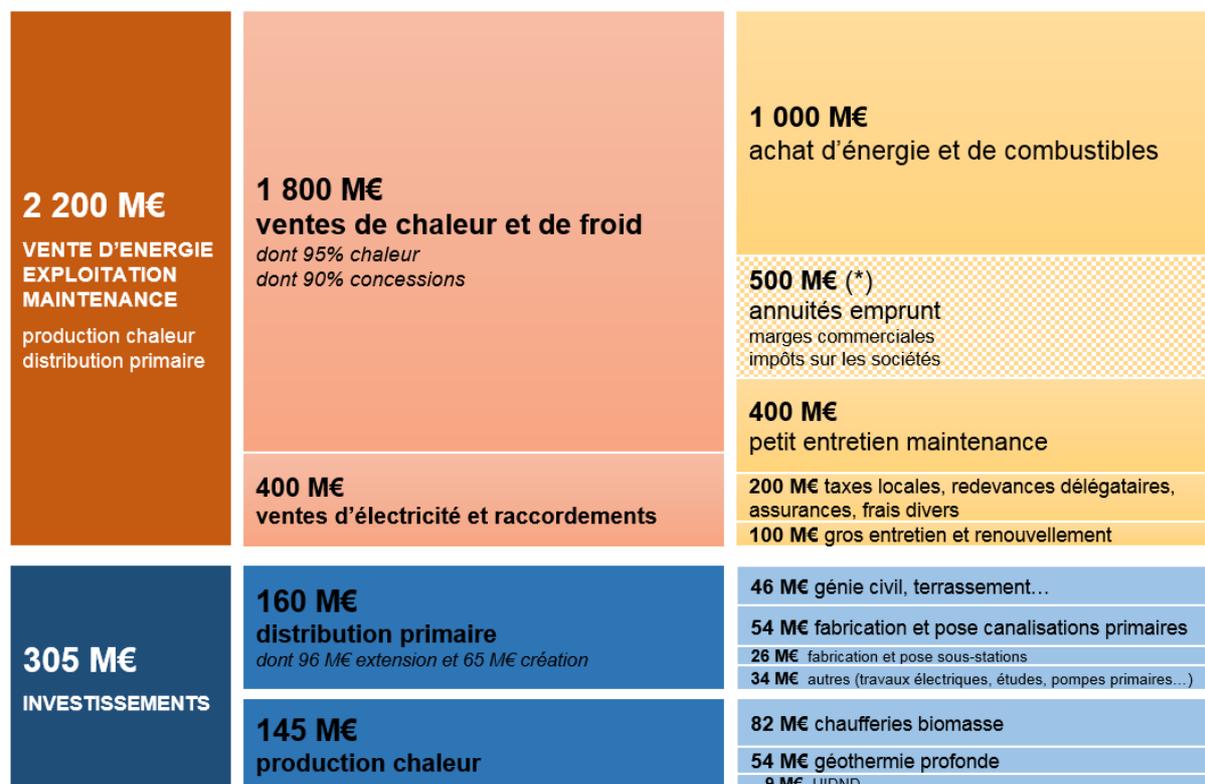
EN FRANCE, UN MARCHÉ ESTIMÉ À PRES DE 2,5 MDS€ DONT PRES DE 90% LIÉS À L'EXPLOITATION-MAINTENANCE ET LA VENTE D'ÉNERGIE DES RÉSEAUX EN FONCTIONNEMENT

Le chiffre d'affaires annuel total des réseaux de chaleur et de froid (production et distribution) s'élève à **2,2 Mds€** dont 75% de ventes de chaleur ou de froid aux clients et 95% concernant les réseaux de chaleur en 2017. Près de 90% de ces recettes sont réalisées par les réseaux en concession, mode de gestion dominant en France. Ces recettes rémunèrent les charges et en particulier les achats d'énergie et de combustibles (P1) qui représentent en moyenne 60% des charges (1 Md€) suivi des dépenses d'entretien et maintenance (P2 et P3) qui comptent pour 25% des charges (0,5 Md€) en 2017.

En 2017, les investissements annuels pour la création, l'interconnexion ou l'extension de réseaux (distribution primaire seule) sont estimés à environ **160 M€**, dont 96 M€ pour des extensions et 65 M€ pour les créations de réseau. Les investissements cumulés s'élèvent à 2,2 Mds€ entre 2009 et 2017. Répartis le long de la chaîne de valeur, les investissements pour le réseau de distribution primaire se distribuent entre environ un tiers pour la fabrication et la pose des canalisations, un tiers pour le génie civil, terrassement et tranchées et le tiers restant répartis entre la pose et la fabrication des sous-stations et autres (dont les études).

Les investissements pour la production de chaleur renouvelable et de récupération concernent principalement les centrales biomasse et géothermiques ainsi que les adaptations nécessaires sur les Unités d'Incinération de Déchets Non Dangereux à la récupération de la chaleur non ou peu valorisée. Le total des investissements est évalué à **145 M€** en 2017.

DECOMPOSITION DES MARCHES LIES AUX RESEAUX DE CHALEUR ET DE FROID EN 2017



(*) Poste de charges calculé par différence

Au niveau de la distribution de chaleur, on estime qu'entre 50% et 70% des fournitures sont importées à partir de pays européens. Cela représente des importations estimées à **30 M€**. Entre **7** et **20 M€** sont exportés en Europe par des fabricants français reconnus. Les échanges concernant les équipements concernent notamment les canalisations primaires (tubes pré-isolés surtout), les sous-stations (de type skid notamment) ou encore les pompes de distribution primaire. De plus, les acteurs français exportent au niveau international entre **5** et **7 M€** d'études et de services.

Les grands opérateurs français ont une activité à l'international très importante à partir de leurs filiales dédiées. Un des grands opérateurs réalise par exemple un chiffre d'affaires de près de 2 milliards d'euros en 2017 en Amérique du Nord, Amérique latine et Moyen Orient.

Enfin, les réseaux de chaleur et de froid ont permis aux maîtres d'ouvrage publics de collecter environ **50 M€** en 2017 au titre de la redevance d'occupation du domaine public et de la redevance de suivi et contrôle.

LA FILIERE RESEAU DE CHALEUR ET DE FROID REPRESENTE 12 800 ETP DIRECTS ET INDIRECTS DONT 6 800 DIRECTS EN FRANCE EN 2017

Les emplois **directs** sont situés dans les activités de la chaîne de valeur. Les emplois **indirects** sont les fournisseurs des activités de la chaîne de valeur, les fournisseurs des fournisseurs c'est-à-dire les emplois nécessaires pour répondre à la demande générée par les consommations intermédiaires⁴ de

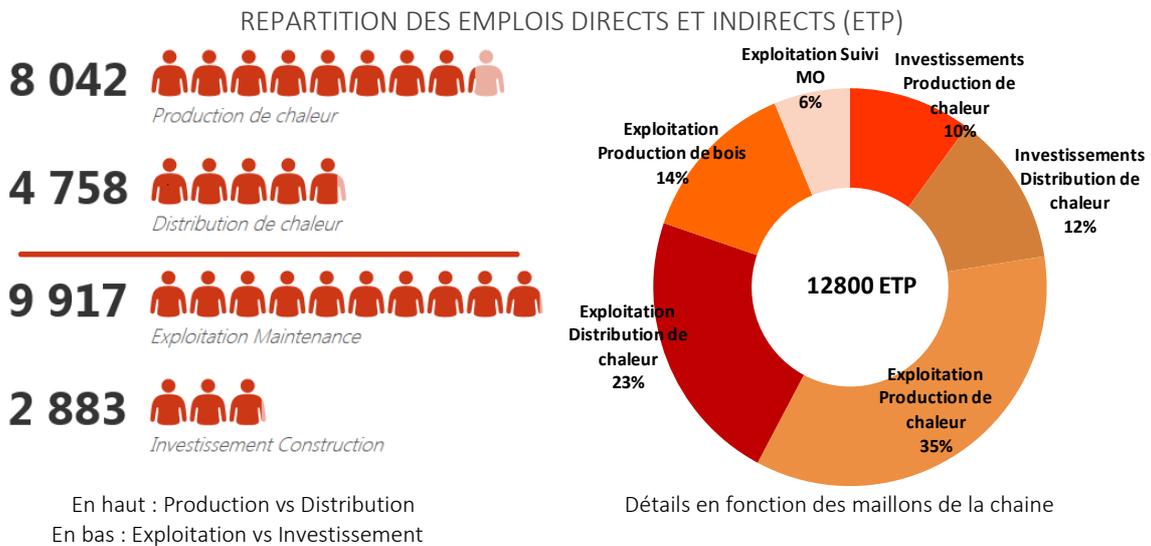
⁴ Selon la méthodologie de décomposition de la filière, la production d'une entreprise se répartie entre la valeur ajoutée et les consommations intermédiaires (CI) locales ou importées. Les CI sont principalement des fournitures (canalisations, pompes primaires, sous-stations...) lorsqu'il s'agit d'activités directes et de loyers, matériels de bureaux etc. lorsqu'il s'agit d'activités indirectes.

ces entreprises. Il s'agit également des emplois « génériques » engendrés du type comptable, assurances...

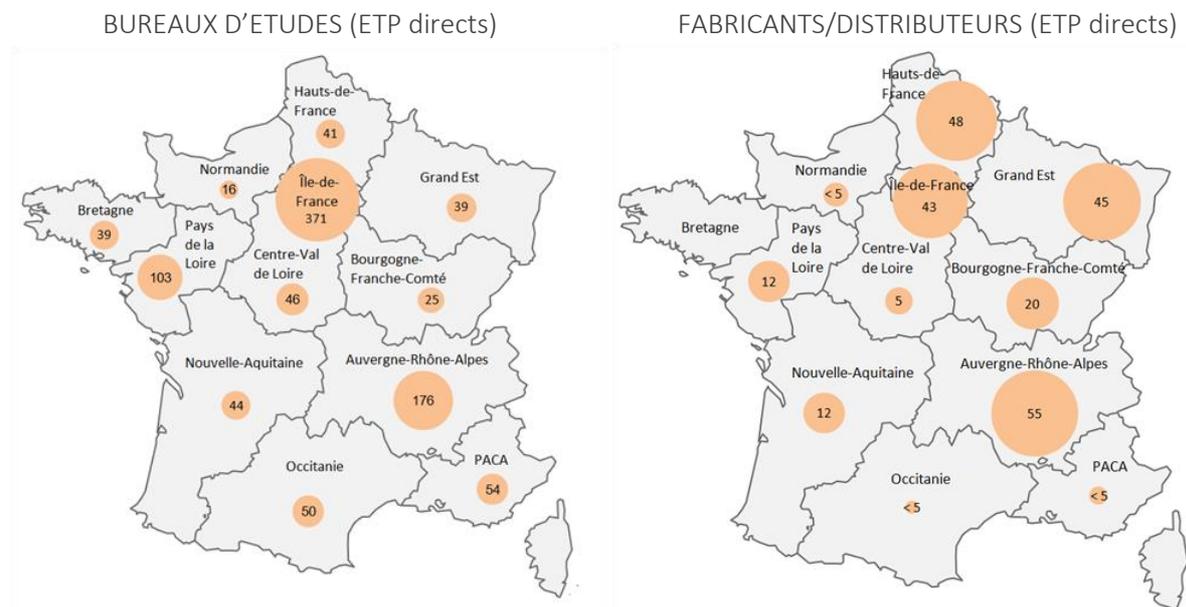
Parmi les 6 800 ETP directs de la filière, 82% concernent l'exploitation (production et distribution confondues) et 56% concernent la production de chaleur (exploitation et investissement confondus).

Parmi les 2 681 ETP directs liés à la distribution primaire, 66% sont du fait des activités d'exploitation et maintenance, 26% sont liés aux nouveaux investissements (création et extension), 5% sont liés aux études (schémas directeurs, études de faisabilité...) et 3% à la fabrication d'équipement (taux faible car filière importatrice).

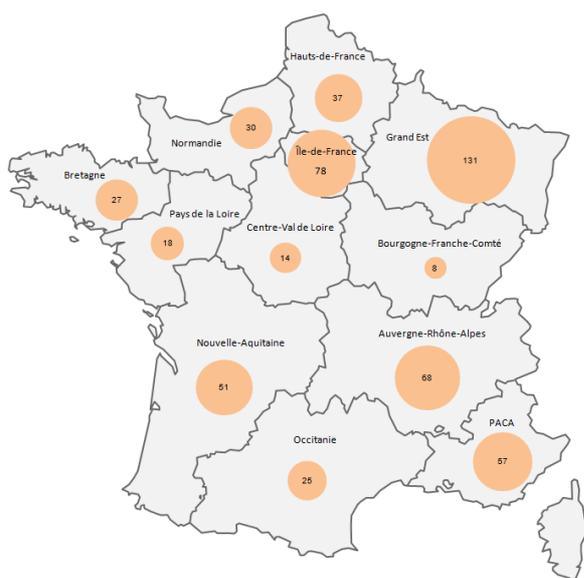
Le suivi des réseaux de chaleur chez les maîtres d'ouvrage représente 800 ETP même si ces emplois ne correspondent pas à des marchés. Il s'agit notamment dans le cas de concession des ETP en charge du contrôle et du suivi du contrat de concession et dans le cas de régie des ETP internalisés assurant l'exploitation, la maintenance et la vente d'énergie.



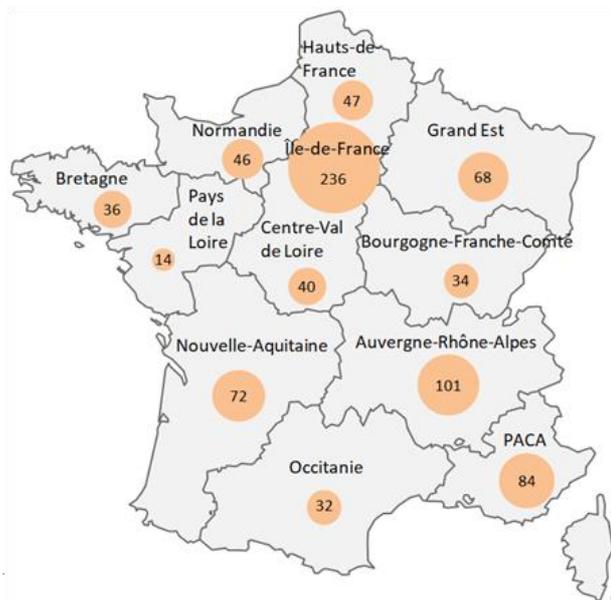
La répartition des emplois sur le territoire montre une relation évidente entre l'emplacement des principaux réseaux de chaleur et de froid et les emplois associés. L'Ile-de-France, en plus d'être le lieu du siège de nombreuses entreprises est la région qui comptabilise le plus de réseaux de chaleur et de froid. Les cartes ci-dessous représentent les emplois qui ont pu être régionalisés de différents acteurs liés à la filière des réseaux de chaleur et de froid.



ENTREPRISES DE POSE ET TRAVAUX (ETP directs)



MAITRES D'OUVRAGE (ETP directs)



L'exploitation forestière et la logistique liée au transport de la biomasse représente 1 700 ETP directs et indirects en 2017 (2,7 Mt de biomasse consommée), dont 1 100 ETP pour la production et le transport du bois.

UN MARCHÉ DOMINE PAR CINQ GRANDS OPERATEURS QUI CONCENTRENT 90% DU CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL ET COMPTABILISENT 3 500 ETP

Le chiffre d'affaires⁵ lié aux activités d'exploitation des réseaux de chaleur et de froid de ces cinq opérateurs représente plus de 90 % du marché, soit plus de 2 milliards d'euros sur un marché estimé à 2,2 milliards d'euros. En particulier, deux groupes historiques français représentent 80 % de ce marché.

Ces groupes détiennent (en concession notamment, sur une durée d'une vingtaine d'années) la gestion d'un grand nombre de réseaux et la responsabilité de la réalisation des projets de taille importante. En fonction des contrats (régie avec marché d'exploitation et concession principalement) ces acteurs se voient généralement confier la conception, le financement, la construction et l'exploitation de réseaux de chaleur et de froid. Dans le cas de concession, des sociétés dédiées sont mises en place afin notamment de faciliter la gestion juridique et financière.

La majorité des infrastructures de chauffage et de froid collectifs implantés en France sont la propriété des collectivités publiques. En effet, ces réseaux sont coûteux à mettre en place et nécessitent un degré de coordination élevé pour alimenter des bâtiments résidentiels, tertiaires, voire même industriels à partir d'unités de production énergétique centralisées. Par conséquent, la demande de travaux de conception, d'exploitation et d'entretien des réseaux de chaleur et de froid est en grande partie déterminée par les décisions d'investissements des collectivités (villes, agglomérations, etc.). Elle dépend également de leur propension à gérer ces services en propre (sous forme de régie par exemple) ou à avoir recours à des prestataires privés.

Les clients de ces grands opérateurs sont les collectivités territoriales, les gestionnaires d'immeubles (publics ou privés), les bailleurs sociaux, les opérateurs du secteur tertiaire, les établissements publics et privés (hôpitaux, universités) et les industriels.

⁵ Ce chiffre d'affaires correspond à la vente de chaleur (et d'électricité en cas de cogénération) et aux autres recettes de type droits de raccordement.

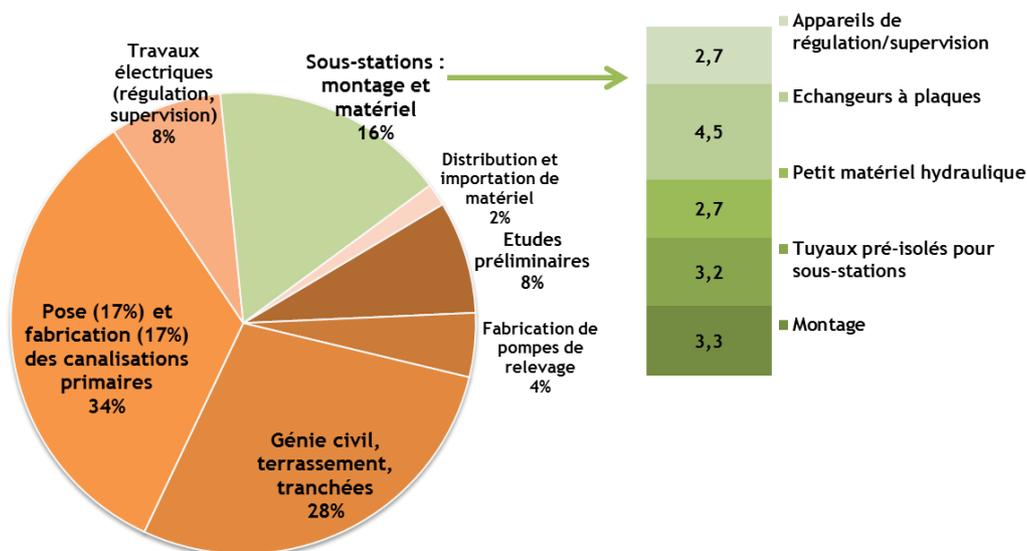
DES TECHNOLOGIES « BASSE TEMPERATURE » QUI PERMETTENT D'OPTIMISER LES COÛTS DE DISTRIBUTION PRIMAIRE DE LA CHALEUR

Bien que les réseaux de chaleur historiques aient été construits le plus souvent avec des canalisations adaptées aux fluides à haute température (> 110°C) et haute pression, les réseaux sont aujourd'hui construits avec des technologies basse température (< 110°C) voire très basse température (<60°C) et basse pression dans l'objectif notamment de diminuer les pertes réseaux, d'optimiser le coût de distribution de l'énergie et de favoriser l'intégration d'énergies renouvelables et de récupération comme la géothermie, la chaleur fatale ou le solaire thermique. Cela permet également d'optimiser la fourniture de chaleur aux nouveaux bâtiments basse consommation. En 2017, 89 % des réseaux distribuaient la chaleur via un réseau primaire d'eau chaude (<110°C), desservant ainsi 45 % de l'énergie thermique livrée.

Les coûts d'investissement (CAPEX) des projets de création de réseaux de chaleur résidentiel-tertiaire observés entre 2013 et 2017 affichent un coût médian de 580 €/ml pour la distribution primaire soit entre 3 et 16 €/MWh selon les configurations. La moitié des projets de création de réseau de chaleur a un coût situé entre 416 et 732 €/ml. Avec une médiane située à 740 €/ml, les CAPEX du réseau de distribution primaire des projets d'extension s'échelonne entre 593 €/ml et 1002 €/ml pour la moitié des projets. Les coûts moyens sont sensiblement plus élevés que dans le cas de création car les extensions concernent surtout des réseaux de chaleur « historiques » avec des canalisations de diamètre relativement élevés alors que la moitié des réseaux créés entre 2013 et 2017 sont d'une longueur inférieure à un kilomètre (ils représentent 8% des livraisons totales des réseaux créés entre 2013 et 2017).

Ce coût comprend le matériel (tubes pré-isolés, sous-stations, pompes primaires notamment), le génie civil (terrassement, tranchée, voirie, notamment), la pose des canalisations, les travaux électriques ainsi que les études et la maîtrise d'œuvre. Les trois postes majeurs de dépenses lors de la construction d'un réseau de chaleur sont la pose et la fabrication des canalisations (34%), le génie civil (28%) et les sous stations (16%). Le coût en €/ml varie en fonction des projets et notamment en fonction de la taille des canalisations et du niveau d'urbanisation du milieu. Ces dépenses sont amorties sur la durée de vie de l'équipement ou, en cas de concession, sur la durée du contrat.

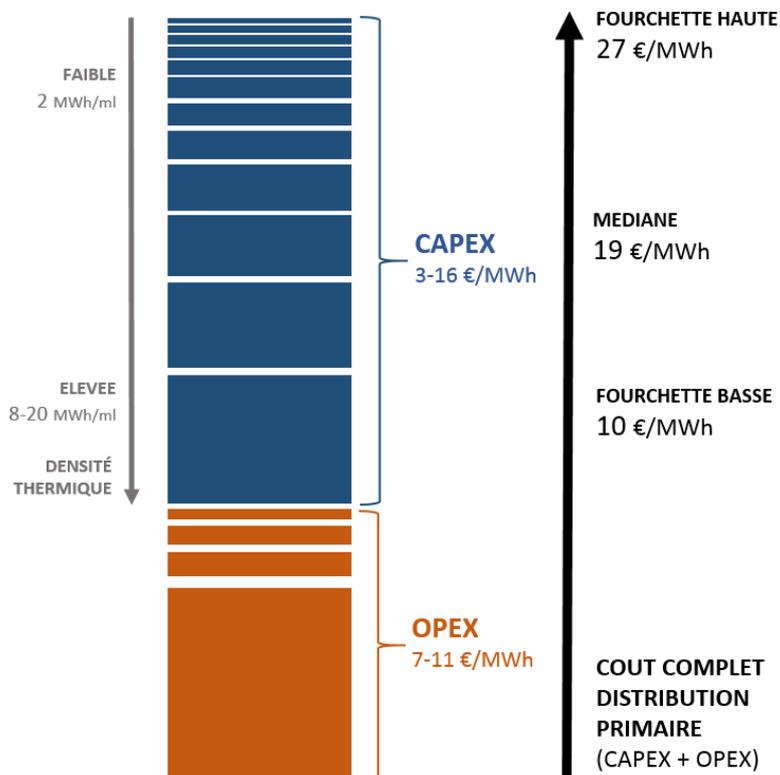
REPARTITION MOYENNE DU COUT D'INVESTISSEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION PRIMAIRE SELON LES MAILLONS DE LA CHAINE DE VALEUR



Les charges d'exploitation et maintenance (OPEX) spécifiques à la distribution primaire sont compris entre 7 et 11 €/MWh en fonction du type de projet. Ce coût comprend la conduite et le petit entretien (P2) à hauteur de 85-90%, le gros entretien et réparation (P3) du réseau de distribution primaire (y compris sous-stations) et les redevances locales (environ 2 €/MWh).

Le coût moyen annualisé et actualisé (LCOH) de la distribution primaire de chaleur à destination du secteur résidentiel et tertiaire est compris entre 10 et 27 €/MWh avec une médiane à 19 €/MWh en fonction des configurations et en prenant l'hypothèse d'une durée de vie de 40 ans pour les canalisations et de 20 ans pour les autres équipements (sous-stations et pompes primaires notamment). Ce coût comprend les CAPEX et les OPEX précédents et est représenté sur le graphique ci-dessous.

COUT COMPLET HT HORS SUBVENTION DE LA DISTRIBUTION PRIMAIRE DE CHALEUR A DESTINATION DU SECTEUR RESIDENTIEL/TERTIAIRE



Sur 40 ans pour les canalisations, taux d'actualisation 4%

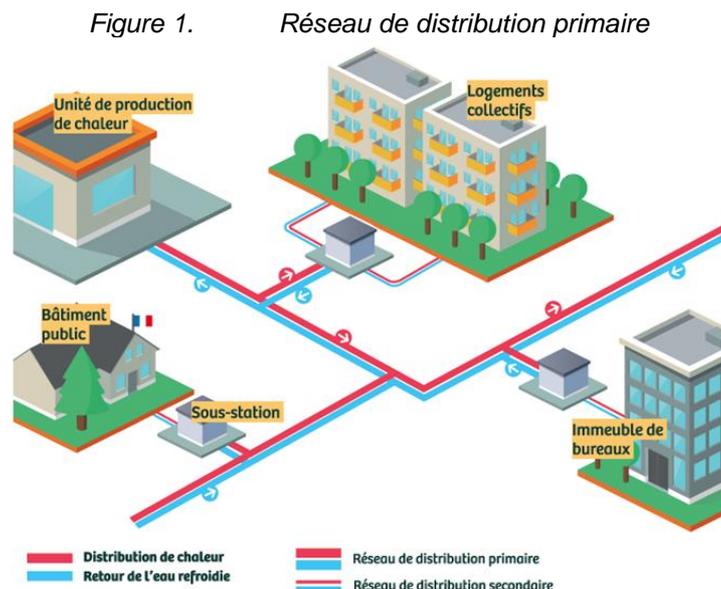
Le coût complet actualisé (production et distribution) moyen des réseaux enquêtés est de 76 €/MWh en supposant une durée de vie de 40 ans pour les canalisations et 20 ans pour les autres équipements. Des investigations supplémentaires seraient nécessaires afin de calculer un coût moyen en fonction du mix énergétique du réseau.

1 CONTEXTE EUROPE ET INTERNATIONAL

1.1 Historique et contexte de développement

1.1.1 Essor des réseaux de chaleur à travers le monde

Un réseau de chaleur est une installation distribuant à plusieurs utilisateurs clients de la chaleur produite par une ou plusieurs chaufferie(s), via un ensemble de canalisations de transport de chaleur. La chaleur ainsi distribuée est principalement utilisée pour le chauffage des bâtiments et de l'eau chaude sanitaire. Certains réseaux fournissent également de la chaleur à usage industriel.



Source : Syndicat Mixte des Réseaux d'Énergie Calorifique (SMIREC)

Les premiers réseaux de chaleur urbains ont été mis en place au XIX^{ème} siècle. Certains de ces précurseurs fonctionnent toujours, comme celui de la ville de New York. Un réseau de chaleur pionnier médiévale existait déjà à Chaudes-Aigues, en France, en 1334, distribuant de l'eau chaude provenant d'une source géothermique.

Au niveau mondial, les réseaux de chaleur sont très développés dans les zones aux conditions climatiques extrêmes (Mongolie, Sibérie). C'est la Russie qui dispose du plus grand nombre de réseaux de chaleur. Avec plus de 17 000 réseaux de chauffage urbain desservant 44 millions de clients, ce pays dispose de près de 55 % de la puissance de chauffage urbain installée dans le monde. Il s'agit en général de petits réseaux assez anciens, qui souffrent de difficultés techniques et économiques dues à un manque d'entretien. Ils sont alimentés à 98 % par des énergies fossiles, dont 75 % de gaz naturel.

Les États-Unis, où est né le chauffage urbain moderne en 1877, disposent des plus anciens réseaux de chaleur modernes, comme celui de Denver – 130 ans en 2010. Créé en 1882, le réseau de la ville de New-York est le plus important du monde. Sa puissance totale équivaut à deux fois celle du réseau de Paris. Globalement, les réseaux de chaleur aux États-Unis couvrent environ 4 % des besoins de chauffage.

Au Canada, les réseaux de chaleur sont encore peu développés ; ils desservent seulement 1,3 % des surfaces bâties du pays. Les réseaux les plus anciens sont essentiellement présents dans les grandes villes (Toronto, Montréal, Ottawa, Vancouver) et sont alimentés par du gaz et du fioul. Depuis la fin des années 90 apparaissent de nombreux nouveaux réseaux, à plus petite échelle, privilégiant les énergies renouvelables (en particulier le bois et l'énergie solaire) et la cogénération.

Au Japon, les réseaux se sont développés à partir de 1970, initialement avec pour principal objectif la lutte contre la pollution de l'air. Les réseaux de chaleur et de froid sont intégrés dans la stratégie

japonaise pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui s'appuie sur une amélioration de l'efficacité énergétique, le développement de réseaux multi-énergies interconnectés, et la mobilisation de sources d'énergies renouvelables et de récupération encore sous-exploitées.

En Chine, le chauffage urbain n'est apparu que dans les années 1980. Depuis, il n'a cessé de se développer, en lien avec la croissance du pays. En 2007, on estimait que 3 milliards de m² de surfaces bâties étaient chauffés par des réseaux de chaleur, pour un total de 54 Mtep de chaleur livrée. La Chine, dont l'alimentation énergétique repose essentiellement sur le charbon, dispose à travers le chauffage urbain d'un moyen de contribuer à la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre, notamment en développant l'efficacité énergétique via la cogénération.

Le nombre total de réseaux de chaleur dans le monde est estimé à 80 000, dont environ 4 500 réseaux en Europe. De nos jours, les principaux systèmes de chauffage urbain apparaissent dans les villes de Moscou, Saint-Petersbourg, Beijing, New York, Kiev, Séoul, Varsovie, Berlin, Hambourg, Helsinki, Stockholm, Copenhague, Paris, Prague, Sofia, Bucarest, Vienne et Milan. La longueur totale des conduites de distribution est d'environ 600 000 km dans le monde et environ 200 000 km dans l'Union européenne.

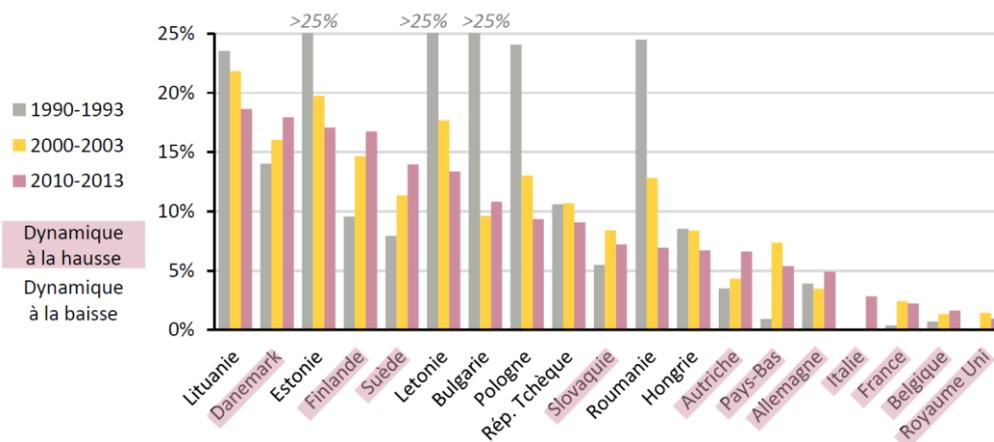
Les réseaux de chaleur couvraient 3,0 % de la consommation finale d'énergie au niveau mondial en 2016 (283,2 Mtep sur 9 555,3 Mtep).

1.1.2 Dynamique de développement en Europe

En 2015, on considère que 6 000 réseaux de chaleur et de froid couvrent 11 à 12% des besoins thermiques à l'échelle de l'Union Européenne soit l'équivalent de 60 millions d'habitants desservis. De nombreux pays disposent de réseaux de chaleur ou de froid avec des dynamiques de développement variables. Globalement, la longueur des réseaux a augmenté de 14% entre 2007 et 2013.

En fonction de l'histoire et des politiques mises en œuvre, le taux de pénétration des réseaux de chaleur dans la consommation d'énergie finale est très variable. En Grande-Bretagne, en Suisse ou aux Pays-Bas, ils desservent moins de 4 % des logements. À l'inverse, au Danemark, en Finlande, en Lituanie ou en Suède, le chauffage urbain est le mode de chauffage dominant, avec des taux de l'ordre de 50 %. Le cas du Danemark est exemplaire avec des réseaux de chaleur qui représentent 50 % du marché du chauffage (ce taux atteint 98 % à Copenhague). Le graphique ci-dessous représente la proportion des réseaux de chaleur dans la consommation totale finale d'énergie de plusieurs pays européens.

Figure 2. Proportion des réseaux de chaleur dans la consommation d'énergie finale en Europe

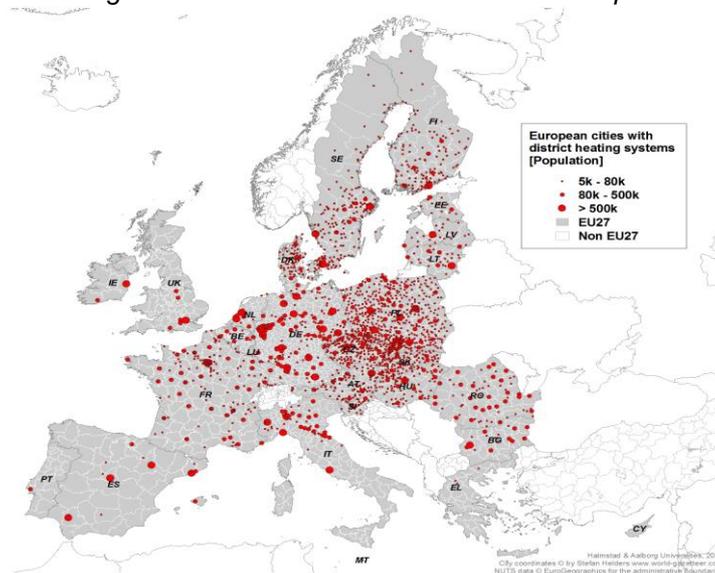


Source : Sia Partners, 2017

En 2016, La Commission européenne a présenté la première stratégie destinée à optimiser les systèmes de chauffage et de refroidissement dans les bâtiments et l'industrie. Ce secteur représente 50 % de la consommation annuelle d'énergie de l'UE, et fait appel aux combustibles fossiles à hauteur de 75 %. La stratégie proposée par l'UE en matière de chauffage et de refroidissement est

axée sur l'élimination des obstacles à la décarbonation dans les bâtiments et l'industrie. Elle souligne aussi l'impact qu'auront l'amélioration de l'efficacité énergétique et le recours accru aux sources d'énergie renouvelables sur la sécurité énergétique. Les réseaux de chaleur et de froid font partie des solutions préconisées notamment pour la réutilisation de l'énergie résiduelle provenant de l'industrie.

Figure 3. Réseaux de chaleur en Europe



Source : Université d'Hlamstad et Allborg, 2013

1.1.3 Développement des réseaux de froid

Les premiers réseaux de refroidissement modernes ont été mis en place à Hartford (États-Unis) en 1962, Hambourg en 1967 et dans le quartier de La Défense à Paris en 1967⁶. Des réseaux de froid apparaissent dans des villes comme Singapour, Tokyo, Stockholm, Paris, Dubaï, Chicago, Toronto, Helsinki, Barcelone, Vienne, Berlin, etc. Le nombre total de réseaux de froid dans le monde est inconnu, mais il y a environ 150 réseaux en Europe. Ces réseaux avaient des évaporateurs décentralisés et un condenseur central, utilisant le réfrigérant comme support froid.

En 2016, les livraisons de froid sont estimées à 85 TWh par an, dont 55 TWh au Moyen-Orient, 22 TWh aux États-Unis, 4 TWh au Japon et 3 TWh en Europe⁷. Ces quantités sont encore négligeables par rapport aux quantités d'énergie délivrées par les réseaux de chaleur, mais elles sont appelées à augmenter dans les prochaines années.

1.2 Principales innovations technologiques

Quatre générations de systèmes distribution de chaleur peuvent être distinguées. La première génération s'appuyait sur la vapeur comme caloporteur. A partir de 1920, l'eau remplace la vapeur dans les systèmes de deuxième génération et la plupart des systèmes de première génération sont convertis ou sont fermés. La vapeur, système à haute pression, est considérée comme un caloporteur inefficace, engendrant d'importantes pertes de chaleur et des frais de maintenance élevés. Cependant, la vapeur demeure utilisée dans le réseau de New York et dans le système central à Paris. Ces deux réseaux restent viables, du fait de la très forte densité de leur population, permettant une faible longueur relative des réseaux (forte densité thermique).

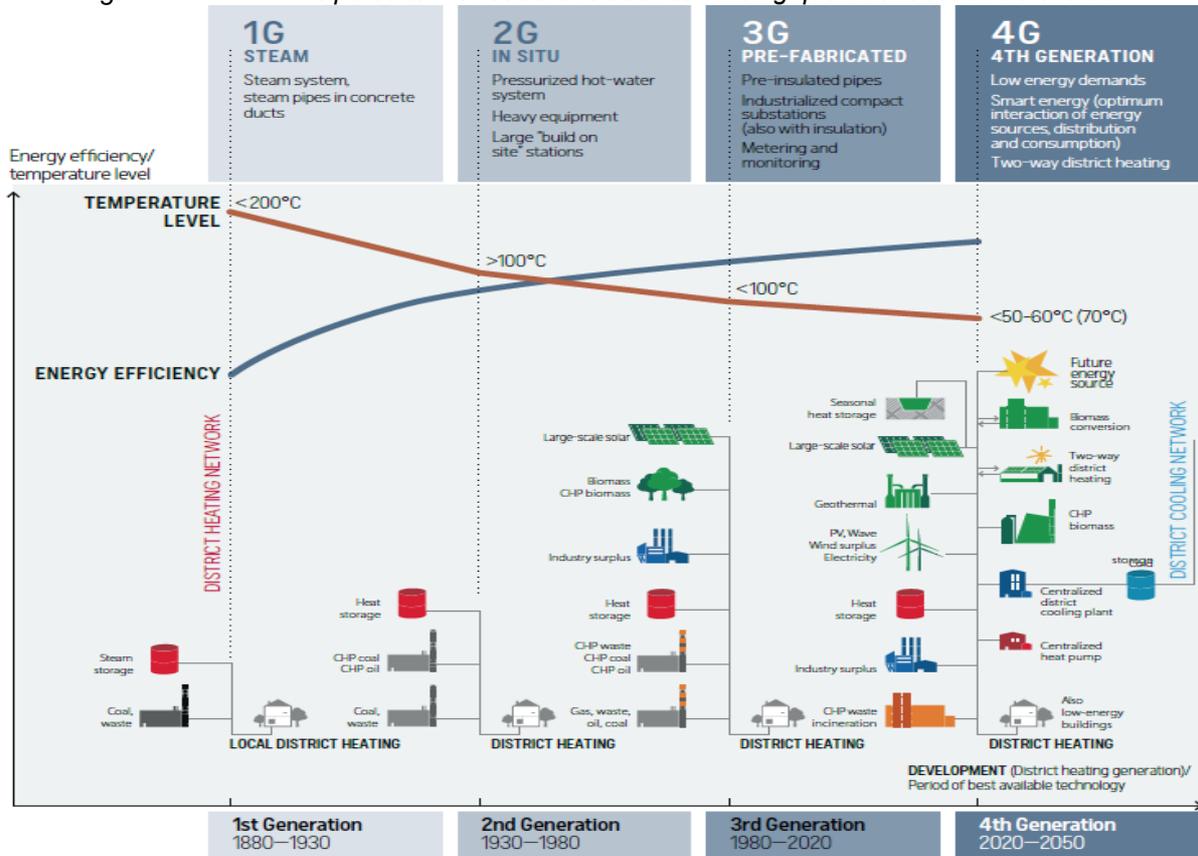
Dans les systèmes de deuxième génération, l'eau est distribuée à une température relativement élevée (autour de 100°). La troisième génération de réseaux se situe dans les années 1970, sous l'impulsion des ingénieurs danois, suédois, et finlandais, qui ont réorganisé les réseaux avec des technologies plus

⁶ Des précurseurs existaient, sous forme de « pipeline refrigeration » introduits à New York et dans d'autres villes américaines dès les années 1890.

⁷ Werner S. « International review of district heating and cooling »

économiques, avec des tuyaux préfabriqués, des sous-stations optimisées ainsi que des températures de distribution plus basses.

Figure 4. Principales tendances d'évolution technologique des réseaux de chaleur



Source : UNEP, 2015

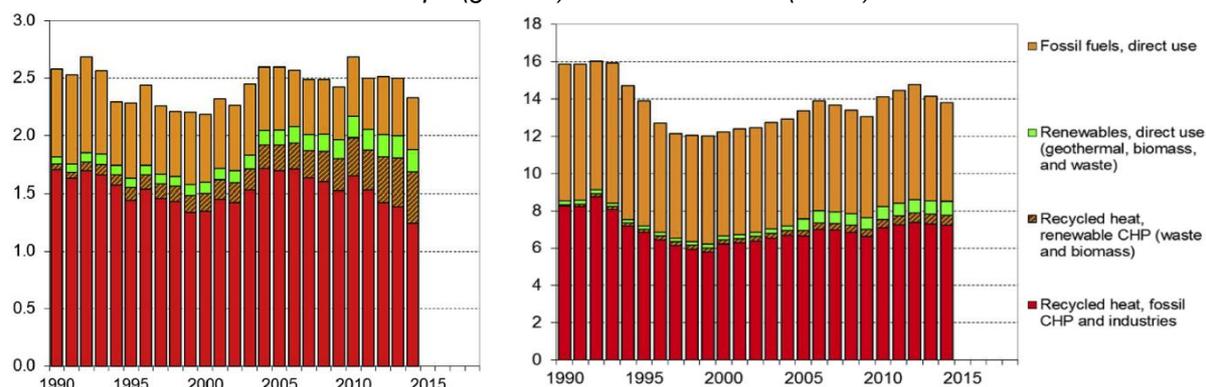
Ces trois générations ont initialement été conçues sur la base de l'utilisation de combustibles fossiles (centrales hautes températures) et avec des bâtiments reliés aux besoins élevés. Les nouvelles générations de bâtiments, mieux isolés, ont des besoins énergétiques moins.

1.3 Des vecteurs d'énergies renouvelables et récupérables

Aujourd'hui, dans la plupart des pays, les énergies renouvelables ne représentent qu'une faible proportion de l'énergie utilisée dans les réseaux de chaleur et de froid. Le charbon, par exemple, domine le mix énergétique utilisé en Chine, alors que le gaz naturel prédomine aux États-Unis. En 2014, environ 5 % seulement de la chaleur urbaine est produite par des énergies renouvelables. La fourniture totale de chaleur via réseaux de chaleur dans le monde est plutôt stable entre 1990 et 2014 avec des dynamiques de développement (ou d'abandon) disparates entre pays. En 2014 les réseaux de chaleur fournissaient près de **300 Mtep** dans le monde et près de **55 Mtep** dans l'Union Européenne.

L'usage de la cogénération a catalysé le développement des réseaux de chaleur. En 2014, la part des cogénérations (fossiles majoritairement) dans le mix des réseaux de chaleur au sein de l'Union Européenne est de 72% contre 56% dans le monde. La part EnR&R des réseaux de chaleur est respectivement de 27% et 9%. La proportion des cogénérations en Russie et en Chine influence notablement les faibles taux d'EnR&R au niveau mondial. La fourniture d'énergie par des centrales thermiques fossiles représente près de 40% du mix mondial et près de 17% du mix des réseaux de chaleur de l'Union Européenne.

Figure 5. Evolution 1990-2014 des modes de production énergétique des réseaux de chaleur en Europe (gauche) et dans le monde (droite) en EJ/an



Source : Werner, 2017

La proportion d'énergie fossile utilisée est très élevée dans le monde (90%) et au sein de l'Union Européenne (70%) car les énergies fossiles sont les principales énergies utilisées dans les centrales thermiques ainsi que celles fonctionnant en cogénération. En Chine, le principal combustible est le charbon et en Russie il s'agit du gaz.

La valorisation de la chaleur issue de l'incinération des déchets non dangereux contribue à alimenter les réseaux de chaleur lorsque les unités disposent d'un mécanisme de récupération de la chaleur (9,52 Mtep dans le monde dont 52% dans l'Union Européenne en 2014) en plus de la fourniture d'électricité ce qui n'est pas toujours le cas. En Suède et au Danemark, la chaleur est obligatoirement valorisée avec un réseau de chaleur.

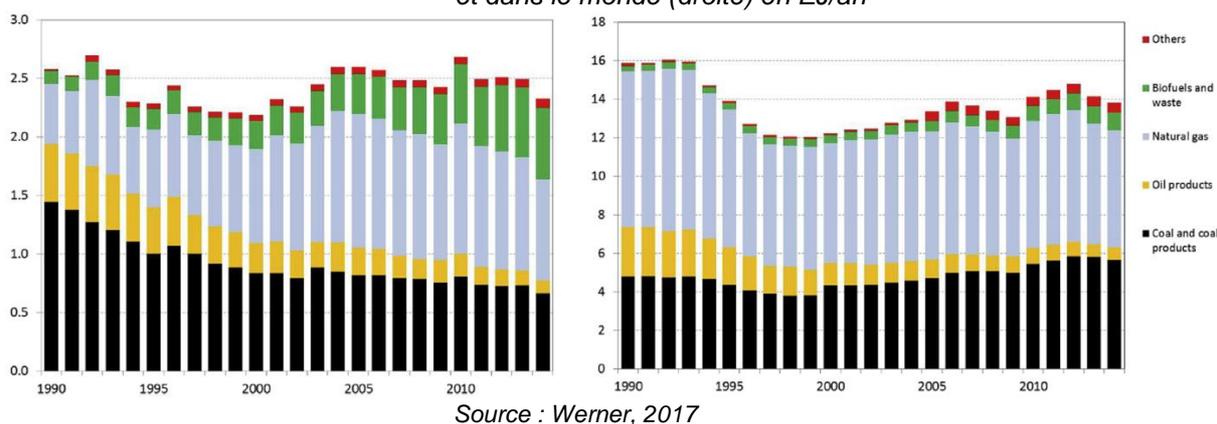
La récupération de chaleur issue de l'industrie est utilisée principalement en Russie (7,9 Mtep) et en Suède (0,38 Mtep) mais également dans d'autres pays de l'Union Européenne. La récupération de chaleur issue de centrales électriques nucléaires est utilisée sur 14 réseaux de chaleur dont 6 en Europe (pays de l'Est et Suisse), 7 en Russie et 1 en Chine et réseaux de chaleur dans le monde représentant 0,62 Mtep.

L'énergie solaire alimente des réseaux principalement en Suède, Danemark et Allemagne avec un développement récent important au Danemark (900 MW installés sur 104 réseaux de chaleur). En 2014 le solaire thermique a fourni 17 ktep.

L'énergie géothermique est utilisée depuis de nombreuses années en France et en Islande notamment grâce au contexte géologique et aux politiques volontaristes. En 2014, 0,71 Mtep de chaleur géothermique a été produite dont un quart en Europe. Cependant certaines sources de données sont susceptibles de sous-estimer la production européenne qui pourrait s'élever à plus de 1,1 Mtep.

Les biocombustibles solides, liquide ou gazeux (de type biomasse-énergie) sont utilisés dans de nombreux pays comme la Finlande, la Suède, le Danemark ou l'Autriche. En 2014, 12,5 Mtep de chaleur ont été produits à partir de biocombustibles dont plus de 77% dans l'Union Européenne.

Figure 6. Evolution 1990-2014 du mix énergétique des réseaux de chaleur en Europe (gauche) et dans le monde (droite) en EJ/an



Source : Werner, 2017

En 2015, la COP21 a abouti à un accord ambitieux dont l'objectif est de contenir la hausse des températures en deçà de 2 degrés. Or, les villes représentent plus de 70 % de la consommation énergétique mondiale et 40% à 50% des émissions de gaz à effet de serre mondiales. L'amélioration de l'efficacité énergétique combinée à l'augmentation de la part des énergies renouvelables et récupérables dans le mix de production de chaleur urbaine constituent ainsi des leviers majeurs.

Le développement des réseaux de chaleur comme vecteur d'EnR&R est considéré comme un levier essentiel à la transition énergétique et permet d'augmenter la résilience des villes au changement climatique⁸.

⁸ PNUE, 2013.

2 DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE EN FRANCE

2.1 Contexte historique et évolutions réglementaires

En France, les premiers réseaux de chaleur ont été constitués dans les années 1930, dans les centres urbains de quelques grandes villes : Paris (1928), Chambéry, Villeurbanne, Grenoble et Strasbourg. Les réseaux les plus anciens, comme Paris, conservent une partie de réseau avec livraison de vapeur.

Entre les années 1950 et 1970, période de forte urbanisation en France, les réseaux de chaleur se déploient avec les villes et accompagnent souvent la construction des nouvelles zones d'habitation. Ces réseaux sont généralement alimentés par du fuel ou du charbon.

Les chocs pétroliers de la fin des années 1970 amènent les pouvoirs publics à chercher une diversification du mix énergétique national. Les pistes explorées en s'appuyant sur des réseaux de chaleur sont alors le recours à la géothermie profonde et la chaleur issue de l'incinération des ordures ménagères, notamment en Île-de-France, où la ressource est disponible et la densité de construction élevée. De nouveaux réseaux de chaleur font appel à ces sources de chaleur, d'anciens réseaux modifient leur mix énergétique. La compétence des collectivités en matière d'établissement de réseaux de distribution d'énergie calorifique est consacrée dans la loi relative à la chaleur du 15 juillet 1980.

Les années 1990 marquent, à nouveau, un fort ralentissement. Peu de nouveaux réseaux sont mis en place, hormis de petits réseaux ruraux alimentés par la biomasse, dans le cadre de plans régionaux visant à développer le bois-énergie.

Il faut attendre 2010 et les lois Grenelle pour que les réseaux de chaleur reconquièrent une place importante dans la politique énergétique nationale. Il leur est confié la mission de contribuer à hauteur de 1/8 de l'augmentation totale de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique national, à l'horizon 2020. En zone urbaine, ils sont perçus comme un moyen essentiel permettant de mobiliser massivement la chaleur fatale, la géothermie, la biomasse... Ces orientations nationales s'inscrivent dans un cadre européen également favorable au renforcement de la mobilisation des réseaux de chaleur et de froid.

Depuis 2009, le développement des réseaux de chaleur alimentés en majorité par des énergies renouvelables s'appuie sur les subventions accordées dans le cadre du Fonds Chaleur.

1980	Loi sur la chaleur La loi n°80-531 du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur fait suite aux chocs pétroliers. Elle confie l'initiative de la création des installations de réseaux de chaleur aux collectivités locales intéressées et crée la procédure de classement, qui permet d'imposer à certains bâtiments le raccordement à un réseau. Dans sa formulation de 1980, la procédure ne sera utilisée qu'une seule fois, jusqu'à sa refonte par la loi Grenelle II en 2010.
	TVA réduite sur l'abonnement R2
2005	L'application du taux réduit de 5,5 % (au lieu de 19,6%) concerne les abonnements (terme fixe ou R2) relatifs aux livraisons d'énergie calorifique distribuée par réseaux quelles que soient les sources d'énergie utilisées en amont pour sa production.
	TVA réduite sur l'énergie produite R1
2007 2009	L'application du taux réduit de 5,5 % (au lieu de 19,6%) concerne la fourniture de l'énergie calorifique elle-même (terme proportionnelle aux consommations ou R1) lorsqu'elle est produite au moins à 50 % à partir de sources EnR&R. Initialement le seuil était fixé à 60% en 2007 puis il a été rehaussé à 50% en 2009.
2009 2010	Lois Grenelle I et II Promulguées respectivement le 3 août 2009 et le 12 juillet 2010, les lois dites Grenelle I (Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement) et Grenelle II (Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement

	national pour l'environnement) ont introduit un certain nombre de dispositions visant à accompagner et encadrer le développement des réseaux de chaleur et de froid comme outil de mobilisation des énergies renouvelables : création du fonds chaleur, révision de la procédure de classement des réseaux de chaleur, obligation d'étude de faisabilité dans les aménagements.
2014	Loi de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d’Affirmation des Métropoles La loi MAPTAM du 27 janvier 2014 attribue aux métropoles les compétences de création, aménagement, entretien et gestion des réseaux de chaleur et de froid. Ainsi, au-delà du simple rôle de propriétaire des réseaux concédés, les métropoles deviennent également un acteur prépondérant du développement de ces réseaux.
2015	Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) La loi n° 2015-992 du 17 août 2015 (dite LTECV) précise la compétence des collectivités locales (article 194). La création et d'exploitation d'un réseau public de chaleur ou de froid devient une compétence communale et constitue un service public industriel et commercial. Cette compétence peut être transférée aux intercommunalités. Les collectivités locales qui détiennent cette compétence doivent réaliser un schéma directeur d'ici le 31 décembre 2018, précisant les modalités permettant son alimentation en énergie renouvelable et de récupération. La LTECV inscrit l'objectif de 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'ici 2030, dont 38 % pour la consommation finale de chaleur. Cela équivaut à multiplier par 5 la chaleur renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid par rapport à l'année de base 2012. Pour y parvenir, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie de 2016 (PPE) a défini les quantités d'énergies renouvelables livrées par les réseaux de chaleur pour 2018 (15,7 TWh), 2023 (entre 22 et 26,7 TWh) et 2030 (39,5 TWh).
2019	Programmation Pluriannuelle de l'énergie 2018 La PPE 2018 précise l'objectif 2023 (24,4 TWh) et situe l'objectif 2028 entre 31 TWh et 36 TWh.

2.2 Caractéristiques du parc en fonctionnement

Le taux de raccordement des bâtiments à un réseau de chaleur en France reste faible (de l'ordre de 6%) alors que la moyenne européenne est à 13% en secteur résidentiel et tertiaire.

En 2017, 761 réseaux de chaleur et 23 réseaux de froid délivrent 25 TWh de chaleur et 1 TWh de froid. Les réseaux de moins de 3,5 MW de puissance installée représentent 38% des réseaux en nombre mais seulement 1,3% des livraisons totales (340 GWh).

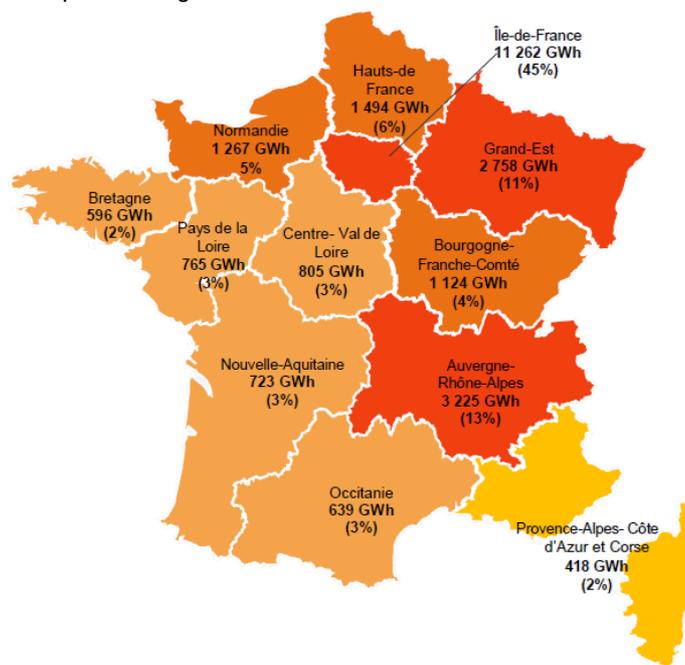
Figure 7. Carte des réseaux de chaleur et de froid en France en 2017



Source : SNCU - Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

L'Île-de-France, grâce notamment à sa densité de population élevée, est la région qui concentre 45% de la chaleur livrée (12,5 TWh) et 32% des mètres installés (1 747 mètres linéaires) en 2017. Le réseau de chaleur de la compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU) qui alimente Paris et les communes limitrophes fournit 5,2 TWh de chaleur (42% des livraisons d'Île-de-France) grâce à 509 km de réseaux de distribution primaire historiquement alimenté par de la vapeur d'eau. Les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Grand-est livrent respectivement 13% et 11% de la chaleur totale

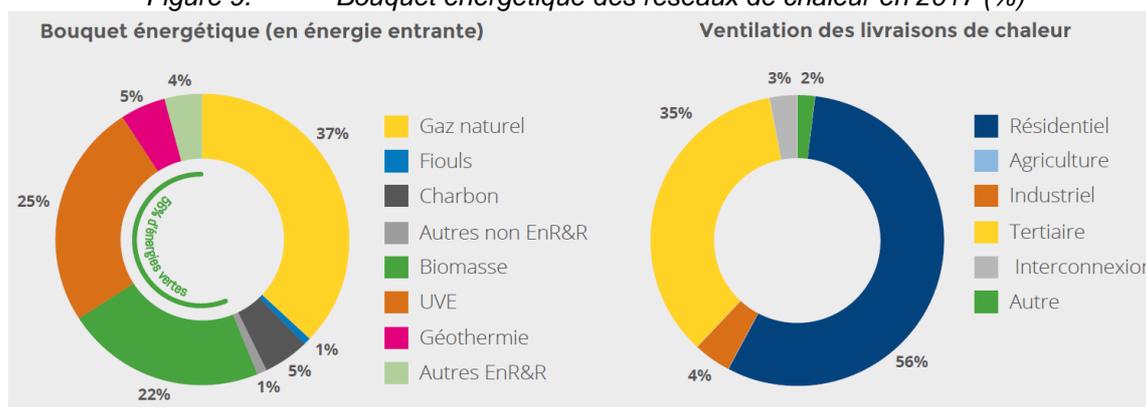
Figure 8. Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux en 2017



Source : SNCU - Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

Si les énergies fossiles continuent de représenter une part importante de l'approvisionnement (dont 37 % de gaz), la part des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ne cesse de progresser et atteint 56 % en 2017 contre 25 % en 2005 et 40 % en 2013. La part de la biomasse est celle qui a le plus significativement augmenté.

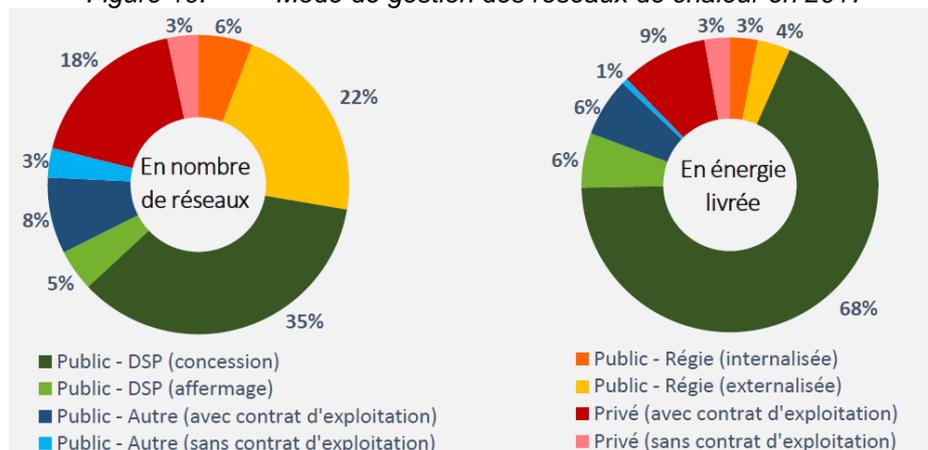
Figure 9. Bouquet énergétique des réseaux de chaleur en 2017 (%)



Source : SNCU - Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

Près des trois quarts des réseaux en fonctionnement représentant 88% de l'énergie livrée sont sous maîtrise d'ouvrage publique. La concession (anciennement appelée « délégation de service public ») est le mode de gestion retenu pour 35% des réseaux soit 68% de l'énergie livrée. Le mode de gestion direct en régie (internalisée ou externalisée) concerne 28% des réseaux soit 7% de l'énergie livrée.

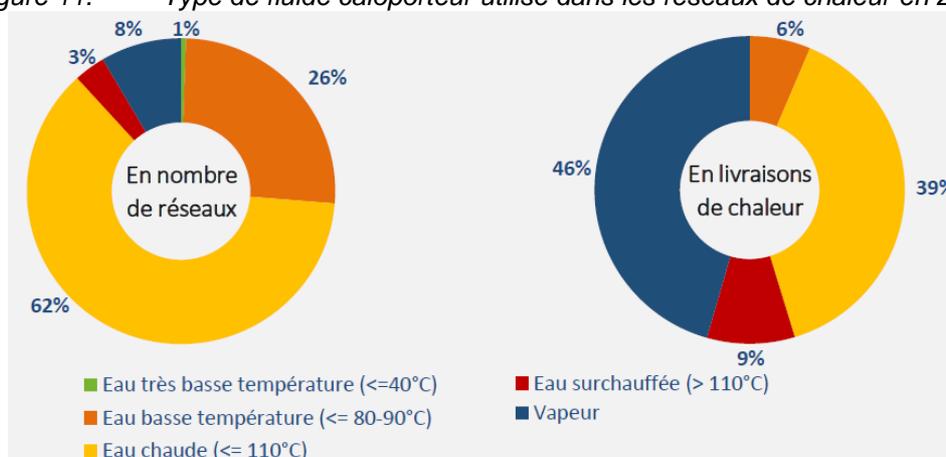
Figure 10. Mode de gestion des réseaux de chaleur en 2017



Source : SNCU - Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

En 2017, 89 % des réseaux distribuent la chaleur via un réseau primaire d'eau chaude (<110°C), desservant ainsi 45 % de l'énergie thermique livrée. Bien que les réseaux de chaleur historiques aient été construits le plus souvent avec des canalisations adaptées aux fluides à haute température (>110°C) et haute pression, les réseaux sont aujourd'hui construits avec des technologies basse température (<110°C) voire très basse température (<60°C) et basse pression dans l'objectif notamment de **diminuer les pertes réseaux, d'optimiser le coût de distribution de l'énergie et de favoriser l'intégration d'énergies renouvelables comme la géothermie, la chaleur fatale ou le solaire thermique**. Cela permet également d'optimiser la fourniture de chaleur aux nouveaux bâtiments basse consommation.

Figure 11. Type de fluide caloporteur utilisé dans les réseaux de chaleur en 2017



Source : SNCU - Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

2.3 Modalités de soutien public

2.3.1 Aides à l'investissement et aides fiscales

La compétitivité des réseaux de chaleur vis-à-vis des autres modes de chauffage est une condition nécessaire à leur développement. Cette compétitivité dépend notamment de l'évolution du prix des énergies fossiles (gaz notamment), du mix énergétique du réseau et du soutien public (TVA à taux réduit, Fonds Chaleur).

Depuis 2009, l'ADEME via le « Fonds Chaleur » soutien les projets de réseaux de chaleur et de froid alimentés majoritairement par des énergies renouvelables ou récupérables via le Fonds Chaleur. Ce soutien concerne la production et la distribution thermique.

Depuis sa création jusqu'à 2017, ce fonds a participé à la création ou l'extension de 829 réseaux de chaleur. Les 2 110 nouveaux kms construits entre 2008 et 2017 représentent une augmentation de 40 % des longueurs de réseaux par rapport à 2008.

Les investissements correspondant aux projets soutenus par l'ADEME entre 2009 et 2017 s'élèvent à environ 2,2 milliards d'euros, dont 1,8 milliards de dépenses éligibles⁹ aux aides de l'ADEME pour la partie distribution.

Figure 12. Évolution annuelle des montants des projets de réseaux de chaleur (et de froid) aidés par le fonds chaleur (dépenses éligibles en M€)



Source : ADEME, Bilans du Fonds Chaleur

L'application de la TVA à taux réduit (5,5 %) concerne, d'une part, les abonnements (terme fixe ou R2) relatifs aux livraisons d'énergie calorifique distribuée par réseaux quelles que soient les sources d'énergie utilisées en amont pour sa production et, d'autre part, la fourniture de l'énergie calorifique elle-même (terme proportionnelle aux consommations ou R1) lorsqu'elle est produite au moins à 50 % à partir de sources EnR&R.

2.3.2 Taxe française et quotas européens sur les émissions de GES

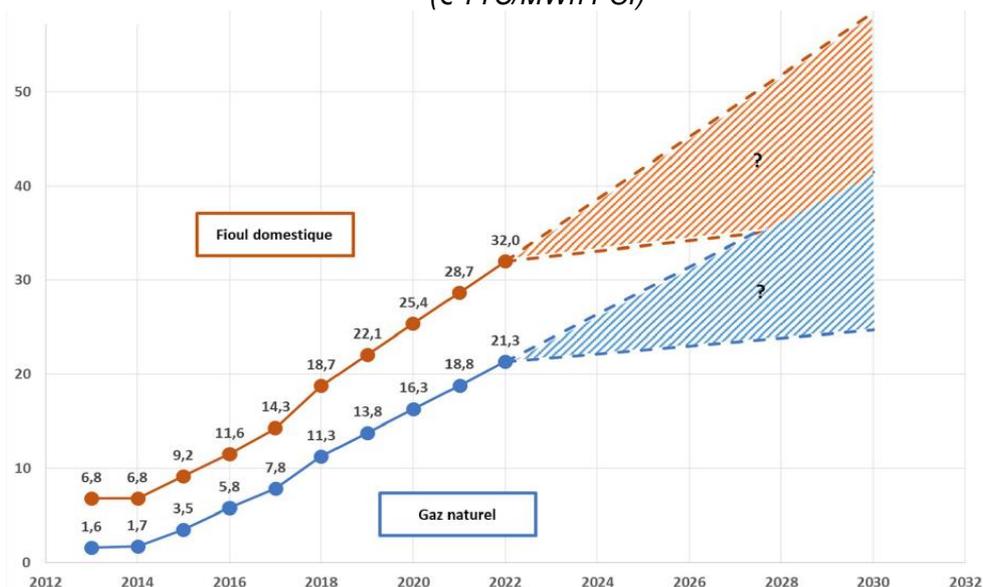
L'objectif d'une taxe ou d'un système de quota est d'internaliser dans les prix de marché les externalités négatives liées aux émissions de gaz à effet de serre. Dans un système de taxe pigouvienne, le prix à la tonne émise est fixé et ne permet pas aux pouvoirs publics de maîtriser les quantités d'émission. Dans un système de quotas, les quantités d'émissions sont plafonnées et le prix de la tonne émise est le fruit du marché (équilibre entre l'offre et la demande).

En France, mise en place par l'article 32 de la loi de finances pour 2014, la **Contribution Climat Energie** impacte la compétitivité des modes de chauffage à base d'énergie fossile. Le taux est passé de **7 €/t en 2014 à 44,6 €/t en 2018** et devrait suivre une trajectoire d'augmentation pour atteindre l'objectif des 100 €/t en 2030. Entre 2018 et 2022, les taxes intérieures sur la consommation de gaz naturel devraient augmenter de 7,57 €/MWh, celles sur le fioul domestique de 11,03 €/MWh.

Dans l'Union Européenne, un système d'échange de quotas d'émissions (ou système de permis d'émissions négociables) a été mis en place dès le 1^{er} janvier 2005 avec 4 phases couvrant des périodes de 3 ans jusqu'en 2030. 45% des émissions de GES sont couvertes à l'échelle européenne. Chaque Etat-Membre dispose d'un plafond d'émission à répartir entre les entreprises éligibles. En France, sont soumises au système des quotas, les chaufferies dont la puissance totale des installations dépasse 20 MW, en excluant les chaudières de moins de 3MW, les installations d'incinération de déchets dangereux ou municipaux, et les chaudières biomasse. Longtemps compris entre **3 et 8 €/tEqCo2** entre 2013 et 2017, le prix a progressivement augmenté en 2018 pour atteindre environ **20 €/tEqCo2** en fin d'année.

⁹ C'est-à-dire correspondant effectivement à des investissements sur des réseaux. Pour plus d'informations sur les règles d'accompagnement de l'Ademe, consulter le site de l'Ademe.

Figure 13. Évolution de la TICGN pour le gaz naturel et de la TICPE pour le fioul domestiques (€ TTC/MWh PCI) *



(*) TICGN : Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel ; TICPE : Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Énergétiques
 Source : CIBE (2018), Impact de la contribution climat énergie (CCE) sur le prix des combustibles fossiles, Note d'information

2.3.3 Outil de planification territoriale : procédure de classement

Le classement d'un réseau de chaleur ou de froid est la procédure qui permet à une collectivité de rendre obligatoire le raccordement au réseau, existant ou en projet, dans certaines zones, pour les nouvelles installations de bâtiments. Cet outil de planification énergétique territoriale offre aux collectivités la possibilité de mieux maîtriser le développement de la chaleur renouvelable sur leur territoire, améliore la visibilité pour la réalisation de projets de réseaux de chaleur renouvelable, et contribue à l'amélioration des pratiques notamment via une concertation renforcée.

Dispositif initié par la loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur, c'est grâce aux lois Grenelles 2 en 2010 que la procédure de classement a été impulsée avec l'objectif de la rendre plus simple et accessible. Entre 1980 et 2010, seul un seul réseau français a été classé (Fresnes Sud dans le Val de Marne en 2006). C'est en février 2013 que le premier classement de réseau selon les termes de la nouvelle procédure a lieu (réseau Bastille à Fontaine en Isère).¹⁰

En 2017, 24 réseaux représentant 105 km et 470 GWh d'énergie livrée (soit moins de 2% de la chaleur totale livrée) sont classés.¹¹

Le statut public ou privé du réseau est sans incidence sur les possibilités de classement. Trois conditions doivent être respectées afin qu'un réseau puisse être classé :

- Le réseau est alimenté à 50% ou plus par des énergies renouvelables et/ou de récupération
- Un comptage des quantités d'énergie livrées par point de livraison est assuré
- L'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations est assuré

La décision de classement définit, à l'intérieur de la zone desservie par le réseau (ou de zones d'extensions prévues), des zones de développement prioritaire au sein desquelles le raccordement au réseau est obligatoire pour toute installation d'un bâtiment neuf ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants, dès lors que la puissance pour le chauffage, la climatisation ou la production d'eau chaude dépasse 30 kilowatts. Cette obligation s'applique également aux bâtiments faisant l'objet d'un changement de chaudière. Le zonage est annexé au Plan Local d'Urbanisme.

¹⁰ Cadre juridique : articles L712-1 à L712-5 et règlement R712-1 à R712-12 du Code de l'énergie, arrêté du 22 décembre 2012 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid.

¹¹ SNCU, 2017.

La demande de classement est établie par le propriétaire du réseau, le maître d'ouvrage en cas de réseau à créer, ou son mandataire. Elle doit être accompagnée d'un dossier contenant des informations sur le réseau : son identité et les acteurs associés, la validation des conditions nécessaires au classement, l'audit et les perspectives ainsi que les détails du classement. Plusieurs indicateurs de performances techniques et économiques du réseau doivent être fournis.

Le classement est un outil de planification énergétique pour la collectivité, qu'elle peut articuler avec ses compétences en urbanisme et en aménagement. Le classement peut constituer une action inscrite dans un PCAEt. Il est recommandé d'intégrer le classement d'un réseau dans une démarche plus large de schéma directeur pour un réseau existant.

2.4 Redevances locales applicables

La redevance d'occupation du domaine public, aussi appelée redevance sol s'applique de manière obligatoire pour toute occupation privative du domaine public. Elle s'applique ainsi aux réseaux gérés en concession. Elle peut également concerner les régies, quand la collectivité propriétaire du réseau n'a pas la compétence « voirie » ou lorsque la régie est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière pour la gestion du réseau¹². Le montant de cette redevance ne fait pas l'objet d'un encadrement législatif clair.

En moyenne, les collectivités perçoivent une RODP de **1,13 €/MWh** livré par leur réseau. En pondérant cette moyenne par l'énergie totale livrée par chacun des réseaux analysés, cette moyenne s'abaisse à **0,93 €/MWh** livré. En moyenne, les collectivités perçoivent une RODP de **5,1 €/ml** de réseau. En pondérant cette moyenne par la longueur de chacun des réseaux analysés, cette moyenne s'abaisse à **4,4 €/ml**.

A noter que comme la collectivité en charge du réseau de chaleur n'est pas forcément celle en charge de la voirie, ce n'est pas nécessairement l'autorité organisatrice de la distribution d'énergie (AODE) qui touche in fine le montant de cette redevance.

La redevance de contrôle est versée de l'opérateur du réseau à la collectivité délégante pour couvrir les coûts des actions des collectivités : contrôle du délégataire, coordination des concessionnaires, organisation des interventions sur le patrimoine concédé, etc. Son montant n'est pas encadré et fait l'objet d'un article dédié dans le contrat de concession. En moyenne, les collectivités perçoivent une redevance de contrôle de **1,79 €/MWh** livré par leur réseau, avec de très fortes disparités selon les réseaux. En pondérant cette moyenne par l'énergie totale livrée par chacun des réseaux analysés, cette moyenne s'abaisse à **1,17 €/MWh** livré. En moyenne, les collectivités perçoivent une redevance de contrôle de **7,1 €/ml** de réseau. En pondérant cette moyenne par la longueur de chacun des réseaux analysés, cette moyenne s'abaisse à **5,1 €/ml**.¹³

Il peut également exister une redevance d'investissement, permettant de couvrir les frais d'investissement de la collectivité dans le réseau de chaleur en cas d'affermage.

2.5 Freins et leviers de développement des réseaux de chaleur et de froid

L'objet de cette partie est de relater les freins et difficultés des maîtres d'ouvrage publics qui se sont lancés dans un projet de réseau de chaleur et/ou de froid. Les résultats présentés ci-dessous sont issus de l'enquête adressée aux maîtres d'ouvrage publics (collectivités et assimilés).

2.5.1 Motivations des MO pour le développement des réseaux

Pour les maîtres d'ouvrage qui détiennent un réseau depuis parfois de nombreuses années, les motivations majeures pour développer un réseau de chaleur sont :

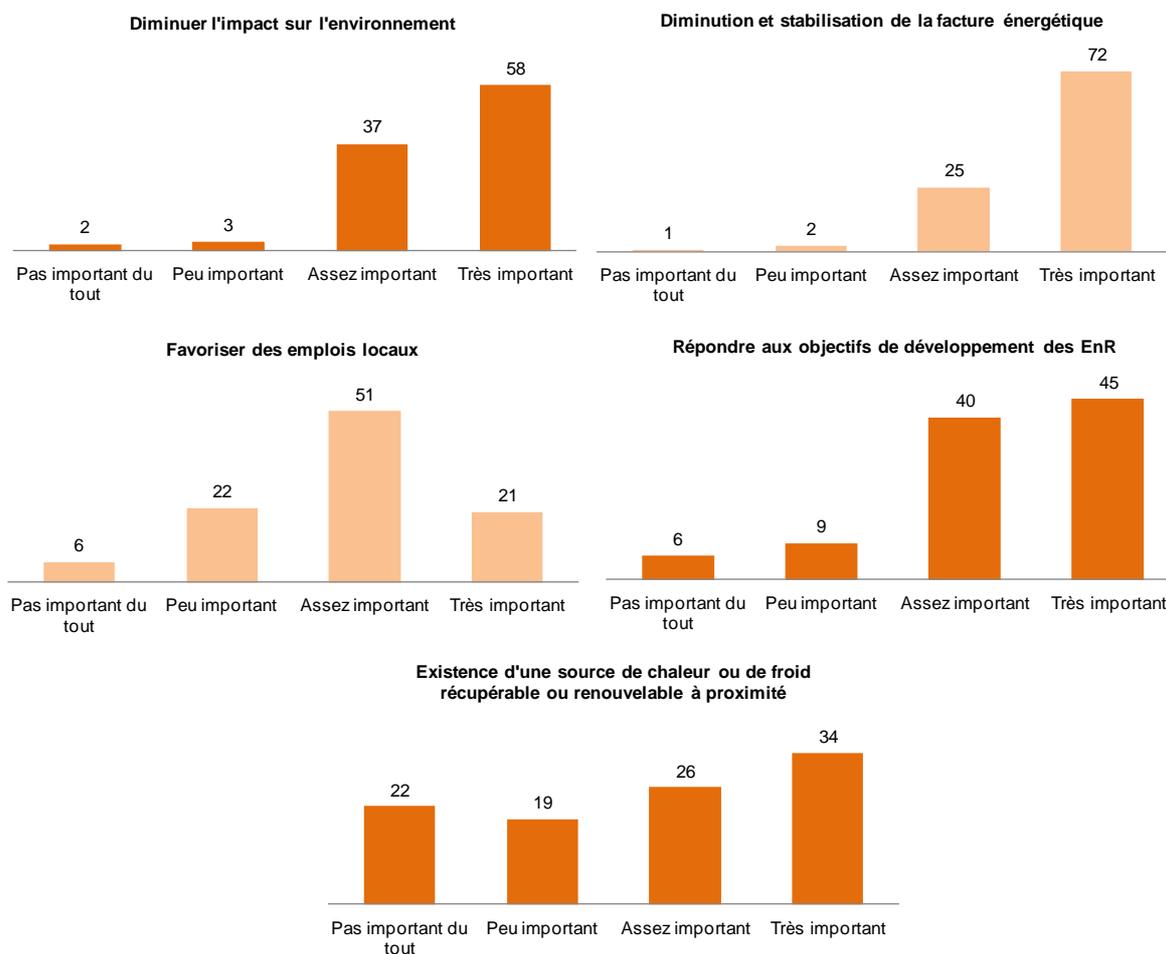
¹² Article L2221-4 du Code général des collectivités territoriales

¹³ AMORCE/ADEME « Redevances de contrôle et d'occupation du domaine public des réseaux de chaleur », avril 2017.

- La diminution/stabilisation de la facture énergétique pour les habitants (72 % très important) ;
- La diminution de l'impact environnemental du chauffage (58 % très important) ;
- Le soutien aux emplois locaux (51 % assez important et 21 % très important).

L'élément déclencheur cité par les maîtres d'ouvrage susceptible de catalyser la mise en place d'un réseau collectif calorifique est l'existence d'un nouveau programme de construction de bâtiments neufs. Le rôle des documents d'urbanismes, de la collectivité et de l'aménageur devient alors déterminant.

Figure 14. Motivations des maîtres d'ouvrage (en % des 189 répondants)

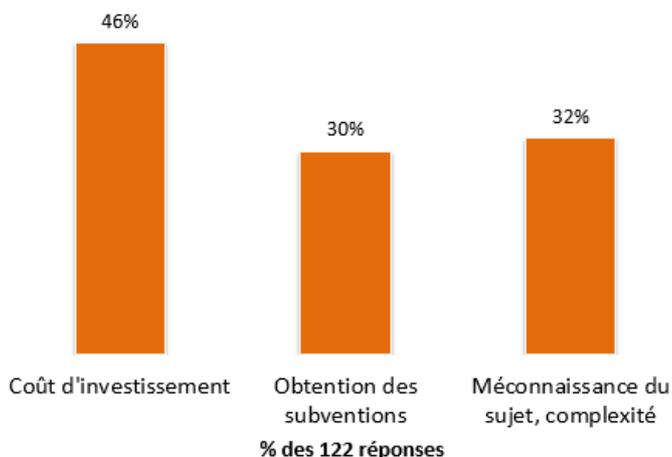


2.5.2 Les freins selon les maîtres d'ouvrage publics

2.5.2.1 En phase d'émergence

Pour près de la moitié des maîtres d'ouvrage, le coût d'investissement nécessaire à ce type de projet freine le passage à l'acte. La méconnaissance de l'objet « réseau » et la complexité ressentie au démarrage d'un projet (peut être lié à la méconnaissance du sujet) sont évoquées par près d'un tiers des répondants. Enfin, pour moins d'un tiers d'entre-deux, l'appréhension relative aux process de demande de subvention constituerait un frein.

Figure 15. *Freins au développement des réseaux de chaleur en phase d'émergence*



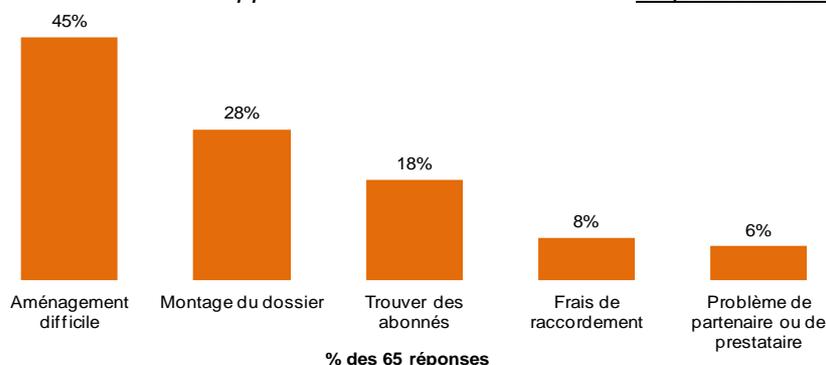
2.5.2.2 En phase de développement

En phase de développement, le premier frein évoqué (à 45 %) concerne des difficultés liées à l'aménagement, au déploiement des réseaux, l'étude du périmètre pertinent, l'impact sur la voirie et les interactions avec les autres réseaux, l'acquisition des terrains nécessaires.

Le montage des différents dossiers est également un obstacle pour un nombre important de maîtres d'ouvrages. Ces démarches peuvent également être très longues (exemple d'une chaufferie ne rentrant pas dans le champ du Plan Local d'Urbanisme).

Enfin, pour 18% des sondés, le démarchage commercial afin de trouver des clients, futurs abonnés du réseau, est ressenti comme une difficulté notamment lorsque le prix du gaz est faible. Le coût des frais de raccordement pour les nouveaux abonnés est une difficulté notable pour 8 % des maîtres d'ouvrage.

Figure 16. *Freins au développement des réseaux de chaleur en phase de développement*



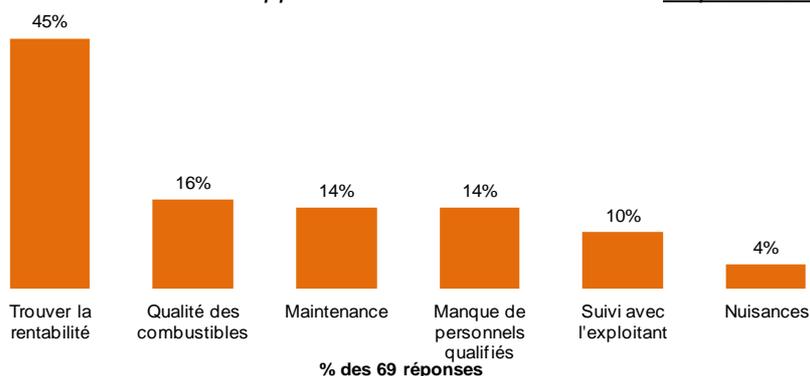
2.5.2.3 En phase d'exploitation

Une importante partie des maîtres d'ouvrages (45%) déclarent que le principal enjeu est de maintenir la rentabilité tout en assurant un prix de vente attractif, en comparaison aux solutions gaz notamment. Cela passe notamment par des extensions de réseaux permettant de compenser les éventuelles diminutions de consommation des raccordés.

16% des interrogés indiquent un point de vigilance sur l'approvisionnement et plus principalement sur la qualité du combustible biomasse. 4% des MO considèrent que la logistique d'approvisionnement peut constituer des nuisances pour les riverains (transport par camion).

14 % des maîtres d'ouvrages déplorent un manque de personnel qualifié pour assurer les opérations de petit entretien et maintenance. Ce problème est à mettre en lien avec les difficultés de recrutement du secteur.

Figure 17. *Freins au développement des réseaux de chaleur en phase d'exploitation*



2.5.3 Les leviers selon les maitres d'ouvrage publics

Selon les maitres d'ouvrages, les leviers à actionner pour catalyser le développement des réseaux de chaleur et de froid sont notamment :

En phase d'émergence¹⁴ : une meilleure vision sur la compétitivité du prix de vente de la chaleur collective du projet face aux solutions fossiles (en lien direct avec le rôle clef des subventions du Fonds Chaleur) est souhaitée par 47% d'entre eux. L'amélioration de la communication (au grand public et au sein des collectivités) sur le sujet des réseaux de chaleur et de froid permettrait de lever certains freins pour 35% d'entre-eux. Enfin, 20% signalent que la volonté politique locale est un levier incontournable dans la mise en place d'un réseau de chaleur et de froid.

En phase de développement¹⁵ : 41% des maitres d'ouvrage indiquent qu'une simplification des procédures administratives (réglementation ICPE et études d'impact, quotas carbone, déclarations de travaux, voisinage des autres réseaux, plan de protection de l'atmosphère, etc.)¹⁶ pourrait lever de nombreux freins. 21% indiquent un besoin de communication accrue entre les acteurs du projet afin notamment de convaincre les futurs abonnés. 18% spécifient qu'un appui technique de type AMO est un levier indispensable ce qui suggère que cette modalité d'accompagnement n'est pas suffisamment connue ou sollicitée. Les documents de planification urbaine (PLU, etc.) constituent des outils importants à actionner pour 15% d'entre-eux. Enfin, 9% estiment qu'un système visant à imposer le raccordement au réseau serait un levier intéressant, ce qui montre que la procédure de classement d'un réseau devrait être plus sollicitée dans les années à venir.

Enfin, certains maîtres d'ouvrage indiquent que **l'implication plus étroite des citoyens** dans l'élaboration des projets permettrait une meilleure appropriation locale des enjeux liés au chauffage et au refroidissement collectif et, plus généralement, aux enjeux de la transition énergétique.

¹⁴ 79 réponses

¹⁵ 34 réponses

¹⁶ Voir aussi la publication AMORCE « de la décision de lancement à la construction : procédures applicables aux créations de réseaux de chaleur » d'octobre 2018.

3 CHAÎNE DE VALEUR, MARCHES, EMPLOIS ET ACTEURS DE LA FILIÈRE EN FRANCE

3.1 Précisions sur le périmètre de l'étude

La chaîne de valeur des réseaux de chaleur et de froid est constituée des composantes suivantes :

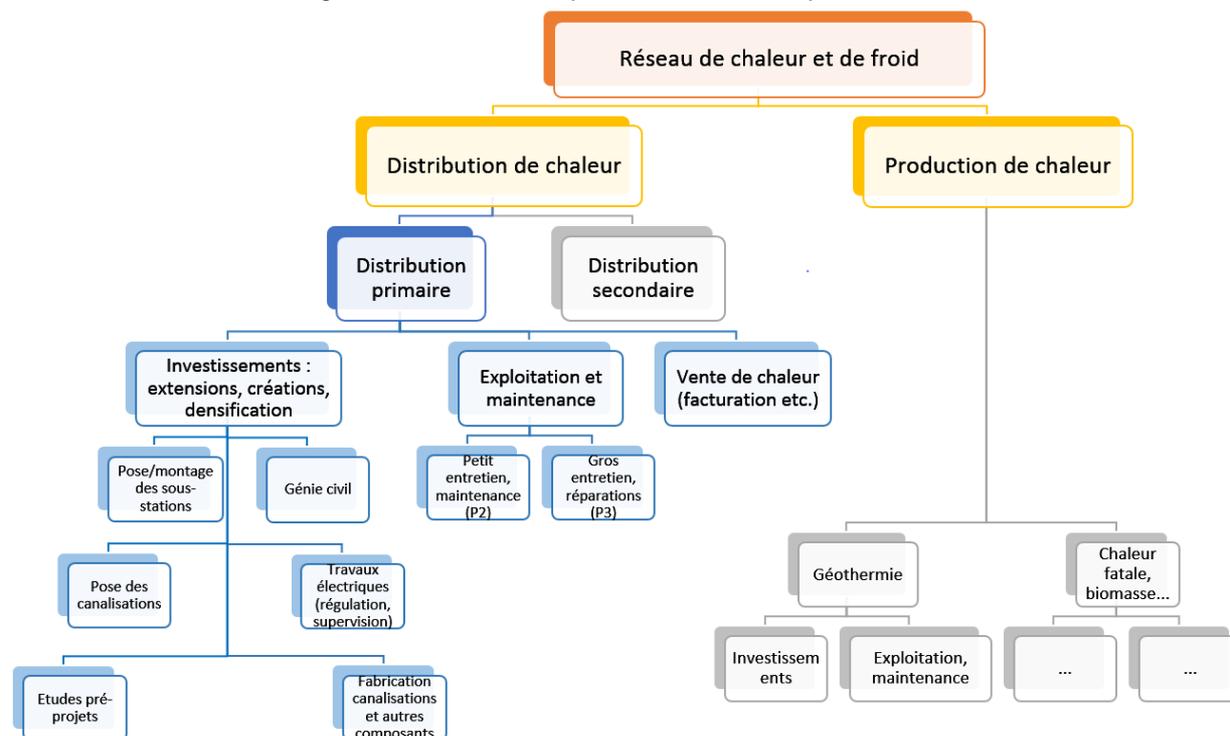
- **Distribution primaire** de chaleur (de la sortie chaufferie jusqu'aux sous-stations incluses) et secondaire de chaleur (des sous-stations aux émetteurs) ;
- **Production** de chaleur (chaufferies biomasse, doublets géothermiques etc.).

Chacun de ces deux composants est décomposé en maillons comprenant les activités suivantes :

- **Investissements** (création, extension, densification de réseaux)
- **Exploitation, maintenance, vente de chaleur**

La présente étude est principalement consacrée à la composante « distribution primaire » des réseaux de chaleur et de froid c'est-à-dire depuis la sortie chaufferie jusqu'aux sous-stations incluses. La figure ci-dessous illustre le périmètre de l'analyse.

Figure 18. Décomposition de la filière par activité



Source : ADEME

Les activités **en bleu** représentent celles de la filière étudiée dans le présent rapport (analyse de filière...)

Figure 19. Décomposition de la filière

La phase d'investissement du réseau de distribution primaire inclut :

- Les études pré-projet, les études de faisabilité, les études règlementaires
- La maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage
- Les travaux de génie civil : terrassement et voirie
- La fabrication et la pose des canalisations, sous-stations, pompes primaire
- Les travaux électriques et de communications pour la régulation et la supervision.

Les sous-stations peuvent être soit préassemblées (type SKID) et prêtes à être installées soit montées sur site (échangeurs à plaques, canalisations, petit hydraulique, appareils de régulations et de supervision...)

La phase d'exploitation et la maintenance des réseaux de chaleur inclut :

- Ventes de chaleur : facturation et commercialisation
- Conduite, petit entretien et maintenance
- Gros entretien et renouvellement
- Études de développement du réseau : schémas directeurs
- Suivi de la concession par le maître d'ouvrage le cas échéant

3.2 Marchés de la filière

3.2.1 Vente d'énergie et exploitation-maintenance

Le chiffre d'affaire total des réseaux de chaleur et de froid s'élève à 2,2 Mds€ dont 80% de vente de chaleur aux clients, 95% concernant les réseaux de chaleur et 90% concentré dans les concessions en 2017. Les achats d'énergie et de combustibles (P1) représentent en moyenne 60% des charges (1 Md€) suivi des dépenses de petit entretien et maintenance (P2) qui comptent pour 24% des charges (0,4 Md€) en 2017. Les taxes et redevances représentent 9% des charges d'exploitation dont 50 M€ pour la redevance d'occupation des sols et la redevance de suivi et contrôle (concession).

Le marché de l'exploitation maintenance de la distribution primaire seule est estimé à 287 M€ dont près de 40% sont dus au personnel et un quart liés aux taxes, redevances et autres frais.¹⁷ En effet, seule une partie des charges d'exploitation doit être imputée à l'entretien et à la maintenance du réseau de distribution primaire.

Le graphique suivant met en regard les recettes et les charges liées aux réseaux de chaleur pour les parties production et distribution de chaleur¹⁸.

Figure 20. Recettes et charges liées à l'exploitation des réseaux de chaleur



(*) Poste de charges calculé par différence

Sources : Estimation IN NUMERI selon SNCU (Édition 2018), Les réseaux de chaleur et de froid ; Chiffres clés, analyses et évolution ; Résultats de l'enquête annuelle – Enquête ADEME 2018 auprès des maîtres d'ouvrage

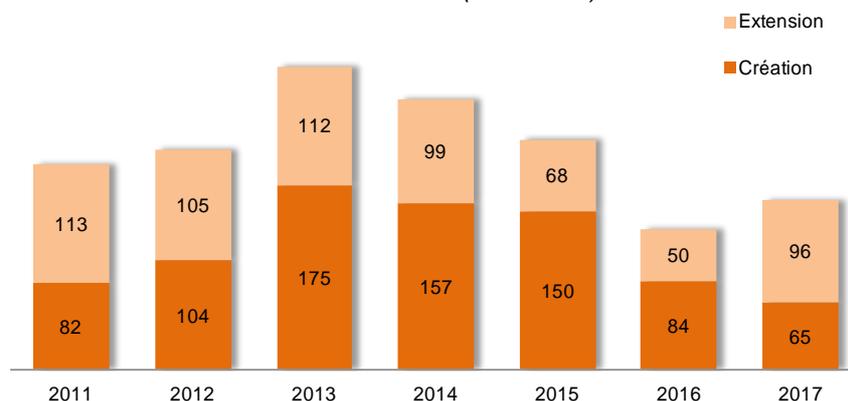
¹⁷ L'estimation a été réalisée à partir des réseaux qui achètent entièrement la chaleur (4 réponses dans l'enquête), les 70 réponses à l'enquête des maîtres d'ouvrage relatives au ratio production/distribution ainsi que l'analyse de 5 rapports de délégataires. Pour en savoir plus sur les ratio production / distribution, consulter les détails en annexe.

¹⁸ Les réseaux de froid ne sont pas représentés, car l'enquête auprès des maîtres d'ouvrage n'a pas permis d'évaluer des coûts d'exploitation de ces réseaux.

3.2.2 Investissements

Les investissements pour la création ou l'extension de réseaux sont estimés à environ 160 M€, (60% d'extensions et 40% de créations) en 2017. La quasi-totalité (96%) des investissements concernent des réseaux de chaleur en basse température (<100°C). Seulement 2% des investissements concernent les réseaux de froid, et 4% la création de réseaux haute pression, (usage industriel surtout). Les investissements cumulés s'élèvent à 2,2 Mds€ entre 2009 et 2017.

Figure 21. Évolution annuelle des investissements réalisés dans des projets de réseaux de chaleur (et de froid)



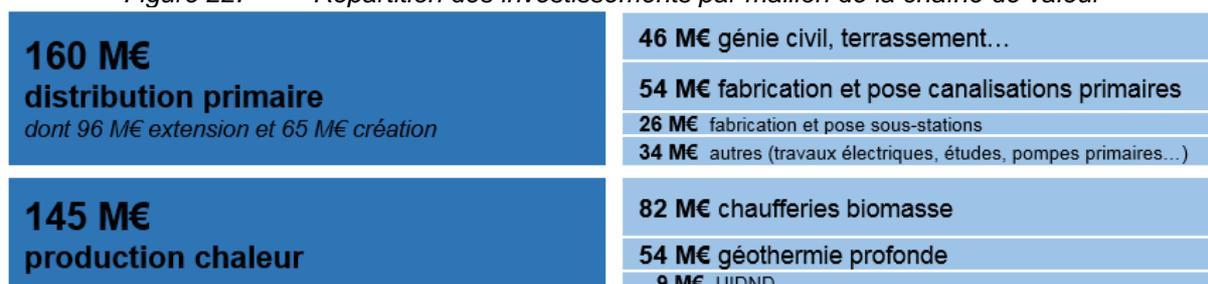
Source : ADEME, Bilans du Fonds Chaleur¹⁹

Les trois postes majeurs de dépenses lors de la construction d'un réseau de chaleur sont la pose et la fabrication des canalisations (34%), le génie civil (28%) et la pose et la fabrication des sous-stations (16%). La fabrication des équipements représente environ un tiers des coûts.

Les investissements des centrales de production de chaleur sont évalués à 145 M€ en 2017²⁰. Il s'agit principalement des installations biomasse, des installations de géothermie profonde et des travaux d'adaptation nécessaires permettant aux UIDND de valoriser la chaleur fatale produite

Aux investissements ci-dessus, il convient d'ajouter les marchés des études complémentaires, notamment le marché des schémas directeurs estimé à 1,5 millions d'euros en 2017 (non représenté dans le graphique ci-dessous).

Figure 22. Répartition des investissements par maillon de la chaîne de valeur



Source : ADEME, Bilans du Fonds Chaleur, enquête ADEME 2018, étude marchés et emplois 2019

¹⁹ Les investissements annuels sont estimés à partir des projets acceptés chaque année : 30% des projets de l'année n-2, 30% des projets de l'année n-1, 30% des projets de l'année n.

²⁰ . Ce résultat n'est issu ni de l'enquête aux opérateurs ni de l'analyse de filière. Il s'agit d'une estimation réalisée à partir de l'étude marchés & emplois de l'Ademe. Conformément aux données du Fonds Chaleur, ont été considérées 97% des investissements biomasse collectif, 3% des installations biomasse industrielles, 100% des projets de géothermie profonde et 100% des travaux d'UIDND.

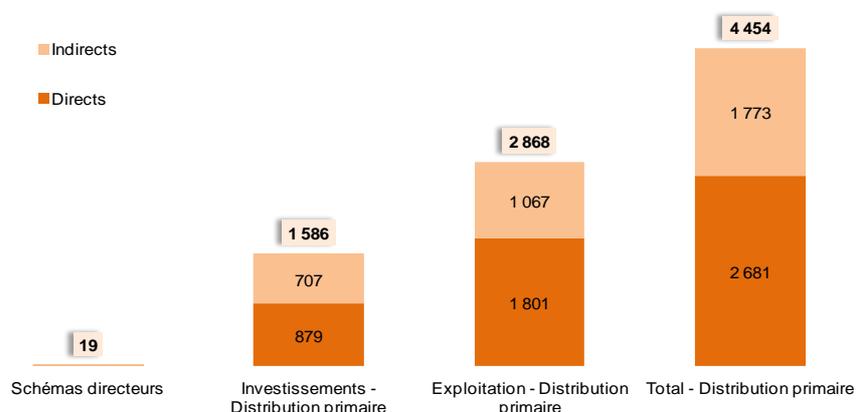
3.3 Emplois de la filière

Les emplois directs sont situés dans les activités de la chaîne de valeur. **Les emplois indirects** sont les fournisseurs des activités de la chaîne de valeur, les fournisseurs des fournisseurs c'est-à-dire les emplois nécessaires pour répondre à la demande générée par les consommations intermédiaires de ces entreprises. Il s'agit également des emplois « génériques » engendrés du type comptable, assurances...

3.3.1 Emplois liés à la distribution primaire seule

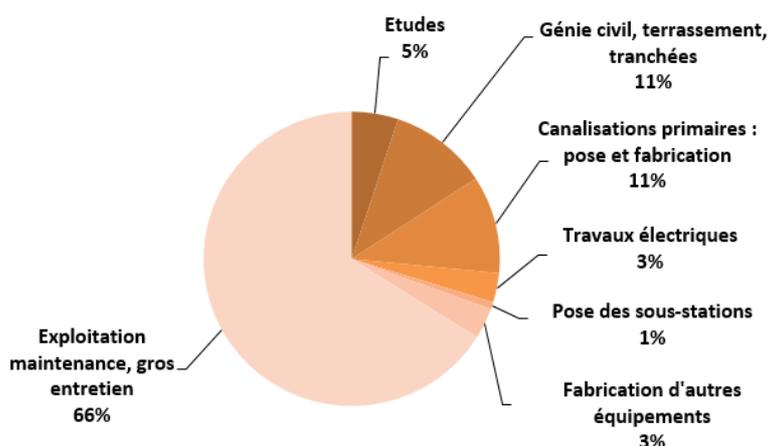
On estime à environ 4 500 emplois directs et indirects les emplois liés à la distribution primaire d'énergie par les réseaux de chaleur et de froid. Parmi les 2 700 emplois directs, plus des deux tiers sont liés aux activités d'exploitation et maintenance²¹.

Figure 23. Emplois liés à la distribution primaire de chaleur et de froid (ETP)



On estime à environ 2 700 ETP les emplois directs liés à la distribution primaire d'énergie. Les emplois nécessaires à la réalisation des investissements se montent à près de 900 emplois directs et les emplois liés à l'exploitation maintenance des circuits de distribution primaire représentent environ 1 800 emplois.

Figure 24. Répartition des emplois **directs** liés à la distribution primaire de chaleur ou de froid par activité



La majeure partie des emplois directs concerne l'exploitation et la maintenance des réseaux. Viennent ensuite les emplois de génie civil et d'installation des réseaux. Les emplois de fabrication des

²¹ Les emplois sont estimés à partir d'une analyse de filière, découpage des activités liées à la distribution primaire d'énergie en maillons de chaîne de valeur. À chaque maillon de la chaîne de valeur, on évalue production et valeur ajoutée correspondantes, ainsi que les emplois directs et indirects qui y sont associés. Le modèle de filière est explicité dans l'annexe 2.

équipements ne représentent que 3% des emplois directs. En effet, les taux d'importation des différents composants sont élevés, de 50% à 70% selon les cas.

Ecarts avec l'estimation de l'étude Marchés et emplois

L'ADEME publie chaque année une estimation des emplois liés aux énergies renouvelables. Cette estimation ne concerne que les emplois directs. Pour 2017, l'étude M&E évalue à 4 600 le nombre d'emplois directs liés aux réseaux de chaleur, 1 000 emplois pour les investissements et 3 600 pour l'exploitation maintenance.

Ces estimations sont largement supérieures à celles de la présente étude (900 emplois liés aux investissements et 1 800 à l'exploitation maintenance). L'écart entre les estimations des emplois d'exploitation maintenance est lié au mode de calcul. L'étude M&E suppose que la partie fixe des recettes de vente d'énergie (environ 800M€) correspond au coût du réseau, alors que la partie variable correspond à la production d'énergie. Or, d'après les résultats de l'enquête ADEME auprès des maîtres d'ouvrage, les coûts d'exploitation maintenance (soit approximativement la partie fixe des recettes) concernent à la fois la production d'énergie et la distribution d'énergie, plus ou moins à parts égales. Ceci explique que les emplois directs d'exploitation maintenance estimés dans l'étude soient moitié de ceux évalués dans l'étude M&E.

3.3.2 Emplois liés à la distribution et à la production de chaleur EnR&R

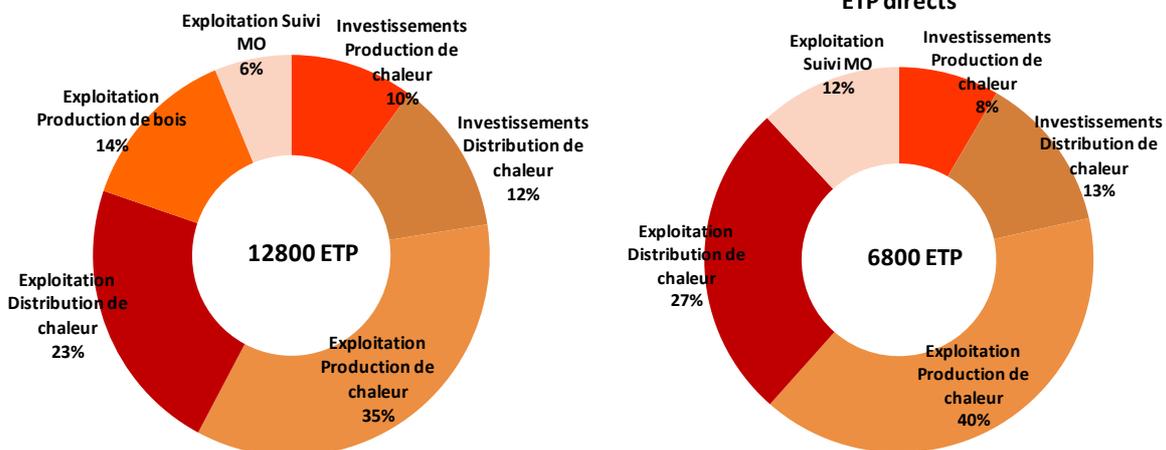
Dans cette partie, on ajoute aux emplois liés à la distribution primaire de chaleur, les emplois liés aux activités de production de chaleur²².

L'ensemble de la filière représente environ 13 000 ETP directs et indirects. Parmi les 6 800 ETP directs, 78% concernent l'exploitation (production et distribution confondues) et 48% concernent la production de chaleur (exploitation et investissement confondus).

L'ensemble des emplois, directs et indirects, liés à la filière des réseaux de chaleur incluent :

- Les emplois liés aux investissements de production EnR&R et distribution de chaleur
- Les emplois d'exploitation et maintenance de production EnR&R et de distribution de chaleur
- Les emplois liés à la production de biomasse
- Les emplois de suivi chez les maîtres d'ouvrage.

Figure 25. Répartition des emplois liés à la filière des réseaux de chaleur
ETP directs + indirects



En prenant en compte la partie « production d'énergie », le nombre d'emplois d'exploitation double approximativement. Les emplois directs d'exploitation passent de 1 800 à 4 500, les emplois directs et indirects d'exploitation passent de 4 500 à 7 400.

Le suivi des réseaux de chaleur représente environ 800 emplois chez les maîtres d'ouvrage, même si ces emplois ne correspondent pas à des marchés.

²² Données issues d'estimations réalisées à partir de l'étude Marchés et Emplois de l'Ademe concernant les filières biomasse, géothermie et UIDND.

Les investissements pour la production de chaleur représentent environ 600 emplois directs et 1300 ETP directs et indirects²³.

Les emplois liés à la production de bois sont calculés en supposant une consommation de biomasse de 2 700 kt²⁴. Cette production de bois représente environ 1 700 emplois directs + indirects²⁵. *Les emplois liés à la production de bois sont considérés comme des emplois indirects de la filière réseau de chaleur.*

3.4 Importations et exportations

Les importations se font au moment des investissements, qu'il s'agisse d'extension ou de création de réseau. On estime à un peu plus de 30 millions d'euros les importations d'équipements, canalisations, tuyaux ou pompes réalisées en 2017.

Concernant les exportations, les acteurs français interviennent au niveau international :

- 5 à 7 millions d'euros d'études et services,
- 7 à 20 millions d'euros d'exportations d'équipementiers français se tournent vers le marché européen ; ces exportations concernent notamment les sous-stations préassemblées, les pompes de distribution primaire et les tubes pré-isolés.

Par ailleurs, les grands opérateurs français ont une activité à l'international très importante à partir de leurs filiales dédiées. Le groupe ENGIE notamment, réalise un chiffre d'affaires de près de 2 milliards d'euros en 2017 en Amérique du Nord, Amérique latine et Moyen Orient.

3.5 Acteurs de la filière

Ce chapitre présente les caractéristiques des principaux acteurs privés et publics de la filière²⁶.

3.5.1 Grands opérateurs

L'exploitation et la gestion des réseaux de chaleur et de froid sont concentrées entre les cinq majors des services énergétiques : Coriance, Dalkia, Engie Cofely, Engie France réseaux et Idex.

Le chiffre d'affaires (CA)²⁷ lié aux activités d'exploitation des réseaux de chaleur et de froid de ces cinq opérateurs représente 90 % du marché, soit plus de 2 milliards d'euros sur un marché estimé à 2,2 milliards d'euros.

²³ Les emplois directs liés **aux investissements** de production de chaleur sont issus de l'étude Marchés et Emplois dans les ENR&EEE de l'ADEME (97% des ETP de biomasse collectif, 3% des ETP de BCIAT, ETP de géothermie profonde et UIOM). Les emplois indirects relatifs aux investissements biomasse sont calculés avec l'outil TETE. Pour la géothermie profonde et les UIOM, on a supposé que les emplois indirects étaient égaux aux emplois directs.

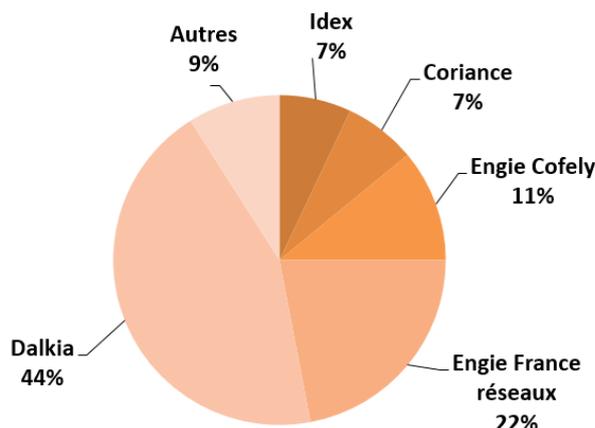
²⁴ Source : enquête SNCU 2018 sur les données 2017. Rapport page 46.

²⁵ Les emplois directs sont calculés en appliquant un ratio de 66,2ETP/kt. Les emplois directs + directs sont calculés en utilisant l'outil TETE de l'ADEME et du Réseau Action Climat France.

²⁶ Le recensement des principaux acteurs a été effectué à partir d'annuaires publics de type ViaSeva, ainsi que des informations collectées au fil de l'étude. Ces informations ont été complétées par une enquête auprès des maîtres d'ouvrage, des bureaux d'études, des équipementiers et des entreprises de travaux, ainsi que par des entretiens auprès des grands opérateurs réalisant l'exploitation des réseaux de chaleur et de froid.

²⁷ Ce chiffre d'affaires correspond à la vente de chaleur (et d'électricité en cas de cogénération) et aux autres recettes de type droits de raccordement.

Figure 26. Répartition du CA lié aux activités d'exploitation des réseaux de chaleur et de froid



Les grands opérateurs détiennent (en concession notamment sur une durée d'une vingtaine d'années) la gestion d'un grand nombre de réseaux et la responsabilité de la réalisation des projets d'envergure. En fonction des contrats (régie avec marché d'exploitation et concession principalement) ces acteurs se voient généralement confier la conception, le financement, la construction et l'exploitation de réseaux de chaleur et de froid.

Dans le cas de concession, afin de faciliter la gestion juridique et financière de chaque (projet de) réseau de chaleur, ces groupes possèdent et mettent en place des nouvelles filiales dédiées détenues à 100 % par la société mère.

La majorité des infrastructures de chauffage et de froid collectifs implantés en France sont la propriété des collectivités publiques. En effet, ces réseaux sont coûteux à mettre en place et nécessitent un degré de coordination élevé pour alimenter des bâtiments résidentiels, tertiaires, voire même industriels à partir d'unités de production énergétique centralisées. Par conséquent, la demande de travaux de conception, d'exploitation et d'entretien des réseaux de chaleur et de froid est en grande partie déterminée par les décisions d'investissements des collectivités (villes, agglomérations, etc.). Elle dépend également de leur propension à gérer ces services en propre (sous forme de régie par exemple) ou à avoir recours à des prestataires privés.

Les clients de ces grands opérateurs sont les collectivités territoriales, les gestionnaires d'immeubles (publics ou privés), les bailleurs sociaux, les opérateurs du secteur tertiaire, les établissements publics e privés (hôpitaux, universités) et les industriels.

Ci-après sont présentées les fiches descriptives de ces opérateurs. À noter que les informations concernent l'ensemble de la filière des réseaux de chaleur, incluant production et distribution d'énergie. Les chiffres d'affaires sont donnés pour l'année 2017, sauf indication contraire.

CA total
2 850 M€

CA réseaux chaleur/froid
250 M€

Part de marché français
réseaux chaleur/froid
10 %
2,4 TWh livrées
550 km de réseau
125 réseaux

Effectif total
12 500 salariés

Effectif réseaux
chaleur/froid
1 000 salariés

Filiales dédiées en France
50

Année de création du
groupe
2009

Actionnariat
Filiale d'ENGIE
(23,6 % État français, 4 %
salariés, 72,4 % autres
investisseurs)

Siège social
1 Place Samuel de
Champlain
92 930 Paris La Défense

PRÉSENTATION DU GROUPE

ENGIE Cofely est une filiale du Groupe ENGIE détenue à 23,6 % (au 31/08/2018) par l'État français.

Cofely a été créé en 2009 par le regroupement des sociétés Cofathec et Elyo, en reprenant les 3 premières lettres de chaque entreprise. Cette filiale est née dans le cadre du regroupement de GDF et Suez, dans le but de créer un des tous premiers groupes mondiaux de l'énergie. En 2016, Cofely Services devient ENGIE Cofely.

Les savoir-faire de la filiale s'articulent autour des enjeux de la transition énergétique :

- Énergies renouvelables thermiques et électriques
- Performance énergétique et travaux d'efficacité énergétique (Contrats de Performance Énergétique)
- Facility management pour améliorer la performance des services aux bâtiments et aux occupants

ENGIE Cofely gère des réseaux de chaleur et de froid en Île-de-France fournissant moins de 30 GWh/an et des réseaux des autres régions fournissant moins de 120 GWh/an.

CHIFFRE D'AFFAIRES

ENGIE Cofely est une société spécialisée dans les services à l'énergie, mais aussi l'un des leaders de la transition énergétique en France avec notamment plus de 120 réseaux de chaleur avec près de 2,4 TWh de vente. Cette activité représente 10 % de son chiffre d'affaires total.

ENGIE Cofely gère les différents types de contrat de délégation de service public comme exploitant ou comme concessionnaire, mais aussi des contrats privés.

En 2017, ENGIE Cofely a réalisé un chiffre d'affaires de 250 M€ dans les réseaux de chaleur. Le groupe ne détient qu'un seul gros réseau de froid en France.

IMPLANTATION GÉOGRAPHIQUE

Une quarantaine d'agences réparties sur le territoire français gèrent les différents réseaux. ENGIE Cofely gère les opérations de chauffage urbain directement en nom propre hormis le cas des délégations de service public et des dossiers plus importants pour lesquels la collectivité a souhaité la création d'une société dédiée.

MASSE SALARIALE

Un peu plus de 1000 salariés travaillent dans le secteur des réseaux de chaleur et de froid au sein d'ENGIE Cofely. Les projets sont systématiquement montés comme des contrats de type CREM/REM sur les marchés privés avec financement et en DSP sous forme de concession pour les marchés des collectivités.

PRINCIPAUX FOURNISSEURS

Les principaux fournisseurs sont surtout français hormis les fabricants de chaudières. Concernant le terrassement, ce sont de petits fournisseurs locaux qui interviennent.

EXEMPLE DE 3 FILIALES

Epinal Energies et Environnement, créée en 2005, assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau du plateau de la justice située sur la commune d'Epinal ; réseau qui a produit 90 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 5 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

Mâcon Energies Services est la société créée en 2015 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de Mâcon. Ce réseau, long de 40 Km, a produit 120 GWh en 2017 pour un chiffre d'affaire d'environ 6 M€.

Amiens Energies est la SEMOP détenue à 51 % par ENGIE Cofely et qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau d'Amiens long de 45 km qui doit produire 200 GWh par an en 2022.

Carte des agences ENGIE Cofely



Source : Site officiel d'ENGIE Cofely

ACTIVITÉ A L'ÉTRANGER

Le marché international est fait pays par pays, il n'y a plus d'organisation monde.

La principale évolution se situe au niveau des réseaux de froid, avec des investissements importants en Asie et en Moyen-Orient correspondant à des besoins conséquents. La Chine n'est pas concernée pour l'instant.

ACTIVITÉ DE R&D

À Marseille, une nouvelle solution a été développée par les filiales d'ENGIE (ENGIE Cofely Climespace, ENGIE Ineo et ENGIE Axima) pour utiliser l'énergie renouvelable locale : l'exploitation de l'énergie calorifique contenue dans la mer Méditerranée.

Installée sur le Grand Port Maritime de Marseille, la centrale de géothermie marine Thassalia est la première en France et en Europe qui utilise l'énergie thermique marine pour alimenter en chaud et en froid l'ensemble des bâtiments qui lui sont raccordés - 500 000 m² à terme - tout en réduisant de 70 % les émissions de gaz à effet de serre générées.

CA total
187 M€ (2018)

CA réseaux chaleur/froid
172 M€ (2018)

Part de marché français réseaux chaleur/froid
4 %
1,4 TWh livré
275 km de réseau
30 réseaux

Effectif total
350

Effectif réseaux chaleur/froid
265

Filiales dédiées en France
30

Année de création du groupe
1998

Actionnariat
First State Investment

Siège social
10 Allée Bienvenue
93 160 Noisy-le-Grand

PRÉSENTATION DU GROUPE

Créé en 1998 par GDF, Coriance est la propriété du Fonds Infrastructure First State Investment qui gère plusieurs fonds d'investissements, depuis son rachat en octobre 2016. Cette filiale créée par GDF a été revendue en 2008 dans le cadre du regroupement de GDF et Suez, pour éviter que la fusion aboutisse à une concurrence insuffisante dans le secteur.

Les activités du groupe sont centrées autour de deux métiers :

- Conception, financement, construction et exploitation des réseaux de chaleur et de froid (activité principale)
- Services d'efficacité énergétique pour les bâtiments

Coriance exploite 10 opérations de géothermie profonde (26 puits au DOGGER) et 15 chaufferies biomasse.

CHIFFRE D'AFFAIRES

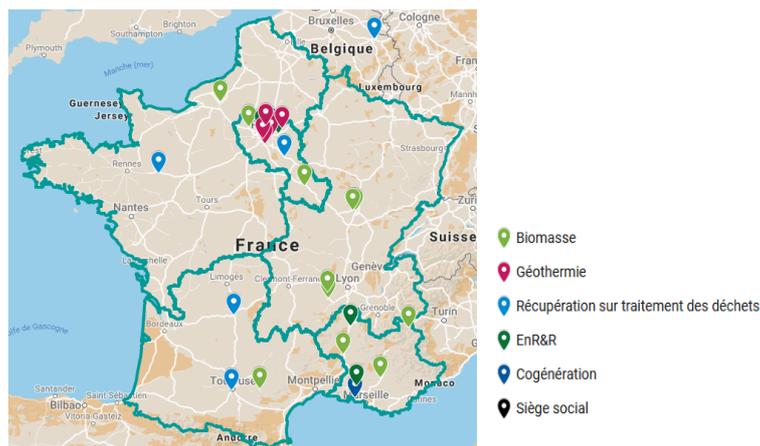
Coriance est une société spécialisée dans l'exploitation des réseaux de chaleur et de froid. Cette activité représente 91% de son chiffre d'affaires total. En 2017, CORIANCE a réalisé un chiffre d'affaires de 160 M€ dans les réseaux de chaleur, entièrement sur le territoire national.

Le chiffre d'affaires lié à l'activité réseaux de chaleur et de froid se décompose comme suit :

- 10 % pour la « Conception, études pré-projet, ingénierie, maîtrise d'œuvre » ;
- 20 % pour la réalisation des installations, en incluant production d'énergie et construction du réseau ;
- 60 % à 70 % pour l'exploitation des réseaux.

FILIALES EN FRANCE

Cinq entités régionales couvrent le territoire et une trentaine de filiales dédiées exploitent les réseaux.



EXEMPLE DE 3 FILIALES EN FRANCE

Eneriance, créée en 2007, est la société qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau du Mirail situé sur la communauté urbaine du Grand Toulouse ; réseau qui a produit 150 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 6 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

Sofrege créée en 2010 assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de Fresnes situé sur la commune de Fresnes ; réseau qui a produit 85 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 5 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

MAEV créée en 2013 assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau du Mirail situé sur la communauté urbaine du Grand Toulouse ; réseau qui a produit 70 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 4 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

MASSE SALARIALE

Le groupe a connu une expansion rapide, puisqu'il est passé de 50 à 340 salariés au cours des 3 dernières années.

Au 31 décembre 2017, le groupe comprenait 340 salariés, dont 265 dans l'exploitation des réseaux de chaleur. L'activité des autres salariés est liée à des services énergétiques rendus en aval des réseaux de chaleur, aux clients en aval du compteur.

La masse salariale représente 10 % à 15 % du compte d'exploitation. La sous-traitance compte pour 5% de la masse salariale. Sur l'ensemble des salariés :

- 91 % sont en CDI ;
- 4 % sont en CDD ;
- 5 % sont dans d'autres cas (prestations de services, sous-traitance).

La répartition par catégorie socioprofessionnelle est la suivante :

- 40 % de cadres ;
- 45 % d'agents de maîtrise ;
- 10 % d'employés ;
- 5 % autres

PRINCIPAUX FOURNISSEURS

Ingénierie conception détaillée	EGIS, SERMET, BERIM
Études préliminaires techniques, économiques et réglementaires	Technisol, SEPOC, EGIS, GPC, CFG
Pompes de distribution primaire	GRUNDFOSS, SAMSON, KSB
Génie civil, VRD, terrassement hors chaufferie	Principalement des entreprises locales : BATI TP, FCTP, HAUT BOUSSIER, SOGEA, ENEO
Travaux spéciaux	Forage géothermie = SMP
Distribution hydraulique – Canalisations primaires	GNT, SPAC, NORD EST TP, ETM, EHTP
Sous-stations	STIC, AGETHERM, MCI
Travaux électriques, matériels électriques et télécom de régulation et automatisation	ACTEMIUM, SPIE, SEEI

ACTIVITE A L'ETRANGER

Le groupe a quelques projets en cours en Europe.

ACTIVITE DE R&D

3 % des employés font de la recherche et développement.

À Laval, le 1er réseau de chaleur en France alimenté par la valorisation énergétique des combustibles solides de récupération (ou CSR) a été inauguré en octobre 2017 par Coriance et la Ville de Laval. Le réseau auparavant alimenté par le gaz est aujourd'hui alimenté à plus de 80 % par des énergies de récupération.

À Toulouse, le 1er réseau de froid alimenté à 100% par la valorisation énergétique des déchets a été inauguré par Coriance et Toulouse Métropole en septembre 2017. Pour passer de la chaleur au froid, des technologies d'absorption sont utilisées pour produire en sous-station de l'eau glacée.

PRÉSENTATION DU GROUPE

Dalkia est issue de la société Chauffage Service, qui avait dépanné les chaudières de l'hôpital de Villiers Saint Denis en 1937 avec la mise en place du premier contrat de performance énergétique. Chauffage Service fusionne dans les années 60 avec la Compagnie Générale de Chauffage, société de génie climatique.

Après une extension forte des réseaux urbains dans les années 70 et une forte croissance en Europe, Dalkia est créé en 1998. En 2014, Dalkia est racheté par EDF pour le marché national et par VEOLIA pour le marché international.

Les activités de Dalkia sont notamment les services énergétiques aux bâtiments et aux industriels, les réseaux de chaleur et de froid et l'installation-conception-réalisation de solutions énergétiques.

Dalkia exploite 539 chaufferies biomasse et une trentaine de doublets géothermiques.

CHIFFRE D'AFFAIRES

Dalkia conçoit, gère et exploite 350 réseaux de chaleur et de froid, activité qui représente 27 % de son chiffre d'affaires total. En 2017, Dalkia a réalisé un chiffre d'affaires de 980 M€ dans les réseaux de chaleur (90 %) et de froid (10 %), quasiment entièrement sur le territoire national.

FILIALES EN FRANCE

Le groupe est organisé en 7 entités régionales autonomes. Dalkia est également actionnaire minoritaire de nombreuses sociétés d'économie mixtes en charge de l'exploitation de réseaux de chaleur et de froid, comme par exemple la Compagnie de chauffage intercommunale de l'agglomération de Grenoble (dont Dalkia possède 24,5 % du capital) ou Nancy Energie (50 % du capital).



Source : Site officiel de Dalkia – agences commerciales, centres opérationnels et filiales

CA total
4 000 M€

CA réseaux chaleur/froid
980 M€

Part de marché français réseaux chaleur/froid
45%
10 TWh livrés
2 200 km réseau
350 réseaux

Effectif total
12 890 salariés

Effectif réseaux chaleur/froid
1 500 à 1 700 salariés

Filiales dédiées en France
Plus de 100

Année de création du groupe
1998

Actionnariat
100 % EDF

Siège social
37 avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny
59350 Saint-André-Lez-Lille

EXEMPLE DE 3 FILIALES EN FRANCE

ECOLIANE est la société créée en 2012 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chaleur de Boulogne-sur-Mer qui a produit 29 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 2,4 M€ en 2017 lié aux ventes de chaleur.

ELYDE est la société créée en 2009 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chauffage urbain de Lyon La Duchère qui a produit 57 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 2,7 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

DIJON ENERGIES est la société créée en 2010 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chaleur de Dijon qui a produit 225 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 12 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

MASSE SALARIALE

Au 31 décembre 2017, le groupe comprenait entre 1 500 et 1 700 salariés dans la filière des réseaux de chaleur et de froid.

Sur l'ensemble des salariés, 96 % sont en CDI, 1 % en CDD et 3 % sont dans d'autres situations (alternances, stagiaires).

La répartition par catégories socio-professionnelles est la suivante : 22 % de cadres, 70 % d'agents de maîtrise, 1 % d'employés, 6 % d'ouvriers.

PRINCIPAUX FOURNISSEURS

Les activités d'études sont souvent sous-traité aux bureaux d'études suivant : NALDEO, SERMET, DEBERIG, MERLIN, SEPOC, GIRUS, I THERM CONSEIL.

ACTIVITÉ A L'ÉTRANGER

Principalement implantée en France depuis la scission des activités française et internationale, DALKIA se redéveloppe à l'international par des acquisitions.

En septembre 2016, DALKIA fait l'acquisition de l'entreprise américaine Groom Energy Solutions LLC, spécialiste de l'efficacité énergétique pour les entreprises.

DALKIA a également racheté l'entreprise polonaise ZEC Katowice et l'activité russe de l'entreprise italienne Fenice (Fenice Rus).

En 2017, Sylvie Jéhanno annonce que l'internationalisation de l'activité est un axe de la stratégie de DALKIA. La société vise un objectif de 50 % de croissance hors France d'ici 2022.

En octobre 2017, DALKIA annonce l'acquisition en Pologne de la société Matex Controls, une PME spécialisée dans le génie climatique pour les bâtiments industriels et tertiaires.

ACTIVITE DE R&D

DALKIA développe de nouvelles technologies avec le soutien de la R&D d'EDF et en partenariat avec des start-up. Dans ce cadre, les pompes à chaleur connaissent de nouvelles évolutions dans les températures qu'elles produisent et leurs usages.

De nombreuses innovations se font également dans les énergies de récupération, qui sont notamment produites par les serveurs informatiques qu'il faut refroidir de façon constante. Si la concentration de ces ressources dans les data centers permet leur valorisation à travers des réseaux de chaleur, le « *edge computing* » (ou data center décentralisé) rend possible le développement de chaudières numériques dans les sous-sols des bâtiments exploités par DALKIA.

Le froid fatal par absorption et le développement de chaudières gaz thermodynamiques révolutionnaires comme Boostheat permettent de valoriser des potentiels d'énergies renouvelables jusque-là inaccessibles.

DALKIA développe également, avec le soutien de la R&D d'EDF des nouveaux outils de prévisions de charges et de conduite optimisée de ses réseaux, le tout en temps réel et sur base d'intelligence artificielle.

PRESENTATION DU GROUPE

ENGIE France Réseaux est une business unit du Groupe ENGIE.

ENGIE France Réseaux conçoit, finance, construit et exploite des infrastructures décentralisées de production et de distribution d'énergie par réseau de chaleur, de froid et d'électricité. Près de 50% de l'énergie distribuée est d'origine renouvelable et de récupération.

ENGIE France Réseaux intervient en France Métropolitaine, à Monaco, à La Réunion et dans les pays d'Outre-mer où elle exerce aussi des activités de services : Polynésie française et Nouvelle Calédonie ainsi que Wallis-et-Futuna et Vanuatu. Elle gère les grands réseaux de chaleur et de froid d'ENGIE (CPCU, CLIMESPACE, et ENGIE Réseaux (50 grands réseaux de chaleur et froid en France)).

CHIFFRE D'AFFAIRES

ENGIE France Réseaux réalise un chiffre d'affaires de 1,5 milliard d'euros dont 950 M€ dans les réseaux de chaleur et de froid.

FILIALES EN FRANCE

ENGIE Réseaux exploite 50 réseaux de chaleur et froid, en Ile-de-France, Bretagne et en Bourgogne Franche-Comté avec plus de 4 TWh livrés par an et 900 km de réseaux.

Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU), exploite et développe le plus grand réseau de chaleur de France avec 5,2 TWh livrés par an, plus de 500 km de réseaux soit près de la moitié du chiffre d'affaire du Groupe.

CLIMESPACE exploite et développe le plus important réseau de froid d'Europe avec 0,5 TWh livrés par an et plus de 70 km de réseaux.

CA total
1 500 M€

CA réseaux chaleur/froid
950 M€

Part de marché français
réseaux chaleur/froid
9,7 TWh livrés
1 500 km de réseau
52 réseaux de chaleur

Effectif total
3 700 salariés

Effectif réseaux chaleur/froid
1 500 salariés

Filiales dédiées en France
65 filiales

Année de création du groupe
2009

Actionnariat
Filiale 100% ENGIE

Siège social
1, place Sameul de Champlain
92930 Paris La Défense

EXEMPLE DE 3 FILIALES EN FRANCE

SCDC est la société, créée en 1954, qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de Chambéry ; réseau qui a produit 250 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 20 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

CHALON'ENERGIE est la société, créée en 1962, qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de Chalon-sur-Saône ; réseau qui a produit 130 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 18 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

ENORIS est la société, créée en 2014, qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau ENORIS, long de 34 km qui alimente en chauffage et en eau chaude 23 000 eqL sur les communes de Massy et d'Antony. Le réseau a produit 280 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire de 22 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

MASSE SALARIALE

Au 31 décembre 2017, le groupe comprenait 3700 salariés. Sur l'ensemble des salariés, 91 % sont en CDI, 6 % sont en CDD, 3 % sont en intérim. Par ailleurs, 4 % des salariés sont en apprentissage.

ACTIVITÉ A L'ÉTRANGER

ENGIE France réseaux n'est pas présent à l'étranger. Toutefois, le groupe ENGIE est présent à l'étranger et a investi près de 2 Milliards d'euros en 2017 en Amérique latine, Asie Pacifique, Amérique du Nord et Moyen Orient avec par exemple les réalisations ci-dessous :

En Italie, à Aoste, le réseau de chaleur de la ville, conçu, construit et exploité par ENGIE, utilise l'énergie fatale produite par une aciérie voisine.

En Espagne, ENGIE exploite le premier réseau de chaud et de froid du pays, Districlima, à Barcelone, qui valorise notamment la chaleur issue du traitement des ordures ménagères tant pour la production de chaleur que pour celle d'eau glacée.

À Lisbonne, le réseau de chaud et de froid opéré par Climaespaço est reconnu pour être le premier réseau de distribution centralisée d'énergie thermique à l'échelle urbaine.

Aux Philippines, ENGIE exploite, dans le cadre d'une joint-venture, une usine centralisée de refroidissement d'eau qui approvisionne une dizaine de bâtiments du Northgate Cyberzone, un parc dédié aux technologies de l'information.

Aux États-Unis, ENGIE et son partenaire Axium ont remporté une concession de 50 ans pour assurer la gestion de l'énergie de l'Université de l'Ohio, l'un des plus grands campus universitaires du pays avec 485 bâtiments.

Grâce à une prise de participation dans Tabreed, un acteur majeur des réseaux urbains de climatisation dans les pays du Golfe, ENGIE se positionne comme leader mondial indépendant des réseaux urbains de froid.

ACTIVITE DE R&D

ENGIE Réseaux a mis au point un système breveté « Résealution » qui, après un état des lieux du réseau réalisé à l'aide d'une caméra thermographie infrarouge, permet de programmer des campagnes de maintenance préventive. Cette gestion par anticipation aide à la maîtrise des coûts d'entretien et génère des économies sur les consommations.

Par ailleurs, un Système d'Information Géographique, SIG, gère et analyse les données techniques du réseau et permet la surveillance de travaux de tiers à proximité du tracé du réseau.

CA total
890 M€

CA réseaux chaleur/froid
150 M€

Part de marché français
réseaux chaleur/froid
8 %

42 réseaux de chaleur

Effectif total
3 600 salariés

Effectif réseaux
chaleur/froid
350 salariés

Filiales dédiées en France
42

Année de création du
groupe
1963

Actionnariat
Antin Infrastructure Partners

Siège social
148 Route de la reine
92100 Boulogne-Billancourt

PRESENTATION DU GROUPE

IDEX a été créé en 1963. Sous le nom d'Industrielle d'exploitation du Chauffage, la société s'est spécialisée dans la gestion des systèmes de chauffage. IDEX est détenu par Antin Infrastructure Partners depuis juillet 2018. Antin est un important fonds indépendants européen, spécialisé dans l'investissement en infrastructure. IDEX exerce des activités dans les secteurs de l'efficacité et de la performance énergétique, du génie climatique et électrique et des réseaux de chaleur et de froid avec des clients privés et publics.

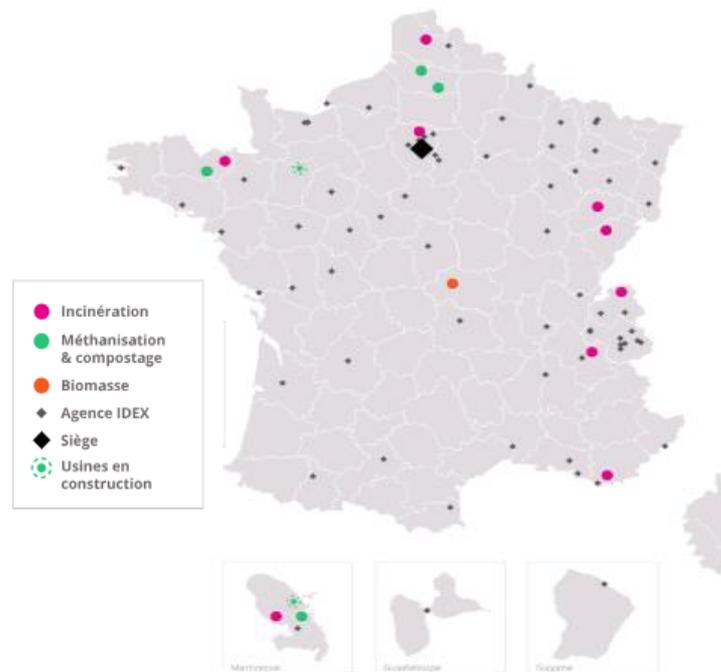
Le groupe exploite 160 chaufferies biomasse, 14 unités de valorisation énergétique, 15 unités de méthanisation (dont certaines en cours de développement) et quelques doublets géothermiques permettant notamment d'alimenter les réseaux de chaleur attenants.

CHIFFRE D'AFFAIRES

L'activité réseau de chaleur et de froid représente un peu plus de 15 % de son activité totale. IDEX réalise 150 M€ de chiffres d'affaires dans les 42 réseaux de chaleur et de froid exploités en France en 2017.

FILIALES EN FRANCE

IDEX exploite le réseau de chaleur et de froid de la Défense au travers de sa filiale dédiée ENERTHERM. Ce réseau d'une longueur de 24 km pour le chaud et 14 km pour le froid fournit 250 GWh de chaud et 125 GWh de froid par an grâce à une grande partie de canalisations installées en galeries techniques. L'utilisation d'une thermofrigopompe permet d'atteindre un taux d'énergie renouvelable de 25 % avec une ambition d'aller au-delà dans les années à venir.



Source : Site officiel d'IDEX

EXEMPLE DE 3 FILIALES EN FRANCE

Enertherm est la société créée en 2001 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de la Défense situé sur les communes de Courbevoie et Nanterre qui a produit 375 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire d'environ 40 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

Zephyre est la société créée en 2012 qui assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau du quartier de l'Escaillon situé sur la commune de Toulon qui a produit 45 GWh en 2017 soit un chiffre d'affaire d'environ 5 M€ en 2017 lié aux ventes d'énergie.

Novaé assure le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chaleur de Nord Chézine de Nantes Métropole qui devrait produire 90 GWh en 2020 pour 32km de réseaux.

MASSE SALARIALE

En 2017, le groupe comptait 3600 salariés, dont 350 pour l'exploitation des réseaux de chaleur qui est leur seule activité dans ce domaine.

ACTIVITÉ A L'ÉTRANGER

Le groupe n'est pas présent à l'international et ce n'est pas prévu pour l'avenir.

ACTIVITÉ DE R&D

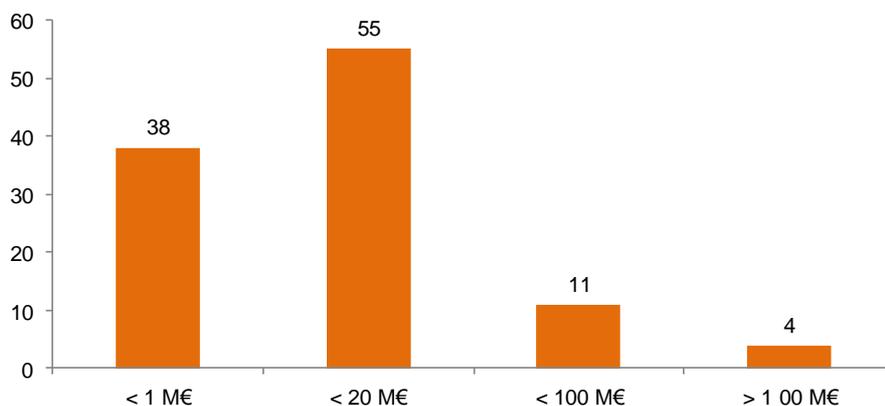
Les évolutions vont concerner la relation avec l'utilisateur, avec plus d'informations individuelles pour l'utilisateur, et une amélioration des services à l'utilisateur final. Des améliorations sont à attendre également sur le stockage de l'énergie et sur le pilotage intelligent.

3.5.2 Bureaux d'études

3.5.2.1 Chiffre d'affaire

Environ 110 bureaux d'études sont répertoriés comme ayant une activité au moins partiellement liée aux réseaux de chaleur et de froid. 46 ont répondu à l'enquête ADEME, représentant un chiffre d'affaires RCF de 27 M€.

Figure 27. Répartition des bureaux d'études intervenant sur les RC&F, selon le CA total

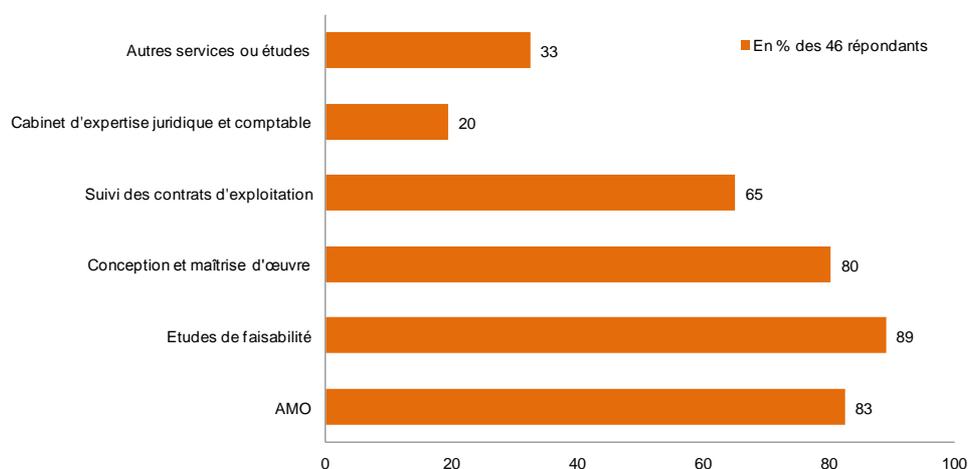


Ce sont majoritairement de petites structures, un tiers réalise moins d'un million d'euros de CA, la moitié entre 1 et 20 M€ de chiffres d'affaires. Le secteur compte également 4 « poids lourds » dont le CA global dépasse 100 M€ : ARTELIA bâtiment et industrie, ARTELIA ville&transport, INGEROP Conseil Ingénierie et ALMA CG. Ces entreprises n'ont pas répondu à l'enquête, mais la part de leur CA consacré aux réseaux de chaleur est de moins de 5 %.

Les activités des bureaux d'études interrogés dépassent largement le cadre des réseaux de chaleur : sur les 46 répondants, seulement 10 % avaient un chiffre d'affaires principalement consacré aux réseaux de chaleur et de froid (à plus de 80 %).

A l'exception des cabinets d'expertise juridique et comptables, tous les bureaux d'études intervenant dans la filière réalisent des études de faisabilité, de l'AMO et de la conception de réseau. Plus de la moitié des BE répondants font du suivi de contrat d'exploitation.

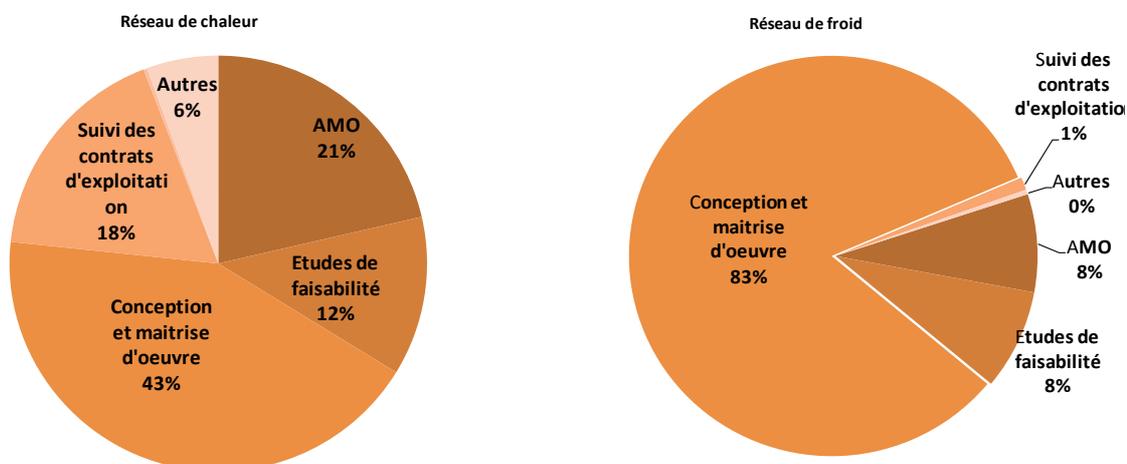
Figure 28. Activités liées aux réseaux de chaleur et de froid présentes dans les bureaux d'études spécialisés (%)



En 2017, le chiffre d'affaires réalisé en lien avec les réseaux de distribution de chaleur et de froid est estimé à environ 118 millions d'euros, 7 millions d'euros à l'exportation. Remarquons que ce chiffre d'affaires inclut les études et services en lien avec la production de chaleur pour alimenter les réseaux,

pas seulement la partie « distribution ». Environ 10 % de ce chiffre d'affaires est consacré aux réseaux de froid.

Figure 29. Répartition du chiffre d'affaires « études et services » lié aux réseaux de distribution de chaleur et de froid en 2017 (% du CA)



Dans le cas des réseaux de chaleur, moins de la moitié (43 %) du chiffre d'affaires des bureaux d'études est liée à la conception et à la maîtrise d'œuvre de travaux, qu'il s'agisse de nouveaux réseaux, d'extensions de réseaux existants, voire de travaux de très gros entretiens. Les études de faisabilité représentent 12 % du chiffre d'affaires. Le soutien aux collectivités, que ce soit lors du suivi des contrats d'exploitation ou pour l'assistance à maîtrise d'ouvrage, représente autant que les études de conception : 18 % du CA est consacré au suivi des contrats, 21 % pour l'assistance à la maîtrise d'œuvre. Les « autres » services (6 % du CA) sont notamment les audits, les études d'approvisionnement énergétiques et les schémas directeurs, voire de l'assistance aux appels d'offres pour les opérateurs privés.

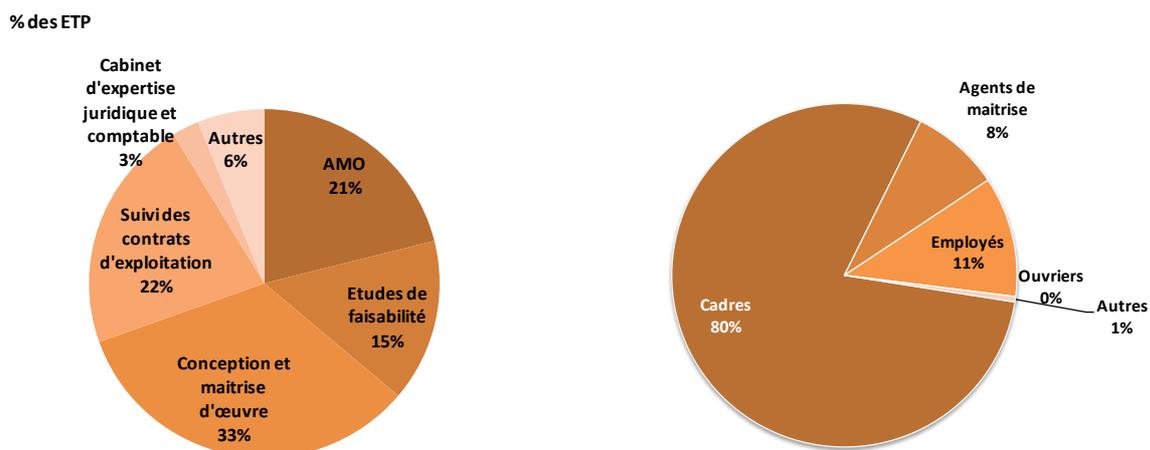
Les études et services en lien avec les réseaux de froid sont pour l'instant beaucoup moins diversifiés, la filière étant moins mature : 83 % relèvent de la conception et de la maîtrise d'œuvre, 8 % des études de faisabilité. Le suivi des réseaux en cours d'exploitation n'est pas pour l'instant une activité très développée pour les réseaux de froid.

3.5.2.2 Emplois

Le nombre d'emplois estimé pour les activités liées aux réseaux de chaleur et de froid est d'environ 1 000 ETP. Ces ETP incluent les études et services liés au réseau lui-même, mais également à la production de chaleur, à l'optimisation énergétique.

Les cadres représentent 80 % des ETP des bureaux d'études, 11 % sont des employés et 9 % des agents de maîtrise. Les emplois sont majoritairement des emplois pérennes : 83 % des personnes ont un contrat à durée indéterminée, 6 % ont un contrat à durée déterminée et 11 % ont un autre statut (stagiaires ou alternance).

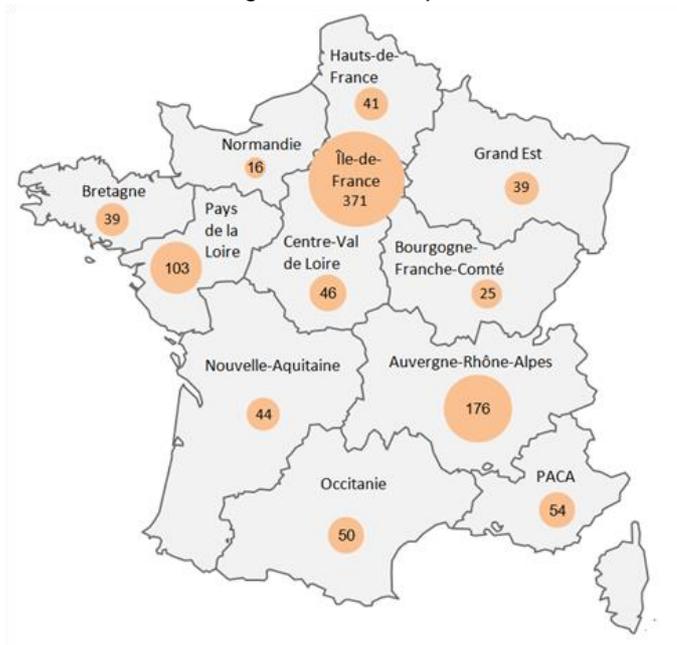
Figure 30. Répartition des ETP du réseau de chaleur et de froid selon la profession et le type d'activité



Une grande partie des ETP des bureaux d'études se trouve dans la région Île-de-France, région dans laquelle se trouvent les réseaux les plus importants et région de prédilection des bureaux d'études.

Les bureaux d'études sont également très présents en région Rhône-Alpes et dans les Pays de Loire.

Figure 31. Distribution régionale des emplois dans les bureaux d'études (ETP)



Les ETP se répartissent conformément au chiffre d'affaires : conception et la maîtrise d'œuvre (35 %), le suivi des contrats d'exploitation (22 %), assistance à maîtrise d'ouvrage (22 %) et études de faisabilité (14 %).

3.5.2.3 Coûts de quelques prestations

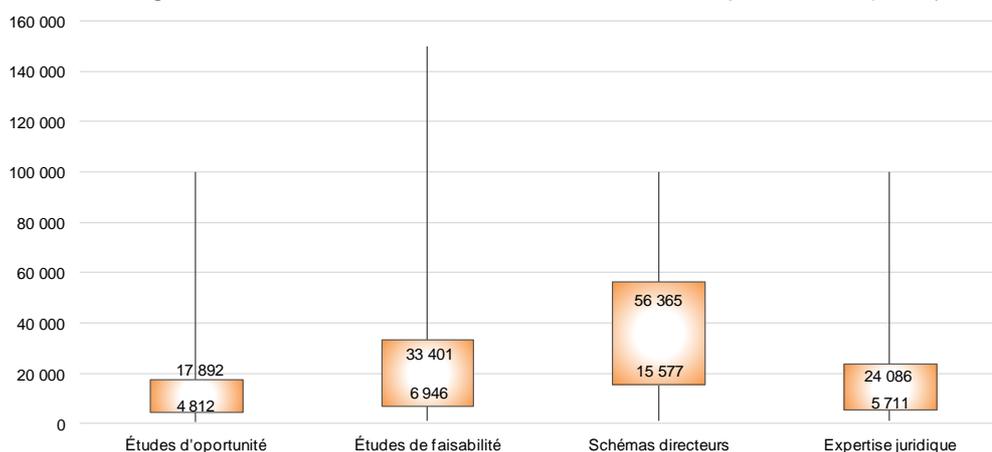
Les études d'opportunité consistent à évaluer la pertinence de mise en place d'un réseau de chaleur ou de froid sans rentrer finement dans les détails de l'évaluation économique et du dimensionnement technique. Le coût de ces études est estimé de 5 000 à 18 000 € HT.

Les études de faisabilité, plus détaillées que les précédentes, sont situées dans une fourchette allant de 7 000 € à 33 500 € HT. En fonction de la taille des projets, les coûts peuvent aller jusqu'à 100 000 € HT.

Les schémas directeurs commandités par les maîtres d'ouvrage publics propriétaires des infrastructures réseaux consistent à partir d'un état des lieux de l'existant à définir la stratégie de développement d'un réseau à moyen terme alimenté par des énergies renouvelables. L'étude met en avant des scénarii technico-économiques de développement et évalue également la faisabilité juridique. Son coût est estimé entre 15 500 et 56 000 € HT.

Le graphique ci-dessous représente les minima et moyennes des prix « minimum » déclarés, ainsi que les maxima et moyennes des prix maxima déclarés par les bureaux d'études. Des disparités importantes expliquent des situations de taille et de complexité variées des réseaux de chaleur et de froid.

Figure 32. Fourchette des coûts de certaines prestations (€ HT) *



(* Les bureaux d'études ont été interrogés sur les coûts de certaines prestations spécifiques aux réseaux de chaleur et de froid. Des prix minima et maxima pour les études d'opportunité, de faisabilité, les schémas directeurs et les expertises juridiques ont été demandés.

3.5.2.4 Difficultés de recrutement et évolutions technologiques

Un peu plus d'un tiers des répondants²⁸ rencontrent des difficultés de recrutement pour des projets liés aux réseaux de chaleur et de froid. En particulier, le recrutement d'ingénieurs et de techniciens expérimentés dans les réseaux de chaleur serait difficile pour 43% des répondants. De plus, pour 14% d'entre eux, le recrutement de constructeurs, installateurs et concepteurs serait compliqué. Ceci serait dû à un manque d'expérience dans le domaine et à un manque de formations ciblées. En ce qui concerne les compétences, 29% des répondants peinent à recruter dans le domaine de la conception et le suivi de réalisation de projet et 14% dans l'assistance à maîtrise d'ouvrage et les études de faisabilité.

Plus de 80% des sondés estiment qu'il y aura des évolutions technologiques durant les cinq prochaines années. Sont notamment citées les évolutions suivantes :

- Optimisation du taux de couverture EnR&R grâce au stockage de la chaleur
- Amélioration de l'expérience utilisateur des abonnés (interfaces en ligne...)
- Optimisation des réseaux avec une meilleure utilisation des technologies de régulation, le couplage chaud/froid avec l'usage de thermofrigopompes, le couplage des réseaux chaleur/électricité...

3.5.3 Les équipementiers

3.5.3.1 Acteurs français

Les acteurs regroupés ici représentent les activités de fabrication ou de distribution d'équipements spécifiquement utilisés pour la fabrication des réseaux de chaleur et de froid (tubes, sous-stations préassemblées, échangeurs à plaques, petit hydraulique, pompes primaires, systèmes de régulation et de transmission). **34 entreprises sont actives sur ces maillons de la chaîne de valeur en France, dont 19 distributeurs** ou représentants de fabricants étrangers **et 12 fabricants. Dans cette catégorie**

²⁸ 20 bureaux d'études ont répondu à l'enquête

sont également répertoriés 3 installateurs, c'est-à-dire des entreprises spécialisées dans les solutions tout en 1.²⁹

Les fabricants français sont présents dans le secteur des échangeurs de chaleur et la fabrication de sous-stations préassemblées (skid). On compte également 5 fabricants de pompes de relevage. Un fabricant français est spécifiquement positionné sur la fabrication de tubes pré-isolés (INPAL).

Les tubes pré-isolés sont proposés par de nombreux distributeurs (10), avec des marques telles que CALPEX du groupe BRUGG, ou Axiom Tubes.

Les principaux fabricants de tubes pré-isolés sont :

- BRUGG (Suisse) connu notamment pour ses tubes flexibles « CALPEX » ;
- LOGSTOR (Danemark) implanté au Danemark, en Finlande, en Pologne, en Roumanie et en Suède ;
- THERMAFLEX connu pour ses tubes en PEB/PER (Pays-Bas) ;
- ISO PLUS (Allemagne) ;
- WANNITUBE (France) ;
- INPAL (France) ;
- MICROFLEX (filiale France du groupe européen WATTS INDUSTRIE).

Les principaux fabricants de pompes de distribution primaire sont :

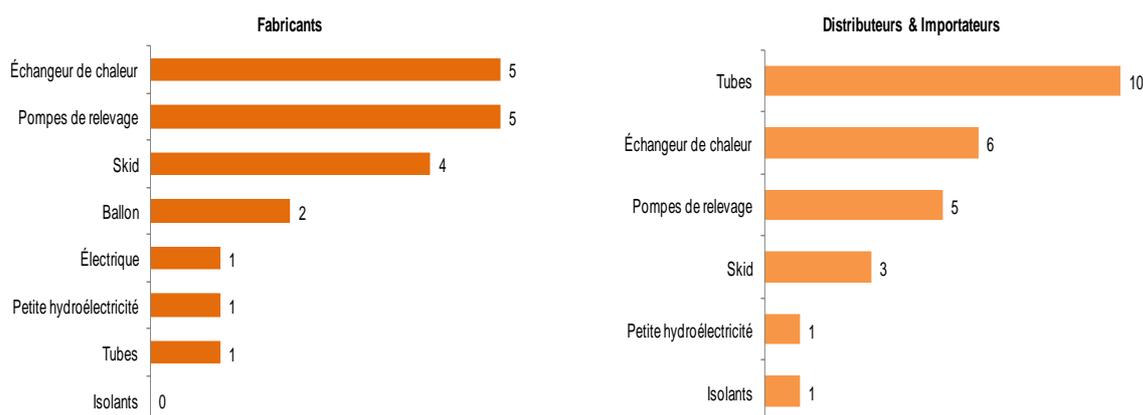
- GRUNDFOS, groupe danois avec un site de fabrication en France ;
- SALMSON, entreprise française ayant un site de production à Laval ;
- XYLEM, entreprise américaine.

Les principaux fabricants d'échangeurs de chaleur sont notamment :

- FUNKE (Allemagne) ;
- SONDEX (Danemark, avec un site de production en France) ;
- BARRIQUAND (France, avec 2 sites industriels de fabrication) ;
- CIAT (France).
- SPIREC (France)

Concernant la fabrication de sous-stations préassemblées, DANFOSS est une entreprise danoise proposant des modules de type SKID.

Figure 33. Nombre de fabricants français, distributeurs et importateurs selon la catégorie de produits



29 Sur ces 34 entreprises, une dizaine a répondu à l'enquête ADEME. Les informations présentées sont une compilation des résultats de l'enquête et des informations financières sur les entreprises. Les distributeurs et importateurs ont peu répondu à l'enquête et il est difficile d'évaluer leur chiffre d'affaires dans la filière.

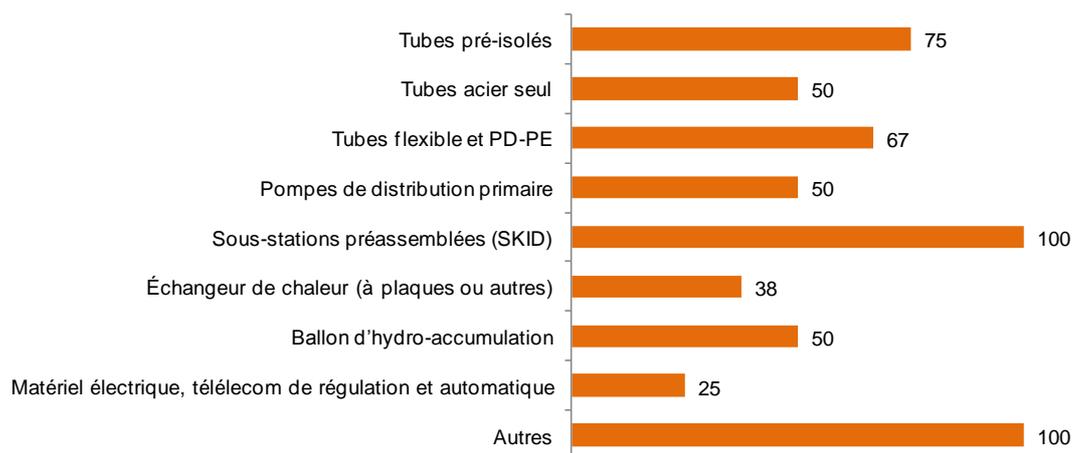
3.5.3.2 Chiffre d'affaire français, imports et exports

Les fabricants représentent en France en 2017 entre **40 et 70³⁰ Millions d'euros de chiffres d'affaires dans la filière réseaux de chaleur, dont 7 à 20 millions d'euros à l'exportation.**

Trois installateurs proposent des solutions « tout en 1 » pour le montage des sous-stations, T.S.INDUS, MCI, LOGSTOR France. Ils représentent un chiffre d'affaires de 13 millions d'euros.

Les exportations représentent moins de 10% du chiffre d'affaires. Elles sont à destination des pays frontaliers tels que la Suisse ou la Belgique. Elles concernent trois types de composants, les sous-stations préassemblées, les pompes de distribution primaires et les tubes pré-isolés.

Figure 34. Taux moyen d'importation des matériaux pour les distributeurs et installateurs



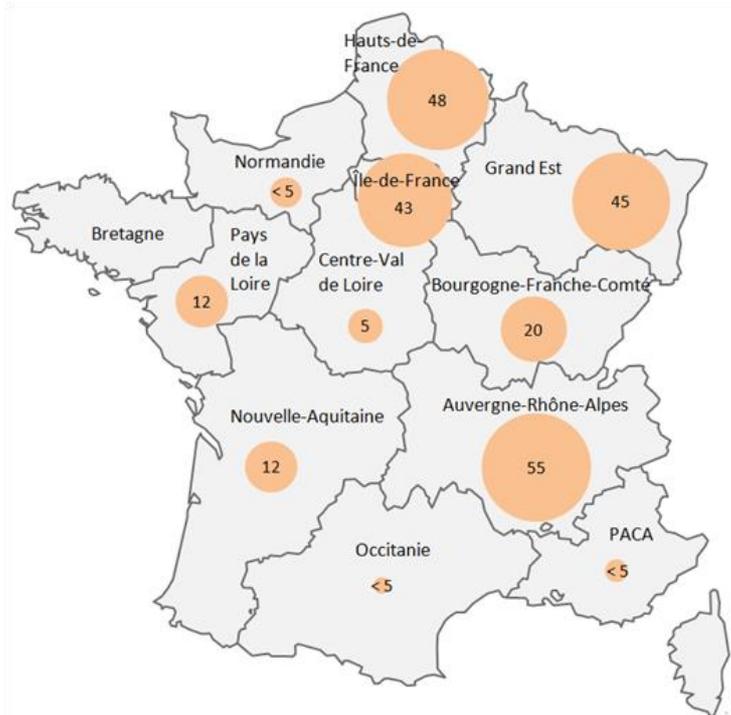
Malgré la présence de fabricants français, notamment plusieurs fabricants / assembleurs de skids, les produits vendus par les distributeurs sont majoritairement des produits importés. Ces distributeurs sont souvent les représentants de fabricants étrangers.

3.5.3.3 Emplois

250 ETP sont recensés chez les fabricants travaillant dans la filière des réseaux de chaleur et de froid. Plus de 80% d'entre eux sont en CDI et près de 22% sont des cadres. Les distributeurs et importateurs emploient environ 120 ETP.

³⁰ Fourchette large due à un nombre de répondants insuffisant pour estimer un chiffre exacte (3 répondants)

Figure 35. Distribution régionale des emplois directs des fabricants



3.5.3.4 Activité en croissance et difficultés de recrutement

Près de 90 % des équipementiers estiment qu'ils auront du mal à recruter dans les prochaines années ; 55 % ressentent déjà des difficultés. Les causes évoquées sont le manque de compétences techniques acquises dans les formations, ainsi que la méconnaissance du secteur.

Pour les années récentes, comme pour les 3 prochaines années à venir, les équipementiers et distributeurs sont majoritairement optimistes et envisagent une croissance du secteur réseau de chaleur. Certains signalent toutefois des difficultés liées à une concurrence croissante et à la centralisation des achats.

Les évolutions notables des dernières années concernent le développement des modules préfabriqués et l'introduction de technologies de régulation et de suivi permettant le contrôle à distance des réseaux de distribution.

Concernant les activités de recherche et développement, deux fabricants déclarent y consacrer une part importante de leur budget (plus de 10 %). Les efforts portent sur l'automatisation et la régulation en vue d'optimiser les rendements énergétiques des réseaux.

3.5.4 Entreprises de travaux

3.5.4.1 Nombreux acteurs locaux et quelques très grands groupes

Dans cette partie ont été regroupées les entreprises de travaux, à la fois les entreprises de génie civil et les canalisateurs. Les entreprises de génie civil sont notamment sollicitées pour les travaux de VRD et interviennent en amont des entreprises de pose et en aval une fois que le réseau de distribution est en place. Il s'agit également des travaux de fonçage et des micro-tunneliers. Les canalisateurs réalisent la pose des canalisations.

Les travaux liés aux réseaux de chaleur et de froid concernent au minimum **63 entreprises**³¹. Ce marché étant très local, près de 80 % des entreprises de travaux travaillent dans leur région. Aux entreprises recensées s'ajoutent donc des entreprises locales.

De très grandes entreprises de génie civil interviennent également dans ces travaux.

3.5.4.2 Chiffre d'affaire français

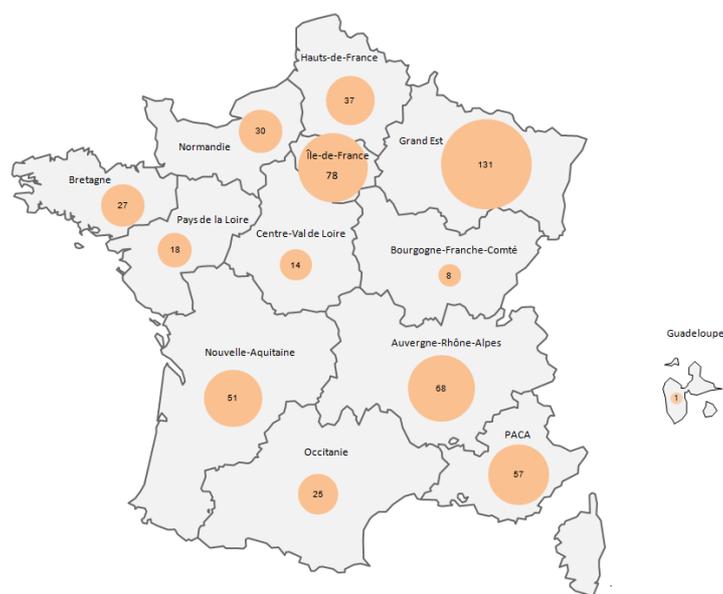
De très grands acteurs figurent parmi les entreprises de travaux publics susceptibles d'intervenir sur la voirie : 7 entreprises dépassent des CA totaux de 100 M€, dont un acteur majeur des canalisations, la SADE. Les réseaux de chaleur et de froid constituent une faible part de leur chiffre d'affaires³².

En recoupant les estimations du modèle et celles de l'enquête, le chiffre d'affaires total lié aux réseaux de distribution de chaleur et de froid en 2017 pour les entreprises de génie civil est estimé **entre 80 et 100 M€**. Le chiffre d'affaire à l'export est très faible (moins de 1 % du CA global).

3.5.4.3 Emplois

Les ETP consacrés aux réseaux de chaleur et de froid pour les entreprises de génie civil sont estimés aux alentours de 500 ETP.

Figure 36. Répartition des emplois de génie civil



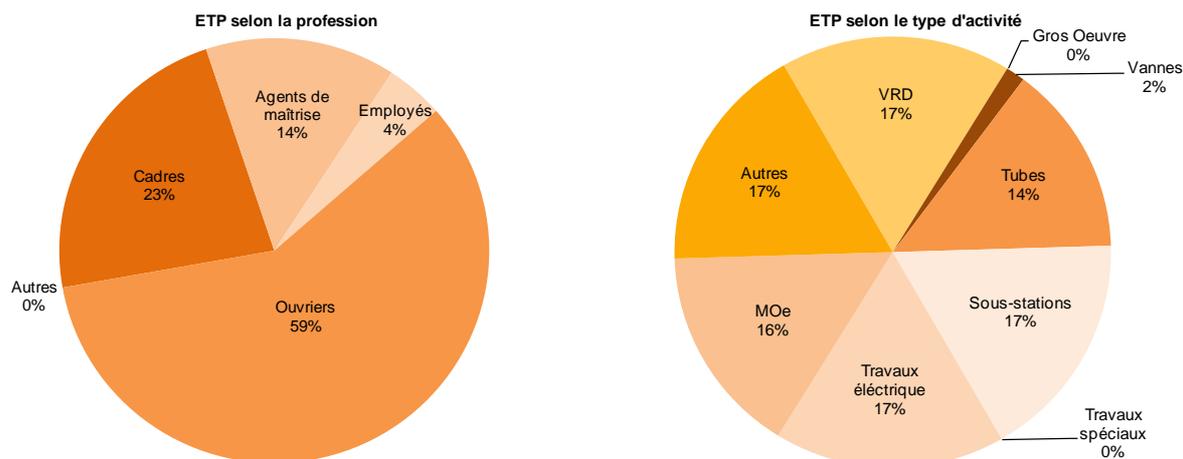
Les emplois des entreprises de travaux ont été répartis en fonction de la situation des établissements des entreprises répertoriées. Il s'agit davantage d'un vivier d'emplois que d'emplois effectivement occupés sur les réseaux de chaleur et de froid en 2017.

La très grande majorité des ETP réseaux de chaleur/froid occupent un poste en CDI (88 %) et 11 % d'entre eux en CDD.

31 12 ont répondu à l'enquête ADEME.

32 Parmi les grands acteurs, seule la SADE a répondu à l'enquête.

Figure 37. Répartition des ETP réseaux de chaleur et froid pour les entreprises de travaux selon la profession et le type d'activité



Les entreprises de travaux ne sont pas spécialisées dans la filière. Seul un des répondants est spécialisé dans le domaine des réseaux de chaleur et de froid. Les autres sont des entreprises de génie civil généralistes.

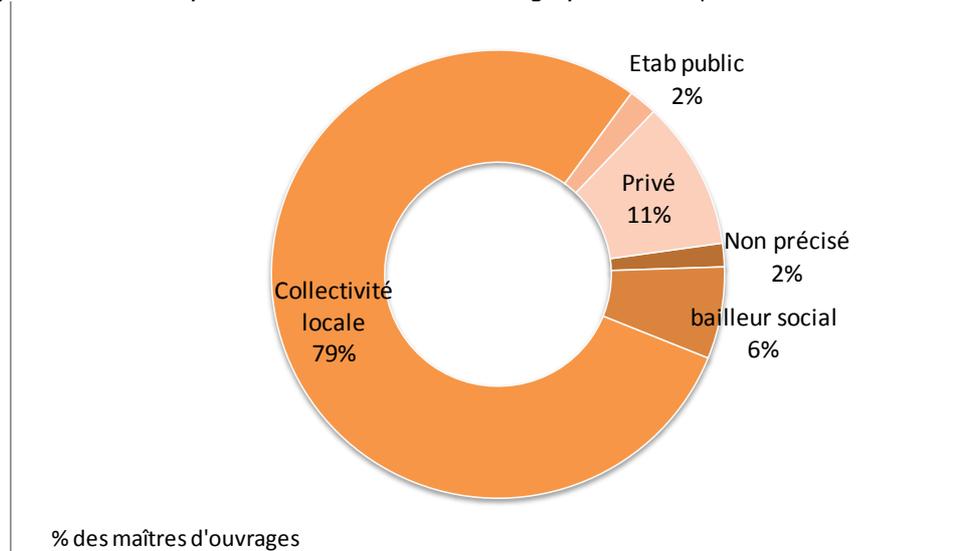
Ces entreprises n'ont pas de difficultés à recruter contrairement aux autres entreprises de la filière.

3.5.5 Maîtres d'ouvrages

3.5.5.1 Une majorité de maîtres d'ouvrages publics

Les 760 réseaux sont détenus par 589 maîtres d'ouvrage qui sont à 80 % des collectivités locales (dont 57% de communes, 5% de communautés de communes, 6% de syndicats, 3% de métropoles...). Dans 6 % des cas, les bailleurs sociaux sont directement propriétaires des réseaux de chauffage. Des établissements publics peuvent également être maîtres d'ouvrage, universités ou hôpitaux. Enfin, dans 11 % des cas, les réseaux sont privés, c'est-à-dire détenus par des syndicats de propriétaires ou des aménageurs privés par exemple.³³

Figure 38. Répartition des maîtres d'ouvrage par nature (% des maîtres d'ouvrages)



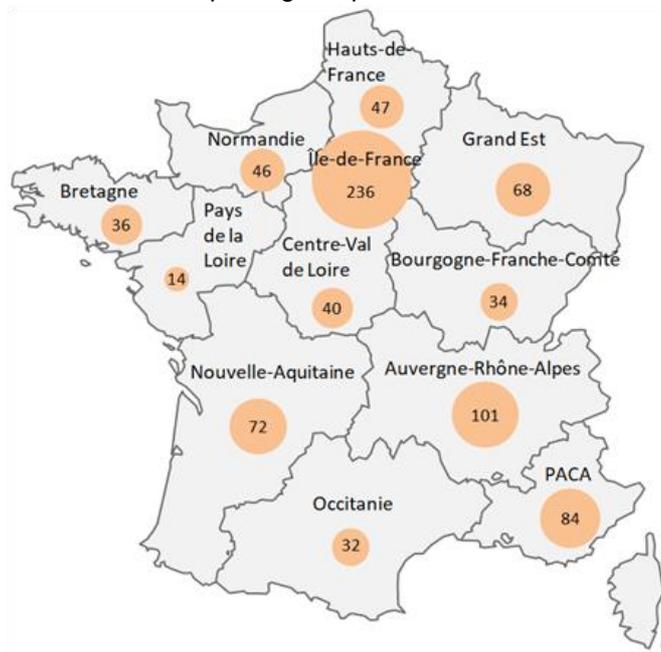
Source : Base des réseaux

³³ La base sur les maîtres d'ouvrage a été constituée à partir d'une liste de 749 réseaux de chaleur et de froid établie par l'ADEME, dans laquelle ont été dénombrés près de 589 maîtres d'ouvrage, certains maîtres d'ouvrage étant en charge de plusieurs réseaux de chaleur ou de froid. 199 maîtres d'ouvrage ont répondu à l'enquête, pour 5,55 TWh de chaleur livrée.

3.5.5.2 Emplois

En 2017, on estime à plus de **800 ETP** le personnel chargé du suivi des réseaux de chaleur et de froid chez les maîtres d'ouvrage. Cette estimation inclut le personnel chargé de l'entretien maintenance dans certaines collectivités dont le réseau est géré en régie.

Figure 39. Distribution des ETP par régions pour le suivi des réseaux de chaleur et de froid



Chez les maîtres d'ouvrage public, 1,3 ETP en moyenne sont affectés à la filière des réseaux de chaleur et de froid, dont les trois quarts sont statutaires. En régie on estime qu'1,4 ETP en moyenne sont affectés à un réseau de chaleur et de froid tandis qu'en concession on estime à 1,1 ETP le nombre d'ETP moyen. Dans le privé, ce chiffre s'élève à 3,2 ETP par entreprise dont près de 90 % sont en CDI³⁴.

Les difficultés de recrutement sont peu fréquentes : seulement 8% des maîtres d'ouvrages signalent de problèmes de ce type, à l'heure actuelle ou pour le futur. Les raisons invoquées concernent la difficulté à trouver certaines qualifications et le manque d'attractivité du poste (dû souvent à la localisation).

Les emplois difficiles à pourvoir sont les emplois de techniciens spécialisés. De plus, certains maîtres d'ouvrages ont évoqué les difficultés à recruter des personnes aux compétences multiples, à la fois techniques, juridiques et économiques.

³⁴ Le CCIAG (Compagnie de Chauffage Intercommunale de l'Agglomération Grenobloise) a été traitée de manière individuelle pour ne pas fausser les ratios d'emploi. La CCIAG emploie 105 ETP pour exploiter le réseau de Grenoble dont 25% assure le suivi du réseau et 75% l'exploitation et la maintenance du réseau.

4 COÛTS DES RESEAUX DE CHALEUR EN FRANCE

Cette partie propose une estimation du coût complet de production et de distribution de la chaleur en France (coûts d'investissements et d'exploitation-maintenance) et de sa sensibilité selon les caractéristiques techniques (densité thermique, type de fluide, diamètre des canalisations...) et économiques (durée de vie, taux d'actualisation)³⁵ des projets.

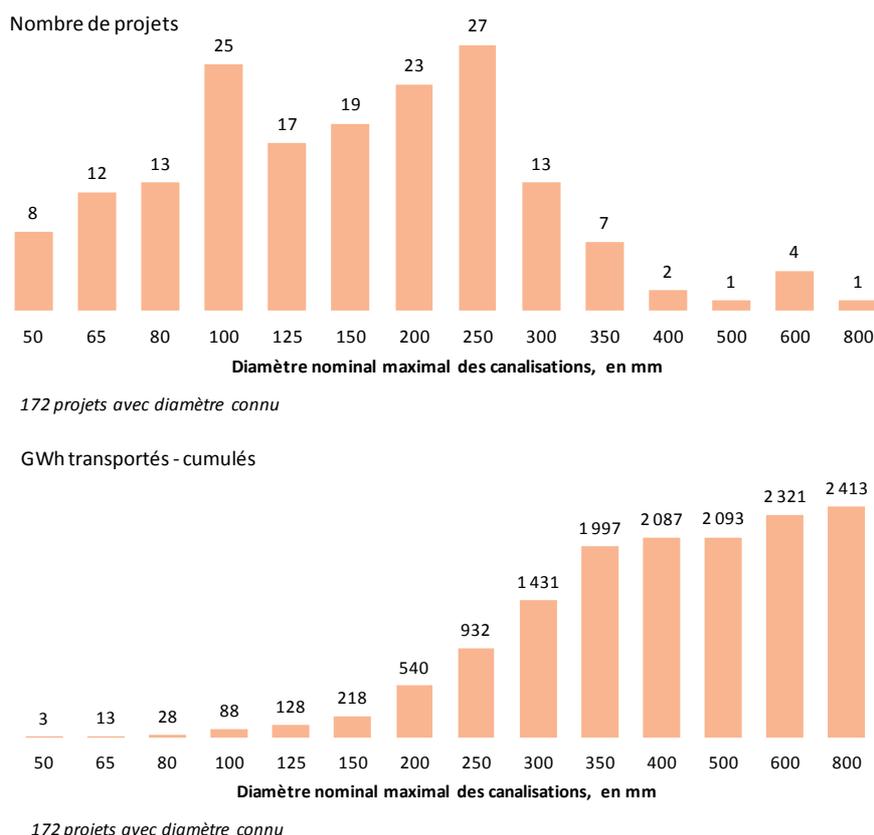
4.1 Coûts d'investissement

Les CAPEX (CAPital EXpenditures) correspondent aux investissements nécessaires à la construction des réseaux de chaleur ou de froid.

4.1.1 Caractéristiques techniques des réseaux créés

Entre 2013 et 2017, 202 réseaux de chaleur ont été créés pour une livraison prévisionnelle de 2,75 TWh. Ces nouveaux réseaux s'étendent sur environ 545 km.³⁶ Ces réseaux sont majoritairement destinés au chauffage de logements collectifs (et individuels) ou de bâtiments tertiaires et publics (83% des projets, 93% des mètres installés). 94% des projets (96% des mètres) sont alimentés par un fluide circulant à « basse température » (<110°C).

Figure 40. Projets de création de réseaux de chaleur selon le diamètre maximum des canalisations installées : nombre de projets et énergie transportée cumulée



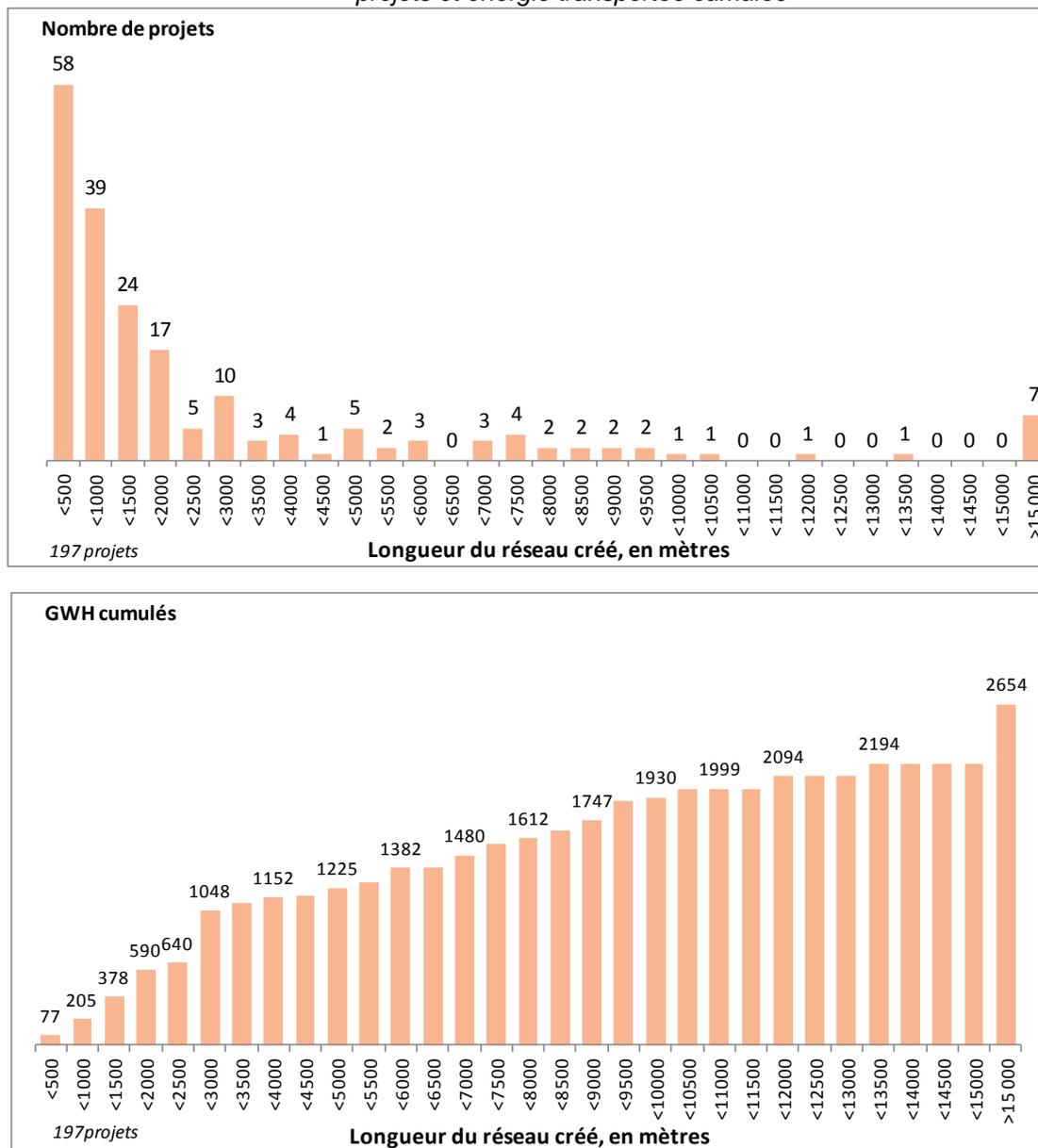
³⁵ Ces évaluations de coût s'appuient principalement sur deux sources : les projets de création de réseau du fonds chaleur de 2013 à 2017 pour les coûts d'investissements (CAPEX), et une enquête auprès des maîtres d'ouvrage pour les coûts d'exploitation (OPEX). Les résultats doivent être analysés au regard de la représentativité des données par rapport au parc des réseaux de chaleur (projets récents du Fonds Chaleur dans le cas des CAPEX, enquête pour les OPEX) et, dans le cas des OPEX, de la nature déclarative des informations transmises par les personnes interrogées, qui n'ont pas été auditées.

³⁶ Les CAPEX réseau sont calculés grâce aux données du Fonds Chaleur de l'ADEME pour les projets engagés entre 2013 et 2017.

Les autres projets sont agricoles (11% des projets, 4% des mètres) ou industriels (6% des projets, 3% des mètres).

La moitié des projets de création mesurent moins d'un kilomètre mais représentent moins de 8% de la chaleur livrée. 21% des réseaux de chaleur créés ont une longueur comprise entre 1 km et 3 km, soit 32% de la chaleur livrée. Enfin, 21% des réseaux créés sont supérieurs à 3 km et fournissent 60% de l'énergie totale.

Figure 41. Projets de création de réseaux de chaleur selon la longueur du réseau : nombre de projets et énergie transportée cumulée



42% des réseaux (un quart de l'énergie livrée) ont une densité prévisionnelle comprise entre 1,5 et 3 MWh/ml. 26% des réseaux (30% de l'énergie livrée) ont une densité prévisionnelle comprise entre 3 et 6 MWh/ml. 10% des réseaux (12% de l'énergie livrée) ont une densité prévisionnelle comprise entre 6 et 9 MWh/ml.

Figure 42. Projets 2013-2017 de création de réseau de chaleur selon la densité thermique prévue : nombre de projets et chaleur transportée cumulée

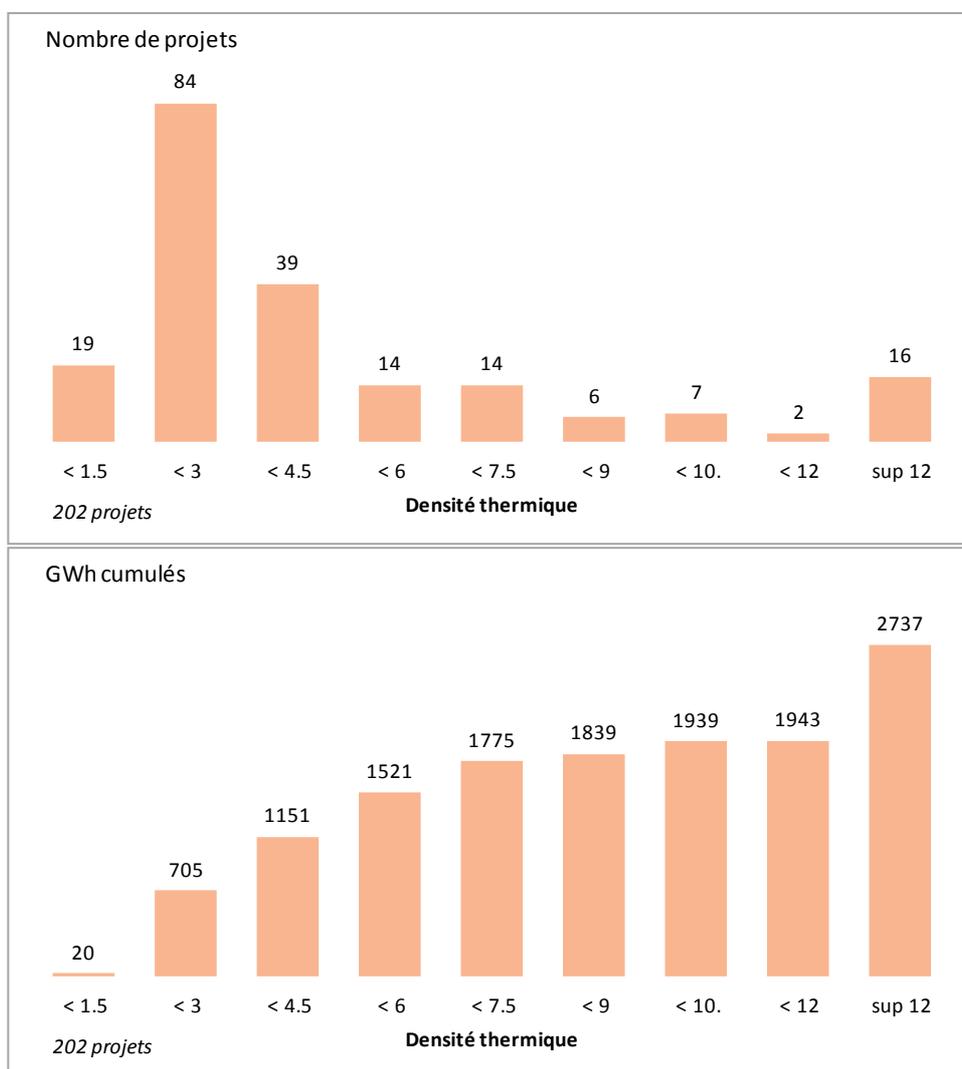
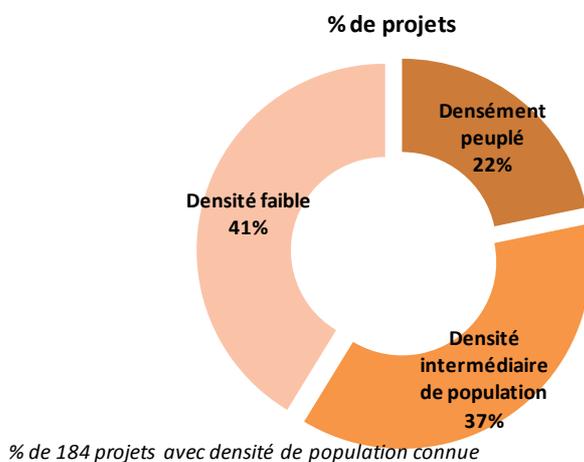


Figure 43. Répartition des projets de création de réseau selon la densité de population entre 2013 et 2017



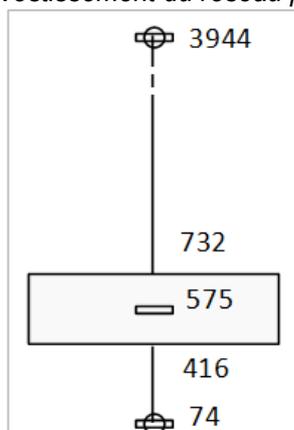
4.1.2 Coûts des projets de création

Dans cette section, les coûts sont présentés en €/ml. Les comparaisons effectuées entre diverses situations ne présagent en rien la compétitivité du prix de vente de chaleur une fois la quantité d'énergie circulante considérée (€/MWh).

Situé en moyenne autour de 2 M€ par projet, les coûts de création d'un réseau de chaleur varient en fonction de la taille du projet. La moitié des projets a un coût situé entre 190 000 € et 2,15 M€. Le cumul des investissements entre 2013 et 2017 est de 410 millions d'euros pour la distribution primaire. Afin de s'affranchir de la taille des projets, l'étude est faite en analysant les coûts unitaires (€/ml).

Les coûts moyens d'investissements des projets de création de réseau de chaleur sont de 670 €/ml et la médiane est située à 575 €/ml. La moitié des projets de création de réseau de chaleur a un coût moyen situé entre 416 et 732 €/ml.³⁷

Figure 44. Coût d'investissement du réseau primaire par mètre linéaire



Source : ADEME – Fonds chaleur

Le coût (€/ml) est très significativement lié au diamètre des canalisations et à la densité thermique et à la densité de population. La densité des sous-stations et la puissance souscrite ne sont pas corrélées de manière significative au coût unitaire du réseau. Les réseaux en haute pression (projets industriels) coûtent en moyenne 2,3 fois plus chers (plus de 1 800 €/ml) que les réseaux basse pression.

Tableau 1. Variables corrélées au coût par mètre pour les réseaux basse pression³⁸

	Coefficient de corrélation de Pearson	Significativité
Densité thermique (MWh/ml/an)	0.41	***
Diamètre maximum des canalisations (mm)	0.33	***
Degré de densité de peuplement ³⁹	0.32	***
Quantité annuelle de chaleur livrée (MWh/an)	0.29	***
Coût total du réseau de distribution (€)	0.22	***
Puissance souscrite (kW)	0.10	-

Les graphiques ci-dessous montrent les dispersions de coûts observées en fonction des différentes caractéristiques des projets urbains (à destination d'usagers résidentiels et/ou tertiaire) et confirme les corrélations précédentes. **Il est important de noter qu'il s'agit de coûts exprimés en €/ml et que pour évaluer la compétitivité du coût de revient, il est nécessaire de considérer la quantité de**

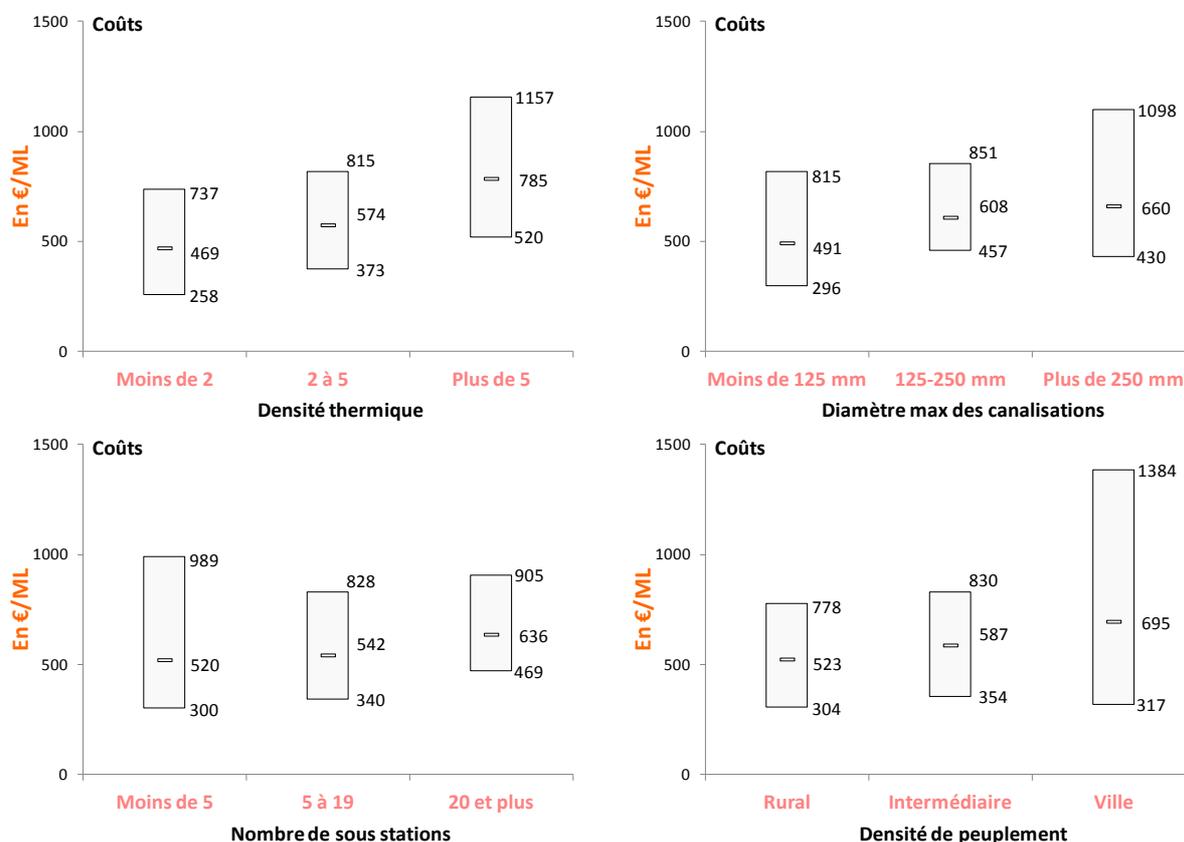
³⁷ Projet SWAC Polynésie et réseaux de froid exclus. Sur les 7 projets de coût au mètre supérieur à 2 000 €, 5 concernent des réseaux de chaleur industriel et 2 sont des réseaux urbains avec des densités thermiques très élevées. Les trois projets « basse pression » sont relatifs à des projets de récupération de chaleur fatale industrielle. Parmi les 9 projets dont le coût est inférieur à 200 €/ml, 6 ont des composantes agricoles (avec méthanisation). Ce sont de petits réseaux de moins d'1 km, de faible densité thermique. Quand le diamètre de canalisation est connu, il est inférieur à 100 mm, sauf dans un cas où il est égal à 250 mm.

³⁸ Les variables explicatives ont été sélectionnées parmi les données Fonds Chaleur de l'ADEME disponibles.

³⁹ Les densités de population proviennent de l'INSEE. Des carreaux de 1km² sont construits. Une commune est urbaine si elle fait partie d'une zone agglomérée de plus de 50 000 habitants et que la majorité des carreaux contient plus de 300 habitants (soit 300 hab/km²). Une commune est intermédiaire avec les mêmes conditions de densité dans une zone agglomérée de moins de 50 000 habitants. Les autres communes (celles ne contenant pas une majorité de carreaux à plus de 300 habitants/km²) sont désignées comme peu denses.

chaleur qui transite afin d'obtenir un ratio en €/MWh (cf. partie 4.3). En effet, de manière générale, on recherche des réseaux de chaleur à forte densité thermique afin de diminuer l'impact de l'amortissement des investissements sur le coût de revient de la chaleur exprimé en €/MWh.

Figure 45. *Dispersion du coût par mètre en fonction des caractéristiques du réseau pour les projets urbains en création (médiane, 10^{ème} centile, 90^{ème} centile)*



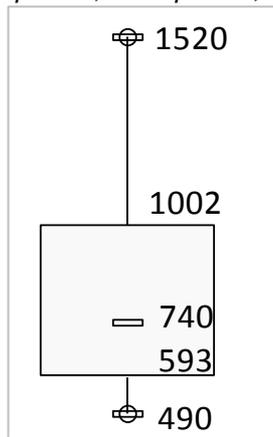
4.1.3 Coûts des projets d'extension

La taille des projets est très variable, de moins de 200 k€ à près de 6 M€ avec une médiane à 1,17 M€ et la moitié des projets situés entre 340 k€ et 2,39 M€. Ces projets concernent presque exclusivement des bâtiments résidentiels ou tertiaires sauf un projet agricole et un projet industriel. Entre 2012 et 2017, le coût total des 176 extensions de réseaux de chaleur s'élève à 426 millions d'euros et 488 km de réseau construit.⁴⁰

Les coûts moyens par mètre linéaire des projets d'extension de réseau de chaleur s'élèvent à 873 €/ml, la médiane étant à 740€/ml. La moitié des projets a un coût situé entre 593 €/ml et 1002 €/ml. Comme pour les créations de réseau, le coût des extensions est fortement corrélé à la longueur de réseau créé.

⁴⁰ Données Fonds Chaleur :

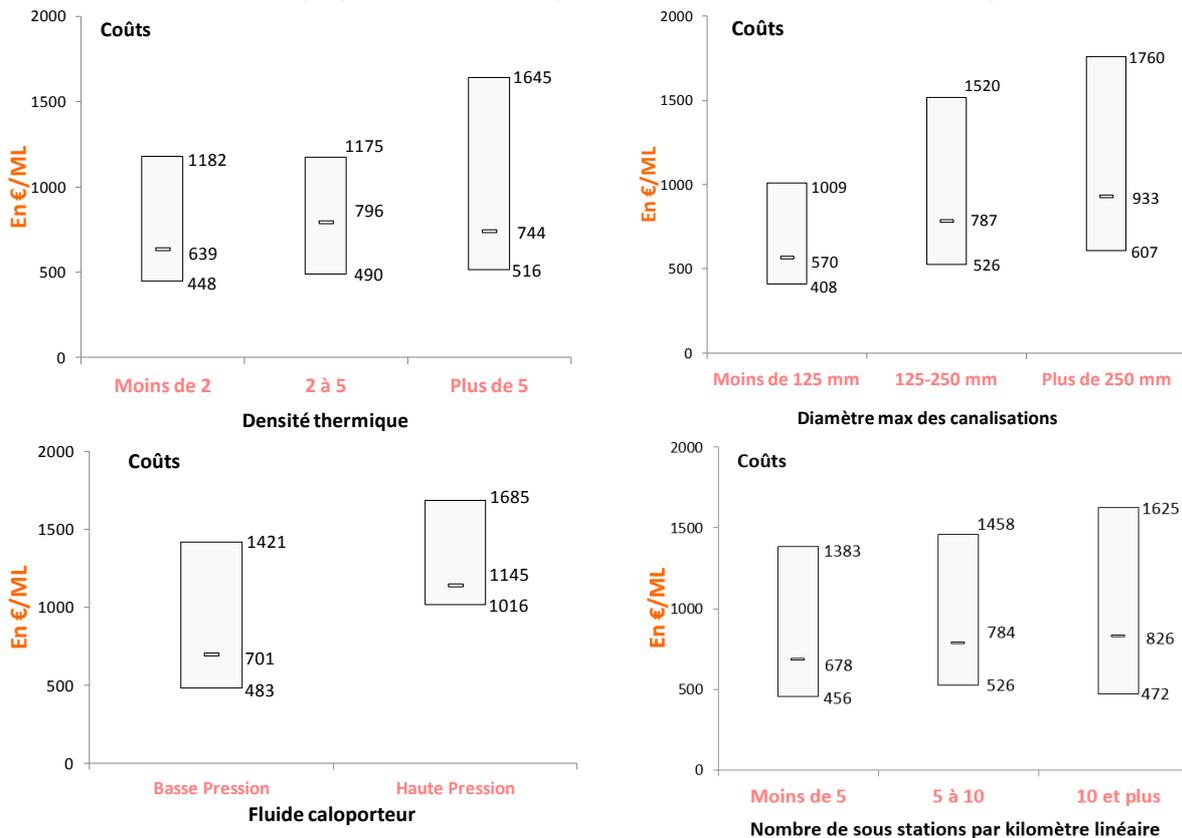
Figure 46. Coût d'extension des réseaux (€/ml)
(médiane, 1^{er} quartile, 3^{ème} quartile, 1^{er} décile et 9^{ème} décile)



A taille de canalisation comparable, le coût des extensions se rapproche de celui des créations de réseau : la médiane est à 570 € pour les petites canalisations, contre 495 € dans le cas des créations, 787 € contre 724 €/ml dans le cas des canalisations moyennes (125 à 250 mm max) et 933 €/ml contre 990 €/ml dans le cas des canalisations de plus large diamètre.

Les graphiques ci-dessous montrent les dispersions de coûts observées en fonction des différentes caractéristiques de projet au moment de leur extension.

Figure 47. Dispersion du coût par mètre en fonction des caractéristiques du réseau pour les projets en extension (médiane, 10^{ème} centile, 90^{ème} centile)

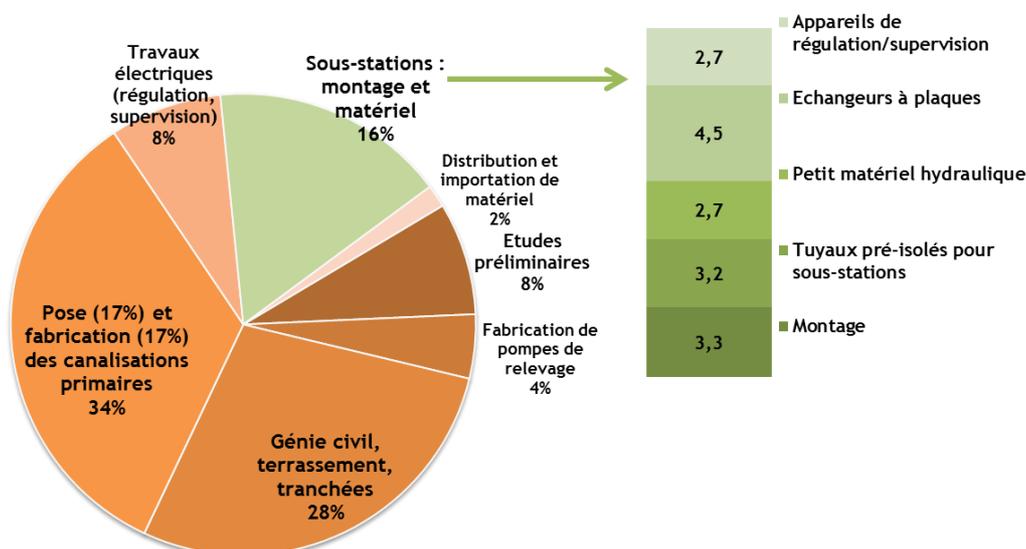


4.1.4 Répartition du coût en fonction des maillons

Les trois postes majeurs de dépenses lors de la construction d'un réseau de chaleur sont la pose et la fabrication des canalisations (34%), le génie civil (28%) et les sous stations (16%). Les

études préliminaires sont estimées à 8 % du coût total et les travaux électriques comptent également pour 8% du total. Les pompes de relevage (4,5 %) et la marge des distributeurs et importateurs (2 %) constituent le reste des dépenses.⁴¹

Figure 48. Répartition des CAPEX des réseaux de chaleur selon les maillons de la chaîne de valeur



Source : enquête ADEME 2018

4.2 Charges d'exploitation

Les OPEX (OPerational EXpenditures) sont les charges d'exploitation des réseaux de chaleur et de froid.⁴² Elles sont réparties comme suit :

- Achat de chaleur et de combustibles ou « P1 »
- Conduite, petit entretien et maintenance ou « P2 »
- Gros entretien et renouvellement ou « P3 »
- Frais de fonctionnement divers (assurance, frais délégués si concession et frais divers)
- Taxes et redevances (redevances d'occupation des sols, redevance de suivi et contrôle de la concession etc.)

A ces coûts d'exploitation viennent s'ajouter les **charges financières et les amortissements** ou « P4 » ainsi que l'**impôt sur les sociétés** pour former le total des charges.

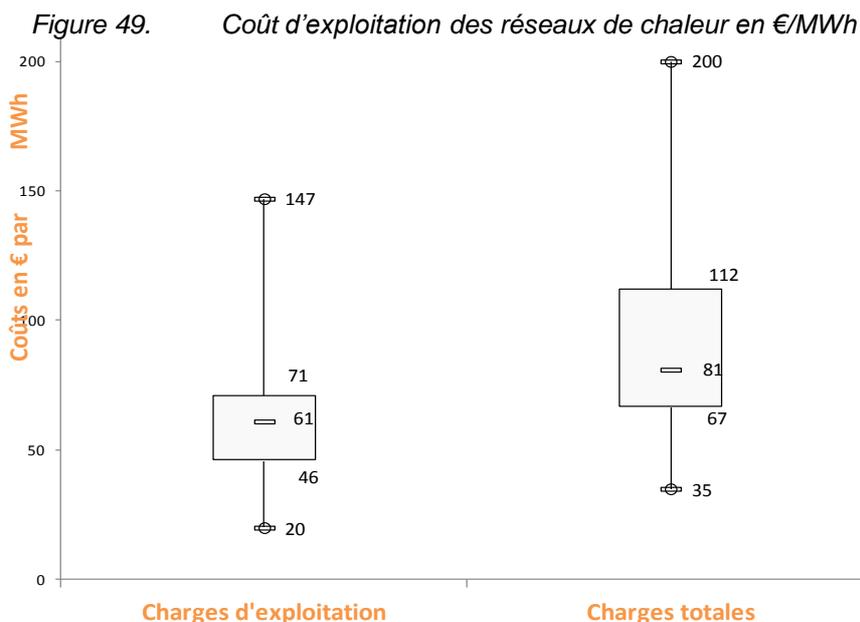
4.2.1 Charges d'exploitation production et distribution primaire

Dans cette section, les OPEX présentés incluent des coûts concernant à la fois la distribution et la production de chaleur. Les coûts de production apparaissent à travers les composantes P1 (combustible) ainsi que le P2 et P3 (exploitation et la maintenance de la chaufferie par exemple).

Les charges d'exploitation représentent 70% des charges totales. Les charges d'exploitation (production et distribution) sont en moyenne de 61 €/MWh et se situent, pour la moitié des réseaux interrogés, entre 46 €/MWh et 71€/MWh.

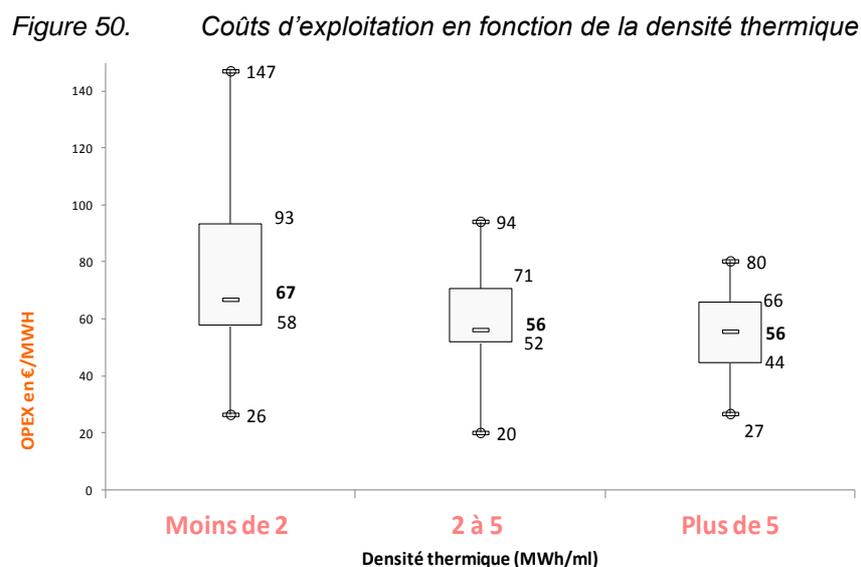
⁴¹ L'enquête réalisée a permis d'analyser les CAPEX de réseaux créés à partir de 2013 de 29 maîtres d'ouvrages, pour des projets ayant coûté en moyenne 4,39 M€, dont 2,38 M€ pour la production de chaleur et 2,01 M€ pour le réseau de distribution primaire.

⁴² L'analyse des coûts d'exploitation s'appuie sur les résultats de l'enquête menée auprès des maîtres d'ouvrage. L'enquête réalisée par IN NUMERI a permis d'analyser les OPEX de 75 maîtres d'ouvrages, ayant livré 1,57 TWh de chaleur en 2017 et représentant environ 400 kilomètres de réseau. Les réseaux enquêtés sont globalement représentatifs de l'ensemble des réseaux. Pour plus d'information sur la comparaison entre l'échantillon enquêté et les données du SDES, se référer à l'annexe 1.



Source : enquête ADEME 2018

Les coûts d'exploitation sont en valeur médiane 16% plus élevés pour les réseaux dont la densité thermique est faible (moins de 2 MWh/ml) comme le montre le graphique ci-dessous. Le calcul du coefficient de Pearson confirme cette corrélation.⁴³



Source : enquête ADEME 2018

4.2.2 Charges d'exploitation distribution primaire seule

Une partie des charges d'exploitation est dédiée à l'entretien et à la maintenance du réseau de distribution primaire (c'est-à-dire en excluant la production de chaleur). Les estimations réalisées sur les parts de P2 et de P3 spécifiques à la distribution reposent sur les données d'enquête.⁴⁴

⁴³ Coefficient de corrélation de Pearson = -0,30893

⁴⁴ Analyse basée sur 70 réponses à l'enquête Ademe. Il a été demandé aux maîtres d'ouvrage de répartir les coûts d'exploitation entre les coûts liés au réseau de distribution et les coûts liés à la production de chaleur. Les hypothèses retenues ci-dessous s'appuient sur les réponses d'une quinzaine de maîtres d'ouvrage, ainsi que l'analyse de rapports de délégués. Consulter les explications en annexe pour plus de détails.

Le coût d'exploitation (P2 + P3) lié à l'entretien et à la maintenance des réseaux de distribution primaire est de l'ordre de 7 à 11 €/MWh livrés. Le P2 représente entre 85 et 90% du cout d'exploitation (P2 + P3) lié au réseau de distribution.⁴⁵

La structure des OPEX n'est pas identique en concession et en régie. En concession, la collectivité collecte les redevances de suivi et de contrôle de la concession ainsi que la redevance d'occupation du domaine public (voir détails dans la section 2.4). Par ailleurs, des « frais concessionnaires » estimés à 3,8 €/MWh sont facturés à la collectivité et couvrent des couts divers (comptabilité, gestion etc.). Les coûts d'exploitation du réseau de distribution sont estimés à 9 €/MWh pour les régies et 10,1 €/MWh pour les délégations.⁴⁶

Parmi les données disponibles, les caractéristiques des réseaux de chaleur ayant le plus d'influence sur le cout d'exploitation lié à la distribution primaire seule sont :

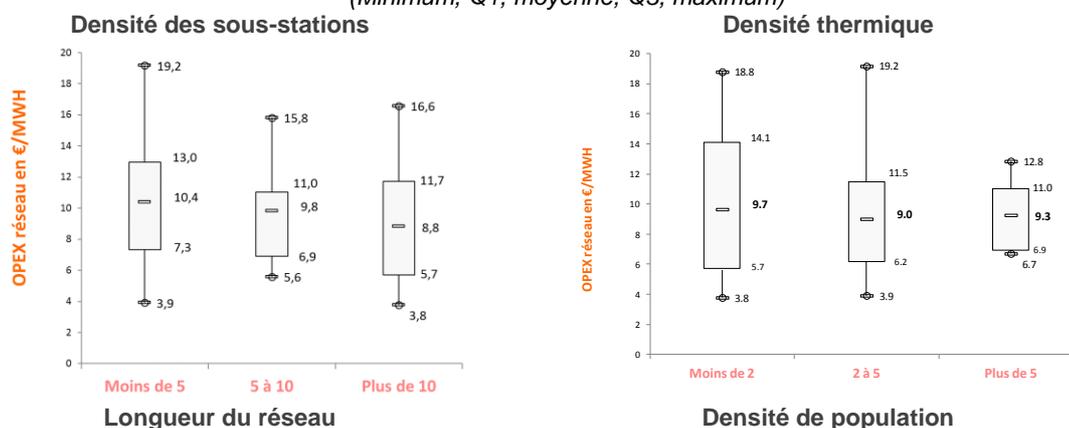
- Le nombre de points de livraisons et la longueur totale du réseau : plus le réseau est grand avec de nombreuses sous-stations, plus le cout d'exploitation augmente
- La longueur totale du réseau : plus le réseau est grand, plus le cout d'exploitation augmente
- La densité thermique :

Par ailleurs, les réseaux situés en zone rurale présentent des coûts d'exploitation –maintenance plus faibles que la moyenne (inférieurs d'environ 3 €/MWh)

Tableau 2. Variables corrélées aux OPEX de distribution primaire

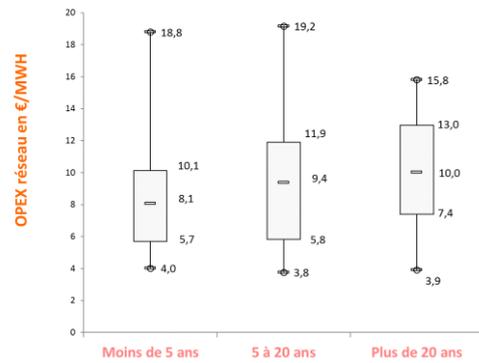
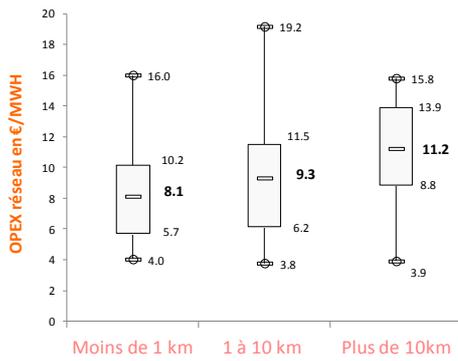
	Coefficient de corrélation de Pearson	Significativité
Longueur totale du réseau (km)	0.3924	***
Age du réseau (année)	0.23227	**
Densité de peuplement	0.19316	**
Densité de sous-stations sst/kml	-0.17345	*
Densité thermique (MWh/kml)	-0.1054	*

Figure 51. Evolution des OPEX de distribution primaire selon quelques facteurs (Minimum, Q1, moyenne, Q3, maximum)



⁴⁵ Cette estimation est vérifiée dans les quatre cas où la chaleur du réseau était totalement achetée. Ces cas sont particulièrement intéressants dans la recherche d'évaluation de coûts uniquement liés à la part « distribution ». Leurs coûts d'exploitation (P2+P3) s'élevaient en moyenne à 11 €/MWh.

⁴⁶ Moyennes pondérées basées sur l'analyse des réponses exploitables de 42 réseaux de chaleur en concession (1,2 TWh livrés) et 28 réseaux en régie (0,25 TWh).



4.3 Coût moyen actualisé

4.3.1 Paramètres du coût moyen actualisé

Cette section présente une analyse du coût complet moyen actualisé⁴⁷ du réseau de distribution (en €/MWh livrés), de ses différents composants (part des CAPEX et des OPEX...) ainsi que sa sensibilité à différents paramètres⁴⁸ tels que :

- Diamètre maximum des canalisations (en millimètres)
- Densité thermique (chaleur livrée par mètre linéaire)
- Longueur de réseau (en mètre ou kilomètres linéaires)
- Urbanisation (issue de l'INSEE)
- Type de distribution (agricole, résidentiel-tertiaire ou industriel)

Au-delà des hypothèses de CAPEX et d'OPEX en fonction des types de projet, le coût moyen annuel est très lié aux paramètres de financement et au taux d'actualisation.

Les coûts présentés sont hors taxes et hors aide publique.

⁴⁷ Le coût moyen actualisé de production de la chaleur permet d'estimer le coût en euros d'un mégawattheure de chaleur produit par un actif, actualisé sur le nombre d'année de sa durée de vie. Le coût prend en compte les investissements réalisés pour l'installation (CAPEX), ainsi que les coûts d'exploitation et de maintenance annuels (OPEX). Ces dépenses sont ensuite divisées par la production de chaleur annuelle attendue de l'actif. Enfin, les coûts et la production estimés sont actualisés selon un taux dépendant des coûts de financement observés sur le marché.

$$\text{Coût de production} = \frac{\sum \text{coûts actualisés}}{\sum \text{Production de chaleur actualisée}} = \frac{\text{Investissement} + \sum_{t=1}^n \frac{(O\&M)_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{combustible}_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

Avec « r » le taux d'actualisation et « t » la durée de vie de l'actif

⁴⁸ Ces évaluations de coût s'appuient sur les analyses réalisées précédemment : projets fonds chaleur pour les CAPEX (200 projets de création de réseau validés entre 2013 et 2017 représentant 2,21 TWh), enquête auprès des maîtres d'ouvrage pour les OPEX (75 réseaux ayant livré 1,57 TWh en 2017). Les OPEX sont des données déclaratives non auditées et les CAPEX des prévisions d'investissements.

4.3.1.1 Taux d'actualisation

La valeur du taux d'actualisation⁴⁹ retenue ici dépend du taux d'emprunt disponible sur les marchés, du ratio de dette sur fonds propres utilisé par les acteurs, et de la rémunération attendue des fonds propres.⁵⁰

Le taux d'emprunt sur 20 ans pour le secteur des réseaux de chaleur est actuellement particulièrement favorable en France. Parmi les maîtres d'ouvrage enquêtés, principalement des collectivités, **le taux d'emprunt était situé autour de 3% sur 20 ans en 2017**. Ce faible taux de financement s'explique par plusieurs raisons :

- Les réseaux de chaleur sont considérés comme un actif peu risqué, avec un risque faible sur les recettes liées aux ventes de chaleur.
- L'effet d'apprentissage permis par la maturité des technologies et le meilleur contrôle de leur performance, fiabilisant les prévisions de production
- La standardisation des structures de financement éprouvées par un grand nombre de projets (type de parties prenantes, pourcentage de participation).

La faiblesse du taux d'emprunt est liée à la faiblesse actuelle des taux d'intérêt sur les marchés obligataires. De fortes incertitudes entourent l'évolution future de ces taux. Ils pourraient être amenés à remonter significativement dans les années à venir.

Le taux d'actualisation calculé avec la formule ci-dessus est de 3.6%. Par la suite les coûts seront calculés avec des taux de 3%, 4%, 5% et 6%.

4.3.1.2 Durée de vie des équipements

La durée de vie des équipements impacte sensiblement le coût moyen actualisé. Deux scénarios de durée sont envisagés :

- Cas où les canalisations et les autres équipements ont tous une **durée de vie de 20 ans**.
- Cas où les canalisations ont une **durée de vie de 40 ans** (plus proche de la réalité) mais les autres équipements (sous-stations, pompe de relevage) sont à renouveler au bout de 20 ans. Ces équipements représentent 30% de l'investissement réseau total.

4.3.2 Evaluation du coût moyen annuel actualisé, production et distribution

Deux coûts complets actualisés sont évalués en s'appuyant sur les résultats précédents : d'une part, le coût global comprenant les coûts de production et de distribution, et d'autre part le coût lié à la seule distribution primaire. Le coût moyen complet est calculé à partir des hypothèses décrites en [annexe 4](#).

Les coûts liés à la production de chaleur sont très dépendants du type d'énergie utilisée. Par exemple, la structure des coûts est significativement différente entre une chaufferie biomasse et un doublet géothermique (dans le premier cas, il y a achat de combustible alors que ce n'est pas le cas dans le second etc.).

Le coût complet actualisé (production et distribution) moyen est de **81 €/MWh** en supposant une durée de vie de 20 ans pour tous les équipements (distribution et production) ou de **76 €/MWh** en supposant une durée de vie de 40 ans pour les canalisations et 20 ans pour les autres équipements (sous-stations,

$$\text{Taux d'actualisation} = \left\{ \begin{array}{c} \text{Taux d'emprunt du secteur} \\ 3\% \text{ sur 20 ans} \\ \times \\ \text{Ratio de Dette des acteurs} \\ 88\% \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{c} \text{Rémunération attendue des fonds propres} \\ 8\% \\ \times \\ \text{Ratio de Fonds Propres des acteurs} \\ 12\% \end{array} \right\}$$

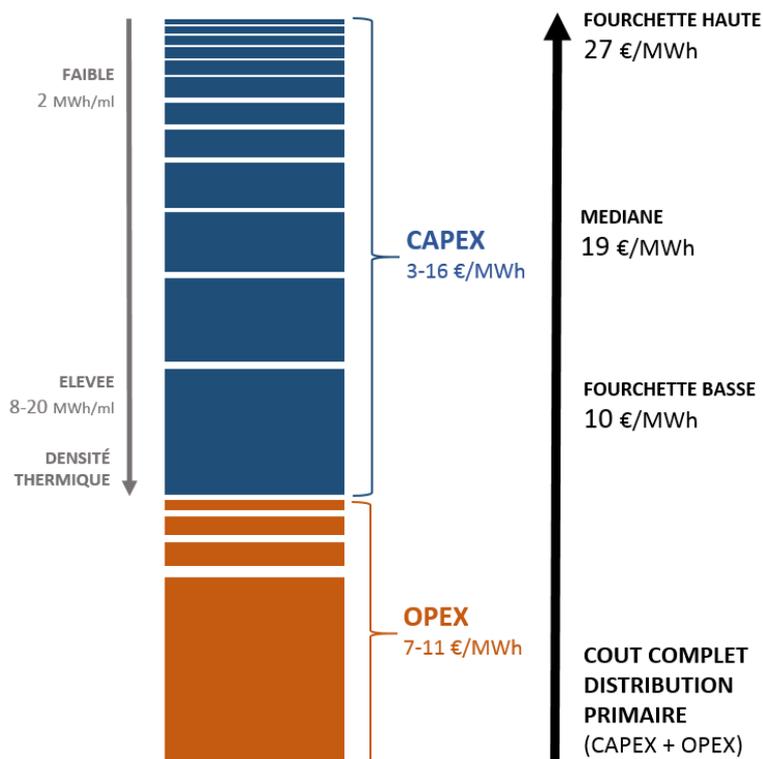
⁴⁹

⁵⁰ Les ratios de dettes et de fonds propres ainsi que la rémunération attendue des fonds propres utilisés sont issus des réponses de 24 maîtres d'ouvrage de l'enquête.

pompes primaires, production de chaleur)⁵¹. Des investigations supplémentaires seraient nécessaires afin de calculer un coût moyen en fonction du mix énergétique du réseau.

Avec une médiane de 19 €/MWh, la distribution primaire représente de 20% à 30% du coût global incluant la production. La part du CAPEX est fortement liée à la densité thermique avec des coûts d'environ 10 €/MWh pour les densités thermiques élevées et de plus de 20€/MWh pour des densités thermiques faibles. Sur les 133 observations, les trois quarts affichent un coût global pour la distribution primaire compris entre 17 et 24 €/MWh. Un peu moins d'un quart ont un coût compris entre 9 et 12 €/MWh. Moins de 4% ont un coût supérieur à 24 €/MWh (jusqu'à 27 €/MWh).

Figure 52. Coût complet HT hors subvention de la distribution primaire de chaleur à destination du secteur résidentiel/tertiaire



Sur 40 ans pour les canalisations, taux d'actualisation 4%

Source : Estimation IN NUMERI, selon enquête ADEME 2018 et Fonds chaleur

⁵¹ Le P1 représente respectivement 47% ou 50%, le P2+P3 représente respectivement 28% ou 30% et enfin les investissements représentent respectivement 25% ou 20% du coût complet HT actualisé. En faisant varier les taux d'actualisation de 4% à 6%, les coûts moyens passent de 81 €/MWh à 83 €/MWh, et de 76 €/MWh à 79 €/MWh

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Réseau de distribution primaire	13
Figure 2.	Proportion des réseaux de chaleur dans la consommation d'énergie finale en Europe	14
Figure 3.	Réseaux de chaleur en Europe	15
Figure 4.	Principales tendances d'évolution technologique des réseaux de chaleur	16
Figure 5.	Evolution 1990-2014 des modes de production énergétique des réseaux de chaleur en Europe (gauche) et dans le monde (droite) en EJ/an	17
Figure 6.	Evolution 1990-2014 du mix énergétique des réseaux de chaleur en Europe (gauche) et dans le monde (droite) en EJ/an	18
Figure 7.	Carte des réseaux de chaleur et de froid en France en 2017	20
Figure 8.	Répartition régionale de la livraison annuelle de chaleur des réseaux en 2017	21
Figure 9.	Bouquet énergétique des réseaux de chaleur en 2017 (%)	21
Figure 10.	Mode de gestion des réseaux de chaleur en 2017	22
Figure 11.	Type de fluide caloporteur utilisé dans les réseaux de chaleur en 2017	22
Figure 12.	Évolution annuelle des montants des projets de réseaux de chaleur (et de froid) aidés par le fonds chaleur (dépenses éligibles en M€)	23
Figure 13.	Évolution de la TICGN pour le gaz naturel et de la TICPE pour le fioul domestiques (€ TTC/MWh PCI) *	24
Figure 14.	Motivations des maîtres d'ouvrage (en % des 189 répondants)	26
Figure 15.	Freins au développement des réseaux de chaleur en phase d'émergence	27
Figure 16.	Freins au développement des réseaux de chaleur en phase de développement	27
Figure 17.	Freins au développement des réseaux de chaleur en phase d'exploitation	28
Figure 18.	Décomposition de la filière par activité	29
Figure 19.	Décomposition de la filière	29
Figure 20.	Recettes et charges liées à l'exploitation des réseaux de chaleur	30
Figure 21.	Évolution annuelle des investissements réalisés dans des projets de réseaux de chaleur (et de froid)	31
Figure 22.	Répartition des investissements par maillon de la chaîne de valeur	31
Figure 23.	Emplois liés à la distribution primaire de chaleur et de froid (ETP)	32
Figure 24.	Répartition des emplois directs liés à la distribution primaire de chaleur ou de froid par activité	32
Figure 25.	Répartition des emplois liés à la filière des réseaux de chaleur	33
Figure 26.	Répartition du CA lié aux activités d'exploitation des réseaux de chaleur et de froid	35
Figure 27.	Répartition des bureaux d'études intervenant sur les RC&F, selon le CA total	46
Figure 28.	Activités liées aux réseaux de chaleur et de froid présentes dans les bureaux d'études spécialisés (%)	46
Figure 29.	Répartition du chiffre d'affaires « études et services » lié aux réseaux de distribution de chaleur et de froid en 2017 (% du CA)	47
Figure 30.	Répartition des ETP du réseau de chaleur et de froid selon la profession et le type d'activité ..	48
Figure 31.	Distribution régionale des emplois dans les bureaux d'études (ETP)	48
Figure 32.	Fourchette des coûts de certaines prestations (€ HT) *	49
Figure 33.	Nombre de fabricants français, distributeurs et importateurs selon la catégorie de produits	50
Figure 34.	Taux moyen d'importation des matériaux pour les distributeurs et installateurs	51
Figure 35.	Distribution régionale des emplois directs des fabricants	52
Figure 36.	Répartition des emplois de génie civil	53
Figure 37.	Répartition des ETP réseaux de chaleur et froid pour les entreprises de travaux selon la profession et le type d'activité	54
Figure 38.	Répartition des maîtres d'ouvrage par nature (% des maîtres d'ouvrages)	54
Figure 39.	Distribution des ETP par régions pour le suivi des réseaux de chaleur et de froid	55
Figure 40.	Projets de création de réseaux de chaleur selon le diamètre maximum des canalisations installées : nombre de projets et énergie transportée cumulée	56
Figure 41.	Projets de création de réseaux de chaleur selon la longueur du réseau : nombre de projets et énergie transportée cumulée	57
Figure 42.	Projets 2013-2017 de création de réseau de chaleur selon la densité thermique prévue : nombre de projets et chaleur transportée cumulée	58
Figure 43.	Répartition des projets de création de réseau selon la densité de population entre 2013 et 2017	58
Figure 44.	Coût d'investissement du réseau primaire par mètre linéaire	59
Figure 45.	Dispersion du coût par mètre en fonction des caractéristiques du réseau pour les projets urbains en création (médiane, 10 ^{ème} centile, 90 ^{ème} centile)	60
Figure 46.	Coût d'extension des réseaux (€/ml) (médiane, 1 ^{er} quartile, 3 ^{ème} quartile, 1 ^{er} décile et 9 ^{ème} décile) ..	61
Figure 47.	Dispersion du coût par mètre en fonction des caractéristiques du réseau pour les projets en extension (médiane, 10 ^{ème} centile, 90 ^{ème} centile)	61
Figure 48.	Répartition des CAPEX des réseaux de chaleur selon les maillons de la chaîne de valeur	62

Figure 49.	Coût d'exploitation des réseaux de chaleur en €/MWh	63
Figure 50.	Coûts d'exploitation en fonction de la densité thermique	63
Figure 51.	Evolution des OPEX de distribution primaire selon quelques facteurs (Minimum, Q1, moyenne, Q3, maximum)	64
Figure 52.	Coût complet HT hors subvention de la distribution primaire de chaleur à destination du secteur résidentiel/tertiaire.....	67
Figure 53.	Taux de réponse des bureaux d'études.....	73
Figure 54.	Taux de réponse des fabricants.....	73
Figure 55.	Taux de réponse des entreprises de construction	73
Figure 56.	Taux de réponse des maîtres d'ouvrage.....	73
Figure 57.	Principe de l'analyse de filière	79
Figure 58.	Hypothèses de coûts par mètre linéaire.....	79
Figure 59.	Emplois directs liés à la distribution primaire de chaleur et de froid, comparaison avec l'étude Marchés et Emplois de l'Ademe (ETP)	80
Figure 60.	Répartition des charges d'exploitation entre distribution primaire et production de chaleur (M€)	81
Figure 61.	Liste des équipementiers	84
Figure 62.	Liste des entreprises de travaux et pose	85
Figure 63.	Liste des bureaux d'études	86

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME – « Production biomasse et distribution de chaleur » - étude réalisé par Kalice -2015 - 10p.
- ADEME – « Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels- Réalisée par Kalice » 2015 – 10p.
- ADEME – « Le fond chaleur : 10 ans d'un outil majeur de la transition écologique » - 2018 – 2p.
- ADEME – « Le fond chaleur : outil majeur de la transition écologique bilan 2009-2017 » - 2018 – 2p.
- ADEME – « Les réseaux de chaleur alimentés par des énergies renouvelables et de récupération », Avis de l'Ademe – 2017 – 10p.
- ADEME – « Synthèse des propositions de l'Ademe pour la PPE : Les filières EnR en action » - 2018 – 35p.
- Ambassade de France au Japon – « Les réseaux de chaleur et de froid au Japon, éléments de comparaison avec la France – 2018 – 21p
- Amorce, ADEME – « Redevances de contrôle et d'occupation du domaine public des réseaux de chaleur » - 2017 - 16p.
- Amorce – « Compétence, portage et mode de gestion des réseaux de chaleur » guide -2014 -70p.
- Amorce – « Compétitivité des réseaux de chaleur en 2016, Comparaison des modes de chauffage et Prix de vente moyen de la chaleur » - 2017 – 67p.
- Amorce – « Guide de la création d'un réseau de chaleur » -2017 – 55p.
- Amorce – « Moyens humains des collectivités pour la distribution d'énergies (électricité, gaz, chaleur) » - 2018 – 39p.
- Amorce – « Redevance de contrôle et d'occupation du domaine public des réseaux de chaleur » - 2017 – 16p.
- Centre Métropole - « Guide des préconisations techniques à l'usage de promoteurs, architectes ingénieurs conseils et abonnés » - 2017 – 45p.
- Cerema – « Réseaux de Chaleur et de Froid » – 2017 -9p.
- Cerema – « Les réseaux de chaleur en Europe et dans le monde – 2017 -4p.
- Cerema – « Réseaux de chaleur et TEPCV -2017 – 20p.
- Cerema – « Réseaux de Chaleur : Que dit la loi de transition énergétique ? » - 2016 – 16p.
- Chambre Régionale des Comptes – « Rapport d'observations définitives et sa réponse Commune de Bobigny- Relations avec la société d'économie mixte pour l'exploitation d'équipements collectifs-Semeco » -2015 – 46p.
- Chambre Régionale des Comptes – « Rapport d'observation définitives commune de Sedan » – 2017 – 41p.
- Cibe, FEDENE, SER, Uniclisma, ADEME – « Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération » - 2017 – 40p.
- Communauté urbaine de Bordeaux - « Rapport annuel d'activité service public du chauffage urbain des Hauts de Garonne » -2013 – 32p.
- Cour des Comptes – « Le Soutien aux Energies Renouvelables » - 2018 -117p.
- CPCU – « Rapport annuel 2017 » -2018 – 164p.
- CYEL Compagnie de chauffage urbain de Cergy Pontoise – « Compte rendu annuel exercice 2016 » – 59p.
- Asian Development Bank – « » District Cooling in the Peoples's Republic of China, Status and Development potential » – 2017 – 62p.
- Werner S. - « International review of district heating and cooling » - 2017 – 15p.
- Werner S. - « District heating and cooling in Sweden » - 2017 – 11p.
- Gudmundsson O. – « Cost analysis of district heating compared to its competing technologies » - 2013 – 12p.
- IEA ETSAP – « District Heating » – 2013 – 7p.
- Euroheat & Power – « Heat Roadmap Europe 2050 » - 2012 – 101p.
- Fedene/SNCU – « Enquête nationale de branche sur les réseaux de chaleur et de froid en 2017 » - 2018 - 44p.
- HRE4 Project Partners – « The transformation towards a low-carbon Heating & Cooling sector », Heating and Cooling, Facts and Figures -2017 – 8p.
- Stockholm Exergi – « A brief Introduction to District Heating & District Cooling » - 2017 – 8p.
- Irena – « Renewable Energy in district heating and cooling a sector roadmap for remap » - 2017 – 112p.
- Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – « Chiffres clés des énergies renouvelables » - 2018 – 84p.
- Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – « Stratégie Française pour l'Energie et le Climat » - 2018 - 368p.
- SEFIR – « Rapport annuel de délégation de service public pour l'exercice 2016 » - 37p.
- SGDS – « Rapport annuel de délégation de service public pour l'exercice 2014 » - 228p.
- Sia Partners – « Réseaux de chaleur » - 2017 – 34p.
- Fedene/SNCU – « Le potentiel de développement des réseaux de chaleur » -2017 – 2p.
- Fedene/SNCU – « Edition 2018 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid » - 2018
- UNEP, « District energy in cities, Unlocking the potential of energy efficiency and renewable energy » - 2015.
- UNEP– « District énergie in cities » - 2015 – 138p.
- Via Seva – « Les réseaux de chaleur et de froid » dossier de presse – 2018 -15p.
- Via Séva – « L'annuaire des réseaux de chaleur et de froid » - 2016/2017 – 346p.
- Xerfi France – « Les réseaux collectifs de chauffage et de climatisation » - 2017 – 242p.

ANNEXES

ANNEXE 1 : PRECISIONS SUR LES ENQUETES

❖ Mode de collecte des informations

Les informations collectées sont relatives aux coûts, aux marchés, aux emplois, aux importations et aux exportations auprès de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur.

Les informations ont été collectées via une enquête Internet entre juin et septembre 2018 avec des relances mails et téléphoniques. Un lien a été adressé à chacun des contacts identifiés. Quatre enquêtes distinctes ont été menées, auprès de chacune des cibles suivantes :

- Maîtres d'ouvrage
- Bureaux d'études
- Fabricants, équipementiers, distributeurs
- Entreprises de travaux (génie civil, terrassement...) et pose (canalisateurs).

Par ailleurs, des entretiens ont été menés auprès des 5 grands opérateurs exploitants.

❖ Maîtres d'ouvrage

Tous les maîtres d'ouvrage ont été interrogés concernant les coûts des réseaux. La base des maîtres d'ouvrage a été constituée à partir d'une liste de 749 réseaux de chaleur et de froid établie par l'ADEME. La base a permis de repérer 603 maîtres d'ouvrage.

Les contacts des maîtres d'ouvrage ont été recherchés dans la base BANATIC pour les collectivités locales. Quand cette adresse était disponible, l'enquête a été adressée aux responsables des services techniques. Sinon, elle était adressée au président de la collectivité. Quand le maître d'ouvrage avait en charge plusieurs réseaux de chaleur ou de froid, il a été interrogé sur le réseau le plus récent.

Les informations collectées concernent :

- Les emplois consacrés aux réseaux de chaleur et de froid
- Les coûts d'exploitation
- Les coûts d'investissements
- Les motivations et les freins pour la mise en place de réseaux de chaleur

❖ Les acteurs professionnels : bureaux d'études, fabricants/distributeurs, entreprises de travaux et de pose

Les acteurs professionnels ont été repérés à partir de l'annuaire AMORCE et de recherches dans les résultats d'appels d'offre parus au BOAMP depuis 2014. La base des entreprises inclut 113 bureaux d'études, 37 fabricants/distributeurs, 63 entreprises de travaux et de pose.

Les informations demandées concernent :

- Le chiffre d'affaires en lien avec les réseaux, la partie des exportations
- Les services / produits, fabriqués et/ou vendus
- Les coûts des produits et la répartition de ces coûts (matériel / personnel),
- La part des produits importés,
- Les effectifs en lien avec les réseaux, et leur répartition géographique.

❖ Taux de réponses

Figure 53. Taux de réponse des bureaux d'études

	Nombre de réponses	CA (€)
Rempli partiellement	5	82 018 800
Terminé	33	85 970 400
Non réponse	67	118 479 9700
Dans le champ	106	1 352 788 900
Taux de réponse	36%	12%
Hors champ	7	
Total	114	

Figure 54. Taux de réponse des fabricants

	Nombre de réponses	CA (€)
Non réponses	19	1508427400
Partiel	5	337 305 800
Terminé ou exploitable	10	345 090 200
Dans le champ	34	2 190 823 400
Taux de réponse	40%	26%
Hors champ	13	
Total	47	

Figure 55. Taux de réponse des entreprises de construction

	Nombre de réponses	CA (€)
Non réponses	51	1 833 750 400
Réponse partielle	5	56 817 600
Terminé	8	916 950 100
Dans le champ	63	2 807 518 100
Taux de réponse	21%	35%
Hors champ	13	
Total	76	

Figure 56. Taux de réponse des maîtres d'ouvrage

	Nombre de réponses
Non réponse	363
Réponse partielle	44
Terminé	154
Pas de mail contact	42
Total	603
Taux de réponse	33%

➤ Représentativité de l'enquête auprès des maîtres d'ouvrage

La représentativité de l'enquête a été étudiée en comparant quelques caractéristiques avec celles de l'ensemble des réseaux, connues à travers l'OPEN DATA du SDES. Il s'agit principalement de caractéristiques de taille : quantité d'énergie livrée, nombre de points de livraison, quantité livrée par point de livraison.

Nombre de points de livraison	Enquête	Open data SDES
< 10	27	30
10 à 20	19	22
21 à 49	30	24
>= 50	24	24
Ensemble	100	100

Energie produite en classe	Enquête	Base
< 1 500	24.3	23.0
1 501 à 10 000	25.7	27.8
10 000 à 40 000	27.1	26.6
40 000 à 100 000	15.7	13.2
100 000 à 1 000 000	7.1	9.2
> 100 0000 (*)		0.1
Ensemble	100.0	100.0

(*) Réseau de Paris et des communes limitrophes

Production par point de livraison	Enquête	Base
0.1 à 100	29	25
100 à 400	23	26
400 à 750	26	24
750 à 170 000	23	25
Ensemble	100	100

Les réseaux enquêtés sont globalement représentatifs de l'ensemble des réseaux, selon des critères de taille. Néanmoins, les 4 réseaux les plus importants, dont Paris, n'ont pas répondu.

ANNEXE 2 : COMPLEMENTS SUR L'ANALYSE DE FILIERE

L'analyse de filière est l'une des approches sur les chaînes de valeur. Elle consiste à décomposer le processus de production d'un produit fini donné (dans le cas de l'étude, le réseau de distribution primaire fonctionnel), afin faire ressortir clairement tous les étages où se créent de la valeur. In fine, cette décomposition permet de mesurer la richesse générée par la fabrication du produit, pour l'économie nationale d'une part (sous forme de Valeur Ajoutée), et pour l'extérieur d'autre part (sous forme d'importations).

Le principe de base de la décomposition de la filière est d'identifier, pour chaque maillon de la chaîne de valeur, l'ensemble des intrants utilisés. Autrement dit, on décompose la valeur de la production en Consommations Intermédiaires (les intrants) et Valeur Ajoutée (la richesse créée par le processus de production).

$$\text{Production (P)} = \text{Consommations Intermédiaires (CI)} + \text{Valeur Ajoutée (VA)}$$
$$P = \text{CI locales} + \text{CI importées} + \text{VA}$$

Les intrants peuvent être d'origine nationale ou importée, les CI sont donc ventilées selon leur origine. Les CI sont un intrant pour celui qui fabrique le produit fini, et une production pour les fournisseurs du fabricant. Pour les fabriquer, les fournisseurs ont fait appel à des fournisseurs, nationaux ou étrangers et généré une valeur ajoutée.

On décompose donc à leur tour les CI d'origine locale en CI locales, CI importées et VA. On répète l'opération jusqu'à ce que la décomposition ne contienne plus de CI d'origine locale. Le schéma suivant illustre ce principe de décomposition.

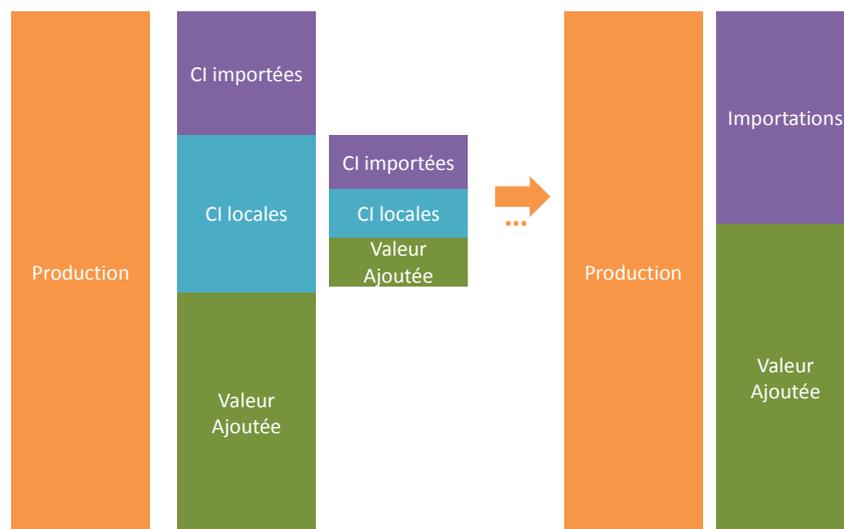


Figure 1 : Illustration du principe de décomposition de filière

Au final, la décomposition de filière permet de ventiler la production en deux grands agrégats :

1. Les importations, qui représentent la richesse créée pour l'extérieur de l'économie,
2. La Valeur Ajoutée, qui représente la richesse créée au sein de l'économie.

L'analyse de filière est appliquée afin de quantifier le niveau de valeur ajoutée et d'emploi associés au développement des réseaux de chaleur et de froid. L'analyse est menée pour chacun des maillons de la chaîne de valeur identifié.

L'approche proposée repose sur une méthode quantité-prix : on effectue une décomposition unitaire de la valeur d'un réseau de chaleur ou de froid (en M€/MW ou M€/km). Les résultats de la décomposition unitaire sont ensuite multipliés par les puissances installées pour obtenir les montants en valeur monétaire et les emplois en ETP.

Concrètement, il s'agit de considérer un réseau de chaleur ou de froid comme l'assemblage des différents éléments/étapes qui aboutissent à sa mise en service depuis les études préalables jusqu'à la

mise en service. Pour chacun de ces éléments, une analyse et une décomposition de la structure des consommations intermédiaires, le montant des importations et la valeur ajoutée générée par le processus de production seront établis.

Le même principe est appliqué à la phase d'exploitation et maintenance.

➤ **La classification des produits : produits spécifiques/ produits non spécifiques**

A chaque phase de la décomposition de filière, on distingue des produits spécifiques et non spécifiques. Concernant les réseaux de chaleur, on propose de considérer comme spécifiques les produits décrits dans la chaîne de valeur. Les valeurs ajoutées et emplois correspondants à ces produits seront considérés comme des VA et emplois directs.

Les autres consommations intermédiaires (loyers, matériel de bureau, études juridiques) correspondront à des emplois indirects.

Le schéma suivant illustre la méthode de décomposition de filière selon le type de produit :

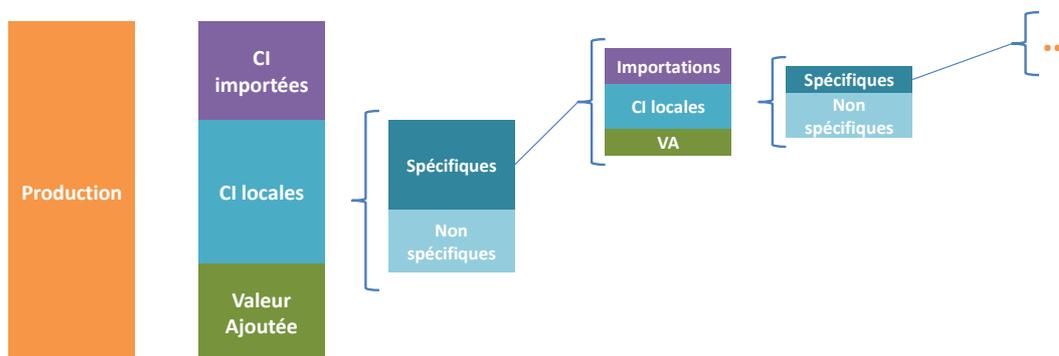


Figure 2 : Illustration d'une décomposition de filière en classifiant les produits selon leur caractère spécifique ou non

Cette classification des produits permet également de tenir compte de la spécificité de certains processus de production.

La décomposition de filière nécessite en effet d'avoir accès aux données comptables des entreprises, ce qui n'est pas toujours évident. Lorsque les données comptables ne sont pas disponibles, on se réfère aux données de la comptabilité nationale, et plus précisément du Tableau Entrées-Sorties. Les produits sont alors rattachés à leur branche d'activité, et on suppose que le processus de production du produit est le même que pour l'ensemble de la branche. Or, certains produits spécifiques peuvent obéir à un processus de production qui leur est propre. Les données de la comptabilité nationale ne sont alors plus appropriées pour décomposer les processus.

➤ **Calculs des emplois directs et indirects**

Les emplois directs et indirects sont calculés à partir de la décomposition de filière. Pour rappel, le cahier des charges définit les emplois directs comme ceux liés à la production des produits finis à chacun des maillons de la chaîne de valeur ; et les emplois indirects comme ceux liés à la production et à la fourniture des consommations intermédiaires mobilisées à chacun des maillons de la chaîne de valeur.

Ces emplois seront estimés à partir des données de la décomposition de filière, plus spécifiquement à partir des montants de Valeur Ajoutée estimée à chaque étape de production, et d'un ratio emploi/VA (ces ratios proviendront soit des données de statistique publique, soit de l'enquête filière). La décomposition de filière étant faite à l'échelle de l'unité, les emplois seront présentés en ETP/MW.

La figure suivante illustre l'intégration entre la mesure des emplois directs et indirects et la décomposition de filière :

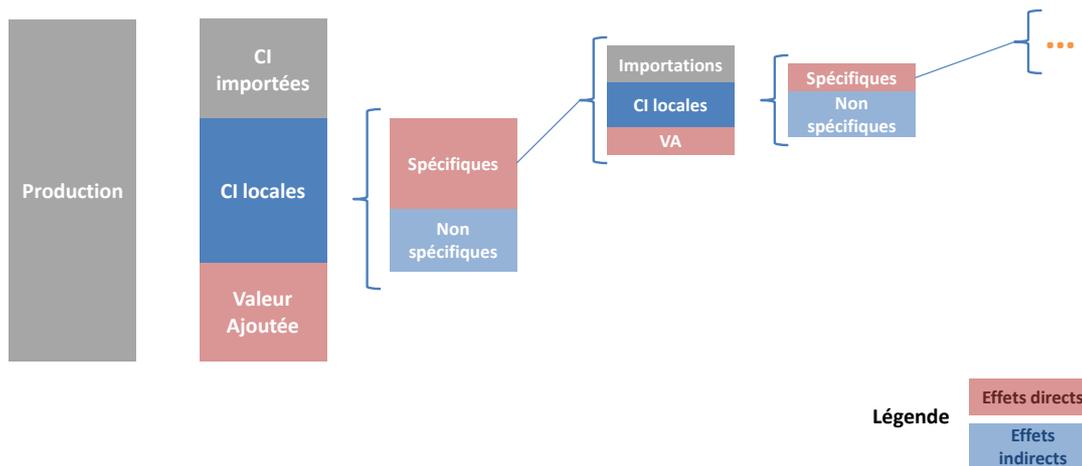


Figure 3 : Intégration des emplois directs et indirects dans la décomposition de filière

Les emplois directs seront calculés en appliquant aux montants de Valeur Ajoutée (exprimés en M€/MW), les ratios emploi/VA tirés de l'enquête filière ou des données d'entreprises (ESANE, voir paragraphe ci-dessous).

Selon les cas, les emplois directs peuvent également être calculés à partir d'autres ratios, comme des ETP/km ou des ETP/production, selon les données les plus fiables disponibles.

Les emplois indirects seront estimés pour chaque maillon de la chaîne de valeur en utilisant les données de comptabilité nationale. Le calcul effectué tient compte de l'effet multiplicateur sur le reste de l'économie⁵². On utilise les données des comptes nationaux, en particulier du Tableau Entrées-Sorties. Le calcul effectué donnera de façon immédiate le montant de productions nécessaires pour obtenir le montant de consommations intermédiaires non spécifiques, la valeur ajoutée qui lui est associée ainsi que le niveau d'importations.

➤ Les sources de données utilisées

La principale source de données utilisée pour effectuer la décomposition de filière est l'enquête auprès des entreprises. On utilise notamment les résultats suivants :

- Répartition des coûts d'investissements d'un réseau de chaleur ou de froid
- Répartition des coûts d'exploitation d'un réseau de chaleur ou de froid, fixes et variables
- Part des importations pour chaque maillon de la chaîne
- Taux d'importation des tubes
- Taux d'importation des pompes
- Ratio emploi/CA ou emploi/MW ou emplois/VA pour chaque maillon de la chaîne de valeur

L'utilisation des données d'enquêtes permet de travailler avec un niveau d'information suffisamment détaillé, et de s'affranchir autant que possible de l'utilisation de données issues de la statistique publique, qui sont nécessairement plus agrégées. Les données d'enquête sont utilisées autant que possible pour la décomposition des produits spécifiques.

Les données de comptabilité nationale sont utilisées pour les consommations non spécifiques, Tableau Entrées-Sorties, taux d'importation. Les ratios d'emploi des consommations non spécifiques sont issus des données d'entreprises du système ESANE.

➤ Application du modèle à la filière réseaux de chaleur et de froid

Le modèle utilisé repose sur une approche de type « décomposition de filière », qui consiste à décomposer une valeur de marché pour un produit final selon les différents éléments qui le composent, reprenant ainsi les maillons de la chaîne de valeur.

⁵² Cet effet traduit le fait que pour satisfaire une demande de 100, les fournisseurs vont avoir une production plus importante.

Dans le cas des réseaux de chaleur, on détermine la taille du marché à partir des investissements en mètres linéaires, de l'énergie vendue, ainsi que des coûts unitaires (M€/km pour l'investissement et M€/MWh/an pour l'exploitation). On distingue les investissements selon qu'il s'agisse des créations ou des extensions, de la chaleur ou du froid. La répartition des investissements et des dépenses d'exploitation-maintenance des réseaux selon les différents maillons de la chaîne de valeur s'appuie sur des résultats d'enquêtes, ainsi que l'examen de rapports de délégataires (pour l'exploitation maintenance).

On détermine ensuite pour chacun de ces maillons le montant de production et de valeur ajoutée associées, ainsi que les emplois en ETP. La décomposition de la production en valeur ajoutée, consommation intermédiaire d'origine française et importations s'appuie à la fois sur les données d'enquête, sur les données ESANE et sur les données de la comptabilité nationale (taux d'importation). Les emplois directs sont calculés en appliquant un ratio de rémunération par ETP issu des données ESANE.

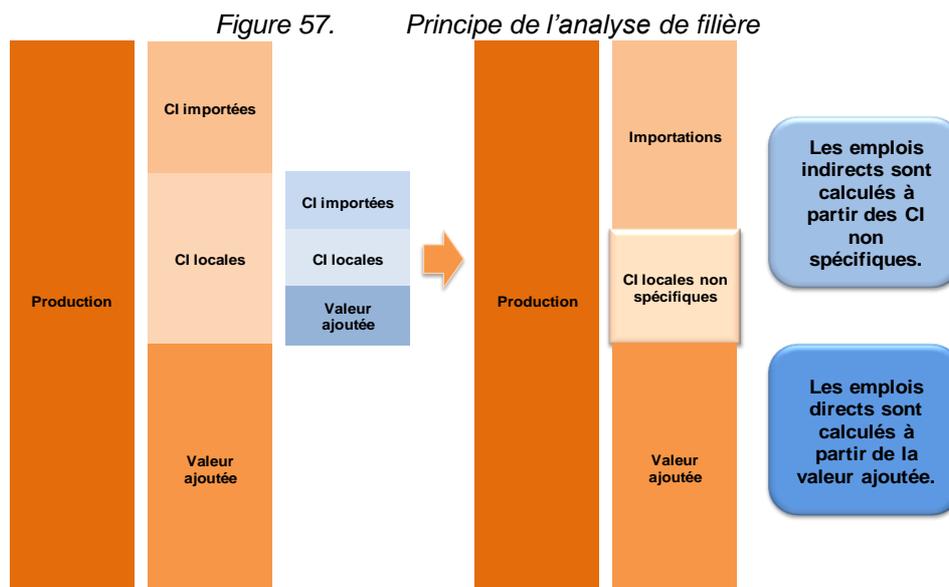
La chaîne de valeur des réseaux de chaleur utilisée est celle présentée dans les précédentes parties du rapport. Les maillons retenus sont les suivants :

- Le développement et le portage de projet ;
- Les études préliminaires et de faisabilité ;
- La fabrication des équipements du réseau de distribution :
 - Canalisations primaires
 - Pompes de relevage
 - Tuyaux pré-isolés pour sous-stations
 - Petit matériel hydraulique
 - Échangeurs à plaques
 - Appareils de régulation et de supervision
- L'installation des réseaux :
 - Travaux de génie civil, terrassement et voirie
 - Pose des canalisations
 - Pose et montage des sous-stations
 - Travaux électrique (régulation, supervision)
- L'exploitation-maintenance des réseaux :
 - Conduite, petit entretien et maintenance
 - Gros entretien et renouvellement

La production et les emplois associés aux activités extérieures à cette chaîne de valeur ne sont pas inclus dans l'estimation qui suit ; ces activités extérieures sont par exemple : soutien public de R&D, administrations, associations et ONG.

Les estimations ainsi réalisées sur ces maillons constituent les **effets directs** du déploiement et de l'exploitation des réseaux de chaleur en France. Les consommations intermédiaires de ces différents maillons sont considérées comme des effets indirects, auxquels sont associés des emplois indirects.

Des estimations des importations et utilisations de CI non-spécifiques sont réalisées jusqu'à décomposition complète de la valeur de production de départ. Le schéma ci-dessous reprend le principe de décomposition appliqué.



A travers l'estimation des CI non-spécifiques, le modèle permet une prise en compte des **effets indirects** du déploiement et de l'exploitation des réseaux de chaleur : les montants de production et de valeur ajoutée liés à ces intrants, ainsi que les emplois (en ETP) qui leur sont associés sont estimés. Les effets indirects sont liés au fait que pour fabriquer leurs produits, les différents acteurs de la filière ont besoin d'intrants, qui sont au moins partiellement d'origine domestique.

Les importations sont également prises en compte : elles correspondent à de la création de valeur ajoutée et d'emplois hors de France, qui ne sont pas comptabilisés dans le cadre de cette étude.

Enfin, le modèle permet également une prise en compte des **effets induits** qui sont liés aux rémunérations associées aux emplois directs et indirects : elles vont se retrouver pour partie consommées par les ménages, et vont donc donner lieu à une production supplémentaire. Les emplois induits sont donc les emplois associés à ce supplément de production.

Les résultats sont présentés pour l'année 2017, sur la base de 191 km installés⁵³ et 26 TWh d'énergie livrée⁵⁴.

Le modèle s'appuie sur des coûts unitaires évalués à partir des données du fonds chaleur sur la période de 2015 à 2017.

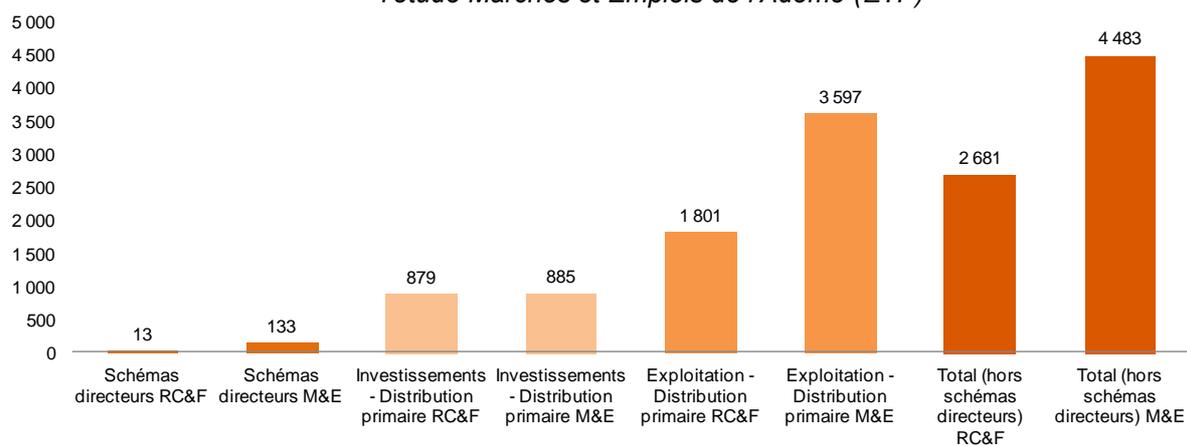
Figure 58. Hypothèses de coûts par mètre linéaire

€/ml	Chaleur Basse pression DC<100	Chaleur Basse pression 101<DC<250	Chaleur Basse pression DC>250	Chaleur Haute Pression	Froid
Création	550	680	800	2 500	2 000
Extension	700	800	1 100	1 500	
Densification	1 393				

53 Source : Estimation IN NUMERI d'après ADEME, Bilans du Fonds Chaleur.

54 Source : SNCU (Édition 2018), Les réseaux de chaleur et de froid ; Chiffres clés, analyses et évolution ; Résultats de l'enquête annuelle

Figure 59. Emplois directs liés à la distribution primaire de chaleur et de froid, comparaison avec l'étude Marchés et Emplois de l'Ademe (ETP)



ANNEXE 3 : COMPLEMENTS SUR LES RATIO DISTRIBUTION / PRODUCTION

La répartition entre les coûts liés à la distribution et ceux liés à la production de chaleur a été effectuée à partir des déclarations des maîtres d'ouvrage, des entretiens avec les opérateurs et de l'analyse de rapports de délégataires. Sur cette base, on estime que 40 % des frais de personnel d'entretien-maintenance sont affectées au réseau, 90 % des fournitures, 50 % des taxes et de la redevance délégataires, 25 % du gros entretien sont affectées à la distribution. Globalement, la distribution représente environ 40% des coûts d'exploitation.

Les achats de fourniture P2 sont affectés majoritairement au réseau, car ils incluent l'eau et les produits d'entretien⁵⁵. Les parts des salaires relatifs au réseau sont fixés à 40 % en délégation et 60 % en régie.

Les frais de gestion (délégataires) et les autres charges (taxes, assurances) sont répartis à égalité entre le réseau et la production de chaleur, s'agissant de frais administratifs et de support.

Figure 60. Répartition des charges d'exploitation entre distribution primaire et production de chaleur (M€)

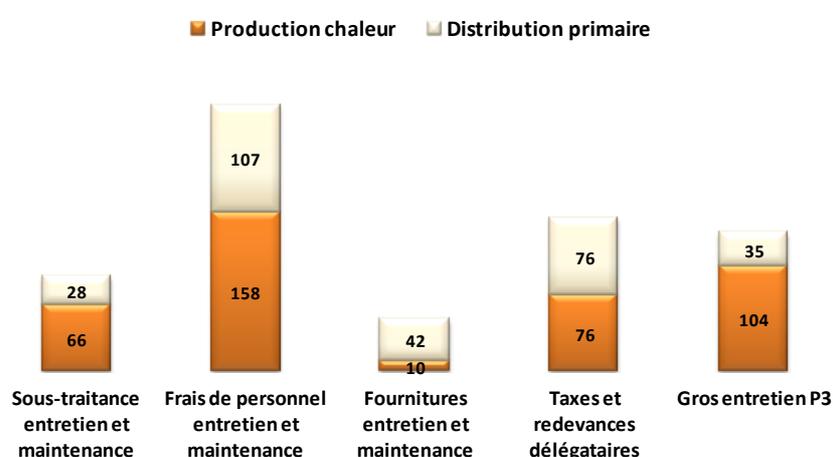


Tableau 3. Coût d'exploitation en délégation (42 réponses)

	Coût de production et de distribution primaire €	Part distribution primaire %	Coût distribution primaire €/MWh
Total P1	36,40		
Achat d'énergie	14,20		
Achat de combustible	22,20		
Total P2	18,30		
Exploitation hors personnel	4,00		
Dont sous-traitance	2,60	30 %	0,78
Dont achat de fournitures	1,40	80 %	1,12
Personnel	7,40	40 %	2,96
Frais délégataires	4,00	50 %	2,00
Redevance Occupation	1,10	100 %	1,06
Redevance Chaufferies	0,10		
Autres charges	1,70	50 %	0,85
Entretien (P3)	5,30		
Sous-traitance	3,70	25 %	0,93
Achat de fournitures	1,40	25 %	0,35
Frais de personnel	0,20	25 %	0,04
OPEX TOTAL	60,00		10,10

Source : enquête ADEME 2018

⁵⁵ Estimation vérifiée à l'aide de rapports de délégataires.

Tableau 4. *Coût d'exploitation en régie (28 réponses)*

	Coût de production et de distribution primaire €	Part distribution primaire %	Coût distribution primaire €/MWh
Total P1	44,80		
Achat d'énergie	12,20		
Achat de combustible	32,60		
Total P2	17,20		
Exploitation hors personnel	8,40		
<i>Dont sous-traitance</i>	7,10	30 %	2,13
<i>Dont achat de fournitures</i>	1,30	80 %	1,04
Personnel	5,20	60 %	3,12
Autres charges + FF	3,60	50 %	1,80
Entretien (P3)	3,80		
Sous-traitance	3,00	25 %	0,75
Achat de fournitures	0,80	25 %	0,20
OPEX TOTAL	65,80		9,00

Source : enquête ADEME 2018

ANNEXE 4 : HYPOTHESES DE CALCUL DU LCOH

Les hypothèses sont établies en s'appuyant sur les moyennes d'OPEX réseau déclarées par les maîtres d'ouvrage et les coûts moyens d'investissement réseau des projets fonds chaleur 2013-2017. Les investissements pour les équipements de production de chaleur sont estimés en appliquant le ratio production/investissement total déclaré par les maîtres d'ouvrage.

Tableau 5. *Hypothèses du coût moyen annuel actualisé, production et distribution*

	Hypothèse
Investissements	
Distribution primaire	148 €/MWh
production de chaleur	174 €/MWh
Coûts d'exploitation	
Combustible (P1)	38.2 €/MWh
Conduite et petit entretien (P2)	18 €/MWh
Gros entretien (P3)	4.9 €/MWh
Taux d'actualisation	4%
Durée de vie	
H1	20 ans
H2	40 ans pour le réseau, 20 ans pour le reste

ANNEXE 5 : LISTES DES ACTEURS DE LA FILIERE

Figure 61. Liste des équipementiers

Nom	Classe de CA	Spécialisation RCF	Effectifs RCF	Secteur
T.S.INDUS	<5M€	20-80%	inférieur à 20	Distributeur/Installation
MCI	5-20M€	20-80%	20-100	Fabrication SKID et tuyauteries, distribution reste
LOGSTOR FRANCE	5-20M€	>80%	inférieur à 20	Distributeur/Installateur
AZWATT	<5M€		inférieur à 20	Fabrication SKID
Collard Trolart Thermique	<5M€	>80%	20-100	Fabrication Skid/ Echangeur/ Ballon/ Petit hydraulique
Inpal Énergie	5-20M€	>80%	20-100	Fabrication Tubes
Barriquand Technologies Thermiques	5-20M€		inférieur à 20	Fabrication Echangeur
CHAROT	20-100M€		inférieur à 20	Fabrication Echangeurs à plaques
Guillot Industrie	20-100M€		inférieur à 20	Fabrication ballon et échangeur
CIAT	>100 M€		inférieur à 20	Fabrication Echangeurs à plaques
Salmson	>100 M€		inférieur à 20	Fabrication pompes
Cryostar	>100 M€		inférieur à 20	Fabrication pompes
S.I.C.	>100 M€	<20%	inférieur à 20	Fabrication Pompes/Distribution Skid
KSB S.A.S	>100 M€	<20%	inférieur à 20	Fabrication pompes
FUNKE échangeurs			inférieur à 20	Distributeur échangeurs
Terrendis	<5M€	20-80%	inférieur à 20	Distributeur tubes
SWEP France	<5M€	20-80%	inférieur à 20	Distributeur echangeur
Thermafex	<5M€		inférieur à 20	Distributeur tubes/isolant
Axiom Tubes	5-20M€	>80%	20-100	Distributeur Tubes
Sondex	5-20M€		inférieur à 20	Distributeur echangeur
TECE France	5-20M€		inférieur à 20	Distributeur tubes
Isoplus	5-20M€		inférieur à 20	Distributeur tubes
BRUGG TUBES	5-20M€	>80%	inférieur à 20	Distributeur tubes
Uponor France	5-20M€		inférieur à 20	Distributeur tubes/pompes
PBTUB	20-100M€		inférieur à 20	Distributeur tubes
Aggreko	20-100M€	<20%	inférieur à 20	Distributeur pompes/skid/échangeurs/autres
SAMSON REGULATION SAS	20-100M€		inférieur à 20	Distributeur autres
Atlantic Guillot	20-100M€		inférieur à 20	Distributeur échangeurs
ALFA LAVAL	20-100M€		inférieur à 20	Distributeur échangeur/pompes/tubes
Beauplet	20-100M€		inférieur à 20	Distributeur tubes
Xylem	>100 M€		inférieur à 20	Distributeur pompes
Danfoss	>100 M€		inférieur à 20	Distributeur Echangeur/skid/petit hydrauliques
VISSMANN France	>100 M€		inférieur à 20	Distributeur Pompes

Figure 62. Liste des entreprises de travaux et pose

Nom	Classe CA	Effectif RCF	Spécialisation	Activité RCF
WANNITUBE	<100M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
CLIMATELEC	<100M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SARL EGPTP GUY PEYRARD	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
SALLEE	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Autres Mixtes
CEGELEC	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Autres Mixtes
EIFFAGE TP MEDITERRANEE	>100M€	De 20 à 100	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
ROCHE	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
EURL CRETIER	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
FAYAT BATIMENT	>100M€	De 20 à 100	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
EIFFAGE ENERGIE SYSTEMES CLEVIA MEDITERRANEE	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SADE	>100M€	Supérieur à 100	0 à 10%	Construction de réseaux
EIFFAGE ENERGIE	<100M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Autres Mixtes
SOGEA FRANCHE COMTE	<100M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Gros travaux/ Terrassement VRD
SAS PALISSOT	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
WEYA	<20M€	Inférieur à 20	80% et plus	Autres Mixtes
THERMACLIM	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
NGE	<100M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
LEGENRE GENIE CIVIL	<20M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
SOGEA SUD OUEST HYDRAULIQUE	>100M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
CEME MOREAU	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Autres Mixtes
SARL JEAUMOT DENIS		Inférieur à 20	10% à 80%	Autres Mixtes
SATP	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
AM2D	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SOGEA NORD OUEST TRAVAUX PUBLICS	<100M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
NORD EST TP	<20M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
FONT TRAVAUX PUBLIC MARTINAUD	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
CEME CERNIAUT	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
FAYAT TP	<100M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
PIZON et CIE	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Autres Mixtes
BLB CONSTRUCTION	<100M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
SAS LE DU TP	<100M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
BOISLIVEAU	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
GUIBAN	<100M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SARL ANDRE LAVERGNE	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
GRAMARI	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
ALLEZ ET CIE	>100M€	De 20 à 100	.	Autres Mixtes
ESBTP	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
IMHOFF	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
VALDENAIRE FRERES	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
REY ENERGIES SERVICES	<1M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SOBECA	>100M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SAINT ELOI FOUGERES	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SPIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
CHANTIERS MODERNES SO	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
GIULIANI	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
SARL BLANC	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
SARL ECAS	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
STPO LAVAL	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
ERITHERM	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
GNT	<100M€	Supérieur à 100	10% à 80%	Construction de réseaux
ALLAMANNO	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
LAVIGNA	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Autres Mixtes
MOULIN TP	<100M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
GLENAT	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
INTHERSANIT	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SAS LEMAIRE	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Autres Mixtes
SARL JEANNOT FILS	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
CATS	<20M€	Inférieur à 20	.	Construction de réseaux
BSTP	<20M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
FCTP	<100M€	Inférieur à 20	.	Gros travaux/ Terrassement VRD
OBOUSSIER TP	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Gros travaux/ Terrassement VRD
INEO	<20M€	Inférieur à 20	.	Autres Mixtes
SPAC	>100M€	De 20 à 100	.	Construction de réseaux

Figure 63. Liste des bureaux d'études

Nom	Classe CA	Effectif RCF	Spécialisation	Activité
ACI (Action Conseil Ingénierie)	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
AGS INGENIERIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
AIA Ingénierie	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
AKAJOULE	<1M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
ALBATROS DEVELOPPEMENT	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Alliance Soleil	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ALLIANCE2I - TH2I	<1M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
ALMA CG	>100M€	De 20 à 100	.	Conseil pour les affaires
ALTEREA	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ALTO STEP	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ANETAME Ingénierie	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ARTELIA Bâtiment & Industrie	>100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ARTELIA Ville & Transport	>100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
Artelys	<20M€	Inférieur à 20	.	Programmation informatique
ATFE Ingénierie	<1M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
ATMOsphères	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Axenne	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
BERIM	<100M€	De 20 à 100	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
BET BOULARD	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
BETSO	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
BURGEAP	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
C3E Ingénierie	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Cabinet Bernard	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
CABINET BOURGOIS	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Cabinet d'Etudes Marc MERLIN	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
Cabinet Schaefer	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
Calia Conseil	<20M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
Ceden	<1M€	Inférieur à 20	80% et plus	Ingénierie, études techniques
CETRALP (Conseil et Etudes Techniques Rhône Alpes)	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
CFERM	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
CFG Services	<20M€	Inférieur à 20	80% et plus	Ingénierie, études techniques
CHALEAS INGENIERIE	<1M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
Cimes Assistance	<20M€	Inférieur à 20	80% et plus	Ingénierie, études techniques
CLER Ingenierie	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
COFEX	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Cyber Fluides	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ECOME Entreprendre	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
EDEIS	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ÉEPOS	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
EGIS BATIMENTS MEDITERRANEE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
EGIS BATIMENTS NORD	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
EGIS BATIMENTS SUD OUEST	<20M€	De 20 à 100	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
EGIS INDUSTRIES	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
GIRUS GE	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
ENERGIE ET SERVICE	<20M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ENERLIS	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ENERPOL INGENIERIE	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ENERTECH	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
EPI (Etudes et Projets Industriels)	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
ER2I INGENIERIE	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ERESE	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
ESPACE TEMPS	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
EXOCETH Water & Energy Systems	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ELCIMAI INGENIERIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
GTA ENERGIES	<20M€	De 20 à 100	80% et plus	Ingénierie, études techniques
GUEGUEN - PERENNOU	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
HABITAT TERRITOIRES Conseil	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
HEXA INGENIERIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ILINGENIERIE	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
INGEROP CONSEIL INGENIERIE (ICI)	>100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
INGEVALOR	<20M€	De 20 à 100	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
INSE (Ingénierie des Structures et de l'Energie)	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
IPH (Ingénierie Philippe Hennegrave)	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
IRH Ingénieur Conseil	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ITHERM Conseil	<20M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
KAIROS Ingénierie	<1M€	Inférieur à 20	80% et plus	Ingénierie, études techniques

LARBRE INGENIERIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
MaECI	<1M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
NALDEO	<20M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
OASIIS	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
OGER International	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
OTEIS	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
PENSER MIEUX L ENERGIE	<1M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
PLANAIR France	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
S2T INGENIERIE DE LA CONSTRUCTION DURABLE	<20M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
SARL ASSIST	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
SAS Christophe PERRIER	<1M€	Inférieur à 20	.	Activités spécialisées
SAS Terroirs et Communautés	<1M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
SEED-ENERGY	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
SEPOC	<20M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
SERGIE	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
SERMET	<20M€	De 20 à 100	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
Setec Énergie Environnement	<20M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
SF2E INGENIERIE	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Ingénierie, études techniques
SYNAPSE CONSTRUCTION	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
TANAGA Energies	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
TECSOL	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
TILIA	<1M€	Inférieur à 20	.	Activités spécialisées
TPF INGENIERIE	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
TRANS FAIRE	<1M€	Inférieur à 20	10% à 80%	Activités spécialisées
TRINERGENCE	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
Adamas Affaires Publiques	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Activités juridiques
Droit Public Consultants	<20M€	Inférieur à 20	.	Activités juridiques
Itinéraires Droit Public	<20M€	Inférieur à 20	.	Activités juridiques
Carakters	<20M€	Inférieur à 20	.	Activités juridiques
Cabinet Ravetto Associés	<1M€	Inférieur à 20	.	Activités juridiques
AER ALCEN	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
PÖYRY MANAGEMENT CONSULTING	<20M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
Stratorial Finances	<20M€	Inférieur à 20	.	Conseil pour les affaires
Nord Est Finances	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
INDIGGO	<20M€	De 20 à 100	10% à 80%	Conseil pour les affaires
CFG SERVICES	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
ACTEMIUM	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ANTEA GROUP	<100M€	De 20 à 100	.	Ingénierie, études techniques
ES-GEOTHERMIE	<20M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques
FONROCHE GEOTHERMIE	<20M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
GPC IP	<1M€	Inférieur à 20	.	Ingénierie, études techniques
TLS GEOTHERMICS	<1M€	Inférieur à 20	0 à 10%	Ingénierie, études techniques

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer et du ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

<https://www.ademe.fr/>

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



LES RESEAUX DE CHALEUR ET DE FROID : ETAT DES LIEUX DE LA FILIERE EN 2017

Point de rencontre des politiques territoriales en matière d'énergie-climat et d'urbanisme, les réseaux de chaleur et de froid sont des vecteurs d'énergie renouvelables locales car ils permettent de valoriser des ressources variées telles que la chaleur fatale, l'énergie du sol et du sous-sol avec la géothermie, les ressources forestières locales gérées durablement, la chaleur cogénérée par des unités de méthanisation territoriales ou encore l'énergie du soleil avec le solaire thermique.

Cette étude est un état des lieux détaillé de la filière. Elle dresse un bilan de l'écosystème des acteurs en présence et fournit une évaluation des retombées socio-économiques actuelles en termes d'activités économiques, d'emplois et de coûts. Bien que l'étude apporte des éclairages sur l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur depuis la production jusqu'à la distribution de chaleur, l'accent est notamment mis sur la distribution primaire de chaleur.

En produisant ces données, l'ADEME souhaite alimenter le débat public en mettant à disposition un bilan des filières réseaux de chaleur et de froid en France. Destiné à l'ensemble des acteurs impliqués, cet ouvrage vise à accompagner les décideurs politiques dans leur travail d'élaboration, de suivi, et d'évaluation des politiques de soutien à la filière.

- *Au niveau mondial, avec près de 600 000 km de canalisations, les réseaux de chaleur alimentent l'équivalent de près de 4,5 fois la consommation finale d'énergie résidentielle-tertiaire française.*
- *Avec 56% du mix assuré par des ENR&R, la France se distingue par un taux d'ENR&R élevé grâce une politique publique ambitieuse.*
- *En France, un marché estimé à près de 2,5 mds€ dont près de 90% liés à l'exploitation-maintenance et la vente d'énergie des réseaux en fonctionnement.*
- *La filière réseau de chaleur et de froid représente 12 800 etp directs et indirects dont 6 800 directs en France en 2017.*
- *Un marché domine par cinq grands opérateurs qui concentrent 90% du chiffre d'affaires annuel et comptabilisent 3 500 etp.*
- *Des technologies « basse température » qui permettent d'optimiser les coûts de distribution primaire de la chaleur.*

