

Effacité, solidarité et croissance : quelles remises en cause des principes et effets de la mise en réseau de l'urbain

“New infrastructural territorialities are emerging as discursive ideals, material constructions and situated practices. Tracing their emergences as indissociably socio-technical, critically analyzing their rationales, modalities and outcomes, and (thus) unsettling (and repoliticizing) pre-conceived notions of the changes they can contribute to is one of the key tasks for urban studies in the years to come.”

Coutard et Rutherford, 2015

Les synergies énergétiques urbaines apparaissent tant comme une vision idéale d'une des formes que pourraient prendre les systèmes énergétiques urbains que comme une réalité matérielle que l'on trouve déjà mise en œuvre dans des opérations concrètes. Bien sûr, l'une et l'autre ne sont pas indépendantes et chacune pèse dans le processus d'évolution que nous cherchons à caractériser. Comment alors rendre compte de cet ensemble de manière convaincante sans se perdre dans sa grande complexité ?

L'objectif de ce chapitre est de proposer une réponse à cette question en mobilisant et discutant les résultats généraux des différents travaux dans la lignée desquels nous sommes placée. Ainsi, en premier lieu, nous construisons un jeu de trois hypothèses en confrontant les travaux d'analyse sociotechnique des transitions énergétiques et d'écologie industrielle à notre objet de recherche (I). En second lieu, nous y montrons que nous souhaitons développer une approche en deux temps qui commence par l'analyse approfondie d'un petit nombre d'études de cas de synergies existantes, cœur de la recherche, et termine par la construction d'une vision plus globale des modèles d'évolution des réseaux que proposent les acteurs de la fabrique des systèmes énergétiques urbains (II).

I. Du réseau centralisé aux synergies : trois hypothèses d'évolution du rapport entre villes et réseaux

Reprenons les réseaux là où nous les avons laissés. Lorsqu'ils sont grands et centralisés, nous avons vu que la littérature leur prête différentes caractéristiques dans leurs rapports au

territoire. D’abord, la forme du réseau est justifiée par son efficacité technico-économique à fournir un service homogène sur un territoire. Ensuite, la mise en lien qu’il produit aurait pour effet de solidariser le territoire. Enfin, les stratégies qui gouvernent leur évolution sont guidées par un principe de croissance des consommations et par l’extension ou l’intensification territoriale. Le Tableau 3.1 ci-dessous récapitule ces résultats, qui sont repris pour chacun en début des sections de cette partie.

Tableau 3.1 : Caractéristiques de la co-construction des territoires urbains et des grands réseaux centralisés

Logique sous-tendant la mise en réseau	Efficacité technico-économique pour fournir un service d’approvisionnement énergétique homogène sur le territoire
Effets de la mise en réseau	Solidarisation du territoire
Principe d’évolution du réseau	Croissance de la consommation par l’intensification et l’extension spatiale

Puisque c’est un changement de ces rapports que nous souhaitons interroger, la thèse se propose de remettre ces caractéristiques en question. Dès lors, il s’agit de s’interroger sur trois plans au regard de la littérature existante et sous la forme d’hypothèses de recherche : quelles sont les logiques qui sous-tendent la mise en réseau (A) ? Quels effets a-t-elle sur le fonctionnement du territoire (B) ? Quels principes guident son évolution (C) ? Au terme de ces réflexions, nous proposons une synthèse de l’appareillage problématique et hypothétique de la thèse (D).

A. Les logiques qui sous-tendent la mise en réseau : au-delà de l’efficacité technico-économique

Nous avons vu que les fondements de la construction des grands réseaux centralisés se placent dans le registre de l’universalisation. La pensée qui prévaut à leur développement est en effet celle d’offrir un service homogène sur l’ensemble d’un territoire donné, la forme réticulaire centralisée permettant alors des économies d’échelle et d’envergure qui justifient son développement par des arguments d’efficacité technico-économique (Curien, 2000 ; Hughes, 1993). La forme réseau serait ainsi la plus efficace pour amener un même service à l’ensemble des habitants d’un territoire et une forte intervention publique appuie son

développement (Coutard et Pflieger, 2002). En somme, les arguments avancés sont avant tout technico-économiques et suivent la perspective de fourniture d'un service universel gouverné par la puissance publique.

Or, la particularité des synergies énergétiques urbaines, telles que nous les avons définies, est de mettre directement en lien des activités qui n'appartiennent pas au secteur des services urbains. Ainsi, des systèmes sociotechniques et des acteurs très hétérogènes qui ne sont ni des opérateurs dont il s'agirait du cœur de métier, ni des acteurs publics qui en sont garants sont mis en relation au travers de circulations d'énergie. Nous pouvons donc aisément supposer que l'universalité du service n'est pas ce qui motive leur implication dans l'assemblage sociomatériel qu'est la synergie et ainsi leur mise en réseau. Dès lors, se pose la question des logiques qui fonderaient ou non leur intérêt pour les synergies.

Une réponse intuitive à cette dernière est celle des gains financiers qui découleraient des échanges de flux pour chaque acteur, ce qui nous ramènerait à une justification d'ordre technico-économique. En effet, ces gains représentent l'un des arguments principaux donnés pour justifier la mise en œuvre de l'écologie industrielle qui reposerait sur l'identification de situations « gagnant-gagnant » (*win-win*) permettant de déclencher l'implication des industries (Baas et Boons, 2004 ; Chertow, 2007 ; Esty et Porter, 1998).

Toutefois, face à cette vision, émerge une contradiction apparente : comment expliquer, si l'écologie industrielle est un principe gagnant pour tous, que les expériences ne soient pas plus répandues, voire généralisées ? Un courant de travaux vise précisément à répondre à cette question à travers la problématique de la coordination des acteurs dans des cas purement industriels (Beurain et Brullot, 2011 ; Boons et Berends, 2001 ; Chertow, 2007) mais également urbains (Pandis Iveroth *et al.*, 2013 ; Vernay, 2013), s'en remettant en particulier à la sociologie des organisations (Abitbol, 2012 ; Hoffman, 2003). L'hypothèse qui constitue leur point de départ est la complexité inhérente à la collaboration entre des acteurs traditionnellement séparés.

Plusieurs résultats ressortent de ces travaux qui s'appuient pour la plupart sur des études de cas d'expériences d'écologie industrielle⁵⁴. Tout d'abord, les synergies sont plus susceptibles d'émerger entre des entreprises qui sont déjà familiarisées avec les coopérations inter-firmes

⁵⁴ Deux types d'études de cas sont ainsi le plus souvent menées : ou bien l'analyse d'un parc éco-industriel (Boons et Berends, 2001 ; Chertow, 2007), ou bien celle d'une stratégie ou politique de développement de l'écologie industrielle émanant d'un acteur public (Beurain et Brullot, 2011).

au travers de processus divers, non nécessairement liés à l'écologie industrielle (Mirata, 2004), entre lesquelles il existe une confiance (Ehrenfeld, 2004) ou une importante densité de relations (Ashton et Bain, 2012). La création de réseaux d'échanges au sein d'un groupe d'entreprises, animés par des acteurs publics ou non, permettrait de faciliter cette familiarisation et l'échange d'information sur les processus techniques, prérequis à la mise en œuvre d'une synergie (Abitbol, 2012 ; Mirata et Emtairah, 2005).

Ensuite, ces coopérations créent des dépendances entre les différents acteurs (Andrews, 1999 ; Beaurain et Varlet, 2014a ; Roberts, 2004) et ces derniers sont d'autant plus disposés à s'investir dans les symbioses que ces dépendances sont faibles (Vernay, 2013). Anne-Lorène Vernay, qui s'intéresse aux symbioses urbaines comme intégration de systèmes sociotechniques, propose une typologie de formes d'intégration qui mènent à différents degrés de dépendances et coordinations (Vernay, 2013, p. 26) : elle distingue la connexion, la jonction et l'union (*connection, junction and union*), allant ainsi de l'intégration la plus faible à la plus forte. Elle illustre son propos par des exemples recouvrant chaque forme d'intégration, qu'il nous semble opportun de citer pour bien donner à voir la graduation dans l'intégration des systèmes (Vernay, 2013, p. 27). Tout d'abord, la production de composte par le système de gestion des déchets organiques au profit de l'agriculture locale est une connexion : il s'agit en fait d'une simple relation de marché. Ensuite, l'utilisation d'un réseau de tramway pour collecter les déchets solides municipaux, qui nécessite une coordination partielle entre les systèmes sociotechniques mais les laisse indépendants, est une jonction. Enfin, la cogénération, qui intègre la production d'électricité et de chaleur, est une union puisque le fonctionnement des deux systèmes dépend des mêmes configurations techniques et que l'exploitation est conjointe. La typologie est ensuite affinée au regard des études de cas menées pour arriver à six formes d'intégration, tout en gardant cette graduation (Vernay, 2013, p. 280). On comprend ainsi que les synergies ne se valent pas toutes face à la complexité des coordinations que leur mise en œuvre sociotechnique requiert.

Partant également de cette idée d'interdépendance, des travaux d'écologie industrielle montrent que les entreprises peuvent former une résistance à s'investir dans une synergie, justement parce qu'elle leur ferait perdre une partie de leur indépendance (Boons et Baas, 1997). Ainsi, Leo Baas et Frank Boons expliquent que la coopération entre les entreprises est favorisée lorsqu'elles possèdent déjà un objectif commun qui crée de fait une dépendance (Baas et Boons, 2004) : *“without some common problems/goals (which create dependency), the actors in the system deal with each other only on matters that are not strategic to their*

survival”. Anne-Lorène Vernay conclue qu’il existe un « paradoxe de l’autonomie » : “*on the one hand, systems integration inherently requires that actors lose part of their autonomy by accepting to become linked to and partly dependent on others. On the other hand, the more autonomy they can maintain, the easier it is to get them involved in the process*”.

Dès lors, l’ampleur des gains que chaque acteur peut retirer de la synergie ne suffit pas à expliquer son émergence car elle doit être confrontée à l’importance des dépendances qui en découlent. De manière générale, ces travaux montrent donc que l’analyse ne peut se limiter au caractère gagnant-gagnant des synergies, car il se fonde sur une vision purement technico-économique de ces dernières qui oublie la complexité inhérente, plus ou moins forte, à faire fonctionner des systèmes sociomatériels hétérogènes entre eux. Ainsi, au-delà de coûts purement financiers, la mise en concordance des différents systèmes engendre des coûts organisationnels qui ne sont quant à eux pas compensés par des gains directement liés à la synergie. En définitive, on peut donc supposer que l’engagement dans une synergie s’intègre à des stratégies, au sens de séries d’actions plus ou moins efficaces pour parvenir à un but, dont les objectifs dépassent le seul intérêt technico-économique.

Ce résultat nous semble un bon point de départ pour construire une première hypothèse, auquel il nous faut toutefois confronter deux spécificités des synergies énergétiques urbaines. D’une part, les échanges reposent sur des infrastructures pour lesquelles les investissements s’inscrivent dans le temps long. En effet, contrairement à certains échanges de matière entre entreprises dans les démarches d’écologie industrielle dont la circulation s’appuie sur des infrastructures de transport existantes, échanger des flux d’énergie nécessite la construction d’infrastructures dédiées qui affectent la réversibilité du système.

D’autre part, on touche ici à un service public jugé essentiel dont les acteurs publics sont les garants et dont la continuité est une des qualités fondamentales (Chevallier, 2015). Lorsque des entreprises privées échangent des flux de matière ou d’énergie, l’interruption de ces derniers, du fait d’un changement dans une activité ou une autre, n’a de conséquence, *a priori*, que pour leur fonctionnement. Pour le cas d’un système énergétique urbain, lié à un service essentiel, la notion de collectivité prend part à l’équation et l’on peut faire l’hypothèse que les risques d’interruption du service ont une importance déterminante dans la dynamique d’émergence et de fonctionnement des synergies. Les acteurs publics ont donc un rôle à jouer dans le système et l’on peut supposer que leurs stratégies vis-à-vis de la synergie ne sont pas les mêmes que celles des acteurs privés.

Les résultats de l'écologie industrielle ne peuvent donc à notre sens pas être appliqués à notre objet sans être réinterrogés. Partant, nous pouvons poser une première sous-question de recherche : comment expliquer que de tels systèmes émergent malgré l'apparente complexité à faire fonctionner ensemble des systèmes sociomatériels hétérogènes ?

L'hypothèse de réponse que nous proposons d'examiner découle du constat de non-suffisance *a priori* de l'efficacité technico-économique pour expliquer l'engagement des acteurs dans une synergie énergétique urbaine. Nous supposons ainsi que la coordination entre les différents systèmes sociomatériels est justifiée par des stratégies, dont nous ne préjugeons *a priori* de la nature, qui dépassent l'intérêt technico-économique propre de la synergie.

L'hypothèse se précise alors en trois sous-hypothèses qui recouvrent les arguments que nous avons avancés quant à la spécificité des synergies énergétiques urbaines :

- Le gain technico-économique que représente la synergie n'est pas suffisant pour justifier l'intérêt des acteurs ;
- Des stratégies qui dépassent l'intérêt propre de la synergie entrent en jeu ;
- Le caractère spécifique du flux échangé, lié à un service essentiel, entraîne un décalage des stratégies entre les acteurs publics et privés.

B. La mise en lien du territoire urbain par le réseau : de la solidarité aux interdépendances

Des développements de la section précédente, nous avons conclu qu'il existe une complexité inhérente aux synergies liée aux interdépendances qu'elles créent entre des systèmes sociomatériels hétérogènes. Dès lors, au-delà de leur importance dans les dynamiques d'émergence, se pose la question des effets de ces interdépendances sur le territoire. Alors que nous avons utilisé le terme « territoire » de manière heuristique jusqu'ici, il nous faut à présent, pour construire précisément notre questionnement, en donner une définition : nous adoptons celle d'Alexandre Moine qui le conceptualise comme la résultante des interactions entre l'espace aménagé, les systèmes d'acteurs et les représentations individuelles (Moine, 2006), ce qui se rapproche de notre point de vue de la définition d'un assemblage et correspond donc à notre posture (Bennett, 2005 ; Farías et Bender, 2012).

Par cette acception particulière du terme, nous n'entendons pas en occulter la nature polysémique (Giraut, 2008) mais simplement en proposer une définition opératoire pour notre recherche. Ainsi, comme le montre Frédéric Giraut, il existe deux polarisations extrêmes de la

conception du territoire dans la géographie classique. La plus large le considère comme un espace délimité par une frontière et renvoie ainsi à « tout phénomène dont l'inscription spatiale est aréolaire » tandis que dans son acception la plus restrictive, il désigne « l'espace borné de l'exercice de la souveraineté » et est donc lié à la notion de pouvoir (Giraut, 2008). La proposition d'Alexandre Moine qui consiste à concevoir le territoire comme un système d'interactions entre les trois sous-systèmes déjà évoqués – l'espace aménagé, les acteurs et leurs représentations – nous semble davantage opérante pour analyser les objets qui nous intéressent car elle s'appuie sur une vision dynamique du territoire et montre que sa construction est processuelle. Il n'existe ainsi pas de délimitation spatiale *a priori* du territoire, ce qui correspond également à la vision de Robert Sack, Claude Raffestin ou Sylvie Jaglin (Jaglin, 2014 ; Raffestin, 1980 ; Sack, 1986). Le territoire est la résultante toujours en mouvement d'un processus de territorialisation qui provient de l'action collective des acteurs sur leur environnement, elle-même influencée par la matérialité et par les représentations qu'ils s'en font.

En nous interrogeant sur les effets des synergies sur le territoire, nous posons donc la question de la manière dont elles modifient ce processus de territorialisation : de quelle façon changent-elles les interactions dynamiques entre l'espace aménagé et les relations d'acteurs qui mènent à cet aménagement ? Les travaux analysant les réseaux dans une perspective sociotechnique centrée sur la notion de territoire mettent en évidence, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre précédent, une caractéristique importante : les grands réseaux historiques seraient l'armature matérielle du territoire et contribueraient à le solidariser (Offner et Pumain, 1996) sur les plans matériel, économique et social (Coutard et Rutherford, 2015 ; Dupuy, 1984).

Face à ce postulat, les transformations récentes des services urbains ont mené à une remise en question de cette capacité solidarisante. En premier lieu, la thèse du *splintering urbanism* (fragmentation par les réseaux) défendue par Stephen Graham et Simon Marvin (2001) et discutée par Olivier Coutard (2002b; 2008) part du principe que les réseaux conventionnels qui visent un service universel ont un rôle de redistribution et donc d'homogénéisation par des mécanismes de solidarité que permet le monopole public sur un territoire donné. La thèse du *splintering urbanism* propose de démontrer l'altération de ces mécanismes par l'émergence de *premium network spaces* qui s'extraient des réseaux conventionnels, rendus possible par la libéralisation des services. En second lieu, la thèse du post-réseau, discutée en introduction de cette thèse, s'accompagne d'un questionnement du même ordre, focalisé sur les solidarités

socio-spatiales (Coutard et Rutherford, 2013 ; Rutherford et Coutard, 2015). La sortie d'usagers du réseau centralisé pose en effet la question de sa pérennité économique (Coutard et Rutherford, 2013, p. 19) : « l'introduction et la promotion des systèmes technologiques décentralisés [...] peuvent se trouver en contradiction avec les objectifs traditionnels de cohésion sociale en termes de fourniture de services en réseaux [...]. En réduisant l'étendue territoriale de la fourniture de services, ces systèmes et leurs usagers se retirent des grands systèmes centralisés et ne contribuent plus à assurer leur viabilité techno-économique ». Le Tableau 1.1 issu de ces recherches et reproduit dans le premier chapitre de cette thèse montre d'ailleurs comment s'opposent dans cette conception les notions d'autonomie locale et de solidarité.

Toutefois, face aux perspectives de l'hyper-connexion dessinées par Fanny Lopez (2014) et discutées au premier chapitre, Jean Daniélou et François Ménard (2014) suggèrent de « réfléchir simultanément aux conditions et aux bénéfices de l'autonomie et de la solidarité en matière d'accès à l'énergie [...] ; passer d'une solidarité mécaniste d'État de moins en moins protectrice socialement à une mutualisation coopérative entre territoires ; passer d'une gestion centralisée descendante à une intégration archipélagique des territoires, garantie et non plus assurée par des opérateurs centraux. Les soviets plus l'électricité, en somme, à moins que ce ne soit par elle ». Ainsi, les évolutions récentes de fourniture de l'énergie que sont l'émergence de circulations très locales de flux considérées dans cette thèse ne signeraient pas nécessairement la fin de la solidarité et de l'intégration du (ou des) territoire(s), mais elles en changeraient la nature. On peut d'ailleurs noter que certains acteurs économiques utilisent précisément l'expression « solidarité énergétique » pour désigner les échanges énergétiques locaux que nous considérons dans cette thèse (nous revenons plus précisément sur ces éléments empiriques dans le chapitre 6). La relation des synergies énergétiques urbaines à la solidarisation du territoire par le réseau doit alors être interrogée dans ses dimensions matérielle, économique et sociale.

Nous en arrivons ici à notre seconde sous-question de recherche, esquissée au départ de cette section : à quel point les synergies énergétiques urbaines génèrent-elles des interdépendances sur le territoire urbain et quels en sont les effets sur le fonctionnement de ce dernier ?

En d'autres termes, alors que les hypothèses du post-réseau ou du *splintering urbanism* auraient pour conséquence une perte de solidarité, nous nous posons la question de la

transformation des interdépendances que l'émergence de synergies énergétiques urbaines entraîne. Le passage du concept de solidarité à celui d'interdépendance nous permet précisément de ne pas préjuger du type d'interdépendances qui émergent, ce qui justifie d'ailleurs que nous n'utilisions pas la typologie d'Anne-Lorène Vernay citée plus haut (Vernay, 2013). Dès lors, il nous faut souligner une première différence fondamentale entre les connexions qui accompagnent le grand réseau centralisé et celles produites pour mettre en œuvre une synergie. En effet, alors que les premières sont indirectes entre les éléments du système sociotechniques pris deux à deux (Dupuy, 1984), les secondes créent des interdépendances directes entre la fourniture d'un service urbain et des activités dont l'existence ne dépend pas de ce service. Ainsi, les interdépendances créées par les synergies s'expriment à l'échelon local, voire micro-local, tandis que les solidarités qu'amène le réseau conventionnel sont diffuses, au sens où elles ne sont pas perçues individuellement par chaque acteur connecté. Dit autrement, il faut que le nombre d'utilisateurs qui se retirent du grand réseau dépasse un certain seuil pour que son équilibre socioéconomique soit modifié tandis que le retrait d'un unique acteur d'une synergie peut y mettre fin.

Pour affiner cette hypothèse, nous nous tournons alors vers le champ de l'écologie industrielle et territoriale dont l'objet est précisément d'explicitier le caractère territorial des démarches d'écologie industrielle (Barles, 2010a). On y trouve effectivement quelques pistes mais qui restent à ce jour peu développées. En effet, si le territoire y est bien entendu considéré, il est, dans la majorité des travaux, davantage question d'évaluer quelles configurations territoriales, c'est-à-dire, par exemple, quels modes de gouvernance territoriale (Brulot, Maillefert et Joubert, 2014) ou quelles conceptions implicites du territoire par les acteurs de la démarche (Cerceau *et al.*, 2014) facilitent son émergence. On retrouve ici la portée normative ou « recherche-action » (Cerceau, 2013) de l'écologie industrielle.

Christophe Beaurain et Sabrina Brulot font toutefois une conception de l'écologie industrielle sous la forme d'un processus de développement territorial qui se rapproche davantage de l'angle sous lequel nous considérons le territoire (Beaurain et Brulot, 2011). Il s'agit en effet pour les auteurs de révéler le « caractère dynamique du processus de déploiement d'une symbiose industrielle au sein du territoire » et, au-delà, de montrer qu'une démarche d'écologie industrielle participe par elle-même à la construction d'un territoire. Ce dernier n'est donc pas réduit à un élément de contexte exogène et immuable mais constitue au contraire ce dont on observe l'évolution. De même, Juliette Cerceau explore l'hypothèse d'une co-construction du territoire et des symbioses industrielles, ces dernières se faisant

l'expression de l'émergence d'un territoire collectif (Cerceau, 2013, p. 44) : « l'écologie industrielle permettrait ainsi de penser les capacités et finalités de la mise en œuvre d'un projet collectif de territoire en cohérence avec les spécificités d'un territoire commun aux acteurs en présence. Elle deviendrait processus d'émergence et de prise de connaissance réflexive de ce territoire commun ». Ressort ainsi une conception de l'écologie industrielle, c'est-à-dire de la circulation de flux de matière et d'énergie, comme d'une forme d'armature matérielle du territoire, semblable en cela au réseau technique.

Cependant, ces travaux, s'ils proposent bien une approche qui résonne avec les questionnements que nous posons, ne peuvent nous fournir de piste quant aux réponses que nous pourrions y donner. En premier lieu, leur faible nombre et leur focalisation exclusive sur des études de cas industrielles ne nous permettent pas de tirer des conclusions que nous pourrions extrapoler au cas des synergies énergétiques urbaines. En second lieu, les analyses qui sont menées ne portent pas sur la question des effets des interdépendances qui émergent. En d'autres termes, c'est la construction de ces interdépendances, vu comme un processus de construction territoriale, qui est considérée (Beaurain et Brulot, 2011 ; Cerceau, 2013 ; Maillefert et Robert, 2014) et non la manière dont elles changent le fonctionnement territorial. Plus précisément, les effets de l'instabilité d'une synergie éco-industrielle, c'est-à-dire de l'évolution des relations matérielles, sociales et économiques qui l'entourent au cours du temps ne sont pas analysés. Ainsi, si les risques liés aux interdépendances supportés par les industries investies dans des synergies éco-industrielles (interruption ou variation non prévue du flux, impact du flux sur le processus interne de l'entreprise) sont connus depuis les débuts du champ (Ehrenfeld et Gertler, 1997), ce sont dans ces travaux davantage les aspects perçus positivement par les acteurs du territoire qui sont mis en avant.

Prenant le contrepied de cette vision, nous proposons une hypothèse qui incite à s'interroger sur les incertitudes que peuvent engendrer les interdépendances liées aux synergies et sur leurs effets. Il s'agit ainsi de se demander ce qu'il advient d'un service public essentiel lorsqu'il dépend de façon critique de l'implication d'acteurs individuels privés. En guise d'illustration, nous pouvons prendre l'exemple de l'usage d'une source de chaleur fatale industrielle pour chauffer une portion de territoire, mais l'analyse peut s'appliquer à toute autre forme de synergie : qu'advient-il du système énergétique local si l'industrie disparaît ou se désengage ? Comment cette incertitude est-elle prise en compte, quels risques entraîne-t-elle et quels sous-systèmes sociomatériels y sont vulnérables ? Plus particulièrement encore,

peut-on considérer que l'industrie est aussi vulnérable à l'interruption de la synergie que le service public local ?

De là, nous formulons notre deuxième hypothèse en ces mots : les synergies énergétiques urbaines sont à l'origine d'interdépendances fortement instables qui font peser des risques sur le fonctionnement du système énergétique local.

En somme, nous supposons que les synergies énergétiques génèrent bien des interdépendances au sein du territoire mais qu'elles peuvent évoluer sur le court terme sans que tous les acteurs ne le maîtrisent, ce qui empêche qu'elles engendrent une solidarité de long terme comme le fait le grand réseau centralisé. Pour éprouver cette hypothèse, il s'agit donc de vérifier qu'il existe bien des interdépendances, puis qu'elles entraînent des incertitudes qui entraînent à leur tour des risques et enfin que ces derniers ont des implications sur le système énergétique dans lequel s'inscrit la synergie. Nous avons ainsi défini trois sous-hypothèses :

- Des relations d'interdépendances sont créées entre les différents systèmes ;
- Les incertitudes quant à l'évolution des systèmes sociomatériels impliqués font peser un risque sur le devenir des flux, en raison des interdépendances ;
- Le système énergétique local s'en trouve vulnérabilisé.

C. Les principes d'évolution du réseau : un rapport à l'espace empreint de stabilisation plutôt que de croissance

Face à ces risques, se pose la question de la manière dont les différents acteurs perçoivent, projettent et par quelles stratégies ils construisent l'évolution d'un système énergétique local ainsi lié à une synergie. Comme nous l'avons vu, l'évolution des réseaux conventionnels est guidée par des prévisions, des objectifs ou des stratégies de croissance de la consommation (Coutard, 2010 ; Curien, 2014 ; Florentin, 2015), tandis que le cadre de transition énergétique dans lequel se place la promotion des synergies enjoint à l'opposé. Quels principes, alors, guident l'évolution de ces systèmes ?

Si l'on se réfère aux travaux d'écologie industrielle, on constate que, bien souvent, la synergie est considérée comme une première étape dont l'aboutissement serait la symbiose, c'est-à-dire la multiplication jusqu'à la systématisation des échanges de flux de matière et d'énergie entre industries, et plus largement sur le territoire (Beurain et Brulot, 2011 ; Chertow, 2000, 2007 ; Erkman, 2004). On est donc face à un autre type de stratégie de croissance : non pas

celle des consommations individuelles, mais celle des flux prenant part à l'assemblage sociomatériel guidé par les principes de l'écologie industrielle.

À nouveau, les caractéristiques spécifiques des synergies énergétiques urbaines nous incitent à nuancer la possibilité d'y étendre ce résultat. La mise en place de ces dernières repose nécessairement sur la construction d'une infrastructure *ad hoc*, dont la faisabilité technico-économique est influencée par l'organisation spatiale du territoire. En outre, la construction et, plus précisément, le dimensionnement de cette infrastructure s'appuie sur la prévision des flux qu'elle doit faire circuler pour une durée déterminée. Or, comme nous l'avons mis en lumière afin d'arriver à notre seconde hypothèse, les flux, qui sont liés aux activités mises en réseau par la synergie, sont dans une certaine mesure incertains. Il existe donc une tension entre la construction d'une infrastructure statique pour une durée de long terme et des flux à l'évolutivité possiblement de court terme.

Nous n'entendons toutefois pas par-là que le modèle du réseau conventionnel centralisé n'est pas confronté à cette même problématique. Au contraire, comme nous l'avons mentionné dans le premier chapitre, la question de l'évolution de la pointe sur le réseau électrique pose de très nombreuses questions quant aux changements infrastructurels qui doivent ou non en découler (FNCCR, 2013 ; Poignant et Sido, 2010). Mais il existe ici une différence fondamentale : dans le modèle classique, l'incertitude sur le flux se trouve du côté de la demande, qui peut varier tant à la hausse (Guy et Marvin, 1996) qu'à la baisse (Florentin, 2015), mais pas du côté de la production sur laquelle l'opérateur exerce un contrôle bien plus fort. Ainsi, lorsque des stratégies de gestion des flux sont mises en œuvre, elles le sont du côté de la consommation et portent le nom de « maîtrise de la demande d'énergie » (Zelem, 2002) ou, plus récemment médiatisé, d'« effacement des consommations » (ADEME, 2014b). Les opérateurs et pouvoirs publics jouent alors sur les tarifications, la communication, l'information, la sensibilisation ou encore le contrôle à distance des appareils électriques pour faire évoluer à la baisse ou la hausse les niveaux de consommations en fonction du lieu et du moment. Ces stratégies sont en outre récentes relativement à l'histoire des grands réseaux centralisés : l'expression *demand-side management* ne fait son irruption qu'à la fin des années 1970 au sein d'entreprises d'électricité qui planifient jusque-là l'évolution du système sociotechnique en termes exclusivement infrastructurels (Sioshansi, 1992).

L'introduction d'une incertitude du côté de la demande tant que de la production qu'amènent les synergies dans une infrastructure en réseau est donc une situation peu connue, tant d'un

point de vue opérationnel qu'académique. Ainsi, nous en arrivons à notre troisième sous-question de recherche : quelles visions et stratégies d'évolution de la synergie sur le territoire sont construites par les acteurs, en particulier face aux incertitudes quant à l'évolution des flux ?

L'hypothèse que nous souhaitons défendre est que l'introduction de ces incertitudes change le rapport à l'espace dans les stratégies d'évolution du système en réseau. Si l'évolution spatiale des réseaux historiques s'est assise sur une logique de croissance des consommations, inscrite dans leur modèle économique, celle des réseaux qui sont le support des synergies serait liée à la recherche d'une stabilité. En cela, leur logique d'évolution se rapprocherait davantage de celle de l'interconnexion nationale et européenne des réseaux d'électricité (Chevalier *et al.*, 2008) qui, plus que la croissance des consommations, recherche une facilitation de l'équilibre entre productions et consommations en tout temps, mais la grande différence ici se trouverait dans l'échelle d'application de ce principe puisqu'elle serait infra-urbaine.

En outre, face à une telle hypothèse, se pose alors la question de la manière dont la proximité entre le système existant et les flux qu'on projette d'y intégrer est construite. La problématique de la proximité fait précisément l'objet de débats dans le champ de l'écologie industrielle et la notion se trouve d'ailleurs au cœur de l'un des arguments qui fonde le passage à l'écologie industrielle et territoriale, comme l'écrivent des auteurs du champ (Brullot, Maillefert et Joubert, 2014) : « l'écologie industrielle n'a de sens que si elle est considérée selon une perspective locale [...] la construction du périmètre pertinent étant elle-même un des enjeux de l'action ». Plus précisément, s'appuyant sur l'exemple le plus fameux de symbiose industrielle, Suren Erkman montre comment la mise en œuvre de l'écologie industrielle est liée à l'organisation des activités dans l'espace (Erkman, 2001, p. 111) : « la symbiose de Kalundborg se caractérise par la proximité de quelques grandes entreprises qui sont à la fois différentes et complémentaires. Pour reproduire ailleurs un tel système, il faudrait donc favoriser certains « panachages industriels » propices aux échanges de déchets et de ressources ». Marian Chertow relève également que la symbiose industrielle s'appuie sur la proximité entre des activités complémentaires : *“the keys to industrial symbiosis are collaboration and the synergistic possibilities offered by geographic proximity”* (Chertow, 2000). Frank Schiller *et al.* en appellent à une considération plus étendue de l'espace dans les travaux d'écologie industrielle (Schiller *et al.*, 2014). Les auteurs estiment en effet que la plupart de ces derniers font de la localisation des activités une variable externe au problème, c'est-à-dire une donnée statique, alors que la simple observation montre qu'elle ne l'est pas.

À partir de ce constat, un débat s'est développé dans le champ quant au rôle des acteurs publics dans la construction de cette proximité et donc quant à leur implication dans la co-construction des circulations de flux de matière et d'énergie et de l'organisation spatiale du territoire. Cependant, ce débat reste centré sur une question d'efficacité : on cherche à mettre au jour les politiques publiques qui favorisent l'émergence des symbioses. Alors que certains auteurs considèrent que l'orientation des localisations des activités doit être considérée comme un instrument à part entière de la construction des parcs éco-industriels (Roberts, 2004 ; Tudor, Adam et Bates, 2007 ; Van Leeuwen, Vermeulen et Glasbergen, 2003), d'autres avancent qu'il est illusoire, voire non souhaitable, de chercher à planifier ces localisations (Conticelli et Tondelli, 2014). On se trouve donc face à des conceptions opposées de l'écologie industrielle, l'une planificatrice et l'autre libérale (Curien, 2014), mais qui font ressortir l'existence de stratégies différenciées des acteurs, dont certains uniraient en partie une certaine vision de la circulation des flux de matière et d'énergie et la planification de l'espace.

Dans une approche cette fois-ci plus analytique que prescriptive, quelques travaux s'interrogent sur les réponses des services urbains en réseau à des variations de flux et montrent qu'elles interagissent avec le processus de planification urbaine (Guy et Marvin, 1996) ou qu'elles peuvent prendre la forme d'un changement de territorialité et notamment d'une évolution des « échelles géographiques de leur exercice » (Florentin, 2015, p. 256). En outre, Pauline Gabillet autant que Laurence Rocher montrent que le déploiement des réseaux de chaleur inscrit dans des stratégies de transition énergétique entre en interaction avec les pratiques de planification du territoire (Gabillet, 2015a, 2015b ; Rocher, 2013). On constate donc, d'une part, que les évolutions de flux interrogent la planification spatiale et, d'autre part, qu'il existe un mouvement, certes perçu pour l'instant à la marge, d'intégration des planifications spatiales et énergétiques du territoire. L'ensemble de ces travaux encourage à supposer que l'émergence de synergies énergétiques vient resserrer les liens entre ces dernières.

Au terme de ce raisonnement, notre hypothèse se scinde en trois sous-hypothèses, qui s'expriment de la manière suivante :

- Les acteurs perçoivent une forme d'instabilité de l'assemblage sociomatériel en raison du caractère incertain qu'ils attribuent à l'évolution des flux échangés ;

- Ils déploient des stratégies d'évolution du réseau pour contrer cette instabilité ;
- Ces stratégies interagissent avec la planification spatiale du territoire sur lequel la synergie est déployée.

D. Synthèse de l'appareillage problématique et hypothétique de la thèse

Le Tableau 3.2 ci-dessous regroupe de manière synthétique l'ensemble des questions de recherches, hypothèses et sous-hypothèses qui constituent l'appareillage à travers lequel nous proposons d'explorer les synergies énergétiques urbaines. Il n'a pas pour objectif de pouvoir être lu de manière autonome mais simplement de proposer un récapitulatif de ce à quoi nous sommes arrivés au terme du raisonnement mené, qui a consisté à relire les résultats des champs de l'analyse sociotechnique des transformations des services urbains d'un côté et de l'écologie industrielle de l'autre, sous le prisme de notre objet.

Tableau 3.2 : Synthèse de l'appareillage problématique et hypothétique de la thèse

Problématique :	De quelle manière la mise en œuvre de synergies énergétiques urbaines reconfigure-t-elle le processus de co-construction sociomatérielle du réseau et de la ville ?	
Question de recherche	Hypothèse	Sous hypothèses
Comment expliquer que de tels systèmes émergent malgré l'apparente complexité à faire fonctionner ensemble des systèmes sociomatériels hétérogènes ?	La coordination entre les différents systèmes sociomatériels est justifiée par des stratégies, dont nous ne préjugeons <i>a priori</i> de la nature, qui dépassent l'intérêt technico-économique propre de la synergie.	Le gain technico-économique que représente la synergie n'est pas suffisant pour convaincre les acteurs.
		Des stratégies qui dépassent l'intérêt propre de la synergie entrent en jeu.
		Le caractère spécifique du flux échangé, lié à un service essentiel, entraîne un décalage des stratégies entre les acteurs publics et privés.
À quel point les synergies énergétiques urbaines génèrent-elles des interdépendances sur le territoire urbain et quels en sont les effets sur le fonctionnement de ce dernier ?	Les synergies énergétiques urbaines sont à l'origine d'interdépendances fortement instables qui font peser des risques sur le fonctionnement du système énergétique local.	Des relations d'interdépendances sont créées entre les différents systèmes.
		Les incertitudes quant à l'évolution des systèmes sociomatériels impliqués font peser un risque sur le devenir des flux, en raison des interdépendances.
		Le système énergétique local s'en trouve vulnérabilisé.
Quelles visions et stratégies d'évolution de la synergie sur le territoire sont construites par les acteurs, en particulier face aux incertitudes quant à l'évolution des flux ?	Les acteurs développent des stratégies d'évolution spatiale du système qui visent à en faire croître la stabilité.	Les acteurs perçoivent une forme d'instabilité du système sociomatériel en raison du caractère incertain qu'ils attribuent à l'évolution des flux échangés.
		Ils déploient des stratégies d'évolution du réseau pour contrer cette instabilité ;
		Ces stratégies interagissent avec la planification spatiale du territoire sur lequel la synergie est déployée.

II. Une approche en deux temps : des études de cas à la recherche de modèles de réorganisation

Alors que nous sommes parvenue à l'énoncé d'une question et nourrissons l'ambition d'y répondre, il nous faut à présent déterminer la façon de le faire, problématique tout aussi complexe sinon plus que la question posée. En effet, alors que l'objectif du chercheur est de rendre intelligible l'objet qu'il souhaite donner à comprendre, il doit dès les premiers temps de sa recherche accepter de le réduire pour pouvoir le saisir. Un compromis doit nécessairement être fait entre la finesse des grains de l'image donnée et la largeur du point de vue.

Face à cette contrainte, nous avons choisi dans cette thèse de mener notre recherche en deux temps, l'un principal et l'autre secondaire, l'un cherchant la finesse et l'autre l'ouverture, que nous présentons successivement dans une première section (A) : le premier passe par l'analyse fine de cas de synergies énergétiques effectivement mises en œuvre, dont le choix est un enjeu en lui-même tandis que le second s'appuie sur l'analyse des recompositions plus larges dans la manière de mettre l'urbain en réseau proposées par certains acteurs. Dans une seconde section, nous détaillons le protocole d'enquête suivi pour mener ces deux analyses et les sources que nous mobilisons (B).

A. Des études de cas pour comprendre finement les recompositions sociomatérielles à une observation plus large

L'approche par études de cas est au cœur de notre recherche. Si on la retrouve aujourd'hui de manière régulière au sein du champ de l'aménagement et des études urbaines tout comme de l'analyse sociotechnique (Latzko-Toth, 2009), elle ne va pas pour autant d'elle-même. Nous expliquons donc ici le raisonnement qui nous mène à la choisir (1) avant d'explicitier la manière dont nous avons sélectionné les trois cas qui constituent le matériau empirique de la deuxième partie de cette thèse (2). Enfin, nous présentons l'approche secondaire que nous entendons mener, qui vient compléter la première par une lecture plus large mais nécessairement moins fine des recompositions à l'œuvre (3).

1. Pourquoi des études de cas ?

La problématique choisie impose de notre point de vue sans conteste une démarche empirique principale par études de cas plutôt qu'une entrée par secteurs, acteurs, discours ou encore politiques publiques. Il s'agit en effet de faire tenir ensemble les spécificités d'un système

technique, de flux matériels et d'un territoire, ce qui ne peut se faire qu'en concentrant l'attention sur l'assemblage sociomatériel en lui-même. En d'autres termes, suivant notre problématique, nous ne pouvons extraire les synergies de la réalité qui les entoure, ce à quoi s'oppose précisément l'étude de cas (bien menée) (Feagin, Orum et Sjoberg, 1991).

Se pose alors la question du nombre de cas d'études (Yin, 2013). On pourrait en effet tout à fait envisager mener une monographie ou bien multiplier les cas pour viser une représentativité. Plusieurs raisons nous incitent à faire un choix intermédiaire. En premier lieu, la monographie ne nous paraît pas adaptée car comme nous l'avons montré dans le premier chapitre, les synergies ne se définissent pas par un modèle économique, une politique publique ou un modèle d'organisation communs. Au contraire, il s'agit d'un foisonnement de conceptions et d'initiatives que nous avons nous-mêmes regroupées dans la construction de notre objet mais duquel ressortent tout de même des formes canoniques (la récupération de chaleur fatale sur une activité productrice ou la mutualisation de productions décentralisées). La limitation à l'analyse d'un seul cas risquerait donc d'effacer des variations fondamentales entre ces formes.

Toutefois, étant donné le foisonnement rappelé plus haut, nous n'entendons pas donner à voir cet objet dans toute sa diversité, tâche impossible à mener : il s'agit plutôt de mettre en regard plusieurs synergies pour multiplier les interprétations possibles de cette évolution sociomatérielle. En d'autres termes, la démarche a pour objectif d'ouvrir de nouvelles voies d'exploration de l'évolution des systèmes énergétiques urbains plutôt que d'en fermer et ne vise donc pas à en produire un modèle unique qui serait le fruit d'une analyse quantitative. Ainsi, notre démarche ne relève pas tant de la comparaison que de l'accumulation, au sens où la diversité des interprétations qui peuvent ressortir d'études de cas fines et variées n'est pas considérée comme un inconvénient de la méthode mais, au contraire, comme un vecteur de richesse dans l'analyse des possibles.

En second lieu, le choix d'un grand nombre d'études de cas ne nous semble pas non plus opportun puisque, comme le montre l'énoncé de nos questions de recherche et hypothèses, nous ne souhaitons pas mener une lecture du terrain par une liste d'indicateurs simples et prédéfinis. De là, il n'est possible ni d'aborder un grand nombre de cas dans le temps d'une recherche doctorale, ni d'en rendre compte à l'écrit de manière suffisamment synthétique.

Enfin, il nous faut également constater que le nombre d'études de cas est limité par le nombre de synergies effectivement mises en œuvre ou projetées. Si le discours est foisonnant, on note

dans les faits que de nombreuses expériences restent à l'état de projet ou sont abandonnées en cours de route⁵⁵.

En définitive, notre choix se porte vers l'approche d'un petit nombre d'études de cas diversifiées, choisies après un recensement selon certains critères présentés dans ce qui suit.

2. Choix des études de cas : une accumulation plutôt qu'une comparaison

L'exploration des cas d'étude possibles a été menée par divers moyens :

- revue de presse *via* des bases de données nationales et internationales explorées par une liste spécifique de mots clés,
- consultation des descriptions des opérations urbaines labellisées ou primées sur les questions énergétiques et environnementales (label éco-cité ou éco-quartier, sur le site du MEDDE),
- consultation de sites internet spécialisés sur les questions de transition énergétique ou de projets urbains durables (sites du CEREMA),
- ou encore relevé des exemples cités dans la littérature opérationnelle et institutionnelle exploitée dans la première section.

Quelques entretiens ou échanges informels avec des spécialistes des questions d'écologie urbaine et industrielle, de la conception énergétique dans les projets urbains (bureaux d'étude) et des systèmes énergétiques urbains alternatifs ont également été menés pour tenter de garantir une relative exhaustivité de l'exploration du paysage à l'origine de notre enquête.

Au terme de ces recherches, nous avons relevé dans le contexte français une quinzaine d'opérations revendiquant la récupération ou la mutualisation de flux d'énergie comme fondement de la conception d'un système énergétique local, en fonctionnement, en développement, à l'état de projet, ou bien même arrêtés. Le Tableau 3.3 ci-dessous présente les synergies repérées par cette méthode.

⁵⁵ Ce constat est un résultat en lui-même, mais il n'est pas celui que nous cherchons à obtenir, comme l'indique notre problématique.

Tableau 3.3: synergies énergétiques urbaines en projets, en fonctionnement ou arrêtées repérées en France - dernière actualisation en février 2016

Type de synergie	Description de la synergie	Etat au début de l'enquête
Récupération	Récupération de chaleur sur une raffinerie à Strasbourg pour chauffer un quartier d'habitation	Arrêté
	Récupération de chaleur sur une usine d'enrichissement d'uranium pour chauffer la ville à Pierrelatte	Arrêté
	Récupération de chaleur fatale sur une usine d'Arcelor Mittal pour l'approvisionnement du réseau de chaleur urbain à Dunkerque	En fonctionnement
	Récupération de la chaleur d'un <i>data center</i> pour l'approvisionnement du réseau de chaleur du parc d'activités Val d'Europe	En fonctionnement
	Récupération de chaleur sur la Vallée de la Chimie pour chauffer la métropole de Lyon	En projet
	Récupération de la chaleur d'aciéries pour chauffer un quartier à Strasbourg	En projet
Mutualisation	Mutualisation de productions d'électricité photovoltaïque à Perpignan (Saint-Charles 2.0)	En projet
	Mutualisation des productions d'énergie renouvelable sur l'îlot Hikari (Lyon Confluence)	En fonctionnement
	Mutualisation des productions d'électricité photovoltaïque à Issy-les-Moulineaux (IssyGrid)	En fonctionnement
	Mutualisation énergétique sur les entrepôts MacDonald à Paris	Projet abandonné
	Mutualisation énergétique sur l'îlot Allar à Marseille	En projet
Combinaison	Mutualisation et récupération de chaleur des groupes de froid du tertiaire pour l'ECS du résidentiel à Châtenay-Malabry (Innovéa)	En fonctionnement
	Mutualisation et récupération de chaleur au travers d'un réseau basse température pour l'opération Paris-Saclay	En projet
	Mutualisation et récupération de chaleur au travers d'un réseau basse température à Marseille (Smartseille)	En projet

Trois critères ont alors été considérés pour le choix de nos cas d'étude principaux :

- Un avancement suffisant du projet, c'est-à-dire qu'il ne soit pas au simple stade de réflexion, mais qu'au moins une décision ait été prise et affichée de le mettre en œuvre ;
- Une communication suffisamment importante autour de la synergie. Ce critère possède une double portée : d'une part, il sous-entend que la synergie fasse partie d'une forme de stratégie pour certains acteurs et, d'autre part, il garantit que les acteurs soient ouverts, au moins dans une certaine mesure, à échanger sur le sujet.
- Une représentativité limitée, basée sur trois catégories caractérisant les systèmes :
 - o Le principe de conception énergétique : récupération ou mutualisation ;
 - o L'échelle de l'opération : îlot, quartier, agglomération ;
 - o Le type d'activités impliquées dans la synergie : activités industrielles, tertiaires, commerciales, résidentielles ou équipements publics.

La conjonction de l'ensemble de ces critères nous a conduite à retenir en un premier temps quatre synergies :

- La récupération de chaleur fatale sur une usine d'ArcelorMittal pour l'approvisionnement du réseau de chaleur à Dunkerque ;
- La récupération de chaleur d'un *data center* pour l'approvisionnement du réseau de chaleur du parc d'activités du Val d'Europe (Marne-la-Vallée) ;
- La mutualisation des productions d'énergie renouvelable sur l'îlot Hikari à Lyon Confluence entre des bureaux, des commerces et des logements ;
- La mutualisation et les échanges énergétiques sur un îlot mixte à Châtenay-Malabry (opération Innovéa).

Cependant, les premières investigations de terrain pour le dernier de ces quatre cas (Châtenay-Malabry) nous ont montré que l'opération était considérée par certains acteurs comme un avatar moins ambitieux du projet Hikari, inscrit dans une même stratégie mais moins abouti. Il ne nous a donc pas semblé judicieux d'en faire un cas d'étude à part entière et nous avons décidé de faire de cette synergie un cas annexe, permettant de mettre en perspective les résultats obtenus par l'analyse des autres, au même titre que d'autres cas convoqués dans des encadrés au cours de l'analyse.

Malgré ce retrait, nous obtenons une diversité de situations satisfaisante au regard des critères que nous avons fixés : récupération et mutualisation, trois échelles spatiales (l'agglomération,

le quartier et l'îlot) et une diversité d'activités impliquées dans les échanges de flux (bureaux, logements, industries, installations tertiaires lourdes, commerces).

3. Une observation plus large des stratégies d'acteurs : quels modèles en construction ?

Comme nous l'avons expliqué dans l'introduction du chapitre, notre approche est menée en deux temps, la première étant toutefois largement privilégiée dans l'espace de la thèse car elle est un prérequis à une compréhension fine des mécanismes à l'œuvre. Ainsi, après l'analyse de cas d'étude, l'enjeu est de comprendre comment les modèles de systèmes énergétiques urbains évoluent ou non de manière plus large avec ces transformations sociomatérielles.

En d'autres termes, alors que les études de cas nous permettent de comprendre les recompositions qu'entraîne la mise en œuvre de synergies, nous agrandissons par la suite la focale pour explorer la manière dont les acteurs proposent, mettent en œuvre ou non des changements plus fondamentaux dans leur manière de concevoir la mise en réseau de la ville par l'énergie, qui s'extraient de cas particuliers liés à un contexte territorial. Ainsi, si l'on souhaite schématiser la distinction entre ces deux approches, nous pouvons qualifier la première d'approche par les systèmes sociomatériels en eux-mêmes et la seconde par les stratégies des acteurs impliqués ou projetant leur implication dans la production de ces derniers.

L'objectif de cette seconde approche est alors de sonder ces différentes stratégies afin d'y rechercher l'émergence de modèles alternatifs de réseaux qui, partant d'une volonté de mise en œuvre plus généralisée de synergies, viendraient remettre en cause l'organisation de la chaîne d'acteurs de l'approvisionnement énergétique. De là, il s'agit de comprendre en quelle mesure et de quelle manière ils se confrontent à ces derniers, c'est-à-dire, conformément à notre problématique, ce qu'ils reconfigurent dans la co-construction de la ville et des réseaux.

B. Protocole de recherche : sources et organisation du matériau empirique

De notre investigation du champ des STS, nous avons conclu qu'une méthode tirant son inspiration de l'approche commune des LTS et de l'ANT, poursuivant une analyse dynamique des assemblages sociomatériels, convenait bien à l'exploration de notre problématique. Nos hypothèses de recherche viennent ensuite fournir un guide plus précis des formes de processus

que l'on souhaite observer : l'initiation des synergies, leur exploitation et la construction de leur évolution. De là, nous tenons les fondements de notre protocole de recherche.

Toutefois, avant d'entrer dans l'analyse empirique de notre objet, il nous reste à présenter les sources que nous avons mobilisées pour mener notre investigation (1) et la manière dont nous entendons rendre compte de cette dernière (2).

1. Définition du périmètre d'investigation et des sources

Alors que nous avons défini un guide pour aborder les sources, nous n'avons pas répondu à une question qui vient pourtant en premier lieu lorsqu'il s'agit d'entrer dans le travail concret de l'investigation : quelles sont ces sources ? En d'autres termes, où commence et où s'arrête l'exploration du réel ? Sur ce point, il nous semble que le précepte de l'ANT consistant à « suivre les acteurs » résume parfaitement le travail qui doit être mené. Bruno Latour l'explique dans son analyse d'Aramis, sous la forme d'un dialogue entre un professeur et son élève, faisant en particulier référence à la notion de contexte par une approche qui nous semble tout à fait stimulante (voir Encadré 3.1 pour un développement plus long sur le contexte) (Latour, 1996, p. 128) :

- « Il faut bien s'arrêter quelque part.
— N'importe où, quand nous serons fatigués ?
— Un, quand nous n'aurons plus d'argent pour des frais de mission ; deux, quand les contextualisateurs eux-mêmes s'arrêtent. S'ils nous disent : « Le ministre ne s'y est intéressé que quelques minutes, il avait d'autres chats à fouetter, il m'a chargé du dossier », nous pouvons rebrousser chemin puisque Aramis est perdu de vue par le ministre. Au-delà de cette limite, les analyses ne sont plus valables puisqu'elles ne sont plus spécifiques. On enquêterait sur autre chose, par exemple sur les transports terrestres ou sur les ministres communistes ou sur la technocratie. »*

Ainsi, la détermination du périmètre d'investigation des sources est menée de manière processuelle : les premières sources documentaires indiquent les premiers acteurs qui, eux-mêmes, indiquent d'autres sources ou d'autres acteurs, jusqu'à ce que l'on arrive à saturation, c'est-à-dire que les mêmes documents et interlocuteurs soient cités, ou bien jusqu'à ce que l'on ait plus accès au terrain. C'est ainsi que nous avons procédé, nous appuyant en premier lieu sur les documents publics ou sur la presse pour identifier nos premiers interlocuteurs et continuant de proche en proche jusqu'à ne plus rencontrer de nouveauté.

Encadré 3.1 – Qu’est-ce que le contexte d’un projet technique ? Une lecture par Bruno Latour

Extrait d’ « Aramis ou l’amour des techniques », expliquant comment se construit et comment doit être analysé le contexte d’un projet (Latour, 1996, p. 115-116) :

« Un projet technique n’est pas dans un contexte, il se donne un contexte ou parfois ne s’en donne pas. Il ne faut pas « replacer les projets dans leur contexte », comme on le dit sottement, mais suivre comment le projet se contextualise ou se décontextualise. Pour cela, il faut remplacer le gros mot rigide de contexte par le petit mot souple de réseau. Les grandes explications par la politique, par l’économie, par l’organisation ou par la technique servent toujours fidèlement : « c’est inacceptable politiquement », « ce n’est pas rentable », « la société est bloquée », « c’est inefficace ». Précisément, ces explications servent toujours parce qu’elles sont inusables. Elles ne sont pas faites pour expliquer – auquel cas elles devraient s’user au contact des dures et tordues circonstances –, mais pour passer de main en main et servir, comme au furet, à se débarrasser du problème en désignant celui qui, par mégarde, a gardé l’anneau dans sa main.

[...]

Les quelques élus recrutés pas le projet, ce n’est pas La Politique ; les économistes qui calculent la rentabilité, ce n’est pas L’Economie ; les quelques ingénieurs qui évaluent Aramis est techniquement au point, ce n’est pas du tout la même chose que La Technique. L’impression d’un contexte qui entourerait le projet vient de ce qu’on oublie de compter les quelques médiateurs qui parlent au nom des sous, des *Corps*, des puces ou des électeurs. Rajoutons les porte-parole, et tout s’éclaire : le réseau s’étend mais il ne change pas de nature. A réseau, réseau et demi. »

Ainsi, dans les faits, pour nos études de cas, la collecte de données a été menée en deux temps : en premier lieu, nous avons collecté toutes les publications, rapports, présentations et articles de presse publiés en ligne concernant les cas retenus. Cette étape nous a en particulier permis de repérer une partie des acteurs impliqués. Nous avons également mené une revue des potentielles publications académiques mentionnant ces terrains d’une manière ou d’une autre et pouvant fournir des éléments empiriques de seconde main. Cette recherche s’est avérée infructueuse pour le cas du Val d’Europe et de Lyon, si ce n’est pour des éléments sans rapport direct avec la synergie, mais plus probante pour le cas de Dunkerque dont la démarche d’écologie industrielle a fait l’objet de nombreuses recherches (Beurain et Brulot, 2011 ; Brulot, Maillefert et Joubert, 2014 ; Maillefert, 2014). Nous préciserons notre positionnement vis-à-vis de ces dernières lorsque nous aborderons spécifiquement ce cas.

En second lieu, nous avons mené des entretiens semi-directifs auprès des acteurs identifiés et avons ensuite suivi les indications qu'ils nous donnaient pour poursuivre notre enquête auprès d'interlocuteurs qui n'apparaissaient pas dans les documentations consultées. Une grille d'entretien générique visant à comprendre l'implication de l'acteur dans la synergie et sa lecture des processus qui l'animent a été construite et réadaptée à chaque situation, en fonction des données collectées au cours de l'enquête. Nous avons également tenté d'obtenir toutes sortes de documents de travail, techniques ou administratifs, jugés pertinents et diffusables par nos interlocuteurs au cours de ces entretiens. Dans le cas de Dunkerque, qui constitue la synergie la plus ancienne, nous avons pu consulter les archives municipales et communautaires, ce qui nous a permis de reconstituer en partie son émergence. Enfin, nous avons dans chaque cas pu effectuer une visite de terrain avec des experts techniques sur le site de la récupération ou du système de mutualisation, ce qui nous a permis de comprendre au plus près les contraintes spatiales et techniques de chaque système et la matérialité des différentes formes d'assemblages, au-delà des discours écrits et oraux. Nous nous sommes arrêtée lorsque les différents processus que nos hypothèses amènent à interroger (l'émergence, l'exploitation et la construction de l'évolution des synergies) ont pu être reconstitués avec suffisamment de précision ou bien que les portes se fermaient face à nos demandes, ce qui ne s'est produit qu'à la marge.

De manière générale, l'accès aux acteurs n'a pas été difficile : dans chacun des cas, nous avons pu rencontrer en face à face au moins une personne et, la plupart du temps, deux personnes appartenant aux diverses organisations impliquées dans l'émergence et le fonctionnement des synergies étudiées. Parfois, des demandes d'entretien répétées, malgré des accords de principe, sont restées sans réponse. Nous avons alors suivi une méthode de substitution consistant à rechercher des interventions publiques ou semi-publiques (lors de séminaires professionnels) des acteurs que nous cherchions à rencontrer, récoltant ainsi un discours moins orienté que lors d'un entretien mais tentant de profiter de ces événements pour poser des questions plus précises.

Dans l'ensemble, les acteurs n'ont pas exprimé de réticence à répondre à nos questions et ont exposé de manière relativement ouverte les situations de conflit qui pouvaient exister au sein du système d'acteurs. Cependant, nous avons éprouvé des difficultés à obtenir des données d'ordre financier, celles-ci demeurant souvent vagues autant dans le discours que dans les documents que les acteurs ont concédé nous communiquer. Nous revenons plus précisément

sur les limites spécifiques à chaque enquête au cours des analyses empiriques présentées dans les chapitres suivants.

Pour notre seconde approche, portée sur les modèles alternatifs de réseaux qui émergent des stratégies d'acteurs plutôt que sur des systèmes sociomatériels, notre entrée a sensiblement été la même. Nous avons conduit une veille des prises de position publiques des acteurs impliqués dans les synergies (promoteurs, aménageurs, collectivités, agences étatiques ou locales, énergéticiens, bureaux d'études, associations ...) sur ces questions. Tout comme pour la mise au jour de cas d'étude, les sites et publications spécialisés ont été une première entrée pour identifier, en particulier, les acteurs les plus prolifiques et aux prises de position les plus tranchées. Par la suite, nous avons procédé de proche en proche en nous appuyant sur la co-identification des acteurs au travers d'entretiens, c'est-à-dire la référence d'un acteur à un autre sur le motif que ce dernier ait également investi la question. Les études de cas en elles-mêmes ont en outre été l'occasion de mettre au jour un certain nombre de ces acteurs, investis dans ces premières opérations. Enfin, les rencontres et séminaires professionnels portant sur l'énergie et/ou la ville auxquels nous avons pu assister (séminaires organisés par le Plan Urbanisme Construction Architecture, par l'association Amorce, par le réseau national de l'aménagement opérationnel, par l'ADEME, Assises européennes de la transition énergétique ... *etc.*, voir liste complète en annexe) ont été une manière efficace de construire une vue d'ensemble des stratégies des acteurs et des modèles qu'ils proposent face à ces recompositions.

Ce travail peut *a priori* apparaître très complexe et sans fin si l'on considère l'ensemble des acteurs potentiels qui travaillent à la construction de la ville ou des systèmes énergétiques urbains et la diversité des stratégies qui peut en découler. Toutefois, l'ensemble des méthodes d'identification présentées ici nous a permis de parvenir rapidement à une saturation, c'est-à-dire que les mêmes entreprises, institutions ou collectivités ainsi qu'un petit nombre de modèles-types de réseaux alternatifs fondés sur la mise en œuvre de synergies revenaient sans cesse dans les discours, publics ou non. À partir de là, nous avons analysé ces modèles comme les formes les plus consolidées, au moment de notre enquête, de remise en cause des réseaux d'énergie conventionnels par l'émergence d'échanges décentralisés de flux entre activités urbaines.

L'ensemble des matériaux mobilisés (entretiens, visites accompagnés, séminaires, articles de presse, documents de travail, institutionnels ou d'archive) est répertorié en annexe.

2. Organisation du matériau empirique

Une fois que le matériau empirique est recueilli, ou tout au moins que l'on décide d'en cesser la récolte, se pose la question de la manière dont on souhaite le donner à voir. De notre point de vue, cette interrogation se pose en termes binaires : doit-on organiser le récit des différents processus reconstitués par hypothèses de recherche ou par terrain ?

Dans cette thèse, nous avons retenu la seconde alternative, pour trois raisons. En premier lieu, nous souhaitons de cette manière éviter de devoir présenter en amont les trois études de cas dans un texte qui soit déconnecté d'une lecture par les hypothèses et entraîne un certain nombre de redites. En second lieu, nous souhaitons que les éléments propres à chaque terrain soient plus facilement repérables dans le document et ainsi plus aisément mobilisables pour qui chercherait des éléments factuels propres à l'un d'entre eux. En outre, nous considérons à la suite de Dominique Lorrain que la mise en perspective des études de cas est d'autant plus convaincante que la spécificité de chacun d'entre eux dans son ensemble a été donnée à voir (Lorrain, 2011a, p. 34-35) : « vouloir faire une comparaison terme à terme condui[t] à écraser cette réalité. L'usage de quelques indicateurs de comparaison n'a de sens qu'une fois compris l'organisation d'ensemble de chaque ville, ce qui en fonde la singularité ». Enfin, comme nous l'avons déjà précisé, notre seconde approche se nourrit de la première, ce qui nous incite à en présenter les résultats après le récit des études de cas.

Ainsi, nous présentons les résultats empiriques en deux temps. Tout d'abord, chacune des trois études de cas fait l'objet d'un chapitre au sein duquel chaque hypothèse est mise à l'épreuve au travers de récits processuels. Cependant, nous ne nous interdisons pas le dialogue entre ces chapitres, notamment lorsque les résultats présentés dans l'un répondent sans équivoque à d'autres évoqués plus tôt. Ensuite, nous faisons une analyse croisée de ces trois études pour faire émerger des résultats plus généraux, que nous mettons finalement à l'épreuve de modèles émergents de recomposition des réseaux énergétiques urbains face au développement des synergies, confrontés également à nos hypothèses.

Conclusion

À la suite de la construction d'une problématique et d'une posture de recherche, nous avons dans ce chapitre constitué un jeu d'hypothèses qui puissent être confrontées aux processus empiriques qui animent l'émergence et le fonctionnement des synergies. Pour cela, nous avons mis au jour les particularités de notre objet :

- En premier lieu, la forte hétérogénéité des systèmes sociomatériels qu'il met en lien ;
- En second lieu, sa relation à un service public essentiel ;
- Et enfin, l'introduction d'une vulnérabilité quant à la continuité des flux tant du côté de la production que de la consommation.

Convenant que ces caractéristiques appellent un réexamen des résultats de l'analyse des systèmes énergétiques urbains et des démarches d'écologie industrielle, nous avons émis trois hypothèses. La première porte sur les logiques qui poussent ou non les acteurs à prendre part à une synergie tandis que la seconde s'intéresse à l'importance des interdépendances qui naissent de cette mise en lien de l'urbain par l'énergie et que la troisième interroge les principes qui guident l'évolution du réseau ainsi construit. Le Tableau 3.4 ci-dessous récapitule, en termes très synthétiques et quelque peu schématiques, les hypothèses d'évolution qu'amènerait le développement des synergies énergétiques urbaines.

Tableau 3.4 : Hypothèses d'évolutions amenées par les synergies énergétiques urbaines dans la co-construction sociomatérielle de la ville et des réseaux d'énergie

	Grand réseau conventionnel	Hypothèses d'évolution amenée par les synergies énergétique urbaines
Logique sous-tendant la mise en réseau	Efficacité technico-économique pour fournir un service d'approvisionnement énergétique homogène sur le territoire	Stratégies qui dépassent l'intérêt technico-économique de la mise en réseau
Effets de la mise en réseau	Solidarisation du territoire	Interdépendances locales instables
Principe d'évolution du réseau	Croissance de la consommation par l'intensification et l'extension spatiale	Stabilisation du système qui interagit avec la planification urbaine

De là, partant de notre problématique, nous en sommes arrivée à proposer une approche en deux temps qui joint une analyse fine de trois études de cas choisies au terme d'un recensement le plus exhaustif possible à une investigation plus large des stratégies d'acteurs face aux recompositions qu'induisent les synergies énergétiques urbaines. La première constitue le cœur de notre recherche puisqu'elle seule permet de saisir la co-construction d'un

système sociomatériel et d'un territoire urbain, sous la forme d'un « assemblage ». La seconde a pour objectif de comprendre si les recompositions dans cette co-construction, dont nous avons fait l'hypothèse, sont prises en compte par les acteurs et se diffusent ainsi au-delà de cas spécifiques dans leur manière d'envisager la mise en réseau de l'urbain.

En second lieu, pour construire un guide plus précis de l'approche du terrain, nous traduisons nos hypothèses dans le vocabulaire des acteurs, afin de construire des grilles d'entretien ou de lecture de documents. La collecte du matériau est en outre incrémentale puisque, conformément au précepte de l'ANT, nous suivons les acteurs, qui nous guident vers les limites de ce qui appartient à l'assemblage sociomatériel.

Enfin, des considérations tant pratiques que méthodologiques nous incitent à présenter les éléments empiriques par terrain plutôt que par hypothèse. La partie suivante de la thèse donne donc à voir, selon cette logique, les cas de Dunkerque, du Val d'Europe et de Lyon les uns après les autres tandis que les formes de recompositions plus larges sont développées dans la dernière.