



Synergie entre urbanisme et transition énergétique opérationnelle

Quelle méthode pour le territoire rennais ?

janvier 2019

SOMMAIRE

1. LA PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE DANS L'URBANISME, UNE APPROCHE EN CONSTRUCTION
2. DES STRATÉGIES ET DES MÉTHODES POUR INTÉGRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DANS L'URBANISME
3. LA NÉCESSAIRE DIMENSION TRANSVERSALE DE L'ÉNERGIE EN URBANISME
4. LES ENSEIGNEMENTS À EN TIRER POUR LA MÉTROPOLE RENNAISE
5. L'ATLAS ÉNERGÉTIQUE DES TISSUS URBAINS MÉTROPOLITAINS AU SERVICE DE LA PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE
6. LISTE DES SOURCES
7. ANNEXE

Œuvrer à la transition énergétique opérationnelle sur n'importe quel territoire nécessite le développement d'une planification énergétique urbaine. La réalisation d'un atlas de l'énergie : cartographie des consommations – productions - distributions est une première étape à envisager pour alimenter les réflexions préalables à l'élaboration d'un Schéma Directeur des énergies.

A travers un benchmark en Allemagne et en France cette note de l'Audiar vise à définir le cadre possible de cet atlas et à entamer en premier le travail sur ce que pourrait être un Schéma Directeur Energie local.

Les quelques exemples recensés en France et en Allemagne ont eu pour objectifs, dans un premier document, d'aider la collectivité rennaise à s'approprier les problématiques et concepts de la planification énergétique, des schémas directeurs des énergies, des systèmes énergétiques métropolitain/territorial, de la programmation énergétique... , mais aussi à comprendre comment s'organiser pour faire travailler ensemble énergéticiens, collectivités et urbanistes.

Ce second document est consacré aux conditions à mettre en œuvre pour élaborer une synergie entre planification, urbanisme et transition énergétique opérationnelle et aux exemples de méthode qui la rende possible.

Remarque : la rédaction de ce document s'est beaucoup inspirée des textes écrits par l'agence de Strasbourg.

1. La planification énergétique dans l'urbanisme, une approche en construction

Stratégie énergétique et stratégie spatiale, en finir avec l'ignorance mutuelle

Sur notre territoire, comme dans de nombreux autres territoires en France, les stratégies d'aménagement du territoire n'intègrent rarement les enjeux énergétiques qui en relèvent. Or, comme le signalent les agences de Strasbourg et de Toulouse, la transition énergétique opérationnelle passe par une relation de collaboration entre urbanistes et énergéticiens qui aiderait les distributeurs d'énergie à préparer l'avenir sans être en situation de « dépendance » vis-à-vis du développement urbain. Il s'agit d'anticiper collectivement les effets des politiques publiques sur le système énergétique territorial, et cela à toutes les échelles.

La planification énergétique doit être vue comme une composante du projet de territoire

Les deux agences d'urbanisme de Strasbourg et de Toulouse ont eu pour stratégie d'éviter une approche sectorielle de l'énergie et d'aider leur territoire, à travers des outils concrets et la construction d'une culture technique commune, à positionner l'énergie de manière transversale dans les politiques publiques. Ainsi la planification énergétique n'a plus été considérée comme une résultante mais comme une véritable composante du projet de territoire. Cela suppose de réinterroger les pratiques en urbanisme et en gestion des infrastructures pour au final intégrer l'énergie en continu dans les documents d'urbanisme existants mais aussi dans les projets urbains.

Viser la transition énergétique urbaine opérationnelle

L'expérience analysée outre-Rhin met l'accent sur le rapprochement de la production d'énergie au plus près de la consommation, une condition qui semble essentielle pour rendre un système d'approvisionnement efficient. Cette considération implique une mise en œuvre de la transition à une échelle adéquate. Ni trop étroite de manière à ce que les interactions entre les besoins et la production puissent agir, et cela à des heures différentes, ni trop large ce qui rendrait la construction d'un écosystème trop complexe et donc insurmontable dans sa réalisation.

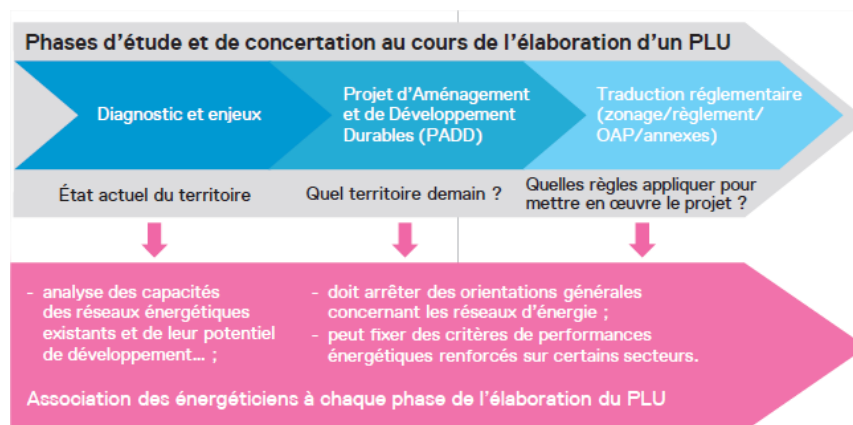
2. Des stratégies et des méthodes pour intégrer la transition énergétique dans l'urbanisme

Créer des synergies entre urbanisme et énergie – (Strasbourg)

Le cœur de la stratégie adoptée à Strasbourg est l'organisation d'un dialogue à un moment entre les acteurs locaux en amont des projets d'urbanisme. Elle se traduit par une multiplication des interfaces entre énergéticiens et urbanistes. Pour faciliter cette synergie entre urbanisme et énergie, l'ADEUS a mis en œuvre une plateforme d'appui à la transition énergétique des territoires. Sa première mission a consisté à réaliser des ateliers sur l'articulation entre planification et transition énergétique pour le compte du Syndicat Mixte du SCOTERS (Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg) dans les intercommunalités de son territoire. Suite à ces ateliers des fiches pédagogiques et techniques ont été élaborées à partir des freins et des difficultés identifiés par les élus du territoire pour mettre en œuvre la transition énergétique.

Pour exemple, deux fiches, la première pédagogique « Vers des réseaux d'énergie efficaces : le rôle de la planification territoriale¹ » et la seconde technique « L'approvisionnement énergétique dans les documents d'urbanisme² » indiquent très précisément la manière et les moments clés pour intégrer l'énergie dans la planification territoriale.

A l'échelle de la planification urbaine : les distributeurs d'énergie se dotent de schémas directeurs pour le développement de leur réseau. La transmission d'informations lors de l'élaboration ou de la révision du PLU participe à la révision et à l'ajustement de ces schémas.



Source : Les notes de l'ADEUS n° 231– Vers des réseaux d'énergie efficaces : Le rôle de la planification territoriale - 2017³.

¹ http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/p-fiche_collectivites-web.pdf

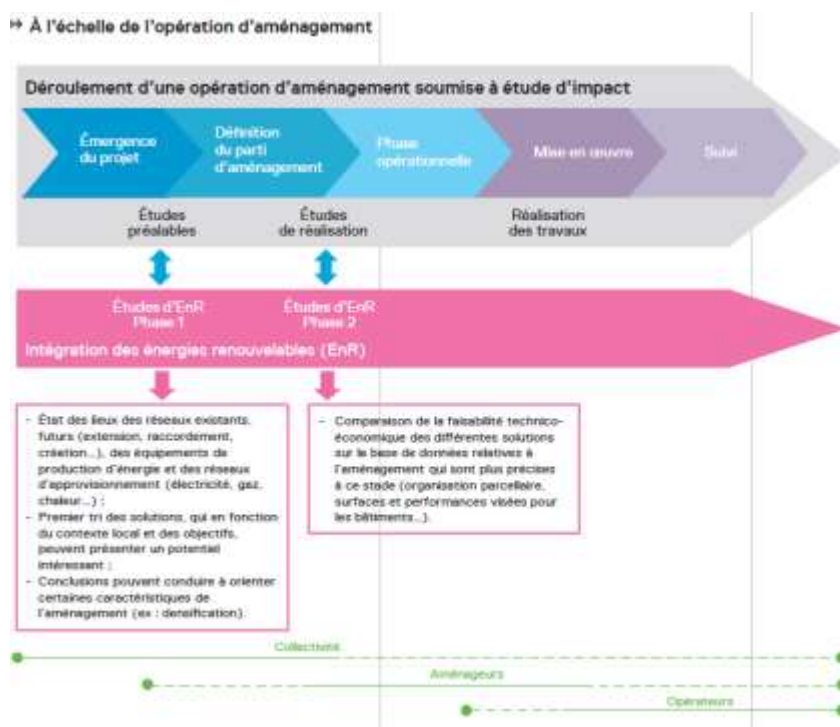
² http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/t-fiche_reseaux-energie-web.pdf

³ http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/t-fiche_reseaux-energie-web.pdf

Les diagnostics portant sur les réseaux d'énergie dans les documents d'urbanisme sont très rares. Seul un porté à connaissance, comprenant les servitudes d'utilité publique relatives aux réseaux électriques et canalisations de gaz est fait par les services de l'État. Il n'est toutefois pas encore assez pris en compte dans les réflexions du projet de territoire.

Pour information : La collectivité est propriétaire des réseaux de distribution d'énergie sur son territoire (gaz, chaleur, électricité). Les collectivités ont par ailleurs la possibilité de créer et d'exploiter leur propre réseau de chaleur et de froid. Elles sont également compétentes en matière de création et d'exploitation d'infrastructure de distribution d'énergie pour les véhicules dits « propres » (électricité, hybrides, hydrogènes, gaz).

A l'échelle de l'opération d'aménagement



Source : Les notes de l'ADEUS n° 231 – Vers des réseaux d'énergie efficaces : Le rôle de la planification territoriale - 2017⁴.

L'association des énergéticiens le plus en amont des projets permet d'éclairer les choix de développement des collectivités pour les rendre plus adaptés au contexte local, plus efficaces d'un point de vue énergétique et de rendre le financement moins coûteux.

Un lien renforcé entre l'urbaniste, l'architecte/l'aménageur promoteur et l'énergéticien offre la possibilité d'intégrer les compétences en énergie dès les phases de conception des projets et d'en assurer la mise en œuvre.

⁴ http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/t-fiche_reseaux-energie-web.pdf

Différencier les stratégies énergétiques en fonction des tissus urbains - Bordeaux

L'approche opérationnelle menée par la métropole Bordelaise s'intéresse dans un premier temps au parc bâti résidentiel de la métropole et à ses besoins en chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire), avec l'objectif de préparer sa transition énergétique (réalisation d'économies d'énergie et développement des énergies renouvelables).

La principale originalité de la démarche a été de traiter la question énergétique à l'échelle des tissus urbains et non pas au bâtiment, comme cela est fait habituellement.

Pour cela, quatre grands zonages résidentiels du PLU communautaire de 2006 ont été retenus : les tissus centraux, les tissus dits « diversifiés » mêlant immeubles collectifs d'après-guerre et construction individuelle diffuse, les tissus pavillonnaires et le secteur de la Plaine Rive Droite en plein développement. Pour chacun de ces tissus ou secteur des solutions appropriées de mutation énergétique, ont été recherchées avec des solutions ENRR (Énergies Naturelles Renouvelables et de Récupération).

Concrètement, il s'agit de faire des passerelles entre les aspects opérationnels, réglementaires et stratégiques des questions énergétiques. Par exemple, en cartographiant des zones favorables à la création de réseau de chaleur urbain qui prennent en compte les niveaux de densité des sites de projet, les potentiels de densification des tissus existants ou encore par l'analyse des besoins de rénovation thermique du tissu pavillonnaire : ce dernier tissu est à l'origine de près de la moitié des besoins de chauffage du parc résidentiel de Bordeaux Métropole.

Détecter des zones à enjeux en s'appuyant sur un atlas géo-référencé des gisements de rénovation⁵ - (Marseille)

L'Alec de la métropole Marseillaise et l'unité de recherche project[s]de l'École Nationale Supérieure de Marseille ont fait le choix de lancer un programme de recherche et développement – ATRE⁶ (financé par l'Ademe). Ce projet consiste à réaliser un atlas géo-référencé des gisements de rénovation.

La démarche adoptée s'appuie sur une caractérisation du bâti par typologies. Elle tient compte de l'époque de construction qui traduit des spécificités architecturales et constructives liées à la forme et aux éléments d'enveloppe des édifices (parois, vitrages, etc.). Un bilan thermique par bâtiment est aujourd'hui lisible grâce aux étapes franchies durant la première année de recherches du projet ATRE.

L'atlas géo-référencé, en dialogue avec les Plateformes Territoriales de Rénovation Énergétique (PTRE), proposera aux acteurs publics, comme privés, des fonctions de lecture sociale, économique, environnementale,

⁵ Source :

http://www.alecmetropolemarseillaise.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/ALE/document/s/171215_-_ATRE_-_Phase_2.pdf.

⁶ Ce projet est financé par l'Ademe dans le cadre de l'APR 2016 – « vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 », il est soutenu par le réseau d'acteurs environatbdm et le bureau d'étude SOL.A.I.R.

énergétique du territoire afin de déterminer et connaître finement les zones à enjeux.

Pour ce faire, l'équipe du laboratoire project[s] exploite les outils et les bases de données à l'échelle urbaine : BD Topo, fichiers fonciers, outils d'ensoleillement, Sky view factor, nomenclatures Tabula et 1,2,3 Réno, etc. pour vérifier la fiabilité des résultats, la prochaine étape consistera à mener un travail de terrain dans l'optique également d'affiner les hypothèses utilisées dans l'estimation de ce bilan.

L'atlas géo-référencé, en dialogue avec les PTRE, ambitionne d'être un outil d'aide à la définition de secteurs à enjeux à partir d'une analyse fine du territoire au service des politiques publiques locales, à orienter leurs actions et à contextualiser les projets engagés les PTRE.

Se baser sur la morphologie urbaine pour optimiser les besoins et développer les capacités de production - (Toulouse)

Tout comme Marseille, Toulouse s'est engagé dans un projet de recherche Multiplicités⁷, financé par l'ADEME, réunissant le Laboratoire de Recherche en Architecture (LRA), l'Institut de la Ville (IdV), l'École Européenne de l'Art et des Matières (EEAM) et l'aua/T.

Son objectif est de mieux comprendre le lien entre formes urbaines et énergie à partir de trois morphologies urbaines françaises traditionnelles : l'immeuble en continu sur îlot fermé, le pavillonnaire semi-continu et le pavillonnaire continu sur îlot ouvert. Les études de cas portent sur trois archétypes d'opérations de rénovation et/ou de développement en cours dans l'aire urbaine de Toulouse.

L'objectif concret de ce projet de recherche est une modélisation de l'optimisation des performances énergétiques envisageables pour ces trois types de morphologies urbaines au regard :

- des besoins de chauffage,
- des besoins de climatisation,
- et du potentiel solaire.

Ce travail vise à construire un outil pour les acteurs de l'aménagement qui les aide à gérer la complexité et à mieux comprendre l'impact de leur choix dans les réponses énergétiques urbaines, tant en termes de performance que de qualité des ambiances architecturales pour des projets de nouveaux quartiers comme pour ceux portant sur du renouvellement urbain.

Ce projet de recherche a livré les modélisations énergétiques des archétypes urbains étudiés à plusieurs échelles spatiales⁸. Reste à construire l'outil au service des aménageurs et des urbanistes qui permettra d'adapter les résultats à d'autres cas concrets.

⁷ <http://lra.toulouse.archi.fr/lra/activites/projets/multiplicites>.

⁸ http://lra.toulouse.archi.fr/lra/activites/projets/multiplicites/rapports_projet_Multiplicites.

Passer de la rénovation à la transition énergétique - (ministère fédéral allemand pour les transports, la construction et le développement urbain)

Sans pour autant délaissier la rénovation énergétique à la parcelle, le ministère fédéral d'outre-Rhin pousse les collectivités à axer prioritairement leur intervention à l'échelle d'un quartier dans lequel chaque bâtiment est inscrit dans son environnement.

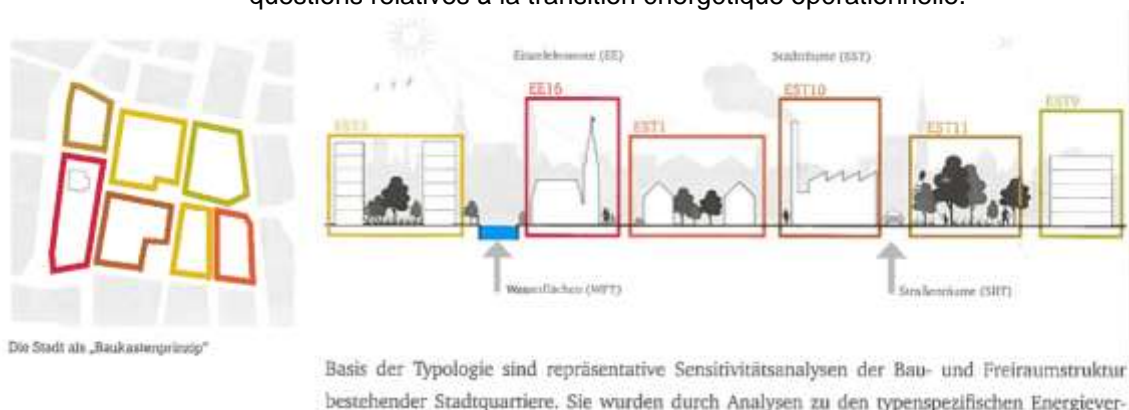
L'objectif est que les collectivités à la manoeuvre prennent la question des besoins en énergie en lien avec celles de l'approvisionnement, de la production locale et de son stockage avec en filigrane la recherche d'une forte réduction de la consommation au travers d'un rapprochement avec les sites de production⁹. Cette considération implique des interactions très fortes entre les différents îlots d'un même quartier au plan de l'approvisionnement et du stockage.

Le quartier est considéré comme un écosystème énergétique constitué de :

- bâtiments qui consomment de l'énergie à des heures différentes,
- de surfaces qui produisent de l'électricité et de la chaleur pour répondre à des besoins de proximité,
- d'espaces libres, sources de fraîcheur par temps de canicule.

Divers projets soutenus par le programme de recherche fédéral EnEffStadt et la communauté européenne ont permis la construction d'outils d'observation au service de cette transition énergétique urbaine.

L'exemple choisi dans ce retour d'expérience est UrbanReNet/ Fraunhofer – 2015, un programme de recherche mené de manière transversale par trois unités de l'université technique de Darmstadt (Architecture, paysage et mathématique). Il s'est donné comme but de systématiser l'analyse des besoins et des potentiels de production, de stockage et de mise en réseau des bâtiments et espaces libres à une échelle intermédiaire, celle de l'îlot et du quartier. Pour aller dans ce sens un outil d'observation a été développé par l'équipe de recherche à partir d'une analyse typo-morphologique urbaine prenant en compte les questions relatives à la transition énergétique opérationnelle.



Source : UrbanReNet/ Fraunhofer – 2015.

UrbanReNet s'appuie sur trois piliers :

- la morphologie urbaine : les constructions, les espaces libres et les usages,
- les installations techniques qui produisent de l'énergie, la stockent et la mettent en réseau,
- la modélisation qui évalue de manière quantitative et qualitative les besoins et les potentiels de l'espace urbain concerné.

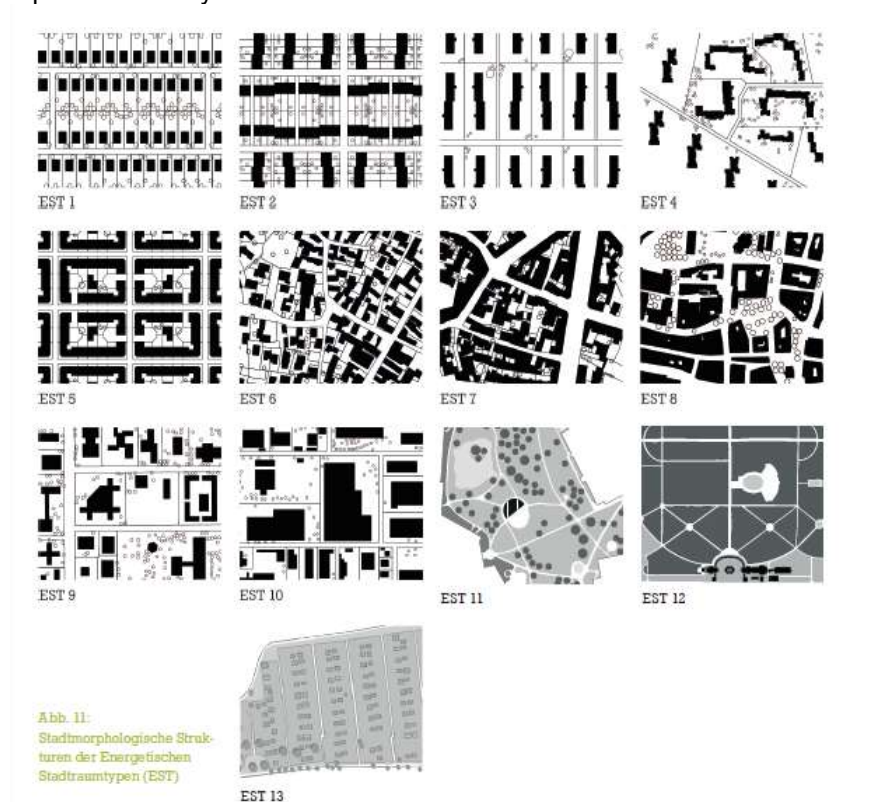
⁹ Réduction estimée à 15 %.

Développer le concept d'îlot énergétique

Le cœur de la recherche est la constitution d'îlots énergétiques urbains « moyens » à partir de morphologies urbaines homogènes. L'analyse d'une trentaine de situations urbaines réparties sur l'ensemble de l'Allemagne a permis de définir ces îlots énergétiques « moyens ». Pour aboutir à ce résultat, la méthode utilisée s'est appuyée sur trois étapes clés : l'élaboration d'un catalogue de morphologies urbaines, la définition des profils énergétiques pour chacune de ses morphologies et la compréhension des complémentarités énergétiques possibles entre les îlots énergétiques.

Le catalogue des morphologies urbaines au regard de la question énergétique (consommation, approvisionnement, production) est directement issu de ceux constitués par les urbanistes¹⁰, il a donné naissance à dix-neuf morphologies. Elles sont le résultat d'une analyse des surfaces bâties et non bâties : dix concernent le bâti, trois les espaces verts, trois les rues et trois les espaces liés à l'eau – Six morphologies plus finement définies viennent compléter trois morphologies bâties.

Chacune des morphologies est associée à une granulométrie (densité/compacité) « moyenne », un nombre d'étage et une répartition « moyenne » des usages (habitat/tertiaire). Cette précision a été construite à partir de l'analyse des trente situations urbaines.



EST 14, 15, et 16 pour les voiries ; EST 17, 18 et 19 pour surface d'eau.

Source : UrbanReNet/ Fraunhofer – 2015.

Les bâtiments avec des usages spécifiques comme les écoles, les piscines, les grands-magasins ou immeubles de bureaux sont pris en compte séparément. A chacun d'entre eux est attribuée une valeur moyenne au m² de consommation d'électricité et des besoins de chaleur.

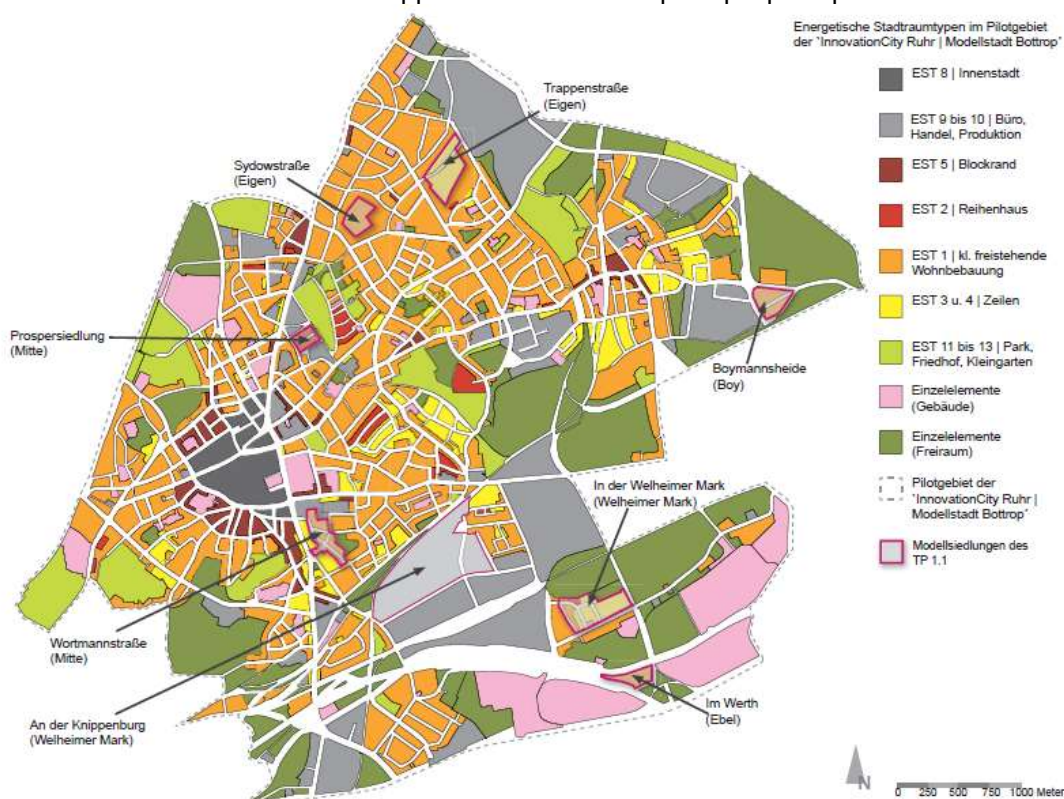
¹⁰ Citer les catalogues Dr. Dagmar Everding.

La définition des profils énergétiques et d'imperméabilité au sol de chacune de ces dix-neuf morphologies s'est effectuée à partir des évaluations réalisées sur la trentaine de situations urbaines. Le profil englobe :

- Les besoins (chauffage, usages et ECS) et les potentiels de production: solaire (T et E), géothermie, pompe à chaleur, biomasse et eau usées,
- Le potentiel d'économie d'énergie en fonction du niveau de rénovation choisi,
- Le taux d'imperméabilité et de boisement des sols.

La troisième étape s'est attelée à comprendre l'interdépendance et les potentiels de complémentarité entre les types d'îlots énergétiques urbains.

Cette recherche a abouti à la construction d'un modèle appropriable par les communes allemandes qui souhaitent faire un diagnostic à l'échelle d'un quartier en amont d'une transition énergétique opérationnelle ou d'une ville en appui à la définition de politique publique.



Stadtraumtypen im Pilotgebiet der InnovationCity Ruhr | Modellstadt Bottrop
Der erste Schritt der Maßnahme bei der Auswahl der zu untersuchenden Modell-

Abb. 148:
Energetische Stadtraumtypen und die Modellsiedlungen im Pilotgebiet

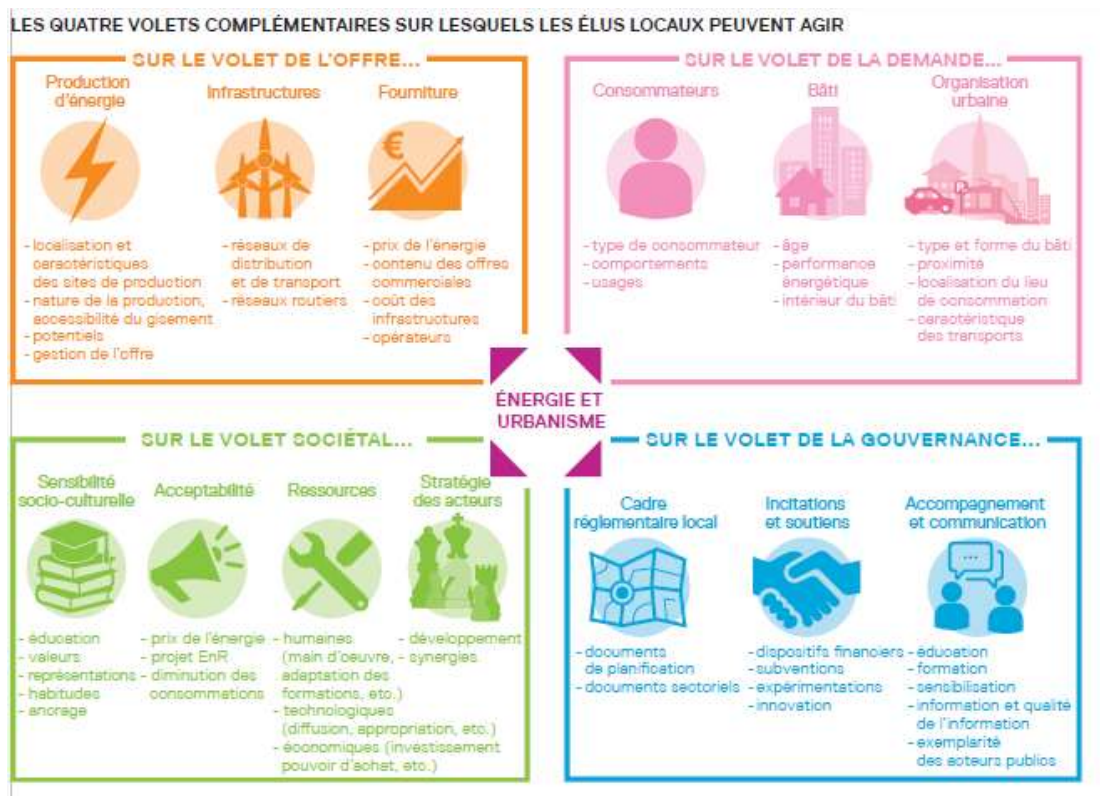
Un diagnostic à l'échelle d'un quartier constitué d'un ensemble d'îlot énergétique complémentaire. Un diagnostic à l'échelle d'une ville qui permet de repérer les sites à enjeux et les gisements selon les différentes formes urbaines.

Source : UrbanReNet/ Fraunhofer – 2015.

3. La nécessaire dimension transversale de l'énergie en urbanisme

Les collectivités sont à la fois productrices d'énergie, consommatrices, aménageuses et incitatrices.

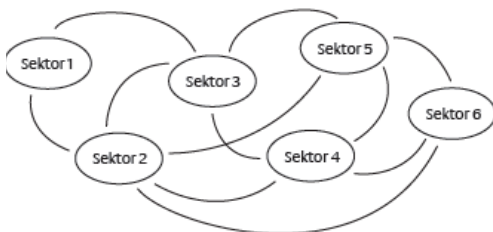
Selon Jessica Berlet, de l'agence de Strasbourg lors de la rencontre « Les territoires au cœur de la transition énergétique !? », les travaux de la plate-forme énergétique mise en place par l'ADEUS ont permis de démontrer que cette transition énergétique repose en fait sur quatre volets : offre, demande, société, gouvernance. C'est en agissant simultanément sur chacun d'entre eux que les élus ont la possibilité d'engager la transition énergétique, à leur échelle, notamment à travers les documents d'urbanisme.



Source : Les expertises de l'ADEUS - Boîte à outils pour l'aide à la décision - Engager la transition énergétique de votre territoire - NOVEMBRE 2016 - Numéro ISSN 2109-0149

Le ministère allemand préconise de s'appuyer sur les retours d'expériences issues des restructurations urbaines opérées dans l'ancienne Allemagne de l'Est. Celles-ci ont été menées selon des principes de développement intégrés pour lesquels les systèmes de validation entre les politiques sectorielles sont organisés de manière hétérarchique. Les politiques sectorielles concernées sont : les infrastructures voiries, l'urbanisme et le logement, le monde économique concerné par la construction de logement, l'éducation/la formation et le social, l'approvisionnement en énergie et l'administration générale.

Source : Ministère allemand des transports, de la construction et du développement urbain.



4. Les enseignements à en tirer pour la métropole rennaise

La planification énergétique est une traduction opérationnelle des flux énergétiques à l'échelle d'un territoire.

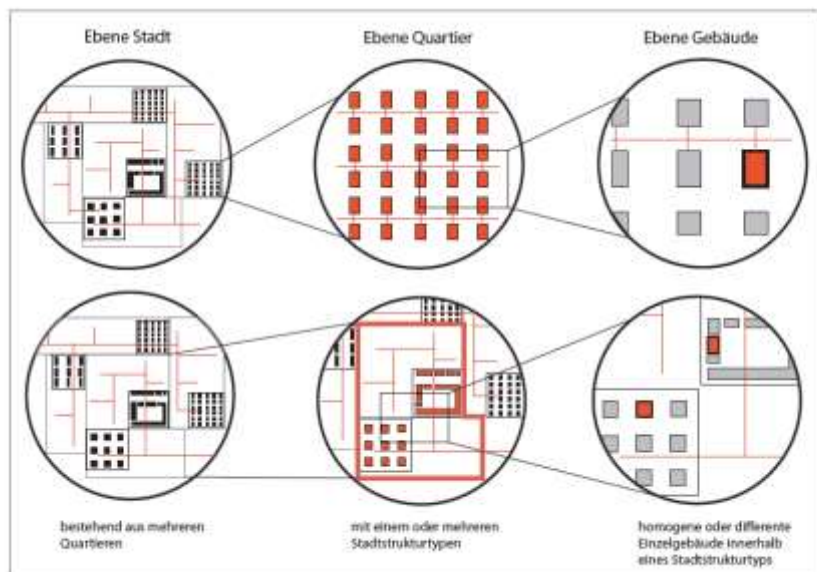
Jusqu'à présent les processus d'optimisation ont été pris en charge par les énergéticiens qui ont fait en sorte que les réseaux de distribution (électricité, gaz, chaleur) acheminent l'énergie depuis les sites de production vers des lieux de consommation, et ont assuré l'équilibre du système énergétique en mettant en adéquation l'offre et la demande en énergie.

Demain, la réduction des consommations dans le parc de logements et de bureaux, le développement récent de nouvelles solutions de mobilité (véhicules électriques, véhicules alimentés au Gaz Naturel Véhicule [GNV]) ainsi que la multiplication des sites de production d'énergies renouvelables (EnR) rebattent les cartes énergétiques sur le territoire. Or la création, la modification et l'entretien des réseaux de distribution d'énergie nécessitent des investissements lourds et à long terme en partie financés par les collectivités, les futurs acquéreurs de logement ou de locaux d'activités et les consommateurs.

La transition énergétique opérationnelle à un coût abordable nécessite une vision commune actuelle et future entre les énergéticiens et la collectivité, qui inclue les aménageurs, et les urbanistes.

Comme le signale les agences de Strasbourg et de Toulouse, la transition énergétique opérationnelle passe par une relation de collaboration entre urbanistes et énergéticiens qui aiderait les distributeurs d'énergie à anticiper l'avenir sans être en situation de « dépendance » vis-à-vis du développement urbain. Cela éviterait ainsi les travaux de développement ou de renforcement des réseaux au « coup par coup ». Il s'agit d'anticiper collectivement les politiques publiques qui ont un impact sur le système énergétique territorial.

Cette volonté se traduit par une mise en cohérence minutieuse entre urbanisme et réseaux énergétiques. Elle demande du temps car elle nécessite une évolution des pratiques professionnelles, celles des urbanistes, celles des énergéticiens et celles au sein des collectivités. Apprendre à se connaître et à se comprendre est une première étape qui passe par la construction d'une culture technique commune. Elle concerne le vocabulaire technique, les méthodes d'analyse et la compréhension mutuelle des contraintes qui s'exercent dans chacun des domaines. Cette mise en cohérence requiert également l'élaboration d'outils au service du diagnostic, de l'analyse et de la prospective. Et enfin cette mise en cohérence implique le repérage de moments clés/stratégiques durant lesquels des décisions devront être prises en commun.



Source : Ministère allemand des transports, de la construction et du développement urbain.

Passer de la rénovation à la transition énergétique nécessite de travailler à la bonne échelle, de faire des aller et retour permanent entre la petite maille et la vision globale.

Le bâtiment/la parcelle

Une échelle appropriée pour réaliser un diagnostic en amont d'une intervention sur un bâtiment ou pour repérer des fragilités sociales. Par contre ce niveau d'observation n'est pas pertinent pour une planification énergétique à l'échelle métropolitaine. Son rendu est trop détaillé pour enclencher des stratégies métropolitaines, trop fin pour respecter les seuils de confidentialité imposés par la loi mais encore cette échelle n'est pas en mesure de prendre en compte les interactions possibles au sein d'un quartier, d'un îlot, notamment en termes d'approvisionnement.

Les espaces non bâtis : les espaces verts, les rues, les jardins, les cimetières, les friches, les parkings, les surfaces en eau... sont des espaces concernés par la planification énergétique. Certains consomment de l'énergie, d'autres peuvent en produire ou contribuer au refroidissement urbain.

Les îlots

Une échelle à privilégier pour accueillir les données de consommation et les données éparpillées liées à la rénovation. Elle est aussi très adaptée pour estimer le potentiel de réduction des consommations liées à la rénovation du bâti et la capacité de production d'énergie renouvelable dans le tissu urbain.

La constitution d'îlots à partir de formes urbaines homogènes ou pour les quartiers centraux, suivant une granulométrie prédéfinie (niveau de densité, de compacité et de mixité fonctionnelle) est un support d'analyse qui permet de faire le lien entre formes urbaines et énergie et de procéder par comparaisons pour identifier des phénomènes locaux.

Le quartier

Le quartier est à mi-chemin entre la vision stratégique métropolitaine et les besoins spécifiques à l'échelle de la parcelle. Cette maille est donc à privilégier pour une transition énergétique opérationnelle dont la première étape, d'après l'expérience allemande, est la réalisation d'un bilan énergétique.

Ce bilan est réalisé dans un premier temps à l'échelle des îlots, il prend d'un côté en compte les besoins et les potentiels de réduction des consommations à travers la rénovation du bâti et de l'autre les capacités de production d'énergie renouvelable (solaire, géothermie, pompe à chaleur ...). Dans ce second temps, le bilan intègre l'optimisation de l'approvisionnement y compris celle issue de la capacité des îlots à se compléter en énergie les uns avec les autres.

La maille du quartier est appropriée pour :

- cartographier les besoins et les potentiels des différents îlots,
- contextualiser le bilan énergétique selon des critères urbains et sociodémographiques et architecturaux,
- anticiper les besoins d'évolution des réseaux avec les énergéticiens,
- faciliter le passage à l'opérationnel en cohérence avec les décisions stratégiques prises à l'échelle globale métropolitaine,
- réduire la distance entre le besoin et la production d'énergie renouvelable,
- apporter de la visibilité à l'action publique.

La métropole

La transition énergétique d'une ville résulte de la compilation d'un grand nombre d'actions individuelles et collectives qui prennent en compte des facteurs « micro » en lien avec l'échelle parcellaire : le type d'approvisionnement, l'état du bâti, le niveau de revenu, la santé de l'entreprise, le fonctionnement de la copropriété...

En parallèle à des approches à l'îlot, une échelle d'analyse qui s'appuie sur les morphologies urbaines, à la maille du quartier, celle qui convient à l'opérationnelle, l'échelle métropolitaine a pour mission, comme pour les documents d'urbanisme, de combiner l'échelle micro qui concrétise des actions adaptées à un contexte donné avec l'échelle macro en cohérence avec la stratégie globale adoptée par les élus. L'échelle de la métropole est celle qui convient par exemple pour réaliser des bilans de suivis globaux ou pour observer et enrayer les phénomènes de ségrégation sociale liés à la question de l'énergie.

L'approche morphologique, celle des formes urbaines, un outil d'analyse pour comprendre les besoins actuels et futurs et les potentiels de production de la métropole.

La morphologie urbaine est l'étude des formes urbaines. Selon Christopher Alexander, elle vise à étudier les tissus urbains au-delà de la simple analyse architecturale des bâtiments et à identifier les patterns et structures sous-jacents¹¹. Elle étudie les formes et les caractéristiques de la ville (la voirie, le parcellaire, le découpage du sol, les densités, les usages), et les phénomènes qui en sont à l'origine : topographie, histoire, influence culturelle, économie, les règles d'urbanismes, contexte technologique, ou encore énergétique¹². Pour ce faire, la variation des

¹¹ Christopher Alexander, *The structure of pattern languages*, 1977

¹² Newman and Kenworthy, *Cities and Automobile Dependence*, 1989

échelles d'étude est primordiale : le bâtiment, la parcelle, l'îlot, le quartier, la ville...

Les différentes expériences recensées en Allemagne et celles de Bordeaux, Marseille et Toulouse en France considèrent l'analyse morphologique, celle qui se base sur les formes urbaines, comme un outil pertinent pour faire le lien entre l'urbanisme et la transition énergétique opérationnelle.

L'analyse morphologie est l'outil traditionnel de l'urbanisme. Celle qui est réalisée à la maille de l'îlot se base essentiellement sur la forme géométrique du bâti, sa relation avec la rue et sa capacité à différencier le devant (la partie publique) et le derrière (la partie privée), sur le niveau de densité, l'orientation, le type de desserte... Son objectif est de qualifier des espaces urbains en phase diagnostic des documents de planification (PLU, PLUi), des projets urbains ou des études patrimoniales.

Les urbanistes utilisent traditionnellement une liste importante de morphologies associées à une période de construction. Cette approche se justifie par le fait que les périodes de construction ont souvent influencé la forme et le volume. La prise en compte de la forme « construction en îlot » s'en différencie car elle englobe aussi bien les constructions du moyen-âge que la ville haussmannienne et l'urbanisme moderne.

Pour adapter les pratiques de l'urbaniste aux pratiques des géomaticiens et des mathématiciens qui ont pour mission la construction des modèles, il est nécessaire (comme les chercheurs d'UrbanReNet) d'adapter l'analyse morphologique traditionnelle aux contraintes de la modélisation en sectionnant les paramètres.

De fait, il est nécessaire que l'analyse des morphologies concernant les bâtiments résidentiels et mixtes soit caractérisée selon quatre grandes catégories elles-mêmes analysées en fonction de leur granulométrie puis de l'âge du bâti.

- La construction en bande : les cités ouvrières, les lotissements en périphérie du 20^{ème} siècle, l'habitat groupé moderne du 21^{ème} siècle.
- La construction en îlots : la ville et le bourg historique, la ville haussmannienne, l'urbanisme d'îlot moderne.
- La barre : les grands ensembles, les copropriétés du 20^{ème}.
- Le bâtiment isolé/ la tour : le grand ensemble, le collectif récent.

Sur la base de ce type d'approche morphologique, le lien entre urbanisme et énergie peut alors se concrétiser de la manière suivante :

- Afin de respecter le seuil de confidentialité conforme à la loi, les données Enedis et GRDF sont regroupées au sein d'îlots morphologiquement homogènes ou pour les quartiers mixtes des centres, caractérisées par une granulométrie prédéfinie.
- Pour chaque morphologie urbaine, l'accueil des données des distributeurs permet d'établir une consommation « moyenne » en énergie. Une analyse par comparaison d'îlots morphologiquement semblables sera en mesure de détecter des phénomènes particuliers.
- Au fur et à mesure de l'avancée de la R&D, une capacité de production d'énergie renouvelable pourra être attribuée à chacune des morphologies. Ainsi l'urbaniste et l'énergéticien seraient en capacité d'estimer ce gisement au regard de la consommation actuelle et à la suite de la rénovation du bâti.
- Le diagnostic et les scénarios possibles d'évolution pour chacune des morphologies intégreront de même le potentiel d'économie des consommations par la rénovation, la capacité de production en énergie renouvelable (solaire, géothermie, pompe à chaleur...) et l'optimisation de l'approvisionnement.

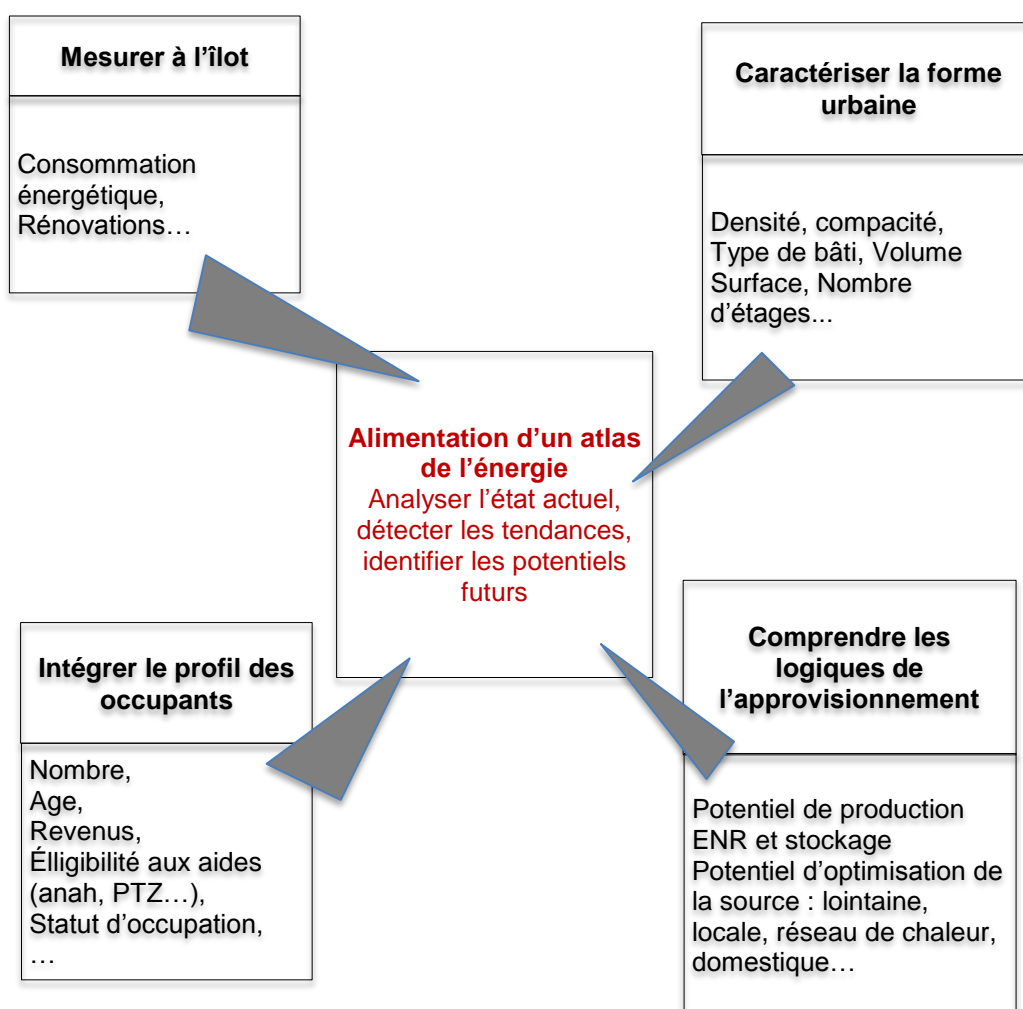
Considérer le facteur humain comme essentiel dans l'approche énergétique

Les critères d'analyse des besoins énergétiques concernent la forme, le volume et la composition des îlots morphologiques mais pas seulement. Le facteur humain est essentiel. Tout d'abord les facteurs objectifs qui concernent le nombre de personne qui habitent les îlots et le temps de leur présence, ensuite un certain nombre de facteurs moins objectifs sont aussi à prendre en compte : le comportement lié à une capacité de revenu, à des principes de vie, à des niveaux d'instruction...

5. L'atlas énergétique des tissus urbains métropolitains au service de la planification énergétique

L'Audiar développe actuellement une méthode qui permettra, à terme, d'accueillir des données de consommations à échelles fines (bâtiment, bloc, îlots...). La prise en compte de la morphologie urbaine est au cœur de ce travail, qui permettra de suivre l'évolution des consommations des bâtiments en milieu urbain.

Un échelon intermédiaire, celui de l'îlot, entre la ville et la parcelle est introduit comme périmètre d'analyse des questions énergétiques. Il est ensuite facile de regrouper des îlots pour constituer des quartiers. Cette façon de faire, classique en urbanisme, permet de contextualiser et de géographier des données à une échelle appropriable tout en respectant leur confidentialité.



Cet travail permettra :

- de cartographier les densités de consommation énergétique,
- d'explorer le lien entre consommation énergétique, forme urbaine et données sociodémographiques pour comprendre les facteurs déterminants dans la consommation d'énergie : niveau de revenus, forme urbaine, emplacement géographique, nombre d'occupants...
- De sensibiliser à la problématique de l'approvisionnement,
- De cibler des périmètres de campagnes d'incitation pour la plateforme EcoTravo.

Une de ses réussites dépendra de l'obtention des données sensibles telles que les montants de crédit d'impôt ou d'Eco PTZ.

6. Sources

ADEUS / Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise

Les Notes de l'ADEUS :

- n° 231 – Vers des réseaux d'énergie efficaces : Le rôle de la planification territoriale – 2017.
<http://www.adeus.org/productions/les-notes-de-ladeus-ndeg231-energie/files/note-231-reseaux-energie-web.pdf>

Les expertises de l'ADEUS :

- Fiches pédagogiques réalisées dans le cadre de la plateforme d'appui à la transition énergétique des territoires : La transition énergétique ancrée dans les territoires ; Le rôle des collectivités dans la transition énergétique :
 - o Réussir ensemble la transition énergétique locale – Décembre 2017.
http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/p-fiche_reussir_ensemble-web.pdf
 - o Le rôle des collectivités dans la transition énergétique – Décembre 2017.
http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/p-fiche_collectivites-web.pdf
- Fiche technique :
 - o L'approvisionnement énergétique dans les documents d'urbanisme.
http://www.adeus.org/productions/plateforme-dappui-a-la-transition-energetique-des-territoires/files/t-fiche_reseaux-energie-web.pdf

ALEC Métropole Marseille - Agence locale de l'énergie et du climat - Métropole Marseillaise

Point d'actualité du projet ATRE – Décembre 2017

http://www.alecmetropolemarseillaise.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/ALE/documents/171215 - ATRE - Phase 2.pdf

AUA/T / Agence d'Urbanisme et d'Aménagement du Territoire Toulouse Aire Urbaine

ACTE Adaptation climatique transition énergétique – Le bulletin n°1 – aua/T.

http://www.aua-toulouse.org/sites/www.aua-toulouse.org/IMG/pdf/bullinfo01-v1_light.pdf

Détours prospectifs 2017 – Les territoires au cœur de la transition énergétique !? – ACTE – aua/T

http://www.aua-toulouse.org/sites/www.aua-toulouse.org/IMG/pdf/detourprospectif2017-v4_light-2.pdf

FNAU / Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme

Les dossiers FNAU n° 33 – Planification et facteur 4 – Janvier 2015.

Traits urbains

Traits d'agences n° 32 – Stratégies énergétiques pour la ville durable –
Printemps 2018.

**Ministère allemand des transports, de la construction et du
développement urbain**

Handlungsleitfaden zur energetischen Stadterneuerung – Herausgeber :
BMVBS/Bonn 2011

Manfred hegger, Jörg Dettmar - Fraunhofer IRB Verlag

Energetische Stadraumtypen – Strukturelle und energetische Kennwerte
von Stadträumen



**AGENCE D'URBANISME
ET DE DÉVELOPPEMENT INTERCOMMUNAL
DE L'AGGLOMÉRATION RENNAISE**

3 rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz
CS 40716 - 35207 RENNES Cedex 2
T : 02 99 01 86 40
www.audlar.org

Contact

Hélène Bernard
02 99 01 86 40