



HAL
open science

Juxtaposer efficacité énergétique et proximité : contradictions des systèmes de chauffage urbain dans l'Est de l'Allemagne

Daniel Florentin

► **To cite this version:**

Daniel Florentin. Juxtaposer efficacité énergétique et proximité : contradictions des systèmes de chauffage urbain dans l'Est de l'Allemagne. Flux - Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et territoires, 2017, 109-110 (3), pp.48-60. 10.3917/flux1.109.0048 . hal-02377313

HAL Id: hal-02377313

<https://hal.science/hal-02377313v1>

Submitted on 10 Jan 2025

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License



Juxtaposer efficacité énergétique et proximité : contradictions des systèmes de chauffage urbain dans l'Est de l'Allemagne

Daniel Florentin

La recherche de systèmes énergétiques plus locaux et la promotion d'une certaine forme de proximité géographique pour l'approvisionnement des espaces urbains ont commencé à intégrer un certain nombre de législations nationales, notamment dans les pays européens. Elle accompagne des ambitions politiques et des politiques publiques dites de transition énergétique : cette quête de proximité se retrouve par exemple explicitement à l'article 70 de la récente loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) votée en France en 2015. On y adjoint souvent une injonction à l'efficacité énergétique (1), le doublet proximité-efficacité énergétique étant censé incarner la nouvelle métrologie gagnante d'un développement urbain plus durable.

Cette affirmation politique vient pour partie entériner des transformations déjà à l'œuvre chez les acteurs industriels des services urbains et encourager les changements chez les opérateurs qui n'auraient pas adopté cette voie-là. Elle reprend une forme d'idéal énergétique à atteindre qui rappelle, sous d'autres formes, les discours sur l'autonomie énergétique qui ont été développés dès le XIX^e siècle (Lopez, 2014). Se construit ainsi discursivement et réglementairement une injonction à la proximité dans les services urbains, qui s'appuie sur la volonté de créer une nouvelle dynamique socio-écologique (Barles, 2010). Cette dynamique peut être comprise comme l'un des composants de ce qui a été appelé par Monstadt (2009) un « régime infrastructurel urbain ». Derrière cette idée de régime infrastructurel, il entend une : « stable urban configuration of institutions, techniques and artifacts which determine 'normal' sociotechnical developments in a city and thus shape general urban processes and the urban metabolism »

(Monstadt, 2009, p. 1937). Ce régime est modifié quand l'un ou plusieurs éléments de cette configuration sont transformés, affectant le métabolisme urbain général. Monstadt distingue à cet effet plusieurs types de changements de configurations infrastructurelles, en rappelant que : « innovations are in most cases limited to incremental changes which are in line with current regimes and result from the development or refinement of existing technical and institutional solutions » (Monstadt, 2009, p. 1929). Le changement de régime infrastructurel correspond à une rupture avec le système précédent, et à l'émergence d'une nouvelle configuration sociotechnique. La transition d'un système reposant sur des énergies fossiles (souvent lointaines) à un système fonctionnant à partir de ressources plus locales et renouvelables peut être une illustration de ce type de changement. C'est ce régime infrastructurel modifié et ses possibles impensés que nous voulons étudier dans cet article.

Si elle est construite discursivement comme un horizon à atteindre dans les textes réglementaires, la proximité, et notamment la proximité des ressources nécessaires au fonctionnement d'un service urbain, n'est pas forcément un objectif en soi ni une finalité absolument recherchée par les opérateurs de services urbains. L'évolution de ces opérateurs est en effet moins dictée par des réflexions en termes de métabolismes que par une rationalité socio-économique visant à rester rentable tout en étant économiquement compétitif et accessible au plus grand nombre. Quand elle apparaît dans le fonctionnement des services urbains, la possibilité d'utiliser des ressources de proximité émerge en fait souvent à la conjonction d'opportunités, de négociations, d'ajustements.

Les changements infrastructurels qui prennent en compte cette dimension de la proximité sont ainsi à envisager selon une grille intégrant non seulement une proximité géographique entre ressources et espaces desservis, mais aussi des aspects relationnels, institutionnels, qui rendent compte de la part de négociation et de conflictualité propre au fonctionnement d'un service urbain et en font un objet éminemment sociotechnique. Cet article cherche à comprendre ces aspects relationnels, et les conditions de possibilité qui permettent au discours écologique sur la proximité et l'efficacité énergétique et au discours socio-économique sur la rentabilité et l'accessibilité des services urbains de se rejoindre, pour forger ce qui a été décrit dans la littérature comme une forme de proximité organisationnelle (Beurain et Brulot, 2011 ; Colletis *et al.*, 1999). Cette proximité organisationnelle repose notamment, chez Beurain et Brulot, sur la recherche d'une coordination entre acteurs située dans des contextes considérés comme « hors marché », la proximité permettant de ne pas recourir à ce type d'outils. Cependant, la confrontation des deux discours permet d'interroger les ambiguïtés potentielles de la notion de proximité ou ses impensés. Comprendre comment se met en place ce nouveau régime infrastructurel promouvant la proximité revient à en analyser le fonctionnement et les contradictions potentielles.

Pour étudier ce changement de régime infrastructurel, nous nous appuyons sur l'étude d'un type de service urbain qui incarne particulièrement les différentes facettes de ces transformations et de cette recherche cumulée de proximité et d'efficacité énergétique, le chauffage urbain. La proximité étudiée recouvre à la fois la proximité des ressources nécessaires au fonctionnement du système et la proximité organisationnelle émergente entre l'opérateur et la collectivité locale.

Ce type de service a pour lui le double avantage d'être déployé à des échelles intermédiaires (*meso-scale*, Guy et Karvonen, 2014) entre les grands réseaux classiques et les petits systèmes décentralisés ou individuels, et d'être indifférent aux ressources primaires nécessaires à son fonctionnement (« source agnostic », comme le disent élégamment et de façon difficilement traduisible Hawkey et Webb, 2014, p. 2). Il offre ainsi un potentiel important de changements dans les modes d'approvisionnement et de reconfiguration urbaine, qui est de plus en plus saisi par les pouvoirs publics (locaux) (Gabillet, 2014 ; Rocher, 2014). On étudiera en particulier un cas de reconfiguration d'un réseau et de son fonctionnement à Magdeburg, dans la partie orientale de l'Allemagne.

Dans cette capitale du Land de Saxe-Anhalt, située à une centaine de kilomètres au Sud-Ouest de Berlin et comptant 230 000 habitants, l'opérateur local, au capital mixte depuis sa création en 1993 (2), a suivi l'injonction nationale et locale à développer un modèle de bouclage des flux à l'échelle du réseau, et a modifié le fonctionnement du système pour essayer de le faire reposer sur des ressources de proximité, mais a été confronté à des problèmes imprévus. Notre approche s'inspire à la fois des travaux des *Science and Technology Studies* sur les grands réseaux et leurs reconfigurations (Coutard, Rutherford, 2016) et de l'écologie politique urbaine, pour essayer de démêler les enjeux politiques des changements sociotechniques et environnementaux (Swyngedouw, 2015) mis en œuvre dans le cas du chauffage urbain à Magdeburg (3).

Afin d'analyser finement cette expérience locale, nous reviendrons tout d'abord sur les avantages attendus de la proximité des ressources dans le fonctionnement des services urbains, notamment en termes de dépendance territoriale. Nous verrons ensuite dans quelle mesure le chauffage urbain peut incarner cette volonté de proximité. Nous traiterons enfin de l'exemple de l'intégration des ressources de proximité dans le système de chauffage de Magdeburg, pour en voir à la fois les réussites et les impensés voire les contradictions.

POURQUOI RECHERCHER LA PROXIMITÉ ?

La recherche d'une certaine proximité géographique entre les sources énergétiques nécessaires au fonctionnement des services urbains et les territoires desservis par ces mêmes services répond à des objectifs multiples, aussi bien territoriaux, économiques, techniques qu'environnementaux.

Un enjeu géopolitique de moindre dépendance

Un certain nombre de systèmes énergétiques reposent sur des ressources énergétiques très éloignées de leur lieu de consommation (4). De façon synthétique, on peut d'ailleurs associer des échelles variables aux énergies en fonction de la distance potentielle séparant lieux de production et lieux de consommation, pour reprendre la typologie de Nies (2014) : charbon et pétrole sont ainsi des énergies d'échelle souvent mondiale, gaz ou électricité d'échelle surtout régionale, quand le bois ou la géothermie ou la plupart des énergies renouvelables sont des énergies d'échelle principalement locale. L'éloignement des ressources crée une situation de *dépendance territoriale* pour les territoires desservis et constitue de ce fait un facteur

d'exposition plus forte à des risques géopolitiques (Giblin, 2014). La proximité entre ressources et lieux de consommation doit ainsi permettre, entre autres, de limiter cette dépendance territoriale, l'étape ultime et largement théorique étant celle d'un métabolisme urbain fermé, entièrement autonome. Cette volonté de sécurisation de l'approvisionnement s'est longtemps pensée à l'échelle nationale, mais fait désormais également l'objet de préoccupations locales fortes, notamment en Allemagne, non sans lien avec la volonté de limiter le recours aux énergies fossiles propre aux lois de transition énergétique (Gailing, Röhring, 2016). Promouvoir l'usage de ressources proches participe dès lors de la mise en place d'une nouvelle métrologie qui a un objectif quasi (géo)-politique, afin de garantir la sécurisation de l'approvisionnement, mais aussi et surtout d'offrir une meilleure adéquation entre les contraintes économique-environnementales et les usages sociaux de cette énergie. Il doit permettre, pour un territoire, de ne pas être soumis pour son approvisionnement à des facteurs exogènes : on retrouve à l'échelle d'un territoire ce qui a été mis en avant par Clifton et Guttierrez (2014) à une échelle plus individuelle dans leur analyse des « usagers potentiellement vulnérables », à savoir des usagers qui seraient désavantagés dans une relation d'échange pour des raisons sur lesquelles ils n'ont aucun contrôle. La recherche d'une proximité géographique pour l'approvisionnement en services urbains cherche, de la même façon, à éviter de transformer les territoires desservis en territoires potentiellement vulnérables. Elle constitue par ailleurs pour les acteurs publics locaux un gisement potentiel d'activité et d'emploi (Gailing, Röhring, 2016), et peut être utilisée comme démonstrateur : c'est dans cet esprit que le maire de Magdeburg a présenté le nouveau système de chauffage, arguant du fait qu'il permettrait désormais à la ville de se chauffer et de s'éclairer localement et proprement (5).

Enjeu de stabilisation économique du service public

Le développement de réflexions et de projets politiques faisant la promotion de systèmes fonctionnant davantage avec des ressources locales témoigne non seulement d'une volonté politique de limiter la dépendance territoriale, mais dit également quelque chose du fonctionnement actuel des services urbains, et de leur relative fragilisation en tant que modèle unitaire et centralisé et de leur instabilité économique. La recherche de proximité répond ainsi à une demande économique d'un modèle alternatif à un système actuel où la libéralisation de la régulation des marchés de l'énergie est

perçue comme un risque économique (Kelly, Pollitt, 2010) tout en étant associée à de grands coûts en capital, liés à la matérialité forte et coûteuse des services techniques urbains (Hawkey, Webb, 2014 ; Summerton, 1994). Revenir à une régulation plus locale permettrait de limiter ce risque économique et de préserver l'une des missions des services publics urbains, qui est celle d'assurer un service de qualité à un coût accessible au plus grand nombre.

Un enjeu de renouvellement technico-environnemental

À ces enjeux géopolitiques et économiques s'ajoute un troisième objectif associé à la recherche d'une proximité géographique entre lieux de production et de consommation des services urbains, qui est à la fois technique et environnemental. La proximité entre infrastructures destinées à la production d'énergie et systèmes de distribution de services urbains peut être envisagée comme une source d'innovation technique, permettant de penser de nouvelles formes d'inter-relations entre secteurs. C'est notamment dans ce cadre que s'est développée l'écologie industrielle (Buclet, 2011). L'échelle locale est celle qui permet d'envisager des bouclages des cycles de matière (Allenby, Richards, 1994), permettant de passer d'un système linéaire où s'enchaînent extraction, activité et production de déchets à un système plus circulaire et plus conforme aux cycles de vie des matières (Barles, 2010 ; Coutard, 2010). La proximité géographique permet la recherche de nouvelles formes de complémentarités entre services ou entre secteurs, qu'on pourrait qualifier de proximité technique : de la chaleur qui serait sinon inutilisée (chaleur dite fatale) peut ainsi être récupérée des réseaux d'assainissement, de l'incinération de déchets ou d'autres procédés industriels pour alimenter certains services de chauffage urbain ou d'électricité (Hampikian, 2015 ; Seiler, Poch, 2003). L'objectif est en fait double, aussi bien technique qu'environnemental, faisant se rejoindre proximités technique et géographique. Il vise en effet non seulement à optimiser des processus industriels, à limiter les déperditions ou à valoriser certaines ressources éphémères largement sous-exploitées, mais aussi à limiter les pollutions et autres usages dissipatifs des matières, afin de réduire la production de déchets (Barles, 2002), afin de réduire, par ce biais, l'empreinte environnementale des espaces urbains concernés. En ce sens, la recherche de la proximité peut jouer un rôle décisif dans la mutation des sociétés industrielles vers des sociétés moins carbonées, offrant les conditions de possibilité d'un

changement dans le fonctionnement du métabolisme urbain pour le rendre plus cyclique.

Le chauffage urbain : une incarnation de cette volonté de proximité

À cet égard, un service incarne ce renouveau de la pensée sur la proximité et sa promotion pour un développement urbain plus équilibré, moins polluant et moins consommateur de ressources limitées : le chauffage urbain.

Le chauffage urbain représente à la fois un bien collectif (Swaan, 1988) et un système potentiellement relativement local (Pierce, 1995), dont le modèle de fonctionnement est d'ailleurs proche de l'écologie industrielle. En effet, le chauffage central repose sur un système où on prend de l'énergie là où elle a peu de valeur (comme par exemple l'énergie résiduelle de l'industrie), pour la transformer et l'apporter là où sa valeur d'usage (6) est plus élevée, notamment pour chauffer de l'eau ou un espace (Hawkey, Webb, 2014). Les résidus d'une activité font ainsi le cœur de l'activité de chauffage.

Le chauffage urbain est utilisé dans les logements, les bureaux ou certains entrepôts, qui constituent un gisement important d'émissions de gaz à effet de serre. Son caractère collectif en constitue un levier potentiel majeur d'action sur le bâti à une échelle relativement large, pour un coût de transaction relativement peu élevé. La modification du système de chauffage permettrait ainsi d'avoir une influence non négligeable sur les émissions et, *in fine*, de limiter les facteurs de réchauffement climatique. Le chauffage urbain transformé pourrait ainsi être un contributeur majeur à une résilience des systèmes urbains (Connolly *et al.*, 2014).

Les réseaux de chauffage urbain, du fait notamment de leur indifférence à la source énergétique leur permettant de fonctionner, sont du coup devenus un outil privilégié de certaines politiques publiques de décarbonation de l'économie urbaine. Le pilotage de leur transformation est une opportunité souvent saisie par les pouvoirs publics locaux pour renforcer leur influence territoriale (Bush *et al.*, 2014 ; Hannon, Bolton, 2015), en affirmant notamment leur rôle dans la diminution des émissions de carbone et les changements infrastructurels (Bulkeley *et al.*, 2011). Pour le dire autrement, ces réseaux incarneraient un système urbain à même de régler ce que Hawkey et Webb décrivent comme le trilemme des services urbains : « affordable, secure and low carbon » (p. 2). C'est notamment le choix qui a été

opéré par le gouvernement du Royaume-Uni et sa stratégie nationale de réduction des émissions de carbone (IEA, 2014 ; UK DECC, 2013) (7). De façon étonnante, les réseaux de chauffage urbain sont ainsi présentés comme une évidence technique et environnementale, sans forcément prendre en compte la dimension sociale et politique de ces systèmes et de leur gestion, reflétant une forme d'absorption des questions sociales par la question environnementale et technique (Bakker, 2005).

Il faut toutefois noter que la promotion de ces réseaux de chauffage et leur analyse dans la littérature académique, en particulier anglo-saxonne, demeurent davantage focalisées sur les émissions de CO₂ et leur réduction que sur les enjeux de proximité, qui demeure une catégorie secondaire quand elle n'est pas tout simplement absente. L'accent est mis sur le caractère renouvelable plus que sur le caractère local des sources énergétiques à utiliser par ces nouveaux systèmes techniques en cours de développement. Il existe donc dans la littérature académique une disjonction relative entre certaines réflexions sur les changements infrastructurels à l'œuvre ou souhaités par les politiques publiques et la prise en compte des aspects spatiaux, liés à la distance, aussi bien géographique qu'institutionnelle entre les différents éléments du système sociotechnique. Le cas britannique demeure cependant un peu particulier, puisque les réseaux de chauffage urbain y sont relativement peu présents, à la différence des pays de l'Est et du Nord de l'Europe (Magnusson, 2012 ; Rocher, 2013). Là où les cas britanniques proposent une rupture très forte avec le schéma d'approvisionnement en chaleur qui existait auparavant, les villes de l'Est et du Nord de l'Europe offrent un exemple de mutation du système existant pour y intégrer les ambitions de transition énergétique. C'est cette reconfiguration du réseau existant de chauffage urbain autour de la notion de proximité et d'efficacité énergétique plus que la création d'un système de chauffage que nous voulons analyser, en étudiant le cas d'une ville qui fut relativement pionnière dans le changement de son système de chauffage, Magdeburg. Cette transformation, reposant sur une intervention plus forte de la mairie dans les choix énergétiques, sur un changement dans la nature des ressources et dans le type d'infrastructures utilisées, a constitué la base d'un nouveau régime infrastructurel, largement innervé par les enjeux de proximité.

Cet exemple, qui fut suivi par d'autres, permet de voir les conditions de construction d'une proximité géographique

et organisationnelle dans la gestion du service urbain du chauffage et de comprendre les conflits et difficultés que ce type de réagencement a pu générer.

LE RÉAGENCEMENT DU RÉSEAU DE CHAUFFAGE URBAIN À MAGDEBURG : COMMENT CONSTRUIRE UNE PROXIMITÉ ORGANISATIONNELLE

Un nouveau système de chauffage urbain plus local

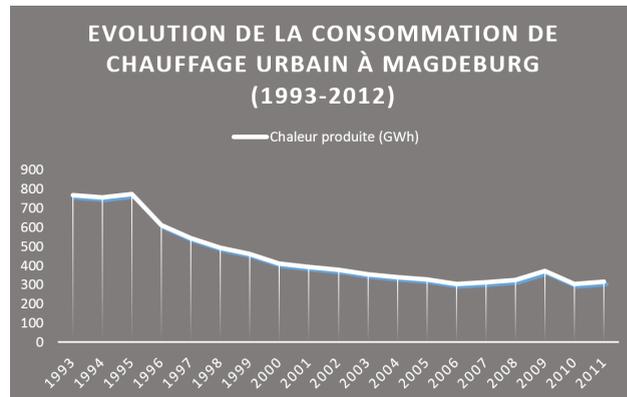
Comme la quasi-totalité des villes de l'Est de l'Allemagne, la ville de Magdeburg a été marquée par la forte tradition du chauffage urbain, dont le réseau a été principalement développé dans les années 1970. L'histoire du chauffage urbain à Magdeburg a cependant connu une forte évolution durant la décennie 2000, qui s'est concrétisée par des changements infrastructurels importants et notamment le développement d'interconnexions entre services locaux. La plus notable s'est matérialisée dans la construction d'une nouvelle infrastructure alimentant le réseau de chauffage à partir de ressources locales et non plus lointaines et fossiles, l'incinérateur du quartier de Rothensee, appelé MHKW (pour *Müllheizkraftwerk*, incinérateur de déchets) (photo 1). Depuis 2006, cet incinérateur, dont le financement s'est fait par des montages complexes dans un

Photo 1. La MHKW vue du ciel



Source : SWM, 2014

Graphique 1. Chauffage urbain en déclin à Magdeburg (1993-2012)



Source : données SWM, 2013

contexte de fortes contraintes budgétaires (8), permet d'alimenter par cogénération la ville de Magdeburg en chauffage urbain et, en partie, en électricité (9).

Remonter l'histoire de cette infrastructure en fait une sorte d'usine-palimpseste : son développement est fait de strates qui racontent une grande partie de l'évolution du chauffage urbain à Magdeburg, mais aussi dans de nombreuses villes de l'Est allemand, voire européen. Il participe de la construction d'un nouveau régime infrastructurel cherchant à allier efficacité énergétique, sources considérées comme (plus) propres et proximité. Ce nouveau régime s'est construit à la croisée de crises, de transformations de la demande, d'ajustements et d'opportunités politiques et techniques qui ont pu être saisies par l'opérateur local multi-services (les *Städtische Werke Magdeburg*, SWM) et la ville. Le nouveau système ainsi mis en place venait remplacer, moderniser et « verdir » un système de chauffage caractérisé par le surdimensionnement et la dépendance territoriale.

L'ajustement : une réponse au surdimensionnement et à la dépendance territoriale

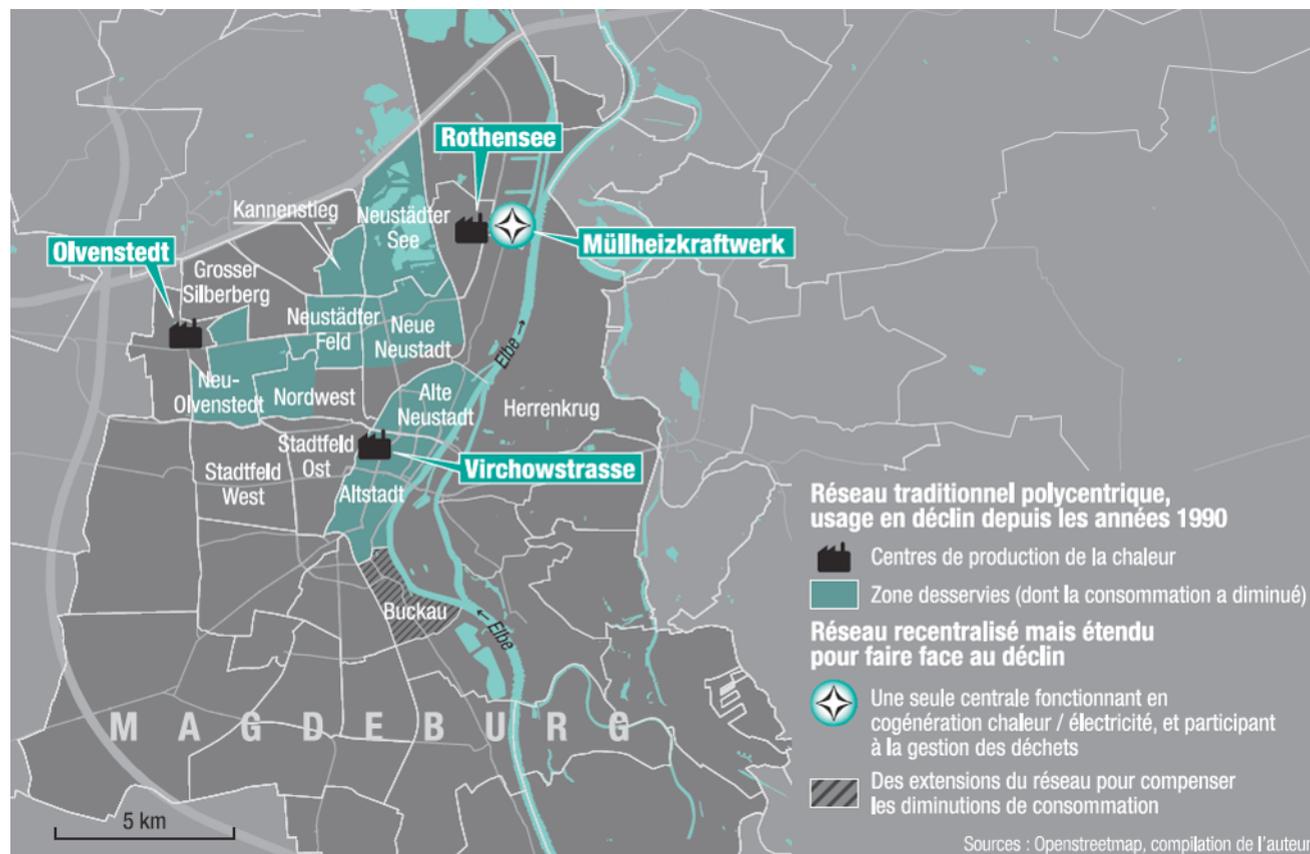
Relire l'histoire de la MHKW et en comprendre l'origine et la logique de fonctionnement, c'est ainsi l'insérer dans un contexte double, celui de la forte baisse de la consommation du chauffage urbain et de l'important surdimensionnement du réseau d'une part (graphique 1), et d'une dépendance historique du chauffage urbain local aux énergies fossiles d'autre part. Les effets conjugués des progrès techniques liés à l'isolation du bâti,

d'une baisse de la population importante (70 000 habitants en moins depuis 1990) et d'une forte désindustrialisation ont ainsi conduit à une baisse de la consommation de chauffage urbain de plus de 60 % depuis 1993. Cette baisse remet ainsi fortement en question le modèle économique de ce service urbain, reposant sur une augmentation continue de la demande. Ce retournement de la demande est en fait relativement pérenne, faisant du surdimensionnement une donnée de long terme en l'absence de changements infrastructurels.

Le système de chauffage initial reposait sur trois centrales à énergies fossiles, bénéficiant d'un approvisionnement en énergie de la part de sources multiples, utilisant pétrole, gaz et charbon. Ces trois centrales étaient situées dans trois quartiers différents, une à Rothensee, une dans le centre à Virchowstrasse et une dernière le quartier de grands ensembles d'Olvenstedt (carte 1). Face à l'importante baisse

de la consommation de chaleur et au surdimensionnement grandissant des réseaux qui a marqué les années 1990, les SWM ont alors développé deux scénarios d'évolution, qui reprennent des débats qui ont concerné d'autres réseaux. Le premier a reposé sur une distribution de la chaleur par plusieurs petits systèmes décentralisés, à l'échelle de l'îlot. L'option a été jugée trop coûteuse et abandonnée. Le second scénario a, lui, envisagé ce qui est appelé par les ingénieurs sur place la « recentralisation » du système autour d'une seule source et son adaptation aux niveaux de consommation diminués. Ainsi était né le projet de MHKW. Il a été fortement encouragé par la mairie, qui y voyait également un moyen d'asseoir une stratégie locale de transition énergétique autour d'une infrastructure censée la symboliser. Dans un contexte de régime de demande décroissante, qui est également celui visé par les politiques de sobriété énergétique, l'opérateur a

Carte 1. Magdeburg et son système recentralisé du chauffage urbain



Source : Openstreetmap et données SWM, 2014

ainsi fait le choix de systèmes plus centralisés en tablant sur les économies d'échelle qu'ils pouvaient apporter (10) plutôt que de micro-réseaux. L'ancien système n'est cependant pas abandonné, mais sert à assurer le service pendant les quelques jours de pics de demande. La nouvelle centrale, produisant de la chaleur par la combustion des déchets, permet de couvrir 95 % de la demande et a une capacité maximale de 125 MW. Durant les quelques heures de l'année où le pic de demande est atteint (165 MW), l'ancienne centrale à charbon de Rothensee est activée pour compenser.

La MHKW est donc censée remplacer (sauf pour les pics), le système qui la précédait. À ce titre, elle apporte, par son insertion dans le réseau de chauffage urbain, une réponse au problème du surdimensionnement, qui touche une bonne partie des réseaux de chauffage urbain arrivés à maturité (Florentin, 2015 ; Magnusson, 2012). Elle répond à une rationalité principalement économique du point de vue de l'opérateur, visant à limiter la dépendance aux énergies fossiles. La stratégie suivie est cependant assez innovante, puisqu'elle repose en partie sur l'idée qui pourrait sembler paradoxale que l'investissement dans une nouvelle infrastructure (relativement lourde) peut être une manière de régler en partie les enjeux du surdimensionnement. Cette diversité de sources montre à la fois la plasticité du chauffage urbain et la grande facilité qu'il y a à changer la source de chaleur, notamment pour associer une source moins émettrice de gaz à effet de serre.

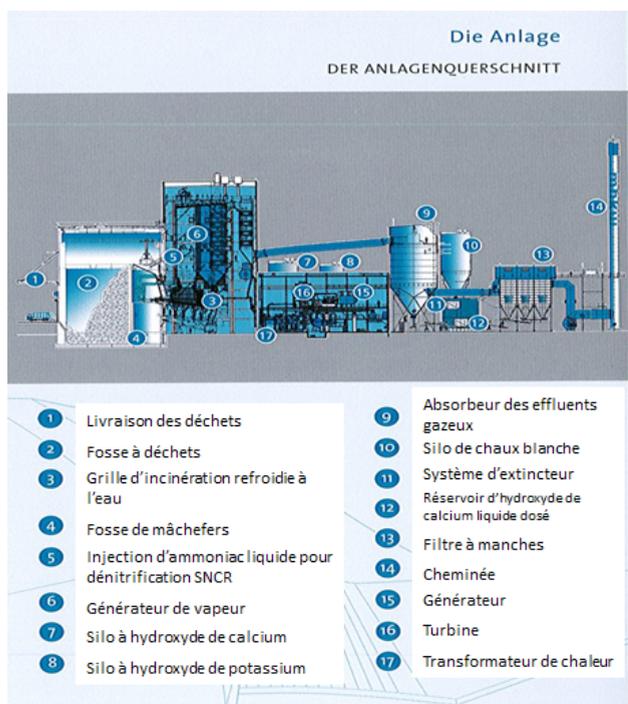
Les trois centrales antérieures étaient largement sous-utilisées ; leur maintenance représentait un coût élevé pour l'opérateur, et leur énergie-source rendait le système très dépendant des prix de l'énergie, et, de ce fait, de facteurs géopolitiques exogènes, rendant l'approvisionnement peu optimal et très sujet à la volatilité des prix de marché. Le système antérieur incarnait ainsi assez directement les enjeux de dépendance territoriale. Utiliser la chaleur extraite de l'incinération des déchets permet de reposer sur un système plus local, et théoriquement moins soumis aux aléas de marché, même si le projet n'a initialement pas été conçu explicitement en ces termes par l'opérateur (11) et la ville. La conjonction d'un changement de demande, d'une transformation des modalités d'approvisionnement et de la construction d'un nouveau type d'infrastructures change radicalement la configuration locale du chauffage urbain, ce qui nous fait la qualifier de changement de « régime infrastructurel urbain » (Monstadt, 2009).

La MHKW et la proximité : une conjonction d'opportunités réglementaires et environnementales

La MHKW est à la fois le produit d'une crise de la demande et le résultat de croisements d'opportunités entre les acteurs locaux et les dispositifs réglementaires nationaux, qui ont permis la mise en place d'un réseau moins polluant. Même si le dispositif n'en fait pas officiellement partie, c'est un exemple local de transition énergétique. Sa création a permis à la ville de se mettre en conformité avec une partie de l'agenda de la transition énergétique. La collectivité a d'ailleurs fortement insisté auprès de l'opérateur public pour mettre en œuvre ce projet qui permettait de remplir un certain nombre des engagements nationaux de la ville. Entre autres dispositifs, la construction de l'incinérateur permet de s'aligner sur les exigences de la loi sur la cogénération chaleur-électricité (KWKGesetz), édictée en 2002, renouvelée en 2009 puis en 2012, qui incite à la production couplée d'énergie pour atteindre les objectifs climatiques nationaux. La MHKW est ainsi mise en avant par les pouvoirs publics comme un symbole d'une énergie plus « verte ». Grâce à la MHKW, la ville peut également satisfaire aux exigences fédérales de 2006 concernant le traitement des déchets, qui imposent leur incinération et le développement progressif d'une économie circulaire (la loi s'appelant « loi pour une économie circulaire », Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG). La proximité est ainsi envisagée essentiellement en termes de circularité et de transformation du métabolisme urbain pour rendre ses flux plus locaux et moins polluants.

Dans ce cadre, à l'issue du cycle de production (photo 2), l'usine retraite ainsi une dernière fois la vapeur produite pour la débarrasser de toute substance polluante. L'objectif est à la fois de se conformer aux réglementations environnementales en améliorant l'efficacité des procédés industriels, mais aussi de valoriser au mieux les déchets : efficacité technique et industrielle et ambition environnementale se rejoignent ici. Les ingénieurs de la MHKW ont ainsi mis au point une technique de « réincinération » des mâchefers pour en réduire le volume final, réduit à une part infime. Par ce procédé, on est passé de 40 mg à 8 mg de particules par m³ (12). Ce procédé industriel accroît l'efficacité énergétique de l'ensemble et diminue la dépendance de la MHKW à l'égard des entreprises de traitement de ces cendres finales. Le processus de production permet ainsi de transformer en énergie 98 % du volume des déchets qui entrent. La MHKW est donc à la fois une réponse aux questions du surdimensionnement et aux enjeux de

Photo 2. Le processus industriel d'incinération



Source : MHKW, 2013

protection de l'environnement immédiat par une empreinte environnementale qui se veut plus limitée, même si on pourrait arguer du fait que la mise en place d'un système de ce type n'agit pas comme une incitation à produire moins de déchets (Wilts, 2012). Le métabolisme du service de chauffage urbain se veut malgré tout plus cyclique, et s'extrait largement de la vision linéaire classique qui caractérisait son fonctionnement antérieur dans le système reposant sur les trois centrales alimentées par des énergies fossiles. La proximité géographique est un moteur de transformation environnementale, mais est aussi permise par un certain nombre de relations entre acteurs, notamment entre l'opérateur et la ville, qui a joué un rôle moteur dans cette mutation.

On peut relire cette séquence conduisant au choix et à la construction d'un incinérateur et d'un système de cogénération au prisme de la théorie de l'action publique développée par Kingdon (1984), reprise notamment par Bernt *et al.* (2014). Dans leurs travaux, pour qu'une action (politique) soit entreprise par les responsables publics, elle doit généralement correspondre à au moins deux des trois types d'intérêts politiques suivants :

- *stream of problems*, à savoir le processus de persuasion des décideurs qu'un enjeu particulier est un problème,
- *stream of policies*, considéré comme la formulation d'alternatives et l'adaptation de certaines politiques à des problèmes émergents,
- et *stream of politics*, compris comme la dynamique du jeu politique, rythmée par l'évolution de l'opinion publique et le calendrier électoral.

Les débats publics sur le réchauffement climatique et l'importance du rôle des villes dans les stratégies à mener pour le limiter constituent le *stream of problems* et le *stream of politics* qui ont été activés par la ville : les différents élus, jusqu'ici relativement indifférents aux pratiques industrielles de l'opérateur, ont ainsi investi ce champ pour inclure l'incinérateur dans leur stratégie politique locale de transition énergétique (confirmant le même type de logiques observées dans d'autres contextes par Gabillet, 2014).

L'incitation législative et réglementaire à la mise en place de systèmes de cogénération et d'incinération correspond assez bien au *stream of policies*. La conjonction des trois a créé les conditions de possibilité pour la mise en place d'une infrastructure comme la MHKW avec le soutien des acteurs publics locaux : les élus de tous bords rencontrés, aussi bien du SPD, de Die Linke, des Grünen ou de la CDU ont tous témoigné d'un soutien au projet et à la dynamique entrepreneuriale poursuivie par l'entreprise sur le chauffage urbain. D'une certaine façon, ces différents courants ont convergé pour solidifier et renforcer une proximité organisationnelle entre la ville et son opérateur jusqu'ici essentiellement dictée par une relation financière liée aux dividendes de l'entreprise, et désormais matérialisée par ce projet d'incinérateur porté en commun.

La MHKW : une opportunité économique et sociale

À ces qualités techniques et environnementales s'ajoutent deux autres vertus de ce projet : une énergie bon marché et une infrastructure bénéficiant d'une forte acceptation sociale. L'énergie ainsi produite est très peu chère et ne trouve de ce fait pas de concurrents sur le marché local. Elle est principalement distribuée dans les quartiers de grands ensembles, proposant ainsi un service de qualité et peu onéreux aux populations parmi les plus fragiles (Rocher, 2014), à l'opposé des descriptions des services segmentés abreuvant de façon excluante les espaces privilégiés (*premium networked spaces*) décrits par Graham et Marvin (2001). La distribution du chauffage urbain par ce

nouveau système a un double effet : elle assoit encore davantage l'ancrage territorial de l'opérateur et permet de renforcer les liens entre l'opérateur et ses usagers, en l'occurrence le bailleur communal et les coopératives de logement, qui peuvent, grâce à l'incinérateur, proposer des appartements avec des charges locatives beaucoup plus basses, les rendant comparativement plus attractifs dans un contexte de marché immobilier aussi peu tendu que celui de Magdeburg (ou de tout autre *shrinking city* (13)). La technologie n'est pas ici le support de nouvelles inégalités (Coutard, Guy, 2006).

On peut relire cette conjonction d'opportunités en termes de proximité entre acteurs. Ces réagencements et modifications profondes du système sociotechnique local de chauffage sont en fait permis par une certaine proximité institutionnelle au sens de Colletis *et al.* (1999), à savoir une adhésion à un espace commun de représentations entre la législation nationale et les objectifs politiques et économiques des acteurs locaux. La mise en place de ce type d'infrastructure s'insère de façon harmonieuse dans les agendas respectifs des différents acteurs (bailleurs, mairie, opérateur), sans que les coûts de coordination soient exorbitants, ce qui, à première vue, trace les contours d'une expérience relativement réussie de la proximité et de la transition énergétique.

Ce sont sans doute ces bienfaits socio-économiques qui expliquent la faible réticence, voire l'inexistence de contestation de l'infrastructure par la population locale, à la différence de ce qui se produit autour d'autres incinérateurs (Rocher, 2009 ; Wilts, 2012). Deux raisons président à cette absence de contestation. Tout d'abord, le site choisi pour la MHKW accueillait déjà l'une des centrales du précédent système : avoir un bâtiment industriel à proximité des habitations n'était donc pas chose nouvelle. Par ailleurs, l'activisme citoyen local s'est montré davantage préoccupé par des enjeux sociaux qu'environnementaux. Aucune manifestation n'a eu lieu pour contester l'incinérateur, mais une demande sociale diffuse a été portée pour assurer la création de nouveaux emplois dans le quartier de Rothensee, qui n'a pas été épargné par les effets de la transition post-socialiste. Cependant, à cet égard, si des emplois ont certes pu être créés à l'occasion de la construction de l'incinérateur, la tendance est malgré tout à une baisse massive des effectifs sur le site sur le long terme : là où 600 employés y travaillaient en 1990, on n'en dénombrait plus que 38 en 2013 ; le nombre d'ingénieurs a lui-même chuté pour passer de 40 en 1990 à 2 en 2013.

Même si l'apport en termes d'emplois peut être nuancé, l'incinérateur offre des avantages économiques et environnementaux non négligeables aux usagers et à la ville. On y retrouve une relocalisation de l'économie *via* la moindre dépendance aux énergies fossiles importées, des pratiques de valorisation et de réutilisation des ressources locales, ainsi que des processus de redistribution spatiale *via* une politique tarifaire bénéficiant aux populations les moins favorisées, puisque le réseau alimente les quartiers de la ville où les indicateurs socio-économiques sont à leur plus bas niveau. Cependant, cette transformation sociotechnique n'est pas sans créer de nouveaux enjeux imprévus, qui viennent nuancer les avantages envisagés et témoignent de l'ambivalence des projets d'intégration et d'efficacité énergétiques, ou tout du moins de l'impréparation à certains de leurs effets.

L'IMPRÉVU : LE MANQUE DES DÉCHETS ET LES INJONCTIONS CONTRADICTOIRES DE LA PROXIMITÉ

Changer des éléments spécifiques d'un réseau a ainsi des conséquences pour l'ensemble du système (Hommels, 2005 ; Monstadt, 2009). Aussi avantageuse écologiquement et économiquement qu'elle apparaisse, la transformation permise par la MHKW crée de nouvelles conflictualités et tensions, et pâtit de deux sérieuses complications, qui viennent remettre en cause le caractère durable et proche du système du chauffage urbain : le manque de ressources et la création de marchés de recyclage des déchets.

À son inauguration, la MHKW, du haut de ses 600 000 tonnes de déchets incinérées chaque année, était la première (et seule) à incinérer les déchets dans le Land de Saxe-Anhalt, et n'avait recours qu'aux déchets locaux de la ville de Magdeburg. Cette situation pionnière fut de courte durée et le Land a rapidement vu les incinérateurs se multiplier sur son territoire. Cette prolifération s'explique notamment par le pic des prix du pétrole en 2008, qui a poussé de nombreux opérateurs à chercher à recourir à d'autres formes de sources d'énergie pour limiter leurs coûts : elle n'a pu être anticipée par les acteurs publics et techniques de Magdeburg, dont les choix de construction étaient antérieurs à ce pic et répondaient à d'autres dynamiques. Elle a eu un effet pervers assez rapide : la multiplication des incinérateurs a fait des déchets une ressource non seulement cruciale, mais convoitée et limitée, la rendant sujette à de régulières pénuries. Là où la demande de déchets

destinés à être incinérés se monte à 2,3 millions de tonnes par an pour l'ensemble du Land, 40 % de ce volume ne peut être fourni par les déchets locaux. Le phénomène est sans doute appelé à s'amplifier, en raison des dispositifs réglementaires incitant à une réduction de la production des déchets et à de meilleurs taux de valorisation matière ou organique (privilégiés dans la législation européenne sur la valorisation énergétique).

La conséquence de ce déficit de déchets locaux est la création, ou plus exactement le recours progressif à un marché national puis international concurrentiel des déchets, dans un secteur manquant de régulations régionales ou nationales (Wilts, 2012). La proximité des ressources atteint peu à peu une forme de saturation, et débouche sur ce qu'elle était censée effacer, la dépendance à un mécanisme de marché. Le système se retrouve confronté à une injonction qui s'avère contradictoire entre la recherche de sources d'énergie considérées comme renouvelables (comme les déchets, d'après les différentes classifications) et une autre incitation, émanant de la même échelle de pouvoir (nationale et européenne), à réduire la production de déchets. Les deux volets de cette injonction n'étant pas coordonnés, la solution trouvée par les opérateurs est le recours au marché, qui contredit la volonté et le discours politiques locaux de développer un système reposant principalement sur des ressources locales.

Au niveau de Magdeburg, la MHKW incinère ainsi 40 % de déchets locaux, mais doit importer 60 % des déchets transformés ensuite en chaleur et électricité. Ces déchets viennent d'autres régions allemandes, mais également de Suisse ou d'Irlande (14). Le manque de déchets force également les SWM à n'avoir que très peu de stock pour les déchets, rendant l'incinérateur et tout le système sociotechnique qui l'entoure vulnérables et dépendants de facteurs exogènes.

La dépendance à un marché des déchets et à des ressources non locales contredit le projet d'une énergie (chauffage et 50 % de l'électricité de la ville) durable car renouvelable et locale. La transformation à l'œuvre montre à la fois la plasticité du système sociotechnique, son caractère innovant *via* le couplage avec un rendement très élevé du traitement des déchets et de la production d'énergie, mais aussi les vulnérabilités et fragilités nouvelles qu'elle peut engendrer et qui sont associées à ce nouveau régime transformé d'infrastructure. La proximité recherchée est le fruit d'un compromis social, technique et politique qui n'a pas été pensé dans sa totalité ici.

Le mode de fonctionnement de l'incinérateur se révèle créateur de nouvelles formes de vulnérabilité dans un cadre énergétique qui se veut plus sobre (ou en tout cas moins émetteur de gaz à effet de serre), mais qui n'est pas forcément plus stable pour autant : le système branlant est remplacé par un autre système instable, quoique différemment. Le nouveau régime infrastructurel mis en place ne permet pas de garantir pleinement la pérennité du système sociotechnique. L'intégration entre réseaux (ici chaleur et électricité) n'est pas gage absolu d'un fonctionnement serein et sans aspérités, mais se retrouve confrontée à quelques points impensés qui viennent nuancer la portée de ce type de configurations infrastructurelles. La transformation observée à Magdeburg a donc ses deux facettes, qui sont comme deux légendes sociotechniques : la légende dorée, associée à des logiques d'innovation, d'intégration sociale et de profitabilité économique ; la légende noire, liée aux nouveaux conflits et tensions entre territoires liés au développement de marchés des déchets dans un système manquant cruellement d'une régulation suffisamment robuste. Ces effets pervers semblent avoir été largement sous-estimés lors des choix ayant présidé à la création de l'incinérateur. Ils témoignent du fait que ces transformations ratent parfois une partie de leur objectif, et que la réflexion s'est sans doute davantage portée sur la question de l'efficacité énergétique et de l'amélioration des rendements plutôt que sur les ressources et leur potentielle raréfaction.

CONCLUSIONS

Les processus de transition énergétique contribuent à une transformation non seulement des réseaux techniques urbains, mais des référentiels présidant à leur organisation. La proximité et l'efficacité énergétique ont désormais intégré la matrice du fonctionnement des services urbains, ou tout du moins des objectifs qu'ils doivent poursuivre. L'exemple du chauffage urbain montre le potentiel offert par l'utilisation de ressources locales, et l'importance de relations de proximité entre acteurs urbains pour porter ces transformations. La proximité n'est pas une condition suffisante de changements infrastructurels, mais elle ouvre des conditions de possibilité pour des changements de ce type.

Pour autant, la recherche de proximité doit être insérée dans une réflexion large, qui ne se limite pas au seul système technique, mais cherche à intégrer de façon fine les éléments lui permettant de fonctionner. L'exemple de l'incinérateur

de Magdeburg offre un exemple de ce type d'enjeu : il fut construit entre autres comme une alternative à l'utilisation de ressources fossiles et de mécanismes de marché, mais s'est retrouvé finalement dépendant de nouveaux marchés de déchets. L'efficacité énergétique entre alors en concurrence avec la sobriété qui invite à une production moindre de déchets. Une réflexion plus intégrée aurait pu permettre de mettre en avant la contradiction inhérente visant à faire reposer le système sur une seule ressource, dont on cherche qui plus est à limiter le stock, ce qui conduit rapidement à une économie de la rareté et à la création de phénomènes de marché. Si ces marchés n'empêchent pas jusqu'ici un fonctionnement correct

du système sociotechnique, ils viennent contredire certains des objectifs affichés d'un réseau plus vert car plus local.

Daniel Florentin est maître-assistant à Mines Paris Tech (PSL Research University), au sein de l'Institut Supérieur d'Ingénierie et de Gestion de l'Environnement. Il a effectué une thèse sous la direction d'Olivier Coutard et Sylvie Fol sur les nouveaux modèles économiques et territoriaux développés par les opérateurs de réseaux d'eau, d'assainissement et de chauffage urbain confrontés à une baisse de la consommation, afin de s'adapter à une demande à régime décroissant. Il a en particulier travaillé sur des cas allemands et espagnols. daniel.florentin@mines-paristech.fr

NOTES

(1) Voire, dans une vision plus radicale, à la sobriété, comprise comme un projet systémique et sociotechnique visant une moindre utilisation des ressources (Zélem, 2013).

(2) Le capital est majoritairement municipal (54 %), avec deux partenaires privés (E.ON Avacon à hauteur d'environ 27 % et Gelsenwasser à hauteur d'environ 19 %)

(3) Cette recherche s'appuie sur des données collectées lors d'un travail d'immersion longue (6 mois) au sein des équipes de l'opérateur multi-services de la ville, les Städtische Werke Magdeburg (SWM), en charge notamment du chauffage urbain, profitant ainsi d'une position favorable au sein de l'opérateur pour en observer la gestion quotidienne comme pour participer à des réunions stratégiques en interne ou avec des acteurs extérieurs à l'opérateur...

(4) Alors que la proximité a pendant longtemps été considérée comme un enjeu de gestion urbaine pour les services urbains et l'industrie au XIX^e siècle. Mais, comme le souligne Sabine Barles, « le divorce [entre ville et industrie, et, par extension, entre lieux de production et de consommation d'énergie] a bien eu lieu » (Barles, 2002, p. 145).

(5) Ce fut le sens notamment de la campagne, menée conjointement par la ville et l'opérateur : *Otto erzeugt Strom* (Otto produit de l'électricité, Otto faisant référence aux deux grands hommes de la ville portant ce prénom, l'empereur de l'Empire romain germanique Otto I et Otto von Guericke, scientifique à l'origine des premières expériences sur le vide).

(6) Ainsi transformée et utilisée, la chaleur prend du même coup une valeur d'échange.

(7) Les plans stratégiques développés par le gouvernement britannique prévoient de développer de façon massive des systèmes de chauffage urbain, jusqu'ici quasi inexistantes et constituent même l'un des outils principaux développés dans la politique de limitation du réchauffement climatique.

(8) Comme la quasi-intégralité des communes de l'Est de l'Allemagne, la ville de Magdeburg a connu de grandes difficultés financières depuis le début des années 1990. Étant incapable d'assumer les 250 millions d'euros nécessaires pour la construction de l'infrastructure, la Ville a favorisé la création d'une compagnie *ad hoc*, dont le capital était possédé à 49 % par les SWM et à 51 % par E.ON Energy from Waste. E.On a vendu ses parts à un fonds d'investissement suédois en 2012, mais toute décision stratégique requiert l'unanimité, et les deux partenaires semblent opérer en bonne intelligence.

(9) Il assure 50 % des besoins en électricité de la ville.

(10) La baisse de consommation étant un processus amené à se poursuivre avec l'amélioration de l'isolation des bâtiments, les SWM programment des extensions progressives du réseau vers de nouveaux quartiers, au sud du centre-ville (limitées, dans une première phase, au quartier de Buckau).

(11) L'opérateur concevait essentiellement la logique d'amélioration de l'efficacité énergétique.

(12) Ce qui permet d'avoir une transformation en énergie de 98 % du volume des déchets qui entrent.

(13) Terme désignant des villes ayant connu ou connaissant une contraction de leur activité économique et une baisse de leur population sur le moyen ou long terme, générant une faible tension sur le marché immobilier, des problèmes de vacance urbaine, des contraintes renforcées sur les finances publiques et des problèmes pour les réseaux techniques (Florentin, Fol, Roth, 2008 ; Florentin, 2015).

(14) Le cas est loin d'être unique, une ville comme Amsterdam faisant fonctionner son système de chauffage sur le même principe de récupération de la chaleur des déchets et devant recourir également à des mécanismes de marché, lui permettant par exemple d'importer des déchets venant de Naples ou d'ailleurs dans le Sud de l'Europe.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBY B., RICHARDS D., 1994, *The Greening of Industrial Ecosystems*, Washington: National Academy Press.
- BAKKER K., 2005, Neoliberalizing Nature? Market Environmentalism in Water Supply in England and Wales, *Annals of the Association of American Geographers*, N° 95, p. 542-565.
- BARLES S., 2002, Le métabolisme urbain et la question écologique, *Annales de la recherche urbaine*, N° 92, p. 143-150.
- BARLES S., 2010, Écologies urbaine, industrielle et territoriale, in : Coutard, O., Lévy J.-P. (éds.), *Écologies urbaines*, Paris : Anthropos, p. 61-83.
- BEAURAIN C., BRULLOT S., 2011, L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité, *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2011/2 (avril), p. 313-340. DOI:10.3917/reru.112.0313
- BERNT M., HAASE A., GROSSMANN K., COCKS M., COUCH C., CORTESE C., KRZYSZTOFIK R., 2014, How does(n't) Urban Shrinkage get onto the Agenda? Experiences from Leipzig, Liverpool, Genoa and Bytom, *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 38 (5), p. 1749-1766.
- BUCKET N., 2011, *Écologie industrielle et territoriale : stratégies locales pour un développement durable*, Villeneuve-d'Ascq : Presses Universitaires Septentrion.
- BULKELEY H., CASTÁN BROTO V., HODSON M., MARVIN S., 2011, *Cities and Low Carbon Transitions*, London: Routledge.
- BUSH R., BALE C., TAYLOR P., GALE W., 2014, To what extent is the Heat Network Delivery Unit successful in its support of local authorities, Draft paper présenté à *Heat and the City International Workshop, 'Sustainable Heating Provisions and Cities : Theory, Practice and Future Implications'*, université d'Edimbourg, 2-3 Octobre 2014.
- CLIFTON J., FERNANDEZ-GUTIERREZ M., 2014, The impact of socio-economic background on satisfaction : evidence for policy makers, *Journal of Regulatory Economics*, N° 46, p. 183-206.
- COLLETIS G., GILLY J.-P., LEROUX I., PECQUEUR B., PERRAT J., RYCHEN F., ZIMMERMANN J.-B., 1999, Construction territoriale et dynamiques productives, *Sciences de la Société*, N° 48, p. 25-46.
- CONNOLLY D., LUND H., MATHIESEN B., WERNER S., MÖLLER B., PERSSON U., BOERMANS T., TRIER D., OSTERGAARD P, NIELSEN S., 2014, Heat Roadmap Europe : Combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system, *Energy Policy*, vol. 65, p. 475-489.
- COUTARD O., 2010, Services urbains : la fin des grands réseaux, In : Levy J.-P., Coutard O. (sous la direction de), *Écologies urbaines*, Paris : Economica/Anthropos, Coll. Villes, p. 102-129.
- COUTARD O., GUY S., 2006, STS and the City: Politics and Practices of Hope, *Science Technology Human Values*, vol. 32 (6), p. 713-734.
- COUTARD O., RUTHERFORD J. (éds.), 2016, *Beyond the networked city : infrastructure reconfigurations and urban change in the North and South*, London: Routledge.
- FLORENTIN, D., 2015. *Shrinking networks? Les nouveaux modèles économiques et territoriaux des firmes locales d'infrastructure face à la diminution de la consommation*, thèse de doctorat, Université Paris Est.
- FLORENTIN D., FOL S., ROTH H., 2008, La *Stadtschrumpfung* ou *rétrécissement urbain* en Allemagne : un champ de recherche émergent, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire. DOI: 10.4000/cybergeo.22123
- GABILLET P., 2014, Energy networks in an urban area, a coordination under construction, communication, colloque *Interlinking urban infrastructure systems : from sectoral to integrated approaches*, June 10-13, Tützing, Germany.
- GAILING L., RÖHRING A., 2016, Germany's Energiewende and the Spatial Reconfiguration of an Energy System, in: Gailing L., Moss T. (éds.), *Conceptualizing Germany's Energy Transition*, London: Palgrave Pivot, p. 11-20.
- GIBLIN B., 2014, L'énergie : un facteur géopolitique plus ou moins efficace, *Hérodote*, N° 155, p. 3-8.
- GRAHAM S., MARVIN S., 2001, *Splintering Urbanism. Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, London: Routledge.
- GUY S., KARVONEN A., 2014, Heat Networks and the Shape of Low Carbon Cities, Draft paper, *Heat and the City International Workshop, 'Sustainable Heating Provisions and Cities : Theory, Practice and Future Implications'*, October 2-3, UK: Edinburgh University.
- HAMPIKIAN Z., 2015, Nouveaux tuyaux en ville : les synergies énergétiques et la planification de la localisation des activités dans l'espace urbain, *Revue Urbanités*, N° 6. [En ligne] (consulté le 18 mars 2017) Disponible à l'adresse : <http://www.revue-urbanites.fr/6-nouveaux-tuyaux-en-ville-les-synergies-energetiques-et-la-planification-de-la-localisation-des-activites-dans-lespace-urbain/>
- HANNON M., BOLTON R., 2015, UK Local Authority engagement with the Energy Service Company (ESCo) model: key characteristics, benefits, limitations and considerations, *Energy Policy*, vol. 78, p. 198-212.
- HAWKEY D., WEBB J., 2014, Coordinating Heat Network Development under Uncertainty: Nascent Heat Networks in Two British Cities, Draft paper, *Heat and the City International Workshop, 'Sustainable Heating Provisions and Cities : Theory, Practice and Future Implications'*, October 2-3, UK: Edinburgh University.
- HOMMELS A., 2005, Studying obduracy in the city : toward a productive fusion between technology studies and urban studies, *Science, Technology and Human Values*, N° 30, p. 323-351.
- IEA, 2014. *Linking heat and electricity systems*, Paris: OECD/IEA. [En ligne] (consulté le 15 mars 2017) Disponible à l'adresse : <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/LinkingHeatandElectricitySystems.pdf>
- KELLY S., POLLITT M., 2010, An assessment of the present and future opportunities for combined heat and power with district heating in the United Kingdom, *Energy Policy*, vol. 38, N° 11, p. 6936-6945.
- KINGDON J., 1984, *Agendas, alternatives and public policies*, Boston: Little, Brown.

- LOPEZ F., 2014, *Le rêve d'une déconnexion. De la maison autonome à la cité auto-énergétique*, Paris : Éditions de la Villette.
- MAGNUSSON D., 2012, Swedish district heating sector – A system in stagnation: Current and future trends in the district heating sector, *Energy Policy*, vol. 48, p. 449-459.
- MONSTADT J., 2009, Conceptualizing the political ecology of urban infrastructures : insights from technology and urban studies, *Environment and Planning A*, vol. 41 (8), p. 1924-1942.
- NIES S., 2014, L'énergie, facteur d'intégration et de désintégration en Europe : Bilan du quart de siècle depuis la chute du mur de Berlin, *Hérodote*, N° 155, p. 58-79.
- PIERCE M., 1995, Controlling urban climates: the need for local heat supply planning, *Journal of Urban Technology*, vol. 2, issue 3, p. 59-79.
- ROCHER L., 2009, Les contradictions de la gestion intégrée des déchets urbains : l'incinération entre valorisation énergétique et refus social, *Flux*, 2009/4 (N° 74), p. 22-29.
- ROCHER L., 2013, Le chauffage urbain dans la transition énergétique : des reconfigurations entre flux et réseau, *Flux*, 2013/2 (N° 92), p. 23-35.
- ROCHER L., 2014, Climate-energy policies, heat provision and urban planning. A renewal of interest for district heating in France : insights from national and local levels, *Journal of Urban Technology*, vol. 21 (3), p. 1-17.
- SEILER J., POCH D., 2003, Auswirkungen des geänderten Verbrauchsverhaltens auf Anlagen in Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsunternehmen, *Trinkwasser und Abwasser Tag (Sachsen-Sachsen-Anhalt-Thüringen)*, Brehna: DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – technisch-wissenschaftlicher Verein).
- SUMMERTON J. (éd.), 1994, *Changing Large Technical Systems*, Boulder: Westview Press.
- SWAAN (de) A., 1988, *In care of the State: Health Care, Education and Welfare in Europe and in the USA in the modern era*, New York: Oxford University Press.
- SWYNGEDOUW E., 2015, *Liquid Power*, Cambridge: MIT Press.
- UK DECC, 2013, *The future of heating: Meeting the challenge*, UK Department of Energy and Climate Change.
- WILTS H., 2012, Placing the transition towards decentralised waste infrastructures: insights from urban waste systems in German metropolitan regions, *International roundtable workshop From networked to post-networked urbanism: new infrastructure configurations and urban transitions*, July 17-20, Autun.
- ZÉLEM, M.-C., 2013. « Comment aller vers la sobriété énergétique ? », Communication, 4-5 octobre, université Negawatt, Mèze. [En ligne] (consulté le 21 mars 2017) Disponible à l'adresse : http://www.negawatt.org/telechargement/UnW2013/131005_SociologieEnergie_MCZelem.pdf

Résumé – Daniel Florentin – Juxtaposer efficacité énergétique et proximité : contradictions des systèmes de chauffage urbain dans l'Est de l'Allemagne

La proximité et l'efficacité énergétique sont devenues la nouvelle métrique des programmes de transition énergétique qui ont commencé à se mettre en place en Europe au cours des dix dernières années. Elles ont profondément transformé l'organisation des services urbains et les stratégies énergétiques portées par les collectivités locales, en visant à limiter la dépendance des territoires aux énergies fossiles et à leurs marchés volatils. Le renouveau du chauffage urbain et ses transformations récentes sont une illustration des changements à l'œuvre, qui font de la proximité des ressources nécessaires au fonctionnement du système une priorité. À travers l'exemple des reconfigurations du réseau de chauffage urbain dans une ville moyenne allemande (Magdeburg), cet article cherche à montrer la mise en place d'un nouveau régime infrastructurel structuré par la proximité et l'efficacité énergétique, tout en mettant en exergue les impensés de ces stratégies émergentes, qui conduisent parfois à recréer de nouvelles formes de vulnérabilités affectant ces services techniques urbains.

Mots-clés : chauffage urbain, proximité, transition énergétique, impensés, déchets, Magdeburg, marchés

Abstract – Daniel Florentin – Energy Efficiency and Proximity: Contradictions of District Heating Systems in Eastern Germany

Proximity and low-carbon initiatives have become the new metrics of energy transition programmes that have been carried out over the last decade. These new goals have intensely transformed both the functioning (and management) of urban technical services and the energy strategies designed by local authorities, as they were supposed to lower the dependency of territories on fossil energies and their volatile markets. The renaissance of district heating systems and their recent transformations illustrates these ongoing changes where proximity rises with priority. In this article, I study the reconfigurations of a district heating network in the German mid-sized city of Magdeburg and analyse how a new infrastructure regime develops and is structured by proximity and energy efficiency. The article shows both the successes and pitfalls of these emerging strategies, as they sometimes lead to the creation of new forms of vulnerability that affect urban technical services.

Keywords: district heating, proximity, energy transition, uncertainties, waste, Magdeburg, marketization