



HAL
open science

Repenser fiabilité et solidarité au prisme des autonomies connectées

Gilles Debizet

► To cite this version:

Gilles Debizet. Repenser fiabilité et solidarité au prisme des autonomies connectées. Lopez Fanny; Pellegrino Margot; Coutard Olivier. Les territoires de l'autonomie énergétique Espaces, échelles et politiques, ISTE Editions, 2019, 9781784055981. hal-02425685

HAL Id: hal-02425685

<https://hal.science/hal-02425685>

Submitted on 31 Dec 2019

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 4.0 International License

Repenser fiabilité et solidarité au prisme des autonomies connectées

Gilles Debizet

Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Science Po Grenoble, PACTE, 38000 Grenoble, France

Résumé

Après des décennies d'importation des énergies fossiles et fissiles, leur substitution -récente et prochainement massive - par des énergies renouvelables captables sur le territoire permet désormais d'envisager la distribution de l'énergie d'une façon horizontale et circulaire et plus seulement verticale et descendante. Rapprochant productions locales - voire micro-locales - et consommation, des intermédiaires (acteurs humains) entre les grands réseaux et le consommateur final émergent. S'ils disposent de moyens de stockage, ces intermédiaires esquissent des entités *autonomies énergétiques* à différentes échelles et que les grands réseaux interconnectent. Ce chapitre à visée prospective expose ce que pourraient être ces autonomies énergétiques selon le type d'acteurs susceptible d'imposer ses vues dans la coordination des systèmes énergétiques urbains. Il souligne en quoi leur large déploiement en interconnexion de différents réseaux interroge la fiabilité et la solidarité de ces derniers, ce qui pourrait conduire à redéfinir le « contrat social » de l'énergie.

1. Introduction

Portée par des courants utopistes – et ponctuellement mise en œuvre - au cours du 20ème siècle (Lopez, 2015), l'autonomie énergétique devient plausible avec l'essor des énergies renouvelables de petite taille unitaire et les possibilités nouvelles ouvertes de « valorisation des ressources endogènes » d'un territoire.

Cet essor interroge la pérennité des réseaux d'énergie (Coutard et Rutherford, 2013). La dynamique qui avait prévalu à leur déploiement massif - principe d'uniformité du service, extension spatiale et augmentation des flux - pourrait s'inverser avec le développement de l'autoconsommation et des échanges de proximité. Baisse des flux, renchérissement des tarifs d'accès et désabonnements constituent les principaux facteurs d'une potentielle spirale de déclin des réseaux (Dupuy, 2011). Afin d'analyser les changements organisationnels, politiques et de régulation dont font l'objet des réseaux sociotechniques, Coutard (Coutard, 2002) proposait d'en étudier leur gouvernance et non plus le gouvernement. Au conventionnel triptyque d'acteurs des réseaux (Utilisateurs / Fournisseurs / Régulateurs), Moss (2009) ajoute « Ville » et « Nature » ; il met en exergue l'existence d'espaces sociaux intermédiaires entre ces six éléments au sein desquels agissent des acteurs humains – appelés intermédiaires, un intermédiaire étant un acteur « capable de reconfigurer les relations entre les divers types d'acteurs ainsi qu'entre différentes arènes et configurations spatiales » (Moss 2009). Cette notion d'intermédiaire est utilisée pour analyser les changements induits par l'objectif bas carbone dans les villes (Bulkeley, Broto, et Maassen 2014) en particulier dans le champ de l'énergie (Guy, Marvin, et Medd 2011). Nous faisons nôtre cette définition du terme « intermédiaire ».

Du fait de la densité de consommation et de la rareté du foncier, les espaces urbanisés auront encore longtemps besoin d'approvisionnements exogènes. L'autonomie énergétique - dans le sens d'une capacité à

maîtriser son futur énergétique - nous apparaît bien comme une utopie dans le sens où elle exprime une orientation idéalisée par certains, et crainte par d'autres. Plusieurs dispositifs de l'action publique nous apparaissent comme des prémices : il en est ainsi des nouvelles normes de « bâtiments à énergie positive »¹ et de la démarche « Territoires à énergie positive » (Yalçın-Riollet, Garabua-Moussaoui et Szuba, 2014 ; Nadaï et al., 2015) car ces expressions véhiculent l'idée que le flux d'énergies traversant un périmètre se limiterait au solde entre la production et la consommation en son sein. Certes, l'examen détaillé de ces dispositifs montre qu'ils ne visent pas une autarcie énergétique mais ils invitent au minimum à une réflexion sur la relation entre l'énergie produite et consommée sur un territoire, et par conséquent, sur les approvisionnements énergétiques exogènes.

Dans un livre récent (Debizet, 2016), l'observation d'intermédiaires novateurs à l'échelle de quartier articulant consommation, production in situ et recours à des énergies exogènes nous incitait à élaborer des scénarios de transition énergétique en ville à l'horizon 2040 centrés chacun sur un type d'acteurs susceptible d'entraîner les autres acteurs. Partant de ces scénarios, le présent chapitre identifie de nouvelles *autonomies énergétiques*. Une analyse spatialisée des combinaisons possibles de scénarios met en exergue l'imbrication en « poupée russe » des *autonomies énergétiques* connectées. Cette analyse appelle à redéfinir les termes de fiabilité et de solidarité.

¹ Etymologiquement, un bâtiment à énergie positive (BEPOS) est un bâtiment qui – sur une année - consomme moins d'énergie qu'il n'en produit. Des acteurs associatifs et territoriaux (réunis au sein de l'association Effinergie) ont proposé une certification BEPOS en 2014. Le Ministère du Logement et de l'Habitat Durable a défini en 2017 un label – gouvernemental - dénommé « Bâtiment à énergie positive et réduction carbone » préfigurant la prochaine réglementation thermique 2020 qui s'imposerait à tous les bâtiments.

2. Quatre scénarios prospectifs dans les espaces urbanisés

Dans un ouvrage récent (Debizet, 2016), nous développons des scénarios de coordination de l'énergie en milieu urbain à l'horizon 2040. Pour chaque scénario, les relations entre les systèmes énergétiques, les processus de fabrication/transformation de la ville et les régulations publiques sont précisées.

Une revue de littérature sur les volets énergétiques d'une cinquantaine d'écoquartiers européens (Blanchard et Debizet, 2015) et une enquête approfondie menée dans quatre écoquartiers français suggèrent que quelques acteurs jouent un rôle essentiel dans l'organisation énergétique de la ville. Certes, les technologies déterminent les solutions disponibles mais leur utilisation est conditionnée par des acteurs qui y voient une opportunité, coordonnent leur action et lèvent les obstacles. Réciproquement, les technologies déployées dépendent de configurations motrices poussées par les acteurs. Il était supposé que l'avenir de l'énergie en ville dépendrait des catégories d'acteurs en position de force sur le terrain, des « acteurs-pivots » (p. 14) en référence à la notion forgée par Michell et al. (1997). Ainsi quatre scénarios ont été proposés :

- Grandes Entreprises pourvoyeuses de systèmes énergétiques urbains ;
- Collectivités Locales pilotes de la fabrique du territoire ;
- État Prescripteur pouvoir central ordonnateur des réglementations et régulations ;
- Acteurs Coopératifs collectifs de consommateurs reprenant en main leur destin énergétique.

Conformément aux méthodes prospectives, une analyse morphologique a été élaborée : à partir des résultats d'analyses mono-disciplinaires en sciences politiques, économiques, de gestion et en aménagement, une poignée de variables ont été déclinées par scénario (p. 179). Ainsi, ont été hiérarchisées les logiques d'actions les plus structurantes de chaque scénario.

Des hypothèses exogènes communes aux quatre scénarios ont été définies (p. 17) : baisse sensible de la demande d'énergie pour le chauffage et augmentation pour le refroidissement ; augmentation du prix des combustibles fossiles ; forte progression des sources d'énergie intermittentes entraînant d'amples fluctuations du prix de gros de l'électricité. Sur le plan institutionnel, il a été supposé qu'une autorité publique serait encore en mesure d'imposer des taxes finançant le fonctionnement des grands réseaux et que le marché demeure un moyen essentiel - mais pas unique - de transaction économique. In fine, les scénarios se distinguent par les régulations et la réglementation, la nature et la localisation des systèmes énergétiques ainsi que les spatialités des flux transitant dans les réseaux.

1.1 Grandes entreprises (GE)

De grandes entreprises déploient et pilotent des équipements de production dans la ville. Elles sont sollicitées pour leur capacité à mobiliser des capitaux et valoriser d'onéreux équipements de stockage nécessaires au déploiement des énergies renouvelables intermittentes.

La fourniture d'électricité, de gaz ou de chaleur sont assurées par une seule entreprise, concessionnaire de l'ensemble des réseaux d'un morceau de ville. Elle propose aux consommateurs une gamme de services énergétiques. Encadré par la collectivité, le tarif de base correspond à la prise de contrôle par l'entreprise de certains équipements domestiques. Plus onéreux, l'abonnement « premium » offre un service personnalisé ou exempté de contraintes.

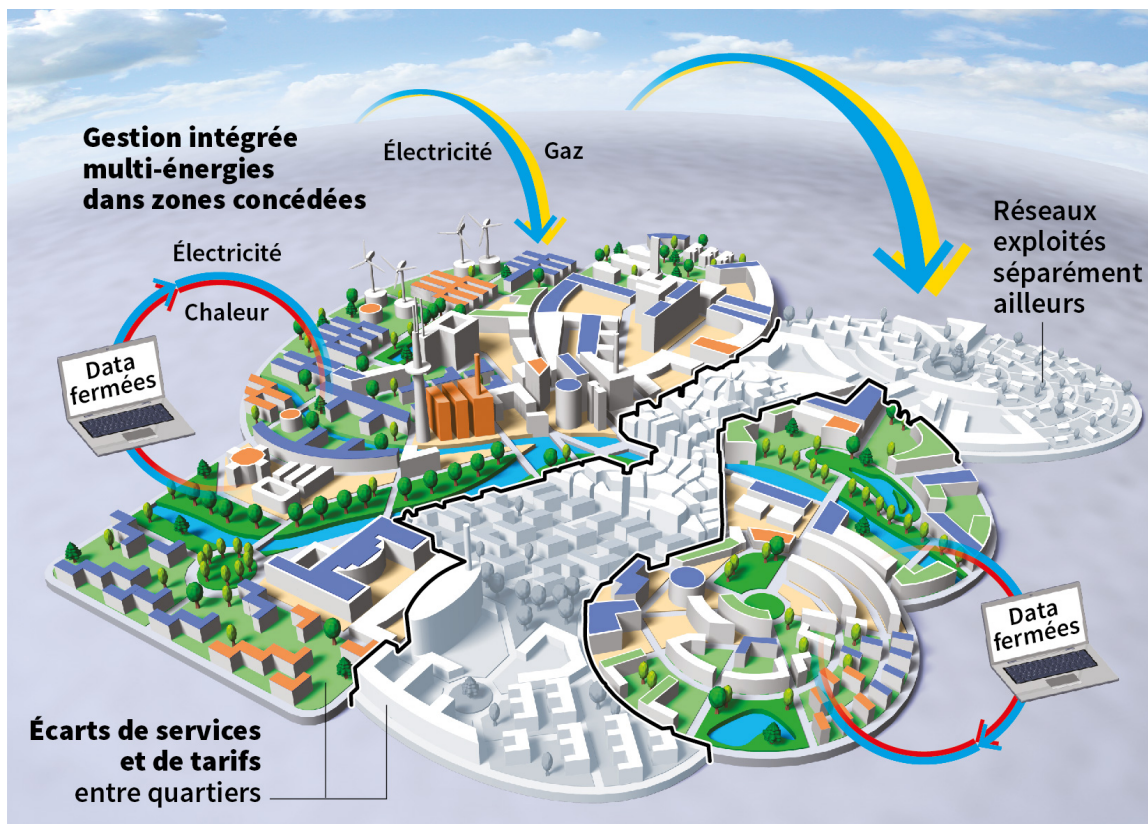


Figure 1 Scénario Grandes entreprises

La collectivité locale décide du périmètre de la concession et de sa durée qui est suffisamment longue pour que le concessionnaire amortisse des équipements de production, de stockage et d'efficacité situés jusque dans et sur les bâtiments des abonnés. Une fois choisie, l'entreprise concessionnaire – souvent d'envergure nationale ou internationale - privilégie des solutions complexes - multipliant les sources d'approvisionnement - et d'un haut niveau technologique permettant de maîtriser en temps réel la demande. Elle conserve les données liées à la production et à la consommation – atout commercial majeur. L'énergie est un volet d'une activité globale autour de la "ville intelligente", comprenant notamment les transports et la sécurité. Ce scénario conduit à une ville : d'un côté des quartiers multi-énergie, de l'autre des zones sous distribution publique bénéficiant de services standardisés (cf. scénario « collectivités locales »).

Les énergies solaires et la géothermie locale ne couvrent qu'une part de la consommation locale. Le concessionnaire recourt au marché pour acheter de l'électricité à bas prix pendant les pointes de production solaire et éolienne européennes et la stocker sous diverses formes (chaleur voire hydrogène ou gaz) en anticipation des consommations. Bien que la concession multi-énergie déroge au principe de dissociation entre gestion du réseau et fourniture d'énergie, elle satisfait doublement l'Union Européenne car elle conforte la position de grandes entreprises nationales et internationales à même de développer un véritable marché continental du gaz et de l'électricité.

Les métropoles ne redoutent pas la concession multi-énergie car elles disposent de l'expertise et de la puissance suffisante pour imposer des tarifs sociaux d'accès à l'énergie et une part élevée d'énergie renouvelable locale.

1.2 Collectivités locales (CL)

Selon ce scénario, les collectivités locales planifient et supervisent étroitement la production et la distribution des énergies. Motivées en premier lieu par la création de richesse et d'emplois, elles sont attachées à l'égalité

d'accès à l'énergie sur leur territoire. Outre la sobriété, elles privilégient la mobilisation des énergies renouvelables locales : le développement du stockage permet de les maximiser.

Dans les quartiers les plus denses, un réseau urbain est déployé afin de mobiliser la chaleur issue des panneaux solaires publics et de récupérer les chaleurs fatales et géothermiques. Utilisant la biomasse, la cogénération alimente aussi ce réseau ainsi que le réseau électrique en complément du photovoltaïque. Dans des quartiers moins denses, le réseau de gaz est privilégié, là aussi en complément du réseau électrique.

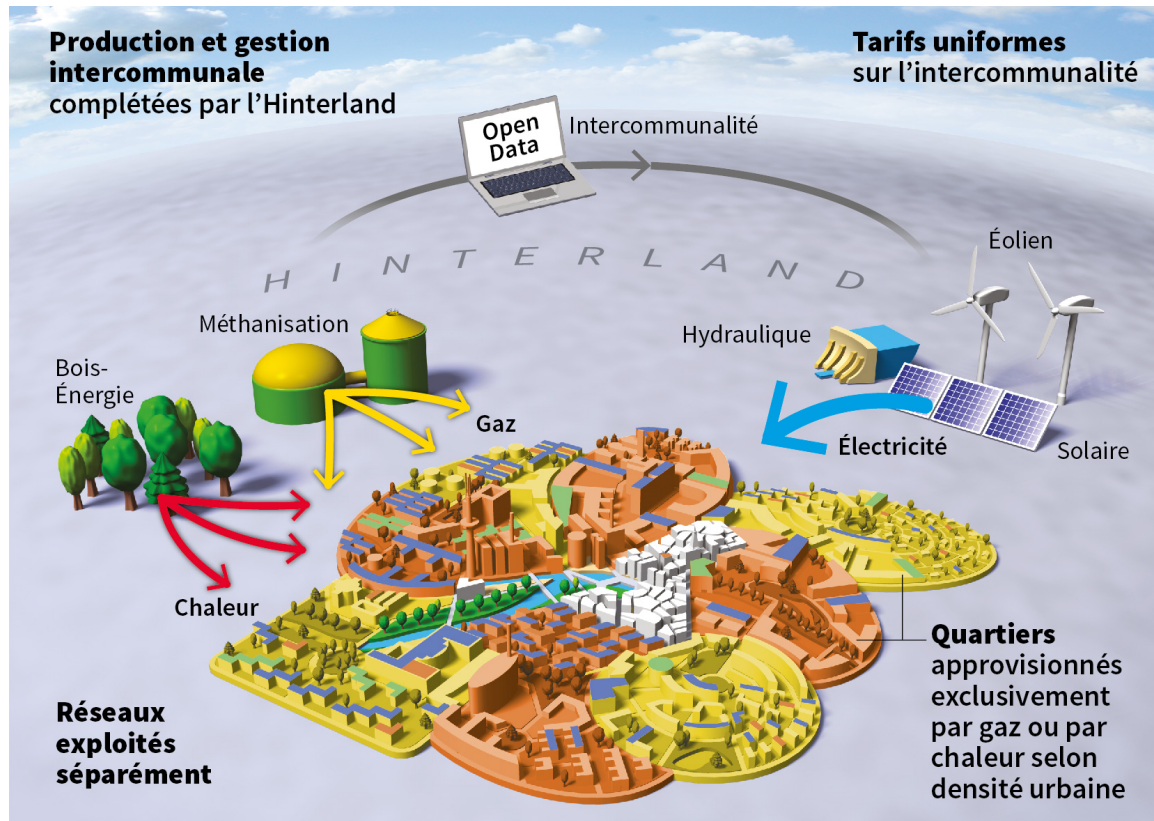


Figure 2 Scénario Collectivités locales (Debizet 2016)

Ces différents réseaux restent exploités par des entités spécifiques mais ils sont étroitement supervisés par la métropole qui a repris aux communes la compétence d'autorité concédante. Grâce aux smart grids, la métropole impose des échanges entre ces réseaux : le stockage thermique - le plus économique - est dimensionné pour anticiper la consommation de chaleur et de froid et valoriser les excédents de production d'électricité. Les données de production et consommation sont rendues publiques en temps réel afin d'empêcher les géants de l'internet d'accaparer la valeur associée aux échanges d'énergie entre bâtiments.

Selon la topographie, le tissu urbain et la présence d'un réseau de chaleur, des équipements de toiture tels que le solaire thermique, le photovoltaïque ou la végétalisation sont imposés. La métropole parvient à maintenir des tarifs d'accès uniformes sur son territoire.

La mobilisation d'énergie renouvelable sur le territoire urbain ne suffisant pas, la métropole coopère avec les territoires périphériques : parcs éoliens, parcs photovoltaïques, filière bois-énergie ou méthanisation mais aussi stockage hydroélectrique. La compétition entre métropoles induit des aires de quasi-autarcie énergétique rassemblant une métropole et son hinterland. Nécessaires à certains moments, des apports énergétiques supplémentaires sont assurés dans le cadre de convention avec des territoires éloignés ou par des achats ponctuels sur le marché.

In fine, les flux transitant dans les grands réseaux de gaz et d'électricité diminueront fortement. La baisse correspondante des recettes entrainera une réduction de l'entretien et, progressivement, celle du maillage des réseaux. Les écarts croissants de fiabilité et de tarifs amèneront l'Etat à négocier avec l'ensemble des collectivités une péréquation économique entre territoires ainsi que la préservation d'un réseau national minimal.

1.3 Acteurs coopératifs (AC)

Une part importante des ménages réside dans des coopératives d'habitat dont ils possèdent des parts sociales plutôt qu'un logement. Leur culture de l'autogestion les incite à plus d'autonomie vis-à-vis des réseaux et des institutions. Motivées par des objectifs environnementaux et sociaux, les coopératives privilégient les énergies renouvelables. Les règles d'utilisation de l'énergie résultent de discussions collectives : elles sont simples et s'appuient sur des technologies éprouvées. Uniformes au sein d'une coopérative, prix et qualité de service diffèrent d'une coopérative à une autre - ainsi qu'avec le reste du territoire.

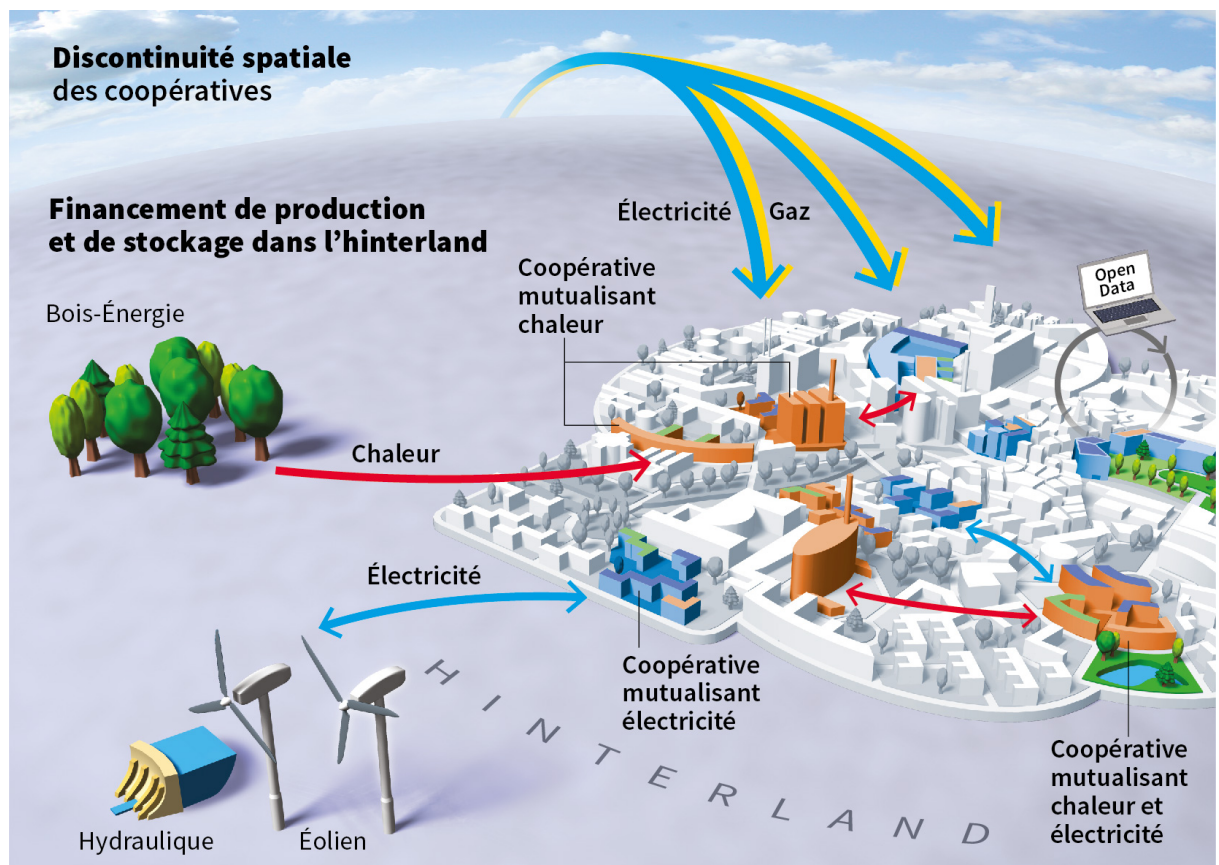


Figure 3 Scénario Acteurs coopératifs (Debizet 2016)

Certaines coopératives se regroupent afin de diversifier leurs moyens de production et de stockage. Elles s'associent aussi avec des établissements tertiaires dont les périodes de consommation sont complémentaires afin d'échanger de la chaleur ou de l'électricité. Les coopératives des quartiers denses investissent dans des installations en périphérie pour leur approvisionnement.

La transparence des données permet de fixer des objectifs partagés et d'investir en confiance. Fort de ses attraits, le modèle coopératif s'étend à des copropriétés existantes. Il reste cependant limité à des grappes discontinues de bâtiments. Le modèle coopératif cohabite dans l'espace avec le scénario collectivités locales. Encourageant une économie sociale et solidaire qui ancre richesse et emplois dans le territoire, les

collectivités locales soutiennent ces initiatives : toutefois, elles les encadrent rigoureusement pour éviter l'autarcie et l'entre-soi.

En dehors de cas limités d'autarcie, la connexion au réseau local et au réseau national reste nécessaire. Les flux transitant dans les réseaux de transport nationaux baissent substantiellement du fait de l'autoproduction massive par les coopératives et de la mobilisation de l'hinterland. La puissance et le maillage des réseaux de transport diminuent. Menacés par des barrières administratives fixées par l'Etat, les coopératives négocient un statut et des dispositions fiscales permettant leur inclusion et, de fait, leur contribution au financement des réseaux.

1.4 Etat prescripteur (EP)

Confronté à l'urgence climatique, l'Etat reprend la main dans de nombreux domaines. Motivé par l'efficacité carbone, l'indépendance énergétique du pays et l'égalité entre citoyens, il impose des objectifs et des règles à chaque acteur de l'énergie, de l'immobilier et de l'aménagement local.

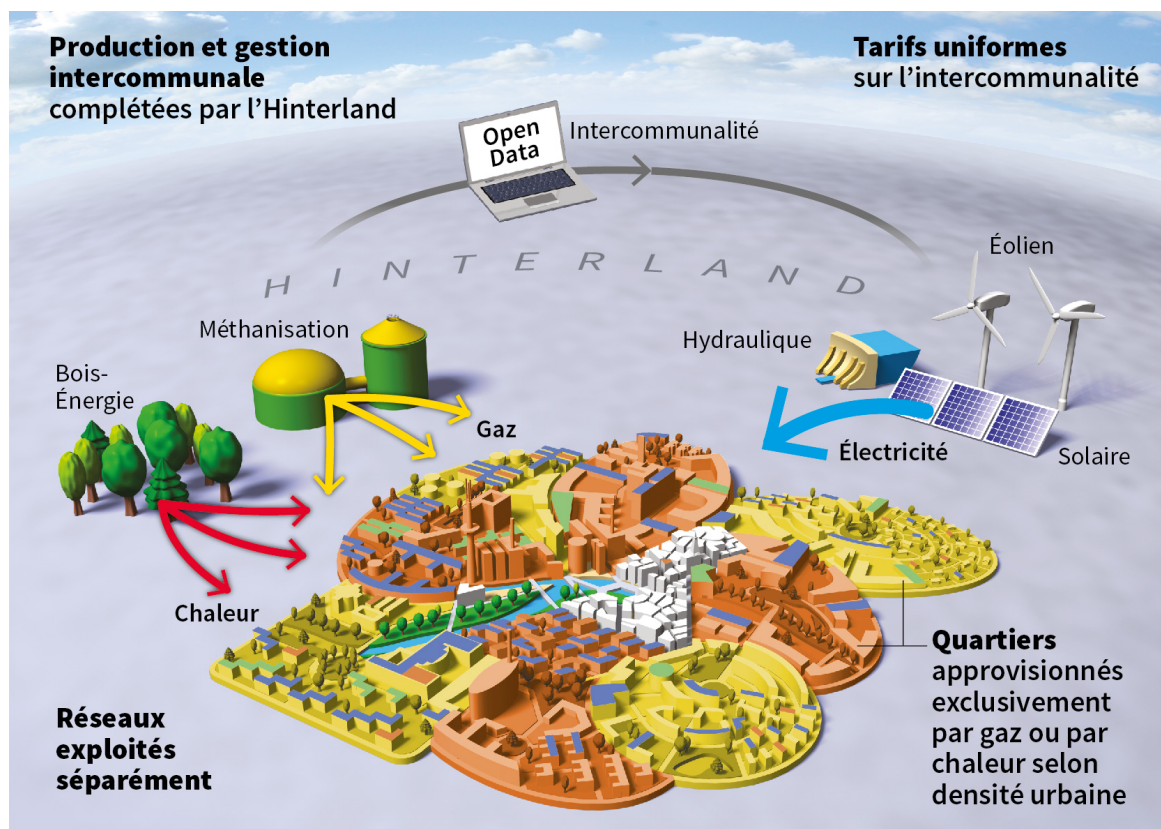


Figure 4 Scénario Etat prescripteur (Debizet 2016)

L'État garantit l'accès à l'électricité à un prix uniforme dans tout le pays ; ce prix est bas pour ne pas pénaliser les ménages modestes. Il planifie les infrastructures en concertation avec les entreprises nationales de gaz et d'électricité. Il optimise les installations d'énergies renouvelables :

- des grands parcs solaires au sud, éoliens dans les corridors et hydroliens le long des côtes océaniques
- des réservoirs hydroélectriques en montagne ;
- et des centrales électriques au bois près des forêts et au biogaz dans les grandes régions agricoles.

Cette spécialisation régionale et l'éloignement entre les lieux de production et les lieux de consommation - les villes en l'occurrence - sollicitent fortement le réseau de transport national. Impliquant peu les acteurs des territoires, ces grandes infrastructures suscitent de fortes oppositions locales.

Conjointement, la production d'énergie renouvelable est imposée aux bâtiments neufs et à ceux bénéficiant de subventions à la rénovation. Les surfaces disponibles telles que les toits et les façades sont systématiquement utilisées pour la production photovoltaïque. Le tarif subventionné d'achat d'énergie renouvelable étant supprimé, une grande part de l'électricité produite sur les bâtiments est autoconsommée, à commencer par les maisons individuelles. L'habitat collectif n'est pas en reste : un nouveau règlement permet aux occupants d'utiliser directement l'électricité produite par la copropriété. Il en découle une baisse drastique des achats d'électricité et des volumes transitant dans le réseau alors que les pointes de soutirage restent élevées. Les smart grids sont massivement utilisés dans les bâtiments afin de lisser ces pointes.

L'autoconsommation compromet aussi le financement des réseaux de chaleur urbains. Faute de leviers d'actions, les collectivités locales se désengagent de la transition énergétique. In fine, l'Etat reste seul face aux options de financement du réseau électrique :

- augmenter la taxe sur le volume consommé inciterait les consommateurs/producteurs qui le peuvent à stocker, laissant de facto la charge du réseau aux consommateurs qui n'en ont pas la capacité,
- augmenter la taxe sur la puissance souscrite augmenterait les inégalités d'accès à l'énergie et inciterait les habitants de maisons individuelles à se déconnecter du réseau.

Pour sortir de cette spirale régressive, l'Etat taxe l'autoconsommation via des technologies numériques et impose – en contradiction avec les principes de libre concurrence – de diriger des excédents d'électricité vers un stockage contrôlé par l'Etat, en l'occurrence les grands réservoirs stratégiques de gaz grâce aux technologies « power-to-gas ».

3. Des intermédiaires aux nouvelles *autonomies énergétiques*

1.5 Le stockage d'énergie comme facteur essentiel de l'autonomie

Lorsqu'elle produit de la chaleur ou de l'électricité qu'elle consomme elle-même, une entité humaine – consommateur final ou intermédiaire - se prend à considérer l'approvisionnement énergétique par le réseau comme un appoint à sa propre production. Cet appoint est indispensable car l'espace urbain peut difficilement produire plus d'énergie qu'il n'en consomme (cf. supra). Le stockage permet de s'affranchir d'une dépendance permanente au réseau. Il est déjà utilisé pour certains usages : par exemple, des batteries permettent d'utiliser des appareils électroniques hors réseau électrique, des ballons d'eau chaude permettent un usage instantané de chaleur bien supérieur à la puissance souscrite. Il pourrait l'être bien davantage demain pour découpler temporellement la production in situ intermittente (notamment solaire en milieu urbanisé) et le besoin d'énergie lui aussi variable mais pas nécessairement aux mêmes moments.

Les très bas coûts – monétaires et environnementaux - du stockage thermique comparativement aux modes de stockage réversibles de l'électricité (batteries, pile à combustible ...) confèrent au vecteur thermique un énorme potentiel d'utilisation (Lund et al., 2016) pris en compte dans les scénarios. Le stockage thermique par anticipation de la consommation de chaleur – et de froid – augmente la part de l'autoproduction : il réduit le recours au réseau public dans le scénario Acteurs coopératifs (AC), conforte l'autonomie énergétique du territoire dans le scénario Collectivités locales (CL) et offre des possibilités de spéculation sur le prix spot de l'électricité dans le scénario Grandes entreprises (GE).

1.6 Des autonomies énergétiques comme organisations

Si nous définissons par *autonomie énergétique*, une organisation (au sens d'une institution) en mesure de gérer de l'énergie c'est à dire disposant d'une relative capacité à organiser les flux de façon dissociée - en son sein et avec l'extérieur -, chaque scénario met en exergue des *autonomies énergétiques* spécifiques :

- Une *coopérative* regroupant une grappe de bâtiments équipés de moyens de stockage - notamment thermiques et bois-énergie (AC),
- Une *collectivité locale* qui impose aux gestionnaires de réseaux de développer, d'articuler et d'exploiter des moyens de stockage – hydroélectrique, bois-énergie et thermique – dans la ville et son hinterland (CL),
- Une entité exploitant les réseaux d'énergies à l'échelle d'un morceau de ville (plusieurs quartiers) au sein duquel elle pilote des moyens de stockage – essentiellement thermique - connectés au réseau électrique (GE).

Mises en exergue par les scénarios, ces *autonomies énergétiques* coexistent avec d'autres à l'échelle du logement ou du bâtiment ainsi qu'à l'échelle du pays. Ainsi, les *autonomies énergétiques* – existantes ou émergentes – se pensent selon leur spatialité en complémentarité avec les autres de façon trans-scalaire à l'image de poupées russes.

1.7 Des combinaisons de scénarios énergétiques différant selon les territoires

Les scénarios *EP* et *CL* sont antagoniques : tarification nationale versus locale, optimisation nationale versus supervision locale, spécialisation régionale des ressources EnR versus mobilisation tout azimut de l'hinterland, désengagement versus mobilisation des collectivités locales.... Ne pouvant couvrir tout le territoire, les scénarios *Grandes entreprises (GE)* et *Acteurs coopératifs (AC)* coexistent avec le scénario *Collectivités locales (CL)* mais non avec le scénario *État prescripteur (EP)* qui s'avère respectivement incompatible avec la concession multi-énergies sur un morceau de ville (GE) et l'échange d'électricité entre membres d'une coopérative (AC). Ainsi, si le scénario EP ne prédomine pas, plusieurs combinaisons pourraient exister selon les territoires *GE+CL*, *AC+CL* et *CL* seul.

En conséquence, si nous considérons l'Etat et les ménages ou l'entité qui les regroupent au sein d'un bâtiment, trois à quatre échelles d'autonomies énergétiques coexistent selon les combinaisons de scénarios (fig. 1).

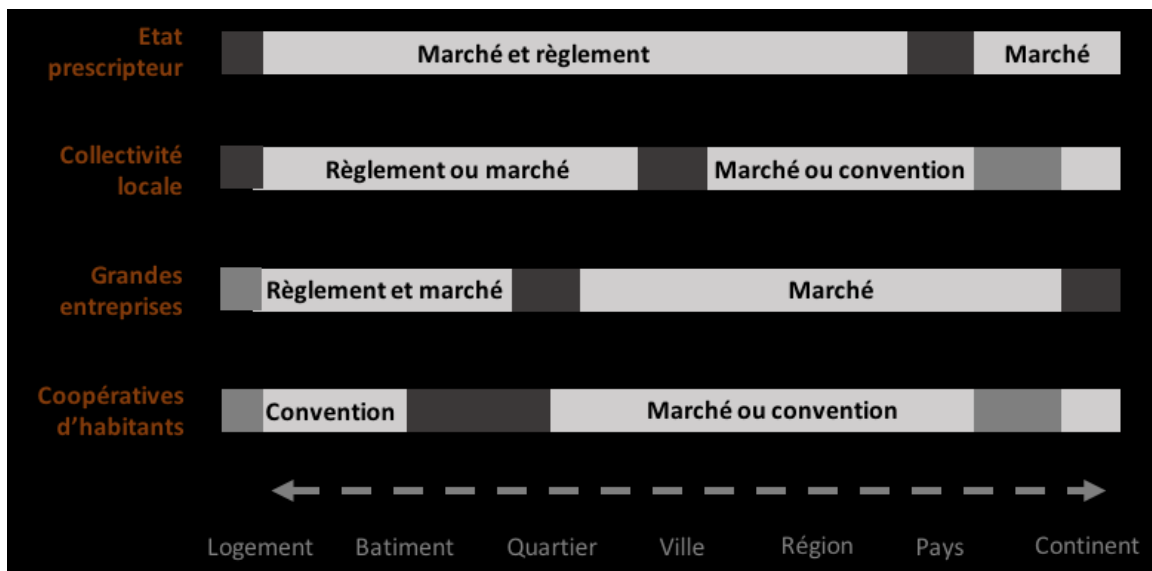


Figure 1 Echelles des autonomies énergétiques selon les combinaisons possibles de scénarios

4. Une variété d'échelles de décision relatives aux infrastructures énergétiques

Intermédiaires entre l'échelle nationale et le bâtiment, les nouvelles *autonomies énergétiques* rompent le lien direct - historique - entre le fournisseur « national » de gaz et d'électricité et le consommateur final. La fiabilité de l'énergie perçue par l'utilisateur final est découplée de celle de l'approvisionnement de l'*autonomie énergétique* par les grands réseaux de gaz et d'électricité. Il convient donc de s'interroger sur la modalités de détermination de la fiabilité au sein de l'*autonomie énergétique*.

1.8 Le pays et le continent

D'un côté, l'Etat régule les relations entre les acteurs de l'énergie et définit les modalités de la consommation selon des principes définis par l'Union Européenne qui a imposé - pour les grands opérateurs - une dissociation des fonctions de distribution de celles de production et fourniture, ces dernières étant mises en concurrence. Dans le scénario *EP*, l'Etat exerce un fort pouvoir de prescription en terme d'implantation des moyens de production vis-à-vis des sociétés nationales de gaz et d'électricité et des institutions territoriales (fig. 1 - EP - Pays - noir). Des entreprises d'envergure européenne partagent avec l'Union Européenne l'intérêt de développer un véritable marché continental du gaz et de l'électricité (fig. 1 *GE* – Continent - gris). A contrario, le pouvoir de l'Etat ou de l'Union Européenne est plus limité dans les combinaisons *CL* et *AC* (fig.1 – gris pour Pays et Continent). Dans tous les cas, les décisions de ces institutions – Etat et Union Européenne – résultent d'un processus délibératif impliquant exécutif et législatif.

1.9 Le logement

A l'autre extrémité spatiale, le logement est l'échelle la plus fine à laquelle est décidé le déclenchement ou la suspension d'une consommation d'énergie ou bien l'affectation d'une éventuelle production à un usage, au stockage ou à l'injection dans le réseau. Les individus disposent d'une marge de manœuvre mais c'est le ménage ou l'établissement qui paye les factures énergétiques. D'une façon générale, les autorités publiques veillent à ce que le consommateur dispose d'une capacité à choisir vecteurs et fournisseurs (fig. 1 – EP et CL – logement - noir). Cependant, dans la combinaison *GE*, la grande entreprises multi-énergie pourrait prendre le contrôle d'équipements énergétiques du logement en contrepartie de tarifs avantageux ; dans la combinaison *AC*, les membres de coopératives sont enclins à déléguer les choix énergétiques au collectif parce qu'ils prennent part à la décision collective (figure 2). C'est pourquoi les cases « logement » correspondantes sont colorées en gris et non en noir (fig. 1 – GE et AC).

Entre l'Etat et le logement, nous avons identifié trois échelles intermédiaires en matière d'énergie : bâtiment, quartier et ville.

1.10 Le bâtiment

Alors que l'électrification imposait l'échelle logement, les deux autres transitions énergétiques (Kim et Barles, 2012) basées sur une distribution continue ont plutôt conforté l'échelle bâtiment. Le chauffage collectif au gaz et le raccordement au réseau de chaleur urbain a introduit la thématique énergie dans les instances de délibération des copropriétés et les comités de résidence qui cogèrent avec le bailleur social les communs dans l'habitat social. Bientôt imposée en France par l'obligation de construire des bâtiments à énergie positive, la mobilisation de l'énergie renouvelable in situ conforte une gestion de la chaleur à l'échelle du bâtiment et il pourrait en être de même pour l'électricité grâce au récent décret gouvernemental (ET) autorisant l'autoconsommation électrique collective² (fig.1 – EP – bâtiment – noir). Le bâtiment est le

²L'autoconsommation électrique collective consiste à ce que des membres d'un collectif consomme de l'électricité produite par le collectif ou un de ses membres. Elle déroge en France au principe d'interdiction de vente ou de cession directe d'électricité entre abonnés que ce soit via le réseau ou en dehors de lui. Evoquée pendant les débats parlementaires

premier niveau collectif des coopératives de consommateurs (AC) au sein desquelles les délibérations précèdent les décisions (fig.1 – AC – bâtiment – noir).

A l'inverse, l'instauration d'une entité privée gérant, les différents vecteurs énergétiques d'un morceau de ville conduit, tel que le décrit le scénario *GE*, à un certain dessaisissement du collectif bâtiment, puisque cette entité personnaliserait le service aux ménages et prendrait le contrôle de certains équipements de production et de stockage localisés dans ou sur le bâtiment (fig.1 – AC – bâtiment – blanc).

1.11 Le quartier

C'est d'ailleurs dans ce scénario que l'échelle quartier serait optimisée la gestion de l'énergie afin de maximiser le profit tout en garantissant une qualité minimale de service aux consommateurs finaux et la satisfaction des objectifs contractuels fixés par la collectivité locale délégataire. Point de délibération à cette échelle, les moyens de production, de stockage et de distribution sont gérés par un responsable appointé par l'entité délégataire : tout au plus peut-on imaginer un comité consultatif des abonnés (fig.1 – GE – quartier – noir sans délibération). La délibération relève de la collectivité qui définit le cahier des charges et choisit le délégataire à intervalle régulier et perd le pilotage entretemps (fig.1 – GE – quartier – gris). L'échelle du quartier est aussi envisageable dans le scénario *AC*, un réseau de chaleur d'îlot – c'est à dire commun à plusieurs bâtiments – pourrait s'étendre aux îlots voisins avec la bienveillance de la collectivité. De même que pour l'échelle bâtiment, l'approche dite d'autoconsommation électrique collective récemment cadrée par le gouvernement français élargit cette dernière possibilité au vecteur électrique.

Comme l'écrit Dupuy dans la préface de l'ouvrage (Debizet 2016), il se peut que la motivation économique suffise à engendrer des coopératives énergétiques. Si le partage de valeurs philanthropiques – environnementales et sociales- ne sont plus exigées, alors la cooptation se ferait principalement selon des objectifs économiques, les bénéfiques de la proximité spatiale pourraient ainsi conduire à ce que les grappes de bâtiments en coopératives couvre un espace continu : à commencer par l'îlot et le quartier. Dans tous les cas, nous imaginons que les décisions seraient prises par délibération et réparties entre le niveau bâtiment et le quartier (fig. 1 – AC – quartier – noir).

1.12 La ville ou métropole

Enfin, la dernière *autonomie énergétique* révélée par les scénarios est la ville ou métropole. Nous imaginons bien davantage l'intercommunalité que la commune pour trois raisons. Primo, la très grande majorité des communes n'a pas les moyens en ressources humaines pour superviser les gestionnaires des réseaux d'énergie. Secundo, une transition énergétique rapide (de l'ordre d'une ou deux décennies) suppose un couplage étroit avec les politiques de développement économique, d'urbanisme et de logement qui relèvent essentiellement de l'intercommunalité et plus de la commune. Tertio, l'incompatibilité du scénario *CL* avec le scénario *EP* exige une couverture complète du territoire national : ce qu'assurent les intercommunalités mais pas les syndicats d'énergie. Dans les trois scénarios autre que *EP*, les intercommunalités supervisent les infrastructures publiques. Les trois scénarios se distinguent par les modes de délégation. Dans le cas de la délégation de service public local des réseaux à une même entité (*GE*), la délibération politique s'effectue aux seuls moments de renouvellement de cette délégation (fig. 1 GE – ville - gris). Dans le cas du contrôle étroit des gestionnaires des différents réseaux (*CL*), la délibération politique peut s'effectuer au fil de l'eau selon des actions publiques variées (tarification sociale, projets urbains, grand équipement énergétique, attractivité économique ...) (fig. 1 CL – ville - noir). Enfin dans le cas de la combinaison *AC*, la délibération politique est nécessairement plus modeste une fois les initiatives coopératives autorisées (fig. 1 AC – ville - gris).

autour de la loi de Transition énergétique et croissance verte promulguée en août 2016, l'autoconsommation collective sera autorisée sous conditions définies par un décret d'application paru en mai 2017 et un futur arrêté fixant la tarification d'usage du réseau.

Somme toute, bâtiment et quartier constituent des espaces délibératifs récurrents dans trois des quatre combinaisons. *GE* se distingue par le caractère non-délibératif de la gestion, voire de l'investissement : l'entreprise concessionnaire multi-réseaux optimise la rentabilité en articulant trois réseaux de valeurs, chacun prédominé par une spatialité : marché de gros européen de l'électricité, services à la carte aux utilisateurs, réponse à l'autorité locale concédante encadrant un prix bas pour le service de base et d'éventuels d'objectif environnementaux. Le multi-ancrage territorial de l'entreprise concessionnaire lui apporte une malléabilité et une souplesse inégalées par les autres formes d'*autonomies énergétiques* : sa haute connectivité conforte son autonomie.

5. Conclusion : des solidarités à réinventer à l'heure des *autonomies énergétiques* connectées

Alors que l'uniformité du service et la croissance des recettes constituaient les fondamentaux qui ont permis aux réseaux d'atteindre une taille suffisante pérennisant leur existence (Dupuy, 2011 ; Coutard, Hanley et Zimmerman, 2004), l'émergence probable d'autonomies énergétiques aux échelles du quartier et de la ville remettent en cause ces grands principes du service public national du gaz et de l'électricité. Socialement construite au cours du 20^{ème} siècle (Poupeau, 2007), cette uniformité témoignait d'une solidarité territoriale entre les villes dont les réseaux étaient très rentables et des campagnes moins peuplées : les premiers finançant davantage le réseau que les derniers.

Quels que soient les scénarios, la mobilisation d'énergie renouvelable et le déploiement de capacité de stockage par les abonnés ou leur regroupement augmentera l'autoconsommation et réduira les flux transitant dans le réseau. L'assise du financement du réseau s'en trouvera réduite, tout comme les budgets alloués à son fonctionnement, ce qui pourrait conduire à la réduction des capacités de pointe et de la fiabilité de l'approvisionnement aux abonnés. Parallèlement, les nouvelles autonomies énergétiques décrites dans trois des quatre scénarios accroîtront la résilience énergétique d'une part croissante des citoyens et certaines entreprises : les attentes en terme de fiabilité des abonnés des grands réseaux divergeront. La combinaison de la baisse des recettes et de l'hétérogénéité des attentes vis-à-vis des réseaux pourrait bien conduire à la remise en cause du principe actuel d'uniformité du tarif du gaz et de l'électricité sur le territoire national.

Dans nos scénarios, les prix des services énergétiques payés par les consommateurs finaux diffèreraient selon les villes (*CL*) et, au sein des villes, selon des affinités (*AC*) ou la gamme de services (*GE*). Ces disparités de service (fiabilité et prix) remettent en cause le contrat social : celui d'un égal accès à l'énergie quelle que soit la localisation sur le territoire national

Valable pour l'électricité qui dessert la quasi-totalité des entreprises et des ménages, ce contrat social est cependant à relativiser puisque le vecteur électrique n'achemine qu'un cinquième de l'énergie finale consommée en France. Les autres réseaux présentent d'ores et déjà de fortes disparités d'accessibilité à l'énergie : par exemple, à peine la moitié des ménages ont la possibilité de se connecter au réseau de gaz, et dix fois moins à un réseau de chaleur dont couts et tarifs sont spécifiques à chacun. Quant à l'accès au bois de chauffe, il varie substantiellement selon le territoire : il est même quasi-inexistant dans les grandes villes. Ainsi, il n'est pas un unique contrat social national de l'énergie mais des contrats variables selon le vecteur énergétique et selon le territoire.

L'on peut donc s'attendre à ce que l'autoconsommation électrique - individuelle et collective - étende les disparités d'accès à toutes les formes d'énergies. L'uniformité géographique du tarif de l'électricité et du gaz vendu par ces réseaux nationaux pourrait ne plus être considérée comme un instrument d'équité territoriale ; le financement actuel de tarifs sociaux du gaz et de l'électricité s'avèrerait - lui non plus - peu soutenable.

Il importe de repenser des formes de solidarités territoriales et sociales accompagnant une complétude de la territorialisation de l'énergie. Deux types de tensions devront être prises en compte. Primo, la tension entre réseau et territoire : les économies d'échelles permises par une organisation réticulaire agglomérant massivement des flux d'une même forme d'énergie se confrontent avec la résilience énergétique d'un territoire qui convertit en son sein les diverses formes d'énergie pour mieux accroître son autonomie. Secundo, la nature du processus de décision : les approches d'optimisation économique (notamment *GE*)

contrastent avec les processus de délibération démocratique (*EP, CL et AC*). Il ne s'agit pas d'opposer frontalement les termes de chacune de ces deux tensions mais plutôt de reconnaître leurs spatialités propres afin de repenser des solidarités par subsidiarité de l'Etat régulateur et protecteur.

6. Bibliographie

- Visier CSTB, 2012, *BEPOS l'équation du bâtiment à énergie positive par effinergie*, LeMoniteur.fr ». 2012. février 6. <http://www.lemoniteur.fr/195-batiment/article/etudes-de-cas/873757-a-la-recherche-de-l-equation-du-batiment-a-energie-positive>.
- Blanchard, Odile, et Gilles Debizet. 2015. « Écoquartier, systèmes énergétiques et gouvernance : une base de données bibliographique ». *Innovatio*, n° 2. Consulté le janvier 17. <http://innovacs-innovatio.upmf-grenoble.fr/index.php?id=127>.
- Buclet, Nicolas, Gilles Debizet, Caroline Gauthier, Fabrice Forest, Stéphane La Branche, Philippe Menanteau, Patrice Schneuwly, et Antoine Tabourdeau. 2016. *Quatre scénarios de coordination de l'énergie en milieu urbain à l'horizon 2040*. La Documentation Française. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01261333>.
- Bulkeley, Harriet, Vanesa Castán Broto, et Anne Maassen. 2014. « Low-Carbon Transitions and the Reconfiguration of Urban Infrastructure ». *Urban Studies* 51 (7): 1471–86. doi:10.1177/0042098013500089.
- Coutard, Olivier, Richard Hanley, et Rae Zimmerman. 2004. *Sustaining Urban Networks: The Social Diffusion of Large Technical Systems*. Routledge.
- Coutard, Olivier, et Jonathan Rutherford. 2013. « Vers l'essor de villes «post-réseaux»: infrastructures, innovation sociotechnique et transition urbaine en Europe ». In *L'innovation face aux défis environnementaux de la ville contemporaine*, Presses Polytechniques Universitaires Romandes. Forest J. et Hamdouch A.
- Debizet, Gilles. 2016. *Scénarios de transition énergétique en ville : acteurs, régulations, technologies*. Paris, France: La Documentation Française. http://www.ladocumentationfrancaise.fr/ouvrages/9782110100252-scenarios-de-transition-energetique-en-ville#book_author.
- Dupuy, Gabriel. 2011. « Fracture et dépendance: l'enfer des réseaux? » *Flux* 83 (1): 6–23.
- Emelianoff, Cyria. 2010. « La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe, The sustainable city: a turning-point in european urban planning?Abstract ». *L'Information géographique* 71 (3): 48–65.
- Grudet, Isabelle. 2015. « Le moment écoquartier en France. Expérimentations et labellisation ». In *Architecture et urbanisme durables Modèles et savoirs*, Edition de la Villette. Cahiers RAMAU 7. Paris, France: Debizet G., Godier P. <http://www.ramau.archi.fr/spip.php?rubrique12>.
- Guy, Simon, Simon Marvin, et Will Medd. 2011. *Shaping Urban Infrastructures: Intermediaries and the Governance of Socio-Technical Networks*. Routledge.
- Kim, Eunhye, et Sabine Barles. 2012. « The energy consumption of Paris and its supply areas from the eighteenth century to the present ». *Regional Environmental Change* 12 (2): 295–310. doi:10.1007/s10113-011-0275-0.
- Le Cardinal, G., J.F. Guyonnet, B. Pouzoulic, et J. Rigby. 2001. « Theory and methodology. Intervention methodology for complex problems: The FAcT-Mirror method. » *European Journal of Operational Research*, n° 132: 694–702.
- Lopez, Fanny. 2015. *Le Rêve d'une déconnexion*. La Villette Eds De. <http://livre.fnac.com/a5916276/Fanny-Lopez-Le-Reve-d-une-deconnexion>.

- Mitchell, Ronald K., Bradley R. Agle, et Donna J. Wood. 1997. « Toward a Theory of Stakeholder Identification and Saliency: Defining the Principle of Who and What Really Counts ». *Academy of Management Review* 22 (4): 853-86. doi:10.5465/AMR.1997.9711022105.
- Nadaï, Alain, Olivier Labussière, Ariane Debourdeau, Yannick Régnier, Béatrice Cointe, et Laure Dobigny. 2015. « French policy localism: Surfing on 'Positive Energie Territories' (Tepos) ». *Energy Policy* 78 (mars): 281-91. doi:10.1016/j.enpol.2014.12.005.
- Ostrom, Elinor. 2010. *La gouvernance des biens communs : pour une nouvelle approche des ressources naturelles*. Commission Université Palais. Planète enjeu. Paris.
- Poupeau, François-Mathieu. 2007. « La fabrique d'une solidarité nationale. Etat et élus ruraux dans l'adoption d'une péréquation des tarifs de l'électricité en France ». *Revue Française de Science Politique* 57 (5): 599-628.
- Sabonnadiere, Jean-Claude, et Nouredine Hadjsaid. 2012. *Smart Grids Les réseaux électriques intelligents*. Paris: Hermes Lavoisier.
- (« Le temps du bâtiment durable est arrivé », Philippe Pelletier, président du Plan Bâtiment Durable - Entreprises de BTP - LeMoniteur.fr, s. d.)
- Blanchard Odile et Debizet Gilles, 2015, « Écoquartier, systèmes énergétiques et gouvernance : une base de données bibliographique », *Innovatio*, vol. , n° 2, p. online, non paginé. Adresse : <http://hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01112786> [Consulté le : 4 février 2015].
- Coutard Olivier, 2002, *The Governance of Large Technical Systems*, Routledge.
- Coutard Olivier, Hanley Richard et Zimmerman Rae, 2004, *Sustaining Urban Networks: The Social Diffusion of Large Technical Systems*, Routledge.
- Coutard Olivier et Rutherford Jonathan, 2013, « Vers l'essor de villes «post-réseaux»: infrastructures, innovation sociotechnique et transition urbaine en Europe », *L'innovation face aux défis environnementaux de la ville contemporaine*, Forest J. et Hamdouch A.
- Debizet Gilles, 2016, *Scénarios de transition énergétique en ville : acteurs, régulations, technologies*, Paris, France, La Documentation Française. Adresse : http://www.ladocumentationfrancaise.fr/ouvrages/9782110100252-scenarios-de-transition-energetique-en-ville#book_author.
- Desjeux Dominique, 2002, « 2. L'innovation entre acteur, structure et situation », *Recherches*, p. 41-61. Adresse : http://www.cairn.info/article.php?ID_ARTICLE=DEC_ALTER_2002_01_0041 [Consulté le : 15 mars 2013].
- Dupuy Gabriel, 2011, « Fracture et dépendance: l'enfer des réseaux? », *Flux*, vol. 83, n° 1, p. 6-23. Adresse : http://www.cairn.info/article.php?ID_ARTICLE=FLUX_083_0006 [Consulté le : 23 décembre 2014].
- Kim Eunhye et Barles Sabine, 2012, « The energy consumption of Paris and its supply areas from the eighteenth century to the present », *Regional Environmental Change*, vol. 12, n° 2, p. 295-310. Adresse : <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-011-0275-0>.
- (« Le temps du bâtiment durable est arrivé », Philippe Pelletier, président du Plan Bâtiment Durable - Entreprises de BTP - LeMoniteur.fr, Adresse : <http://www.lemoniteur.fr/139-entreprises-de-btp/article/actualite/22549283-le-temps-du-batiment-durable-est-arrive-philippe-pelletier-president-du-plan-batiment-durable> [Consulté le : 15 octobre 2013].
- Lopez Fanny, 2015, *Le Rêve d'une déconnexion*, La Vilette Eds De. Adresse : <http://livre.fnac.com/a5916276/Fanny-Lopez-Le-Reve-d-une-deconnexion> [Consulté le : 6 janvier 2015].

- Lund Henrik et al., 2016, « Energy Storage and Smart Energy Systems », *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, vol. 11, n° 0, p. 3-14. Adresse : <https://journals.aau.dk/index.php/sepm/article/view/1574> [Consulté le : 12 mai 2017].
- Menerault Philippe, 1999, « Ces réseaux qui nous gouvernent ? (sous la direction de Michel Marié et Michel Gariépy) », *Flux*, vol. 15, n° 36, p. 69-73. Adresse : http://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1999_num_15_36_1716 [Consulté le : 29 février 2016].
- Moss Timothy, 2009, « Intermediaries and the Governance of Sociotechnical Networks in Transition », *Environment and Planning A*, vol. 41, n° 6, p. 1480-1495. Adresse : <https://doi.org/10.1068/a41116> [Consulté le : 9 décembre 2017].
- Nadaï Alain et al., 2015, « French policy localism: Surfing on ‘Positive Energie Territories’ (Tepos) », *Energy Policy*, vol. 78, p. 281-291. Adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514006703> [Consulté le : 24 juillet 2017].
- Poupeau François-Mathieu, 2007, « La fabrique d’une solidarité nationale. Etat et élus ruraux dans l’adoption d’une péréquation des tarifs de l’électricité en France », *Revue Française de Science Politique*, vol. 57, n° 5, p. 599-628. Adresse : <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00165523> [Consulté le : 2 septembre 2014].
- Yalçın-Riollet Melike, Garabuau-Moussaoui Isabelle et Szuba Mathilde, 2014, « Energy autonomy in Le Mené: A French case of grassroots innovation », *Energy Policy*, vol. 69, p. 347-355. Adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514001050> [Consulté le : 21 décembre 2016].
- Coutard Olivier, 2002, *The Governance of Large Technical Systems*, Routledge.
- Coutard Olivier et Rutherford Jonathan, 2013, « Vers l’essor de villes «post-réseaux»: infrastructures, innovation sociotechnique et transition urbaine en Europe », *L’innovation face aux défis environnementaux de la ville contemporaine*, Forest J. et Hamdouch A.
- Desjeux Dominique, 2002, « 2. L’innovation entre acteur, structure et situation », *Recherches*, p. 41-61. Adresse : http://www.cairn.info/article.php?ID_ARTICLE=DEC_ALTER_2002_01_0041 [Consulté le : 15 mars 2013].
- « Le temps du bâtiment durable est arrivé », Philippe Pelletier, président du Plan Bâtiment Durable - Entreprises de BTP - LeMoniteur.fr, Adresse : <http://www.lemoniteur.fr/139-entreprises-de-btp/article/actualite/22549283-le-temps-du-batiment-durable-est-arrive-philippe-pelletier-president-du-plan-batiment-durable> [Consulté le : 15 octobre 2013].
- Menerault Philippe, 1999, « Ces réseaux qui nous gouvernent ? (sous la direction de Michel Marié et Michel Gariépy) », *Flux*, vol. 15, n° 36, p. 69-73. Adresse : http://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1999_num_15_36_1716 [Consulté le : 29 février 2016].
- Moss Timothy, 2011, « Intermediaries and the Governance of Urban Infrastructures in Transition », *Shaping Urban Infrastructures: Intermediaries and the Governance of Socio-Technical Networks*, earthscan, London - Washington DC, Guy, Marvin, Medd, Moss, p. 17-35.

(Desjeux, 2002)