



HAL
open science

Géographies de la chaleur. L'énergie de récupération comme ressource territoriale

Antoine Fontaine, Laurence Rocher

► **To cite this version:**

Antoine Fontaine, Laurence Rocher. Géographies de la chaleur. L'énergie de récupération comme ressource territoriale. *Espaces et sociétés* (Paris, France), 2021, n° 182 (1), pp.113-129. 10.3917/esp.182.0113 . halshs-03354057

HAL Id: halshs-03354057

<https://shs.hal.science/halshs-03354057>

Submitted on 2 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Géographies de la chaleur. L'énergie de récupération comme ressource territoriale

Antoine Fontaine

UMR Environnement, ville et société (EVS), université Lyon 2

antoine.fontaine1@univ-lyon2.fr

Laurence Rocher

UMR Environnement, ville et société (EVS), université Lyon 2

laurence.rocher@univ-lyon2.fr

Résumé

La production de chaud et de froid représente actuellement 50 % de la demande énergétique en Europe et se trouve à l'origine d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Pour répondre aux défis soulevés par ces besoins, une attention accrue est portée au développement des énergies renouvelables thermiques (biomasse, solaire, géothermie) ainsi que, dans une moindre mesure, à une source énergétique singulière : la chaleur de récupération. L'analyse porte sur la manière dont acteurs publics et privés inscrivent cette forme d'énergie à l'agenda de la transition énergétique en France, et œuvrent à sa valorisation, dans un contexte de montée en compétences des acteurs urbains sur les questions énergétiques. L'article montre comment la chaleur de récupération est construite comme une ressource territoriale. Sa qualification en tant que ressource énergétique à part entière résulte d'un processus de cadrage à de multiples niveaux (européen, national, régional, local) relevant de registres différents. La dimension géographique de ce processus est saisissable à travers la manière dont sont caractérisés des gisements de chaleur et dont des projets de valorisation sont concrétisés à l'échelle des territoires. L'étude des cas de Dunkerque, Lille et Lyon, qui chacun à leur manière mobilisent de la chaleur de récupération issue de l'industrie et des services urbains, illustrent l'intérêt porté par des collectivités urbaines à cette ressource locale ainsi que la diversité des trajectoires territoriales de transition initiées autour de cette source d'énergie.

Mots clés : chaleur de récupération, ressource énergétique, territoires urbains

Summary

Heat and cold production currently accounts for 50% of energy demand in Europe and is the source of significant greenhouse gas emissions. To meet the challenges raised by these needs, increased attention is currently paid to the development of renewable thermal energies (biomass, solar, geothermal) and, to a lesser extent, to a singular energy source: waste heat. The analysis focuses on how public and private actors are placing this energy source on the agenda of the energy transition in France, and how they are working to promote it, in a context of increased competence of urban actors on energy issues. The article shows how waste heat is constructed as a territorial resource. Its qualification as a fully-fledged energy resource is the result of a framing process at multiple levels (European, national, regional, local) and from different registers. The geographical dimension of this process can be grasped through the way in which heat deposits are characterized and how heat recovery projects are concretized on a territorial scale. The study of the cases of Dunkirk, Lille and Lyon, which each in their own way mobilize recovered heat from industry and urban services, illustrates the interest shown by urban authorities in this local resource and the diversity of the transitional territorial trajectories initiated around this energy source.

Keywords: heat recovery, energy resource, urban space

La chaleur et le froid représentent aujourd'hui la moitié de la demande énergétique finale en Europe et les sources d'énergies utilisées pour répondre à cette demande sont à plus de 80 % carbonées (Heat Roadmap Europe, 2017). À ce titre, le développement des énergies renouvelables thermiques représente un enjeu central de la transition énergétique. Or, les objectifs européens récents en la matière ne portent plus uniquement sur le développement de l'utilisation de la biomasse et de la géothermie, ils incluent également les énergies dites de récupération. Les textes réglementaires parlent d'EnR&R pour *énergies renouvelables et de récupération*. Ainsi, la chaleur perdue dans le cadre d'activités industrielles (métallurgie, chimie, cimenterie...), de l'incinération de déchets ménagers, ou d'autres services urbains (traitement des eaux usées...), et sa valorisation dans des réseaux de chaleur urbains sont devenues un élément important de la stratégie de verdissement du mix thermique européen (Fontaine et Rocher, 2020).

Cet article démontre que la chaleur de récupération constitue un objet énergétique singulier dont la mise à l'agenda actuelle s'inscrit dans des dynamiques géographiques de construction de la transition énergétique nouvelles. Cette singularité se lit dans la comparaison avec les énergies renouvelables électriques (éolien, photovoltaïque, hydraulique). L'organisation du réseau électrique national permet aux producteurs de vendre facilement leur électricité, selon des règles et à des tarifs établis pour tous, que celle-ci soit consommée localement ou à des distances importantes. Ces énergies (solaire et éolienne notamment) peuvent ainsi être produites partout où les conditions météorologiques le permettent, sans

que personne se soucie de qui consommera cette énergie. Pour la chaleur, qui ne peut pas être transportée sur de grandes distances à des conditions économiques acceptables, la réalité est tout autre. Il n'existe pas de réseau national de chaleur, seulement des réseaux locaux, essentiellement urbains. Le développement de la récupération de chaleur perdue ne peut ainsi se faire que dans le périmètre des réseaux existants ou dans les cas où la chaleur disponible peut répondre localement à un besoin identifié.

La valorisation de la chaleur perdue en France se présente comme un enjeu crucial dans le contexte actuel d'application des réformes territoriales récentes et du renforcement de la déclinaison à l'échelle urbaine de la politique énergie-climat nationale. La loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM, 2014) dote les métropoles et communautés urbaines de compétences inédites en matière d'énergie, en particulier la gestion des réseaux de chaleur et de froid. En examinant ce contexte, cet article entend répondre à deux questions : comment la valorisation de la chaleur de récupération est-elle encouragée et encadrée au niveau national ? Comment les collectivités territoriales se saisissent-elles de cet objet énergétique dans leurs stratégies territoriales ?

Afin de répondre à ces questions, nous envisageons la mobilisation de la chaleur de récupération comme un exercice géographique de construction d'une ressource, consistant à mettre en relation un gisement local avec une demande de chaleur. Cette réflexion s'inscrit dans un contexte académique de foisonnement des problématisations géographiques de la question énergétique (Pasqualetti et Brown, 2014 ; Calvert, 2016). Ces contributions soulignent notamment qu'une transition énergétique ne peut être résumée à la modification d'un mix énergétique mais qu'elle est porteuse de nombreuses reconfigurations spatiales (Bridge *et al.*, 2013). La mobilisation de nouvelles formes d'énergie considérées comme des ressources advient au gré de processus de construction parcourus par des enjeux matériels et politiques nombreux (Labussière et Nadaï éd., 2018 ; Fontaine, 2018). Ce sont ces dynamiques de *construction* de la chaleur de récupération comme *ressource territoriale* qu'il s'agit de mettre en évidence.

Dans un contexte où les villes et les territoires affirment – et affinent – leur positionnement sur les questions d'énergie, les collectivités urbaines se trouvent au centre de ces entreprises de construction de cette ressource particulière. Abordées par les sciences sociales sous l'angle des réseaux de chauffage urbain (Hawkey *et al.*, 2016), les opérations de récupération de chaleur n'ont qu'à de rares exceptions près (Hampikian, 2017) été au centre des analyses. Elles rejoignent cependant les débats amorcés du côté de la recherche urbaine sur les reconfigurations contemporaines des réseaux et infrastructures urbaines (Bulkeley *et al.*, 2014 ; Coutard et Rutherford éd., 2016 ; Tabourdeau et Debizet, 2017). En outre, le caractère intrinsèquement local de cette forme d'énergie rencontre les débats engagés sur la question de l'autonomie énergétique et ses déclinaisons multiples – déconnexion des réseaux, mutualisations locales, expérimentations diverses (Lopez *et al.* éd., 2019). Le cas spécifique de la chaleur de récupération contribue à ces réflexions dans la mesure où sa *valeur locale* est mise en évidence dans des logiques de construction d'*identité énergétique* territoriale, mais aussi dans la mesure

où, directement associée à des secteurs tels que la production industrielle ou le traitement des déchets, elle interroge quant à la *dépendance* à des formes de production ou de consommation non durables.

La méthodologie repose sur l'analyse d'une série de données permettant de reconstituer l'émergence d'une politique de la chaleur en France (études, guides, rapports, textes législatifs et réglementaires des décennies 2000 et 2010, participation à des séminaires, entretiens) et sur plusieurs enquêtes de terrain (documents stratégiques et programmatiques, entretiens, visites, travaux de seconde main)¹. La première partie porte sur le processus de définition de la chaleur de récupération en tant qu'objet énergétique singulier en prêtant attention à sa dimension géographique. En seconde partie, trois cas d'agglomérations urbaines – Dunkerque, Lille et Lyon – illustrent comment des collectivités métropolitaines aux profils différents se saisissent chacune à leur manière de la chaleur de récupération, proposent de construire la ressource et l'intègrent dans leur stratégie énergétique.

DU GISEMENT A LA RECUPERATION : DYNAMIQUES GEOGRAPHIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE RESSOURCE

La « chaleur de récupération », ou « chaleur fatale », représente un gisement d'énergie massif, pouvant répondre à de nombreux besoins énergétiques, mais qui renvoie à des réalités très différentes. Produite incidemment par diverses activités industrielles, d'incinération des déchets, de récupération des eaux usées, de production d'énergie, de stockage de données, elle est générée à des températures très différentes et selon un débit constant ou intermittent. Sa présence dans l'espace est très variable et sa valorisation dépend largement de sa proximité avec des consommateurs potentiels. Intrinsèquement locale et déjà-là, multiforme et multisectorielle, la chaleur perdue, pour devenir une ressource énergétique, doit être identifiée, captée, distribuée : autant d'opérations qui ne vont pas de soi, notamment au regard de la diversité des acteurs, publics et privés, qu'elles engagent. Cette énergie, encore peu mobilisée dans le mix énergétique français, reçoit néanmoins depuis quelques années une attention accrue : d'un côté par le biais d'un cadrage – national et européen – qui tend à l'instituer comme ressource énergétique à part entière (1) ; de l'autre au niveau des territoires urbains, pour lesquels il s'agit d'une énergie locale à mobiliser dans une perspective de transition énergétique (2).

Construire la ressource : spatialiser un gisement et identifier des proximités

Le développement des opérations de valorisation de la chaleur de récupération en France s'appuie aujourd'hui sur un cadrage incitatif à la fois national et européen. Au niveau français, deux dispositifs financiers jouent ce rôle. Depuis 2007, les réseaux de chaleur alimentés par au moins 50 % d'énergies

¹ Ces données ont été rassemblées en 2019 et 2020 dans le cadre du projet Recuperte ANR-18-CE05-0009.

renouvelables et de récupération bénéficient d'une TVA réduite à 5,5 %, ce qui leur permet de gagner en compétitivité par rapport à des solutions de chauffage au gaz naturel. Le Fonds chaleur, créé en 2009 pour subventionner les opérations contribuant au développement de la production et la distribution de chaleur d'origine renouvelable, a été ouvert en 2015 à la chaleur de récupération. Sa dotation annuelle est en augmentation (215 millions d'euros en 2018, 300 millions en 2019), conformément à la Programmation pluriannuelle de l'énergie qui projette une croissance de l'utilisation de la chaleur de récupération dans le mix énergétique national (ministère de la Transition énergétique, 2019). Au niveau européen, une stratégie communautaire relative à la production de chaud et de froid renouvelable a été adoptée en 2016 (Commission européenne, 2016), prolongée par la directive de décembre 2018 pour le développement des énergies renouvelables (2018/2001 EU). Celle-ci fait de la chaleur de récupération un volet important de la stratégie européenne.

Toutefois, au-delà des mesures économiques de soutien et de l'adoption d'objectifs de développement, la chaleur de récupération reste un objet énergétique mal identifié, ce qui explique en partie le développement lent des opérations visant sa valorisation. À ce titre, un volet important du cadrage à la fois européen et français sur cette question porte sur la mise en place systématique d'études pour en connaître les sources et les usages qui pourraient en être faits. Ainsi la directive européenne sur l'efficacité énergétique de 2012 (2012/27/CE) impose d'une part des études de récupération de chaleur pour tous les sites de production d'énergie thermique neufs ou en cours de rénovation de plus de 20 mégawatts (*ibid.*, article 14), et d'autre part la réalisation de cartographies européennes (Heat Roadmap Europe, 2017) et nationales de la chaleur pour identifier, quantifier et localiser des gisements. Le terme de gisement désigne ici des quantités d'énergie qui semblent pouvoir être récupérées à des conditions technologiques et économiques acceptables si les acteurs parviennent à trouver un terrain d'entente. Si la première de ces deux mesures a eu peu d'effets en France, plusieurs exercices de recensement de gisements ont été engagés.

C'est en particulier l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) qui a amorcé ce travail, tout d'abord par la caractérisation de gisements régionaux (ADEME Nord-Pas-de-Calais, 2012 ; ADEME Île-de-France, 2015) puis par des études sur le périmètre national. En 2015, une étude a permis d'évaluer à 51 térawattheures (TWh) le gisement français de chaleur supérieur à 100 degrés issu du secteur industriel (ADEME, 2015). Les quantités récupérables les plus importantes ont été identifiées dans les secteurs de la chimie, de la sidérurgie et du raffinage et localisées dans les régions Nord-Pas de Calais (7,2 TWh), Provence-Alpes-Côte d'Azur (6,3 TWh), Haute-Normandie (5,1 TWh) et Rhône-Alpes (3,9 TWh). Ce premier recensement a été mis à jour en 2017 afin d'inclure d'autres sources de chaleur de récupération (exemple : les usines d'incinération d'ordures ménagères) et les températures à moins de 100 degrés (en incluant notamment les *data center* et les stations d'épuration des eaux usées), portant ainsi l'estimation du gisement national à 109 TWh (ADEME, 2017). Si la première étude ne s'est intéressée qu'aux sources de chaleur de températures élevées, les plus simples à

valoriser, les sources de chaleur à basse température, notamment urbaines, sont reconsidérées dans le cadre de la seconde étude. Cet intérêt s'explique par le développement des réseaux de chaleur dits de quatrième génération qui permettent le recours à des températures plus basses et qui semblent représenter des débouchés crédibles pour différentes sources de chaleur perdue (Lund *et al.*, 2014).

Ces études engagées par l'ADEME depuis 2012 jouent un rôle clé dans la reconnaissance et la mise à l'agenda politique de la chaleur de récupération. Elles représentent une première étape dans la définition d'un gisement national, qui consiste en la quantification et la localisation de la chaleur théoriquement récupérable. Plus qu'une somme des sources de chaleur, ces estimations spatialisées montrent que 20 % des quantités d'énergie récupérables identifiées se situent à proximité de réseaux de chaleur existants (ADEME, 2015), soulignant l'importance d'ancrer la ressource dans des relations de proximité. En application de la directive européenne de 2012, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a entrepris une cartographie de la demande de chaleur en France afin d'identifier des zones favorables pour le développement de réseaux de chaleur, c'est-à-dire des zones denses où la demande thermique est suffisamment élevée pour justifier l'investissement dans de nouvelles infrastructures. Enfin, les structures représentant les opérateurs de réseaux de chaleur (Syndicat national du chauffage urbain, ViaSeva) publient des cartographies régulièrement actualisées des tracés des réseaux de chaleur existants et en projets dans lesquels de la chaleur de récupération pourrait être injectée.

On voit ainsi se construire des outils cognitifs qui, visant à l'identification d'un gisement, consistent en la mise en relation dans l'espace entre une offre de chaleur et une demande de chaleur, éventuellement facilitée par des infrastructures de distribution existantes. Il convient toutefois de souligner que l'identification et la caractérisation de gisements restent un processus non stabilisé. Les technologies de distribution évoluent constamment, permettant la valorisation de nouvelles sources. Par ailleurs, les recensements effectués restent partiels en ce que certains secteurs émetteurs sont laissés de côté. Par exemple, le secteur nucléaire est pour le moment exclu du périmètre des études de l'ADEME conformément à une dérogation de la directive européenne de 2012. Or, si l'utilisation des rejets thermiques du secteur nucléaire soulève des questions technico-économiques, les quantités d'énergie en question sont bien supérieures au gisement de chaleur de récupération national jusqu'à présent identifié.

De cette première étape de l'analyse on retiendra que les exercices de quantification et de spatialisation menés par différents organismes publics et opérateurs de réseaux participent directement de la construction de la chaleur de récupération comme ressource dans la mesure où ils œuvrent à révéler une source d'énergie qui pourrait jouer un rôle important dans l'évolution du mix énergétique français. Ces entreprises cognitives ne sont pas neutres, elles reposent sur des sélections de sources à inclure ou non, et elles ne sont pas stabilisées. On assiste ainsi à une construction itérative et sélective de la chaleur comme ressource, dont la spatialisation est une dimension centrale. Ce qui n'est pas spécifique à l'énergie de récupération, dans la mesure où des logiques similaires ont été mises en évidence dans le

développement de l'énergie éolienne (Labussière et Nadaï, 2018). Mais contrairement à d'autres énergies renouvelables, la chaleur de récupération apparaît comme un objet énergétique protéiforme dont la mise à l'agenda de la transition énergétique ne peut pas s'appuyer sur une filière stabilisée. Les différents secteurs d'activités sources de chaleur pouvant être récupérée, en particulier industriels (chimie, métallurgie, cimenterie, incinération des déchets...), n'ont aujourd'hui pas les mêmes objectifs et les mêmes intérêts à la systématisation de la récupération. Du fait de la diversité des activités et des secteurs concernés, il n'existe pas de porte-parole en mesure de défendre les intérêts de tous les acteurs impliqués, de promouvoir des objectifs ou de défendre des normes communes. La singularité et la variabilité de cette source énergétique font de chaque projet local de récupération un cas particulier. En cela, la concrétisation d'actions de valorisation de la chaleur de récupération reste largement soumise à des jeux d'acteurs et des logiques sociotechniques territorialisées.

Construire la ressource : concrétiser la récupération, une question territoriale

Au-delà de la proximité géographique entre offre et demande, la valorisation effective de la chaleur fatale dépend de la capacité d'une diversité d'acteurs privés (industriels émetteurs de chaleur, opérateurs de réseau de distribution, consommateurs de chaleur) et publics (collectivités territoriales) à s'entendre autour de conditions concrètes (économiques, techniques, juridiques, techniques, organisationnelles) de captation, d'acheminement et de distribution. À ce titre, les collectivités territoriales sont concernées au premier chef en tant qu'animateurs et facilitateurs de projets ainsi qu'en leur qualité de porteurs de stratégies énergétiques territoriales. En parallèle du travail de cartographie évoqué précédemment, les organismes représentatifs des collectivités œuvrent à accompagner ces dernières dans l'identification des gisements locaux et dans le développement ou la création de réseaux de chaleur (FNCCR et ADEME, 2018 ; Amorce, 2020). Le rôle de ces organismes est à la fois reconnu et soutenu dans le cadre de la politique nationale de promotion des réseaux de chaleur et de froid (ministère de la Transition énergétique, 2020). Cet effort pour la reconnaissance d'une forme d'énergie ignorée et l'opérationnalisation de sa valorisation intervient dans un contexte réglementaire et politique de montée en compétence énergétique des collectivités locales.

Les collectivités en général, et les structures intercommunales urbaines en particulier s'investissent dans des politiques énergie-climat de plus en plus élaborées, sous l'effet des réformes leur donnant une capacité d'action accrue, mais aussi de démarches endogènes, souvent inscrites dans des dynamiques de réseaux et de labellisation internationales. L'obligation pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants de réaliser des plans climat air énergie territoriaux (PCAET), et pour les collectivités concernées de réaliser des schémas directeurs des réseaux de chaleur, forme un cadre propice à la projection énergétique du territoire et à la spatialisation des dessertes énergétiques. Avec la loi MAPTAM en 2014, les métropoles et les communautés urbaines deviennent de fait autorités concédantes pour la distribution d'électricité et de gaz, la création et la gestion des

réseaux de chaleur et de froid. En leur conférant la pleine compétence en matière de réseaux de chaleur, la loi MAPTAM est venue conforter une volonté de prise en charge de ces infrastructures et de leur gestion à l'échelle intercommunale déjà à l'œuvre dans plusieurs villes, parfois au regret des entités communales. Ces compétences en matière de planification et de gestion offrent théoriquement la possibilité de développer des stratégies d'extension de la desserte en chauffage urbain planifiée dans le cadre de schémas directeurs spécifiques et pensés en cohérence avec le développement urbain. Ce nouveau cadre de planification et de gestion à l'échelle métropolitaine met également les collectivités en position d'organiser l'interconnexion physique de réseaux jusqu'ici distincts parce que gérés au niveau communal, et de piloter la mixité des différentes sources. Cet aspect est important dans l'optique d'atteindre, de maintenir ou de dépasser les 50 % d'EnR&R qui ouvrent droit aux avantages fiscaux.

Or dans les espaces urbains, où les énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse) sont difficiles à mobiliser pour diverses raisons (disponibilité d'espace, questions esthétiques ou patrimoniales, qualité de l'air), l'énergie de récupération représente souvent une opportunité majeure pour donner corps aux politiques de transition énergétique. Comme elle est produite localement, distribuée par des systèmes décentralisés sur le plan infrastructurel et organisationnel, les conditions sont réunies pour constituer la chaleur de récupération en « énergie locale ». Par essence locale, non délocalisable – bien que dépendante du maintien sur le territoire des activités qui la produisent –, la mobilisation de cette ressource permet d'envisager, sinon une autonomie énergétique (Lopez *et al.* éd., 2019), du moins une maîtrise territoriale renforcée. Plusieurs bénéfices pourraient être tirés d'une telle mobilisation pour les politiques énergétiques locales : la réduction de la dépendance à des sources énergétiques fossiles extraterritoriales, la maîtrise des coûts du chauffage pour les usagers et la réduction de l'impact climatique et atmosphérique. Ils ne sont néanmoins pas acquis dans un contexte où la concurrence avec le gaz, et le prix bas du pétrole, ne favorise pas l'attrait pour l'énergie de récupération.

La construction de la chaleur de récupération comme ressource énergétique intéresse au premier rang les territoires urbains. Ce processus passe par l'identification locale des gisements, des négociations et ententes pour les valoriser, l'inscription de cette énergie dans les stratégies de planification et de gestion des réseaux de chaleur, et plus généralement des politiques énergie climat. Nous proposons dans la partie suivante une analyse des dynamiques de construction *territorialisée* de la ressource à partir de trois territoires fortement urbanisés et industrialisés, engagés dans des stratégies énergétiques d'envergure métropolitaine.

LA CHALEUR DE RECUPERATION, UNE RESSOURCE DES TERRITOIRES URBAINS

Les collectivités territoriales de Dunkerque, Lille et Lyon ont en commun un engagement dans la conduite de politiques énergétiques dans lesquelles la chaleur de récupération tient une place significative. Les formes d'appropriation de cette chaleur qui se développent sont toutefois bien distinctes, relevant autant d'héritages que de projections politiques sur l'avenir de ces territoires. Il s'agit ici de mettre en évidence le rôle joué par les collectivités publiques dans la construction de la chaleur comme ressource territoriale, en nous attachant à retracer et à situer dans le temps les trajectoires et les modalités d'action suivies par chacune d'entre elles, leur capacité à intéresser des acteurs territoriaux – notamment industriels – et à faire se réaliser ces potentiels énergétiques.

Dunkerque : les nouveaux développements d'une récupération industrielle historique

Le territoire dunkerquois, régulièrement qualifié de « Qatar de l'énergie fatale », est un cas historique et emblématique de la récupération de chaleur fatale de source industrielle en France. Pour en dresser un bref portrait, il convient d'évoquer les différentes phases de récupération de chaleur industrielle, la place de la livraison de chaleur dans la stratégie énergétique territoriale, ses développements récents ainsi que ceux à l'étude.

Le Syndicat intercommunal de chauffage urbain de la région dunkerquoise (SICURD) a joué un rôle moteur en initiant au début des années 1980 plusieurs opérations successives de récupération issues de la production métallurgique. Une première opération sur le site de l'entreprise Usinor (qui deviendra Arcelor puis Arcelor Mittal) a été réalisée en 1985 pour alimenter le réseau de chauffage de Dunkerque, géré par la Compagnie générale de chauffe (qui deviendra Dalkia). Outre le gain énergétique, la captation des fumées répondait à des injonctions environnementales dans un contexte de mauvaise qualité de l'air dans la zone industrielle (Hampikian, 2017). Une seconde captation de la chaleur d'Arcelor Mittal a été réalisée en 2008, ce qui a permis d'augmenter le taux d'EnR&R dans le mix du réseau et de bénéficier ainsi d'avantages fiscaux (*ibid.*). Les bénéfices environnementaux, économiques, symboliques sont autant de motivations pour les industriels et pour les acteurs investis dans la concrétisation de ces opérations dont l'investissement infrastructurel est toujours assumé par la collectivité par le biais d'une délégation de service public. En 2011, la fusion des communes de Dunkerque, Saint-Pol-sur-Mer et Fort-Mardyck entraîne la dissolution du SICURD et le transfert à la ville de Dunkerque du rôle d'autorité concédante du réseau de chaleur. Ces compétences sont en 2015 transférées à la communauté urbaine de Dunkerque (CUD) conformément à la loi MAPTAM.

La prise de compétence de la CUD en matière de réseau de chaleur intervient à la suite d'une mobilisation ancienne et affirmée sur les questions énergétiques territoriales. Dès 1998 se tenaient à Dunkerque les premières Assises territoriales de l'énergie (devenues les Assises européennes de la transition énergétique), scène d'échange pour les acteurs territoriaux sur la thématique énergétique à un moment où celle-ci est une prérogative de l'État et d'entreprises nationales. À l'occasion de la signature de la Convention des maires en 2008, la CUD s'est dotée d'un scénario énergétique pour 2020 prévoyant le développement de l'éolien, du solaire photovoltaïque et thermique, mais surtout un doublement de la chaleur distribuée par les réseaux. La « chaleur du Dunkerquois » est la pierre angulaire de ce scénario, repris par le schéma directeur des réseaux de chaleur 2013-2018. Ce dernier, qui repose sur une évaluation quantifiée du gisement disponible, acte une stratégie de développement du réseau par extensions successives tant sur le plan de la récupération que de la distribution de chaleur. À partir de 2019, plusieurs extensions sont engagées dans l'optique d'atteindre une longueur de 65 kilomètres et un approvisionnement composé à 75 % d'énergie de récupération, complété par du gaz et du fioul lourd. Il s'agit d'une part d'étendre le réseau à la commune de Grande-Synthe, et de l'alimenter par une nouvelle captation de chaleur sur le site d'Arcelor Mittal dont l'investissement est assuré dans le cadre d'une délégation de service public. D'autre part, le centre de valorisation des déchets communautaire, qui produisait jusqu'à aujourd'hui de l'électricité à un faible rendement, desservira désormais un industriel voisin en vapeur et l'excédent de chaleur sera injecté sur le réseau de chaleur. Ce raccordement est envisagé comme un facteur de sécurisation permettant de ne pas faire dépendre le réseau exclusivement de la chaleur industrielle.

Le développement du réseau de chaleur manifeste une volonté de faire des flux d'énergies fatales des industriels locaux une richesse du territoire. Elle prolonge les efforts menés par l'association ECOPAL et l'Agence d'urbanisme Flandre-Dunkerque autour de projets d'écologie industrielle et de construction de synergies territoriales visant à développer des formes de résilience pour ce territoire très dépendant d'activités industrielles (Kasmi *et al.*, 2017). Cette approche industrielle de la récupération de chaleur fatale est au cœur du projet « Dunkerque, l'énergie créative », lauréat du programme Territoires d'innovation à grande ambition (TIGA)². De nouvelles études ont estimé à 5 TWh le gisement de chaleur disponible auprès des principaux industriels locaux. Cela correspond à une consommation annuelle de 500 000 équivalents logements, c'est-à-dire bien plus que la demande résidentielle de la CUD. De tels volumes appellent des solutions techniques, économiques et juridiques, de même qu'ils impliquent de redessiner un territoire d'usage de cette énergie présente en masse.

² Le programme TIGA finance des projet territoriaux d'innovation à grande échelle dans le cadre du Grand Plan d'investissement (450 millions d'euros).

À Dunkerque, la récupération de chaleur fatale d'origine industrielle est une pratique ancienne qui s'inscrit dans le cadre d'un positionnement affirmé de la communauté urbaine sur les questions énergétiques. La récupération de chaleur s'avère évolutive, toujours à renégocier même lorsqu'elle implique les mêmes acteurs. Elle repose sur une prise de risque inégalement assumée entre un industriel soumis à des impératifs de rentabilité, qui ne garantit pas dans la durée l'approvisionnement de chaleur, et la collectivité qui construit une infrastructure sans assurance de retour sur investissement à long terme. Si la chaleur industrielle fait partie de l'identité territoriale, le registre de l'autonomie énergétique ne semble pas prédominant dans les discours et stratégies de la collectivité. Ce qui ne doit pas surprendre dans la mesure où l'activité industrielle repose sur des matières massivement importées (Vidalenc, 2019) et où le gisement d'énergie fatale dépasse les besoins locaux.

Lille : les déchets comme ressource, l'infrastructure comme stratégie d'action

En acquérant le statut de métropole en 2015, la métropole européenne de Lille (MEL) a endossé la responsabilité des six réseaux de chaleur qui desservent ensemble l'équivalent de 50 000 logements en 2017. Conformément au plan climat énergie territoire adopté en 2013, l'un des objectifs prioritaires fixés lors de cette prise de compétence a été de diminuer la part des énergies fossiles dans le mix énergétique des réseaux, tout en maintenant un prix compétitif pour les usagers, notamment dans les quartiers classés « politique de la ville ». L'objectif de la MEL est d'augmenter substantiellement la part globale d'EnR&R, jusqu'ici atteignant un taux moyen de 20 % avec de fortes variations d'un réseau à l'autre, et de décarboner le mix énergétique, notamment en mettant fin aux centrales à charbon. S'il a longtemps été une ressource essentielle de l'économie locale, le charbon actuellement utilisé est importé. Alors que la biomasse ne représente pas une ressource locale aisément mobilisable, le passage annoncé à 65 % d'EnR&R repose sur un recours à l'énergie fatale.

Le renouvellement en 2017 du centre de valorisation énergétique situé sur la commune d'Halluin (mis en service en 2005) s'est avéré une opportunité déterminante. La valorisation thermique plutôt qu'électrique s'imposait, en raison de la fin des tarifs de rachat garantis de l'électricité issue de l'incinération. Or, une des conditions essentielles à l'utilisation de la chaleur issue du centre d'Halluin, distant d'environ 25 kilomètres du réseau de chauffage lillois, était de pouvoir l'acheminer vers les réseaux existants. Pour cela la réalisation « d'une autoroute de la chaleur » a été décidée en 2018 et les travaux engagés. Cette imposante infrastructure doit desservir les réseaux de Roubaix en octobre 2019 et de Lille en octobre 2020. Le projet, porté par les services déchets et énergie de la MEL et évalué à 80 millions d'euros, est soutenu financièrement par le Fonds chaleur et le programme européen FEDER. L'investissement est réalisé par la SAS Covalys (composée des groupes Véolia et Idex) qui a obtenu la délégation de service public pour l'exploitation du centre de valorisation énergétique et l'autoroute de la chaleur. Cette infrastructure, qualifiée de « colonne vertébrale de la stratégie énergétique de la

MEL »³, permet l'interconnexion des réseaux Sud et Nord du territoire métropolitain. Ce réseau ainsi interconnecté est équipé de vannes en attente et dispose d'une réserve de puissance de 40 % pour desservir dans un avenir proche des espaces non raccordés au chauffage urbain, moyennant que des ententes politiques puissent être trouvées. Cette desserte à venir est inscrite dans le schéma directeur des réseaux de chaleur adopté en décembre 2018.

Outre la chaleur issue de l'incinération des déchets, la MEL s'intéresse également aux sources de chaleur industrielles, afin d'atteindre le taux de 70 % d'EnR&R pour la chaleur livrée par le réseau métropolitain⁴. C'est en particulier la possibilité de récupérer la chaleur sur les sites de data center de l'entreprise OVH à Roubaix qui a été étudiée. La récupération de cette chaleur est aujourd'hui moins compétitive que celle issue des déchets mais constitue une piste à moyen terme que l'entreprise, soucieuse de l'ancrage territorial de son siège, souhaite voir aboutir.

Le cas de Lille se caractérise par le choix d'une stratégie énergétique de verdissement du réseau passant en priorité par le choix de sources de chaleur relevant de compétences propres de la métropole et se traduisant par un choix infrastructurel majeur. La réalisation rapide de « l'autoroute de la chaleur » a été rendue possible par des montages juridiques et économiques impliquant la collectivité et ses délégataires autour d'une ressource maîtrisée et opportunément disponible, sans dépendre de la négociation avec des acteurs tiers, notamment industriels. L'infrastructure ne revêt pas seulement une fonction d'acheminement, elle est envisagée comme un moteur pour l'extension de la desserte et l'harmonisation tarifaire du chauffage collectif, ce qui atteste d'une métropolisation de la stratégie énergétique.

Lyon : la chaleur de récupération comme horizon de la planification énergétique

Le passage de la communauté urbaine du Grand Lyon au statut de métropole en 2015 a permis d'accélérer la politique énergétique engagée avec l'adoption du plan climat énergie territoire (PCET) en 2012 et renforcée par la mise en place d'un service à part entière consacré aux questions énergétiques. La prise en charge de la distribution de chaleur est à la fois un acte fondateur et un pilier de la stratégie énergétique métropolitaine (Rocher, 2013). Le transfert progressif des contrats de délégation de service public des communes vers la métropole permet l'interconnexion des réseaux, leur extension et une appréhension du mix énergétique de la chaleur distribuée à l'échelle intercommunale. La part d'EnR&R est assurée principalement par la valorisation énergétique des déchets – 34 % de la chaleur livrée en 2014 – et par la biomasse – 23 % en 2014 –, cette dernière étant en augmentation du fait de la

3 Source : Présentation publique du projet par le directeur du service énergie de la MEL.

4 Délibération du conseil de la MEL, séance du vendredi 14 décembre 2018.

rénovation de plusieurs chaufferies bois. Les énergies de récupération, avec la biomasse, sont désignées comme des ressources à mobiliser en priorité pour verdir le mix énergétique métropolitain⁵. Le lancement en 2015 de l'élaboration d'un schéma directeur des énergies (SDE) renforce et réaffirme l'attention portée à la chaleur de récupération. Premier exercice de représentation des consommations et des usages énergétiques à l'échelle du territoire, où le chauffage représente 58 % des consommations énergétiques, le SDE ouvre la voie à une réflexion multi-énergies. Adopté en 2019, il inclut un schéma directeur des réseaux de chaleur et il constitue le volet atténuation du PCAET révisé.

Dès le début des réflexions relatives à la planification énergie-climat, la chaleur industrielle de récupération de la Vallée de la chimie est identifiée comme une potentielle ressource majeure. La collectivité métropolitaine, par le biais de ses services respectivement dédiés aux questions industrielles et énergétiques, a endossé un rôle proactif dans l'intéressement des industriels locaux, fidèle à une habitude de coopération dont le PCET, conçu et promu comme « partenarial », portait déjà la marque (Rocher, 2017). Plusieurs études ont été conduites en vue de caractériser le gisement, de le quantifier, et de préfigurer les conditions de sa valorisation. L'étude Valchim coordonnée par le pôle Axelera (2012-2013) a permis, sur la base des données relatives aux *installations classées* non soumises à des clauses de confidentialité, d'estimer le gisement à 455 gigawattheures (GWh – avec des niveaux de températures compris entre 50 et 150 °C) dont 217 GWh seraient valorisables⁶. En partenariat avec des industriels du site, la métropole du Grand Lyon a conduit des études pour tester la viabilité économique de la valorisation de ce gisement en réseau de chaleur (Thermi'Cité) ainsi que celle de la récupération de chaleur à basse température (Valenthin). Si « l'exploitation de ce gisement butte encore sur des questions technico-économiques de premier ordre »⁷, la ressource est bien identifiée et la volonté de la valoriser est partagée par les industriels et la collectivité. Reste à s'accorder sur les modalités contractuelles, juridiques et économiques qui assurent aux uns des taux de retour sur investissement rapides et aux autres un engagement de fourniture permettant de sécuriser des investissements de long terme.

À Lyon, où la valorisation énergétique des déchets est ancienne et assure déjà une part importante de la chaleur livrée sur le réseau urbain, le recours à la chaleur industrielle est affiché comme un axe fort de la stratégie énergétique métropolitaine. Celle-ci est soutenue par une démarche de planification inédite depuis le début des années 2010. Dans la perspective d'augmenter la part d'énergie de récupération dans le bouquet énergétique lyonnais, les études récentes soulignent que le gisement de chaleur sur le site

5 Délibération du conseil de la communauté urbaine du Grand Lyon, séance du 13 février 2012.

6 En ligne : [URL : <https://www.axelera.org/projets-territoriaux/>], consulté le 12 septembre 2019.

7 *Schéma directeur énergies Grand Lyon. Diagnostic du système et des acteurs énergétiques métropolitains lyonnais*, mars 2017, 92 p.

industriel de la Vallée de la chimie est important et que sa valorisation pourrait s'inscrire dans des projets d'écologie industrielle déjà engagés. L'horizon fixé est ambitieux mais les modalités d'engagement entre pourvoyeurs industriels et distributeurs de chaleur restent à formaliser.

CONCLUSION

Contrairement à d'autres formes d'énergie, la chaleur de récupération se présente comme une ressource éminemment locale dont l'utilisation implique une organisation de proximité, à la fois spatiale et organisationnelle. À première vue, on pourrait penser que cette forme d'énergie, dont le développement ne dépend pas d'une infrastructure centralisée, revêt une existence uniquement locale. Or sa qualification en tant que ressource énergétique à part entière résulte d'un processus de cadrage à de multiples niveaux (européen, national, régional, local) relevant de registres différents.

Un des premiers enseignements de l'analyse est l'importance des processus de spatialisation dans ce processus de construction de la ressource. Depuis 2012, plusieurs acteurs mènent des exercices d'identification, de quantification et de localisation des sources de chaleur fatale qui permettent de révéler des gisements latents et de les rendre publics au moyen de représentations cartographiques. Ces productions cognitives ne sont pas neutres : la désignation de secteurs d'activités concernés, et de fait la mise de côté d'autres secteurs, de températures intéressantes et d'autres qui ne le seraient pas, ou encore des régions prioritaires atteste d'une construction sélective de la ressource. L'entreprise de définition d'un gisement ignoré a ainsi contribué à mettre à l'agenda de la transition énergétique l'objet énergétique protéiforme qu'est la chaleur de récupération. Cela participe d'une vision nationale de cette énergie particulière qui ne relève pas d'une logique de filière. L'engagement dans la production d'expertise d'acteurs publics et parapublics, d'organismes représentant les gestionnaires de réseaux et les collectivités locales a été déterminant pour la reconnaissance de cette ressource appelée à jouer un rôle dans l'évolution du mix énergétique national. Il n'en demeure pas moins que la mobilisation effective de la chaleur fatale relève avant tout d'un processus de territorialisation, porté par des entités locales dans le cadre de stratégies énergétiques territorialisées relativement autonomes et distinctes.

Comme au niveau national, des exercices locaux de quantification renseignent sur des volumes disponibles et contribuent à attirer l'attention sur l'énergie fatale, notamment celle d'origine industrielle. Les démarches de planification énergie-climat et des réseaux de chaleur intègrent ces ressources qui prennent une place significative dans les stratégies énergétiques territoriales. Les collectivités métropolitaines, en charge de ces exercices de planification et dotées de compétences en matière d'énergie, de déchets, investissent également un rôle d'intéressement et de négociation auprès des industriels du territoire. Car la réalisation des opérations de récupération dépend de la capacité à s'accorder sur des montages technico-juridico-économiques à même de satisfaire des pourvoyeurs

industriels exigeant des taux de retour sur investissement rapides et peu enclins à porter le risque des investissements.

La construction territoriale de la chaleur de récupération comme ressource procède de priorisations et d'occultations, et joue sur la complémentarité des différentes sources de chaleur. Les gisements relevant des services urbains, notamment ceux de l'incinération des déchets, apparaissent plus facilement mobilisables par les collectivités, y compris lorsqu'elles en délèguent la gestion à des opérateurs privés. C'est flagrant à Lille, mais aussi à Dunkerque où le raccordement d'un incinérateur vient sécuriser un approvisionnement industriel plus incertain. Différentes sources d'énergie de récupération se trouvent aussi en concurrence à l'échelle d'un même territoire : la récupération de l'industrie numérique (data center) est difficilement compétitive avec celle des déchets (dont la diminution des volumes, pourtant souhaitée, n'apparaît pas comme une source d'inquiétude). Quant aux territoires concernés par la production nucléaire (c'est le cas de Dunkerque dans notre étude), la valorisation de la chaleur reste très anecdotique tant dans la pratique que dans la stratégie énergétique territoriale.

L'analyse des agglomérations de Dunkerque, Lille et Lyon montre des traits communs de même que des particularités territoriales quant à l'appréhension de la chaleur fatale. Dans chacun de ces territoires, le développement des réseaux de chauffage et l'augmentation de la chaleur de récupération sont des objectifs importants de la politique métropolitaine. La valeur locale et identitaire de la chaleur de récupération est fortement mise en avant, mais la rhétorique de l'autonomie est maniée avec prudence dans ces territoires urbains qui dépendent forcément d'approvisionnements énergétiques extérieurs. Les modes d'action déployés pour mobiliser cette ressource et la manière dont des identités énergétiques territoriales sont mises en discours sont guidés par des héritages territoriaux qui leur sont propres. Ces héritages bornent aujourd'hui l'action des collectivités et les choix politiques qui peuvent être opérés pour la construction de futurs énergétiques territoriaux.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, 2015, *La chaleur fatale industrielle*.

—, *La chaleur fatale : faits et chiffres*.

ADEME Nord-Pas-de-Calais, 2012, *Inventaire du gisement régional des énergies fatales perdues du Nord-Pas-de-Calais*.

ADEME Île-de-France, 2015, *Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Île-de-France*.

Amorce (association), 2020, *Guide méthodologique : la récupération de chaleur fatale dans les collectivités*.

BRIDGE Gavin, BOUZAROVSKI Stefan, BRADSHAW Michael et EYRE Nick, 2013, « Geographies of energy transition : Space, place and the low-carbon economy », *Energy Policy*, vol. 53, p. 331-340.

- BULKELEY Harriet, CASTAN BROTO Vanessa et MAASSEN Anne, 2014, « Low-carbon transitions and the reconfiguration of urban infrastructure », *Urban Studies*, vol. 51, n° 7, p. 1471-1486.
- CALVERT Kirby, 2016, « From 'energy geography to 'energy geographies : Perspectives on a fertile academic borderland », *Progress in Human Geography*, vol. 40, n° 1, p. 105-125.
- Commission européenne, 2016, *An EU Strategy on Heating and Cooling*.
- COUTARD Olivier et RUTHERFORD Jonathan éd., 2016, *Beyond the Networked City. Infrastructure Reconfigurations and Urban Change in the North and South*, Londres, Routledge.
- FNCCR (Fédération nationale des collectivités concédantes et des régions) et ADEME, 2018, *Étude territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur sur son territoire*.
- FONTAINE Antoine, 2018, *De la source à la ressource. Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes*, thèse de doctorat en aménagement du territoire et géographie, Université Grenoble Alpes.
- FONTAINE Antoine et ROCHER Laurence, 2020, « Energy recovery on the agenda. Waste heat: A matter of public policy and social science concern », *Journal of Environmental Planning and Management*, p. 1-16.
- HAMPIKIAN Zélia, 2017, « Distribuer la chaleur fatale des entreprises : la construction dynamique d'un réseau d'énergie décarbonée, entre flux et infrastructure » [en ligne], *Développement durable et territoires*, vol. 8, n° 2, [URL : <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11736>].
- HAWKEY David J. C., WEBB Janette, LOVELL Heather, MCCRONE David, TINGEY Margaret et WINSKEL Mark, 2016, *Sustainable urban energy policy. Heat and the city*, Oxon, Routledge.
- Heat Roadmap Europe, 2017, *Heating and Cooling. Facts and Figures. The Transformation towards a Low-carbon Heating and Cooling Sector*.
- KASMI Fedoua, LAPERCHE Blandine, MERLIN-BROGNIART Celine et BURMEISTER Antje, 2017, « Écologie industrielle, milieu innovateur et gouvernance territoriale : le cas de Dunkerque (Nord, France) ». *Canadian Journal of Regional Science*, vol. 40, n° 2, p. 103-113.
- LABUSSIÈRE Olivier et NADAÏ Alain éd., 2018, *Energy Transitions : A Socio-Technical Inquiry*, Cham, Springer International Publishing.
- LOPEZ Fanny, PELLEGRINO Margot et COUTARD Olivier éd., 2019, *Local Energy Autonomy. Spaces, Scales, Politics*, Londres, Wiley, 2019.
- LUND Henrik, WERNER Sven, WILTSHIRE Robin, SVENDSEN Svend, THORSEN Jan Eric, HVELPLUND Frede et VAD MATHIESEN Brian, 2014, « 4th Generation District Heating (4GDH) », *Energy*, vol. 68, p. 1-11.
- Ministère de la Transition énergétique, 2019, *Stratégie française pour l'énergie et le climat*.
- , 2020, *Réseaux de chaleur et de froid. Une filière d'avenir*.
- PASQUALETTI Martin J. et BROWN Marilyn A., 2014, « Ancient discipline, modern concern : Geographers in the field of energy and society » *Energy Research & Social Science*, vol. 1, p. 122-133.
- ROCHER Laurence, 2013, « Le chauffage urbain dans la transition énergétique : des reconfigurations entre flux et réseau », *Flux*, vol. 92, n° 2, p. 23-35.

- , 2017, « Governing metropolitan climate-energy transition : A study of Lyon's strategic planning », *Urban Studies*, vol. 54, n° 5, p. 1092-1107.
- TABOURDEAU Antoine et DEBIZET Gilles, 2017, « Concilier ressources "in situ" et grands réseaux : une lecture des proximités par la notion de nœud socio-énergétique », *Flux*, vol. 109-110, n° 3-4, p. 87-101.
- VIDALENC Eric, 2019, « The third revolution in Hauts-de-France : Moving towards energy autonomy ? », *Local Energy Autonomy. Spaces, Scales, Politics*, F. Lopez, M. Pellegrino et O. Coutard éd., Londres, Wiley, p. 47-67.