



HAL
open science

Transition énergétique dans les projets urbains : conditions de mise en oeuvre.

Charlotte Tardieu

► To cite this version:

Charlotte Tardieu. Transition énergétique dans les projets urbains : conditions de mise en oeuvre.. Architecture, aménagement de l'espace. Université Lille 1 Sciences et technologies, 2015. Français. NNT: . tel-01182210

HAL Id: tel-01182210

<https://theses.hal.science/tel-01182210v1>

Submitted on 30 Jul 2015

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



Université de Lille 1 - Sciences et Technologies

Ecole doctorale « Sciences Economiques, Sociales, de l'Aménagement et du Management »

Laboratoire TVES, EA 4477, UFR de Géographie et Aménagement

TRANSITION ENERGETIQUE DANS LES PROJETS URBAINS : CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

ANALYSE DES CAS PARIS RIVE GAUCHE, CLICHY-BATIGNOLLES ET
PARIS NORD EST

Thèse de doctorat

Présentée et soutenue publiquement par

Charlotte TARDIEU

Sous la direction d'Olivier Blanpain, Morgane Colombert et Youssef Diab

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université Lille 1

En Aménagement et Urbanisme

Le 11 mars 2015 à l'Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris

MEMBRES DU JURY :

Olivier BLANPAIN, Professeur à l'Université Lille 1 Sciences et Technologies, Directeur de la thèse

Morgane COLOMBERT, Enseignant-chercheur à l'EIVP, Examinatrice

Gilles DEBIZET, Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier, Examinateur

Youssef DIAB, Professeur des universités à l'Université Paris-Est, Président du jury

Emmanuel REY, Professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Rapporteur

Taoufik SOUAMI, Professeur des universités à l'Université Paris-Est, Rapporteur

PREAMBULE

Les trois premières années de cette thèse ont été financées dans le cadre du projet de recherche IMPETUS, que l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) a retenu au cours de l'appel à projets Ville durable 2010. Ce projet regroupait des partenaires opérationnels (Icade, Egis, Ville de Paris) et des équipes de recherche (CSTB, LVMT, EIVP). Ce projet visait créer un outil permettant de réaliser des arbitrages autour de la dimension bâti/transport entre différents scénarios d'un projet d'aménagement, impliquant les différentes parties prenantes du projet d'aménagement urbain. Les travaux de recherche effectués dans cette thèse se sont, quant à eux, concentrés sur la question de l'énergie dans les projets d'aménagement urbain.

Une année supplémentaire de recherche a pu être financée grâce au projet de recherche SERVAU, lauréat du 11^{ème} appel à projets FUI. Ce projet réunissant Tribu, CDI Technologies, Ixsane, Mageo, la Ville de Paris, Sorgem et l'EIVP visait à créer un outil d'aide à la décision capable d'évaluer le bilan énergétique global d'un projet d'extension ou de rénovation urbaine.

REMERCIEMENTS

Voilà l'aboutissement de quatre années de travail. Bien que la thèse soit souvent perçue comme un travail personnel, je suis consciente que mon projet n'aurait pu aboutir sans la présence, le soutien de mon entourage tant professionnel que personnel.

Mes premiers remerciements vont à mes encadrants : Olivier Blanpain, mon directeur de thèse qui a pris le temps de lire et critiquer mon travail, Morgane Colombert qui m'a fait part de ses conseils au quotidien et Youssef Diab qui a su me faire confiance. Merci également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche.

Je tiens aussi à remercier Cédissia de Chastenet pour m'avoir incité à saisir l'opportunité de faire cette thèse, grâce à ses conseils, j'ai vécu une expérience particulièrement enrichissante, bien que parfois éprouvante.

Merci à toutes les personnes des projets Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles et Paris Nord Est, qui ont pris le temps de répondre à mes questions. Mon analyse repose en grande partie sur leurs témoignages.

Merci également à Christiane Nebon qui a retranscrit les entretiens réalisés avec les acteurs des projets urbains, son travail a constitué pour moi un précieux gain de temps.

Merci à tous ceux qui ont nourri ma réflexion, je pense à mes collègues chercheurs, doctorants ou ingénieurs d'étude de l'EIVP, à Thomas, à Béatrice, à Olivier, ainsi qu'à toutes les personnes avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger au détour d'un colloque ou d'un séminaire de recherche. Merci en particulier à Etienne, Martin et Claire et Fatiha d'avoir accepté de répondre sans rechigner à mes innombrables questions. Et merci à Jean-Baptiste Vaquin pour ses remarques provoc' sur mon travail, d'avoir partagé son expérience dans l'aménagement parisien à travers de nombreuses histoires. J'espère tout de même que mon avenir sera plus reluisant que celui qu'il m'a une fois dépeint (même s'il m'a bien fait rire !).

Merci à l'EIVP de m'avoir offert des conditions de travail optimales, merci en particulier à Annick et Hajasoa pour leurs encouragements. Merci à Léa et Aurélie d'avoir pris le temps de trouver les nombreux livres qui m'intéressaient. Promis, mes piles de livres retrouveront bientôt le chemin du centre de documentation !

Merci mes co-bureaux, grâce à vous, même les jours difficiles, j'étais contente (ou presque) de me rendre au travail : Claire (R.), Fatiha, Etienne, Angel, Martin, Serge, Marie, Alberto, Brice, Joffrey, Claire (S.-P.), Saul, Antoine, Mireia, Abboud, Noémie et les autres. Je n'oublierais pas nos moments de folie, nos questionnements interminables sur tout et n'importe quoi, nos verres et soirées partagées. Maintenant, je bois du bon café ainsi que du bon thé, j'ai gagné des paris sans jamais avoir vu un match de foot et je sais faire le couscous !

Un grand merci à ma maman qui a eu la gentillesse et la patience de relire l'intégralité de ce manuscrit, à la recherche de fautes d'orthographe, de grammaire et de ponctuation. Maintenant, tu vas pouvoir profiter pleinement des plaisirs de ta retraite. Merci à mon frère pour ses petites phrases piquantes : oui, ça y est j'ai fini ma thèse ! Merci à ma sœur pour son soutien moral et ses conseils avisés. Merci à

mon papa pour avoir éveillé mon goût pour l'architecture et par esprit de contradiction mon intérêt pour les enjeux environnementaux. Je n'oublie pas non plus Yaël, Philippe, Samuel, Zoé, Arthur, Adélie et tatie Evelyne qui, comme le restant de ma famille, ponctuent mon existence de beaux moments de partage (souvent autour d'un bon repas...).

Merci à mes amis doctorants, il était réconfortant de pouvoir partager mes plaintes et mes craintes avec des compagnons d'infortune dans d'autres disciplines : Béatrice, Johan, Sarah, Etienne. Et merci à tous mes amis qui m'ont épaulée, et qui m'ont surtout aidée à oublier la thèse de temps à autre : Maud, Marie, Amélie, Alex, Benoit, mes amis de SPE et bien sûr Elisa, Estelle, Sarah et Gabrielle. Merci Juliane pour ta présence depuis toutes ces années malgré la distance qui nous sépare, je suis heureuse que nos chemins n'aient pas pris des directions différentes.

Un merci aussi pour tous ceux que je n'ai pas cités ici, mais avec qui j'ai échangé sur mon sujet au cours de ces quelques années ou avec qui j'ai partagé de bons moments de détente, tout aussi importants que les heures intensives de rédaction.

Enfin, merci à toi, Arnaud, qui m'a supporté pendant ces quatre ans et qui a été et continue d'être à mes côtés les jours ensoleillés comme les jours orageux, j'espère t'apporter autant que tu m'apportes.

SOMMAIRE

| | |
|---|------------|
| PREAMBULE | III |
| REMERCIEMENTS | V |
| SOMMAIRE | VII |
| ACRONYMES | XI |
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| <i>La fabrique urbaine à l'heure de la transition énergétique</i> | 3 |
| <i>Comprendre les pratiques à l'œuvre dans les projets urbains en matière d'énergie</i> | 4 |
| <i>Organisation du mémoire</i> | 5 |
| PARTIE 1. DE L'IMPERATIF DE TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES A L'ETUDE DES PRATIQUES A L'ŒUVRE DANS LES PROJETS URBAINS | 7 |
| CHAPITRE 1. LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES : CONTEXTE, ENJEUX, LEVIERS D'ACTION | 11 |
| 1. <i>Le défi de la transition énergétique</i> | 11 |
| 2. <i>La transition énergétique des villes : une question complexe</i> | 18 |
| 3. <i>Les leviers d'amélioration de la qualité énergétique des villes dans la littérature scientifique</i> | 25 |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 1</i> | 43 |
| CHAPITRE 2. LE PROJET URBAIN : UNE OPPORTUNITE POUR CONSTRUIRE DES VILLES ECONOMES EN ENERGIE ET POST-CARBONES ? | 47 |
| 1. <i>La contribution des villes à la politique énergétique et climatique</i> | 47 |
| 2. <i>Le projet urbain : un mode d'action urbaine répandu, qui doit s'inscrire dans la transition énergétique des villes</i> | 52 |
| 3. <i>Des projets urbains de plus en plus complexes</i> | 62 |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 2</i> | 65 |
| CHAPITRE 3. LES OUTILS EXISTANTS POUR METTRE EN ŒUVRE LA TRANSITION ENERGETIQUE AU SEIN DES VILLES ... 67 | |
| 1. <i>Les outils de planification urbaine</i> | 67 |
| 2. <i>La performance énergétique des bâtiments : Réglementation thermique (RT), certifications et labels</i> | 80 |
| 3. <i>Outils d'accompagnement et d'évaluation de la qualité énergétique des opérations d'aménagement</i> | 85 |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 3</i> | 88 |
| CHAPITRE 4. PROBLEMATIQUE, POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE ET METHODE | 91 |
| 1. <i>Construction des questions de recherche</i> | 91 |
| 2. <i>Energie et projet urbain : un objet d'étude au carrefour de différentes recherches</i> | 95 |
| 3. <i>Décrire les pratiques à l'œuvre dans les projets urbains pour faire face aux enjeux de l'énergie</i> 101 | |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 4</i> | 110 |
| PARTIE 2. L'INTEGRATION DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS LES PROJETS URBAINS PARISIENS PARIS RIVE GAUCHE, CLICHY-BATIGNOLLES ET PARIS NORD EST | 113 |

| | | |
|------------------|---|------------|
| CHAPITRE 5. | PARIS RIVE GAUCHE : ADAPTATION D'UN PROJET URBAIN AUX NOUVELLES EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES ET ENERGETIQUES..... | 117 |
| | 1. Un vaste projet urbain dont les premières études remontent à la fin des années 1970 | 119 |
| | 2. Emergence des préoccupations environnementales dans le projet urbain | 129 |
| | 3. Masséna-Bruneseau : Une ambition environnementale portée par la maîtrise d'œuvre urbaine et le débat sur la hauteur | 135 |
| | 4. Une modification relative des manières de faire au cours du projet de ZAC | 147 |
| | 5. Synthèse et conclusion du chapitre 5..... | 152 |
| CHAPITRE 6. | CLICHY-BATIGNOLLES : UN PROJET DE RECONVERSION D'EMPRISES FERROVIAIRES A FORTE AMBITION ENVIRONNEMENTALE..... | 157 |
| | 1. Le projet urbain, son ambition, ses évolutions | 159 |
| | 2. Application opérationnelle de la démarche environnementale..... | 174 |
| | 3. L'approvisionnement en chaleur du secteur : plusieurs pistes explorées pour atteindre les objectifs du plan climat..... | 181 |
| | 4. Mise en œuvre de l'objectif de production photovoltaïque | 192 |
| | 5. Eclairage public et collecte des déchets : quelle prise en compte des enjeux énergétiques ? | 199 |
| | 6. Evolution de la méthode de conception des projets immobiliers dans la ZAC Clichy Batignolles : quel intérêt pour l'énergie ? | 206 |
| | 7. Synthèse et conclusion du chapitre 6..... | 216 |
| CHAPITRE 7. | PARIS NORD-EST : PLACE DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS UN PROJET URBAIN MULTI-ECHELLES.... | 219 |
| | 1. Un projet multi-échelles..... | 222 |
| | 2. Le puits de géothermie : un projet énergétique indépendant du projet urbain..... | 229 |
| | 3. La ZAC Claude Bernard : première opération de Paris Nord Est | 241 |
| | 4. La reconversion de l'entrepôt Macdonald | 248 |
| | 5. Synthèse et conclusion du chapitre 7..... | 268 |
| PARTIE 3. | ANALYSE COMPARATIVE..... | 271 |
| CHAPITRE 8. | LA CONDUITE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES TROIS PROJETS URBAINS | 275 |
| | 1. Emergence des préoccupations énergétiques dans les projets urbains parisiens | 275 |
| | 2. Les moyens employés pour s'assurer de la performance énergétique du projet : réglementer, prescrire, contractualiser..... | 278 |
| | 3. Echelles de prise en compte des questions énergétiques dans les trois projets urbains..... | 288 |
| | 4. Une évaluation de la performance énergétique des projets urbains encore quasi inexistante | 296 |
| | 5. Synthèse et conclusion du chapitre 8..... | 301 |
| CHAPITRE 9. | ENJEUX ENERGETIQUES : QUELLES INCIDENCES SUR LES CHOIX DE CONCEPTION ET D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ? | 303 |
| | 1. La portée des préoccupations énergétiques dans les choix de conception urbaine | 303 |
| | 2. L'architecture contrainte par les préconisations énergétiques : comparaison des cahiers de prescriptions | 312 |
| | 3. L'approvisionnement énergétique des projets urbains..... | 322 |
| | 4. Synthèse et conclusion du chapitre 9..... | 338 |
| CHAPITRE 10. | VERS LA MISE EN ŒUVRE D'UNE STRATEGIE ENERGETIQUE DANS LES PROJETS URBAINS..... | 341 |
| | 1. Faciliter la prise en compte des enjeux énergétiques dans les projets urbains | 341 |
| | 2. Définir et mettre en œuvre une stratégie locale de l'énergie | 353 |

| | |
|--|------------|
| 3. Désigner un acteur en charge du management de la stratégie énergétique locale | 362 |
| 4. Constituer un réseau d'actants autour de la qualité énergétique du territoire de projet | 367 |
| 5. Synthèse et conclusion du chapitre 10..... | 368 |
| CONCLUSION GENERALE | 371 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 379 |
| TABLE DES MATIERES..... | 397 |
| TABLE DES FIGURES | 403 |
| TABLE DES TABLEAUX | 406 |
| ANNEXES | 409 |
| <i>ANNEXE 1. Energie : quelques définitions utiles</i> | <i>411</i> |
| <i>ANNEXE 2. Les conditions réglementaires relatives aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie</i> | <i>413</i> |
| <i>ANNEXE 3. Nom et fonction des acteurs des trois projets urbains cités dans la thèse</i> | <i>415</i> |
| <i>ANNEXE 4. Coupe du sous-sol du bassin parisien : couches géologiques et aquifères</i> | <i>417</i> |
| <i>ANNEXE 5. Tableau des nouvelles prescriptions parisiennes en éclairage public (juin 2012).....</i> | <i>419</i> |
| <i>ANNEXE 6. Attestation de la qualité énergétique du bâtiment à joindre au dossier de demande de permis de construire</i> | <i>421</i> |
| RÉSUMÉ | 425 |
| ABSTRACT | 426 |

ACRONYMES

| | |
|--------|---|
| AIE | Agence Internationale de l'Energie |
| AMO | Assistant à Maîtrise d'Ouvrage |
| APD | Avant-Projet Définitif |
| APS | Avant-Projet Sommaire |
| APUR | Atelier Parisien d'Urbanisme |
| BBC | Bâtiment Basse Consommation |
| BET | Bureau d'Etude Technique |
| BNF | Bibliothèque Nationale de France |
| BREEAM | BRE Environmental Assesment Method |
| CASBEE | Comprehensive Assesment System for Built Environment Efficiency |
| CCCT | Cahier des Charges de Cession de Terrain |
| COS | Coefficient d'Occupation du Sol |
| CPCU | Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain |
| CPEDD | Cahier de Prescriptions Environnementales et de Développement Durable |
| DPE | Direction de la Propreté et de l'Eau |
| DU | Direction de l'Urbanisme |
| DVD | Direction de la Voirie et des Déplacements |
| ECS | Eau Chaude Sanitaire |
| EDF | Electricité De France |
| EHPAD | Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes |
| ENR | Energie Renouvelable |
| ENR&R | Energie renouvelable et de Récupération |
| EPA | Etablissement Public d'Aménagement |
| ERDF | Electricité Réseau Distribution France |
| GES | Gaz à Effet de Serre |
| GIEC | Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat |
| GPRU | Grand Projet de Renouvellement Urbain |
| HQE | Haute Qualité Environnementale |
| ICU | Ilot de chaleur urbain |
| IGH | Immeuble de Grande Hauteur |
| LED | Light-Emitting Diode |
| LEED | Leadership in Energy and Environmental Design |
| MOP | Maîtrise d'Ouvrage Publique |
| NQU | Nouveaux Quartiers Urbains |
| OCDE | Organisation de Coopération et de Développement Economiques |
| ONG | Organisation Non Gouvernementale |
| PAC | Pompe A Chaleur |
| PADD | Plan d'Aménagement et de Développement Durable |
| PCET | Plan Climat Energie Territorial |
| PLU | Plan Locale d'Urbanisme |
| PNAEE | Programme National d'Amélioration de l'Efficacité Energétique |
| PNE | Paris Nord Est |

| | |
|---------|---|
| PNLCC | Programme National de Lutte contre le Changement Climatique |
| PRG | Paris Rive Gauche |
| PV | Photovoltaïque |
| RATP | Régie Autonome des Transports Parisiens |
| RIVP | Régie Immobilière de la Ville de Paris |
| RT | Réglementation Thermique |
| SAS | Société par Actions Simplifiée |
| SAS PNE | Société par Action Simplifiée ParisNordEst |
| SEMAPA | Société d'Etude, de Maîtrise d'ouvrage d'Aménagement Parisienne |
| SEMAVIP | Société d'Economie Mixte d'Aménagement de la Ville de Paris |
| SME | Système de Management Environnemental |
| SNCF | Société National des Chemins de Fer |
| SNEF | Société Nationale d'Espaces Ferroviaires |
| SNI | Société Nationale Immobilière |
| SPLA | Société Publique Locale d'Aménagement |
| SRCAE | Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie |
| STEA | Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement |
| TGI | Tribunal de Grande Instance |
| TGV | Trains à Grande Vitesse |
| VEFA | Vente en Etat Futur d'Achèvement |
| ZAC | Zone d'aménagement concertée |

INTRODUCTION GENERALE

LA FABRIQUE URBAINE A L'HEURE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE

A l'heure où se termine ce travail de recherche, les enjeux de l'énergie et du climat sont plus que jamais au cœur de l'actualité nationale et internationale: débat courant 2013 et vote à l'Assemblée Nationale de la loi de « transition énergétique pour la croissance verte » en octobre 2014, adoption d'un nouveau paquet énergie-climat par l'Union Européenne le même mois, et préparation de la 21ème Conférence des Parties à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, qui aura lieu à Paris en 2015.

Les objectifs visés par le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte adopté en première lecture à l'Assemblée Nationale le 14 octobre 2014 sont multiples :

- Diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre en 2050 par rapport à 1990 ;
- Réduire la consommation énergétique finale de 50% en 2050 par rapport à la référence 2012 ;
- Réduire la consommation énergétique primaire des énergies fossiles de 30% en 2030 par rapport à la référence 2012 ;
- Couvrir 23% de la consommation finale brute d'énergie par des énergies renouvelables en 2020, puis 32% en 2030 ;
- Réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50% à l'horizon 2050.

Ainsi les engagements nationaux concernent tant la réduction des émissions de GES, la maîtrise de la demande en énergie que la réduction de la consommation d'énergies fossiles ou d'électricité d'origine nucléaire et le développement des énergies renouvelables. L'intérêt du concept de transition énergétique réside, selon nous, dans la diversité des objectifs poursuivis. C'est l'ensemble de nos modes de consommation, d'organisation de l'espace et de nos modèles technologiques qu'il s'agit de repenser ([ATHENA Energie, 2013](#)). Dans notre recherche, le niveau des objectifs de la transition énergétique importe peu, c'est le processus de remise en question du modèle énergétique actuel dans sa globalité qui nous semble intéressant. Ce mouvement de transition implique donc de revoir et de réinventer les pratiques et les comportements ayant une incidence en termes énergétiques et climatiques.

Si les engagements internationaux sont indispensables à la mise en place de politiques ambitieuses en matière de réduction de la demande en énergie et de lutte contre le changement climatique, les collectivités territoriales ont elles aussi un rôle à jouer dans la concrétisation de la transition énergétique ([Rutherford, 2013a](#); [Shah & Keirstead, 2013](#)). Les territoires apparaissent au centre des actions pour la transition énergétique, puisque la loi récemment adoptée à l'Assemblée Nationale prévoit dans son article 1^{er} que « l'État, les collectivités territoriales, les entreprises, les associations et les citoyens associent leurs efforts pour développer des territoires à énergie positive ». En d'autres termes, il est question d'aborder la problématique de l'énergie à l'échelle du territoire en cherchant à équilibrer la demande et la production d'énergie par la mise en œuvre d'actions en faveur de l'efficacité énergétique d'une part et le déploiement d'énergies renouvelables d'autre part.

Parce que les villes concentrent la population et les activités, elles sont d'importants lieux de consommation énergétique : plus de deux tiers de la consommation énergétique mondiale a lieu en milieu urbain ([AIE, 2008](#)). Les deux secteurs les plus consommateurs en énergie sont d'ailleurs le bâtiment et les transports. Si les villes contemporaines se sont développées et étendues grâce à des énergies abondantes et peu chères, elles doivent désormais veiller à leur consommation énergétique et

trouver des solutions d'approvisionnement peu polluantes et à un prix abordable (Droege, 2008). Bien que la rénovation du parc immobilier existant constitue un enjeu majeur de la transition énergétique des territoires, nous avons fait le choix dans cette thèse de nous concentrer sur la fabrique urbaine et en particulier sur le projet urbain. Les projets urbains présentent des opportunités à saisir pour mettre en œuvre la transition énergétique dans les villes, dans la mesure où ils constituent un mode d'action coordonné et plurisectoriel sur un territoire donné. Il semble d'ailleurs que les professionnels de l'aménagement aient pris conscience de ce potentiel, comme en témoigne la parution en octobre dernier de l'ouvrage du Club Ville et Aménagement intitulé « L'énergie au cœur du projet urbain » (Masbounji et al., 2014).

Ce travail de recherche n'a pas pour finalité de proposer des solutions technologiques et des scénarios de mise en œuvre de la transition énergétique, mais de comprendre les conditions de mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains. La compréhension des pratiques des acteurs de l'aménagement nous paraît être un préalable aussi indispensable à la réalisation de la transition que la définition du système énergétique vers lequel il faut tendre.

COMPRENDRE LES PRATIQUES A L'ŒUVRE DANS LES PROJETS URBAINS EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

La finalité de cette recherche est donc de comprendre comment les acteurs des projets urbains prennent en compte les enjeux de l'énergie dans leurs pratiques. Nous cherchons à identifier à quel moment et à quelle échelle du projet urbain les préoccupations énergétiques sont intégrées au processus de conception. Nous désignons par projet urbain l'ensemble des choix d'urbanisation et de réalisation d'infrastructures ainsi que leur traduction physique (Arab, 2004) sur un morceau de ville, et jouant un rôle structurant pour cette dernière (Demazière 2009).

Inspirés des préceptes méthodologiques de la théorisation enracinée développée par Glaser & Strauss (1967), nous avons souhaité procéder de manière inductive à l'étude de trois projets urbains. Nous avons sélectionné des projets de plusieurs hectares, se déroulant sur plusieurs dizaines d'années et développés sous la maîtrise d'ouvrage de la Ville de Paris : Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles et Paris Nord Est. Ces projets ont retenu notre attention en raison de leur importante complexité et de leur capacité à avoir une réelle influence sur le devenir de la capitale. Outre la facilité d'accès aux terrains, notre choix pour des projets uniquement parisiens nous permet d'appréhender la diversité d'approches de la question de l'énergie sur un territoire régi par les mêmes réglementations et les mêmes règles, dans un espace géographique et climatique unique. Les trois projets sont développés sur des sites aux contraintes et ambitions urbaines similaires. Situés à la périphérie de la capitale, sur de vastes terrains occupés par des activités ferroviaires, d'entrepôts ou même industrielles, chacun de ces projets urbains a été engagé à l'initiative de la Ville de Paris dans le but de prolonger la ville existante en créant de nouveaux quartiers mixtes. Chaque projet a néanmoins une histoire propre. Paris Rive Gauche est un projet démarré dans les années 1980, qui a donc dû faire face depuis les années 1990 à la prise de conscience de la société en matière environnementale et climatique et de ce fait adapter ses propositions. Les projets Paris Nord Est et Clichy-Batignolles en revanche sont, eux, nés à la même période, au début des années 2000 au cours de la première mandature du maire socialiste Bertrand Delanoë. Ces deux projets se distinguent par leur taille et leur ambition environnementale. Alors que le territoire concerné par le projet Paris Nord Est s'étend sur près de 200 hectares, Clichy-Batignolles prévoit la création d'un nouveau quartier d'une cinquantaine d'hectares. Néanmoins ce dernier apparaît

comme un cas intéressant puisque la Ville de Paris y vise l'exemplarité environnementale et a fixé des objectifs particulièrement ambitieux en matière d'énergie et de climat. Même si une telle ambition n'a pas été formulée pour Paris Nord Est, il nous paraît pertinent d'interroger les acteurs de ce projet sur la problématique de la transition énergétique dans la mesure où la mutation de ce territoire va prendre plusieurs décennies. Au vu des engagements pris par la France et par la Ville de Paris sur les questions énergétiques et climatiques, nous pouvons supposer que celles-ci devraient avec le temps s'imposer comme des enjeux incontournables de l'action urbaine. Il s'agit alors de savoir dans quelle mesure ces enjeux sont identifiés et anticipés dans l'acte d'aménager.

Nous avons conduit des entretiens semi-directifs avec les acteurs intervenant à l'échelle du projet urbain, à l'échelle des opérations ou secteurs d'aménagement les composant et enfin avec quelques professionnels conduisant des opérations immobilières sur ces trois projets urbains. Les discours recueillis ont été analysés au fur et à mesure de l'enquête de manière à orienter et approfondir la réflexion au cours des entretiens suivants. Après avoir étudié séparément l'appréhension des enjeux de l'énergie par les acteurs de chacun des projets urbains et les actions engagées en conséquence, nous avons procédé à une analyse comparative. Cette dernière étape de notre recherche a pour ambition de monter en généralité, de manière à mettre en évidence les facteurs facilitant la réalisation de la transition énergétique d'une part, et les difficultés auxquelles les acteurs doivent faire face, d'autre part. Nous étofferons notre compréhension des phénomènes observés sur les trois projets urbains par la bibliographie, de manière à proposer des pistes de réflexion pour faire de l'énergie un élément de stratégie urbaine.

ORGANISATION DU MEMOIRE

Le présent mémoire est organisé en trois parties. La première partie retrace la construction de notre objet de recherche et s'appuie sur notre revue de la littérature tant scientifique que réglementaire. La deuxième partie est consacrée aux trois études de cas, elle constitue donc la base sur laquelle repose notre analyse, que nous développons dans la troisième partie.

A partir d'un rappel succinct du contexte énergétique et climatique mondial, nous nous concentrerons sur les enjeux soulevés en milieu urbain, de manière à mettre en évidence un ensemble de leviers capables de réduire les besoins en énergie en ville et d'y créer les conditions favorables à l'implantation d'unités de production d'énergies renouvelables ([CHAPITRE 1](#)). Un grand nombre de leviers identifiés dans la littérature scientifique sur le lien entre énergie et ville peuvent être activés au cours d'un projet urbain. Ce mode d'action urbaine constitue donc une bonne opportunité pour construire des villes économes en énergie et peu émettrices de gaz à effet de serre ([CHAPITRE 2](#)). Bien que le projet urbain soit un mode d'action urbaine particulièrement répandue, nous verrons que c'est une organisation complexe, regroupant un grand nombre d'acteurs autour d'enjeux souvent contradictoires. La problématique de la transition énergétique contribue d'ailleurs à ce processus de complexification des projets urbains. Nous verrons dans le [CHAPITRE 3](#) que de nombreux outils réglementaires ou dispositifs volontaires sont d'ores et déjà à disposition des collectivités locales et des professionnels de l'aménagement et de la construction pour développer des projets économes en énergie et favoriser le développement des énergies renouvelables. Nous concluons cette première partie en exposant la problématique, le positionnement et la méthode que nous avons adoptés au cours de cette recherche ([CHAPITRE 4](#)).

Chacun des trois projets que nous avons étudié a une histoire propre qu'il est nécessaire de comprendre et de s'approprier. Les chapitres 5, 6 et 7 restituent donc le récit énergétique de chacun de ces projets. Ils retracent comment les préoccupations énergétiques sont apparues et comment les acteurs se sont organisés pour y répondre. Ces différents récits reflètent notre compréhension des projets, des postures adoptées par les différents acteurs face à la question de la qualité énergétique, mettant en évidence l'unicité de chacun. Le [CHAPITRE 5](#) s'attache ainsi à décrire l'émergence des préoccupations énergétiques dans le projet urbain Paris Rive Gauche et fait un focus sur l'un des derniers secteurs de cette grande ZAC à être aménagé, le secteur Masséna-Bruneseau. Outre l'émergence des enjeux énergétiques sur la ZAC Clichy-Batignolles, nous mettrons l'accent dans le [CHAPITRE 6](#) sur la réalisation des objectifs ambitieux en matière d'économies d'énergies et de couverture des besoins par des énergies renouvelables produites localement. Nous nous intéresserons également à l'incidence de ces enjeux sur les choix de conception urbaine et décrirons une méthode de travail intéressante pour notre problématique, les ateliers de conception urbaine. Dans le [CHAPITRE 7](#) consacré au projet Paris Nord Est, c'est l'articulation entre le projet urbain concrétisé par différentes opérations d'aménagement et un projet de développement d'un puits de géothermie alimentant un réseau de chaleur et de froid qui retiendra particulièrement notre attention. Nous décrirons ainsi successivement la ZAC Claude Bernard, le projet de géothermie et l'originale opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald.

A partir de la comparaison des trois cas, nous mettrons en évidence les différentes procédures mises en place pour assurer la performance énergétique des projets urbains ([CHAPITRE 8](#)). Nous identifierons notamment les échelles auxquelles les enjeux énergétiques sont pris en compte. Dans le [CHAPITRE 9](#), nous montrerons l'incidence des préoccupations énergétiques sur les choix de conception urbaine et architecturale, et comparerons la manière dont la question de l'approvisionnement énergétique du futur quartier a été traitée dans les trois projets urbains. Enfin, nous formulerons des pistes d'actions capables selon nous de faciliter la mise en œuvre d'une stratégie énergétique dans les projets urbains ([CHAPITRE 10](#)).

PARTIE 1.

DE L'IMPERATIF DE TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES A L'ETUDE DES PRATIQUES A L'ŒUVRE DANS LES PROJETS URBAINS

Dans cette première partie, nous allons retracer la construction de notre objet de recherche, c'est-à-dire le chemin qui nous a conduits de l'impératif de transition énergétique des villes à l'étude des pratiques à l'œuvre dans les projets urbains.

Dans le [CHAPITRE 1](#) nous esquissons les contours de la crise énergétique mondiale, des nombreux enjeux qu'elle soulève, avant de nous intéresser plus précisément à la compréhension du lien entre ville et énergie. Nous mettrons en évidence la complexité de la problématique de l'énergie en milieu urbain ainsi que la nécessité de ne pas la réduire à la question de la consommation énergétique des bâtiments. L'énergie est une problématique par essence de développement durable, plurisectorielle et multi-échelle, recouvrant de nombreux enjeux parfois contradictoires. Dans un troisième temps, nous relèverons dans la littérature scientifique différents leviers d'actions capables de contribuer à la réalisation de la transition énergétique des villes.

Le [CHAPITRE 2](#) est consacré au projet urbain, qui représente selon nous une opportunité à saisir pour construire des villes économes en énergie et moins émettrices en gaz à effet de serre. Avant de retracer le contexte dans lequel ce mode d'action urbaine est apparu, nous reviendrons sur les formes que peuvent prendre la contribution des collectivités locales à la transition énergétique. Nous nous attarderons sur le caractère collectif de l'activité de conception et sur le déroulement non-linéaire du processus de projet. Si fabriquer la ville au travers de projets urbains est l'occasion d'activer une partie des leviers identifiés par les scientifiques, cela n'en demeure pas moins un mode d'action de plus en plus complexe. En effet, la multiplication des enjeux parmi lesquels figure la transition énergétique, ainsi que la multiplication des parties prenantes à intégrer au processus de projet ont tendance à allonger les procédures d'aménagement et à complexifier la prise de décision. Face à cette nouvelle réalité, les acteurs de l'aménagement et de la construction font appel à des outils leur permettant de structurer et d'évaluer les démarches de projet.

Dans le [CHAPITRE 3](#), nous passerons en revue les différents outils à disposition des collectivités territoriales et des professionnels de l'aménagement et de l'immobilier pour assurer la transition énergétique des villes. Nous commencerons par nous intéresser aux dispositifs issus notamment des lois Grenelle, permettant aux collectivités locales de mieux prendre en compte les enjeux énergétiques et climatiques dans les documents de planification urbaine. Après les outils du code de l'urbanisme, nous nous intéresserons à la réglementation thermique qui depuis le premier choc pétrolier relève régulièrement les exigences en matière de performance énergétique des bâtiments. En plus de la réglementation, il existe un certain nombre de démarches volontaires de certification et de labellisation de la qualité énergétique et environnementale des bâtiments. A l'échelle du quartier aussi, plusieurs démarches d'évaluation sont apparues pour accompagner les collectivités et les aménageurs dans la conception d'opérations ayant un impact limité sur l'environnement et respectant les principes du développement durable. Les différents éléments abordés dans ce chapitre se révéleront utiles pour comprendre les actions mises en place dans les trois projets urbains que nous avons étudiés.

Dans le [CHAPITRE 4](#) nous décrivons la problématique, le positionnement scientifique et la méthode que nous avons adoptés au cours de cette recherche. Si l'intérêt de l'étude du couple énergie et projet urbain apparaît évident suite à la lecture des trois premiers chapitres, il nous paraissait important de revenir sur les observations qui nous ont amené à nous captiver pour ce sujet. Ensuite nous préciserons les termes de notre objet de recherche et listerons les questions à l'origine de ce travail. La question de l'énergie dans le projet urbain se trouve selon nous au carrefour de différentes thématiques de recherche et de disciplines : sociologie, géographie, sciences de l'ingénieur et de

l'environnement... Nous énumérerons les différents travaux de recherche qui ont alimenté notre réflexion, et préciserons ce qui les rapproche et les sépare de notre approche. Nous présenterons enfin la méthode que nous avons retenue pour répondre aux questions de recherche préalablement identifiées. Nous avons procédé de manière inductive et comparative à l'étude de trois projets urbains développés sur le territoire parisien : Paris Rive Gauche, Clichy Batignolles et Paris Nord Est. Pour cela, nous avons conduit des entretiens semi-directifs avec les acteurs de ces trois projets. Le choix des projets et le déroulement de nos enquêtes seront détaillés dans la dernière section.

CHAPITRE 1. LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES : CONTEXTE, ENJEUX, LEVIERS D'ACTION

Nous revenons succinctement dans ce chapitre sur les contours de la crise énergétique et sur les politiques envisagées pour y répondre (1). Cette esquisse du contexte mondial et national nous permet d'appréhender les incidences de la crise de l'énergie sur les villes (2). Engager la transition énergétique des villes suppose en effet comprendre les spécificités et la complexité de la problématique de l'énergie en milieu urbain. A partir de la revue de la littérature scientifique sur le lien entre ville et énergie, nous chercherons à mettre en évidence les principaux leviers d'actions pour améliorer la qualité énergétique des villes (3).

1. LE DEFI DE LA TRANSITION ENERGETIQUE

1.1. LE CONTEXTE ENERGETIQUE MONDIAL : RAREFACTION DES RESSOURCES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

La consommation mondiale en énergie primaire¹ a presque doublé entre 1973 et 2010 passant selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) de 6 107 Mtep à 12 717 Mtep (AIE, 2012a) et devrait continuer à augmenter dans les années à venir. Les énergies fossiles conservent une position dominante dans le mix énergétique mondiale (AIE, 2012b), malgré les politiques de développement des énergies à faible teneur en carbone dans les pays de l'OCDE. Les ressources en énergies fossiles sont de plus en plus rares comme le montre le développement des technologies capables d'extraire les ressources pétrolières et gazières « non conventionnelles ». Dans son World Energy Outlook de 2012, l'AIE note une nouvelle tendance qui devrait bouleverser le marché mondial de l'énergie : la recrudescence des productions pétrolières et gazières aux Etats Unis d'Amérique, liée à l'exploitation des huiles et gaz de schiste. L'évaluation des ressources en énergies fossiles encore disponibles est un exercice délicat. Si les stocks en énergies fossiles sont par nature finis, l'estimation des réserves restantes dépend de leur accessibilité technique, leur prix et le rythme de leur consommation. Si un pic de production est irrémédiable, les experts sont en revanche divisés sur sa date de réalisation. Dans ce contexte, les services offerts par l'énergie (s'éclairer, se chauffer, se déplacer, cuisiner, travailler, etc.) risquent de devenir inaccessibles à une part croissante de la population mondiale. Toutefois, l'augmentation du prix des énergies fossiles pourrait aussi faciliter la mise en place d'actions d'économies d'énergie. Dans cette perspective, c'est un pic de consommation qui pourrait advenir. En effet, lorsque la consommation supplémentaire d'énergie coûte plus chère que les actions nécessaires pour l'économiser, il est rationnel de faire le choix des économies d'énergies. C'est pourquoi des auteurs tels que Jean-Marc Jancovici mettent en avant les bienfaits d'une énergie chère, dont le prix devrait notamment intégrer le coût de ses externalités négatives, c'est-à-dire le coût de ses conséquences sur l'environnement et la santé.

Outre les incidences économiques et sociales de l'augmentation continue de la demande en énergie mondiale, ses conséquences sur l'environnement sont préoccupantes. Selon le quatrième rapport

¹ L'ANNEXE 1 propose un ensemble de définitions utiles concernant l'énergie, telles qu'énergie primaire, énergie fossile, énergie renouvelable, etc.

d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)², le réchauffement du climat est « sans équivoque », la température moyenne à la surface du globe ayant nettement augmenté (GIEC, 2007). Les manifestations attendues pour le XXI^{ème} siècle du changement climatique sont multiples : élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe ; augmentation de la durée, fréquence et/ou intensité des périodes chaudes ou des vagues de chaleur sur la majeure partie des terres émergées ; augmentation des épisodes de sécheresse en Europe méridionale et en Afrique de l'Ouest notamment ; augmentation de la fréquence de fortes précipitations dans les hautes latitudes et les zones tropicales ainsi que dans les latitudes moyennes de l'hémisphère nord en hiver, etc (Groupes de travail I et II du GIEC, 2012). L'origine anthropique du réchauffement climatique est très probable au vu de la corrélation entre l'augmentation de la température moyenne du globe depuis le milieu du XX^{ème} siècle et la hausse des concentrations de GES anthropiques dans l'atmosphère. Les activités humaines depuis la révolution industrielle sont fortement émettrices de gaz à effet de serre. Les émissions anthropiques ont augmenté de 70% entre 1970 et 2004. Selon l'AIE, 65% des émissions anthropiques de GES sont issues de la production et la consommation énergétiques (AIE, 2013). La hausse de la concentration atmosphérique en GES provient de la combustion des énergies fossiles et du changement d'affectation des terres et de l'agriculture³ (GIEC, 2007). De plus, « le réchauffement anthropique pourrait avoir des conséquences brusques ou irréversibles selon l'ampleur et le rythme de l'évolution du climat. » (GIEC, 2007). Les effets du changement climatique concernent la répartition de la ressource en eau, la vie des écosystèmes, les rendements de la production agricole et la santé humaine. Par ailleurs, de nombreux flux migratoires sont attendus. La gravité et l'étendue des conséquences du changement climatique en font un enjeu majeur de nos sociétés actuelles.

Cependant, d'autres dommages environnementaux liés à l'énergie sont également préoccupants. L'extraction, la transformation et la distribution de toutes les énergies produisent une forme de pression sur l'environnement. Il n'existe aucune énergie dont l'utilisation est parfaitement « propre ». Même si les dommages sont de nature et d'ampleur différents d'une énergie à l'autre, sur quels critères objectifs est-il souhaitable de les hiérarchiser ? Ces nuisances environnementales sont d'autant plus préoccupantes que les quantités d'énergie consommées sont grandes (Jancovici, 2004) . Les nuisances issues de l'extraction, la transformation et la consommation des principales énergies sont répertoriées dans le **Tableau 1**. Les degrés d'incidence figurant dans le tableau sont à considérer pour chaque énergie indépendamment des autres, considérant que des dommages de nature différente ne peuvent être comparés.

En plus de contribuer au changement climatique, l'utilisation des énergies fossiles pose des problèmes de qualité de l'air (pluies acides, particules, etc.), perturbe les nappes phréatiques et polluent les océans en cas de marées noires. L'utilisation du bois comme source énergétique contribue à la déforestation et est responsable de pollutions locales et/ou régionales. Si les centrales nucléaires peuvent apparaître comme une bonne solution à la lutte contre le changement climatique, sa production de déchets radioactifs à très longue durée de vie et les risques d'accidents nucléaires en font une solution loin d'être idéale. La construction de barrages hydrauliques engendre l'inondation de vallées, ce qui détruit des écosystèmes et nécessite parfois de massifs déplacements de population. Outre la pollution liée à

² Le GIEC a été créé en 1988 sous l'égide de l'Organisation Mondiale des Nations Unies pour l'Environnement afin de faire une synthèse de la littérature scientifique mondiale capable d'éclairer les décideurs politiques sur la problématique climatique.

³ L'agriculture constitue avec la combustion des énergies fossiles la principale source d'émissions de méthane (CH₄), GES puissant. Ces émissions sont issues de l'élevage, des déjections animales, de la production du riz, de la pratique du brûli de la savane, et du brûlage des déchets agricoles (non destiné à produire de l'énergie) (source : <http://donnees.banquemondiale.org/>).

la production et à la fin de vie des panneaux solaires, les centrales photovoltaïques sont relativement consommatrices d'espace et les dispositifs actuels de stockage de l'électricité peuvent être polluants. Les nuisances relatives à la production d'électricité à partir d'éoliennes sont de mêmes natures que celles relatives aux panneaux solaires, mais pas du même ordre, les panneaux solaires étant plus difficiles à recycler. Si le traitement en fin de vie des batteries est fortement polluant, les « smart grids⁴ » apparaissent comme une solution prometteuse pour régler le problème de la production intermittente de ces deux énergies renouvelables.

Tableau 1. Principaux impacts environnementaux des sources d'énergie d'après Mérenne-schoumaker (2011) (incidence : +faible ++importante +++très importante)

| | Occupation d'espace | Déchets | Pollution de l'eau et des sols | Déforestation | Emissions de GES | Pluies acides | Faune et flore | Occupation d'espace |
|-----------------------|---------------------|---------|--------------------------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------------|
| Biomasse | | | +++ | +++ | +++ | | | |
| Combustibles fossiles | | | +++ | | +++ | +++ | | |
| Eolien | + | + | | | | | | + |
| Géothermie | + | + | | | | | | + |
| Hydroélectricité | +++ | | ++ | | | | +++ | +++ |
| Nucléaire | | +++ | + | | | | | |
| Solaire | + | + | | | | | | + |

Selon l'AIE (2012b), « les besoins en eau pour la production énergétique sont appelés à croître deux fois plus rapidement que la demande énergétique ». En effet, l'eau est essentielle à la génération d'électricité, à l'extraction, au transport et au traitement du pétrole, du charbon et du gaz mais aussi à la culture des biocarburants. La disponibilité et la qualité (température de l'eau utilisée pour le refroidissement des centrales nucléaires) de la ressource en eau pourraient devenir des facteurs limitant la production énergétique en plus d'être source de conflits.

C'est donc une véritable « révolution » que l'humanité doit mettre en œuvre de manière à, d'une part sécuriser l'approvisionnement énergétique et l'accessibilité des ressources malgré des prix en constante augmentation, et d'autre part assurer des conditions de production et d'utilisation respectueuses de l'environnement et peu émissives en carbone (AIE, 2008). Selon J-M Chevalier (Chevalier, 2004), ce sont six grandes batailles qui doivent être menées pour assurer une gestion durable de l'énergie mondiale:

⁴ Grâce aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, il est possible de rendre les réseaux électriques communicants. Ces réseaux intelligents, « smart grids » ont la capacité d'être pilotés en temps réel et ainsi d'adapter la production à la consommation. Ils permettent ainsi de gérer l'intermittence de la production des énergies renouvelables et la multiplicité des unités de production. Les consommateurs devenant également producteurs, le transport de l'électricité se fait donc en bidirectionnel. Pour plus d'information, se rendre sur le site internet de la Commission de Régulation de l'Energie dédié aux « smart grids » : <http://www.smartgrids-cre.fr/>

- mesurer et prendre en compte les coûts sociaux et environnementaux associés à chaque forme d'énergie ;
- faire de l'efficacité énergétique une priorité politique internationale ;
- réduire les émissions de GES ;
- mettre l'énergie au service du développement économique et de la réduction des inégalités ;
- responsabiliser les acteurs ;
- renforcer la gouvernance mondiale et inventer de nouvelles formes de régulation.

1.2. LES POLITIQUES ENVISAGEES EN REPONSE A LA CRISE ENERGETIQUE ET CLIMATIQUE

Deux types de politique peuvent être mis en place face au réchauffement climatique : l'atténuation (mitigation) et l'adaptation. Cependant, « ni l'adaptation ni l'atténuation ne permettront à elles seules, de prévenir totalement les effets des changements climatiques (degré de confiance élevé). Les deux démarches peuvent toutefois se compléter et réduire sensiblement les risques encourus » (GIEC, 2007). De nombreux effets du changement climatique peuvent être diminués, différés ou même évités à condition que des efforts et des investissements importants soient réalisés rapidement.

Selon Kaya (1990), les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont liées à quatre facteurs : l'intensité carbone de l'énergie consommée⁵, l'intensité énergétique⁶, le PIB per-capita et la population mondiale. Ainsi lutter contre le changement climatique revient à agir sur chacun de ces facteurs (Treiner, 2010). Pour diminuer l'intensité carbone plusieurs pistes peuvent être envisagées : le développement des énergies renouvelables, les économies d'énergie, la captation et l'enfouissement du gaz carbonique. La réduction de l'intensité énergétique peut être attendue du progrès technologique, comme cela a été fait par exemple sur l'électroménager, mais également d'une diminution des besoins énergétiques. Si réduire le PIB per-capita n'est pas à l'ordre du jour des politiques actuelles, des auteurs tels que Dennis L. Meadows, Nicholas Georgescu-Roegen, Serge Latouche remettent en cause le principe de croissance économique en défendant l'idée d'une croissance nulle ou de la « décroissance ». Sans rentrer dans ce débat, il nous paraît nécessaire de mettre en avant la contradiction entre le confort des modes de vie occidentaux que nous souhaitons préserver et que d'autres populations souhaitent atteindre d'une part et la nécessité de lutter contre le changement climatique et maîtriser la demande en énergie. Le malthusianisme ne fait pas non plus partie des politiques envisageables. Selon les prévisions, la population mondiale devrait continuer de croître pour atteindre un total compris entre 8 et 10 milliards d'habitants (Pison, 2011). Les deux enjeux majeurs de la lutte contre le changement climatique sont donc la diminution de l'intensité carbone et de l'intensité énergétique. Selon l'IEA (2012b), pour limiter l'augmentation de la température globale de la planète à 2°C comme le recommande le GIEC, il est nécessaire de limiter la consommation mondiale d'énergies fossiles d'ici à 2050 à un tiers des réserves prouvées à moins que ne soient déployés à grande échelle le captage et le stockage du carbone.

Depuis l'Appel de la Haye de 1989, la communauté internationale a pris conscience du risque climatique et tente de mettre en place un cadre d'actions acceptables par tous. En 1992, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a établi les principes clés de la lutte contre le changement climatique à échelle internationale. L'objectif était de « stabiliser les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du

⁵ Rapport entre les émissions de GES et l'énergie consommée

⁶ Rapport entre la consommation en énergie et le produit intérieur brut

système climatique » (article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 1992). Cette convention a instauré le principe des « responsabilités communes mais différenciées », qui reconnaît la responsabilité historique des pays industrialisés dans le réchauffement climatique comparée aux pays actuellement en développement. Les pays ayant participé à l'écriture de cette convention se réunissent tous les ans depuis 1995. Le protocole de Kyoto signé en 1997 et entré en vigueur en 2005 complète la Convention-cadre en fixant des engagements de réduction des GES pour chacune des parties. Les négociations pour donner suite au protocole de Kyoto se révèlent particulièrement difficiles comme l'a montré l'échec particulièrement médiatisé de la conférence de Copenhague.

Fin 2008, l'Union Européenne a adopté « le paquet énergie-climat » (ou « bouquet énergie-climat »), c'est-à-dire un ensemble de règlements et directives répondant à l'objectif des « trois fois vingt » : d'ici à 2020, l'UE s'est engagée à réduire de 20% ses émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau d'émissions de 1990, à améliorer son efficacité énergétique de 20% et à porter à 20% la part d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale.

La France, qui a signé le protocole de Kyoto, s'est engagée à maintenir ses émissions de GES au niveau de 1990. Pour répondre à ses engagements, elle s'est dotée en 2000 d'un Programme National de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC). Les secteurs de l'industrie, des transports, du bâtiment, de l'agriculture et de l'industrie des gaz frigorigènes sont concernés par les mesures et actions préconisées par le programme. Il est par exemple prévu d'accentuer l'effort sur la production d'énergies renouvelables, sur l'offre d'infrastructures de transports en commun, l'amélioration de la tarification des déplacements urbains et de programmer à long terme les actions de réglementation des bâtiments. En 2000, le Programme National d'Amélioration de l'Efficacité Énergétique (PNAEE) propose d'accélérer la mise en œuvre des plans de déplacements urbains (incitation à l'achat de véhicules propres et développement du fret ferroviaire) et le développement des énergies renouvelables (augmentation du tarif de rachat de l'électricité d'origine éolienne). Afin d'améliorer la performance thermique des bâtiments, le programme prévoit une nouvelle réglementation et un système de financement des réhabilitations. Depuis 2003, la France s'est engagée à diviser par quatre ses émissions de GES d'ici à 2050 par rapport à 1990, en les diminuant de 3% par an en moyenne. C'est l'objectif de «facteur 4».

En juillet 2007, le gouvernement a lancé le « Grenelle de l'environnement », un débat entre l'Etat, les collectivités locales, les entreprises, les syndicats et les ONG (organisations non gouvernementales) dans le but de construire une politique de développement durable. Les débats ont été organisés autour de six thématiques (changement climatique et maîtrise de la demande énergétique, préservation de la biodiversité et des ressources naturelles, environnement et santé, modes de production et de consommation durables, démocratie écologique, modes de développement écologique favorables à l'emploi et la compétitivité). Ce processus de consultation a permis de mettre en évidence la nécessité d'une approche territoriale de la politique énergétique (Chanard, 2011). De ces négociations ont émergé deux lois, une loi de programme dite loi Grenelle 1 adoptée le 17 juin 2009 et une loi « engagement national pour l'environnement » dite loi Grenelle 2 adoptée l'année suivante. Un ensemble de dispositifs de politique publique devant permettre la mise en œuvre des engagements du Grenelle est né de la loi Grenelle 2. Nous détaillerons dans le [CHAPITRE 3](#) les différents outils créés pour assurer une action urbaine en phase avec les préoccupations énergétiques et climatiques.

Plus que réduire les émissions carbonées des usages de l'énergie, l'association Négawatt propose un scénario de transition énergétique pour la France mettant notamment en avant l'enjeu de la sobriété énergétique (Négawatt, 2011) : Il faut avant tout interroger les comportements énergétiques individuels et collectifs, l'utilité de chacun des usages de l'énergie pour identifier les gisements d'économie, avant de chercher des solutions techniques plus performantes. Une fois les besoins énergétiques réduits, il s'agit de produire une énergie propre et décarbonée en encourageant le recours aux énergies renouvelables. Les trois mots d'ordre de la démarche Négawatt sont donc « sobriété, efficacité et renouvelables ». Les services énergétiques considérés dans le scénario regroupent la chaleur (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, processus industriels), la mobilité (déplacements de personnes, de matières premières et de biens) et l'électricité spécifique (éclairage, électroménager, informatique, bureautique et moteurs électriques). Selon ce scénario, il serait possible de diviser les émissions de CO₂ par deux en 2030 et par seize en 2050. En appliquant les principes de sobriété et d'efficacité énergétique, l'énergie nécessaire pour satisfaire les besoins de la société française pourrait être divisée par 2,2 environ d'ici à 2050, comme le montre la Figure 1. La demande en énergie pourrait diminuer de près de 500TWh grâce à la sobriété énergétique (zone couleur orange sur le graphique), et d'environ autant grâce à des actions augmentant l'efficacité de la consommation (zone couleur crème) et d'environ 700TWh avec une production énergétique plus efficace (zone beige).

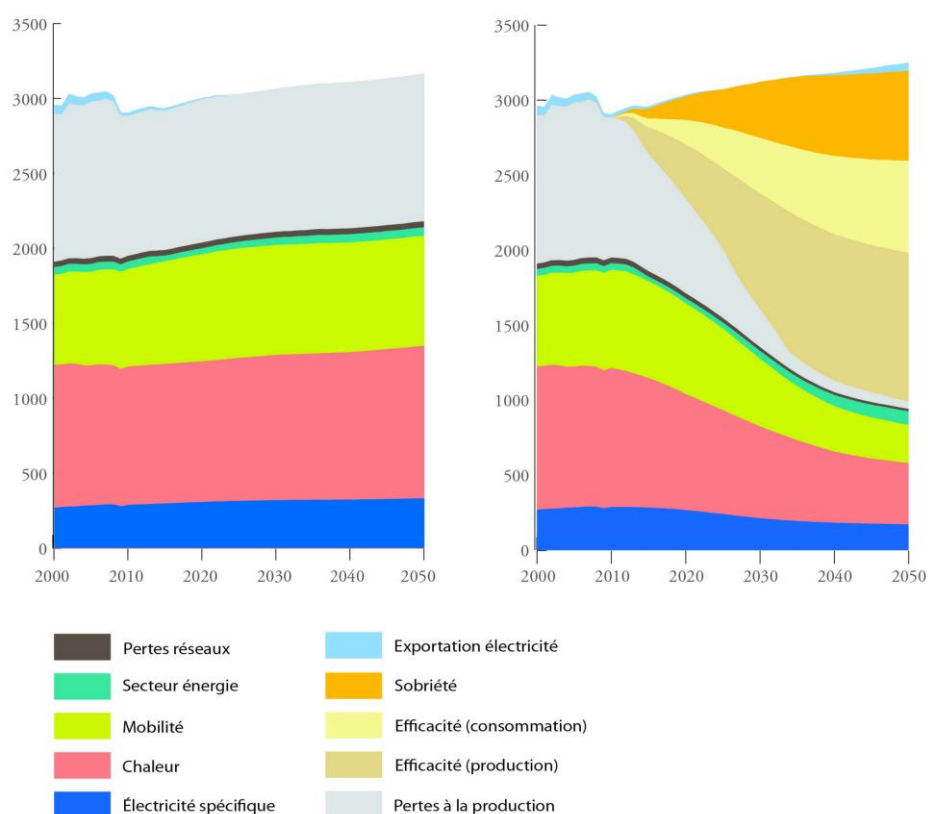


Figure 1. Evolution des consommations énergétiques finales par usages suivant les scénarios tendanciel (à gauche) et négawatt (à droite) en TWh (source Negawatt, 2011)

L'efficacité énergétique⁷ fait aussi partie des scénarios envisagés par l'AIE. Bien qu'encore sous exploitée, l'efficacité énergétique apparaît comme une action incontournable pour l'ensemble des

⁷ L'efficacité énergétique est définie par le [Secrétariat général du débat national sur la transition énergétique \(2013\)](#) comme le « rendement énergétique d'un processus ou d'un appareil par rapport à son apport en énergie. Pour un

décideurs politiques (AIE, 2012b). La place de l'énergie nucléaire dans les scénarios est l'un des points les plus débattus par les experts et les politiques, notamment depuis l'accident de Fukushima. Si les propositions du groupe de travail Terra Nova partagent la volonté d'agir sur la demande en énergie dans l'ensemble des secteurs et en priorité dans le bâtiment et les transports, elles ne préconisent pas une sortie rapide du nucléaire (Grandjean et al., 2011). Outre le débat idéologique, la remise en cause de la production nucléaire pose la question de la décentralisation du réseau électrique, étape essentielle au développement des énergies renouvelables et de la cogénération (cf. chapitre 2, section 1.2).

Un débat national sur la transition énergétique s'est ouvert en mars 2013 à l'initiative du gouvernement, rassemblant représentants de l'Etat, organisations non gouvernementales, syndicats, entreprises et les citoyens. A l'issue de ce débat, une loi de programmation sur la transition énergétique est attendue courant 2014. Les quatre questions structurantes du débat sont les suivantes :

- « 1. Comment aller vers l'efficacité énergétique et la sobriété ? L'évolution des modes de vie, de production, de consommation, de transport ainsi que des services énergétiques nécessaires doit constituer le point de départ.
 - 2. Quelle trajectoire pour atteindre le mix énergétique en 2025⁸ ? Quel type de scénarii possibles à horizon 2030 et 2050, dans le respect des engagements climatiques de la France ?
 - 3. Quels choix en matière d'énergies renouvelables et de nouvelles technologies de l'énergie et quelle stratégie de développement industriel et territorial ?
 - 4. Quels coûts, quels bénéfices et quels financements de la transition énergétique ? »
- (Secrétariat général du débat national sur la transition énergétique, 2013).

Ainsi, le gouvernement français a fixé comme objectif d'améliorer l'efficacité énergétique, a fait le choix de la sobriété et a décidé de réduire à 50% la part du nucléaire dans le mix énergétique français en 2025. A défaut de se mettre d'accord sur des propositions, les membres du Conseil National du Débat sur la Transition Energétique ont soumis une synthèse des débats. Quinze enjeux indispensables à la tenue de cette transition ont été listés. L'ambition de cette nécessaire transition a été précisée, celle-ci doit concerner l'ensemble des citoyens en luttant en priorité contre la précarité énergétique. L'efficacité énergétique ainsi que la sobriété ont été reconnues comme des moyens à intégrer dans le modèle de croissance de la France, de manière à créer des emplois et à dynamiser les territoires. Les secteurs du bâtiment et des transports devront être majoritairement concernés par ces actions. Les ressources énergétiques devront être diversifiées et donc les énergies renouvelables développées de manière à produire des énergies faiblement émettrices en GES et renforcer l'indépendance énergétique de la France. Pour assurer la réalisation de la transition énergétique, les compétences des territoires devront être étendues.

appareil électroménager par exemple, une bonne efficacité énergétique se définit comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu ».

⁸ Le mix énergétique visé par le gouvernement en 2013 pour la France en 2025 comprend la réduction de 75 à 50% de la part de l'énergie nucléaire en faveur des énergies renouvelables.

En définitive, mettre en marche la transition énergétique apparaît comme une nécessité pour garantir un futur énergétique plus soutenable, plus solidaire et lutter contre le changement climatique. Si la mise en œuvre d'actions d'amélioration de l'efficacité énergétique pour la consommation et la production fait de plus en plus consensus, la modification des modes de vie et le recours au nucléaire font encore débat. Ce qui est certain, c'est que les secteurs du bâtiment (résidentiel et tertiaire) et des transports qui sont les plus émetteurs possèdent les gisements d'économies les plus importants. C'est donc sur ces deux secteurs que les efforts doivent être concentrés si la France souhaite respecter ses engagements de réduction des émissions (Grenier, 2007). Développer la part des besoins énergétiques couverts par les énergies renouvelables constitue un autre levier important pour réduire la dépendance de notre société aux énergies fossiles et lutter contre le changement climatique.

2. LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES : UNE QUESTION COMPLEXE

2.1. LES ENJEUX DE L'ENERGIE EN VILLE

Plus de la moitié de la population mondiale habite désormais en milieu urbain (54% en 2014), et cette tendance devrait continuer à croître dans les décennies à venir, puisque selon les projections des Nations Unies les deux tiers de la population mondiale devraient être urbains en 2050 (United Nations, 2014). La ville est un espace construit concentrant populations et activités diverses, notamment des activités d'échanges. C'est également un centre politique et administratif. « La ville naît fondamentalement des fonctions d'échange, de confrontation ou de rencontre collective » (Merlin & Choay, 2009). Les agencements (spatiaux) des éléments matériels et immatériels, les configurations et la situation qui en résulte caractérisent les villes (Lévy & Lussault, 2003). Comme l'écrit Vilmin (2008), « la ville est un système ouvert sur l'extérieur [...] qui subit de fortes influences de son environnement naturel (pollutions de l'eau et de l'air, caprices du climat, catastrophes naturelles comme les inondations, etc.) et humain (actions de l'Etat, du Département, de la Région, des entreprises et autres acteurs socio-économiques nationaux et multinationaux) ». Il existe de nombreuses définitions de la ville, c'est un écosystème complexe dont les limites sont parfois floues. Nous retiendrons que la ville se caractérise par une concentration spatiale de population et d'activités économiques, politiques et culturelles. Les fonctions résidentielles-tertiaires et les mobilités sont très fortement concentrées en milieu urbain et péri-urbain (Antoni, Flety, & Vuidel, 2009).

Les villes concentrent donc une grande part des échanges énergétiques. Selon les chiffres de l'AIE (2008), plus de deux tiers de la consommation énergétique mondiale a lieu en zone urbaine. L'urbanisation continuant à prendre du terrain, la part des villes dans la consommation énergétique mondiale devrait continuer à croître. Les habitants des villes consomment plus de charbon, de gaz et d'électricité que la moyenne des habitants de la planète mais un peu moins de pétrole (AIE, 2008). Toutefois, la consommation énergétique per capita en ville est inférieure à la moyenne nationale en Europe, aux Etats-Unis et en Australie.

Si les énergies fossiles et notamment le pétrole ont permis aux villes de croître dans la seconde moitié du vingtième siècle, elles sont à l'origine d'une double problématique : d'une part, l'approvisionnement énergétique des villes peut être mis à mal par la raréfaction des ressources et l'augmentation des prix qui en résulte et d'autre part, l'utilisation des énergies fossiles constitue en ville une source de pollution atmosphérique (ozone et particules fines notamment) et sonore, en plus de contribuer au dérèglement climatique (Droege, 2008). L'importante consommation d'énergies fossiles en ville peut conduire à des pics de pollution, notamment en hiver par beau temps en raison de la concentration des émissions de

particules fines issue des équipements de chauffages et des automobiles (diesel). La qualité de l'air en milieu urbain constitue donc un réel enjeu de santé publique (allergies respiratoires, asthme, cancer). Les villes contribuent largement au changement climatique en émettant 73% des émissions de CO₂ (AIE, 2008). Par ailleurs les villes sont vulnérables aux changements climatiques (Droege, 2008). Elles risquent effectivement d'être directement touchées par la diminution de la ressource en eau potable, mais sont aussi exposées au risque d'inondation du fait de leur localisation et de l'imperméabilisation de leur sol. Les *Groupes de travail I et II du GIEC (2012)* estiment avec un degré de confiance élevé que « le type d'habitat, l'urbanisation et l'évolution des conditions socio-économiques ont contribué aux tendances observées de l'exposition et de la vulnérabilité aux extrêmes climatiques » (*Groupes de travail I et II du GIEC, 2012, p. 6*). Si les villes sont vulnérables aux phénomènes météorologiques extrêmes (cyclones, ouragans, tsunami), l'augmentation à long terme de l'activité cyclonique dans les zones tropicales du fait du changement climatique ne demeure, en l'état des connaissances actuelles, qu'une hypothèse (*Groupes de travail I et II du GIEC, 2012*). Il en est de même pour l'augmentation de l'ampleur et de la fréquence des crues imputable au climat.

Les villes constituent donc des cibles clés de la transition énergétique, mais elles pourraient aussi devenir l'un des moteurs essentiels (Rutherford & Coutard, 2014), à travers le développement des énergies décarbonées et la maîtrise de la demande en énergie (Shah & Keirstead, 2013). La transition énergétique représente en ville un défi à la fois pour la culture, la communauté et la civilisation, mais aussi pour les institutions, les politiques et l'action publique (Droege, 2008).

Les bâtiments résidentiels et tertiaires ainsi que les transports sont responsables de la grande majorité de la consommation en énergie finale des villes : à Londres, par exemple, en 2000, 61% de l'énergie finale a été consommée par le résidentiel et le tertiaire, et 28% par les transports (Steemers, 2003). Maîtriser la demande en énergie dans le secteur du bâtiment suppose d'identifier les postes de consommations énergétiques les plus importants. Le chauffage est le premier poste de consommation énergétique des bâtiments résidentiels, il représente en France 61,3% de la consommation totale en énergie finale (ADEME, 2013). Les usages spécifiques de l'électricité constituent le deuxième poste de consommation (19,5%) devant la production d'eau chaude sanitaire (12,1%) et la cuisson (7%). Dans les bâtiments tertiaires⁹, le chauffage est également le premier poste de consommation énergétique, représentant en France en moyenne 57,8% de la consommation totale (ADEME, 2013). Il nous est apparu difficile de trouver des chiffres détaillant les consommations énergétiques unitaires des bâtiments tertiaires précisant les autres postes que le chauffage. Selon Steemers (2003), le premier poste de consommation¹⁰ en énergie primaire des bâtiments de bureaux (et non des bâtiments tertiaires au sens large) au Royaume-Uni est l'éclairage (entre 34% et 47% de l'énergie totale suivant si les bâtiments sont climatisés ou non), puis vient le chauffage ou la ventilation. Lorsqu'un bâtiment de bureaux est climatisé, l'énergie primaire consacrée à la climatisation représente 14% de la consommation totale et la part relative à la ventilation augmente (Steemers, 2003). Il semble que le taux de climatisation des bâtiments tertiaires en France diminue, mais les surfaces rafraîchies augmentent de manière spectaculaire (+136% entre 2011 et 2012) (ADEME, 2013). Il paraît délicat de comparer les chiffres sur les consommations des bâtiments français aux chiffres concernant les bâtiments de bureaux londoniens, dans la mesure où des méthodes de calcul visiblement différentes

⁹ Dans les statistiques françaises, les bâtiments tertiaires comprennent les bâtiments de l'ensemble des branches du tertiaire, c'est-à-dire l'enseignement, l'habitat communautaire, les sports, la santé, les commerces, les cafés, hôtels et restaurants, les bureaux et les transports.

¹⁰ Notons que les consommations spécifiques d'électricité (bureautique notamment) ne sont pas ici prises en compte.

ont été employées. Il faudrait décomposer ces méthodes pour comprendre les différences de conclusion auxquelles elles amènent. Si la fabrique urbaine ne peut pas jouer sur l'énergie consommée pour la cuisson ni sur les usages spécifiques de l'électricité (électroménager, informatique, etc.), elle doit en revanche pouvoir intervenir sur les besoins en chauffage et en climatisation, ainsi que sur les besoins en éclairage.

Outre les sources de consommations d'énergie, il est nécessaire de connaître les émissions de GES associées aux différentes activités d'une ville pour déterminer une stratégie de lutte contre le changement climatique. Réalisé en 2007, le bilan carbone de Paris a permis d'évaluer les émissions globales de CO₂ de la capitale. Le bilan carbone visible à la Figure 2 présente les émissions du territoire parisien en dehors des émissions relatives à la venue de visiteurs. Les visiteurs sont d'importants émetteurs de GES, les émissions associées à leur venue en 2009 étaient égales à 4 154 200 tonnes équivalent carbone (Mairie de Paris & Bilan Carbone, 2011). Ces émissions sont majoritairement dues aux déplacements en avion des visiteurs (76% environ). Hors visiteurs, les émissions du territoire parisien sont principalement dues au transport de marchandises (fret routier, ferroviaire, fluvial et aérien), au transport de personnes, au bâtiment (résidentiel et tertiaire) et enfin à l'alimentation. Les émissions du transport de personnes couvrent les déplacements liés à la mobilité quotidienne en voiture personnelle, en transports collectifs et en taxis, mais aussi les déplacements des parisiens en avion et en hélicoptère. Mises ensemble, les émissions relatives à la consommation énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires et celles liées à la construction des bâtiments et des infrastructures routières représentent 23% du bilan carbone du territoire parisien hors visiteurs.

Découpage "Postes ADEME"

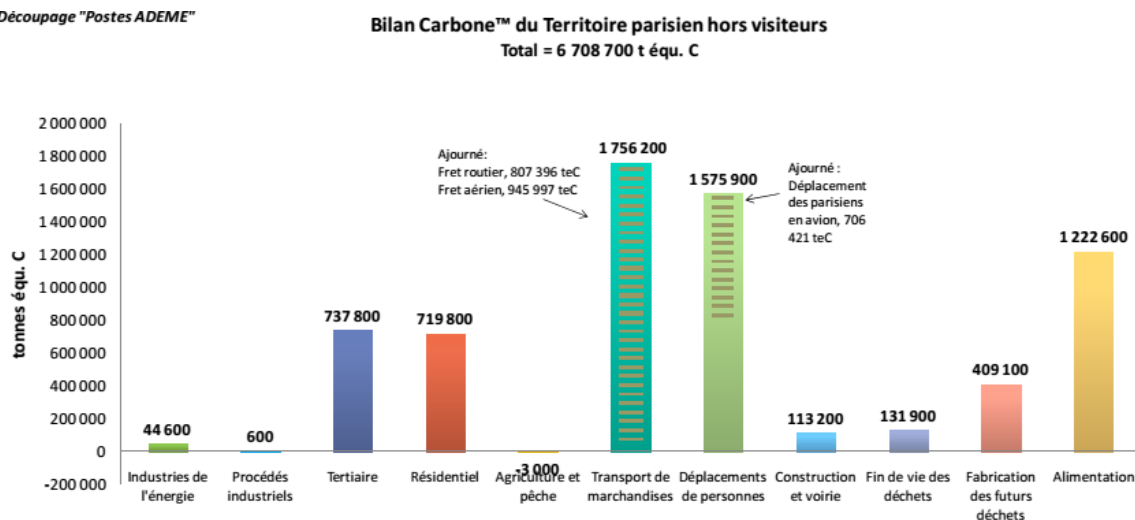


Figure 2. Bilan carbone du territoire parisien hors visiteurs (Mairie de Paris & Bilan Carbone, 2011)

Parce que les villes sont des « espace[s] construit[s] et à construire qui, dans le temps, structure[nt], transforme[nt], développe[nt] le territoire, organise[nt] la vie des hommes et le déploiement des activités, répond[ent] aux besoins en logements, en transports, en travail, en culture, en loisirs, en éducation » (Arab, 2007b), il est primordial qu'elles anticipent ces contraintes énergétiques et climatiques en les intégrant dans leurs modes de production et de renouvellement.

Rutherford & Coutard (2013) rappellent que depuis la première révolution industrielle, les villes se sont développées en exploitant les énergies fossiles, alors largement disponibles et peu chères. Au fur et à mesure de la croissance des villes, les sources d'énergies les approvisionnant se sont éloignées,

l'énergie étant transportée à travers d'importants réseaux de transport « invisibles » de la source aux consommateurs urbains. Avec l'apparition des panneaux solaires et des éoliennes, les unités de production énergétique sont réintroduites en milieu urbain et deviennent visibles.

Dans un contexte de crise énergétique et climatique, la fabrique de la ville doit donc se renouveler pour se tourner vers de nouvelles formes, de nouveaux modes d'habiter et de nouveaux modes de se déplacer. Imaginer de nouveaux modes de production et de distribution de l'énergie doit également participer à la transition énergétique des villes.

2.2. LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES : UNE PROBLEMATIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Selon Rutherford (2013, p. 1), « L'organisation spatiale des villes et des infrastructures, les modes de vie urbains et les pratiques quotidiennes sont remis en question [par la transition énergétique]. L'ensemble de ces logiques a des conséquences économiques, sociales et environnementales potentiellement perturbatrices qui doivent être prises en compte ». Du fait de ses incidences nombreuses et variées aussi bien en matière sociale, économique, culturelle, qu'en matière d'environnement ou de gouvernance, l'énergie peut être considérée comme une problématique de développement durable (cf. Figure 3).

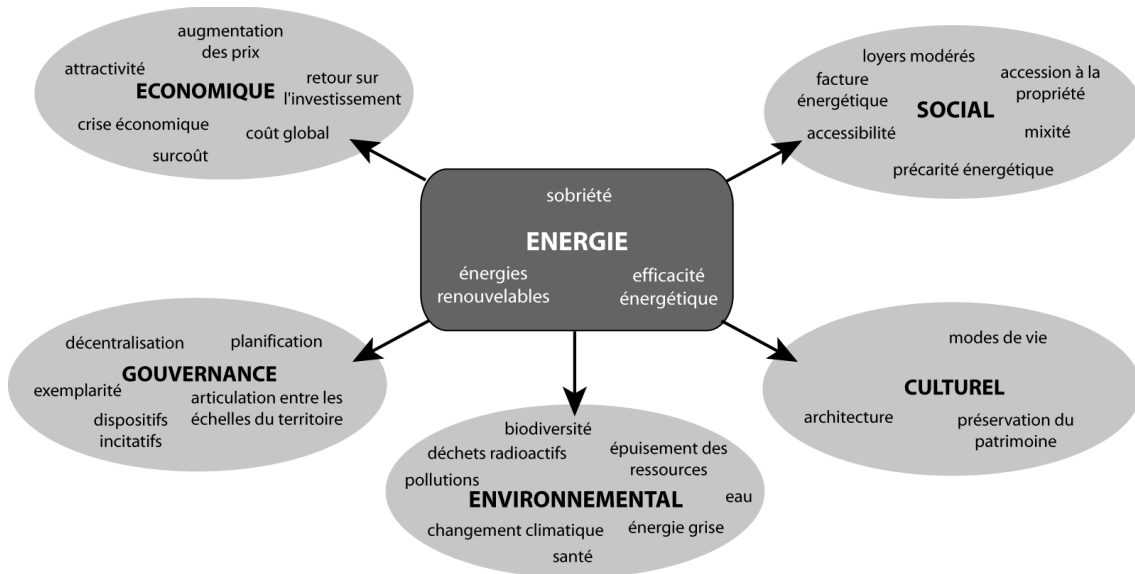


Figure 3. L'énergie, une problématique de développement durable

Les conséquences environnementales de la production, du transport et de la consommation de l'énergie sont nombreuses et variées comme nous l'avons vu dans la section précédente. Faire des économies d'énergie dans le secteur des transports et du bâtiment doit donc être réalisé dans le respect de l'environnement et de la santé humaine. Il ne faut pas dissocier les enjeux de l'énergie et du climat des autres enjeux environnementaux de pollution ou d'extinction de la biodiversité par exemple. Puisque la maîtrise de la demande de l'énergie dans le secteur du bâtiment amène à choisir des matériaux ayant une meilleure résistance thermique, il est nécessaire de ne pas le faire au défaut de leur qualité environnementale. Les analyses de cycle de vie constituent un bon moyen de mesurer

l'ensemble des impacts environnementaux d'un matériau ou d'un bâtiment et ainsi faire des choix de conception éclairés sur le plan écologique. D'un point de vue économique, la transition énergétique peut aujourd'hui nécessiter des investissements supplémentaires avec des temps de retour parfois longs. Il s'agit alors de privilégier des intérêts non économiques, bien que la crise économique soit actuellement une réalité. Par ailleurs, la transition énergétique ne doit pas accentuer les inégalités et préserver l'accès à tous aux services rendus par l'énergie : « ce sont les ménages les plus fragiles économiquement, ceux qui sont contraints d'aller chercher un foncier peu cher, loin des villes, qui n'ont pas les moyens d'acquérir les voitures les plus performantes qui souffrent déjà de l'enchérissement de l'énergie. Le défi environnemental rejoint le défi social » (Grenier, 2007, p. 136). Selon la définition retenue dans la loi du 12 juillet 2010, un ménage est en situation de précarité énergétique lorsqu'il présente une « difficulté à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat » (ADEME, 2013, p. 46). En 2006, 14,4% des ménages français étaient en situation de précarité énergétique, soit 6 700 000 individus (chiffres de l'ONPE in ADEME, 2013). L'aménagement du territoire peut remettre en question l'utilisation de l'automobile individuelle au nom de la lutte contre le changement climatique, il doit assurer l'accès au plus grand nombre à la mobilité quotidienne indispensable à la vie économique, sociale et culturelle d'une ville (Chanard, 2011; Desjardins, 2011). Hui (2001) considère qu'il est nécessaire de ne pas isoler la question des économies d'énergies des problématiques environnementales et sociales. D'autant que les études énergétiques seraient l'occasion d'analyser la qualité de l'environnement extérieur et intérieur des bâtiments. L'exemple de la qualité de l'air intérieur est à ce titre révélateur. En effet, il serait problématique que les campagnes actuelles de réhabilitation énergétique des bâtiments existants ne prennent pas en compte les préconisations sur la qualité de l'air lors du choix des matériaux. La problématique de l'énergie en ville soulève également des enjeux culturels. Culturels, dans le sens où l'amélioration de la performance énergétique doit respecter le caractère patrimonial et l'esthétique du bâti existant. L'enjeu suppose également de sensibiliser les citoyens des villes dont les cultures et modes de vie sont divers et variés, à des comportements énergétiquement plus sobres.

Enfin, la mise en œuvre d'une politique énergétique locale en faveur des économies d'énergie et du développement des énergies renouvelables suppose de créer des conditions de gouvernance territoriale adéquates. Il paraît nécessaire que cette politique soit cohérente d'un échelon territorial à l'autre et que le caractère trans-sectoriel de la problématique énergétique puisse être respecté. Comme l'explique Chanard (2011, p. 53) :

« Un projet de ville écologique économe en énergie demande une réflexion multi-échelle et multi-sectorielle. De la construction technique des bâtiments à la localisation des différentes activités en passant par l'organisation des réseaux de transport et la production d'énergies renouvelables, tout doit être mis en balance. Cette adéquation entre structure urbaine, usages énergétiques, énergie produite et distribuée est évidemment beaucoup plus commode à envisager dans une ville nouvelle ou un nouveau quartier sans contrainte héritée, mais la démarche doit valoir pour la ville dans sa globalité structurelle et fonctionnelle ».

Parce que la problématique de l'énergie en ville est plurielle, il nous paraît important de ne pas la réduire à un enjeu de réduction des besoins énergétiques. Il est nécessaire d'aborder la transition énergétique des villes comme une question plurisectorielles et multi-échelles. Les actions mises en œuvre doivent donc s'inscrire dans une logique de développement durable, dans toute sa complexité.

2.3. DES SYSTEMES ENERGETIQUES URBAINS COMPLEXES

La ville et son fonctionnement énergétique forment donc un système complexe. Selon [Keirstead \(2013\)](#), il existe trois types de représentation physique des systèmes énergétiques urbains comme le montre la [Figure 4](#). Le premier est le modèle thermodynamique. Celui-ci considère les flux d'énergie et de matières entrant dans la ville et transformés en son sein pour produire du travail et inévitablement des déchets. Ces processus de transformation de l'énergie sont régulés par les deux premiers principes de la thermodynamique. Le premier principe stipule que lors d'une transformation d'un système fermé, l'énergie est conservée, l'énergie interne du système étant échangée avec le milieu extérieur sous forme de chaleur et de travail. Selon le second principe, l'entropie (le désordre) augmente lors de la transformation d'un système thermodynamique. Le second type de modèle est fondé sur une analogie du fonctionnement de la ville avec l'activité métabolique des organismes vivants. Selon cette vision, la ville ingère des ressources qui circulent sur l'ensemble de son territoire selon des réseaux de distribution pour les utiliser avant d'en rejeter les déchets. Analyser le métabolisme urbain revient par conséquent à identifier les flux de matières entrants et sortants de la ville, ceux qui y sont stockés et l'ensemble des transformations subies par ces flux à l'intérieur du système urbain ([Barles, 2007](#)). Le troisième mode de représentation consiste à considérer la ville et ses systèmes énergétiques comme un système complexe, c'est-à-dire fait d'un grand nombre de composants reliés entre eux de multiples manières, plus ou moins directement. Chacune de ces visions permet de mettre en évidence des caractéristiques importantes des systèmes énergétiques urbains :

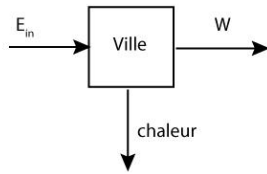
“First, the structure of urban energy systems emerges from the bottom-up. The activities of individual citizens create demands for energy services, which then require complex infrastructures in order to supply them. This sets up the dynamic of urban metabolism, the city importing energy resources and expelling wastes in order to maintain order and function. The laws of thermodynamics can be seen to govern these processes, for example, highlighting the open nature of the urban boundary and the inexorable loss of energy, or energy quality, along the steps of the energy system” ([Keirstead, 2013, p. 20-21](#)).

S'inspirant de la définition d'un système énergétique de [Jaccard](#), [Keirstead \(2013\)](#) propose de définir un système énergétique urbain comme « the combined processes of acquiring and using energy to satisfy the energy service demands of a given urban area », c'est-à-dire comme l'ensemble des processus d'acquisition et d'utilisation de l'énergie nécessaire pour satisfaire les besoins en services énergétiques d'une zone urbaine donnée.

Outre le fonctionnement énergétique de la ville, les interactions entre sa réalité physique (localisation, formes urbaines, matérialité, etc.) et les flux énergétiques, il ne faut pas négliger l'incidence de ses habitants sur les systèmes énergétiques. En effet, une grande variété d'acteurs participe au comportement énergétique du milieu urbain : usagers consommateurs, décisionnaires, industriels, gestionnaires de réseaux, etc. De ce fait, « Les besoins et les choix (par exemple, le confort), les usages et les comportements variés de ces derniers sont à la fois la source et le résultat de la complexité et la spécificité des systèmes énergétiques et de leurs reconfigurations » ([Rutherford, 2013, p. 3](#)). [Grenier \(2007\)](#) partage l'idée selon laquelle la diversité des acteurs concernés par la question de l'énergie en ville (Etat, entreprises, collectivités locales, usagers...) en renforce la complexité. Au vu de la complexité du système urbain, [Maizia, \(2002\)](#) estime « qu'il est actuellement impossible de proposer un modèle de système urbain intégré qui reconstituerait l'ensemble des articulations existant entre toutes les

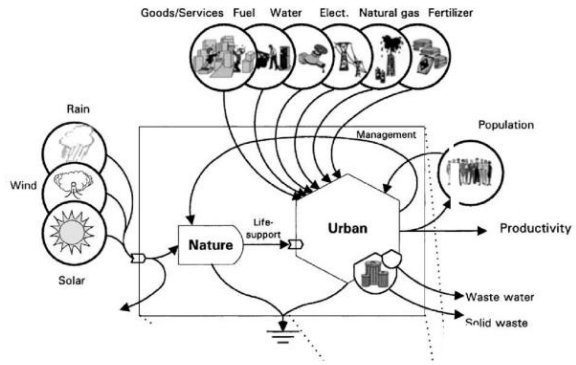
phénoménologies concernant l'environnement et entre toutes les caractéristiques physiques et socio-économiques de l'urbain ». (Maizia, 2002, p. 8).

MODELE THERMODYNAMIQUE



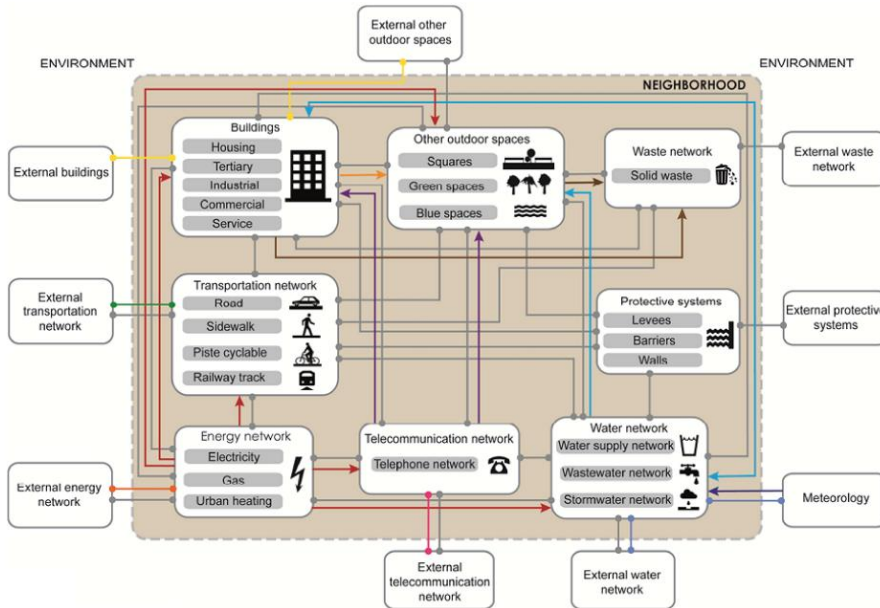
Source: Keirstead, 2013

MODELE METABOLIQUE



Source: Huang et al., 2001

MODELE SYSTEMIQUE



Source: Balsells et al., 2013

Figure 4. Illustrations des trois modes de représentation physique des flux énergétiques en ville

La complexité relative au milieu urbain et son influence sur la nature et la forme des systèmes énergétiques sont encore trop négligées par les acteurs en charge de ces systèmes (Rutherford & Coutard, 2014). Ceux-ci considèrent généralement la ville simplement comme le dernier maillon de la chaîne d'approvisionnement en énergie, en négligeant toute la complexité du système énergétique urbain. Si les recherches relatives à l'énergie commencent à prendre en compte les spécificités du milieu urbain, l'inverse est encore exceptionnel. En effet, Rutherford & Coutard (2013) ont remarqué à partir d'une recherche par mots clés dans les revues *Urban Studies* et *Energy policy*, qu'un grand nombre de publications en politique énergétique portent sur le milieu urbain et ses spécificités, alors que rares sont les publications sur la ville en urban studies qui font référence à la question de l'énergie.

Selon Magnin (2010), les politiques énergétiques doivent considérer le système énergétique urbain dans toute sa complexité si elles veulent être efficaces : « un système urbain à basse consommation d'énergie, ce n'est donc pas une collection d'objets performants posés (bâtiments) ou roulant (véhicules) sur un territoire. C'est un ensemble complexe de relations entre de multiples objets ». Outre les caractères physiques du territoire, l'auteur comprend dans le système urbain l'organisation de ses fonctions par les autorités locales : « Les composantes de ce système s'appellent : planification urbaine, politique foncière, performance énergétique des bâtiments, accessibilité aux services et magasins, organisation de la mobilité, partage de l'espace public entre usagers divers, etc. ». Malheureusement, l'auteur remarque que les mesures mises en place par les collectivités s'apparentent souvent davantage à « une collection d'actions ponctuelles qu'à une politique coordonnée » (Magnin, 2010, p. 33).

En plus de devoir être considérée comme une problématique de développement durable, la réalisation de la transition énergétique ne doit pas négliger le caractère éminemment complexe du système énergétique urbain. Les interrelations entre les composantes du système énergétique urbain ne doivent donc pas être oubliées lors de la mise en œuvre d'actions en faveur de l'énergie ou du climat. Il est nécessaire d'avoir une vision systémique de la transition énergétique et non de mettre en place des actions isolées sur l'une ou l'autre des composantes du système. En d'autres termes, il faut avoir à l'esprit que « l'énergie est partout et [que] tout est énergie » (Souami et al., 2006).

3. LES LEVIERS D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ ÉNERGÉTIQUE DES VILLES DANS LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Poussées par la volonté d'optimiser la performance énergétique des villes dans un contexte de crise énergétique, de nombreuses études cherchent à identifier les points sur lesquels il est intéressant d'agir. Notre objectif dans cette partie est donc de mettre en évidence les principaux leviers d'actions reconnus par la communauté scientifique pour améliorer la qualité énergétique des zones urbanisées.

3.1. DENSIFIER LES VILLES : LA SOLUTION AUX ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ?

Aujourd'hui, nombreuses sont les villes en Europe ou en Australie qui promeuvent la ville dense (Boyko & Cooper, 2011). Mais, la ville dense ainsi promue ne correspond pas toujours à la même réalité en raison du grand nombre d'indicateurs pouvant être utilisés. Les objets mesurés peuvent varier (densité bâtie, densité de population, densité des ménages) ainsi que l'unité considérée. Les termes ville dense et ville compacte sont parfois utilisés de manière indifférenciée, alors qu'ils désignent des objets différents. Pouyanne (2004) définit la ville compacte par opposition à la ville étalée, celle-ci se caractérise par de fortes densités et par la continuité de son urbanisation. La définition de Pouyanne correspond à ce qu'appellent Salat & Nowacki (2010) la compacité de l'agglomération, à ne pas

confondre avec la compacité d'un bâtiment ou d'un bloc urbain, qui elle, est définie par le rapport entre la surface d'enveloppe et le volume bâti. Par ailleurs, la densité est un concept de mesure de la distribution d'un objet dans l'espace (Duhayon, Pages, & Prochasson, 2002). Il est donc nécessaire de préciser l'objet considéré dans la mesure (les habitants, les logements, les bâtiments, les emplois, etc.) ainsi que la surface considérée (l'agglomération, la surface bâtie, l'îlot, etc.). Par exemple, la densité de la population peut être dite brute et renvoyer au rapport entre une population ou un nombre de logements sur une unité de surface du territoire ou être nette et ainsi correspondre au rapport entre une population et la surface bâtie qu'elle occupe. Ainsi la notion de densité recouvre un grand nombre de réalités différentes suivant l'objet et l'échelle de la mesure. Les différentes recherches universitaires traitant du lien entre énergie et territoire sont organisées autour d'objets techniques (le bâtiment, les transports et les infrastructures urbaines), d'expertises très précises sur les modes de transport ou certaines parties du bâtiment par exemple (Desjardins, 2011). La littérature est également divisée selon les disciplines scientifiques. Desjardins remarque d'ailleurs que les recherches distinguent deux échelles pour aborder la question de l'énergie et du territoire : l'échelle métropolitaine ou régionale, et l'échelle du secteur d'agglomération ou d'un ensemble de quartiers. A la première échelle, les recherches ont pour objet de mettre en évidence les éléments d'organisation territoriale influençant l'impact énergétique et climatique des déplacements quotidiens de personnes et parfois des bâtiments. A la seconde échelle, il est question de mesurer ou de prévoir les besoins énergétiques en matière de déplacements et d'utilisation des bâtiments en fonction des propriétés d'un quartier. Toutefois, quelle que soit l'échelle considérée, le terme « formes urbaines » est employé de manière générique, alors qu'il recouvre des définitions différentes.

L'intérêt de la communauté scientifique pour l'étude du lien entre ville et énergie a fluctué dans le temps, au rythme des crises énergétiques (Desjardins & Llorente, 2009) avec un grand nombre de publications au lendemain du premier choc pétrolier. Après une période de creux dans les années 1980, cette thématique de recherche s'est à nouveau développée au milieu des années 1990 avec la montée en puissance des questions climatiques et l'importante diffusion des travaux de Newman et Kenworthy. Steadman (1979) fut l'un des premiers à établir un lien entre forme de la ville, sa densité et les consommations énergétiques des secteurs du transport, des commerces et du logement. Il conclut que la densité permet de réduire l'énergie liée à la demande de déplacements mais augmente les besoins d'éclairage et de rafraîchissement, limite le recours à l'énergie solaire et exige des modes constructifs énergétiquement plus intensifs (Laigle & Matthys, 2012; Maizia et al., 2010; Mitchell, 2005). Mais rapidement, Steadman enrichit son analyse partant des théories de formes urbaines développées par Lionel March. La densité n'apparaît plus comme la seule variable influençant la demande énergétique, dans la mesure où, à densité égale, la ville peut prendre des formes très différentes. Les contraintes sur les bâtiments en matière d'éclairage, de ventilation et d'apports solaires peuvent se révéler très variables. Steadman conclut donc que densité et forme urbaine sont des facteurs déterminants de la demande énergétique des bâtiments et des transports (Maizia et al., 2010; Mitchell, 2005). En 1989, Newman et Kenworthy ont comparé 37 métropoles nord-américaines, européennes, australiennes et asiatiques en fonction de la quantité de carburant consommée chaque année par personne pour leurs déplacements. La courbe ainsi obtenue correspond à un classement des villes plus ou moins énergivores : en matière de transport, les villes les moins denses apparaissent comme les plus consommatrices en énergie. Le choix modal de transport et en particulier le recours à l'automobile, les distances parcourues et les consommations d'énergies associées seraient ainsi conditionnés majoritairement par la densité (Bannister et al. 1997 cité par Maizia et al. 2010). Mais, selon Mindali, Raveh, & Salomon (2004), ce n'est pas réellement la densité urbaine qui influe sur les besoins énergétiques des déplacements, mais plutôt la densité d'emplois dans la ville-centre et les centres

tertiaires qui jouerait un rôle déterminant. Contrairement à Newman et Kenworthy, [Mindali et al. \(2004\)](#) recommandent de favoriser les parcours radiants pour les trajets quotidiens domicile-travail. La comparaison des organisations urbaines par [Marquez et al. \(1999\)](#) à partir du modèle TRANPLAN conclut que le modèle de la ville compacte – défini comme une densification de la population et des logements dans le centre et la première couronne – est le moins émetteur en CO₂, la moins consommatrice en carburant et le plus optimale en termes de distances parcourues et de durée de trajets ([Maizia et al., 2010](#)). Néanmoins, la ville polycentrique, c'est-à-dire une aire métropolitaine entourée de différents pôles tertiaires denses et relativement indépendants, apparaît également performante même si moins performante que la ville compacte. Après une revue de la littérature scientifique sur les liens entre ville, énergie et gaz à effet de serre, [Desjardins & Llorente \(2009\)](#) mettent en évidence trois points sur lesquels les recherches convergent :

- Pour les grandes métropoles, plus la densité urbaine est grande, plus l'énergie consommée per capita pour les déplacements individuels diminue ;
- Dans les pays développés, la consommation énergétique per capita pour les déplacements individuels locaux et l'habitat est plus importante dans les espaces à densité faible (généralement périurbains ou ruraux) que dans les zones denses ;
- La présence de transports en commun dans des zones à densité comparable contribue à la réduction des émissions de GES des déplacements.

[Boyko & Cooper \(2011\)](#) ont mis en évidence les avantages et les inconvénients de la densité urbaine à partir de la revue de 75 études scientifiques. Nous avons repris dans le [Tableau 2](#) les effets positifs et négatifs de la densité urbaine mis en évidence par les auteurs en matière d'énergie. Les effets de la densité urbaine relevés sont de plusieurs types :

- Déplacements (besoins, modes, congestion du trafic),
- Consommations énergétiques nécessaires au confort thermique des espaces extérieurs et intérieurs (besoins de chauffage, de rafraîchissement, de ventilation),
- Besoins énergétiques pour l'éclairage des bâtiments,
- La production d'énergies renouvelables,
- Rentabilité des réseaux (de transports en commun, de chaleur, de froid),
- Emissions de GES,
- Innovation écologique,
- Énergie nécessaire au fonctionnement des réseaux
- Intensité énergétique des modes de construction.

Outre la grande diversité des effets induits par la densification urbaine, les effets identifiés se manifestent à des échelles très contrastées (agglomération, quartier, îlot, bâtiment) et renvoient à des choix allant de la stratégie de planification urbaine à des choix de forme architecturale.

L'un des premiers avantages de la densité urbaine avancés par ses partisans est que la concentration des hommes et des activités limiterait les besoins de déplacements quotidiens et par conséquent la consommation de carburant et les émissions de GES associées. Si la densité permet de renforcer la viabilité et l'efficacité des transports publics, elle aggrave également les problèmes de congestion à la fois automobile (embouteillages, pollutions, accidents, stationnements), piétonnier (encombrement des espaces publics) et des transports publics. De plus, la ville compacte contribue à une augmentation de la pollution de l'air et des nuisances sonores. La vulnérabilité environnementale de l'espace urbain

s'en trouve ainsi amplifiée, ce qui incite ses habitants à quitter le milieu urbain plus fréquemment (Maignant, 2005). Si la densification a tendance à réduire les déplacements quotidiens, elle a aussi tendance à augmenter la fréquence des déplacements des citoyens hors des centres urbains denses pour leurs loisirs, contrairement aux périurbains qui passent plutôt leurs fins de semaine chez eux du fait d'un accès facilité à des espaces verts (jardins privés ou publics). Ce phénomène, théorisé par Orfeuil & Soleyret (2002) et intitulé « l'effet barbecue » aurait donc tendance à relativiser l'impact de la morphologie urbaine sur la dépendance énergétique du territoire.

La compacité du bâti permet de réduire les besoins énergétiques pour le chauffage surtout si l'orientation du bâti lui permet de profiter des apports solaires. Si la ville dense a tendance à privilégier les bâtiments compacts par opposition au périurbain pavillonnaire, elle ne permet que rarement l'optimisation de l'orientation des bâtiments en fonction de la course du soleil. Les ombres portées induites ou le manque de possibilité d'optimisation de l'orientation du bâtiment limitent le potentiel de recours à la production d'énergie solaire. La densité permet par ailleurs d'augmenter la proximité voire la contiguïté des bâtiments et donc les échanges thermiques entre les bâtiments. Si retenir la chaleur est avantageux l'hiver, le phénomène d'îlot de chaleur urbain augmente les besoins énergétiques nécessaires au rafraîchissement des bâtiments. Améliorer l'environnement urbain et réduire les nuisances (bruit, pollutions, etc.) en limitant notamment la circulation des voitures incitera les usagers à recourir aux transports doux et à privilégier la ventilation naturelle à la climatisation très énergivore (Steeemers, 2003). Plus la densité bâtie augmente, plus les conditions favorables à la végétation se réduisent, ce qui réduit d'autant la possibilité pour la végétation de contribuer au rafraîchissement des espaces extérieurs pendant les périodes chaudes. Dans les zones denses, la vitesse et la structure des vents se trouvent modifiées, ce qui limite le recours possible à la ventilation naturelle. Une densification importante peut amener à surélever les bâtiments, ce qui augmente les besoins énergétiques des ascenseurs.

Nous observons également sur le tableau que le nombre d'avantages et d'inconvénients de la densité urbaine en matière d'énergie identifiés dans la littérature scientifique par Boyko & Cooper (2011) et (Hui, 2001) sont identiques (dix). En revanche, le nombre de chercheurs démontrant les avantages de la densité sont bien supérieurs à ceux démontrant ses inconvénients. Si ce tableau a le mérite de répertorier les différents effets de la densité en matière d'énergie, il ne permet en aucun cas d'appréhender l'ampleur de ces phénomènes. Pour pouvoir arguer pour ou contre la densité, il faudrait pouvoir quantifier ces effets et être en mesure de les comparer. Peu de recherches s'attachent à notre connaissance à faire ce difficile travail de quantification, de mesure des incidences de la densité sur la qualité énergétique d'un territoire. Quoi qu'il en soit, bon nombre d'effets ne peuvent être comparés : comment mesurer la capacité à favoriser l'innovation et la comparer à des consommations énergétiques ou à l'accès au soleil ?

Tableau 2. Avantages et inconvénients de la densité urbaine en matière d'énergie d'après Boyko & Cooper (2011) et (Hui, 2001)

| Avantages de la densification urbaine | Inconvénients de la densification urbaine |
|--|--|
| Réduit la consommation énergétique des bâtiments, en augmentant leur densité et leur compacité [Burchell and Listokin (1982) as cited in Hui (2001)] | Augmente l'intensité énergétique des modes de construction des bâtiments [Rydin (1992)] |
| Facilite l'échange thermique entre les bâtiments [DETR (1998); Norman et al (2006)] | Limite le potentiel d'utilisation de panneaux solaires [Owens (1992); Rydin (1992); Hui (2001)] |
| Favorise l'innovation en matière de conception écologique [Alexander and Tomalty (2002), Anderson, Kanaroglou, and Miller (1996), Breheny (1992b), Broberg and Kyttä(2010); City of Newcastle upon Tyne (1993),cited in Churchman (1999), City of Vancouver (2008), DETR (1998), DoE (1994),ECOTEC (1993), Holden and Norland (2005), Newman and Kenworthy (1989,1991), Owens (1992), Regional Municipality of York (1994), Stenhouse (1992),both as cited in Churchman (1999)] et de système de transport [Broberg and Kyttä (2010) and Owens (1992)], dans la mesure où des économies énergétiques et financières peuvent être réalisées dans les projets à forte densité | Aggrave les problèmes de congestion du trafic, de stationnement et d'accidents de la circulation [Breheny (1992b), De Roo and Miller (2000), DETR (1998), Jenks et al. (1996), Llewelyn-Davies (1998), Rydin (1992), Troy (1996), as cited in Churchman (1999), and Williams et al. (2000)] |
| Augmente la faisabilité des réseaux de chauffage et de froid urbains, généralement plus efficaces que les solutions individuelles [Hui (2001)] | Engendre des densités de piétons trop élevées et congestionne les transports publics [Roberts (1978), as cited in Churchman (1999), Ruback and Pandey (1992)] |
| Réduit les émissions de GES des énergies fossiles et l'empreinte carbone [Alexander and Tomalty (2002), Burton (2000a), Churchman (1999), City of Vancouver (2008), DETR (1998), Gordon (1997), as cited in LSE (2006); Holden and Norland (2005), Kamal-Chaoui and Robert (2009), Llewelyn-Davies (1998), LSE (2006), Mayor of London (2008), National House-Building Council (2007), Urban Task Force (1999), Williams et al. (2000), Willis, Turner, and Bateman (2001); Woodhull (1992), as cited in Churchman (1999)] | Augmente la consommation énergétique des ascenseurs dans les bâtiments de grande hauteur [Hui(2001)] |
| Renforce l'efficacité et la viabilité des transports en commun [Berridge Lewinberg Greenberg Ltd. (1991), as cited in Churchman (1999), Breheny (1996), Churchman et al. (1996), as cited in Churchman (1999), City of Vancouver (2008), De Roo and Miller (2000), DETR (1998), Haughey (2005), Hillman (1996), Holden and Norland (2005), Llewelyn-Davies (1998), Mayor of London (2008); New York City Planning Commission (1993), as cited in Churchman (1999), Newman and Kenworthy (1989), Portnov and Errell (2001), Regional Municipality of York (1994), Reid (1986), both as cited in Churchman (1999), Owens (1992), Rydin (1992), Stenhouse (1992), as cited in Churchman (1999); Urban Task Force (1999), and Williams et al. (2000)] | Réduit les flux d'air dans les rues et par conséquent les possibilités de ventilation naturelle des bâtiments [Givoni (1989) as cited in Skinner (2006); Givoni (1998) as cited in Hui (2001)] |
| Limite l'exposition au soleil des bâtiments durant l'été [Hui (2001)] | Augmente les besoins de rafraîchissement des bâtiments en raison de l'accroissement de l'effet d'îlot de chaleur urbain [Coutts, Beringer, & Tapper (2007); Hui (2001); Oke (1987) as cited in Skinner (2006)] |
| Offre plus d'opportunités aux modes doux [Bannister (1992), Woodhull (1992), as cited in Churchman (1999)] | Empêche la végétation de pousser et de rafraîchir la température extérieure en limitant l'accès au soleil [Giridharan, Lau, Ganesan, & Givoni (2008)] |
| Diminue le nombre de déplacements motorisés et la longueur des déplacements [Bannister (1992), Bartholomew (2007), Berridge Lewinberg Greenberg Ltd. (1991), as cited in Churchman (1999), Breheny (1992b), Haughey (2005), Kamal-Chaoui and Robert (2009); Stenhouse (1992), as cited in Churchman (1999), Stone et al. (2007), Woodhull (1992), as cited in Churchman (1999)] | Réduit l'éclairage naturel et les apports solaires potentiels [Hui (2001), Steemers (2003)] |
| Réduit la longueur des réseaux d'eau et donc l'énergie nécessaire au pompage [Hui (2001)] | Augmente la fréquence des déplacements de loisirs hors de la ville des habitants des centres urbains denses [Kennedy (1995); Vilhelmson (1990) both as cited in Holden & Norland (2005)] |

Par ailleurs, la qualité énergétique d'un territoire urbain ne peut être limitée à la question de sa densité, quelle qu'en soit sa définition (Duhayon et al., 2002). La question du lien entre forme de la ville et énergie se révèle bien plus complexe au vu de la variété de réalités recouverte par la densité des interrelations entre ses effets. D'ailleurs la communauté scientifique n'arrive pas à définir un degré optimal de densification d'un territoire, pour lequel les bienfaits de la densité seraient supérieurs à ses inconvénients, ni sur la forme qu'elle doit prendre. En effet, il n'y a pas un unique modèle d'organisation territorial dense, et surtout il n'y a pas une seule morphologie urbaine correspondant à une densité démographique élevée. Pour densifier, il existe plusieurs solutions : il est possible d'augmenter la profondeur des bâtiments, d'augmenter la hauteur des bâtiments, de réduire l'espace entre les bâtiments ou d'augmenter la compacité (privilégier les immeubles collectifs aux maisons individuelles dans les espaces périurbains par exemple) (Steemers, 2003). A densité égale les formes urbaines peuvent être très différentes. Il n'existe pas de rapport entre densité et types d'habitat (Certu, 2010a). La densité n'est donc pas un critère de conception, il s'agit avant tout de choisir des formes urbaines adaptées à chaque contexte et non pas de rechercher un niveau élevé de densité. Contrairement à la Charte d'Athènes, la Charte d'Aalborg, texte de référence pour l'urbanisme durable, considère qu'il faut limiter l'étalement de la ville et que les formes urbaines à développer ne doivent pas être génériques mais au contraire adaptées à chaque contexte (caractéristiques physiques du site et enjeux du territoire). Par conséquent, la Charte d'Aalborg, conformément à l'avis de la communauté scientifique, ne privilégie pas une forme urbaine ni un niveau optimal de densité. Un grand nombre de variables sous-jacentes nécessitent également d'être considérées : morphologie urbaine, concentration des activités et des emplois, mixité et agencement des fonctions, efficacité de l'offre de transports en commun, etc. Desjardins & Llorente (2009) concluent à partir d'une revue de la littérature scientifique qu'agir sur l'agencement entre individus, activités et réseaux de transport est plus efficace qu'agir uniquement sur la forme urbaine ou la densité afin de créer les conditions urbaines propices à une mobilité énergétiquement économe et peu émettrice en GES. Selon Grenier (2007), les leviers d'actions possibles pour maîtriser les besoins de mobilité des biens et des personnes sont les modes et volumes transportés, ainsi que les motifs, longueurs, vitesses et enchainements des déplacements. S'il est donc possible d'agir sur les formes urbaines et sur l'offre en transports en commun ou en espaces verts d'une ville pour limiter sa consommation énergétique, il faut relativiser l'effet de ces actions. En effet, comme le rappellent Laigle & Matthys (2012), s'il est démontré qu'il existe une corrélation entre les caractéristiques des formes urbaines et des transports et la consommation énergétique de la communauté correspondante, cette corrélation n'est pas nécessairement un lien de causalité. D'autres déterminants sont à considérer pour expliquer la longueur et la fréquence des déplacements des citoyens et donc leurs impacts énergétiques, notamment les facteurs sociaux, démographiques et économiques (genre, revenus, structure des ménages, etc.).

En plus de l'ambiguïté inhérente à la notion de densité, la communauté scientifique ne semble pas encore unanime sur les bienfaits de la densification du point de vue de l'énergie et du climat. Les conclusions sur l'incidence des formes urbaines sur la consommation énergétique sont contrastées (Salat, Celnik, Nowacki, & Vialan, 2009) Pouyane (2004) parlent même de controverse pour désigner les débats scientifiques autour des avantages de la ville compacte en termes de mobilité. Plus qu'une question de densité, le lien entre ville et énergie met en évidence un certain nombre de paramètres pouvant avoir une incidence sur la qualité énergétique d'un territoire. La transition énergétique des villes suppose donc la réalisation de choix stratégiques au moment de la planification urbaine notamment en termes de réseaux et en particulier de réseaux de transports en commun, lors de la

conception des formes urbaines, et nécessite de mettre en œuvre des actions pour limiter les nuisances du milieu urbain.

3.2. DECENTRALISER LES SYSTEMES ENERGETIQUES URBAINS ET MULTIPLIER LES UNITES DE PRODUCTION ?

La densité facilite le développement de réseaux urbains de production et de distribution de chaleur ou de froid. En effet, la concentration d'un plus grand nombre d'utilisateurs permet de réduire les coûts de distribution même si les coûts d'investissement se révèlent plus importants. Les réseaux énergétiques urbains présentent certains avantages comparés aux solutions individuelles (Rezaie & Rosen, 2012). Tout d'abord, ils seraient énergétiquement plus efficaces, et donc plus économes en combustibles. Cette solution se révèle assez flexible, puisqu'il est possible de changer la source énergétique alimentant le système. Surtout, les réseaux de chaleur permettent de combiner différentes sources énergétiques. Ils représentent ainsi un bon moyen de valoriser des sources d'énergies renouvelables, telles que la géothermie, et de récupération locales (incinération des déchets ménagers, récupération de chaleur sur les eaux usées ou les data center, etc.). La maîtrise du système peut permettre d'améliorer relativement aisément l'impact environnemental et surtout carbone d'un territoire. Il est en effet plus facile d'améliorer le système de production de chaud ou de froid d'un réseau urbain que de maîtriser le remplacement des dispositifs individuels des bâtiments ou des logements de tout un quartier.

Le modèle de réseaux urbains centralisés hérités du XIX^{ème} siècle est aujourd'hui remis en question (Coutard & Rutherford, 2013). Au nom du développement durable, une myriade de solutions décentralisées est préférée aux réseaux centralisés. Ils proposent la notion de « ville post-réseau » pour désigner une ville dans laquelle émerge une collection de solutions technologiques dispersées et alternatives aux grands réseaux d'infrastructures. Quatre formes d'urbanisme « post-réseau » ont été identifiées en fonction de leur degré d'autonomie dans l'organisation sociotechnique et du caractère collectif ou individuel de la décision. Le schéma « hors-réseau » correspond à la situation où une communauté locale a souhaité s'affranchir des réseaux nationaux pour tendre vers l'autonomie. Le second schéma, appelé « boucler la boucle » par les auteurs, repose sur le principe de métabolisme urbain. Ici la décentralisation des réseaux a pour objectif de créer localement des boucles de recyclage. Le type « au-delà du réseau » renvoie aux installations indépendantes mises en place dans les zones périphériques des villes non desservies par les grands réseaux (assainissement et gaz généralement). Enfin le quatrième schéma, « injection dans le réseau », correspond à une organisation en réseau où des producteurs individuels et indépendants ont la possibilité d'injecter leur énergie sur le réseau. Le consommateur peut donc devenir fournisseur, la centralisation du contrôle est réduite au profit des producteurs indépendants. Dans la même lignée, les chercheurs du projet « écoquartiers NEXUS énergie » ont identifié trois schémas d'approvisionnement énergétique¹¹ qui pourraient être mis en place dans les quartiers à l'horizon 2040 : l'ensemble de « systèmes individualisés », le « réseau centralisé » ou le « réseau dé-centralisé » (Menanteau, 2013, p. 123). Le modèle dé-centralisé apparaît comme un entre-deux où le réseau permet de mutualiser la chaleur produite par de nombreuses sources réparties sur le quartier et de la distribuer en fonction des besoins. Ce modèle tire donc parti

¹¹ Les hypothèses sous-tendant ces trois scénarios prévoient des quartiers mixtes, composés à la fois de bâtiments neufs à énergie positive et de bâtiments réhabilités pour lesquels la demande de chaleur est réduite mais non nulle (ECS). Les chercheurs considèrent aussi que même si le recours à des énergies renouvelables locales serait privilégié et soutenu par des aides publiques, l'utilisation d'énergies fossiles persistera.

des avantages des deux autres modèles. En effet, la distribution de la chaleur dans un réseau à basse température, voire très basse température permet de valoriser la chaleur produite par des unités de production plus modestes et est compatible avec des bâtiments aux besoins réduits en chaleur.

Cette évolution des réseaux énergétiques est soutenue par les progrès effectués dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, qui offre les outils de gestion dynamique de ces réseaux où les consommateurs peuvent devenir des producteurs. Le réseau électrique est le premier réseau énergétique à bénéficier des possibilités offertes par ces nouvelles technologies : les « smart grids ». Un réseau dit intelligent a la capacité d'intégrer le comportement et les actions de l'ensemble de ses utilisateurs (producteurs, consommateurs ou les deux à la fois) pour répondre plus efficacement à la demande en électricité et assurer la sécurité de l'approvisionnement (Clastres, 2011). Les différences entre un réseau électrique intelligent et un réseau électrique classique sont répertoriées dans le Tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques des réseaux intelligents comparées aux réseaux classiques existants d'après (Farhangi, 2010)

| Existing grid | Smart grid |
|------------------------|--------------------------|
| Electromechanical | digital |
| One-way communication | Two-way communication |
| Centralized generation | Distributed generation |
| Hierarchical | Network |
| Few sensors | Sensors throughout |
| Blind | Self-monitoring |
| Manual resotring | Self-healing |
| Failures and blackouts | Adaptative and islanding |
| Limited control | Pervasive control |
| Few customer choices | Many customer choices |

Dotés de capteurs, de compteurs communicants, ces nouveaux réseaux sont capables de transmettre en temps réels les informations entre producteurs et consommateurs et inversement, et ainsi de faire face rapidement aux problèmes survenant sur le réseau. Ces réseaux sont décentralisés, la production électrique se faisant dans de multiples unités de production de taille plus ou moins importante. Certaines parties du réseau peuvent ainsi être isolées en cas de besoin, la production et la distribution se faisant à une échelle plus restreinte. Ce ne sont pas des réseaux locaux autonomes mais plutôt des réseaux locaux ou régionaux interconnectés. Les avantages attendus des « smart grids » sont variés (Clastres, 2011) :

- Les consommateurs mieux informés sur leur consommation peuvent jouer un rôle actif sur le réseau, les pics de consommation peuvent être réduits et l'efficacité énergétique améliorée ;
- L'intégration des énergies renouvelables et des dispositifs de stockage de l'énergie sur les réseaux électriques ;
- L'amélioration de la qualité du service de distribution de l'électricité ;
- L'optimisation de l'utilisation des équipements électriques ;
- La flexibilité, l'anticipation et l'adaptation à l'évolution des besoins et des technologies ;

- Le développement des systèmes d'information et l'amélioration de l'accès aux données des différents acteurs en maîtrisant les contraintes éthiques de la confidentialité de telles données.

Ces nouveaux réseaux « intelligents » rendent possible la valorisation des énergies renouvelables et de récupération réparties dans le milieu urbain. Ils permettent ainsi de faire face au caractère intermittent de la production d'énergie renouvelable, répartissant en temps réel l'énergie en fonction des besoins des consommateurs. Des solutions de stockage et de cogénération peuvent dès lors être installées. Par exemple, des véhicules électriques pourraient servir de stockage d'électricité et la restituer sur le réseau lors des pics de consommation. Des systèmes de tarification dynamique incitant les consommateurs à modifier leurs comportements pourraient facilement être mis en place sur ces réseaux. Bon nombre de technologies et de services associés à ces réseaux intelligents sont d'ores et déjà disponibles : compteurs intelligents, réseaux communicants, tarification dynamique, système d'automatisation, dispositifs d'information (Hledik, 2009). Les bénéfices attendus des réseaux intelligents pourraient se démultiplier avec leur généralisation. Selon les projections de Hledik (2009) sur le marché de l'électricité américain, la mise en place des « smart grids » permettrait de réduire les émissions annuelles de CO₂ du secteur de l'énergie entre 5% et 16% en 2030¹². Quelques expérimentations de « smart grids » dans des quartiers sont recensées en France, IssyGrid à Issy-les-Moulineaux¹³ et Nice Grid¹⁴ sont les expérimentations les plus connues.

Si ce mouvement de décentralisation des réseaux peut apparaître bénéfique, il risque également de créer des « niches pour une minorité aux dépens de la majorité [...] en termes économiques, sociaux et environnementaux » (Coutard & Rutherford, 2013, p. 24). Plusieurs risques sont ainsi identifiés par les auteurs : fragilisation de l'égalité d'accès aux services urbains, jusque-là assurée par les réseaux centralisés ; augmentation du coût global de la fourniture de services ; maîtrise difficile des externalités environnementales des installations individualisées (pour les installations de traitement d'eau). Il paraît donc important de veiller à encadrer la mise en place de ces solutions dispersées.

La décentralisation des réseaux énergétiques et en particulier du réseau électrique suppose d'abord la question énergétique à une échelle intermédiaire entre le bâtiment et le grand territoire, l'échelle du quartier apparaît alors appropriée. A cette échelle, la mutualisation des moyens de production énergétique peut être envisagée et le problème de la consommation énergétique des bâtiments et des transports peut être abordé de manière intégrée.

¹² L'auteur compare dans cet article, l'impact de deux scénarios de développement des « smart grids », le premier correspond à une projection de l'état actuel des technologies et du contexte, alors que le second prend en compte les effets de la généralisation des « smart grids » à échelle nationale.

¹³ Pour plus d'informations se rendre sur le site internet du projet : <http://issygrid.com/>

¹⁴ Pour plus d'informations sur l'expérimentation niçoise, se rendre sur le site internet du projet : <http://www.nicegrid.fr/nice-grid-le-projet-4.htm>

3.3. INTEGRER L'ENERGIE DANS LES CHOIX URBANISTIQUES

LES DETERMINANTS DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DU BATI : DES LEVIERS URBANISTIQUES

Dans les bâtiments résidentiels, l'énergie consommée est répartie en quatre postes : le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la cuisson et les usages spécifiques de l'électricité (éclairage, appareils électroménagers, équipements informatique et audio-visuels...). Comme nous l'avons vu plus haut, le chauffage représente le premier poste de consommation des logements en France (ADEME, 2011a), même si l'énergie spécifique consommée dans les logements ne cesse d'augmenter. Il est donc primordial de maîtriser les besoins de chauffage des bâtiments résidentiels. Dans les bâtiments de bureaux, l'éclairage et la consommation énergétique de la ventilation et des équipements sont des postes de consommation non négligeables, au même titre que le chauffage et la climatisation lorsqu'elle existe (Steemers, 2003).

Il existe une grande diversité de facteurs déterminants la consommation d'énergie d'un bâtiment (Mitchell, 2005). Selon Baker et Steemers (1992), cinq variables influencent la performance énergétique d'un bâtiment: le climat, la géométrie urbaine, l'architecture du bâtiment, l'efficacité des équipements et le comportement des occupants (Ratti, Baker, & Steemers, 2005). Mis à part le climat considéré comme une donnée d'entrée, les autres facteurs sont aux mains de différents acteurs du développement urbain : l'urbaniste, l'architecte, l'ingénieur systèmes et l'occupant. Si les auteurs évaluent la contribution de l'efficacité des systèmes et du comportement des occupants respectivement à un facteur 2 chacun, et à 2,5 celle de l'architecture, ils ne savent pas quantifier précisément l'impact de la géométrie urbaine Figure 5. Comme l'écart observé entre la consommation énergétique de deux bâtiments ayant la même fonction peut atteindre un facteur 20, les auteurs déduisent que le facteur relatif à la géométrie urbaine est égal à 2. La géométrie urbaine influe sur l'accès des façades à la lumière naturelle et au soleil mais aussi sur le microclimat urbain (Givoni, 1989 as cited in RATTI et al., 2005). A l'issue de travaux de modélisation sur trois villes (Londres, Berlin et Toulouse), les auteurs ont évalué à 10% la contribution de la géométrie urbaine sur la performance énergétique d'un bâtiment. Toutefois, si l'on considère non plus les facteurs comme indépendants mais comme interdépendants, le dessin urbain devrait théoriquement influencer l'ensemble des facteurs suivants, et de fait agir plus largement sur la performance du bâti.

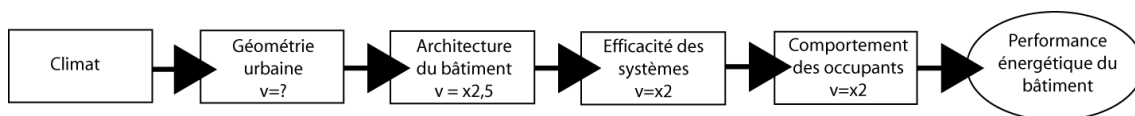


Figure 5. Les différents facteurs influençant la performance énergétique d'un bâtiment et leur degré de contribution (Ratti et al., 2005)

D'après Maizia et al. (2010), les paramètres suivants sont unanimement reconnus comme des facteurs déterminants la performance énergétique du bâti :

- Fonction du bâti et comportement des occupants ;
- Géométrie urbaine (angles d'obstruction au rayonnement solaire résultant de la hauteur, de la profondeur et des prospects entre bâtiments) ;
- Géométrie du bâti (orientation des façades et du taux de vitrage) ;

- Caractéristiques constructives des enveloppes (conductances et inerties des matériaux employés) ;
- Rendement des systèmes (chauffage et éclairage, climatisation pour les bureaux) ;
- Rendement des réseaux de distribution ;
- Températures de l'air extérieur et intérieur ;
- Prix de l'énergie.

Les besoins de chauffage d'un bâtiment dépendent de la différence entre les déperditions dues aux caractéristiques thermiques de l'enveloppe (composition et surface de l'enveloppe) ainsi qu'à la ventilation et les apports énergétiques internes et solaires (qui dépendent de l'orientation des vitrages) (Maizia, 2008). La surface de l'enveloppe et l'orientation du bâtiment sont deux leviers d'action sur la consommation énergétique à l'échelle urbaine, même s'ils sont fortement corrélés avec le taux de vitrage et la composition de l'enveloppe (Maizia, 2008). Si la compacité (ratio surface d'enveloppe sur volume chauffé) et l'exposition solaire des bâtiments sont deux paramètres reconnus comme ayant une incidence sur la performance thermique d'un bâtiment, les auteurs sont divisés au sujet du degré d'incidence de chacun de ces paramètres. Pour certains, c'est la compacité qui est le levier le plus pertinent pour réduire les besoins en chauffage : « A matériaux comparables, augmenter la compacité à l'échelle urbaine permet donc de réduire significativement les déperditions par les parois du bâti » (Maizia, 2008). Si l'impact de la compacité sur les besoins de chauffage peut être significatif, il ne faut pas négliger le potentiel de réduction de la demande en énergie pour le chauffage, l'éclairage et la ventilation naturelle du aux apports solaires. Réduire la surface d'enveloppe afin de limiter les pertes thermiques et donc les besoins en chauffage implique une réduction de l'accès à la lumière naturelle et aux rayons du soleil ce qui induit une augmentation de la consommation en énergie de l'éclairage et de la ventilation notamment (Ratti et al., 2005; Salat & Nowacki, 2010). Selon Ratti et al. (2005), la compacité (ratio surface sur volume) ne constitue donc pas le paramètre le plus pertinent à l'échelle urbaine, contrairement au ratio volume passif sur volume total. Est appelé volume passif, l'ensemble des volumes d'un bâtiment ayant accès à la lumière naturelle, la ventilation naturelle et pouvant profiter des apports solaires. Strømman-Andersen & Sattrup (2011) ont montré que la consommation énergétique d'un bâtiment augmente lorsque ses apports solaires diminuent : la différence de consommation énergétique entre un bâtiment en site isolé et un bâtiment entouré d'autres bâtiments comme dans un centre urbain dense peut aller jusqu'à 30% pour un bâtiment de bureaux et jusqu'à 19% pour un bâtiment résidentiel. Ainsi les auteurs conseillent d'augmenter la réflectivité des matériaux de façades et surtout de contrôler l'accès au soleil des bâtiments ou d'imposer des règles de prospect en conséquence. Afin de bénéficier des apports solaires, il est également opportun d'augmenter le taux de vitrage des façades bien exposées. A partir de la modélisation des besoins en chauffage et en climatisation de plusieurs formes urbaines présentes dans les tissus urbains français, Maizia et al. (2010) ont démontré que l'affirmation selon laquelle les apports solaires ont une forte incidence sur les besoins en énergie pour le chauffage et le rafraîchissement mérite d'être nuancée, car dépendante de la surface de vitrage. Au-delà de 25% de vitrage, les apports solaires ne suffisent plus à compenser les déperditions thermiques.

La capacité à ventiler naturellement un bâtiment ne dépend pas seulement de son exposition solaire. En effet, la qualité de l'environnement et la faible exposition aux nuisances permet d'inciter les occupants à ventiler naturellement leurs locaux (Stemmers, 2003). Par conséquent l'exposition au bruit et la pollution de l'air sont des paramètres caractéristiques du contexte urbain d'un bâtiment capables d'influencer sa performance énergétique. La végétation et en particulier les arbres contribuent ainsi à

diminuer les besoins énergétiques relatifs au confort thermique. Les travaux de Akbari (Akbari, Pomerantz, & Taha, 2001; Akbari & Taha, 1992; Akbari, 2002) montrent que la présence d'arbres feuillus en milieu urbain a un aspect positif sur les consommations énergétiques des bâtiments : en hiver ils protègent du vent, et en été l'ombre qu'ils projettent sur les bâtiments contribue à leur rafraîchissement donc à limiter les besoins de rafraîchissement artificiel d'une part et d'autre part, ils rafraîchissent l'air par évapotranspiration. La contrainte des formes urbaines sur les apports solaires détermine également le potentiel de production d'énergie solaire (Monette & Beckers, 2012).

CONSIDERER LA QUESTION DE L'ENERGIE A L'ECHELLE DU QUARTIER FAIT APPARAÎTRE D'AUTRES LEVIERS

Il est possible de construire des bâtiments très performants avec les techniques et les technologies actuelles, comme le montrent les niveaux de consommation exigés par la réglementation thermique du bâtiment de 2012 et la future réglementation de 2020. Mais, la consommation énergétique liée aux déplacements des occupants et l'énergie nécessaire à la production des matériaux et des équipements du bâtiment ne sont généralement pas pris en compte dans le bilan énergétique du bâtiment. Ces deux sources de consommation énergétique ne sont pas négligeables, il est donc primordial de les intégrer au bilan énergétique des bâtiments (Hui, 2001; Stephan, Crawford, & de Myttenaere, 2011). Les économies d'énergie obtenues sur un bâtiment très performant mais peu accessible pourraient être contrebalancées par la consommation énergétique nécessaire aux déplacements des usagers. Ainsi, Stephan et al. (2011) décident de mesurer la contribution de l'énergie opérative, de l'énergie grise et de l'énergie de transport à la consommation énergétique totale d'un bâtiment tout au long de son cycle de vie. L'énergie opérative correspond à l'énergie consommée durant l'exploitation du bâtiment pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité spécifique. L'énergie grise est l'énergie nécessaire à l'extraction, la production et le transport des matériaux et équipements nécessaires à la construction et à la maintenance du bâtiment. Enfin, les auteurs considèrent dans l'énergie de transport le carburant consommé lors des déplacements ainsi que l'énergie grise des véhicules automobiles et des infrastructures de transport routier. Précisons que les transports en communs ne sont pas considérés dans cette étude, les considérer amènerait, selon nous, les auteurs à nuancer leurs conclusions. Sont ainsi comparés les consommations énergétiques des ménages habitants dans des logements aux performances énergétiques variables (bâtiment normal, basse énergie et passif) en centre urbain et en zone périurbaine. La durée de vie présumée des logements est 50 ans. A l'issue de cette comparaison, les auteurs montrent que le chauffage ne représente sur 50 ans qu'une part limitée de la consommation totale d'un ménage (au maximum 23%), alors que c'est la principale cible des politiques actuelles (Figure 6). Ce sont l'énergie grise et l'énergie de transport qui, ensemble occupent la majeure part de la consommation énergétique totale d'un ménage. Par conséquent, les auteurs concluent qu'il est indispensable de considérer ces sources de consommation indirecte du bâtiment dans les politiques appliquées à la performance énergétique du bâti. Il serait d'autant plus intéressant d'intégrer l'énergie de transport qu'elle présente encore un important potentiel de progrès.

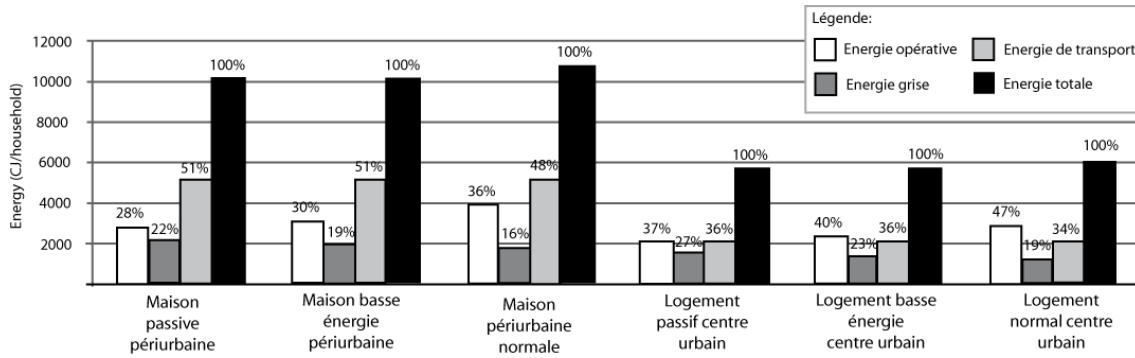


Figure 6. Répartition des consommations énergétiques (énergie opérative, énergie grise et énergie de transport) des ménages pour des logements aux performances énergétiques variées suivant leur localisation en périurbain ou en centre urbain

D'après le guide méthodologique du bilan carbone appliqué au bâtiment Figure 7, il existe encore une importante marge de manœuvre en matière énergétique dans deux secteurs (ADEME & CSTB, 2010) : la production photovoltaïque avec un potentiel de production pouvant aller jusqu'à 250kWh.ep/m².an et la mobilité des usagers avec une marge de réduction de 180kWh.ep/m².an environ. Le potentiel d'amélioration de la consommation énergétique restant est plus faible mais non négligeable (environ 100kWh.ep/m².an). Enfin la marge de manœuvre sur l'énergie grise est, elle, nettement plus faible (environ 40kWh.ep/m².an).

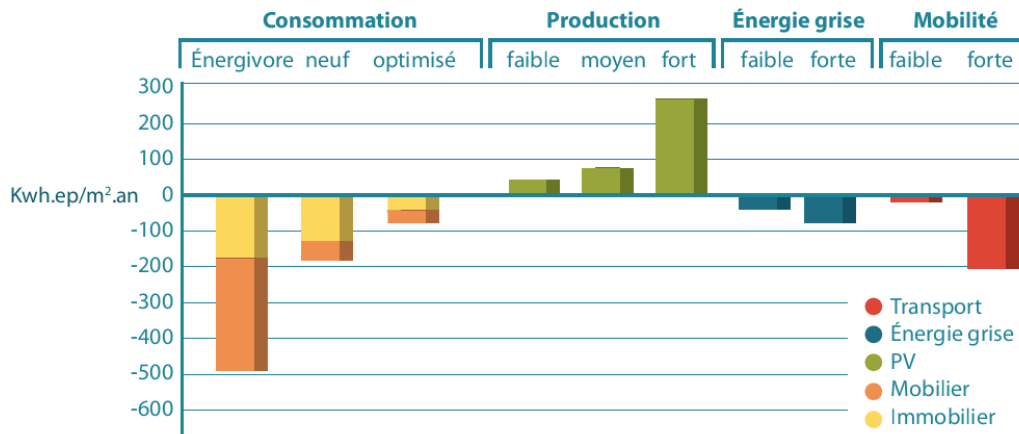


Figure 7. Potentiels de réduction de la consommation énergétique des bâtiments, de l'énergie grise et de la mobilité et de production d'énergie photovoltaïque (ordres de grandeur) (source : ADEME & CSTB, 2010)

Considérer les consommations indirectes d'un bâtiment est un moyen de prendre en compte les relations du bâtiment dans le contexte dans lequel il s'inscrit. Un autre moyen est d'appliquer les objectifs de consommation d'un bâtiment à une échelle plus large, comme le quartier ou le territoire. Ainsi, les concepts de quartier « zéro énergie » ou de « territoire à énergie positive » ont récemment émergé. Selon Menanteau (2013), le quartier est une échelle pertinente pour aborder la question de l'énergie. Contrairement à l'échelle du bâtiment, l'échelle quartier permet de prendre en compte les interactions bioclimatiques entre les bâtiments (effets de masque, ilots de chaleur urbain, orientation des bâtiments, etc.). Avec des tissus urbains compacts, il est possible selon Maizia (2008) de mutualiser la production et la distribution énergétique ce qui, en plus d'optimiser la production, facilite le saut

technologique vers une production décentralisée valorisant des gisements d'énergie du territoire urbain, aujourd'hui non exploités. L'auteur propose la « compacité fonctionnelle » comme levier d'action pour optimiser la gestion énergétique d'un quartier et profiter de la contiguïté de deux bâtiments aux fonctions différentes pour assurer entre eux des échanges thermiques. Il y a compacité fonctionnelle lorsque la contiguïté entre bâtiments d'activités de nature différente est valorisée par une mutualisation et une optimisation de la production énergétique et l'augmentation des surfaces d'échange entre ces bâtiments. La production et la distribution de l'énergie pour le bâtiment peuvent être considérées comme des « leviers urbains » (Maizia, 2008, p. 176). A l'échelle du quartier, il est également possible de profiter du foisonnement de la demande en énergie liée à la mixité des fonctions et des usages, de mobiliser des ressources énergétiques diffuses telles que la méthanisation des déchets, la récupération de chaleur fatale sur les eaux usées ou les data center, ou encore le solaire et d'envisager des dispositifs de distribution de la chaleur en réseau, qui simplifient la gestion de l'approvisionnement et du stockage tout en garantissant des prix unitaires réduits (économies d'échelle) (Menanteau, 2013).

Dans une étude évaluant la consommation énergétique issue des déplacements individuels quotidiens dans les zones périurbaines, Marique & Reiter (2012) ont montré que plutôt que de densifier la population ou les bâtiments, il est plus efficace pour réduire la consommation énergétique de la mobilité quotidienne dans les quartiers périurbains existants d'assurer une grande mixité de fonctions (emplois, écoles, commerces, logements) à l'échelle du quartier. De plus, la localisation du quartier, notamment la distance séparant le logement de la destination finale du déplacement, a un impact considérable sur la consommation énergétique relative aux déplacements. Dans une autre étude, Marique, Penders, & Reiter (2013) proposent un cadre et une méthode d'évaluation des quartiers « zéro énergie ». Les auteurs partent du constat que les recherches actuelles sur les « bâtiments zéro énergie » (zero energy buildings) se focalisent sur le bâtiment, négligeant trop souvent les interactions entre le bâtiment et son environnement à une échelle plus large. Les bâtiments « zéro énergie » sont des bâtiments dont le bilan énergétique est proche de zéro. Le concept de « zéro énergie » est à manipuler avec précaution, la performance du bâtiment « zéro énergie » dépendant des flux considérés dans le bilan énergétique. Les auteurs ont remarqué que rares étaient les articles qui s'intéressent à la ville « zéro énergie ». Comme pour les bâtiments, le bilan énergétique annuel d'un quartier « zéro énergie » est à l'équilibre, c'est-à-dire que l'énergie consommée par les bâtiments et les déplacements des habitants du quartier est dans le cas présent compensée par la production locale d'énergies renouvelables. Suite à l'évaluation de deux quartiers belges, les auteurs concluent qu'évaluer le bilan énergétique à l'échelle du quartier et non plus seulement du bâtiment permet de mettre en évidence des potentiels de mutualisation de la production énergétique. Par exemple, ils montrent que l'efficacité de la production photovoltaïque est augmentée si les panneaux ne sont placés que sur les bâtiments les mieux exposés du quartier plutôt que répartis sur l'ensemble des bâtiments. En passant de l'échelle du bâtiment à l'échelle du quartier, les consommations énergétiques issues de la mobilité quotidienne (déplacements domicile-travail et domicile-école) ne peuvent plus être négligées, ce qui fait de la localisation du quartier une source d'impacts à considérer dans le bilan annuel. Par ailleurs, analyser le bilan énergétique d'un quartier sur des temps plus courts (mois ou heure) permettrait d'identifier les écarts entre pointes de production et pointes de consommation. Si Marique, Penders, & Reiter (2013) montrent l'intérêt de considérer la question énergétique à l'échelle du quartier ils n'expliquent pas comment arriver à réduire la consommation énergétique des habitants en matière de déplacements.

A travers la comparaison de six villes (Paris, Hong Kong, Tokyo, Kyoto, Guangzhou et Shanghai), [Salat & Nowacki \(2010\)](#) identifient plusieurs paramètres de morphologie urbaine capables de réduire les déplacements motorisés et donc la consommation énergétique et les émissions de GES correspondantes:

- La densité des rues (nombre de rues sur la surface totale de la ville) ;
- L'intensité des rues (nombre de rues sur la surface des rues) ;
- La distance entre deux intersections, plus elle augmente, plus les modes de déplacements motorisés seront privilégiés aux modes doux ;
- La densité d'intersections, plus celle-ci est grande plus il est possible de se déplacer à pieds ou à vélos.

Selon les travaux de J-P. Traisnel, les caractéristiques influençant le mode de déplacements sont la densité d'activité et la surface réservée aux modes de déplacements doux comparée à la surface dédiée à l'automobile ([Augiseau, 2012](#)).

Le dessin d'urbanisme est particulièrement important dans la gestion énergétique des villes dans la mesure où les interactions sont connues entre volumétries bâties, traitement des espaces extérieurs et micro-climat local, qui lui-même influe sur la performance thermique des bâtiments ([Grenier, 2007](#)). D'autant que la compacité permet de limiter les déperditions thermiques du bâti et la densité est favorable à la mise en place de réseaux de chaleur, capables de valoriser des énergies produites localement. Si ces interactions sont connues, il est nécessaire pour identifier de réels leviers d'action, de connaître la part de chacune des variables urbaines dans la consommation énergétique de la ville. [Owens \(1986\)](#) a proposé une synthèse des variables de planification urbaine ayant une incidence sur la performance énergétique des villes et a estimé le potentiel d'économies d'énergie associées. Le [Tableau 4](#) répertorie ces différentes variables de la structure urbaine, leurs liens avec l'énergie et leur potentiel d'économie d'énergie maximal. Les potentiels d'économies d'énergie (exprimés en pourcentage de variation de la consommation énergétique du territoire) sont à considérer indépendamment les uns des autres. Selon l'auteur, les besoins de chauffage des bâtiments peuvent varier jusqu'à un facteur 2 suivant la densité et la forme du bâti, dans la mesure où la compacité du bâti (ratio du volume sur la surface) joue fortement sur les besoins de chauffage des bâtiments. L'introduction de réseaux de chaleur ou de systèmes de cogénération sur un territoire, possible sur un territoire dense et aux multiples fonctions urbaines, permettrait d'améliorer d'un facteur 2 la consommation en énergie primaire. En termes de transports, il paraît plus énergétiquement intéressant d'agir sur la mixité des activités, qui permet de réduire la longueur des trajets, et sur une combinaison de variables structurelles telles que la forme, la taille, la mixité d'utilisation d'un territoire, qui en plus d'influencer la longueur des déplacements, joue sur leur fréquences. Entre la structure urbaine la moins performante et la plus optimale, la consommation en énergie des déplacements pourrait être divisée par deux ou trois.

Tableau 4. Influence de différentes variables de planification urbaine sur la demande en énergie du territoire d'après (Owens, 1986 traduit par Augiseau, 2012)

| Variables de planification | Lien avec la consommation d'énergie | Degré d'incidence sur la consommation d'énergie du territoire urbanisé |
|---|---|--|
| Forme urbaine | Besoins en termes de transports locaux | x 0,2 |
| Mixité des activités | Besoins en termes de transports (principalement la longueur des trajets) | x 1,3 |
| Combinaison de variables structurelles (forme, taille, mixité d'utilisation du terrain, etc.) | Besoins en termes de transports (longueur des trajets et fréquence) | x 1,5 |
| Densité, forme bâtie | Ratio volume sur surface qui influence les besoins en chauffage | x3 |
| Densité et regroupement des extrémités de trajets | Faisabilité du transit et facilité d'utilisation des transports publics | x 0,2 |
| Densité, mixité d'utilisation du terrain | Introduction de réseaux de chaleur ou de systèmes de cogénération | x 2 (énergie primaire) |
| Densité, disposition du site, orientation et conception | Maximisation du potentiel d'utilisation d'énergies renouvelables ou gratuites | x 0,2 |

Par ailleurs, Bourdic, Salat, & Nowacki (2012) proposent une typologie d'indicateurs de morphologie urbaine, capables d'évaluer la performance énergétique des formes urbaines, ce qui peut être utile autant pour évaluer les quartiers existants que pour en concevoir de nouveaux :

- Indicateurs d'intensité qui mesurent la densité ou la concentration d'un objet à une échelle donnée ;
- Indicateurs de distribution spatiale qui permettent de comparer la distribution d'un objet d'une échelle à l'autre ;
- Indicateurs de proximité qui mesurent la distance séparant deux éléments ;
- Indicateurs de connectivité qui représentent l'accessibilité ou l'interconnexion spatiale d'un réseau ;
- Indicateurs de diversité ;
- Indicateurs de forme qui caractérisent la géométrie, le volume, l'emprise des objets urbains
- Indicateurs de complexité.

En termes de mobilité, la forme urbaine peut être optimisée selon des indicateurs d'intensité, de connectivité, de proximité, de diversité et de complexité. En termes d'énergie et de bioclimatisme, ce sont les indicateurs d'intensité sur lesquels il faut jouer pour améliorer la qualité environnementale et les indicateurs de forme pour optimiser la forme urbaine (Bourdic et al., 2012).

3.4. QUALITE ENERGETIQUE DES VILLES : DES LEVIERS URBAINS, ARCHITECTURAUX, TECHNOLOGIQUES ET COMPORTEMENTAUX

Cette revue de la littérature scientifique autour des liens entre énergie et ville, nous a permis de mettre en évidence un certain nombre de variables ayant une incidence sur la qualité énergétique. Nous avons ainsi identifié plusieurs leviers, qui peuvent être classifiés suivant les acteurs en mesure de les activer : leviers urbains, leviers architecturaux, leviers technologiques, et leviers comportementaux. Nous obtenons ainsi le [Tableau 5](#). Cette liste ne se veut pas exhaustive, elle permet toutefois d'illustrer la diversité de variables sur lesquelles il est possible de jouer pour améliorer la qualité énergétique d'une ville. Nous constatons qu'il existe de nombreux leviers urbains et architecturaux. Par conséquent, il paraît opportun d'intégrer les préoccupations énergétiques et climatiques dès les choix de conception urbaine. En revanche, la question de l'énergie en milieu urbain se révèle trop complexe pour qu'un guide pratique à destination des concepteurs urbains soit constitué. A cause des nombreuses interactions entre les variables, mesurer la contribution de chacun de ces leviers à la qualité énergétique d'une ville et hiérarchiser ces leviers est un exercice périlleux.

Tableau 5. Exemples de variables sur lesquelles jouer pour améliorer la performance énergétique d'un quartier urbain et le type de levier qu'elles constituent

| Variables | Lien avec la performance énergétique d'un quartier urbain | Levier urbain | Levier architectural | Levier technologique | Levier comportemental |
|--|--|---------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Mixité fonctionnelle | Besoins de déplacements | X | | | |
| Densité de population | Potentiel de mutualisation de la production et de la distribution énergétique et développement des transports en commun | X | | | |
| Compacité urbaine | Limiter les pertes thermiques du bâti | X | | | |
| Contiguïté du bâti | Limiter les pertes thermiques du bâti | X | | | |
| Orientation des façades | Profiter des apports solaires | X | X | | |
| Proportion de volumes passifs du bâti | Profiter des apports solaires | X | | | |
| Prospect | Profiter des apports solaires | X | | | |
| Densité de rues | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | | | |
| Intensité des rues | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | | | |
| Connectivité de la trame urbaine | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | | | |
| Surface dédiée aux modes de déplacements doux | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | | | |
| Compacité fonctionnelle | Potentiel de mutualisation énergétique | X | X | | |
| Echelle de production énergétique | Potentiel de mutualisation de la production et de la distribution énergétique et efficacité de la production locale d'énergie renouvelable | X | | | |
| Exposition au bruit et à la pollution de l'air des bâtiments | Inciter les occupants à ventiler et à rafraichir naturellement leurs locaux | X | X | X | |
| Végétation | Ombre et rafraichissement de l'air | X | X | | |
| Surface de vitrage | Pertes thermiques/apports solaires | | X | | |
| Réfectivité des matériaux de façade | Apports solaires | | X | | |
| Composition de l'enveloppe des bâtiments | Limiter les pertes thermiques | | X | X | |
| Equipements des bâtiments | Efficacité des équipements | | X | X | |
| Energie grise | Energie consommée pour l'extraction, la production et le transport des matériaux et des équipements | | X | | |
| Comportement des usagers | Sobriété | | | | X |

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 1

Le contexte énergétique et climatique mondial pose aux sociétés contemporaines un ensemble de défis, faisant de la transition énergétique une nécessité incontournable. En effet, la crise énergétique soulève des questionnements à la fois en termes de sécurité d’approvisionnement, d’accessibilité aux services rendus par l’énergie (confort thermique, cuisson, déplacements, etc.) et des impacts sur l’environnement induits par la production de l’énergie, son transport et sa consommation. Engager une transition énergétique suppose d’apporter des réponses à chacun de ces questionnements et d’esquisser l’avenir énergétique d’un territoire, c’est-à-dire de préciser les ressources énergétiques à exploiter, l’organisation des réseaux énergétiques et le degré de changement des modes de consommation. La transition énergétique est indissociable de la politique de lutte contre le changement climatique dans laquelle la France s’est engagée depuis 2003 et appelée facteur 4. Les ingrédients de la transition énergétique sont donc multiples : améliorer l’efficacité énergétique tant de la production que de la consommation d’énergie, développer les énergies renouvelables, et modifier nos comportements pour aller vers plus de sobriété.

Parce que les villes concentrent désormais plus de la moitié de la population mondiale et qu’elles sont le lieu d’intenses échanges et de consommations en énergie, elles constituent des cibles clés de la transition énergétique. L’énergie doit, selon nous, être en ville considérée comme une problématique de développement durable, dans la mesure où elle soulève des enjeux tant sociaux, économiques, environnementaux, culturels que de gouvernance. Ainsi, il est primordial que cette problématique de l’énergie en ville ne soit pas réduite à la question de la maîtrise de la demande énergétique des bâtiments, mais au contraire qu’elle soit abordée dans toute sa complexité. Le comportement énergétique d’une ville est complexe, dépendant à la fois de la structure urbaine, des réseaux énergétiques, des comportements des habitants, du contexte climatique et économique, etc. Agir sur le système énergétique urbain suppose par conséquent de coordonner les actions selon une approche systémique. En d’autres termes, la réalisation d’actions isolées sur l’une ou l’autre des composantes du système risquerait de déplacer le problème ou d’en créer un nouveau. Ce sont donc des actions plurisectorielles et multi-échelles qu’il s’agit de mettre en œuvre.

Quatre types d’action peuvent être mis en œuvre pour contribuer à rendre les villes plus économes en énergie et moins émettrices de GES :

- Economiser l’énergie grise dans l’acte de construire les bâtiments et les infrastructures de la ville, c’est-à-dire l’énergie nécessaire à l’extraction, au transport et à la transformation des matériaux indispensables à la construction ainsi que l’énergie consommée pendant les travaux ;
- Produire les conditions nécessaires à un usage économe de l’énergie dans la ville (dessins urbain et architectural optimisés, emploi de technologies efficaces), ce qui revient à limiter les besoins énergétiques dans les bâtiments, les besoins de déplacements, l’impact énergétique et climatique de ceux-ci et de fournir des services urbains plus économes ;
- Assurer des conditions optimales pour produire des énergies renouvelables localement ;
- Sensibiliser les usagers à un usage responsable de l’énergie et promouvoir les bonnes pratiques et les technologies innovantes d’un point de vue énergétique et climatique.

La revue de la littérature scientifique sur le lien entre ville et énergie a mis en évidence un grand nombre de travaux de recherches relatifs à l'incidence énergétique de la densification des territoires. La densité urbaine défendue par un grand nombre de municipalités par opposition aux tissus urbains des zones périurbaines pavillonnaires, demeure source de nombreux débats parmi les scientifiques. Les effets de la densification sont de nature très variable allant des besoins et modes de déplacements, aux consommations énergétiques nécessaires au confort thermique des espaces extérieurs et intérieurs, en passant par la faisabilité financière des réseaux de transports en commun ou des réseaux de chaleur. Quoi qu'il en soit, la densité est loin de constituer un critère suffisant en matière énergétique, puisque des territoires à densité égale peuvent présenter des réalités tout à fait différentes, en matière de formes urbaines, de mixité des fonctions, etc. Un grand nombre de variables sont à considérer pour réaliser la transition énergétique des villes : morphologie urbaine, concentration des activités et des emplois, mixité et agencement des fonctions, efficacité de l'offre de transports en commun (Desjardins & Llorente, 2009).

Si une densité urbaine élevée rend possible l'implantation de réseaux de chaleur, ce modèle de réseaux urbains centralisé est en passe d'être délaissé au profit d'un modèle décentralisé, où chaque point du réseau peut être un producteur d'énergie en plus d'être un consommateur. Ce changement de modèle est soutenu par les progrès récents réalisés dans les technologies de l'information et de la communication. Avec ces nouvelles technologies, il est possible de gérer de manière dynamique et « intelligente » les réseaux et en particulier les réseaux énergétiques. Le réseau électrique est le premier réseau à bénéficier de ces avancées technologiques. Quelques expérimentations de « smart grids » dans des quartiers sont recensées en France (IssyGrid à Issy-les-Moulineaux et Nice Grid à Nice sont les expérimentations les plus connues). De tels réseaux favorisent le développement des énergies renouvelables et des dispositifs de stockage de l'énergie et permettent de par leur grande flexibilité d'anticiper et de s'adapter à l'évolution des besoins en énergie ainsi qu'à l'apparition de nouvelles technologies. Le développement des réseaux « intelligents » et décentralisés risque de renforcer les inégalités territoriales d'accès aux services urbains et d'augmenter le coût global de la fourniture de ces services (Coutard & Rutherford, 2013). Quoi qu'il en soit, la mise en place de tels réseaux nécessite de mener une réflexion à l'échelle du quartier pour mettre en évidence les besoins énergétiques, les potentiels de production d'énergie ainsi que les potentiels de mutualisation.

Les travaux de recherche s'intéressant aux déterminants de la performance énergétique des bâtiments montrent qu'il existe des leviers urbanistiques. Outre les choix de conception architecturaux (compacité, efficacité des équipements, performances thermiques de l'enveloppe, etc.), il est possible d'influencer la demande en énergie des bâtiments, lors du dessin urbain, en jouant sur l'orientation et l'implantation des bâtiments de manière à profiter au mieux des apports solaires. Un équilibre nécessite néanmoins d'être trouvé pour que le confort d'été soit préservé. Améliorer la qualité de l'environnement extérieur peut également permettre de réduire la demande en énergie pour rafraîchir les logements en été (végétation, bruit, pollution de l'air, etc.). Cependant, la contribution de ces différents leviers à l'amélioration de la qualité énergétique des bâtiments est difficilement quantifiable, en raison des nombreuses interrelations entre les variables. Améliorer la qualité énergétique des bâtiments suppose de trouver des compromis entre confort d'hiver, confort d'été, potentiel de production d'énergie solaire, besoins en éclairage. Par ailleurs, aborder la question de l'énergie à l'échelle du quartier plutôt qu'à l'échelle du bâtiment fait apparaître de nouveaux leviers. En effet, il est de cette manière possible d'aborder de pair les consommations énergétiques des bâtiments et des déplacements et donc d'optimiser le programme d'une opération en fonction de son accessibilité en

transports en communs ainsi que de favoriser le recours à des modes de déplacements doux en jouant sur les formes urbaines et le dessin des rues. A cette échelle, il est également possible de créer les conditions d'une mutualisation énergétique entre différents programmes ou bâtiments.

Appréhender la question de la transition à l'échelle du quartier, échelle intermédiaire entre le bâtiment et l'agglomération, semble faire apparaître un certain nombre d'opportunités d'actions pour améliorer la qualité énergétique des villes. Cette revue de la littérature scientifique nous a également permis de mettre en évidence quatre types de leviers d'actions pour la transition énergétique : les leviers urbains, les leviers architecturaux, les leviers technologiques, et les leviers comportementaux. Parmi les leviers recensés, nombreux sont ceux qui peuvent, selon nous, être activés lors d'un projet urbain.

CHAPITRE 2. LE PROJET URBAIN : UNE OPPORTUNITÉ POUR CONSTRUIRE DES VILLES ÉCONOMES EN ÉNERGIE ET POST-CARBONES ?

Comme l'a remarqué (Maizia, 2008), les acteurs de l'urbanisme ont un rôle à jouer dans la transition énergétique des villes :

« Les solutions prédéfinies pour réduire les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre sont incompatibles avec la complexité du système urbain dans sa dimension énergétique (et dans toutes ses autres dimensions) ; les gisements disponibles à l'échelle urbaine sont nombreux, ils sont autant morphologiques que fonctionnels ; enfin, le milieu urbain possède de nombreuses ressources qu'il devient urgent d'exploiter par des modes de mutualisation originaux (en production comme en distribution). Cette nouvelle manière d'appréhender la question énergétique des villes donne à nouveau la main aux acteurs de l'urbain. Au-delà de la question technologique, elle permet d'identifier les nouveaux défis et de proposer des réponses de "l'urbanisme", dans sa dimension opérationnelle et politique» (Maizia, 2008, p. 179).

La contribution des collectivités à la transition énergétique peut prendre plusieurs formes : s'engager dans la production et/ou la distribution de l'énergie, intégrer les enjeux énergétiques dans les stratégies d'aménagement ou encore mettre en place un panel de dispositifs incitatifs pour sensibiliser et mobiliser les acteurs locaux (Rutherford, 2013b). Il semble que les collectivités locales se mobilisent de plus en plus, tentent de reprendre la main sur la gestion des réseaux énergétiques, promeuvent la ville dense et polycentrique, construisent des écoquartiers se voulant exemplaires sur le plan énergétique et encouragent les acteurs locaux et leurs citoyens à des comportements plus sobres en énergie (1). Parce que le projet urbain est un mode d'action largement répandu qui permet d'organiser la mutation d'un morceau de ville de manière coordonnée, il apparaît selon nous comme une opportunité à saisir pour mettre en œuvre la transition énergétique en ville (2). Toutefois, les projets urbains sont des processus de plus en plus complexes, du fait du nombre croissant des enjeux tant globaux que locaux auxquels ils doivent répondre et de la multiplication des acteurs participant à la conduite de l'action (3). L'énergie constitue ainsi un facteur de complexité complémentaire des projets urbains.

1. LA CONTRIBUTION DES VILLES À LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE ET CLIMATIQUE

Si la décentralisation a augmenté les prérogatives des collectivités en matière d'aménagement, ont-elles la main sur la production d'énergie alimentant leur territoire et sur le choix des réseaux à développer ? Nous tâcherons dans cette section de répondre à cette interrogation. Par ailleurs, plusieurs villes n'ont pas attendu d'obligation législative pour se positionner sur les questions énergétiques et climatiques et mettre en œuvre des politiques en conséquence. Nous verrons que ces villes pionnières se sont organisées en réseau de façon à faire circuler leurs retours d'expérience.

1.1. QUELLE MARGE DE MANŒUVRE ?

Au début du XX^{ème} siècle, l'énergie était produite et distribuée localement par des opérateurs privés. La loi du 27 juin 1906 fait des communes l'autorité concédante de la distribution de l'énergie. Une forme de « politique énergétique locale » s'exerçait alors (Poupeau, 2013, p. 77), comprenant la définition des tarifs, des investissements à réaliser et des zones de développement des réseaux. Progressivement les réseaux de transports de l'énergie se développent (électricité puis gaz naturel), les réseaux sont de plus en plus interconnectés, le maillage d'abord régional devient national. Les unités de production sont de tailles plus importantes (centrales thermiques et hydroélectriques) ce qui assure aux consommateurs une électricité bon marché. La production et la distribution de l'énergie deviennent progressivement un service public, l'Etat nationalisant dans les années 1940 les sociétés privées de gaz et d'électricité (Poupeau, 2013). Ce processus de centralisation de la production électrique s'est accentué après la seconde guerre mondiale avec le lancement du programme nucléaire civil.

La prédominance du nucléaire dans la production électrique française entretient un modèle énergétique centralisé géré par l'Etat central et les grands opérateurs. Dans ce contexte, le développement d'unités de production décentralisées d'énergies renouvelables dépend de la politique énergétique nationale, laissant peu de marge de manœuvre aux collectivités locales (Poupeau, 2013). Les villes ne sont considérées par l'Etat central que comme relais des politiques nationales.

Toutefois, le rôle des collectivités locales dans la gestion énergétique française s'est réaffirmée ces dernières années (Bouvier, 2005; Chanard, 2011). Tout d'abord, l'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie au début des années 2000 offre aux collectivités locales la possibilité de recouvrir une partie des prérogatives de la loi de 1906 estompées par la période de forte centralisation. D'autant que les compétences des collectivités locales s'élargissent progressivement depuis les lois de décentralisation de 1982. La vision de Poupeau (2013) est, elle, plus réservée sur les conséquences de la libéralisation du marché de l'énergie. L'auteur considère que celle-ci n'a pas permis aux villes de reprendre la main sur les compétences de production ou de distribution de l'énergie, l'obligation de réinjection de l'électricité d'origine renouvelable sur le réseau national allant à l'encontre des politiques énergétiques locales. Selon lui les villes ont pu recouvrir leurs fonctions d'autorité concédante sur la gestion de l'infrastructure de distribution mais pas sur les tarifs.

Chanard (2011) remarque néanmoins que les acteurs locaux ont participé aux réflexions (débat national sur les énergies au printemps 2003, Grenelle de l'environnement en 2007) ayant abouti à l'adoption des lois POPE et Grenelle 1 et 2.

En matière d'énergies renouvelables et en particulier du solaire et de l'éolien, il semble que malgré les réformes apportées par la loi Grenelle 2, demeure une hésitation « entre incitation au développement et encadrement, entre stratégie nationale et initiatives locales » (Sablière, 2010, p. 4). Les marges de manœuvres laissées aux collectivités territoriales et à leurs groupements restent en tout cas limitées. Plus que territoires d'application de la politique énergétique nationale, le rôle des villes dans la politique énergétique oscille selon Poupeau (2013) entre agent et acteur:

« Si les villes apparaissent comme davantage que des « territoires » de la transition énergétique, leur statut oscille entre celui d'acteurs et d'agents. Acteurs dans la mesure où les changements institutionnels des vingt dernières années aidant (et qui ne sont pas spécifiques à l'énergie), elles disposent de marge de manœuvre qu'elles n'avaient pas auparavant, dans un modèle de service

public organisé autour du monopole d'Etat. Leurs fonctions de clientes, d'aménageuses, d'autorités concédantes, de productrices, d'incitatrices, leur permettent de se mouvoir dans un environnement plus propice à l'affichage de stratégies énergétiques locales. Agents car, on l'a vu, de puissants verrous subsistent pour maintenir les villes, comme l'ensemble des collectivités locales, dans une situation de forte dépendance. Celles-ci sont certes valorisées, mais en tant qu'elles participent d'une stratégie nationale et internationale de gestion des problèmes énergétiques, plus qu'elles n'incarnent des modèles alternatifs, expression d'une décentralisation qui représenterait une vraie rupture ». (Poupeau, 2013, p. 84).

Selon Vidalenc et al. (2013), la mise en œuvre de politiques climatiques nationales (mesures macroéconomiques, soutien à l'innovation technologique) ne suffira pas pour atteindre l'objectif du facteur 4. Celles-ci doivent être combinées à des mesures territoriales encadrant le choix de localisation des entreprises et des ménages et développant des infrastructures de transport en commun. Les auteurs précisent toutefois que même avec des politiques climatiques nationales et locales articulées, la transition post-carbone ne se réalisera pas sans modification des modes de vie, notamment en matière de déplacement individuel. Cet avis est partagé par Chanard et al. (2011), qui considèrent que les collectivités locales et en particulier les villes peuvent jouer un rôle important dans la lutte contre le changement climatique et les politiques énergétiques, dans la mesure où elles maîtrisent la répartition et l'organisation de leurs activités sur leur territoire par leurs choix de planification urbaine et d'aménagement et leur capacité d'investissements de long terme (bâtiments et infrastructures de transport).

Au vu des leviers que nous avons mis en évidence précédemment (CHAPITRE 1), il nous paraît effectivement évident que les collectivités ont un rôle à jouer dans la transition énergétique à travers leurs stratégies de planification urbaine et d'aménagement de leur territoire. Les collectivités locales ont les moyens d'agir à l'échelle régionale sur les besoins en déplacements et l'évolution de la tâche urbaine, à l'échelle des quartiers en prenant en compte les enjeux de l'énergie dans la conception des projets urbains, et à l'échelle du bâtiment en exigeant des niveaux de performances énergétiques élevés et en développant des politiques de soutien à la rénovation énergétique du bâti. De multiples initiatives démontrent que les collectivités locales sont nombreuses à avoir pris conscience de ce rôle.

1.2. DES VILLES PIONNIERES

Un grand nombre de villes ont d'ores-et-déjà commencé à prendre part dans la lutte contre le changement climatique et dans la transition énergétique qui doit l'accompagner. Ces villes sont encouragées à agir et accompagnées dans leurs actions par des associations de collectivités. La première, l'ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives) fut créée en 1990 sous l'impulsion du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) pour inciter les collectivités locales à engager des politiques de développement durable (Emelianoff, 2007). Grâce à elle, les autorités locales peuvent participer aux négociations climatiques internationales dans la mesure où celle-ci les représente chaque année à la Conférence des Parties (COP). Elle est notamment à l'origine de l'essentiel du chapitre 28 de l'Agenda 21 (relatif aux initiatives des collectivités locales) adopté lors du Sommet de la Terre par 173 chefs d'Etat à Rio de Janeiro, en 1992. En tant que pilote de la campagne européenne des villes durables, elle a également majoritairement contribué à l'écriture de la Charte d'Aalborg. Cette charte constitue un texte de référence pour l'urbanisme « durable » (Emelianoff, 2004) qui se construit en renversant cinq des piliers de la Charte d'Athènes, en prônant :

- L'adaptation au milieu et la mise en valeur des potentiels locaux, alors que l'architecture issue de la Charte d'Athènes était standardisée, de style international ;
- La valorisation du patrimoine au lieu du principe de la *tabula rasa* qui a dominé l'urbanisme moderne ;
- La mixité fonctionnelle et sociale en réponse au zonage ;
- La compacité afin de lutter contre l'étalement urbain, alors que Le Corbusier prônait l'extension des limites de la ville au nom de l'hygiénisme ;
- un urbanisme concerté, et même participatif, loin de l'urbanisme d'experts.

Comme nous l'avons vu dans le [chapitre 1](#), la mise en valeur des potentiels locaux, l'adaptation au milieu, la mixité fonctionnelle, et la compacité sont autant d'actions qui contribuent à la réduction de l'empreinte énergétique et carbone des espaces urbanisés. En plus d'un programme soutenant la mise en œuvre des agenda 21 locaux, l'ICLEI a lancé dès 1991, un programme consacré à l'élaboration des plans de réduction du CO₂ urbain ([Emelianoff, 2007](#)). ICLEI Europe est basé à Fribourg-en-Brisgau. Si l'absence de politique fédérale sur le climat a favorisé en Allemagne l'adhésion des municipalités à des réseaux transnationaux (ICLEI Europe ou Climate Alliance), l'association Energy Cities a été fondée par des collectivités locales pour contester les choix de politique énergétique nationale ([Emelianoff, 2013](#)). Créée en 1990, l'association Energy Cities regroupe aujourd'hui plus de 1000 autorités locales (des municipalités principalement mais aussi des structures intercommunales, des groupements de communes, des agences de l'énergie, et des entreprises municipales) issues de trente pays dont la grande majorité sont européens. Partage d'expériences entre les collectivités, campagnes de sensibilisation, lobbying auprès des instances européennes et internationales sont des exemples d'activités de l'association.

Suite à l'adoption du Paquet Energie-Climat de l'Union Européenne, la Commission Européenne a lancé en 2008 la Convention des Maires. Les signataires de la convention, qui étaient plus de mille fin 2009, s'engagent à établir un bilan des émissions de gaz à effet de serre de leur territoire et à mettre en place en collaboration avec les acteurs locaux et les citoyens, un plan d'actions en faveur de l'énergie durable ([Magnin, 2010b](#)). Energy Cities coordonne le bureau de la Convention des Maires.

En France, avant que ne soit rendue obligatoire l'adoption d'un Plan Climat-Energie Territorial (pour les collectivités de plus de 50 000 habitants), plusieurs collectivités ont pris l'initiative d'en mettre un en place. En juin 2010, l'ADEME recensait en France, 200 Plans Climat-Energie Territoriaux lancés par des collectivités territoriales, des intercommunalités et des territoires de projet ([Chanard et al., 2011](#)). L'engagement des villes pour l'énergie et le climat se traduit également par des projets d'aménagement durable, dont les objectifs environnementaux et notamment énergétiques sont généralement ambitieux. En 2011, 394 collectivités ont déposé un dossier de candidature à l'appel à projets EcoQuartier du Ministère de l'Ecologie du Développement Durable des Transports et du Logement (MEDDTL). Les professionnels du bâtiment ont également investi ces problématiques énergétiques et climatiques dans les produits et services qu'ils proposent. Selon les résultats d'une enquête mondiale réalisée par McGraw-Hill Construction Analytics en 2008 auprès des professionnels du bâtiment : 32% en moyenne estiment que « plus de 10 % des constructions privées commencent déjà à faire appel aux principes d'utilisation efficace des ressources, et 53 % des répondants indiquent qu'ils comptent y faire appel sur plus de 60 % de leurs projets au cours des cinq années à venir » ([PNUE \(Programme des Nations Unies pour l'Environnement\), 2009](#)). Ainsi, un certain nombre d'innovations ont été introduites dans le bâtiment, la majorité d'entre elles sont des produits ou systèmes

d'économies d'énergies ou de réduction des émissions de GES, des modèles d'organisation, des technologies, des procédés, des matériels et des matériaux de construction innovants (Deshayes, 2012).

Les villes pionnières en matière d'aménagement durable qui ont développé des écoquartiers exemplaires sont devenues pour de nombreuses collectivités des modèles à suivre. Celles-ci sont principalement situées dans les pays du nord de l'Europe ou en Allemagne. Bon nombre d'élus français et de membres des équipes techniques des collectivités vont visiter ces écoquartiers, de leur propre initiative ou sous l'invitation d'associations citoyennes ou écologistes, comme ce fut le cas pour les équipes du projet de la Gare de Rungis à Paris. Outre les visites, la circulation des expériences urbaines se fait à travers la presse spécialisée, les associations ou colloques regroupant des professionnels de l'aménagement (Club ville et aménagement, forum des projets urbains, etc.), ou le recrutement de collaborateurs ou de consultants ayant participé à des opérations reconnues par la communauté (Arab, 2007a). Cette promotion de bonnes pratiques, de modèles urbains jugée bénéfique selon certains et vivement critiquée par d'autres (ibid.) constitue une démarche largement répandue chez les professionnels de l'urbanisme, publics comme privés. Des institutions sont même chargées de labelliser ces « bonnes pratiques ». Nadia Arab a démontré à partir de l'analyse de l'élaboration du projet Odysseum à Montpellier que les opérations exemplaires ne sont pas reproduites mais font au contraire l'objet d'une succession d'épreuves de confrontation et de validation dans l'objectif de réaliser un projet d'aménagement à la hauteur de l'ambition de ses donneurs d'ordre et en cohérence avec le territoire dans lequel il s'insère. Ainsi les modèles observés ailleurs sont analysés, questionnés au regard de « leur cohérence avec le parti pris d'aménagement ; leur pertinence en regard du contexte territorial ; leur faisabilité opérationnelle » (Arab, 2007a, p. 46).

Si ces écoquartiers servent d'exemple à d'autres villes, ils constituent des opérations expérimentales dont les villes qui les mettent en œuvre ont du mal à retirer des bénéfices pour le restant de leur territoire (Souami, 2007). Leur difficile généralisation tient au fait que ces opérations sont traitées par les acteurs qui les conduisent comme des projets exceptionnels, bénéficiant ainsi d'un surinvestissement financier. Ces projets font d'ailleurs l'objet d'un affichage mettant l'accent sur leur caractère expérimental, comme une justification des moyens exceptionnels mis en œuvre.

Ainsi, de nombreuses collectivités locales et en particulier des municipalités semblent avoir pris conscience des enjeux de durabilité et en particulier des enjeux énergétiques et climatiques auxquels elles sont exposées. Elles sont d'ores et déjà devenues des acteurs incontournables sur la scène internationale et sont moteurs de politiques innovantes. Elles sont toutefois à la recherche de modèles dont elles puissent s'inspirer pour réaliser leur propre opération d'aménagement exemplaire ; comme si la construction d'un écoquartier constituait une démonstration de la capacité d'action et de réactivité d'une municipalité à considérer des enjeux d'échelle globale en plus de répondre à des besoins locaux. Les écoquartiers, bien que difficilement intégrés à une politique d'aménagement territorialisée, semblent être utilisés par les municipalités pour faire preuve de leur rayonnement dans un contexte mondialisé et de mise en concurrence des territoires. Le marché du bâtiment et des travaux publics a commencé lui aussi à s'adapter à cette nouvelle donne. Cependant, ces écoquartiers apparaissent comme des quartiers conçus de manière isolée du reste du territoire urbain. De par leur caractère exemplaire et leur manque de reproductibilité, ces quartiers peuvent difficilement, selon nous, participer à la transition énergétique des villes. Il est de notre point de vue plus intéressant de chercher

à adapter les différents modes de fabrique urbaine, dont le projet urbain fait partie, à ces nouveaux enjeux énergétiques.

2. LE PROJET URBAIN : UN MODE D'ACTION URBAINE REPANDU, QUI DOIT S'INSCRIRE DANS LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES

A l'heure de la transition énergétique, la fabrique de la ville ne peut passer outre les enjeux énergétiques et climatiques. Les collectivités locales disposent de différents modes d'action sur le territoire urbain : elles peuvent définir une stratégie de développement, elles peuvent également encadrer et contraindre les opérations de construction ou d'aménagement réalisées par des tiers à respecter le règlement qu'elles ont adopté, mais elles peuvent aussi coordonner l'action en conduisant elles-mêmes des opérations d'aménagement. Nous allons voir que cette dernière possibilité, le projet urbain, est devenue une pratique courante de la fabrique urbaine. Apparue en réaction à l'urbanisme de plan de l'après-guerre, le projet urbain connaît un certain succès, cette organisation de l'action publique permet aux collectivités locales de reprendre la main sur l'aménagement de leur territoire et est suffisamment flexible pour leur permettre de faire appel à des financements et des partenaires privés. Le projet urbain est ainsi devenu un incontournable de l'action urbaine, mais ne fait pas l'objet d'une définition théorique stabilisée. Plus qu'à une notion avec une définition clairement établie, il fait plutôt référence à des pratiques souvent disparates. Nous précisons donc à quel type de projet urbain nous nous intéressons dans cette thèse, avant de développer deux propriétés majeures du projet urbain, que sont son caractère collectif et la non linéarité de son déroulement dans le temps.

2.1. UNE ALTERNATIVE AU PLAN

Après la guerre, l'indispensable reconstruction de la France, l'augmentation démographique et l'accélération de l'exode rural ont amené l'Etat à devoir construire un grand nombre de logements. Pour ce faire, il a mis en œuvre une grande politique d'aménagement du territoire, dirigée par le Commissariat Général au Plan qu'il crée à cet effet en 1946. La période de forte croissance économique des trente glorieuses est marquée par l'urbanisation rapide du territoire français. C'est l'époque des premiers grands ensembles, de l'émergence des villes nouvelles (Marne la Vallée, Cergy-Pontoise, etc.) et de la construction des grandes infrastructures. L'Etat central mène un urbanisme de plan, de rationalisation de l'espace, dans l'objectif de rééquilibrer les territoires et moderniser la France. En plus de faire appel à ses services déconcentrés, l'Etat crée la DATAR (Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale) en 1963, puis le ministère de l'Equipement en 1966. En 1967, l'Etat se dote avec la loi d'orientation foncière d'un outil puissant de transformation foncière : les Zones d'Aménagement Concertées (ZAC) (Frébaud, 2005). Les fonctions de décision et d'exécution de l'aménagement sont alors très nettement séparées, la conception étant à la charge des ingénieurs des Ponts et Chaussées et l'exécution confiée aux ingénieurs des Travaux Publics (Verpraet, 2005). Ces acteurs font grand usage des outils statistiques pour définir les besoins de programmation des territoires et mettent en œuvre un urbanisme standardisé reposant sur le zonage de l'espace, la séparation distincte des fonctions de la ville (Hayot & Sauvage, 2000).

Ce modèle de production de la ville va être fortement remis en question dans les années 1970. Après le premier choc pétrolier, la croissance économique commence à ralentir, les premiers signes de malaise social apparaissent dans les ZUP (Zones à urbaniser en priorité). Dans le prolongement des critiques de l'Etat providence, l'urbanisme des trente glorieuses sera rapidement considéré comme un échec : on lui

reproche sa rigidité, « son réductionnisme productiviste et rationaliste » (Pinson, 1999). Les enjeux de la politique urbaine se déplacent, il est maintenant question de réhabiliter les quartiers anciens et les grands ensembles. L'urbanisation se ralentit du fait de la crise économique. Les auteurs s'accordent pour dire que c'est dans ce contexte de remise en cause du modèle d'urbanisme de plan qu'est apparu le projet urbain (Devillers, 1996; Pinson, 1999; Ingallina, 2001; Arab, 2004; Verpraet, 2005, et d'autres), comme l'écrit Hayot & Sauvage (2000, p. 22) : « il est presque communément admis que l'idée de projet urbain procède d'une critique de l'urbanisme réglementaire et techniciste et tente de retrouver le chemin de cette totalité vécue que constitue la ville ». Le projet urbain s'est développé comme une alternative au plan d'urbanisme ou plan territorial, considéré trop rigide et incapable d'anticiper les évolutions démographiques ou économiques : « proposant une approche globale, il est plus attentif aux formes matérielles du territoire physique ; plus proche des contraintes opérationnelles, il laisse une large place à la négociation avec les acteurs privés » (Novarina et al., 2007, p 74). Dès la fin des années 1970, l'architecte Christian Devillers plaide pour un urbanisme de projet, dans lequel le territoire est remis au centre de la démarche de transformation de l'espace et non plus considéré comme un moyen de participer à la construction nationale d'une société et de son économie (Pinson, 1999). Le phénomène urbain n'est plus uniquement considéré comme « la reproduction localisée des processus politiques et économiques globaux », c'est aussi un lieu physique d'interactions sociales s'inscrivant dans un territoire et une histoire (Hayot & Sauvage, 2000, p. 17).

Avec les lois de décentralisation de 1982, l'Etat central est marginalisé des processus d'aménagement au profit des collectivités territoriales. La démocratie locale monte en puissance, la prise en compte des besoins exprimés par les habitants devient un enjeu de l'urbanisme. Le projet urbain apparaît alors comme une méthode de construction de la ville à « l'échelle de la vie quotidienne, à l'échelle du quartier », qui est mieux à même de prendre en compte les particularités locales et d'organiser la participation (Pinson, 1999). Ces projets sont plutôt mis en œuvre par des architectes que par des ingénieurs, les urbanistes disposent de plus d'autonomie dans leur travail à la fois conceptuelle et intellectuelle par rapport aux normes centrales (Verpraet, 2005). La crise économique s'installant, les finances publiques sont en crise, les collectivités doivent donc recourir à des financements privés pour concrétiser leurs projets. Le recours au partenariat public/privé va progressivement se généraliser. Dès lors, « l'urbanisme n'est plus le fruit de décisions prises par un gouvernement hiérarchique, mais plutôt un processus complexe où interviennent négociations, formation de coalitions » (Demazière, 2009, p. 2). La compétition entre les territoires s'accroît, « les villes doivent devenir des acteurs visibles sur le marché des territoires » (Pinson, 1999, p. 133). Ainsi le projet est « réinstrumentalisé au profit de la construction des gouvernements urbains ou de dispositifs de gouvernance urbaine. Sous son aspect produit "physique" (projet de morceau de ville ou projet d'équipements prestigieux), il est destiné à devenir le signe de l'existence sur le plan international de la ville-acteur » (Pinson, 1999, p. 133). De nouvelles professions apparaissent, le programmiste d'abord, puis le paysagiste, le spécialiste de sécurité urbaine, le concepteur lumière, etc. La dénomination « professionnels du projet urbain » se propage au cours des années 1980 (Verpraet, 2005). D'après Pinson (1999), si le projet urbain est né sur les échelles restreintes de l'espace vécu, promu par les architectes et les urbanistes, il est devenu un « instrument d'ingénierie politique et sociale à l'échelle des agglomérations ». Hayot & Sauvage (2000, p. 17) désignent par "localisme" cette nouvelle période de l'urbanisme où « les problèmes sont censés être traités, voire résolus à l'échelle où ils se posent ».

2.2. UNE PRATIQUE PLUS QU'UNE NOTION THEORIQUE

Le projet urbain est un terme largement utilisé par les acteurs de la production urbaine, devenu un « passe-partout de l'action territoriale, urbanistique et architecturale en temps de marketing urbain » (Lévy & Lussault, 2003). Celui-ci est tellement employé, qu'il en devient une « notion floue » (Ingallina, 2001).

Avitabile (2005) a remarqué que la compréhension de la notion de projet urbain et l'usage qui en est fait diffèrent selon les catégories d'acteurs intervenant dans la fabrique de la ville. Les concepteurs urbains (architectes, architectes-urbanistes ou paysagistes) désignent le travail sur le « dessin urbain », sur la forme urbaine à quelque échelle que ce soit par projet urbain. Toutefois, ce travail n'est pas nécessairement commandité. Les élus de villes ou d'agglomérations ayant une certaine culture de l'action urbaine emploient « projet urbain » pour désigner un projet de quartier mais surtout pour un projet de ville ou d'agglomération, personnifiant "l'ambition urbaine" de la collectivité. Le projet urbain peut ainsi être utilisé pour asseoir la stratégie de développement d'une ville et ainsi se différencier du reste d'un territoire. Les habitants et usagers maîtrisent mal le terme de projet urbain, l'assimilant vaguement à une « opération immobilière généralement d'une certaine envergure ». Lors d'une concertation, le projet urbain représente le devenir de leur quartier. Les acteurs économiques attentifs aux évolutions du marché foncier ou de l'immobilier (commerçants, agents ou opérateurs immobiliers) portent un intérêt au projet urbain si celui-ci peut avoir des impacts à court terme sur le marché. Pour eux, le projet urbain est une notion floue qu'ils peuvent appréhender au travers de ses incidences concrètes. L'opérateur-aménageur urbain travaillant en partenariat ou pour le compte de la collectivité entend par projet urbain l'ensemble des actions de traduction opérationnelle partant de la phase de définition. Il est intéressant de voir que pour ces acteurs opérationnels le projet urbain comprend toutes les étapes de conception auxquelles ils souhaitent être plus fortement associés. Pour eux, un projet urbain est un projet pensé mais pas forcément réalisable (Avitabile, 2005, p 14-15).

La pratique du projet urbain n'est pas uniformisée, chaque projet semble se dérouler à sa manière. Seuls des réseaux d'acteurs s'intéressant aux problématiques du projet urbain, tels que les Ateliers Projet Urbain organisés par la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction, le Club Ville et Aménagement, ou encore le CERTU participent à l'échange des pratiques, à la diffusion des retours d'expériences (Novarina et al., 2007, p 86). Jista (2007, p 25) remarque qu'il n'existe pas de modèle de gouvernance spécifique au projet urbain ni de modèle général de fonctionnement, seuls « des arrangements plus ou moins stables sont possibles entre certains acteurs ». L'élaboration des projets urbains suit un processus indéterminé dépendant du contexte dans lequel il est déployé et soumis à des variables exogènes (Arab, 2004). Ce « caractère contingent et situé de l'action » a été démontré par la sociologie des organisations, les sciences de la décision, de gestion ou de l'administration (Arab, 2007a).

L'expression "projet urbain" recouvre donc plusieurs réalités que Arab (2004) a identifiées à partir des travaux de Ingallina (2001), Claude (2001) et Prost (2003) : le projet de territoire, le projet de construction et le projet d'aménagement urbain. Le « projet de territoire », également appelé « projet de ville », « d'agglomération » ou de « développement » définit les orientations stratégiques de développement d'une commune ou d'un territoire intercommunal pour le moyen et long terme. Les "projets d'aménagement urbain" ou "projets urbains complexes" comprennent l'ensemble des choix d'urbanisation et de réalisation d'infrastructures ainsi que leur traduction physique. Il s'agit de la

traduction opérationnelle du projet de territoire à travers la transformation concrète d'un espace et de ses usages. La mise en œuvre d'un projet d'aménagement urbain prend du temps, en général entre dix et trente ans. Le projet urbain peut aussi être entendu comme un simple "projet de construction" d'un bâtiment. Dans ce cas, le terme désigne l'activité de concevoir et de construire un bâtiment sur un espace micro-localisé. Ces projets ne durent généralement pas plus de cinq ans, ils sont portés par un maître d'ouvrage public ou privé qui commande, finance et reçoit l'édifice et par un maître d'œuvre qui le conçoit. Ils sont régis par le code de la construction.

Depuis la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU), qui promeut largement le recours au projet urbain, la planification stratégique du territoire aux différentes échelles d'intervention de l'action publique locale (région, agglomération, commune) est préférée à la gestion de l'occupation des sols (Frébault, 2005; Novarina et al., 2007). Les projets opérationnels sont donc intégrés à une stratégie sur la ville et l'agglomération supposée garantir une cohérence d'ensemble entre les projets. Toutefois, le projet d'aménagement urbain ne peut être réduit à une simple application de la stratégie inscrite dans les documents de planification territoriaux. Il est au contraire un espace de négociations, certains élus locaux préfèrent d'ailleurs limiter les schémas directeurs à des orientations et évitent de fixer des principes d'organisation du territoire trop contraignants (Novarina et al. 2007, p 92). A l'inverse, le développement d'un nouveau projet d'aménagement urbain peut également amener la collectivité locale à adapter ses documents de planification, en particulier le Plan Local d'Urbanisme. Le projet urbain ne doit donc pas être résumé à la traduction opérationnelle des schémas directeurs et autres règlements, mais être compris comme l'ensemble des dynamiques entre la planification stratégique et la réalisation physique des espaces (Ingallina, 2001), passant par la programmation urbaine et la planification opérationnelle.

Notre thèse se concentre sur les projets urbains complexes ou les projets d'aménagement urbain, c'est-à-dire l'ensemble des choix d'urbanisation et de réalisation d'infrastructures ainsi que leur traduction physique (Arab, 2004) sur un morceau de ville et jouant un rôle structurant pour cette dernière (Demazière 2009). Ce sont donc des projets d'une certaine envergure qui retiennent notre attention, parce qu'ils peuvent, selon nous, jouer un rôle déterminant sur la trajectoire de transition énergétique d'une ville. Le mot « projet » renvoie à la projection d'un état futur, fictif jusqu'à ce qu'il soit réalisé, mais également à l'ensemble du processus d'élaboration duquel émanera ou non le projet. Le projet urbain peut également être considéré comme un objet dynamique, vivant, évolutif, dans le sens où le quartier va continuer à être modifié après sa livraison (Pinheiro-Croisel, 2013). Les lieux créés peuvent être détournés de leurs usages originels, des travaux peuvent être réalisés, modifiant partiellement le projet, etc.

2.3. UNE ACTIVITE DE CONCEPTION COLLECTIVE ET NEGOCIEE

Un projet urbain mobilise un grand nombre d'acteurs, mus par des objectifs différents mais interdépendants pour ce qui est de la réalisation de ces objectifs au sein du projet (Verhage et al., 2012). C'est le projet qui les réunit, puisqu'ils ont tous intérêt à ce que le projet se réalise, et non pas la poursuite d'un objectif commun. Toutefois, les acteurs conduisant le projet peuvent être confrontés à des acteurs extérieurs opposés à sa réalisation (riverains, associations environnementalistes, etc.), il s'agira alors pour eux de comprendre les réticences et de les prendre en compte autant que faire se peut. Dans son guide pour l'aménagement, Reyssset (1997) recense les acteurs parties prenantes d'un projet d'aménagement : le maire et les élus locaux, les administrations, les aménageurs, les

promoteurs, les maîtres d'œuvre, les concessionnaires, les propriétaires fonciers, les habitants et usagers, les associations et les entreprises de travaux. Les rôles de ces différents acteurs sont répertoriés dans le [Tableau 6](#).

Selon la définition de Ecosip (1993), le projet urbain se comprend comme une « création collective organisée dans le temps et l'espace, en vue d'une demande » ([Arab, 2004; Jista, 2007](#)). L'urbanisme de projet apporte une nouvelle forme d'action, de production urbaine fondée sur un principe de dialogue, de coopération voire de coproduction entre tous les acteurs concernés par la production, la gestion et l'usage de la ville. « Il véhicule ainsi une posture d'action spécifique, celle du dialogue, du partenariat, de la négociation, voire du consensus dans laquelle résiderait la réponse aux problèmes et enjeux urbains contemporains » ([Arab, 2004, p. 16](#)). Cette intégration de l'ensemble des acteurs doit s'opérer dès la phase d'élaboration (« phase amont ») des actions à entreprendre. Selon [Pinheiro-Croisel \(2013\)](#), la conception d'un projet urbain est une activité collective, qui nécessite la cohésion des différents acteurs. Contrairement à la création, qui est un acte individuel et spontané, la conception est un processus collectif, qui suppose une phase d'apprentissage, d'appréhension de la complexité d'un problème et une phase de synthèse visant à composer un projet en phase avec la réalité ([Terrin, 2009](#)). Les acteurs a priori « illégitimes », comme les associations et les riverains doivent prendre part à la conception au même titre que les concepteurs et ne doivent pas seulement être consultés. [Pinheiro-Croisel \(2013\)](#) remarque que dans la mesure où les documents formalisant les étapes de la conception (le plan de masse, la maquette, les permis de construire, etc.) sont réalisés par certains concepteurs seulement, ils ne reflètent pas l'historique de la création, ni son caractère collectif.

Généralement le monde de la construction et de l'aménagement distingue deux rôles clés des projets : la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, pouvant être assurées par des acteurs différents, suivant les projets. Le maître d'ouvrage est « la personne physique ou morale qui décide de réaliser l'opération » ([Merlin & Choay, 2009](#)), c'est donc elle qui assume les décisions relatives à l'investissement financier, fixe le calendrier et choisit les équipes qui vont participer à la précision et à la concrétisation de sa commande. Le terme de maîtrise d'ouvrage désigne dans un projet urbain, aussi bien le commanditaire de l'action publique de grande échelle que le client de l'opération de bâtiment. C'est donc une position dans la conduite de l'action à laquelle cette expression fait référence et non à un acteur en particulier. La maîtrise d'œuvre recouvre l'ensemble des professionnels concourant à la concrétisation du projet et rémunérée par la maîtrise d'ouvrage. Une fois encore ce terme est employé sans distinction de l'échelle à laquelle les dits professionnels interviennent dans le projet urbain. L'utilisation de ces termes, largement répandus parmi les professionnels de la construction et de l'aménagement, participe selon nous à la confusion des rôles joués par chacun des acteurs tout au long d'un projet urbain. Toutefois cette confusion semble être à l'image du flou régnant dans la définition des contours des différents métiers prenant part à l'aménagement de la ville ([Jeannot, 2005](#)). Ce flou est lié au fait que les professionnels cherchent à élargir le champ de leur action en arborant de nouvelles fonctions ([Blanc, 2010](#)), comme l'ont fait les architectes et avant eux les ingénieurs. Dans un effort de clarification des jeux d'acteurs, nous distinguerons dans cette thèse, les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre urbains des maîtres d'ouvrage et d'œuvre des opérations de construction de bâtiment.

Tableau 6. Les parties prenantes d'un projet d'aménagement et leur rôle d'après Reyssel (1997)

| Acteurs | Statut et rôle dans un projet d'aménagement |
|-----------------------------|---|
| Le maire et les élus locaux | détiennent les « pouvoirs d'approbation, d'instruction et de signature des autorisations de construire et d'aménager » (ou les syndicats intercommunaux, ou les communautés de commune). |
| Les administrations | sont chargées de contrôler la légalité des décisions communales, c'est-à-dire leur respect des lois et des décrets). C'est le préfet qui coordonne cette mission de contrôle. |
| Les aménageurs | sont des maîtres d'ouvrage publics ou privés chargés de la recherche, l'étude, l'acquisition, la viabilisation et la vente de terrains urbanisables. Ce sont des opérateurs publics, semi-publics ou privés qui prennent la responsabilité opérationnelle, intellectuelle et financière de l'aménagement. |
| Les promoteurs | sont des maîtres d'ouvrage prenant le risque financier d'un programme immobilier et qui le conduisent à terme. Ils réalisent ou font réaliser le projet de construction. |
| Les concepteurs | sont constitués de l'ensemble des professions d'art ou de services qui participent à l'étude et/ou la réalisation de l'opération (architecte, urbaniste, paysagiste, géomètre-expert, bureau d'études VRD, géologue, écologue, acousticiens, sociologues, etc.). |
| Les concessionnaires | sont les grandes entreprises publiques ou privées qui détiennent et gèrent les réseaux (électricité, gaz, eau potable, eaux usées, etc.). Ils sont donc des partenaires incontournables du projet, avec qui il est nécessaire de négocier pour insérer le projet sur leurs réseaux à un coût acceptable. |
| Les propriétaires fonciers | personnes publiques, parapubliques ou la plupart du temps privées à qui il faut racheter les parcelles à aménager. |
| Les habitants et usagers | l'ensemble du public susceptible d'être concerné directement ou indirectement par le projet qu'il faut informer et avec qui il est nécessaire de concerter. |
| Les associations | constituent des contre-pouvoirs capables de faire modifier ou faire échouer un projet par des recours. On distingue trois grands types d'associations : les associations écologistes, bien organisées et militantes, les associations de riverains qui se forment pour contester le projet, et les associations politiques animés par des opposants politiques au projet. |
| Les entreprises de travaux | l'ensemble des corps de métiers nécessaire à la réalisation des travaux. |

Plusieurs niveaux de responsabilité à exercer dans le projet peuvent selon [Janvier \(1999\)](#) être distingués:

- L'élaboration de la stratégie urbaine à l'échelle de la ville ou de l'agglomération dans laquelle doit s'inscrire le projet ;
- Le portage politique du projet ;
- Le portage technique du projet ;
- La mise en œuvre opérationnelle (le montage et la réalisation) ([Frébault, 2005](#)).

Une nouvelle figure de la conduite des projets urbains a émergé ces dernières années : la maîtrise d'ouvrage urbaine. [Jista \(2007\)](#) définit la maîtrise d'ouvrage urbaine comme les acteurs et l'ensemble des moyens mis en œuvre (organisations, dispositifs institutionnels, financements privés, législations,

innovations juridiques...) afin de faire advenir les projets urbains complexes. Selon Frébault (2005) la maîtrise d'ouvrage urbaine peut être définie comme :

« L'ensemble des missions portées par la collectivité publique, de pilotage stratégique et de management d'un projet urbain, depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre. Elle est positionnée à l'amont de l'activité opérationnelle et constitue le cadre des interventions des différents acteurs du projet [...] le maître d'ouvrage urbain est une sorte de « chef d'orchestre » (Frébault, 2005, p 16).

Idt (2009) préfère, dans la lignée de Arab (2004), la notion de pilotage à celle de maîtrise d'ouvrage urbaine pour désigner l'action des acteurs publics tout au long du projet urbain. La notion de pilotage, issue des sciences de gestion et du management de projet a été appliquée aux projets d'aménagement urbain par Nadia Arab. Plusieurs activités sont regroupées sous la fonction de pilotage : la définition de l'orientation globale de l'action, l'ambition du projet et son maintien dans le temps ; la définition des stratégies, des moyens et du calendrier nécessaires à la réalisation du projet, ainsi que la coordination des différents intervenants (Arab, 2004).

Bien que présenté sous la forme d'un récit cohérent, le pilotage opérationnel d'un projet urbain est fragmenté, il est composé d'une multitude d'actions aux logiques propres (Idt, 2012). La phase opérationnelle d'un projet urbain est la phase de concrétisation du projet comprenant à la fois les procédures réglementaires, la maîtrise du foncier ainsi que les travaux d'aménagement et de construction. Selon l'auteur, cette situation ne serait pas nécessairement négative et donnerait même l'occasion aux acteurs qui le souhaitent des opportunités pour coordonner l'action collective :

« Paradoxalement, la grande fragmentation des instances de pilotage des projets contribue à organiser les interactions entre les élus et les techniciens qui y participent, à stabiliser des formes de régulation de l'action collective, à élaborer des significations politiques à l'action, et à assurer la coordination entre les secteurs, entre les institutions et entre acteurs publics et privés. » (Idt, 2012, p. 77).

Les orientations politiques ne sont donc pas stabilisées en amont de l'opérationnalisation du projet urbain, bien au contraire. Outre les échanges régulés par l'organisation formelle des institutions politico-administratives publiques locales, élus et techniciens entretiennent des relations extra-hiérarchiques participant au processus de décision, à la coordination de l'action collective (Idt, 2009). Les techniciens sont amenés à apporter les justifications techniques aux différentes prises de position des élus, mais ils font également appel aux élus pour arbitrer une décision technique. A l'inverse, les élus s'adressent aussi directement aux techniciens responsables de la conduite quotidienne des projets urbains afin de s'assurer que ceux-ci défendent leurs positions. Les échanges extra-hiérarchiques peuvent avoir lieu dans des réunions des instances de pilotage plus ou moins régulières qui leur donnent un caractère formel bien que contournant le chemin hiérarchique. Ces relations ne remplacent pas les modes de coordination hiérarchiques au sein des institutions mais les complètent.

2.4. UN PROCESSUS ITERATIF

Le projet urbain accompagne le processus de transformation urbaine sur le long terme. Un projet urbain est un processus borné dans le temps, avec un début et une fin généralement annoncée ex-ante, même si celle-ci peut être repoussée en cours de projet (Arab, 2004; Lenfle & Midler, 2003). Entre les

premières études et la livraison complète d'un quartier, le contexte peut connaître d'importantes évolutions (Idt, 2009): renouvellement des élus, changement de conjoncture du marché de l'immobilier, apparition de nouveaux besoins, etc. Ainsi un projet urbain, son ambition, ses objectifs, sa forme peuvent connaître de nombreux bouleversements. Toutefois, une dynamique irréversible est à l'œuvre au cours d'un projet, un processus d'apprentissage selon lequel le niveau de connaissance quasi nul au démarrage augmente tout du long, alors que la marge de manœuvre sur le projet, elle, diminue (Lenfle & Midler, 2003). Ainsi la capacité d'action sur le projet diminue au fur et à mesure que le niveau de connaissance sur le projet augmente, comme le montre la Figure 8.

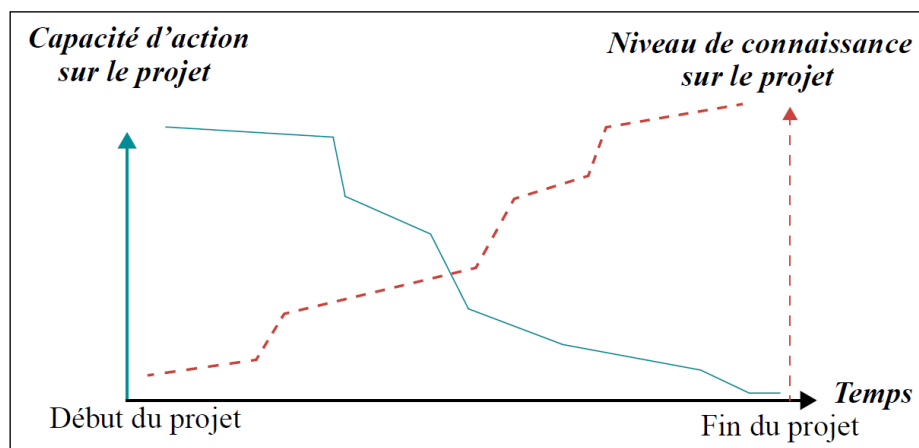


Figure 8. La dynamique de la situation de projet selon Midler (1993)

Le déroulement d'un projet d'aménagement urbain peut être schématiquement découpé en deux grandes phases, la phase amont dont la finalité est la conception du projet et la phase aval qui aboutit à la mise en exploitation des lieux. Toutefois, comme l'explique Frébault (2005), le projet urbain ne se déroule pas de manière linéaire :

« L'incertitude est devenue une composante structurelle de l'aménagement, il n'est plus possible de déterminer avec précision les contours définitifs d'une opération ou d'un ensemble d'opérations, qui s'étendra sur dix, vingt ou trente ans. Aussi les modes de production et d'organisation fondés sur un schéma linéaire et descendant, procédant de l'amont (la conception) vers l'aval (la réalisation), en une succession de phases bien identifiées, selon un calendrier précis, s'avèrent aujourd'hui en total décalage. Le nouveau contexte impose au contraire de promouvoir des systèmes de gestion de processus ouverts, interactifs et itératifs entre diverses actions, divers acteurs, diverses échelles de temps et d'espace. Il faut réinterroger en permanence les finalités du projet, pour cadrer à la fois la conception et la mise en œuvre opérationnelle de l'aménagement. » (Frébault, 2005, p. 14-15).

Les acteurs n'interviennent pas l'un après l'autre dans un ordre bien précis (Frébault, 2005), les interventions se superposent et se succèdent, chaque acteur ayant son propre "calendrier" et même sa propre perception du temps : « chacun y compris le concepteur, a un temps qui lui est propre – selon sa stratégie, sa logique mais aussi les impératifs de sa technique – non seulement pour la décision mais aussi pour son implication dans le processus. De même, chaque acteur a une vision particulière de la finalité et du rôle que jouera le projet réalisé » (Tsiomis, 2007, p. 11). Plus que des recadrages continuels, il peut s'agir d'une remise en question du projet lui-même, de son essence même en phase avancée : « un projet peut, parfois de manière très brusque, être totalement ou partiellement remis en

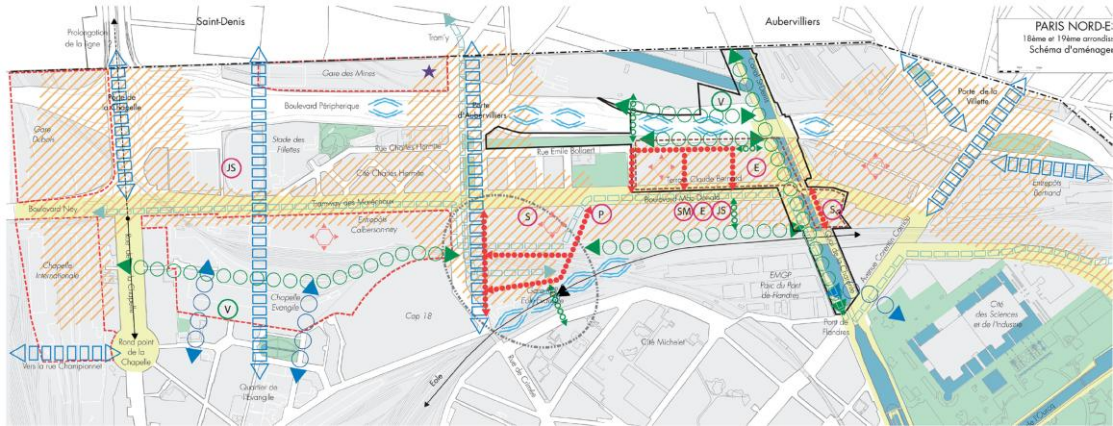
question y compris une fois les étapes de verrouillages enclenchées ou un projet peut rester en *stand by* partiel ou complet pendant plusieurs mois avant d'être relancé par un événement de nature souvent exogène » (Arab, 2007b).

Les conditions de réalisation d'un projet urbain dépendent d'après Arab (2007b) de trois paramètres clés interdépendants: la longue durée de réalisation des projets d'aménagement urbain, l'influence majeure des variables exogènes, un régime d'incertitude intensive. La faisabilité d'un projet est donc continuellement remise en question, ce qui explique la cohabitation de dynamiques temporelles hétérogènes et la coexistence de choix réversibles et d'autres irréversibles.

Le déroulement d'un projet urbain est ponctué par quelques étapes relevant soit d'une procédure réglementée (code de l'urbanisme, code de l'environnement, code des marchés publics, etc.), soit d'un engagement contractuel entre les différents acteurs, soit d'une démarche de communication. Deux documents apparaissent cruciaux dans le processus de développement d'un projet urbain, parce qu'ils sont le support des interactions entre les parties prenantes et parce qu'ils permettent de visualiser le projet : le masterplan et le plan masse³⁵ (Figure 9). Le masterplan ou le plan guide est un document graphique représentant par un plan l'état futur du quartier, l'implantation des espaces publics et des bâtiments, la répartition des fonctions urbaines, et les principaux flux de circulation (Pinheiro-Croisel, 2013). Cette représentation graphique permet de visualiser et de localiser les éléments d'une stratégie urbaine, le plan d'action envisagé par la maîtrise d'ouvrage et conceptualisé par la maîtrise d'œuvre. Le plan masse est une représentation graphique de l'implantation de l'emprise au sol des bâtiments et de leurs hauteurs (Merlin & Choay, 2009). Il constitue un support de communication entre les acteurs d'un projet urbain ainsi qu'un support cognitif pour les concepteurs (Pinheiro-Croisel, 2013) servant d'appui à leurs interactions. Le plan masse peut aussi servir de médium à la communication du projet avec les personnes extérieures au processus de conception. Toutefois le plan masse, de par son caractère statique, peut amener à figer une image, alors que celle-ci n'est pas encore définitive. Pinheiro-Croisel (2013) remarque à ce propos que les acteurs d'un projet s'attachent à l'image du projet avec laquelle l'urbaniste ou l'architecte a été sélectionné. D'autant que la loi MOP (Maîtrise d'Ouvrage Publique) exige que la maîtrise d'œuvre soit rémunérée à chaque modification du plan masse. Par conséquent, les exigences énergétiques auront selon nous du mal à influencer le plan masse si celles-ci sont prises en considération après la consultation urbaine. L'encadrement juridique du déroulement d'un projet urbain ou de construction, défini par le Code de l'urbanisme et le Code des marchés publics, s'il permet d'éviter les situations d'ententes par la mise en place d'un processus de conception mécanique et séquentielle, il impose une rigidité, peu favorable à l'innovation (Pinheiro-Croisel, 2013).

³⁵ Parfois la distinction entre masterplan et plan masse est floue, les deux termes étant parfois employés indifféremment. L'important est alors d'identifier la finalité de la représentation graphique: indiquer le fonctionnement du futur quartier, les différents flux ou alors préciser la forme urbaine, la trame viaire, le gabarit des bâtiments, etc.

Exemple de plan guide



(Source: Mairie de Paris, 2006)

Exemple de plan masse



(Source : SEMAVIP, 2010)

Figure 9. Exemples de représentation d'un projet sous forme de masterplan (en haut) et de plan masse (en bas)

3. DES PROJETS URBAINS DE PLUS EN PLUS COMPLEXES

L'impératif climatique et le succès de la notion de développement durable contribuent au mouvement de complexification de la fabrique de la ville par projet. De nouveaux objectifs de durabilité viennent se superposer aux anciens (Demazière, 2009), tels que la qualité paysagère, la mixité sociale, l'efficacité énergétique des bâtiments, la production d'énergies renouvelables et locales, la préservation de la biodiversité, la promotion des mobilités douces, etc. Le développement urbain durable recouvre des enjeux contradictoires et exige de trouver des compromis équilibrés entre des dynamiques locales et des enjeux globaux, des enjeux de court et de long terme, l'amélioration de l'environnement et la lutte contre l'exclusion sociale, etc. (Theys & Emelianoff, 2001). La multiplication des enjeux sous-tendus par le principe de durabilité amène les objets techniques composants la ville (réseaux de transports, réseaux énergétiques, logements, réseaux d'eau et d'assainissement, parcs et jardins, etc.) à assurer de multiples fonctions. C'est du moins l'évolution des objets techniques urbains que Gey (2012) a identifiée dans les propositions du Grand Paris pour construire une métropole post-Kyoto.

Dans la mesure où la montée en puissance des préoccupations énergétiques dans l'urbanisme est indissociable du succès de la notion de développement durable, les incidences sur les pratiques de l'aménagement et de l'urbanisme sont similaires. L'énergie est bien souvent au centre des actions mises en œuvre au nom de la ville durable. La qualité énergétique ne pouvant être la finalité première d'un aménagement, elle doit faire l'objet de compromis avec les autres enjeux de l'aménagement (le besoin en logements, la qualité de vie, la vie économique, etc.). L'une des difficultés inhérentes à la prise en compte des problématiques énergétiques dans les opérations d'aménagement relevée par Souami (2007) est due au fait que les phénomènes en jeu peuvent difficilement être spatialisés. En d'autres termes les enjeux de l'énergie et de climat ont des cadres de référence différents de ceux de l'action urbaine. Par exemple, ramener la consommation énergétique d'un bâtiment à une unité de surface, le mètre carré, n'a pas toujours un sens du point de vue énergétique. La question du périmètre pertinent pour comptabiliser et traiter la question des émissions de GES se pose également. Par ailleurs, le caractère urgent de l'action de lutte contre le changement climatique – les calendriers de mise en œuvre des politiques climatiques sont souvent particulièrement resserrés – suppose une intégration rapide dans les pratiques des acteurs de l'aménagement, bien que les savoirs ne soient pas encore stabilisés (Molina, 2012). La prise en compte de ces nouveaux impératifs dans le monde de l'urbanisme participe ainsi à l'accélération du processus de complexification des projets urbains.

3.1. MULTIPLICATION DES PARTIES PRENANTES

Le contexte évoluant, les objectifs de la production urbaine se renouvellent régulièrement et par conséquent les modes de faire s'adaptent pour répondre à ces nouvelles finalités (Verhage et al., 2012). Cette adaptation de l'ensemble des professionnels de l'aménagement et de la construction passe tout d'abord par une phase d'apprentissage. Verhage et al. (2012) ont identifié trois voies d'apprentissage : la voie négociée, par laquelle les acteurs se mettent d'accord sur des objectifs de durabilité ; la voie réglementaire, par laquelle les collectivités peuvent instaurer de nouveaux règlements et de nouvelles incitations ; et la voie culturelle, c'est-à-dire l'acculturation, l'échange de savoirs entre les acteurs collaborant à la production urbaine. Les référentiels de développement durable servent d'appuis utiles à ces trois processus d'apprentissage, dans la mesure où ils matérialisent un niveau d'engagement des partenaires, incitent les acteurs à changer leurs pratiques lorsqu'ils sont contraignants ou peuvent simplement les guider, les accompagner. Les individus jouent également des rôles cruciaux. Le

« visionnaire » par exemple arrive à convaincre les autres acteurs à modifier leurs pratiques. L'« expert » apporte de nouvelles connaissances utiles à la création de nouveaux règlements, il pose également le cadre des négociations. Il est également nécessaire que certains acteurs jouent le rôle de « pivots », c'est-à-dire qu'ils servent de médiateur, d'interface entre les experts et les autres acteurs ou encore qu'ils assurent la traduction d'une idée nouvelle en actes.

Les relations entre les acteurs d'un projet de construction se révèlent souvent problématiques, notamment entre l'architecte et ses partenaires professionnels (Terrin, 2009). Face à la multiplication des paramètres à prendre en compte pour réduire les risques et répondre aux nombreuses contraintes, et à la complexification du contexte décisionnel, la maîtrise d'ouvrage fait appel à des expertises externes venant compléter l'action de la maîtrise d'œuvre traditionnelle. Ces experts interviennent de plus en plus en amont du projet en phases de programmation et de faisabilité. L'expert entre progressivement dans le champ de l'action, contribuant ainsi à « la multiplication du nombre d'intervenants et au fractionnement de l'ingénierie de conception » (Terrin, 2009, p. 35).

Face à l'engouement envers la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) et sa mise en œuvre disparate, les maîtres d'ouvrage se sont entourés de professionnels compétents en environnement et en développement durable (Abrial, Debizet, & Symes, 2008; Debizet, 2012). Au lieu de compléter son équipe interne, le maître d'ouvrage fait généralement appel à un AMO-HQE (Assistant à Maîtrise d'Ouvrage spécialisé en environnement) pour l'aider à fixer des objectifs et assurer le suivi de la qualité environnementale au cours du projet. Il a pour mission de transmettre son savoir et ses méthodes aux différents intervenants, il sert de médiateur en cas de divergence, il met à profit son expertise pour évaluer la performance environnementale du projet, il assure le suivi du projet, le respect des objectifs de la maîtrise d'ouvrage et enfin il aide celle-ci à mettre en valeur la qualité environnementale du projet (Debizet & Symes, 2009). L'équipe de maître d'œuvre peut également associer un « conseiller en environnement » (ibid.). Ce sont des bureaux d'études spécialisés en environnement qui assurent ces deux rôles. Si les pratiques professionnelles semblent relativement normalisées et les démarches de conception balisées à l'échelle du bâtiment, il n'est pas évident de les élargir à l'échelle des territoires (Molina, 2012, p. 4), où « des freins aux dynamiques d'acculturation interprofessionnelle » subsistent.

La commande des collectivités pour des projets urbains durables amènent les maîtres d'œuvre à mobiliser des spécialistes des problématiques environnementales et de développement durable issus de disciplines différentes. Ce sont donc des équipes pluridisciplinaires qui se forment pour porter ces projets. Comme pour les projets de construction, Souami (2008) a remarqué que le recours à une expertise spécialisée en développement durable et en environnement peut se faire de deux façons, soit la collectivité sélectionne une équipe de maîtrise d'œuvre urbaine généraliste (urbanistes/architectes et paysagistes) et fait en plus appel à des experts en environnement, soit la collectivité sélectionne directement une équipe de maîtrise d'œuvre intégrant directement un spécialiste en environnement. C'est l'évolution de la commande publique qui redessine le périmètre d'intervention des métiers de l'urbanisme, en étendant le champ de transdisciplinarité de certains, en infléchissant le contenu d'autres ou encore en réorientant les finalités constituées (Souami, 2008, p. 21). Plus que de nouveaux métiers, ce sont de nouvelles disciplines, en particulier les sciences de l'environnement, qui ont émergé dans le monde de l'urbanisme avec la montée en puissance du développement durable. Ce sont donc des tenants de visions opposées de la ville qui doivent désormais travailler ensemble à la fabrique de la ville, pour les uns la ville est source de richesses, d'échanges et pour les autres, elle est source de nuisances, de pollutions et de surconsommations des ressources naturelles. La coopération entre des

professionnels de l'aménagement et des professionnels du climat ou de l'énergie permet la circulation des compétences et des savoirs d'un domaine à l'autre. « Pour les acteurs de l'architecture et de l'urbanisme, le contact avec les experts du climat et de l'énergie permet d'acquérir des connaissances pour s'adapter aux nouveaux enjeux. Réciproquement, le voisinage des professions de l'aménagement assure à des acteurs comme les climatologues une acculturation aux problématiques spatiales et territoriales » (Molina, 2012, p. 3). Si l'enjeu est de faire collaborer ces différents professionnels à la conception d'un projet urbain, l'émergence de ces nouvelles spécialités crée de nouvelles dynamiques concurrentielles, chacun rivalisant pour se positionner sur le marché de l'aménagement durable. La complexification des processus de coordination est également le résultat d'interdépendances grandissantes entre les acteurs d'un projet urbain (Verhage et al., 2012).

Selon Pinheiro-Croisel (2013), le maire peut constituer la pierre angulaire du processus de conception d'un projet urbain : en tant que garant de l'intérêt général, il est en mesure « d'ouvrir des champs d'innovation ou d'exploration », de piloter un « *métabolisme* de création de valeurs et de compétences tout au long du processus de conception et durant la vie en marche du morceau de ville projeté » (Pinheiro-Croisel, 2013, pp 294-301). En tant qu'élu, le maire et son équipe municipale ont la légitimité nécessaire pour mettre en marche et organiser le processus de conception collective. En revanche, peut-il réellement assurer cette fonction tout au long du projet urbain et de la vie du quartier, alors que sa légitimité ne dépasse pas la durée limitée de son mandat ?

3.2. BESOIN DE STRUCTURATION ET D'EVALUATION DES DEMARCHES DE PROJET

Au début des années 2000, le recours aux démarches de certifications environnementales était prescrit par les collectivités et leurs aménageurs. Les bailleurs sociaux sont donc les premiers à adopter une démarche de certification globale. Les collectivités locales deviennent les « principaux prescripteurs de la certification » (Taburet, 2012, p. 182). Les promoteurs se retrouvent contraints d'adopter les démarches de certifications exigées par les collectivités. Peu à peu les promoteurs vont adhérer à cette pratique, voyant dans les référentiels une source d'avantages comparatifs. La certification devient alors incontournable sur le marché de l'immobilier neuf, les promoteurs peuvent difficilement passer à côté. La certification devient un moyen d'anticiper le renforcement de la réglementation, notamment énergétique (passage de la RT 2005 à la RT 2012). La certification environnementale est donc rapidement doublée d'une labellisation énergétique et en particulier du label Bâtiment Basse Consommation (BBC). Le BBC s'impose comme la nouvelle référence de la construction neuve avant même que la RT soit calquée sur celui-ci. D'après les chiffres de l'INSEE, les demandes de labellisations BBC-Effinergie représentaient en 2012 70% des logements collectifs autorisés contre seulement 3% en 2008 (Collectif Effinergie, 2012). Sur le marché de l'immobilier tertiaire, les investisseurs sont particulièrement demandeurs de certifications, elles sont un moyen pour les entreprises d'afficher leur propre engagement dans le développement durable. Certains promoteurs ont ensuite fait de la durabilité et avant tout de la qualité environnementale la base de nouvelles stratégies de groupes destinées à conquérir de nouveaux marchés. En plus de se positionner sur le marché de l'immobilier, les promoteurs participent désormais au portage des projets d'aménagement durables (Taburet, 2012). Afin de devenir une force de proposition pour construire la ville durable souhaitée par les pouvoirs publics, les grands groupes de promotion immobilière multiplient leurs compétences en interne pour étendre leur savoir-faire du bâtiment aux opérations d'aménagement et fédèrent les ressources des autres acteurs et professionnels de la ville (architectes, urbanistes, entreprises privées, etc.).

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 2

Les villes ont un rôle à jouer dans la transition énergétique et nombre d'entre elles s'y sont déjà attelées. Elles peuvent intervenir sur la gestion des réseaux énergétiques, en particulier dans un contexte où les bienfaits de la décentralisation des réseaux commencent à être mis en avant et où le développement des réseaux intelligents apporte de nouvelles fonctionnalités rendant possibles de nouvelles synergies. Plusieurs villes pionnières en matière d'innovation énergétique et de préservation de l'environnement ont développé des projets d'écoquartiers. Plusieurs réseaux de villes assurent la circulation de ces retours d'expériences d'une collectivité à l'autre. Dans toutes ces expérimentations, l'énergie est au cœur des réflexions d'aménagement. Toutefois, ces actions ponctuelles et exemplaires que constituent les écoquartiers ne sont pas suffisantes pour mettre en œuvre la transition énergétique des villes.

Le projet apparaît, selon nous, comme une opportunité à saisir pour engager les villes sur le chemin de la transition énergétique. Le projet urbain est une forme d'action sur la ville, née en réaction à l'urbanisme de plan développé lors de la reconstruction et devenue un incontournable de la fabrique urbaine. Il fait référence à une pratique largement répandue plutôt qu'à une notion théorique clairement définie. Il peut donc recouvrir des réalités différentes, c'est-à-dire des projets tant stratégiques que de transformation concrète de l'espace à des échelles de temps et d'espace plus ou moins importantes. Dans cette thèse, nous désignons par projet urbain l'ensemble des choix d'urbanisation et de réalisation d'infrastructures ainsi que leur traduction physique (Arab, 2004) sur un morceau de ville, et jouant un rôle structurant pour cette dernière (Demazière 2009). Ce sont les projets urbains de plusieurs dizaines d'hectares et de plusieurs dizaines d'années qui retiendront notre attention, parce que leur grande échelle leur permet d'avoir une réelle influence sur le devenir de la ville. Ce sont des processus complexes regroupant un grand nombre de parties prenantes et se déroulant selon des temporalités multiples. Le projet urbain est un mode de production de la ville collectif, espace de dialogue et de négociation cherchant à répondre aux enjeux et problématiques d'un territoire donné. Nous nous limitons dans cette thèse à l'étude des projets urbains portés par la puissance publique. Ce sont les activités de pilotage et de conception de ces projets complexes au regard des enjeux de l'énergie qui attirent notre attention. En effet, les problèmes soulevés par la transition énergétique nécessitent selon nous d'être pris en compte tant par les maîtres d'ouvrage que par les maîtres d'œuvre. D'autant que dans un projet urbain la répartition des rôles peut être floue, la fonction de pilotage étant fragmentée (Idt, 2012). Bien qu'un projet urbain soit en proie à une dynamique irréversible dans laquelle la marge de manœuvre des acteurs diminue alors que le niveau de connaissance augmente (Lenfle & Midler, 2003), son déroulement se fait de manière itérative. L'intervention des différents acteurs se superposent et se succèdent, chaque acteur ayant ses objectifs, sa logique et son calendrier propre.

Les projets urbains se trouvent de plus en plus complexifiés par l'évolution des problématiques urbaines et environnementales et le besoin de répondre à des enjeux globaux en plus des enjeux locaux. L'intégration de nouveaux enjeux non maîtrisés par les acteurs traditionnels de l'aménagement et de la construction participe à la complexification des procédures d'aménagement. Les risques de contradiction entre ces enjeux sont nombreux. Les acteurs prenant part à la conception des projets urbains se multiplient. Les expertises se confrontent, chacune cherchant à se positionner sur un nouveau marché. La coordination est de plus en plus difficile. Pour faire face à cette situation, les acteurs sont à la recherche de procédures capables de les aider à faire des choix éclairés et à mesurer la

prise en compte effective de ces nouveaux enjeux. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, un certain nombre de dispositifs existent d'ores et déjà pour accompagner les collectivités locales à mettre en place des politiques énergie-climat mais aussi pour accompagner les acteurs de la construction et de l'aménagement à faire les bons choix de conception et de réalisation.

CHAPITRE 3. LES OUTILS EXISTANTS POUR METTRE EN ŒUVRE LA TRANSITION ENERGETIQUE AU SEIN DES VILLES

Dans ce chapitre, nous faisons un tour d’horizon des outils à disposition des collectivités locales et des aménageurs pour mettre en œuvre la transition énergétique au sein des villes¹⁶. Les objectifs des documents de planification urbaine ont été progressivement enrichis par le législateur vers une meilleure prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques, notamment à travers les lois Grenelle (1.1). Plusieurs dispositifs ont été introduits par la loi Grenelle 2 dans les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) et les Plan Locaux d’Urbanisme (PLU) créés par la loi SRU, afin de donner les moyens aux collectivités de maîtriser l’empreinte carbone de l’urbanisation et d’encourager les économies d’énergie dans le bâtiment (1.2). En plus de ces nouveaux dispositifs, les lois Grenelle ont abouti à la création de documents de planification spécifiques aux enjeux énergétiques et climatiques : les bilans de GES, les Plan climat-Energie Territoriaux (PCET), les Schémas Régionaux du Climat, de l’Air et de l’Energie (SRCAE), les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables, l’étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables, et la procédure de classement des réseaux de chaleur (1.3). Outre ces outils de planification urbaine, la performance énergétique des bâtiments fait l’objet d’une réglementation spécifique, la réglementation thermique dont les objectifs sont régulièrement renforcés (2.1), et est visée par différentes certifications environnementales et labels énergétiques (2.2). Enfin, de nouveaux outils et méthodes visant à améliorer la qualité énergétique des quartiers sont apparus ces dernières années (3).

1. LES OUTILS DE PLANIFICATION URBAINE

Il existe en France un certain nombre d’outils de planification à disposition des collectivités locales pour encadrer l’urbanisation de leur territoire. Face à la montée des préoccupations climatiques et énergétiques, les engagements pris par la France à l’échelle nationale ont été déclinés dans le code de l’urbanisme. Progressivement les outils existants ont été adaptés à ces nouveaux enjeux, et des nouveaux ont été spécifiquement créés. Le Grenelle de l’environnement en 2007 et les deux lois qui en ont découlé ont bouleversé le paysage des documents d’urbanisme. Nous revenons dans cette section sur les principales lois qui ont fait évoluer le droit de l’urbanisme depuis les années 1990 vers une meilleure prise en compte des problématiques environnementales, avant de faire le point sur les outils aujourd’hui à disposition des villes pour mettre en œuvre localement une politique énergie-climat.

1.1. APERÇU DES LOIS QUI ONT FAVORISE L’INTEGRATION DES ENJEUX ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES DANS LA PLANIFICATION DU TERRITOIRE

L’engagement progressif de la France dans une politique de lutte contre le changement climatique s’est traduit par l’adoption d’une succession de lois offrant de nouveaux outils de planification aux collectivités locales.

¹⁶ L’ensemble de ces dispositifs permet de se familiariser avec les outils effectivement à disposition des acteurs des trois projets urbains parisiens que nous avons étudiés et qui font l’objet de la seconde partie de cette thèse. C’est pourquoi nous présenterons dans ce chapitre les dispositifs franciliens et parisiens plus en détails.

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) adoptée en 1996, reconnaît le caractère polluant des gaz à effet de serre et crée les Plans de Déplacements Urbains (PDU) afin que les collectivités locales puissent mieux encadrer leur politique de transport des personnes et des marchandises. En fixant des objectifs à l'échelle de l'agglomération en matière de transport de passagers et de marchandises, les PDU devaient contribuer à maîtriser la circulation automobile dans les centres villes et à améliorer l'offre de transports en commun. C'est la première fois qu'apparaît explicitement dans la loi le lien entre utilisation rationnelle de l'énergie et qualité de l'air (Chanard, 2011).

En 1999, la loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire met en place de nouveaux documents de planification : les schémas régionaux d'aménagement et de développement du territoire, les schémas de services collectifs et les directives territoriales d'aménagement. Document de planification sur 20 ans, les schémas de services collectifs ont pour finalité de constituer des stratégies territoriales de développement du service public selon les besoins des territoires (Guigou, 1999). Parmi les neuf thématiques faisant l'objet d'un schéma de services collectifs apparaît l'énergie.

Parmi les réformes induites par la Loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) de 2000 visant à améliorer la cohérence des politiques de planification à l'échelle des aires urbaines et y intégrer une dimension de développement durable, les plans locaux d'urbanisme (PLU) viennent remplacer les Plan d'Occupation du Sol et les Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) sont créés (Direction générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction, 2000). Le PLU permet d'organiser les politiques d'aménagement et d'urbanisme à l'échelle d'une commune ou d'un groupement de communes et fixe les règles générales d'utilisation du sol sur ce territoire. L'intégralité de la ou des communes concernées est couverte par le PLU lorsqu'il est élaboré par un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) à l'exception des secteurs sauvegardés qui sont encadrés par un Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) annexé au PLU. Le dossier de PLU comprend :

- Un rapport de présentation, qui comporte le diagnostic et explique les choix effectués ;
- Un Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) qui fixe les orientations générales d'aménagement et d'urbanisme – des orientations d'aménagement peuvent être spécifiques à certains secteurs ou quartiers ;
- Des documents graphiques qui définissent les zones urbaines (U), les zones à urbaniser (AU), les zones agricoles (A) et les zones naturelles et forestières (N), complétés par un règlement fixant le cadre général de l'utilisation dans les différentes zones ;
- Des annexes contenant les servitudes d'utilité publique, le plan de prévention des risques, les secteurs sauvegardés, le plan d'exposition aux risques, etc.

Le SCOT a pour objectif de coordonner des politiques sectorielles (urbanisme, habitat, déplacements, développement économique, etc.) entre les différentes collectivités d'une même aire urbaine. Le dossier de SCOT contient trois documents : le rapport de présentation, le projet d'aménagement et de développement durable et le document d'orientation et d'objectifs. Bien que la loi SRU ait pour objectif de créer les outils de planification utiles à la construction de villes plus durables, l'énergie n'apparaît pas explicitement parmi ces nouveaux documents de planification (Grenier, 2007).

En juillet 2004, l'Etat a adopté un Plan climat, qui déroule la stratégie nationale pour la lutte et l'adaptation au changement climatique de manière atteindre le facteur 4 en 2050. Ce Plan s'articule autour de huit actions principales ([Mission Interministerielle de l'Effet de Serre, 2004](#)), allant de la sensibilisation des individus, à la promotion de la recherche, en passant par la réduction des émissions de GES dans l'industrie, l'agriculture et la foresterie, la promotion des économies d'énergies dans les bâtiments ou la mise en place de plans climats territoriaux. Cette stratégie de lutte contre le changement climatique laisse selon [Bardou \(2009\)](#) peu de place aux collectivités locales, « cette faible articulation entre le niveau national et le niveau local est sans doute le résultat d'un dialogue un peu tendu entre l'État et les collectivités, surtout en ces années de décentralisation de l'État vers les collectivités sans transfert de moyens financiers » ([Bardou, 2009, p. 4](#)).

En 2005, la loi programme fixant les orientations de la politique énergétique française (loi de programme n°2005-781 du 13 juillet 2005, dite loi POPE) est votée afin d'assurer l'indépendance énergétique de la France et la sécurité d'approvisionnement ; de garantir l'accès à tous de l'énergie et à un prix compétitif, tout en préservant la santé humaine, l'environnement et le climat. Pour répondre à ces enjeux, trois objectifs quantifiés ont été inscrits dans la loi :

- Maîtriser les consommations et réduire l'intensité énergétique de 2% par an d'ici 2015 puis de 2,5% jusqu'en 2030 ;
- Satisfaire 10% de nos besoins énergétiques à partir de ressources renouvelables ;
- Porter à 21% l'électricité produite par la France par des sources renouvelables et augmenter de 50% la production de chaleur renouvelable ;
- Diminuer de 3% par an nos émissions de GES dans une perspective du facteur 4 à l'horizon 2050.

En plus d'avoir créé les certificats d'économie d'énergie, la loi POPE a mis en place le dispositif de bonification du COS¹⁷, c'est-à-dire l'autorisation d'un « dépassement du coefficient d'occupation des sols, dans la limite de 20% et dans le respect des autres règles du plan local d'urbanisme, pour les constructions remplissant des critères de performances énergétiques ou comportant des équipements de production d'énergie renouvelable » ([Article 30 de la Loi programme fixant les orientations de la politique énergétique du 13 juillet 2005](#)). L'article 37 de cette même loi prévoit la mise en place des Zones de Développement de l'Eolien (ZDE). Le rôle de maîtrise de la production et de la demande en énergie des collectivités est ainsi renforcé. La loi Engagement National pour le Logement de 2006 a mis en place un taux TVA préférentielle de 5,5% pour les chaufferies alimentées à 50% d'énergies renouvelables et de récupération.

Adoptée à la quasi-unanimité au Parlement en 2009, la loi Grenelle 1 assigne sept objectifs devant être pris en compte par le droit de l'urbanisme ([Carpentier, 2011](#); [Soler-Couteaux, 2011b](#)) :

- Lutter contre la régression des surfaces agricoles et naturelles ;
- Lutter contre l'étalement urbain et la déperdition d'énergie, et permettre la revitalisation des centres-villes ;
- Concevoir l'urbanisme de façon globale en harmonisant les documents de planification établis à l'échelle de l'agglomération ;

¹⁷ Ce dispositif a été supprimé par la loi Alur du 26 mars 2014.

- Préserver la biodiversité, notamment à travers la conservation, la restauration et la création de continuité écologiques ;
- Assurer une gestion économe des ressources et de l'espace ;
- Permettre la mise en œuvre de travaux d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments ;
- Créer un lien entre densité et niveau de desserte par les transports en commun.

Dans cette même logique, la loi Grenelle 1 modifie l'article L. 110 du code de l'urbanisme ajoutant la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie, la gestion économe des ressources fossiles et la préservation de la biodiversité aux objectifs d'une politique d'urbanisme. Ainsi la réduction des consommations énergétiques, la lutte contre le changement climatique et la lutte contre l'étalement urbain ont été affirmées avec la loi Grenelle 1 comme des objectifs incontournables d'une politique publique de l'urbanisme. La loi Grenelle 2 est venue un an plus tard compléter la Loi Grenelle en apportant de nouveaux documents de planification veillant à améliorer la mise en œuvre d'un développement durable et par là même rendre les politiques d'aménagement du territoire plus respectueuses de l'environnement.

1.2. MODIFICATIONS APORTEES AUX DOCUMENTS D'URBANISME PAR LA LOI GRENELLE 2 EN FAVEUR DE L'ENERGIE ET DU CLIMAT

La loi d'engagement nationale pour l'environnement, dite loi « Grenelle 2 » a opéré un certain nombre de changements dans le droit de l'urbanisme. Le code de l'urbanisme est le code le plus touché par la loi « Grenelle 2 » après le code de l'environnement, certains auteurs ([Carpentier, 2011](#); [Certu, 2011d](#)) parlent de « verdissement » des instruments de planification, qui deviennent de véritables outils au service du développement durable. « Le contenu environnemental des documents d'urbanisme se trouve [incontestablement] renforcé par la loi » ([Soler-Couteaux, 2011, p. 89](#)). Nous présentons dans cette partie les différents dispositifs mis en place par la loi Grenelle 2 en faveur de l'énergie et du climat. Cette description repose sur les informations contenues dans les fiche réalisées par le Certu ([Certu, 2010b, 2011b, 2011c, 2011d](#)).

LES DISPOSITIFS DU SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT)

Les thématiques abordées dans le PADD du SCOT ont été enrichies par la loi Grenelle 2. En plus de l'urbanisme et du développement économique, le PADD doit dorénavant fixer des objectifs en matière de logement, de transports et de déplacements, d'implantation commerciale, de développement touristique et culturel, de développement des communications électroniques, et d'environnement ([Strebler, 2011](#)). Les objectifs environnementaux recouvrent la lutte contre l'étalement urbain, la mise en valeur et la protection des espaces naturels, agricoles et forestiers et des paysages, la préservation des ressources naturelles, la préservation et la remise en état des continuités écologiques.

Plusieurs dispositifs peuvent être mis en place dans les SCOT pour maîtriser l'étalement urbain et densifier les zones déjà urbanisées. L'ouverture d'un secteur à l'urbanisation peut être précédée suivant le contexte local d'une étude d'impact et d'une « étude de densification » des zones déjà urbanisées. Il pourrait également être précisé que seuls les terrains reliés aux réseaux d'eau, d'assainissement et d'électricité puissent être urbanisés. Le SCOT peut aussi désigner des zones géographiques à ouvrir à l'urbanisation en fonction de leur desserte en transports en commun, ou contraindre les constructions

ou aménagements sur ces zones géographiques de respecter un certain niveau de performance en matière énergétique et/ou de raccordement aux réseaux de communication numérique (Strebler, 2011). Deux outils à disposition des auteurs des SCOT pour maîtriser le développement urbain et lutter contre l'étalement urbain pourraient se révéler contraignants. D'une part, la délimitation de secteur où une densité minimale doit être garantie sous laquelle les prescriptions des PLU ne pourraient descendre. Ainsi, le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) peut fixer des normes de hauteurs, d'emprise au sol ou d'occupation des sols qui serviraient de valeurs plafonds pour la définition des PLU. D'autre part, le DOO peut désigner des secteurs géographiques (bâti ou non) à proximité de transports collectifs « existants ou programmés » (avec une échéance temporelle fixée) et non pas seulement envisagés sur lesquels une densité minimale est imposée. Indirectement ce dispositif pourrait faciliter le développement des réseaux de chaleur en garantissant un niveau de densité thermique suffisant pour garantir l'équilibre économique des projets de réseaux de chaleur (Cariou, Le Dû, & Ronez, 2011). A l'inverse, « l'existence d'un réseau de chaleur sur un secteur pourrait avoir un impact sur la détermination du plancher de densité fixé pour ce secteur » dans le SCOT (Cariou, Le Dû, & Ronez, 2011, p. 14). Si la loi Grenelle 2 introduit des outils qui pourraient se révéler efficaces en vue d'un aménagement durable du territoire et lutter contre l'étalement urbain, ces outils restent de « *simples options* » à la disposition des auteurs des SCOT » (Strebler, 2011, p. 12).

LES DISPOSITIFS DU PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU)

La Loi Grenelle 2 renforce l'autorité du PADD du PLU et améliore les outils permettant sa mise en œuvre (Soler-Couteaux, 2011). Par l'élargissement des thématiques qu'il doit couvrir le PLU devient un véritable outil de cohérence des politiques publiques de la ville à travers le PADD :

« Les principes auxquels les PLU doivent concourir sont [dans l'article L. 121-1 du code de l'urbanisme tel qu'il a été modifié par la loi « Grenelle 2 »] élargis à un objectif d'amélioration des performances énergétiques, de développement des communications électroniques, mais également à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, à la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables, à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques » (Soler-Couteaux, 2011, p. 91).

De plus le règlement du PLU peut « imposer aux constructions, travaux, installations et aménagements, notamment dans les secteurs qu'il ouvre à l'urbanisation, de respecter des performances énergétiques et environnementales renforcées qu'il définit » (art. L. 123-1-5,14^o). Par ailleurs, le mécanisme d'incitation qu'est la bonification du Coefficient d'Occupation du Sol (COS) a été renforcé, portant la limite de dépassement de 20 à 30%, comme le stipule l'article L. 128-1 du code de l'urbanisme: « dans les zones urbaines ou à urbaniser, un dépassement des règles relatives au gabarit et à la densité d'occupation des sols résultant du plan local d'urbanisme ou du document d'urbanisme en tenant lieu peut être autorisé, par décision du conseil municipal ou de l'organe délibérant de l'établissement public de coopération intercommunale compétent en matière de plan local d'urbanisme, dans la limite de 30% et dans le respect des autres règles établies par le document, pour les constructions satisfaisant à des critères de performance énergétique élevée ou alimentées à partir d'équipements performants de production d'énergie renouvelable ou de récupération ». Le caractère incitatif de cette mesure s'en trouve ainsi renforcé (Certu, 2011a). Selon les modifications apportées par la Loi Grenelle 2, l'emprise au sol et la hauteur peuvent faire l'objet d'une bonification, ce qui permet une meilleure adaptation du dispositif à la variabilité des tissus urbains (Certu, 2011a). Toutefois, depuis l'adoption de la loi pour

l'Accès au Logement et à un Urbanisme Rénové, dite loi Alur (loi n°2014-366 du 24 mars 2014), la possibilité de fixer un COS au sein du PLU a été supprimée (Plan bâtiment durable, 2014). Cette modification du code de l'urbanisme supprime par conséquent le mécanisme de bonification du COS.

1.3. TOUR D'HORIZON DES DOCUMENTS DE PLANIFICATION SPECIFIQUES ET DES MESURES CREES PAR LES LOIS GRENELLE

La Loi Grenelle 2 a introduit dans le droit de l'urbanisme de nouveaux documents de planification ayant pour finalité d'assurer la mise en œuvre locale de la politique nationale du facteur 4 : le bilan de GES, le Plan Climat Energie Territorial (PCET), le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), et le schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables. Par ailleurs, la Loi Grenelle 1 a rendu obligatoire la réalisation d'une étude de faisabilité sur le développement potentiel des énergies renouvelables lors d'une opération d'aménagement. Dans cette sous-section, nous présentons succinctement la nature de ces différents outils.

LE BILAN DE GES

Depuis 2012, les collectivités de plus de 50 000 habitants sont tenues d'établir un bilan de leurs émissions de GES, ainsi que toutes les personnes de droit privé employant plus de 500 personnes ou 250 personnes dans les régions et départements d'outre-mer et les établissements publics de plus de 250 personnes. Ce bilan doit être rendu public, actualisé tous les trois ans et accompagné d'une synthèse des actions envisagées pour réduire les émissions de GES.

Les principaux choix méthodologiques nécessaires à l'élaboration des bilans sont définis par un pôle de coordination nationale, de même que le périmètre des émissions. Le suivi des bilans de GES est organisé par le préfet de région et le président du conseil régional avec l'appui du pôle de coordination nationale. Ce suivi comprend le recensement des bilans publiés et un état des lieux qui porte sur « le nombre des bilans publiés, la qualité de leur contenu et les difficultés méthodologiques éventuellement rencontrées ». (Décret n° 2011-829 relatif au bilan des émissions de gaz à effet de serre et au plan climat-énergie territorial, 2011)

LE PLAN CLIMAT- ENERGIE TERRITORIAL (PCET)

Selon le guide méthodologique développé par l'ADEME (2009), un PCET est un projet territorial de développement durable dont la finalité première est la lutte contre le changement climatique :

« Le PCET constitue le cadre d'engagement d'un territoire. Il structure et rend visible l'action de la collectivité et des acteurs associés face au défi du changement climatique. Il fixe les objectifs du territoire [pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique] et définit un programme d'actions pour les atteindre. Il regroupe notamment l'ensemble des mesures à prendre en vue de réduire les émissions de GES dans tous les domaines de l'économie et de la vie quotidienne » (ADEME, 2009, p. 18).

Apparu dans le « Mémento des décideurs » publié en 1999 par la Mission Interministérielle à l'Effet de Serre, puis introduit par le plan climat national en 2004 comme une démarche volontaire (Godinot, 2011), le PCET est devenu obligatoire avec la Loi Grenelle 2 pour les collectivités locales (les régions, les départements, les communautés urbaines, les communautés de communes et les communes) de plus

de 50 000 habitants. Les autres collectivités, celles de moins de 50 000 habitants, les intercommunalités et les pays y sont quant à eux fortement incitées. Le PCET doit être mis à jour au moins tous les cinq ans et être compatible avec le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE).

Concrètement, le PCET doit à partir du bilan des émissions de GES, fixer des objectifs stratégiques et opérationnels pour atténuer et lutter efficacement contre le changement climatique et s'y adapter ; contenir un programme d'actions à réaliser pour atteindre ces objectifs conformément à la législation européenne relative au climat et à l'énergie ainsi qu'un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats. Le contenu des PCET est précisé dans le décret n°2011-829 du 11 juillet 2011 : les objectifs stratégiques et opérationnels doivent être chiffrés en tonnes équivalent de dioxyde de carbone économisées, en tonnes équivalent pétrole d'économie d'énergie ou pour les énergies renouvelables en puissance installée et en perspective de production annuelle. Les modalités d'élaboration et de concertation du projet de PCET ainsi que la mise en place du dispositif de suivi et d'évaluation des résultats sont laissées à la liberté des collectivités.

La loi Grenelle 2 précise que si une collectivité s'engage dans « l'élaboration d'un projet territorial de développement durable ou agenda 21 local, le plan climat-énergie territorial en constitue le volet climat » (article 75 de la Loi Grenelle 2) dans la mesure où son contenu respecte les dispositions du décret n° 2011-829, énoncées ci-dessus. Deux générations de PCET peuvent donc être distinguées (Godinot, 2011), la première génération concernant les PCET élaborés avant la loi Grenelle 2, et la seconde conçue suivant les dispositions de la loi Grenelle 2 et son décret d'application. A partir de l'analyse de trois documents de référence pour la construction des PCET¹⁸, Chanard et al. (2011) recensent huit thèmes principalement abordés dans ces documents: la production et la distribution de l'énergie ; le bâtiment, l'urbanisme et l'aménagement ; le transport ; l'agriculture, la gestion des forêts et des espaces verts ; le mode de production et de consommation durable, la gestion des déchets ; la biodiversité et enfin l'économie locale.

La Ville de Paris a adopté son premier plan climat en 2007, soit avant l'obligation de la Loi Grenelle 2, c'est donc un plan climat de première génération. Ce document a été élaboré selon un processus participatif organisé par le service d'écologie urbaine de la Ville de Paris, le bureau de l'adjoint à l'environnement du Maire de Paris en collaboration avec des consultants privés (Simonet, 2011). Le contexte, les jeux d'acteurs et les conditions d'élaboration de ce plan climat sont détaillés et analysés dans la thèse de Guillaume Simonet soutenue en 2011.

L'ambition du plan climat parisien dépasse les objectifs européens du paquet énergie climat, puisque la Ville vise à l'horizon 2020 d'atteindre pour son territoire (Mairie de Paris, 2007):

- 25% de réduction des émissions de GES par rapport à 2004 ;
- 25% de réduction des consommations énergétiques par rapport à 2004 ;
- 25% de consommation énergétique issue d'énergies renouvelables.

Ces objectifs ont été fixés sur la base d'un bilan carbone. En plus de ces objectifs généraux, la Ville a fixé un niveau de consommation maximal des bâtiments neufs en énergie primaire : 50kWh/m²SHON/an

¹⁸ Ces trois documents sont : le site internet de l'ADEME Centre de ressources pour les Plans Climat-Energie Territoriaux, le guide de l'ADEME Construire et mettre en œuvre un plan climat (ADEME, 2009), et le kit méthodologique du Réseau France Action Climat (RAC-F) de 2008 Comment réduire les émissions de gaz à effet de serre au niveau local et adapter les territoires aux effets des changements climatiques

(chauffage, ECS, éclairage, ventilation, climatisation). Pour les bâtiments réhabilités, la consommation maximale d'énergie primaire ne doit pas dépasser 80kWh/m²/an. La Ville s'est par ailleurs engagée à faire preuve d'exemplarité sur son patrimoine propre existant et futur (plan de rénovation de son parc à partir d'un diagnostic thermique, développement des ENR, réduction des consommations électriques, etc.). Le plan climat annonce notamment la mise en œuvre d'une gestion performante de l'éclairage public, visant une réduction de 30% des consommations.

La Ville de Paris entend participer à la conduite d'une politique locale de l'énergie, profitant de l'évolution législative (ouverture des marchés énergétiques, loi POPE), afin de développer notamment la production et la distribution d'énergies renouvelables sur son territoire :

« La Ville entend exercer pleinement ses compétences d'autorité concédante sur la distribution publique de l'énergie à Paris, vis-à-vis des différents concessionnaires, pour réduire les consommations et accroître la part des énergies renouvelables. Quatre sources d'énergie sont visées : l'électricité, le gaz, le chauffage urbain et le réseau de froid » (Mairie de Paris, 2007, p. 3).

La Ville veillera entre autres à ce que les concessionnaires de réseaux s'engagent bien dans des démarches de maîtrise de la demande énergétique et de lutte contre le changement climatique. A ce titre, le plan climat annonçait la signature d'un protocole de développement durable entre la Ville et EDF autour de l'efficacité énergétique, les projets HQE, le développement des ENR, les certificats d'économie d'énergie, l'aménagement durable et les grands projets d'urbanisme, les nouvelles mobilités et la politique de communication. La Ville de Paris demande à la CPCU, concessionnaire du réseau de chauffage urbain, d'élever rapidement la part d'énergie renouvelable et fatale dans son mix énergétique à 60% et lui fixe comme objectif de passer ce taux à 75% d'ici 2020. L'augmentation de la part d'énergie renouvelable dans l'approvisionnement en chaleur du chauffage urbain devra notamment exploiter le potentiel géothermique parisien. La ville promeut le raccordement des bâtiments tertiaires au réseau de froid urbain « dans les zones comprenant déjà un grand nombre de tours aérofrigorifères équipant des installations autonomes, sources de risque sanitaire » (Mairie de Paris, 2007, p. 17). Toutefois cette solution doit être envisagée après la mise œuvre d'actions sur le bâtiment pour limiter les besoins de rafraîchissement et l'étude de solutions de rafraîchissement naturel. Nous savons par ailleurs que la Ville de Paris a réalisé une étude évaluant le potentiel de production d'énergies renouvelables sur son territoire, mais les résultats de cette étude sont confidentiels.

Les objectifs généraux du plan climat doivent être mis en œuvre dans les opérations d'aménagement menées par la Ville sur son territoire, les opérations les plus grandes devant tendre vers la neutralité carbone. A titre d'exemple, le plan climat précise des objectifs spécifiques à quelques opérations d'aménagement en cours, dont la ZAC Claude-Bernard et le secteur Clichy-Batignolles. Le contenu de ces objectifs et leurs implications pour ces deux projets seront détaillés dans les [chapitres 6 et 7](#).

LE SCHEMA REGIONAL DU CLIMAT, DE L'AIR ET DE L'ENERGIE (SRCAE)

La Loi Grenelle 2 impose à chaque région de se doter d'un SRCAE. Ce schéma doit fixer pour le territoire régional les orientations stratégiques pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, la prévention et la réduction de la pollution atmosphérique. Il doit également contenir les objectifs quantitatifs et qualitatifs à atteindre en matière de valorisation du potentiel énergétique terrestre, renouvelable et de récupération. Ce schéma n'est pas une déclinaison régionale d'une

politique nationale, mais a pour objectif de constituer une politique construite en fonction des potentialités d'une région. Ce schéma se fonde sur un état des lieux comprenant :

- Le recensement des émissions de polluants atmosphériques et des GES,
- Le bilan énergétique,
- L'évaluation du potentiel énergétique renouvelable et de récupération,
- L'estimation des potentiels d'amélioration de l'efficacité énergétique,
- L'évaluation de la qualité de l'air en termes de santé publique et d'impact sur l'environnement.

L'élaboration des SRCAE en matière d'énergies renouvelables s'appuie sur le schéma de raccordement au réseau des énergies renouvelables. Par conséquent, les politiques énergétiques et climatiques sont désormais regroupées avec la politique de qualité de l'air dans un même schéma régional, afin de limiter les possibilités de contradiction. Le SRCAE remplace donc le plan régional de qualité de l'air (PRQA) et vaut schéma régional des énergies renouvelables prévu par l'article 19 de la loi n°2009-967 du 3 août 2009, dite loi Grenelle 1. Ce schéma est un document stratégique non prescriptif, élaboré conjointement par l'Etat et la région après consultations des collectivités territoriales concernées et leurs groupements. Les régions sont supposées être dotées de tels schémas depuis le 13 juillet 2011. Ces schémas sont évalués et révisés tous les cinq ans.

Les PCET à tous les niveaux d'échelle et les Plans de Prévention de l'Atmosphère (PPA) qui sont obligatoires pour toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants, et les Plans de Déplacements Urbains (PDU) doivent être compatibles avec le SRCAE. En revanche aucun lien juridique n'est défini par la loi entre le SRCAE et les documents d'urbanisme comme le PLU et le SCOT. Les PCET compatibles avec le SRCAE doivent eux être pris en compte par les Scot et les PLU.

Le SRCAE de la Région Ile-de-France a été adopté par le Conseil Régional le 23 novembre 2012. A partir d'un état des lieux sur la consommation énergétique, la production d'énergies renouvelables, les émissions de GES et de la qualité de l'air, le document décline objectifs et orientations stratégiques et préconise un ensemble d'actions à privilégier par thématiques. Les thématiques couvertes par le SRCAE sont : les bâtiments, les énergies renouvelables et de récupération (ENR&R), les consommations électriques, les transports, l'urbanisme et l'aménagement, les activités économiques, l'agriculture, les modes de consommations durables, la qualité de l'air et enfin l'adaptation au changement climatique. Des objectifs chiffrés sont fixés aux horizons 2020 et 2050. Nous ne présenterons pas dans le détail les stratégies définies pour chacune des thématiques, mais seulement les quelques points en lien avec l'action urbaine¹⁹.

Le secteur du bâtiment est aujourd'hui à l'origine en Ile-de-France de 60% des consommations énergétiques et de près de la moitié des émissions de GES ([Région Ile-de-France, 2012](#)). Le SRCAE prévoit, par rapport aux chiffres de 2005 la réduction de 17% en 2020 et 50% en 2050 des consommations énergétiques des bâtiments franciliens et 29% de réduction en 2020 et 82% en 2050 des émissions de GES. Encourager la sobriété énergétique, isoler les bâtiments existants et remplacer les équipements énergétiques sont les trois objectifs poursuivis. Un certain nombre d'orientations

¹⁹ Pour un aperçu synthétique mais complet du SRCAE, voir le memento à l'usage des collectivités ([Région Ile-de-France, 2012](#)).

visent donc à favoriser la réhabilitation des bâtiments existants (sensibilisation, actions exemplaires sur les patrimoines des collectivités locales, outils de financement, conseils aux maîtres d'ouvrage, etc.).

En matière de valorisation des ENR&R, le SRCAE fait du développement du chauffage urbain un enjeu prioritaire:

« Le développement du chauffage urbain (réseaux de chaleur) est l'enjeu prioritaire et stratégique pour mobiliser les ENR&R disponibles sur le territoire. Compte tenu de la forte densité urbaine de l'Ile-de-France, un maillage plus serré des réseaux de chaleur se justifie sur le plan énergétique, économique et environnemental » (*Région Ile-de-France, 2012, p. 14*).

L'objectif est d'augmenter de 40% le nombre de logements desservis par un réseau de chaleur d'ici à 2020. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de raccorder les bâtiments situés à proximité des réseaux existants, d'étendre les réseaux existants et d'en créer de nouveaux dans les zones à urbaniser ou les quartiers en rénovation. En parallèle, le SRCAE exige le recours croissant aux ENR&R (chaleur fatale des usines d'incinération des ordures ménagères, des data centers, des eaux usées, etc.), puis à la géothermie et en troisième lieu aux énergies renouvelables (bois énergie). Politiquement, le choix du chauffage urbain est donc clairement affiché en Ile-de-France et à Paris, ainsi que la volonté d'augmenter la part d'énergies renouvelables et de récupération dans la production de chaleur alimentant les réseaux.

La Région Ile-de-France s'est fixée comme objectif par rapport à 2005 de réduire de 5% les consommations électriques en 2020 et de 10% en 2050. Pour se faire, il est préconisé de réduire le recours au chauffage électrique à convecteur, de maîtriser les consommations d'éclairage et de climatisation. Afin de mieux gérer les pics de consommation électrique, le développement du véhicule électrique sera soutenu, ainsi que celui des réseaux intelligents (« smart grids »).

Les efforts en matière de transports devront conduire à une réduction de 20% les consommations énergétiques à l'horizon 2020 et de 73% à l'horizon 2050. Les actions à mettre en place devront donc permettre de changer les conditions de déplacements et les comportements des franciliens. A cette fin, le document préconise d'agir sur les formes urbaines de façon à repenser le partage de l'espace public en faveur des mobilités douces, de rendre les transports collectifs plus attractifs et de rationaliser l'organisation des flux de marchandises et favoriser le transfert modal. La mise en œuvre de ces différentes mesures passe donc par l'élaboration de plans locaux de déplacements intercommunaux, et l'incitation des entreprises situées sur des pôles générateurs de trafic à réaliser des plans de déplacements.

Pour ce qui est de l'urbanisme et de l'aménagement, le SRCAE se fixe comme objectif de « promouvoir aux différentes échelles de territoire un développement urbain économe en énergie et respectueux de la qualité de l'air » (*Région Ile-de-France, 2012, p. 28*). Pour ce faire, la Région promeut la densification, la multipolarité et la mixité fonctionnelle de façon à lutter contre l'étalement urbain et demande à ce que la mise en place de chantiers propres soit systématisée. La mise en œuvre de cet objectif aux différentes échelles du territoire doit se faire à travers les outils locaux existants de planification, comme le prévoit la loi. Il est fait référence à des « outils techniques » pouvant accompagner les décideurs locaux pour la prise en compte du SRCAE dans leurs projets d'aménagement, mais leur nature n'est pas précisée. Nous retiendrons en revanche la nécessité de mettre en place des équipes

pluridisciplinaires et de former les élus aux problématiques énergétiques et climatiques de façon à garantir une vision transversale des projets urbains.

LE SCHEMA REGIONAL DE RACCORDEMENT AU RESEAU DES ENERGIES RENOUVELABLES

Le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) est chargé d'élaborer, après avis des autorités organisatrices de distribution concernées, un schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables, qui est soumis à l'approbation du préfet de région dans les six mois suivants l'établissement du SRCAE. Dorénavant, RTE est chargé du développement du réseau, du raccordement des producteurs d'énergies renouvelables, des consommateurs et de l'interconnexion entre les réseaux. Ce schéma définit les ouvrages devant être réalisés pour atteindre les objectifs fixés par le SRCAE et la mutualisation des frais de raccordement au réseau. Ainsi ce schéma détermine un « périmètre de mutualisation des postes du réseau public de transport, des postes de transformation et des liaisons de raccordement au réseau des énergies renouvelables » (Certu, 2010b).

L'ETUDE DE FAISABILITE SUR LE POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

La loi Grenelle 1 a rendu obligatoire la réalisation d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables, dont le raccordement à un réseau de chaleur ou de froid alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, pour toutes les nouvelles actions ou opérations d'aménagement soumises à étude d'impact (Le Dû, 2011). L'article L128-4 du Code de l'Urbanisme est rédigé ainsi :

« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

Les opérations concernées par cette obligation²⁰ doivent d'une part avoir pour « objets de mettre en œuvre un projet urbain, une politique locale de l'habitat, d'organiser le maintien, l'extension ou l'accueil des activités économiques, de favoriser le développement des loisirs et du tourisme, de réaliser des équipements collectifs ou des locaux de recherche ou d'enseignement supérieur, de lutter contre l'insalubrité, de permettre le renouvellement urbain, de sauvegarder ou de mettre en valeur le patrimoine bâti ou non bâti et les espaces naturels » (Article L. 300-1 du Code de l'Urbanisme); et d'autre part être soumises à étude d'impact (les études d'impact sont régies par l'article L. 122-1 du Code de l'Environnement).

LA PROCEDURE DE CLASSEMENT DES RESEAUX DE CHALEUR

Introduite par la loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur, cette procédure peu utilisée a été modifiée par la loi Grenelle 2. Le classement d'un réseau de chaleur

²⁰ Cette même obligation avait été mise en place le Décret n°2007-363 du 19 mars 2007 pour les opérations de construction supérieures à 1000 m² (cf. ANNEXE 2. Les conditions réglementaires relatives aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie).

permet de rendre obligatoire le raccordement des bâtiments d'un secteur à ce réseau. Un réseau de chaleur ou de froid peut être classé seulement si :

- Le réseau est alimenté au moins à 50% par des énergies renouvelables ou de récupération ;
- Le point de livraison est équipé d'un système de comptage des quantités d'énergie livrées ;
- L'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations est assuré (Cariou et al., 2011).

La décision du classement d'un réseau de chaleur appartient désormais à la collectivité territoriale et non plus au Préfet. Des périmètres de développement prioritaires peuvent être définis dans la zone desservie par le réseau. Dans ceux-ci, le raccordement d'un bâtiment neuf ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants est obligatoire dès lors que la puissance pour le chauffage, la climatisation ou la production d'eau chaude dépasse 30 kW.

Rendre obligatoire le raccordement à un réseau de chaleur permet d'assurer des conditions optimales de rentabilisation du service de distribution de chaleur en garantissant un taux de raccordement maximum. Toutefois, cette mesure n'est jusqu'à présent que très rarement utilisée, les collectivités locales étant souvent réticentes à remettre en cause le principe de libre choix de l'utilisateur en matière d'énergie (Rocher, 2013). Les projets d'extension ou de création de réseau de chaleur issue à 50% minimum d'énergies renouvelables et de récupération peuvent bénéficier de subventions « Fonds de chaleur » délivrées par l'ADEME.

1.4. EFFICACITE DE L'INTEGRATION DES ENJEUX ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES DANS LES OUTILS DE PLANIFICATION TERRITORIAUX

Selon Jegouzo (2012), les documents de planification ont été particulièrement complexifiés par la loi « Grenelle 2 ». Selon lui, la multiplication des thématiques devant être couvertes par les documents d'urbanisme risque de faire émerger des contradictions devant être arbitrées par le juge. Par exemple, « La recherche de la performance énergétique et environnementale des bâtiments ainsi imposée aux documents d'urbanisme et l'incitation à la recherche peut entrer en conflit avec les objectifs poursuivis par les documents locaux d'urbanisme et notamment le style et la qualité de l'architecture ou de l'aménagement urbain » (Soler-Couteaux, 2011b, p.15). Toutefois, selon l'article L.11-6-1 du code de l'urbanisme, les dispositions prises dans les documents d'urbanisme ne pourront s'opposer à l'utilisation de matériaux renouvelables ou procédés de construction permettant d'éviter l'émission de gaz à effet de serre, à l'installation de dispositifs favorisant la retenue des eaux pluviales ou la production d'énergie renouvelable correspondant aux besoins de la consommation domestique des occupants de l'immeuble ou de la partie d'immeuble concernés (Soler-Couteaux, 2011a). Il existe néanmoins selon l'auteur, des possibilités de « conciliation » entre les dispositions du code de la construction et le code de l'urbanisme, qui peuvent être mises en œuvre lors de l'autorisation d'urbanisme : « L'autorisation d'urbanisme peut néanmoins comporter des prescriptions destinées à assurer la bonne intégration architecturale du projet dans le bâti existant et dans le milieu environnant » (Soler-Couteaux, 2011a, p. 7).

Lorsqu'ils existent, le PLU et le SCOT doivent « prendre en compte » les PCET et les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE). « À priori plus souple que la relation de compatibilité dans la mesure où elle permet de déroger à la décision qui doit être prise en compte pour des motifs déterminés, l'obligation de prise en compte impose pourtant de ne pas contrarier la norme supérieure, de ne pas s'écarter de ses orientations fondamentales » (Streblor, 2011, p. 4). En revanche, le PCET, le Plan de Prévention de l'Atmosphère et le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables doivent être compatibles avec les dispositions du SRCAE (Figure 10).

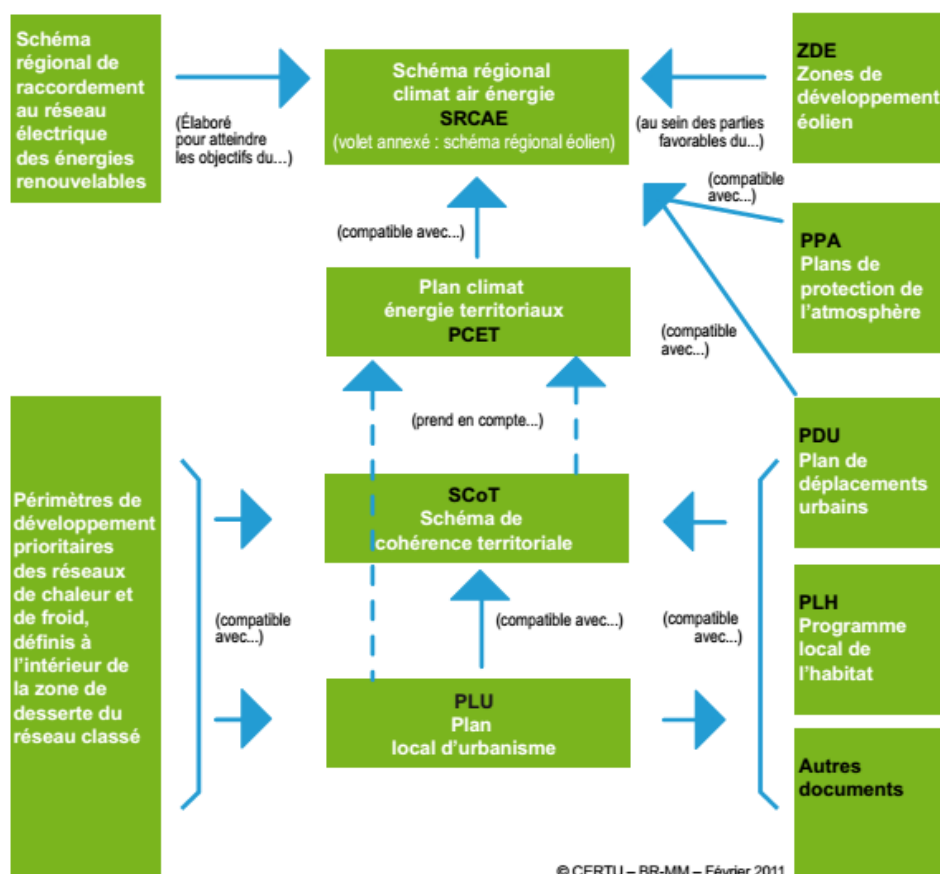


Figure 10. Les documents de planification et leurs liens de coordination (Certu, 2011c)

Contrairement à la loi POPE, les lois Grenelle ont intégré les préoccupations énergétiques et climatiques dans les documents de planification dans une perspective de développement durable. Cependant cette intégration vient complexifier le paysage des documents de planification territoriale à disposition des collectivités locales. Cette complexification naît de la multiplication des thématiques quelques fois contradictoires qui doivent être couvertes par les documents de planification d'une part et par la répartition parfois floue des compétences entre les différentes institutions locales d'autre part. Ces observations amènent Chanard (2011) à émettre un doute quant à la possibilité de mise en œuvre de politiques d'aménagement plus économes en énergie et moins émettrices de GES :

« [...] nous constatons la complexité du système d'acteurs et l'enchevêtrement des compétences de chacun révélés au fil des nombreux textes d'urbanismes (PLU, SCoT, PLH, etc.). Cette situation laisse d'autant plus perplexe que l'énergie et le climat ne font pas encore partie des préoccupations prioritaires de l'aménagement du territoire, et bien des options prises en la

matière viennent contrecarrer les efforts consentis pour réduire les consommations énergétiques et les émissions de GES. Si, en principe, il est relativement facile de démontrer l'intérêt de l'aménagement du territoire pour améliorer le fonctionnement du système énergétique et le rendre durable, nous voyons que la mise en action de ce levier se heurte à d'énormes difficultés liées au jeu de pouvoirs et de compétences institutionnels sans même parler des contraintes d'ordre technique » (Chanard, 2011, p. 146-147).

Ainsi, les dispositifs créés par les lois Grenelle pour répondre aux enjeux territoriaux de l'énergie et du climat sont nombreux, mais les documents de planification urbaine s'en trouvent complexifiés. Outre les relations complexes entre documents d'urbanisme et les nouveaux documents spécifiques à l'énergie et au climat (SRCAE, PCET, schéma régional de raccordement au réseau électrique des énergies renouvelables, et les périmètres de développement prioritaires des réseaux de chaleur et de froid), les risques de contradiction entre les objectifs poursuivis par les documents de planification sont importants. Les préoccupations énergétiques et climatiques demeurent des objectifs parmi d'autres auxquels l'aménagement urbain doit répondre.

2. LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS : REGLEMENTATION THERMIQUE (RT), CERTIFICATIONS ET LABELS

La consommation énergétique des bâtiments est en France encadrée par une réglementation thermique (RT) depuis le premier choc pétrolier. Les objectifs de cette réglementation se sont peu à peu renforcés et sa définition précisée. Les objectifs de performance de la RT se sont sensiblement renforcés depuis la RT 2012 et les modes de calcul nettement complexifiés. En plus de l'encadrement réglementaire, des démarches volontaires permettant de garantir un niveau de performance dépassant les objectifs réglementaires existent. Des certifications environnementales contenant des prescriptions énergétiques ont été développées au cours des années 2000. Des labels garantissant la performance énergétique viennent également compléter l'arsenal de dispositifs assurant aux futurs acheteurs la qualité énergétique et environnementale d'un bâtiment. Certifications et labels servent également aux maîtres d'ouvrage pour définir le niveau de performance qu'ils souhaitent pour un bâtiment et pour s'assurer de sa bonne mise en œuvre. Toutefois, en matière d'énergie, ce ne sont que des consommations théoriques et non réelles qui sont ainsi garanties.

2.1. LE RENFORCEMENT DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE : DE LA RT 1974 A LA RT 2012

Depuis l'adoption de la première réglementation thermique (RT) du bâtiment en 1974, les objectifs de réduction des déperditions thermiques ont été successivement renforcés et les hypothèses de calcul de la consommation énergétique des bâtiments progressivement complexifiées (Collet, 2011). C'est en réaction au premier choc pétrolier que la première réglementation thermique des bâtiments a été mise en place en France. Cette réglementation visait à réduire de près de 25% la consommation énergétique des bâtiments par rapport aux normes en vigueur depuis la fin des années 1950. Cette première réglementation concernait uniquement les bâtiments neufs résidentiels (individuels et collectifs) et ciblait la réduction des déperditions des parois (coefficient de transmission thermique) et celles liées au renouvellement d'air (coefficient de déperdition globale). Suite au second choc pétrolier, la réglementation thermique a été renforcée, visant une réduction de 20% supplémentaire de la consommation énergétique par rapport à la réglementation de 1974. Un nouveau coefficient est alors

introduit, calculant les besoins de chauffage en fonction des apports internes et externes (les apports solaires) au bâtiment. Il faut attendre 1988 pour que la réglementation thermique soit étendue aux bâtiments non résidentiels. Cette fois en plus des besoins de chauffage, la consommation énergétique de l'eau chaude sanitaire est considérée. Pour atteindre les objectifs de consommation fixés par la réglementation, il est possible soit de renforcer l'isolation des parois, soit d'installer des équipements à meilleur rendement. La réglementation thermique de 2000 marque une nouvelle évolution des objectifs de réduction, diminution de 20% de la consommation maximale des logements par rapport à la RT 1988 et moins 40% pour les bâtiments tertiaires (de façon à rattraper les exigences appliquées aux logements). Le confort d'été est désormais considéré, la RT fixant une température maximale à ne pas dépasser dans les bâtiments non climatisés (cette température est fonction de la zone climatique, de la possibilité d'ouvrir les fenêtres, de l'inertie de l'enveloppe et de la présence de protection solaire). La RT 2000 introduit des performances minimales à respecter en matière de chauffage, de consommation énergétique des auxiliaires, d'eau chaude sanitaire, et de rafraîchissement et d'éclairage pour les bâtiments tertiaires.

La RT 2005 renforce les niveaux de performance définis dans la réglementation précédente, en particulier au niveau des déperditions et des ponts thermiques ([Direction générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction, 2006](#)). Le maître d'ouvrage doit respecter un niveau de consommation globale du bâtiment, il peut donc compenser entre les postes de déperditions sans toutefois aller en dessous des exigences minimales (garde-fous) fixées pour chacun des postes. Cet objectif de consommation exprimé en kWh/m²/an d'énergie primaire varie suivant la zone climatique dans laquelle est implanté le bâtiment et le type d'énergie de chauffage (combustibles fossiles ou chauffage électrique). Le projet est comparé à un bâtiment de référence, théorique, ayant la même géométrie et les caractéristiques thermiques de référence définies par la réglementation. Le recours à l'architecture bioclimatique est incité pour assurer à la fois le confort d'hiver et d'été. Le respect de la RT 2005 peut être justifié par une note de calcul, détaillant la consommation en énergie primaire (Cep) du bâtiment, la température intérieure conventionnelle (Tic) ainsi que les caractéristiques thermiques minimales de l'enveloppe et des équipements. Les méthodes de calcul ont été définies par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (méthode Th-CE et règles Th-Bat). Plutôt que de réaliser une étude thermique, il est possible de justifier le choix des composants et équipements installés en fournissant les caractéristiques techniques de chacun. Afin d'inciter les maîtres d'ouvrage à dépasser les exigences de la RT 2005, des labels ont été mis en place sur la base du niveau de performance réglementaire : le label Haute Performance Energétique (HPE) à deux niveaux, le HPE (C ≤ Créf-10%) et le Très Haute Performance Energétique (THPE) (C ≤ Créf-20%). L'obtention de ces certifications conditionnait notamment les dispositifs incitatifs locaux tels que la bonification du COS (cf. [sous-section 1.2](#)).

Le Grenelle de l'environnement a accéléré le renforcement des exigences de la réglementation thermique, en faisant de l'objectif de consommation du label BBC (bâtiment basse consommation) l'exigence de la RT 2012. Ce « saut énergétique », pour reprendre l'expression du ministère, constitue une première étape vers la construction de bâtiments à énergie positive qui deviendra réglementaire en 2020. La RT 2012 limite la consommation en énergie primaire des bâtiments neufs à 50 kWh/m²/an en moyenne (la consommation à respecter dépendant de la zone climatique). Les exigences de la nouvelle réglementation s'expriment à travers trois valeurs : la consommation énergétique du bâti en énergie primaire (Cepmax), l'efficacité énergétique du bâti (Bbio max), la température maximale après 5 jours très chaud (Météo France considère qu'à partir de 30°C, il fait très chaud). Rappelons que le calcul réglementaire de la consommation énergétique n'a pas vocation à calculer la consommation réelle du

futur bâtiment, c'est un calcul conventionnel, théorique. La méthode de calcul des trois coefficients est particulièrement conséquente (1377 pages) et complexe (Leblond, 2013). De nombreux guides sont d'ailleurs parus pour aider les professionnels à appliquer la nouvelle réglementation²¹. Depuis le 1^{er} janvier 2013, tout projet de bâtiment neuf est tenu de respecter les exigences de la RT 2012.

La complexité de mise en œuvre de la RT 2012 est dénoncée par de nombreux professionnels du bâtiment dans la presse spécialisée. Selon Boulla (2014) par exemple, la RT 2012 se révèle difficile à mettre en œuvre pour les petites surfaces à forte occupation (telles que les crèches, les postes de garde ou les salles de classes), en particulier si elles sont dans un environnement contraint (masques solaires). Cet ingénieur thermicien dénonce le fait qu'aucune dérogation ne puisse être obtenue en cas d'impossibilité technique de respecter la réglementation. Selon lui les économies d'énergie ne doivent pas se faire au détriment du budget de la maîtrise d'ouvrage ni au détriment de la qualité architecturale ou de la qualité d'usage. Plusieurs associations, dont « Equilibre des énergies » et Union des Maisons Françaises, réclament la révision de la RT 2012, texte jugé incompréhensible, qui conduit à des difficultés de mise en œuvre et tend à privilégier le raccordement au réseau de gaz, bien que de nombreuses communes rurales n'en aient pas la possibilité (N., 2014).

2.2. L'ENERGIE AU CŒUR DES DEMARCHES VOLONTAIRES DE CERTIFICATION DES BATIMENTS

La certification et la labellisation sont des démarches volontaires encadrées par la loi, visant à assurer le consommateur du niveau de qualité d'un produit. La certification est une « procédure par laquelle une tierce personne donne une assurance écrite qu'un produit, un processus ou un service dûment identifié est conforme aux exigences spécifiées » (définition 15.1.2 du Guide ISO/CEI2, cité par Kertesz (2012). Cette tierce personne est un organisme certificateur indépendant accrédité en France par le COFRAC. Les exigences d'une certification sont répertoriées dans un référentiel qui précise les exigences techniques, les modalités de contrôle et les modalités de marquage (ibid.). Un label a pour objet de permettre au consommateur de distinguer les qualités d'un produit par rapport aux autres et par rapport à la réglementation en vigueur, grâce à un logo. Il existe des labels publics, qui comme les certifications, sont décernés par un organisme accrédité par le COFRAC mais également des labels privés, dont la fiabilité n'est pas avérée (ADEME, 2011b).

Les labels et certifications sont spécifiques au type de bâtiment (individuel ou collectif), à son programme (résidentiel, tertiaire, équipement sportif, etc.) et à la nature des travaux (construction neuve ou rénovation). Certains qualifient la qualité de la construction (comme NF et Qualitel), d'autres le respect de l'environnement (Habitat & Environnement, Haute Qualité Environnementale, Patrimoine Habitat et Environnement, etc.) et enfin certains se concentrent sur la performance énergétique (BBC de l'association Effinergie, jusqu'à fin décembre 2012). Si les certifications environnementales dépassent les questions énergétiques et climatiques, elles ne passent pas outre. L'énergie et la réduction de l'effet de serre fait par exemple partie des trois thèmes obligatoires de la certification Habitat & Environnement. Le succès du label BBC démontre d'ailleurs que la problématique du développement durable à l'échelle du bâtiment, initialement incarnée par la démarche HQE s'est « progressivement rétrécie à la question de la performance énergétique » (Debizet, 2012, p. 1). La démarche HQE, largement répandue auprès des professionnels de la construction et des collectivités

²¹ Au vu de la complexité de la réglementation, nous n'entrerons pas dans le détail. Pour plus d'information, se référer à l'un de ces guides, comme Leblond, 2013.

avant qu'elle ne fasse l'objet d'une normalisation, s'est vue approprier par de nombreux acteurs mais a par là même été vidée de son sens. La malléabilité de la démarche consistant à prioriser les cibles à mettre en œuvre a amené un grand nombre de maîtres d'ouvrage à privilégier celles relatives à l'énergie, espérant réaliser des économies d'énergies compensant le surcoût de la construction HQE. S'inspirant du label Suisse Minergie, l'association Effinergie créée en 2006 par des conseils généraux a rapidement mobilisé les associations, les collectivités territoriales en vue de créer un label de performance énergétique visant à réduire par deux de la consommation énergétique réglementaire des bâtiments : « Afin d'imposer son point de vue, Effinergie critique la démarche HQE pour sa lourdeur et sa faible exigence énergétique et suspecte ouvertement les organismes certificateurs de privilégier une certification complexe, coûteuse et rémunératrice pour eux-mêmes » (Debizet, 2012, p. 3). Finalement le ministère se laisse convaincre par l'intérêt d'un label énergétique, qui représente pour lui l'occasion d'observer la diffusion d'un modèle de bâtiment aux performances énergétiques ambitieuses. Le label BBC devient avec le Grenelle de l'environnement, la condition nécessaire à l'obtention de déductions fiscales, d'où son rapide succès dans l'habitat collectif privé. Aujourd'hui le label BBC n'est plus délivré puisque le niveau de performance qu'il garantit est devenu réglementaire avec l'application de la RT 2012. L'association Effinergie a développé deux nouveaux labels encore plus ambitieux, le label BEPAS pour bâtiment à énergie passive et le BEPOS, le bâtiment à énergie positive. Le BEPAS vise une consommation énergétique inférieure à 15kWh/m²/an alors que le BEPOS a pour objectif de produire plus d'énergies qu'il n'en consomme (consommation en énergie primaire inférieure ou égale à zéro).

Outre ces certifications et labels français, il en existe un certain nombre à l'étranger, les plus connus en France étant : Passiv'Haus en Allemagne, Minergie (standard, P ou Eco) en Suisse, BREEAM (BRE environmental assessment method) au Royaume Uni, LEED (Leadership in energy and environmental design) aux Etats-Unis ou encore CASBEE (Comprehensive assessment system for built environment efficiency) au Japon. L'obtention de certains labels/certifications environnemental(e)s ou énergétiques peut permettre à un maître d'ouvrage de bénéficier d'avantages fiscaux ou de subventions. Nous ne souhaitons pas détailler les différents dispositifs incitatifs de ce type mis en place par l'Etat mais aussi par certaines collectivités territoriales. Ceux-ci peuvent varier d'une année sur l'autre comme d'un territoire à l'autre et sont dépendants du statut de la maîtrise d'ouvrage. Nous retiendrons seulement qu'ils représentent des avantages non négligeables pour un maître d'ouvrage. Ils peuvent donc se révéler des arguments décisifs dans le choix d'une certification.

En 2011, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a réalisé une enquête sur 211 opérations de construction (tertiaire, logements collectifs, maisons individuelles) réparties sur toute la France (Programme "Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012," 2012). Si les résultats ne sont pas statistiquement significatifs, ils permettent de présenter des exemples de problématiques rencontrées dans la construction basse consommation. Les auteurs ont remarqué un problème de surchauffe en été qui peut s'expliquer par l'absence de protections solaires ou leur mauvaise utilisation ou encore une mauvaise prise en compte des apports internes lors de la conception. Par ailleurs, il semble que la ventilation double flux soit source de nuisances sonores et de problèmes sanitaires du fait de défauts lors de son installation. L'objectif ambitieux d'étanchéité à l'air apparaît difficile à atteindre à cause de problèmes de conception et de mise en œuvre. Cette enquête montre que la labellisation des opérations de construction peut comporter des failles. Les sources de dysfonctionnement peuvent provenir de défauts de conception, de réalisation ou encore d'usage. Il reste donc une marge de progrès certaine pour améliorer les projets de construction se voulant plus performants sur le plan de l'énergie. Quelle que soit la certification, la consommation réelle du bâtiment et donc les économies sur la facture

énergétique associées ne peuvent être garanties. Au vu de ces retours d'expérience, nous sommes assez dubitatifs quant à la possibilité de pouvoir à l'heure actuelle construire des bâtiments réellement passifs ou à énergie positive. Si atteindre de tels niveaux de consommation énergétique en théorie est possible, dans la pratique il reste un certain nombre de difficultés à surmonter, qui relèvent de la formation des concepteurs et des entreprises de travaux, de la sensibilité des usagers à l'enjeu de la sobriété énergétique et de leur adaptation à ces nouveaux modes d'habiter. Il nous paraît en tout cas évident de poursuivre les recherches sur les modes de vie et les facteurs capables de faire évoluer les comportements énergétiques d'une part, et sur le fonctionnement de ces nouveaux bâtiments après la livraison (enquêtes et prises de mesures) d'autre part.

3. OUTILS D'ACCOMPAGNEMENT ET D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ÉNERGETIQUE DES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

Contrairement à l'échelle du bâtiment, il n'existe pas à notre connaissance de démarche d'accompagnement des acteurs de l'aménagement sur la question de l'énergie. A l'échelle du quartier les démarches et méthodes qui sont développées ont pour but d'évaluer la durabilité d'un projet d'aménagement ou d'un territoire. L'outil bilan carbone développé par l'ADEME permet d'évaluer les émissions de carbone d'un territoire mais n'est pas adapté pour accompagner les acteurs d'un projet d'aménagement. Le Certu²² a lui développé un outil d'évaluation des GES de différents scénarios d'aménagement afin de comparer plusieurs scénarios ou hypothèses d'aménagement, appelé GES OPAM.

Seuls les chercheurs du laboratoire ThéMa de l'université de Franche-Comté ont développé un système d'étiquettes énergétiques pour les territoires à l'image des étiquettes existants pour informer les consommateurs du niveau de consommation d'un appareil électroménager ou d'un logement (Antoni et al., 2009). Le modèle propose, sur la base d'un comportement type des habitants, de cartographier l'énergie consommée pour l'habitat et la mobilité quotidienne et hebdomadaire d'un territoire donné. Cette cartographie des espaces pour lesquels habiter et se déplacer demandent le plus d'énergie pourrait selon les auteurs aider les collectivités à identifier les zones à urbaniser en priorité.

Depuis une trentaine d'années en France, les connaissances en matière d'évaluation environnementale ont amené au développement d'outils, de méthodes et de concepts visant à rendre les processus de conception des aménagements urbains plus « rigoureux » (Pinheiro-Croisel, 2013). Ceux-ci consistent généralement à traduire la qualité environnementale d'un quartier en objectifs à atteindre, en principes d'aménagement et de construction à appliquer. L'évaluation environnementale se fait par une batterie de critères de qualité déclinés en indicateurs d'évaluation et de suivi aussi bien quantitatifs que qualitatifs.

Augiseau et al. (2011) ont recensé trente démarches d'évaluation du développement urbain durable et cette liste ne se veut pas exhaustive. Il existe donc aujourd'hui un grand nombre de démarches cherchant à évaluer le caractère durable d'opérations d'aménagement à travers le monde. Les démarches identifiées par les auteurs comprennent à la fois des méthodes, des outils ou bien des outils associés à des méthodes. Parmi les démarches cherchant à évaluer les opérations d'aménagement, celles-ci sont produites soit par des professionnels de l'aménagement, soit par des collectivités locales pour un territoire donné, soit par des organismes indépendants dans le but de constituer la base d'une certification des pratiques, certaines encore ont été développées pour évaluer les écoquartiers dits exemplaires. Quelques démarches se focalisent sur l'évaluation d'un territoire, sans pour autant être toutes territorialisées. Il existe également des démarches expérimentales issues de la communauté scientifique (méthode ADEQUA, outils d'ACV quartier ARIADNE et méthode HQE^{2R}).

Depuis 2005, la Ville de Paris s'est engagée dans une politique de développement durable avec la signature par le Conseil de Paris de la Charte d'Aalborg et le lancement d'un agenda 21 l'année

²² Depuis le 1er janvier 2014, le Certu a été fusionné avec les Centre d'études techniques de l'équipement (Cete), le Centre d'études techniques, maritimes et fluviales (CETMEF) et le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Setra) pour former le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA).

suivante. La direction de l'urbanisme a également commencé début 2005 à travailler sur la mise en place d'un référentiel d'aménagement durable, dont la première édition est sortie en 2007 « Un aménagement durable pour Paris » (Jégou et al., 2012). Le référentiel est organisé en quatre axes et 21 objectifs et liste un certain nombre d'exemples d'actions permettant d'atteindre ces objectifs (Mairie de Paris, 2010c). Il est accompagné d'un tableau de bord d'évaluation, une grille d'évaluation composée d'un grand nombre d'indicateurs suivant les critères correspondant à chacun des axes du référentiel. Cette démarche permet d'assurer le suivi des opérations d'aménagement parisiennes et de mobiliser les acteurs correspondants sur les enjeux de durabilité. Depuis 2010, un bureau d'étude est chargé de réaliser l'audit d'une vingtaine d'opérations parisiennes sur la base du tableau de bord.

Le label EcoQuartier est sorti fin 2012, il repose sur une charte encourageant les collectivités signataires à inscrire leurs projets d'aménagement dans une « dynamique de progrès »²³. Le label permet de distinguer et de valoriser les opérations livrées à partir d'exigences jugées fondamentales tant du point de vue technique que de la gouvernance.

La Région Ile-de-France a mis en place en 2009 et 2010 l'appel à projets « Nouveaux Quartiers Urbains » (NQU). Cette démarche a pour objectif d'identifier les projets urbains innovants et de diffuser ces exemples auprès des acteurs de l'aménagement francilien (Rougeron & Blanc, 2010). Les projets visés par ces appels à projets sont des projets d'aménagement de quartier neuf ou de réhabilitation de l'existant qui peuvent être à des stades d'avancement différents. L'évaluation des projets est à la fois quantitative et qualitative. La grille d'évaluation est organisée en 17 critères pour lesquels les points forts, les points faibles et les marges de progression sont identifiés. Six thèmes sont principalement passés en revue : la démarche de projet, l'épanouissement des êtres humains, la cohésion sociale et la solidarité, la lutte contre le changement climatique, la préservation de la biodiversité et des ressources naturelles, et la promotion de modes de production et de consommation responsables. Après la sélection des projets lauréats, ceux-ci font l'objet d'un accompagnement et d'un suivi de la Région.

En octobre 2008, l'Etat lance dans la suite du Grenelle de l'environnement le premier concours EcoQuartier, dont l'objectif est de distinguer les opérations d'aménagement proposant une réponse innovante aux besoins des habitants, aux enjeux environnementaux et économiques locaux. Le ministère a également créé un club national EcoQuartier, lieu d'échanges entre les candidats ayant participé au concours afin de partager les expériences et les connaissances en cours de constitution. La première édition du concours EcoQuartier de 2009 a reçu 160 dossiers. L'évaluation des dossiers reçus était focalisée sur les performances environnementales des projets à travers une grille composée de 25 objectifs à remplir et un système de notation à trois échelons (*, **, ***). L'Etat s'était engagé lors du Grenelle de l'environnement à créer un référentiel pour les écoquartiers « afin de valoriser et de déterminer une référence en termes de performances environnementales, d'attractivité économique et sociale à atteindre à l'échelle d'un projet de quartier, en ville ou à la campagne » (Pinheiro-Croisel, 2013, p. 187). Plusieurs comités ont été mis en place pour assurer la définition du référentiel : un comité scientifique, réunissant des chercheurs de disciplines variées (urbanisme, gestion, archéologie, sociologie, économie) ; un comité de partenaires regroupant les experts des différentes agences de l'Etat et un comité de préfiguration rassemblant entreprises, chercheurs, associations, syndicats professionnels dans le but de réfléchir à la constitution d'un label écoquartier. Un second concours est lancé en 2011. Pour cette seconde édition, la grille d'évaluation des projets est complétée d'indicateurs.

²³ Pour plus d'informations sur le label EcoQuartier, se rendre à la page suivante : <http://www.territoires.gouv.fr/les-ecoquartiers>.

Les 180 indicateurs proposés permettent de décrire l'atteinte des 20 ambitions formulées dans le référentiel, qui désormais ne s'attachent pas uniquement à l'aspect environnemental du développement durable. Ce référentiel a été pensé de manière à pouvoir être utilisé par les petites collectivités ne disposant pas de services d'ingénierie de projet pour les guider dans la conception et la réalisation d'un écoquartier. Cette seconde édition a rencontré un franc succès, puisque 395 dossiers de candidature ont été reçus.

Parmi les référentiels de certification, nous pouvons citer HQE aménagement, LEED-ND (Neighbourhood), CASBEE-UD (urban development), CASBEE-City et BREEAM Communities. Ces référentiels s'appuient sur ceux développés pour les bâtiments, qui sont élargis pour prendre en considération les échanges et les synergies entre les bâtiments et le contexte dans lequel ils s'insèrent (Bourdic & Salat, 2012). La robustesse de ces systèmes d'évaluation opérationnels est scientifiquement discutable, dans la mesure où ils produisent un indicateur qualitatif agrégé évaluant globalement la durabilité d'un quartier (Bourdic & Salat, 2012). Les auteurs concluent même qu'il n'est pas évident d'un point de vue quantitatif, que les projets les mieux notés émettent effectivement moins d'émissions de CO₂ que les projets moins bien notés.

Contrairement à ces référentiels, les outils d'analyse de cycle de vie (ACV) se limitent à l'évaluation des impacts environnementaux d'un projet d'aménagement. Ils n'ont pas pour objectif de proposer un indicateur agrégé de l'ensemble de l'impact environnemental d'un projet, mais cherchent au contraire à démontrer toute la diversité des impacts potentiels d'un bâtiment ou d'un ensemble bâti. Une difficulté se pose alors aux maîtres d'ouvrages ou aux politiques : l'appréhension et la hiérarchisation des impacts environnementaux nécessaires à tout choix de conception. La pertinence de l'Analyse de Cycle de Vie appliquée à un projet de quartier est discutable : les résultats d'une ACV sont valables pour une fonction donnée (unité fonctionnelle), or les usages vont potentiellement évoluer dans un quartier au cours de sa vie, invalidant les hypothèses de départ (Pinheiro-Croisel, 2013).

Il existe par ailleurs des modèles de calcul de la consommation énergétique et des émissions de carbone de quartiers et des villes. Selon Bourdic & Salat (2012) ces modèles sont de quatre types :

- Les modèles multi-agents, qui rapportent les consommations énergétiques aux individus suivant leurs comportements, la consommation énergétique d'un quartier ou d'un territoire est donc égale à l'agrégation des consommations individuelles.
- Les modèles économiques, qui s'appuient sur la relation entre la consommation d'énergie, des variables économétriques (le produit intérieur brut, le prix des carburants) et des données climatiques.
- Les modèles d'impact environnemental de l'énergie (sa production et sa consommation), calculant les émissions carbone associées aux unités de consommation d'énergie sur un territoire donné.
- Les modèles morphologiques qui, au lieu de simplement faire la somme des consommations énergétiques de chaque bâtiment composant un quartier, prennent en compte les interactions entre ceux-ci et relient la consommation énergétique à la forme urbaine (utilisation du sol, fonctions, localisation, etc.).

Ces modèles ne sont pas capables de décrire l'intégralité des mécanismes dont résulte la consommation énergétique d'un quartier ou d'une ville. Bourdic & Salat (2012) invitent par conséquent

la communauté scientifique à travailler sur le développement d'approches transversales et systémiques pour comprendre l'énergie urbaine aux différentes échelles de la ville.

Pinheiro-Croisel (2013) a remarqué que si ces outils de modélisation des impacts environnementaux d'un projet urbain ne sont pas utilisés dans une perspective de conception collective, partagée, ils peuvent participer à l'amélioration de la qualité générale du projet sans néanmoins participer au renouvellement des pratiques d'aménagement. Ils semblent que pour être efficaces, ces outils doivent faciliter la participation de l'ensemble des acteurs à la conception en servant de support cognitif et d'échange à toutes les échelles du projet et dans le temps. En d'autres termes, il est nécessaire qu'ils participent à la cohérence d'ensemble du projet.

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 3

Les collectivités locales organisent l'aménagement de leur territoire à partir des différents outils de planification mis à leur disposition par le droit de l'urbanisme. Ces différents outils ont été progressivement adaptés pour leur permettre de servir d'appui à une politique énergétique et climatique locale. De nouveaux outils réglementaires ont également été développés par le législateur à la suite du Grenelle de l'environnement afin que les collectivités puissent mettre en œuvre des stratégies locales de lutte et d'adaptation au changement climatique, de maîtrise de la demande en énergie et de promotion des énergies renouvelables. Depuis la loi Grenelle 2, les collectivités locales de plus de 50 000 habitants doivent formuler pour leur territoire des objectifs en matière de lutte contre le changement climatique, de maîtrise de la demande en énergie et de développement des énergies renouvelables et de récupération à partir d'un bilan territorial des potentialités et des émissions de GES. Si les collectivités locales sont contraintes de s'engager sur les enjeux de l'énergie et du climat, la multiplication des documents de planification complexifie grandement les procédures de planification urbaine. Les règles de coordination entre les différents documents d'urbanisme sont compliquées. Contrairement au principe de compatibilité, l'obligation de « prise en compte » des PCET dans les SCOT et les PLU implique seulement de ne pas contrarier les orientations fondamentales prises en faveur de l'énergie et du climat. Par ailleurs, l'apparition de nouveaux documents spécifiques aux questions énergétiques et climatiques ne réduit pas les risques de contradiction avec les enjeux de la ville durable, bien au contraire. Les préoccupations énergétiques et climatiques demeurent des objectifs parmi d'autres auxquels l'aménagement urbain doit répondre. Par ailleurs, deux mesures facilitent le développement et la valorisation des énergies renouvelables et de récupération (ENR&R). L'obligation pour toutes les nouvelles actions ou opérations d'aménagement soumises à étude d'impact de réaliser une étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables, dont le raccordement à un réseau de chaleur ou de froid alimenté par des énergies renouvelables et de récupération devrait contribuer au développement des ENR&R en milieu urbain. Dans cette même perspective, des incitations financières et fiscales ont été mises en place pour soutenir le développement des réseaux de chaleur alimentés par au moins 50% d'énergies renouvelables et de récupération. Le recours aux réseaux de chaleur bénéficie du soutien du législateur, malgré la multiplication des solutions innovantes de production d'ENR&R décentralisées, comme nous l'avons vu au [CHAPITRE 1](#).

En parallèle, la réglementation thermique (RT), mise en place au lendemain du premier choc pétrolier, vise l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. Les objectifs de consommation énergétique à atteindre sont régulièrement renforcés et les modalités de calcul complétées. Les

objectifs de la dernière réglementation thermique, la RT 2012 sont jugés par les professionnels du bâtiment difficiles à atteindre et très compliqués à calculer. Par sa mise à jour régulière, les acteurs de l'immobilier sont incités à anticiper les objectifs de la prochaine RT. De nombreuses certifications et labels ont également été développés pour encourager les acteurs de la construction à dépasser les objectifs réglementaires d'une part et à aider les propriétaires à prendre connaissance des performances et des conditions de confort de leur bâtiment d'autre part. Outre les performances énergétiques, les certifications prennent en considération les impacts du bâti sur l'environnement et la santé de ses occupants. Des niveaux de performances énergétiques minimums sont ainsi assurés dans les bâtiments et les certifications et labels peuvent orienter les investisseurs vers des bâtiments économes en énergie, notamment les investisseurs-gestionnaires. Toutefois cette assurance de performances énergétiques demeure théorique puisqu'elle repose sur des calculs théoriques et non sur des mesures réelles.

A l'échelle des opérations d'aménagement, il existe de nombreux référentiels ou outils d'évaluation de la durabilité. Avec la montée en puissance du concept de développement durable, les collectivités sont à la recherche de méthodes capables de les guider dans la conception de projets d'aménagement et d'en évaluer la durabilité et la qualité environnementale. Fort de leur expérience sur le bâtiment, les organismes de certification et de labellisation ont élaboré des certifications et labels pour évaluer la qualité environnementale et énergétique des opérations d'aménagement et des quartiers. Contrairement à l'échelle du bâtiment, la performance énergétique d'un quartier n'est pas considérée dans ces référentiels indépendamment des autres enjeux du développement durable, mais en demeure généralement un objectif incontournable. De leur côté, les chercheurs développent des modèles de calcul de la consommation énergétique et des émissions de carbone des quartiers et des villes ainsi que des modèles d'évaluation des impacts environnementaux d'opérations d'aménagement. Cette multiplication des référentiels, guides et/ou outils d'évaluation de la qualité énergétique des opérations d'aménagements et des quartiers démontre un intérêt partagé pour la mise en place d'actions en matière d'énergie à cette échelle d'une part, et d'autre part la nécessité d'évaluer l'efficacité de telles actions.

Au vu de ces nombreux dispositifs réglementaires ou volontaires, les collectivités et les acteurs de l'aménagement peuvent apparaître relativement bien outillés pour faire face aux enjeux énergétiques et climatiques qui s'imposent à eux. Nous pouvons alors nous demander si ces outils correspondent réellement à leurs besoins et nous interroger sur l'usage qu'ils en font : sont-ils capables de répondre à la complexité de la problématique énergétique et aux difficultés inhérentes à la conduite d'un projet urbain ? Sont-ils suffisants ?

CHAPITRE 4. PROBLEMATIQUE, POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE ET METHODE

Dans ce chapitre, nous exposons les raisons qui nous ont amenés à nous intéresser au couple projet urbain et énergie. Ce sont des études antérieures qui nous ont conduits à nous questionner sur les conditions de prise en compte des enjeux énergétiques dans les projets urbains (1.1). Nous énonçons ensuite les questions de recherche à l'origine de ce travail de thèse (1.2). Avant d'expliquer la méthode que nous avons employée, il nous semble important de positionner notre sujet d'étude par rapport aux recherches que nous avons recensées en explorant la bibliographie (2). Ces recherches connexes à notre questionnement ont néanmoins nourri notre réflexion. Enfin nous présentons la méthode que nous avons adoptée pour mener notre recherche (3).

1. CONSTRUCTION DES QUESTIONS DE RECHERCHE

La définition de notre sujet de recherche et les questions qui en découlent sont issues d'observations de deux de nos études antérieures à cette thèse : l'une menée en 2010 sur l'utilisation de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) pour la conception d'un projet d'aménagement, l'autre menée au démarrage du projet de recherche IMPETUS sur la mise en œuvre de l'articulation urbanisme/bâti/ mobilité/transport dans un projet urbain.

1.1. OBSERVATIONS INITIALES

Lors d'une recherche antérieure à cette thèse (en 2010) sur l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) à l'échelle des projets d'aménagement, nous nous sommes confrontés à la difficulté de retracer le processus de conception d'un projet. Il s'agissait d'évaluer les potentialités offertes par les outils d'ACV développés par la Chaire Ecoconception du Centre Energétique et Procédés des Mines Paristech. Cette suite de logiciels permet, premièrement de tracer la géométrie d'un bâtiment et ses masques proches (ALCYONE), deuxièmement de faire la simulation thermique dynamique (COMFIE-PLEIADES), puis de calculer les indicateurs d'ACV pour les bâtiments (EQUER) et enfin de calculer l'ACV du quartier en compilant les impacts des bâtiments, des infrastructures et des modes d'occupation du sol (ARIADNE). Quinze indicateurs en tout permettent d'évaluer l'impact environnemental d'un aménagement urbain. Ce sont des indicateurs globaux de qualité environnementale, ce qui différencie l'ACV des méthodes d'évaluation de l'étude d'impact²⁴. Sont par exemple calculés la contribution à l'effet de serre, l'épuisement des ressources abiotiques, la contribution à l'acidification de l'atmosphère ou l'eutrophisation des milieux aquatiques. Pour cela, nous avons utilisé l'ACV sur le projet de la ZAC Claude Bernard à Paris. Nous avons d'une part comparé l'ACV de deux plans de masse, l'un datant de 2007 mais abandonné au profit du second en 2010. D'autre part, nous avons comparé le plan de masse

²⁴ Une étude d'impact est exigée pour les opérations d'aménagement ou les ouvrages de dimension importante depuis la loi du 10 juillet 1976, son contenu est régi par décret. L'étude d'impact doit comporter une analyse de l'état initial du site, une analyse des effets prévisibles du projet ainsi qu'une liste des mesures envisagées pour supprimer et réduire les conséquences des travaux sur l'environnement (Merlin & Choay, 2009, p. 333). Depuis la loi Grenelle 1, les décisions publiques susceptibles d'avoir une incidence significative sur l'environnement doivent apporter la preuve qu'aucune alternative plus favorable à l'environnement n'était possible à un coût raisonnable.

retenu avec un scénario « meilleures pratiques ». La première expérimentation a permis d'évaluer le potentiel d'aide à la décision de l'ACV en phase amont. En 2007, le programme des surfaces étaient déjà arrêté et un premier plan de masse dessiné, mais aucune esquisse de l'architecture des bâtiments n'avait alors été produite. Nous avons nommé cette phase « phase initiale de conception ». Nous avons donc considéré les contraintes environnementales de 2007 formulées dans la charte de développement durable de l'aménageur et les résultats d'une étude d'aide à la décision énergétique ainsi que les prescriptions architecturales et paysagères pour modéliser les deux plans de masse.

Dans cette expérimentation, nous avons donc été confrontés à la nécessité de retracer le processus de décisions relatives à la conception du plan de masse de la ZAC Claude Bernard. Les logiciels testés ont été élaborés pour constituer un outil d'aide à la conception capable de comparer les impacts environnementaux de différentes variantes architecturales et urbaines. En plus de conclure à la grande technicité des outils, nous avons mis en évidence le risque d'une utilisation de l'ACV limitée à un outil d'évaluation plutôt qu'à une aide à la conception. En effet, l'ACV d'un projet d'aménagement doit être réalisée par des experts, et les décideurs doivent être formés sur la signification des indicateurs de façon à ce qu'ils puissent les hiérarchiser. Mais avant tout, il nous a paru nécessaire « d'étudier plus en détails les processus de prise de décision dans un projet urbain, afin de cibler précisément les étapes auxquelles un besoin d'aide à la décision multicritères se fait réellement sentir, sur les performances environnementales du projet notamment, et les solutions qui pourraient être apportées par les logiciels tels que ARIADNE » (Colombert et al., 2011).

Nous avons ainsi pris conscience au cours de cette première étude de la complexité du processus de conception d'un projet. Il a été en effet particulièrement difficile de retracer les justifications à l'origine du plan de masse qui a finalement été construit. D'où l'idée de questionner les acteurs d'un projet urbain sur la place accordée aux enjeux environnementaux dans la conception du projet. Plutôt que de considérer les enjeux environnementaux dans leur ensemble, nous avons préféré centrer cette thèse sur les enjeux énergétiques et climatiques. Nous avons voulu à travers cette recherche comprendre et analyser le comportement des acteurs vis-à-vis d'une problématique émergente et qui risque de faire basculer leurs pratiques quotidiennes.

Dans le cadre du projet de recherche IMPETUS²⁵, nous avons eu l'occasion de nous intéresser aux questions d'articulation urbanisme/bâti/mobilité/transport (u/b/m/t) dans le développement d'un territoire et notamment au cours d'un projet urbain. Depuis le début du projet de recherche, l'un des partenaires opérationnels posait la question suivante : comment choisir entre améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et améliorer la desserte en transport collectif ? Au cours du projet de recherche nous avons développé un outil permettant d'évaluer et de comparer les coûts économiques, énergétiques et climatiques entre un investissement dans l'efficacité énergétique des bâtiments d'un projet d'aménagement et dans les transports en commun les desservant. Lydie Laigle sociologue au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et moi-même, avons dans un premier temps réalisé des entretiens semi-directifs avec les acteurs du projet urbain Paris Nord Est et les parties prenantes du territoire dans lequel il s'inscrit. Cette enquête qualitative avait pour objectif d'appréhender l'inscription du projet urbain dans la stratégie de développement territorial, de comprendre comment sont pris en compte les enjeux d'articulation u/b/m/t et comment sont anticipés les usages futurs. Enfin nous voulions savoir si des procédures d'évaluation du projet étaient alors mises en œuvre. En définitive,

²⁵ Le projet de recherche IMPETUS par lequel est financée cette thèse, est un projet de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) sélectionné en 2010 au sein de l'appel à projets Ville durable.

nous avons décrit par quels questionnements concrets les acteurs traduisent l'enjeu de l'articulation u/b/m/t dans le projet urbain (Tardieu et al., 2013). Ces questionnements concernent l'intégration paysagère des infrastructures de transport de façon à assurer la coexistence des fonctions de mobilité et des fonctions urbaines, la gestion des flux de déplacements, l'anticipation et l'optimisation des itinéraires de déplacements de proximité. En agissant sur la mixité des programmes, les acteurs du projet urbain espèrent également limiter les besoins de déplacement. Si ces questionnements reflètent une prise en compte de l'articulation u/b/m/t, le manque de communication et la difficulté des négociations entre acteurs de l'urbanisme et des transports montrent que ce n'est qu'une première étape vers les conditions d'une articulation réussie. Toutefois plusieurs initiatives de collaboration intersectorielle dont nous ont fait écho les acteurs rencontrés nous permettent de considérer comme envisageable une collaboration future entre acteurs de l'aménagement et des transports.

En plus de nous familiariser avec la pratique des entretiens semi-directifs, cette enquête nous a permis d'observer la nécessité d'analyser spécifiquement la place des enjeux énergétiques dans les choix de conception d'un projet urbain. En effet, « si l'articulation urbanisme, bâti, transport transparait dans la conception du projet urbain, elle n'a pas été justifiée par les acteurs interviewés par des enjeux énergétiques » (Tardieu et al., 2013).

1.2. DEFINITION DU SUJET

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, l'énergie est devenue un enjeu incontournable de l'action urbaine, action mue par l'impératif climatique et diffusée auprès des professionnels de la ville à travers le succès de la notion de développement durable. Le couple « projet urbain/ énergie » apparait au cœur de l'actualité de l'urbanisme contemporain. Dans la mesure où la transition énergétique des villes est à l'agenda politique, il nous paraît intéressant d'étudier en quoi les projets urbains pourraient y participer. La réglementation a évolué et offre de nouveaux outils au planificateur pour mesurer et améliorer la performance énergétique de son territoire et limiter son impact sur le climat. De plus les démarches, référentiels et outils à disposition des aménageurs pour garantir la performance environnementale et en particulier énergétique de leurs projets se multiplient. C'est dans ce contexte et suite aux deux études exposées plus haut, que nous avons décidé d'orienter cette thèse sur l'intégration de la problématique énergétique dans les projets urbains.

Comme cela a été précisé dans le CHAPITRE 2, nous considérons comme projet urbain toute action, coordonnée à l'initiative de la collectivité locale, de transformation concrète d'un morceau de ville de taille conséquente. Ce sont donc les projets urbains complexes qui nous intéressent, complexes de par leur grande échelle spatiale et temporelle et de par le nombre d'acteurs qu'ils font intervenir.

Dans le cadre des projets urbains, il nous semble que la problématique de l'énergie peut se décomposer ainsi :

- Comment construire des bâtiments, aménagements et infrastructures dont l'exploitation sera moins consommatrice d'énergie et moins émettrice de GES ?
- Comment construire des unités de production d'énergies renouvelables²⁶ en ville ?
- Comment réduire les ressources énergétiques nécessaires à l'acte de construire ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui y sont liées ?

²⁶ Les énergies renouvelables sont définies dans l'ANNEXE 1 consacrée à la définition des termes relatifs à l'énergie.

Nous considérons ces trois points comme les composantes essentielles de la qualité énergétique d'un projet urbain. Notre recherche s'intéresse donc à comprendre comment la qualité énergétique des projets urbains complexes est aujourd'hui assurée lors de leur élaboration. Dans une perspective d'optimisation des pratiques et de réalisation des engagements politiques tels que le facteur 4, cette analyse nous paraît constituer un préalable indispensable.

1.3. QUESTIONS DE RECHERCHE

Nous cherchons donc à analyser les pratiques des acteurs de projets urbains complexes en matière énergétique. En d'autres termes, la problématique à laquelle nous cherchons à répondre dans cette thèse est la suivante : **comment les acteurs des projets urbains intègrent-ils les enjeux énergétiques dans leurs pratiques ?**

De cette problématique émerge un foisonnement de questions :

- Comment est abordée la problématique de l'énergie dans les projets urbains ?
 - Quels enjeux la problématique énergie dans les projets urbains complexes soulève-t-elle ?
 - Quels sont ceux considérés dans la conception des projets ?
 - Y a-t-il des enjeux plus traités que d'autres ?
 - Quelle place ont les enjeux énergétiques dans les choix de conception ?
 - Quels objectifs sont fixés ?
- Par quels acteurs est-elle prise en charge ?
 - Qui compose l'expertise sur les questions énergétiques et climatiques ?
 - A quelle phase du projet celle-ci est-elle sollicitée ?
 - Comment est-elle sélectionnée ?
 - Sur quoi porte-t-elle ?
- Quelles échelles spatiales sont considérées pour assurer la qualité énergétique ?
 - L'énergie fait-elle l'objet d'une stratégie ?
 - Dans quel périmètre sont imaginées les solutions énergétiques ?
 - Quelle cohérence entre les échelles du projet urbain ?
- Quelles sont les réponses apportées ?
 - Quelles cibles sont identifiées ?
 - Quelles actions sont mises en œuvre ?
 - Pourquoi le sont-elles ?
 - Quels sont les facteurs facilitant ou limitant la mise en œuvre de ces différentes actions ?
- Comment est évaluée la pertinence des actions mises en œuvre ?
 - Les objectifs sont-ils chiffrés ?
 - Des bilans énergétiques sont-ils réalisés ?
 - Qu'est ce qui est mesuré ?
 - A quelle échelle ?
 - Quelles sont les obstacles aux mesures ?

L'ensemble de ces questions a guidé notre questionnement lors de notre enquête de terrain, dont la méthode et le déroulé sont exposés plus loin (3). Ces questions ont ainsi constituées le « guide

d'entretien » de nos premières interviews. Nous n'avons pas l'ambition dans cette thèse de répondre à l'intégralité de ces questions, néanmoins celles-ci permettent de retranscrire l'état de notre questionnement au démarrage de notre enquête.

2. ENERGIE ET PROJET URBAIN : UN OBJET D'ETUDE AU CARREFOUR DE DIFFERENTES RECHERCHES

Dans cette partie, nous souhaitons donner un bref aperçu des recherches effectuées dans des thématiques proches de notre objet de recherche, dont les résultats peuvent participer à notre réflexion sans toutefois répondre aux questions de recherches formulées plus haut. Recherchant des travaux traitant de l'intégration des préoccupations énergétiques dans les projets urbains, nous avons parcourus des travaux issus de la géographie, de la sociologie, de la recherche urbaine, de l'analyse des politiques publiques, du génie urbain, etc. De cette recherche bibliographique ressort le fait que très peu de travaux ont abordé ce sujet, mais que nombreux sont ceux traitant des thématiques connexes. Nous distinguons les recherches portant directement sur l'énergie à travers des approches centrées sur le territoire, les usages ou les politiques énergétiques de celles portant sur les projets urbains, leur élaboration et leurs acteurs. Il nous semble également indispensable de citer l'importante littérature sur le développement urbain durable et sur les techniques d'optimisation écologique et énergétique de la conception architecturale et urbaine. Enfin, nous présenterons les travaux croisant, comme nous, les thèmes « énergie » et « projet urbain ». Cet aperçu nous permet ainsi de mieux appréhender et circonscrire notre objet de recherche.

2.1. ENERGIE : TERRITOIRE, USAGES ET POLITIQUES

La géographie de l'énergie étudie la répartition spatiale de la production, distribution et consommation de l'énergie. Initialement centrée sur la répartition mondiale des énergies fossiles et les problématiques liées à leur production et leur transport, cette discipline s'est au fil du temps et de l'évolution du contexte tournée vers l'analyse des organisations et pratiques à l'intérieur de la chaîne énergétique. Au travers d'analyses multi-scalaires, la géographie de l'énergie s'intéresse aux espaces producteurs d'énergie fossiles, au développement des technologies de production d'énergie renouvelables, ou encore à la consommation énergétique. Au travers des « approches territoriales », la géographie évalue les consommations énergétiques et les émissions de GES des territoires et analysent les liens entre l'évolution socio-économique d'un territoire et l'évolution des conditions de production et de consommation énergétique de celui-ci (Laigle & Matthys, 2012). Selon Zimmerer « les nouvelles géographies de l'énergie » emploient les outils géographiques pour évaluer les ressources énergétiques d'un territoire et localiser ses consommations, analysent les territoires producteurs d'énergies fossiles ou renouvelables mais aussi les problématiques territoriales de la consommation énergétique (Zimmerer, 2011). Selon l'auteur, les problématiques énergétiques auxquelles doivent faire face les secteurs de l'industrie, des transports et de la construction représentent autant d'opportunités de recherche pour la géographie.

Dans sa thèse, Camille Chanard défend le développement d'une approche locale de l'énergie, afin « d'identifier les organisations les plus à même de proposer une utilisation rationnelle de l'énergie dans un contexte de tension mondiale et en tenant compte des orientations proposées dans ce cadre par les gouvernements nationaux » et de « cibler les actions les plus efficaces notamment en termes de réduction des consommations, parce qu'elle maîtrise mieux la connaissance du fonctionnement des

territoires » (Chanard, 2011, p. 37). Son analyse concerne l'échelle régionale, définie par les limites politico-administratives actuelles. Ainsi, l'auteur propose d'étudier les systèmes énergétiques territoriaux, c'est-à-dire qu'elle cherche à « appréhender dans leur ensemble les énergies du territoire (énergie potentielle et produite, modes de production, de distribution et de consommation) et plus largement l'imbrication structurelle et fonctionnelle entre territoire et énergie » (Chanard, 2011, p. 54). Cette thèse nous offre une étude des conditions de mise en œuvre d'une politique énergétique territoriale à travers l'analyse des jeux d'acteurs et de l'organisation spatiale.

Si l'approche territoriale de la géographie de l'énergie vise, sous le prisme de l'énergie, à représenter les échanges réciproques à l'œuvre entre les territoires et les activités réalisées sur ceux-ci, notre approche dans cette thèse se limite à l'étude des activités au sein des projets urbains contribuant à l'amélioration de la qualité énergétique des morceaux de ville concernés.

Le développement des politiques de maîtrise de la demande énergétique, la nécessité de faire évoluer les modes de vie vers plus de sobriété, et la prise de conscience de l'existence d'une précarité énergétique ont ouvert un champ de recherche pour la sociologie. En octobre 2012 ont eu lieu les premières journées internationales de sociologie de l'énergie à l'université de Toulouse II Le Mirail. Les communications portaient sur l'analyse des comportements de consommation énergétique notamment dans les logements. Subrémon (2010) a par exemple étudié les conditions de construction du « climat intérieur » chez différents ménages européens. Réduire l'écart entre les consommations énergétiques théoriques et les consommations réelles des bâtiments constitue un véritable enjeu pour fixer au mieux les normes de performances énergétiques et optimiser la conception des bâtiments. Ainsi, il est nécessaire de mieux connaître les usages et les comportements en matière de température de chauffage, d'ouverture des fenêtres ou d'utilisation des technologies imaginées pour favoriser les économies d'énergie. Les recherches portent donc sur l'appropriation des technologies comme les compteurs intelligents, autant que sur les modes de vie dans les bâtiments écologiques ou dans les écoquartiers. D'autres recherches analysent les politiques publiques en matière d'économie d'énergie ou de développement des énergies renouvelables.

Les pratiques d'aménagement du territoire ne semblent pas aujourd'hui faire l'objet de recherches en sociologie de l'énergie, bien que l'acte d'aménager ait un impact considérable sur les capacités d'un territoire à produire de l'énergie d'une part, et conditionne fortement les comportements de consommation d'autre part. Seules les politiques publiques dont les objectifs premiers sont les économies d'énergie, la promotion des énergies renouvelables et la sensibilisation des usagers aux enjeux énergétiques sont étudiées.

2.2. L'ETUDE DES PROCESSUS DE PROJETS URBAINS ET DE SES ACTEURS

Dans le champ de la recherche urbaine, deux grands groupes de travaux ont retenu notre attention, ceux qui s'intéressent à la pratique du projet urbain et ceux qui étudient l'évolution des métiers et des pratiques de l'aménagement et de l'architecture.

Parmi les premiers, nous pouvons citer les auteurs qui s'efforcent de caractériser les processus à l'œuvre dans les projets urbains, les jeux d'acteurs et les modes de gouvernance. Par exemple, Nadia Arab analyse le processus d'élaboration des projets urbains, leur dynamique, leur organisation. L'auteur développe à partir des sciences de gestion un cadre d'analyse, consistant à caractériser la « situation de

projet », c'est-à-dire les conditions dans lesquelles le projet se développe (Arab, 2004, 2007b). Alain Avitabile (Avitabile, 2005), lui, fait un historique et un état des lieux de la pratique du projet urbain en France à partir duquel il met en évidence les spécificités de ce mode d'action sur la ville. En identifiant les « composantes clés » du projet urbain, l'auteur propose un modèle d'organisation et de mise en œuvre du projet, avant d'esquisser des pistes d'évolution de la démarche de conception. De son côté, Joël Idt s'intéresse au pilotage des projets urbains et plus particulièrement aux différentes formes que peuvent prendre les relations entre les techniciens et les politiques dans le cadre particulier de la conduite des projets d'aménagement urbains (Idt, 2009). En se focalisant sur la frontière entre sphère technique et sphère politique dans l'action publique locale, l'auteur identifie les différentes formes de régulation politique, mais aussi le rôle des différents acteurs participant au pilotage des projets d'aménagement. L'auteur remarque que l'action publique est protéiforme et fragmentée dans les projets d'aménagement, même si certains acteurs tentent de coordonner l'action et de garantir sa cohérence d'ensemble (Idt, 2012).

Un autre pan de la recherche urbaine se focalise plus sur les acteurs et les métiers de la fabrique urbaine que sur la compréhension du processus de projet urbain en lui-même. Certains travaux se concentrent sur la caractérisation et le fonctionnement d'un acteur en particulier de l'aménagement, comme la maîtrise d'ouvrage (voir Frébault, 2005; Jista, 2007) ou les agences d'urbanisme (voir Prévot et al., 2008). Le Club Ville et Aménagement, qui depuis 1993 regroupe autour de membres des services de l'Etat en charge de l'urbanisme des maîtres d'ouvrage en charge d'opérations complexes (Société d'Economie Mixte d'aménagement, Etablissement Public d'Aménagement, etc.), a pour ambition de profiter des retours d'expériences de ses membres pour porter des réflexions sur l'évolution des pratiques de l'aménagement et faire des propositions (Frébault et al., 2005). Le Réseau Activités et Métiers de l'Architecture et de l'Urbanisme est un réseau de chercheurs sur l'élaboration des projets de construction, d'aménagement et de paysage en France et en Europe ("RAMAU - Réseau activités et métiers de l'architecture et de l'urbanisme," 2011). En plus d'étudier l'adaptation des métiers et des savoirs faire des professionnels de l'aménagement et de la construction dans un contexte mouvant (cf chapitre 2), ces chercheurs analysent les coopérations interprofessionnelles à l'œuvre dans la fabrique urbaine. En plus de ces deux réseaux de professionnels ou de chercheurs, de nombreuses publications font état des différents bouleversements en cours dans le milieu de la production de la ville (entre autres: Blanc, 2010; Brevan & Paul, 2000; Jeannot, 2005; Prost, 2003; Verpraet, 2005).

Si ces travaux nous renseignent sur les particularités du monde de la fabrique urbaine et sur les processus inhérents à l'activité de projet urbain, ils ne contribuent que partiellement à notre réflexion centrée sur les changements apportés par la nécessité pour les acteurs du projet urbain de prendre en compte les enjeux énergétiques. Toutefois, cette littérature nous a permis de mettre en perspective nos observations et notre compréhension des jeux d'acteurs en place autour des questions énergétiques.

2.3. LA FABRICATION URBAINE A L'AUNE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Avec le succès de la notion de développement durable auprès des praticiens de la production urbaine, les recherches sur la signification de la durabilité et de sa pertinence en matière d'urbanisme, son appropriation par les acteurs de la ville et sur les mutations attendues ou en cours, des manières de faire se sont multipliées : « jamais sans doute une notion n'aura autant à la fois occupé, embarrassé et fait vivre les sciences sociales de l'urbain que le développement durable » (Béal, Gauthier, & Pinson, 2011).

L'application territoriale des préceptes du développement durable est abordée dans l'ouvrage collectif «développement durable et territoire» (Zuindeau, 2010). Comme l'indique son titre «le développement changera-t-il la ville?», l'ouvrage de Béal, Gauthier, et Pinson (2011) interroge la notion de développement durable et son implication actuelle et possible dans la mutation des politiques urbaines. Les modalités d'appropriation de la notion de développement durable par six villes françaises ont été mises en évidence dans l'ouvrage «Sociologie du développement urbain durable» (Hamman & Blanc, 2009). Les conséquences de cette injonction au développement durable sont analysées par T. Souami (2008) pour le métier d'urbaniste et par A. Taburet (2012) pour les promoteurs. De nombreux auteurs ont étudié les expériences étrangères et françaises d'écoquartiers ou de quartiers durables, parmi eux, nous pouvons citer C. Emelianoff (2004), T. Souami (2009). «Vers des villes durables» expose les stratégies de développement durable adoptées par quatre agglomérations européennes (Laigle, 2009). D'autres écrits comme ceux de Charlot-Valdieu & Outrequin (2007; 2011) proposent une démarche pour intégrer les enjeux de développement durable dans la conduite d'un projet d'aménagement.

Si le développement urbain durable n'est pas l'objet de cette thèse, un parallèle peut être fait entre l'injonction au développement durable et la nécessité de prendre en compte les enjeux énergétiques et climatiques dans les projets d'aménagement urbain. Plus qu'un parallèle, les deux phénomènes sont indissociables voire souvent confondus du fait de l'importance des préoccupations environnementales et en particulier énergétiques dans les cadres de référence du développement urbain durable.

2.4. OPTIMISATION ENVIRONNEMENTALE DE LA CONCEPTION ARCHITECTURALE ET URBAINE

Avec la volonté de limiter les impacts environnementaux des bâtiments et des aménagements, nombreux sont les guides de bonnes pratiques, les référentiels et les méthodes d'évaluation de la performance environnementale et durable de ces constructions qui sont apparus ces dernières années. De nombreuses critiques et comparaisons de ces labels ou certifications sont faites en ce qui concerne la réalisation de bâtiments (Alyami & Rezgui, 2012; W L Lee, 2013; W.L. Lee & Burnett, 2008; Roderick, Mcewan, Wheatley, & Alonso, 2009; Zeinal Hamedani & Huber, 2011) et de quartiers (AlQahtany, Rezgui, & Li, 2013; Vrenegoor, Hensen, & de Vries, 2008; Yopez-Salmon, 2011; Zeinal Hamedani & Huber, 2011) dans le but d'améliorer les systèmes d'évaluation existants ou d'en proposer de nouveaux. Précisons que la performance énergétique occupe une place centrale dans ces méthodes d'évaluation de la qualité environnementale.

De plus, le processus de conception architecturale est relativement bien documenté. Certains chercheurs s'attachent à mettre en évidence les paramètres déterminants lors de la conception des bâtiments écologiques (Vakili-Ardebili & Boussabaine, 2010) à travers par exemple des études de sensibilité (Heiselberg et al., 2009). Certains décomposent le processus de conception des bâtiments durables pour en identifier les décisions essentielles (Magent, Korkmaz, Klotz, & Riley, 2009) ou les biais cognitifs pouvant s'exprimer lors des choix ayant un impact sur la performance énergétique du bâtiment (Klotz, 2010). Les potentialités offertes par les modèles numériques du bâtiment (BIM) pour la conception architecturale durable (Azhar, Carlton, Olsen, & Ahmad, 2011; Bynum, Issa, & Olbina, 2013) ou par la conception intégrée (Lewis, 2004; Trebilcock, 2009) sont également étudiées.

Dans sa thèse, [Rebecca Pinheiro-Croisel \(2013\)](#) explore les processus de conception des projets urbains durables. En considérant le projet urbain comme étant à la fois un processus et une action collective, l'auteur appréhende l'intégration des enjeux du développement durable sous l'angle de l'innovation. A travers l'observation des pratiques actuelles, sont mises en évidence les interactions entre les acteurs participant à la conception du projet et les outils favorables à l'innovation et à l'écoconception.

L'objectif de cette thèse n'est pas de proposer un énième système d'évaluation, en revanche nous souhaitons à travers notre étude mieux appréhender l'usage qui en est fait. Et par conséquent nous espérons identifier les difficultés rencontrées aujourd'hui par les acteurs conduisant des projets urbains pour mettre en œuvre la transition énergétique.

2.5. ENERGIE ET PROJETS D'AMENAGEMENT URBAIN

Partant de l'hypothèse selon laquelle les collectivités locales, pour faire face aux enjeux énergétiques actuels, ne peuvent déployer des technologies énergétiques de manière systématique comme les grands services urbains, [Taoufik Souami \(2007\)](#) analyse comment les acteurs locaux organisent et ordonnent désormais solutions urbanistiques et dispositifs technologiques. L'auteur distingue « l'espace urbanistique », régi principalement par des unités spatiales et le droit du sol, de « l'espace énergétique » qui considère le territoire comme un espace complexe traversé par des flux. Plus que des espaces distincts, ce sont des modes d'action avec des temporalités et des systèmes d'arbitrages propres. Dans son article intitulé « Conceptions et représentations du territoire énergétique dans les quartiers durables », [Taoufik Souami \(2009b\)](#) analyse les actions et les conceptions adoptées dans les quartiers durables pour répondre à la question énergétique. L'auteur met en évidence trois manières d'appréhender le territoire d'implantation de ces quartiers sous l'angle énergétique : la « conception idéale » qui promeut la vision d'un quartier autonome en énergie, la « conception opérationnelle » qui privilégie l'optimisation de toutes les composantes du système énergétique à travers des solutions sur mesure et la « conception évaluative de légitimation » qui en cherchant à évaluer la performance énergétique du quartier, l'isole artificiellement du reste du territoire. Contrairement à Taoufik. Souami, nous ne limitons pas notre étude aux projets revendiquant leur caractère écologique ou durable. Ce sont les projets urbains de grande ampleur qui retiennent notre attention, du fait de leur impact non négligeable sur la qualité énergétique des territoires qui les accueillent. Nous cherchons à comprendre comment « l'espace énergétique » ([Souami, 2007](#)) est conçu au sein du mode de production de la ville qu'est le projet urbain.

Depuis 2011, le projet de recherche NEXUS explore les différents scénarios possibles à l'horizon 2040 pour permettre le stockage de l'énergie et gérer les problèmes d'intermittence de la production d'énergies renouvelables à l'échelle du quartier afin d'atteindre les objectifs du facteur 4 (["Nexus énergie," 2011](#)). Le projet devrait également aboutir à l'identification des leviers possibles pour lisser localement les intermittences de la production et consommation d'énergie en minimisant les émissions de GES. Pour ce faire, l'équipe de recherche analyse les systèmes énergétiques mis en place dans les écoquartiers européens. Les technologies développées et installées dans ces projets constituent ce qu'ils ont appelé des « nœuds socio-énergétiques », c'est-à-dire un système technique servant de support de coordination entre les acteurs des différents secteurs intervenant sur le quartier (immobilier, énergie, urbanisme) et permettant de répartir ou d'assembler les flux énergétiques ([Blanchard & Menanteau, 2012](#)). Deux hypothèses ont été posées. Selon la première, ces nœuds socio-énergétiques peuvent être reproduits d'un quartier à l'autre dans des contextes organisationnels et territoriaux

comparables. La deuxième hypothèse considère que « les nœuds socio-énergétiques innovants se déploient dans des cadres combinant des dimensions sectorielles (modèles d'affaires et coopération dans l'immobilier et l'énergie) et territoriales (urbain, politique, citoyenneté...) plus ou moins dépendants des régulations nationales et locales » ("[Nexus énergie](#)," 2011). Une première étape du projet a amené l'équipe à définir une typologie de ces « nœuds socio-énergétiques » suivant :

- les offres énergétiques (chaleur décentralisée/autonome/ENR, électricité décentralisée/autonome/ENR) ;
- la structure de gouvernance (degré d'implication de la collectivité locale, de la participation des habitants dans la conception et la qualité de gouvernance) ;
- les objectifs en matière d'émissions de CO₂ et de production d'ENR, de consommation énergétique et d'évaluation ;
- les options techniques comme la conception bioclimatique, la maîtrise de la demande énergétique, mais aussi le degré d'innovation et de standardisation des solutions.

Nous observons une certaine similarité entre les critères entrant dans la typologie des nœuds socio-énergétiques proposée et la trame de notre questionnement. Toutefois la finalité de cette recherche est différente de la nôtre, puisque nous centrons notre analyse sur les pratiques de conception et de construction des projets urbains à l'aune des enjeux énergétiques et non sur les systèmes énergétiques eux-mêmes. La notion de nœud socio-énergétique pourrait néanmoins être utile lors de l'analyse des jeux d'acteurs participant au choix des technologies et à leurs mises en œuvre.

En définitive, notre objet d'étude « pratiques des acteurs de projet urbain au regard des enjeux énergétiques » apparaît bien être situé à la croisée de plusieurs types de recherches. Ainsi, nous centrons notre analyse sur les actions mises en œuvre lors de l'élaboration des projets urbains, ce qui ne signifie pas que nous limitons notre analyse à l'espace inclus dans le périmètre de ces projets. Au contraire nous cherchons à identifier quelle(s) échelle(s) du territoire sont considérée(s) par les différents acteurs du projet pour construire leurs actions en matière d'énergie. Nous cherchons également à percevoir comment les acteurs des projets urbains comprennent et s'approprient les enjeux soulevés par la problématique énergétique. De plus nous souhaitons appréhender les jeux d'acteurs – c'est-à-dire les acteurs impliqués et les dispositifs mis en place pour structurer la question de la qualité énergétique tout au long du projet urbain – dessinés par l'intégration de la problématique de l'énergie dans les activités de conception. Enfin nous cherchons à décomposer les choix de conception des projets urbains de manière à identifier les paramètres considérés comme déterminant par les acteurs les mobilisant pour améliorer la qualité énergétique de leur projet.

La démarche que nous avons entreprise et que nous allons maintenant présenter se rapproche des méthodes communément utilisées pour l'étude des processus de projets urbains. Ce sont les activités d'élaboration et de conception que nous observons sous l'angle de l'énergie.

3. DECRIRE LES PRATIQUES A L'ŒUVRE DANS LES PROJETS URBAINS POUR FAIRE FACE AUX ENJEUX DE L'ENERGIE

3.1. UNE DEMARCHE INDUCTIVE INSPIREE DE LA THEORIE ENRACINEE

Dans le but de répondre aux questions de recherches formulées plus haut, nous avons procédé de manière inductive, conformément aux principes de la « grounded theory » ou « théorie enracinée » développée par [Glaser & Strauss \(1967\)](#). Contrairement à la méthode déductive, il ne s'agit pas d'établir des hypothèses qui seront ensuite vérifiées au cours d'une enquête de terrain. En effet, selon la méthode de la théorisation enracinée, le chercheur démarre son enquête de terrain autour d'un phénomène ou d'une situation sociale qu'il juge intéressant. La théorie est construite par « comparaison constante » entre la réalité observée et l'analyse émergente ([Paillé, 1994](#)). C'est une méthode itérative, où le questionnement évolue au fur et à mesure des observations. La théorie émergente est également enrichie par les théories préexistantes.

La capacité du chercheur à innover par la théorisation ancrée repose principalement sur trois dispositifs : la suspension temporaire du recours à des cadres théoriques existants, la possibilité de redéfinir l'objet de recherche, et l'itération entre la collecte des données et leur analyse ([Garreau, 2012](#)). Toutefois, il est difficile pour le chercheur de garder son esprit suffisamment ouvert pour pouvoir se laisser réellement surprendre par le terrain comme le veut la méthode. Il faut trouver le bon équilibre entre créativité et scientificité ([Garreau & Bandeira-de-Mello, 2010](#)). Le chercheur doit donc faire preuve de réflexivité, c'est-à-dire qu'il doit prendre conscience de l'influence de son identité sociale, de ses propres connaissances et opinions sur la manière dont il analyse les données récoltées. Mais il ne faut pas non plus que la peur de s'écarter d'une description la plus fidèle possible de la réalité empêche le chercheur de prendre le recul et la liberté nécessaires à la construction d'une théorie nouvelle. C'est dans cette perspective réflexive que nous avons expliqué plus haut comment est né notre intérêt pour l'étude de la prise en compte des enjeux énergétiques dans les projets urbains.

Nous n'avons pas la prétention de produire des résultats généralisables. Toutefois, appliquer la méthode de la théorie enracinée sur plusieurs terrains nous apparaît comme un moyen de monter un peu plus en généralité.

3.2. UNE COMPARAISON ENTRE TROIS PROJETS URBAINS PARISIENS

Nous avons souhaité procéder à la comparaison de trois terrains, afin de pouvoir profiter des conclusions issues de leur comparaison. L'objectif de la comparaison est de comprendre les jeux d'acteurs structurants, d'appréhender les logiques spatio-temporelles à l'œuvre et d'identifier les paramètres de conception utilisés pour assurer la qualité énergétique des projets. Dans cette perspective comparatiste, nous avons retenu trois cas parisiens de projets urbains devant faire face à l'évolution des exigences énergétiques.

Nous avons choisi des projets urbains dits complexes, de grande échelle (entre 50 et 200ha) et de long terme (au moins 15 ans) sur un territoire commun : Paris. Mise à part la facilité d'accès aux sites et aux données du fait de la proximité géographique, analyser des cas parisiens permet de comparer des projets qui appartiennent au même environnement climatique et doivent faire face à la même évolution politique et réglementaire. Nous avons retenu trois cas :

- Paris Rive Gauche
- Paris Nord Est
- Clichy-Batignolles

Ces projets sont comparables outre leur grande échelle, par les caractéristiques de leur situation géographique et de leur état initial (Figure 11). En effet, ils se sont tous développés sur des espaces à proximité du boulevard périphérique, dominés par les activités ferroviaires, constitués majoritairement d'entrepôts et de bâtiments industriels. Ces territoires sont donc particulièrement marqués par les infrastructures de transport ferré et routier. La vocation de ces projets est commune, prolonger la ville intra-muros en construisant un quartier à la programmation mixte, sans toutefois effacer la mémoire et l'identité de ces territoires. Ayant débuté il y a 10 ou 20 ans, et étant toujours en cours, ces projets ont dû faire face à l'évolution des exigences environnementales et en particulier énergétiques. Les secteurs encore en projet doivent en particulier respecter les exigences du plan climat²⁷ de Paris, adopté en 2007. Ces grands projets ont été découpés en différentes opérations ou secteurs d'aménagement pour mieux organiser la mutation du territoire et le phasage des travaux. Ainsi nous pouvons comparer comment dans des projets urbains aux contraintes quasi similaires ont été pris en compte ces enjeux énergétiques.

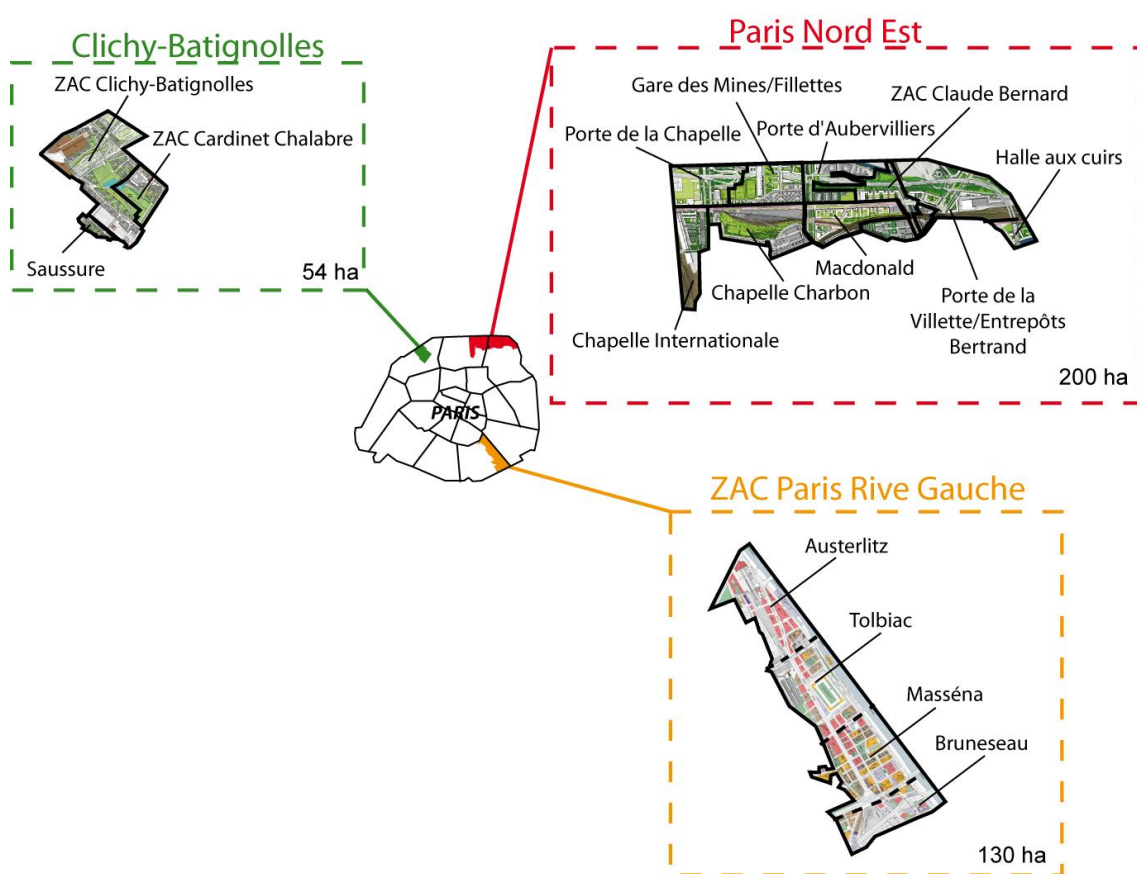


Figure 11. Les trois cas étudiés

²⁷ Dans l'ensemble de la thèse, « plan climat » désigne le plan climat adopté par la Ville de Paris en 2007.

Si pour les raisons que nous venons d'exposer il est pertinent de comparer trois cas parisiens, les singularités de ces projets sont tout aussi intéressantes pour notre étude (Tableau 7). En effet, ces trois cas se différencient par leur forme juridique et le type d'acteurs qui portent ces projets. Vu la rapidité d'évolution du contexte énergétique et la prise de conscience sociétale des risques environnementaux et climatiques, ces trois projets aux temporalités diverses doivent faire face à des enjeux différents. Paris Rive Gauche a vu les préoccupations environnementales évoluer de critères d'hygiène et de confort à des risques globaux, alors que ces derniers étaient une donnée d'entrée du projet Clichy-Batignolles. Le projet Paris Nord Est de par sa réalisation particulièrement étalée dans le temps se doit d'anticiper le contexte énergétique et climatique de demain.

Les réflexions sur l'aménagement du secteur Paris Rive Gauche ont débuté dans les années 1980 voire les années 1970, initialement sur le site occupé à l'époque par la gare de Tolbiac (APUR, 1990). Le projet s'est concrétisé avec la proposition du Maire de Paris en 1988 de construire la Très Grande bibliothèque voulue par le Président de la République. Une Zone d'Aménagement Concertée a été créée en 1990 sur une zone de 130 hectares compris entre la gare d'Austerlitz, le périphérique, le faisceau ferré et la rive de la Seine. Un plan d'Aménagement de Zone a été adopté et progressivement la zone a été découpée en secteurs sur lesquels différentes consultations d'architectes coordinateurs ont eu lieu. La conversion de ce territoire de 130 hectares s'est donc échelonnée dans le temps, le premier secteur ayant été livré au milieu des années 1990 avec la Bibliothèque Nationale de France, d'autres sont actuellement en chantier.

Ce cas singulier nous permet donc d'étudier comment un projet démarré il y a plus de vingt ans a pu s'adapter à l'évolution des exigences environnementales et en particulier énergétiques et climatiques. Quels sont les avantages et les difficultés rencontrées par les acteurs aujourd'hui pour prendre en compte cette nouvelle donne énergétique dans cette organisation particulière ?

Le périmètre du projet Paris Nord Est fait partie depuis 2002 du Grand Projet de Rénovation Urbaine (GPRU) de Paris. Des études de définitions ont alors été lancées par la ville de Paris. C'est un territoire de 200 hectares fortement marqué par les infrastructures routières et ferroviaires et pourtant très peu accessible en transports en commun. L'enjeu de ce territoire majoritairement occupé par de grands entrepôts est de créer un nouveau quartier de ville, avec des logements, des équipements, des commerces, mais aussi des bureaux. Une stratégie urbaine a été formalisée en 2008 par un urbaniste coordinateur pour l'ensemble de ce territoire, elle comprend une programmation et des grands principes d'aménagement. Contrairement à Paris Rive Gauche, ce territoire ne fait pas l'objet d'un seul et unique montage juridique, et a été découpé en neuf opérations d'aménagement distinctes. En effet, le passage à l'opérationnel, à la transformation concrète de l'espace se fait opération par opération sous la forme de montages juridiques variés (ZAC, Société par action simplifiée, lotissement, projet urbain partenarial, etc.). Cette organisation particulière de l'action urbaine permet de mieux faire face au morcellement du foncier en ne déclenchant les opérations qu'en fonction des opportunités foncières et ainsi de gérer le temps long d'un projet aussi important en l'adaptant progressivement. La cohérence d'ensemble toutefois indispensable est assurée dans l'espace et dans le temps par la ville de Paris et par l'urbaniste coordinateur.

Dans cette étude de cas, l'idée est de comprendre à quelle échelle spatiale et par quels acteurs la problématique de l'énergie est considérée et quelles sont les réponses qui y sont apportées. En d'autres termes nous avons cherché à savoir si l'énergie a fait partie de cette « stratégie urbaine ».

Le projet Clichy-Batignolles concerne un territoire plus restreint par rapport aux deux autres projets mais non négligeable, puisque ce sont 54 hectares qui vont être complètement transformés. Les études sur ces terrains d'activités ferroviaires ont débuté en 2001. Dès ces premières études, l'idée d'installer un grand parc urbain apparaît. Une équipe de maîtrise d'œuvre urbaine est alors sélectionnée. La candidature parisienne pour recevoir les jeux olympiques de 2012 offre de nouvelles perspectives au projet. Il est ainsi envisagé que le site accueille le village olympique, qui sera par la suite transformé en quartier résidentiel. C'est avec ce projet pour les jeux olympiques qu'une certaine ambition environnementale a émergé. En effet, le parti pris de la candidature parisienne reposait fortement sur la haute qualité environnementale. Cette ambition a perduré malgré l'échec de la candidature, avec la volonté de la ville de construire un nouveau quartier principalement d'habitations articulé autour d'un grand parc. La ville de Paris inscrit son ambition environnementale pour ce projet dans le plan climat de 2007. En plus des objectifs de consommation énergétique pour les bâtiments, le plan climat contient des objectifs spécifiques à Clichy-Batignolles : un bilan d'émissions de CO₂ des bâtiments et des aménagements nul et 85% d'énergies renouvelables pour la production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Afin de pouvoir démarrer rapidement les travaux malgré la contrainte de réorganisation des activités ferroviaires, le secteur a été découpé en deux ZAC sur les terrains achetés par la ville de Paris. Le secteur qui reste propriété de la SNCF, a été constitué en lotissement et son aménagement est assuré par l'aménageur de la SNCF.

L'analyse de ce cas nous paraît importante, même si de par sa taille Clichy-Batignolles apparaît comme un projet moins complexe que les deux autres. En effet, l'intérêt porté aux enjeux environnementaux est apparu très tôt dans ce projet et a ensuite été porté politiquement par la formulation d'objectifs spécifiques à Clichy-Batignolles dans le plan climat de la ville. Par comparaison avec les autres cas d'étude, nous allons pouvoir mesurer le poids de cet engagement politique fort en faveur de l'énergie et du climat sur les choix de conception et le suivi des objectifs par les différents acteurs du projet.

Tableau 7. Les grandes caractéristiques des trois cas d'étude

| | Paris Rive Gauche | Paris Nord Est | Clichy-Batignolles |
|---|--|---|---|
| Organisation du projet | Une vaste ZAC avec un plan d'aménagement de zone et un aménageur unique | Une stratégie urbaine réalisée par un urbaniste coordinateur sur un périmètre identifié | Un plan d'urbanisme avec une maîtrise d'œuvre urbaine unique |
| Découpage opérationnel | Un découpage en secteurs d'aménagement | Un territoire découpé en neuf opérations d'aménagement aux montages juridiques divers | Trois opérations d'aménagement, deux ZAC et un lotissement |
| Position face à l'évolution des exigences environnementales | Un projet commencé depuis longtemps qui doit s'adapter aux nouvelles exigences environnementales | Un projet à long terme qui doit prendre en compte les exigences environnementales actuelles et anticiper celles de demain | Un projet d'expérimentation de la Ville de Paris en matière de qualité environnementale |

La comparaison de ces trois cas sera centrée sur trois grandes caractéristiques : les acteurs, l'organisation de l'action dans l'espace et dans le temps, et enfin la place donnée aux exigences énergétiques dans les choix de conception.

3.3. TROIS ECHELLES D'ANALYSE : PROJET URBAIN, OPERATIONS D'AMENAGEMENT ET « OBJETS URBAINS »

Afin d'appréhender l'intégration des enjeux énergétiques par chacun des acteurs d'un projet urbain, et afin d'identifier à quel moment du projet ils émergent, nous avons considéré les projets dans leur ensemble avant d'analyser les processus de projet relatifs aux échelles plus restreintes. Comme exposés ci-dessus, ces vastes projets urbains ont été d'une manière ou d'une autre découpés en opérations ou secteurs d'aménagement. Nous ne considérons pas dans cette thèse l'opération d'aménagement au sens du code de l'urbanisme, mais faisons référence à un morceau de territoire délimité sur lequel la mutation urbaine est organisée au sein d'un dispositif de pilotage propre et identifié (Idt, 2009). Ces opérations peuvent donc être réalisées selon des procédures opérationnelles diverses, telles que des ZAC, des lotissements, des opérations de construction privées dont le programme est négocié avec les acteurs publics comme pour l'opération Macdonald (PNE). Au vu du grand nombre d'opérations pouvant constituer chacun des projets urbains, nous avons décidé de centrer notre étude sur au moins une opération ou secteur pour chacun des projets. Les informations obtenues sur les autres opérations serviront à enrichir, nuancer notre analyse. Ainsi nous avons ciblé pour chacun des cas, les opérations suivantes :

- ZAC Clichy-Batignolles pour le projet du même nom ;
- Reconversion de l'entrepôt Macdonald pour le projet Paris Nord Est ;
- Secteur d'aménagement Masséna Bruneseau pour le projet de ZAC Paris Rive Gauche.

Ces opérations sont actuellement toutes en cours. Etudier en profondeur des projets en cours d'avancement permet d'avoir, selon nous, un meilleur aperçu du processus de projet, d'autant qu'il peut se révéler difficile de retrouver les acteurs ayant travaillé sur une opération déjà livrée. En plus du calendrier, ces opérations sont aussi celles pour lesquelles nous avons réussi à collecter le plus d'informations.

Enfin, nous nous sommes intéressés à la petite échelle des projets urbains, que nous avons appelée « objets urbains ». Ces objets correspondent aux bâtiments, aux espaces publics ou autres constructions nécessitant l'intervention d'un système d'acteurs spécifique pour sa conception et sa réalisation.

3.4. UNE DEMARCHE QUALITATIVE

Pour approcher nos différents cas, l'enquête qualitative nous a semblé la méthode la plus appropriée. Quatre types de corpus ont été mobilisés : des entretiens semi-directifs avec les acteurs des projets, la rencontre avec ces acteurs au cours de conférences ou de réunions de travail, la documentation produite dans le cadre des projets, et enfin les sources de seconde main.

DES ENTRETIENS SEMI-DIRECTIFS AVEC LES ACTEURS DES TROIS PROJETS URBAINS

Nous avons réalisé des entretiens semi-directifs avec les acteurs de ces trois projets urbains. Tout d'abord, nous avons rencontré les acteurs contribuant aux projets urbains dans leur ensemble, c'est-à-dire l'urbaniste coordinateur et les chefs de projet attachés à la direction de l'urbanisme de la ville de Paris dans les cas de Paris Nord Est et Clichy-Batignolles. Dans le cas de Paris Rive Gauche, nous avons rencontré la direction de la programmation et de l'urbanisme chez l'aménageur de la ZAC, la SEMAPA. L'aménageur possède en interne une personne chargée des problématiques de développement durable, intervenant sur les différents projets gérés par la société d'économie mixte. Contrairement aux deux autres cas, c'est le seul projet où une personne officiellement responsable de la qualité environnementale intervient à cette grande échelle du projet urbain.

Les projets étant de relativement grande taille, ils ont tous été découpés en différents secteurs ou opérations de façon à faciliter leur gestion dans le temps. A cette échelle, le projet est porté par un aménageur (ou une structure équivalente dans le cas de l'opération Macdonald) et peut être accompagné d'une assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) spécifique pour les aspects environnementaux. Le dessin urbanistique et la coordination des architectures sont assurés par un acteur spécifique, l'architecte coordinateur, sauf dans le cas de Clichy-Batignolles, où c'est la même équipe de maîtrise d'œuvre urbaine qui assure cette tâche. A Masséna Bruneseau un Bureau d'Etude Technique (BET) en environnement travaille au côté de l'architecte coordinateur au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine. Nous avons donc interviewé ces trois catégories d'acteurs, mais aussi l'opérateur du réseau de chaleur et/ou du réseau de froid. En effet, dans le cas de Paris Nord Est, un puits de géothermie a été creusé alimentant un nouveau réseau qui desservira les nouveaux quartiers construits. Les échanges entre ces opérateurs de réseau et le projet urbain ont lieu au niveau des opérations d'aménagement.

A l'échelle des « objets urbains », nous avons essayé de rencontrer au moins un représentant de chacune des catégories d'acteurs qui nous a semblé pouvoir être concernés par la problématique de l'énergie. Les catégories d'acteur identifiées sont la maîtrise d'ouvrage, l'architecte et le bureau d'étude ou l'AMO en environnement. Sur la ZAC Clichy-Batignolles, la conception de l'éclairage public a été confiée à un bureau d'étude particulier, que nous avons interrogé.

Nous avons souhaité nous concentrer sur les acteurs prenant part à la conception de ces projets urbains, ainsi qu'à leur conduite quotidienne. La participation des riverains et des associations aux processus de conception étant encore limitée, nous n'avons pas cherché à les rencontrer. Une autre limite de notre travail repose sur le fait que nous n'avons pas interrogé les élus, notre étude repose donc sur la vision et l'appréhension des projets des acteurs « techniques » et opérationnels.

Les acteurs rencontrés sont répertoriés dans le [Tableau 8](#) suivant leur échelle d'intervention dans l'un des trois projets urbains étudiés et leur fonction. En questionnant les acteurs intervenant à ces trois échelles distinctes, nous avons espéré identifier la place accordée aux préoccupations énergétiques et climatiques aux différentes échelles et étapes du projet urbain.

Tableau 8. Les acteurs interviewés pour les trois études de cas selon leur fonction et leur échelle d'intervention (X : acteur rencontré, case grisée : absence d'acteur)

| Echelle d'intervention | Fonction de l'acteur | Paris Rive Gauche | Paris Nord Est | Clichy Batignolles |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|--------------------|
| Projet urbain | Chef de projet Ville de Paris | X | X | X |
| | Aménageur | X | | |
| | Urbaniste | | X | X |
| Opérations/ secteurs d'aménagement | Aménageur ou équivalent | X | X | X |
| | BET/ AMO DD | X | X | X |
| | Architecte coordinateur | X | X | |
| | Opérateur chauffage urbain | | X | X |
| | Opérateur réseau froid urbain | X | X | X |
| Objets urbains | Architecte | | | X |
| | Maître d'ouvrage | X | X | X |
| | Conception éclairage public | | | X |
| | AMO/BET DD | | X | X |
| | Entreprise de travaux | | | X |

La prise de contact avec les personnes interviewées a majoritairement eu lieu par courrier électronique dans lequel était succinctement présenté le sujet de cette thèse et le motif du rendez-vous demandé. Les autres personnes ont été rencontrées lors de conférence, de journées portes ouvertes ou de visites de site. Par exemple, lors de journées portes ouvertes sur Clichy-Batignolles, nous avons eu l'occasion de rencontrer l'entreprise de travaux de l'un des îlots, qui a accepté par la suite de répondre à nos questions. Les acteurs que nous n'avons pas réussis à interviewer sont ceux qui n'ont pas répondu à nos sollicitations. Les rares personnes qui ont refusé de nous parler ont justifié leur refus par le manque d'informations utiles qu'ils pensaient pouvoir nous apporter ou le manque de temps à nous consacrer. En revanche, il a fallu parfois attendre très longtemps pour obtenir un rendez-vous (jusqu'à presque un an), du fait du rythme souvent soutenu des projets d'aménagement.

Les entretiens ont tous eu lieu entre juillet 2012 et juillet 2013. La grande majorité des entretiens ont eu lieu dans le bureau de la personne interviewée ou en salle de réunion. Les interviewés disposaient ainsi de toute leur documentation à portée de main pour appuyer leur propos, notamment des plans bien utiles à la compréhension d'un projet urbain. Même dans ce contexte professionnel, les personnes interviewées ont livré leur point de vue personnel sur le projet ou sur le degré d'engagement en faveur de la qualité environnementale ou de l'énergie. Au cours de ces entretiens, nous avons questionné les personnes interviewées sur leur connaissance des enjeux énergétiques et climatiques et surtout nous avons tenté de comprendre comment selon eux, la problématique de l'énergie a émergé dans le projet urbain et quelles sont les solutions qui ont été proposées et mises en œuvre pour y répondre. Enfin nous

avons cherché à identifier les différents obstacles relatifs à la mise en place d'une meilleure qualité énergétique. Le questionnaire a été adapté à chaque catégorie d'acteur et a évolué au cours de l'enquête en fonction de la progression de notre réflexion, conformément aux préceptes de la méthode inductive. Certaines personnes n'ont pas accepté que notre entrevue fasse l'objet d'un enregistrement audio. Dans ce cas, notre matériau se limite à des notes prises sur les vifs et compilées dans des comptes rendus. Tous les autres entretiens ont été intégralement retranscrits.

PARTICIPATION A DES CONFERENCES OU DES REUNIONS

Au cours de notre enquête, nous avons eu l'occasion de rencontrer les acteurs des trois projets urbains en dehors des entretiens. Nous avons par exemple assisté à des conférences présentant l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald. Ces conférences nous ont permises de nous rendre compte de la place des enjeux énergétiques dans les présentations publiques du projet. Mais aussi de mieux appréhender les rapports entretenus par les acteurs entre eux. En particulier il était intéressant d'écouter les architectes réunis raconter leur expérience sur le projet et partager les difficultés qu'ils ont rencontrées.

Dans le cadre du projet Clichy-Batignolles, nous avons eu la chance d'assister en tant qu'observateur aux ateliers de conception organisés pour la deuxième phase du secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles. Quatre lots sont conçus simultanément, de façon à améliorer la cohérence d'ensemble et mieux faire passer les exigences de l'aménageur. Sont réunis, en plus des quatre équipes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre, l'aménageur accompagné de ses différents assistants à maîtrise d'ouvrage, l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine et les services concernés de la Ville de Paris. Ces ateliers ont donc été l'occasion d'observer quels sont les arguments énergétiques pris en compte dans la conception architecturale et à quel moment ils émergent. Ils ont également été l'occasion de mesurer quelles sont les opportunités offertes par ce mode de fonctionnement, d'autant que les équipes de maîtrise d'œuvre des lots construits sur la partie Est de la ZAC Clichy-Batignolles ont, elles, été sélectionnées par concours. Il sera ainsi possible de comparer les formes urbaines et les architectures issues de ces différentes procédures de conception.

LES DOCUMENTS PRODUITS DANS LE CADRE DES PROJETS

A la fois pour préparer les entretiens et les compléter, nous avons effectué une recherche documentaire. L'objectif de cette collecte était de rassembler les documents nécessaires à la compréhension générale du projet. Il nous fallait caractériser les sites de projet, identifier les objectifs politiques qui ont été formulés, et comprendre le déroulé du projet. Nous avons donc collecté des plaquettes de communication, des études d'impact, des documents graphiques et des plans, des documents stratégiques, des rapports d'enquête publique, etc. Cette documentation nous a également permis d'identifier les procédures en cours, et les différents acteurs prenant part au projet. Ces différents documents ont pu être téléchargés à partir des sites internet des principaux acteurs des projets (les aménageurs notamment) ou sur des sites dédiés aux projets urbains, comme c'est le cas pour Clichy Batignolles et Paris Rive Gauche.

Les documents plus techniques, tels que les cahiers des charges, les fiches de lot ou les cahiers de prescriptions environnementales et de développement ont été obtenus directement auprès des acteurs rencontrés. Ces documents nous ont notamment servi à identifier les paramètres de conception

mobilisés par les acteurs pour assurer la qualité énergétique de leur projet à ses différentes échelles (projet urbain, opérations d'aménagement, objets urbains).

LES SOURCES DE SECONDE MAIN

En plus de la documentation produite dans le cadre des projets urbains analysés, notre réflexion a été alimentée par des lectures relatives au contexte parisien, à nos terrains d'étude ou encore à la production des bâtiments ou des aménagements durables. Les informations ou les analyses issues de ces sources dites de seconde main nous ont permis de mieux appréhender le monde de l'aménagement et en particulier celui des projets urbains parisiens et nous a ainsi aidés à prendre du recul sur nos propres observations. Ces sources sont variées : articles de presse, articles scientifiques ou thèses, rapports d'institutions ou d'associations impliquées dans le monde de l'aménagement ou du bâtiment.

3.5. DEROULEMENT DE L'ENQUETE

Selon les principes de la théorisation ancrée, l'analyse des données doit être réalisée au fur et à mesure de leur collecte. Les étapes successives de l'analyse par théorisation ancrée sont : la codification, la catégorisation, la mise en relation, l'intégration, la modélisation et enfin la théorisation (Paillé, 1994). L'analyse se fait de manière itérative de façon à nourrir la réflexion et à préciser progressivement le questionnement. En d'autres termes, « la production et la vérification de la théorisation procèdent par approximations successives jusqu'à la validité et la fiabilité voulues » (Paillé, 1994, p. 153).

Les trois premières étapes ont été effectuées pour chacun des trois cas étudiés. La codification consiste en une analyse linéaire à nommer, caractériser le contenu des entretiens retranscrits. Les codes de chaque entretien sont ensuite comparés de façon à les hiérarchiser. La catégorisation consiste à créer des catégories plus globales, plus conceptuelles à partir de ces codes, de manière à identifier un phénomène. Chaque entretien supplémentaire permet ainsi de confirmer, modifier ou éliminer des catégories. L'étape de mise en relation a pour objectif de schématiser ce qui est observé en créant des liens entre les catégories identifiées. Pour réaliser ces étapes d'analyse, nous nous sommes servis d'un logiciel d'aide à l'analyse des données qualitatives et à la construction théorique appelé N'vivo. Ce logiciel permet d'assister le chercheur dans la génération des activités de codage, de catégorisation et de mise en relation, en assurant une gestion dynamique des matériaux collectés et des éléments d'analyse. Le récit de chacun des cas a été construit grâce aux éléments codifiés avec le logiciel. Les trois dernières étapes sont réalisées à partir de l'analyse croisée des trois cas. La finalité de la phase d'intégration est l'identification du principal problème, du phénomène central. Ainsi le sujet de l'étude est remis en perspective, pour mieux le définir. Le phénomène observé peut alors être précisé, ses propriétés et les processus en jeu détaillés à travers un travail de modélisation, c'est-à-dire de représentation du ou des phénomènes observés. Plus qu'une étape ultime, la théorisation correspond à l'ensemble du processus, il s'agit simplement de consolider la théorie en devenir. Dans notre étude, la comparaison des trois cas permet de cerner les variations d'un même phénomène et de mettre en évidence des « cas négatifs » (Paillé, 1994). Dans cette perspective de théorisation, nous avons réorganisé les différentes catégories, de manière à mettre en évidence des explications, des justifications des choix de conception ou de solutions énergétiques dans les différents projets. Quatre types de phénomènes ont été modélisés indépendamment et comparés d'un projet à l'autre : les facteurs d'émergence des enjeux de l'énergie dans les projets urbains, la mise en place de procédures pour encadrer la performance énergétique des projets, l'incidence des préoccupations énergétiques

dans les choix de conception et les projets d’approvisionnement énergétique des bâtiments. La comparaison des cas a été facilitée par l’utilisation du logiciel qui permet d’interroger les données analysées en fonction de différents critères préalablement établis.

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 4

Notre intérêt pour les questions d’énergie dans les projets d’aménagement urbains est donc né suite à deux études, l’une portant sur l’ACV des quartiers et l’autre sur l’articulation urbanisme/bâti/transport dans les projets d’aménagement urbains, au cours desquelles nous avons pris conscience de la complexité du processus de projet urbain. Notre connaissance des enjeux soulevés par la crise énergétique nous a donc amenés à nous demander comment de tels enjeux pouvaient être pris en compte dans des projets urbains complexes. C’est donc à l’intégration des enjeux de l’énergie au sein des pratiques de l’ensemble des acteurs contribuant à l’avènement d’un projet urbain que nous avons souhaité consacrer notre thèse. Ainsi, cette recherche se situe à la rencontre de plusieurs thématiques et disciplines de recherche : aménagement et urbanisme, génie urbain, géographie, sociologie, analyse des politiques publiques, sciences de l’environnement, et ingénierie de la construction. Nous avons choisi de procéder de manière inductive à travers des enquêtes qualitatives à l’exploration des pratiques adoptées par les acteurs de trois projets urbains (Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles et Paris Nord Est) face à l’émergence de considérations énergétiques et climatiques aux échelles tant nationale, régionale que locale. La [Figure 12](#) schématise le déroulé de la méthode de recherche que nous avons adoptée dans cette thèse. Après avoir défini les questions de recherche, nous avons procédé à nos enquêtes de terrain. Sur chacun des projets nous nous sommes documentés et avons réalisé des entretiens semi-directifs avec les acteurs intervenant aux trois échelles des projets que nous avons préalablement identifiées. A partir des informations recueillies et de l’analyse qualitative réalisée avec le logiciel N’vivo, nous avons composé les récits de chacun des projets qui sont présentés dans la deuxième partie du présent manuscrit. Une fois chacun des projets analysés, nous avons comparé nos différentes observations et les avons mises en perspective avec la bibliographie.

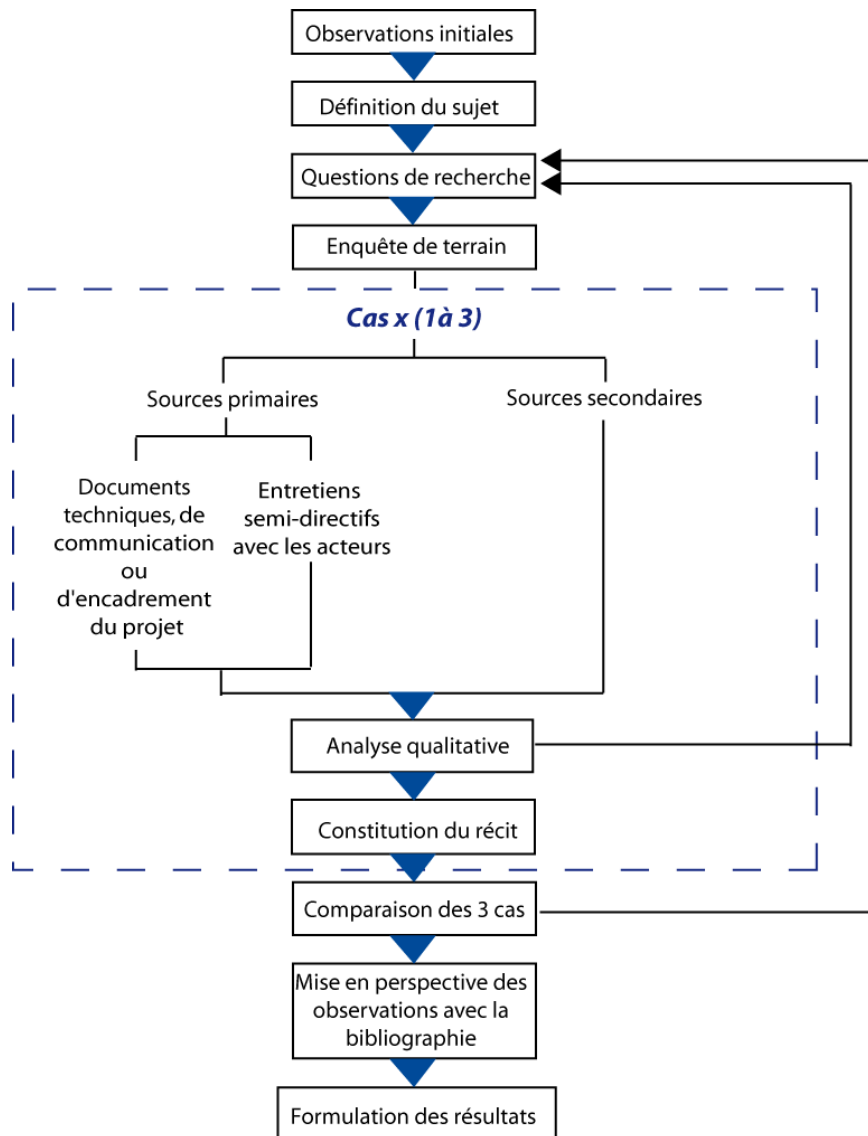


Figure 12. Schéma de la méthode de recherche adoptée dans cette thèse

PARTIE 2.

L'INTEGRATION DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS LES
PROJETS URBAINS PARISIENS PARIS RIVE GAUCHE,
CLICHY-BATIGNOLLES ET PARIS NORD EST

Afin de « faire ressentir le terrain au lecteur » (Garreau & Bandeira-de-Mello, 2010) et lui donner les clés pour comprendre notre analyse, nous aborderons dans cette deuxième partie chacun des projets que nous avons étudiés séparément. Il s'agit de décrire succinctement chacun des projets urbains, leurs caractéristiques principales, leur histoire, afin de comprendre leur finalité et le contexte dans lequel ils se développent, avant de se focaliser sur la question de l'énergie. Nous chercherons à transcrire les récits que nous avons pu construire à partir du discours des interviewés et de la documentation que nous avons recueillis, sur la manière d'appréhender les enjeux de l'énergie lors de la conception d'un projet urbain. Ces différents récits reflètent notre compréhension des projets, des postures adoptées par les différents acteurs face à la question de la qualité énergétique, mettant en évidence l'unicité de chacun. En revanche, nous ne chercherons pas à retranscrire les projets dans leur intégralité. Chaque projet a été regardé sous un prisme bien spécifique, l'énergie, ce qui ne nous permet pas de cerner leur histoire de manière exhaustive, contrairement à un travail de monographie. Puisque ce sont sur ces récits que nous fondons notre analyse, il nous paraît essentiel de commencer par les énoncer pour donner au lecteur les clés de compréhension suffisantes pour appréhender et critiquer nos résultats.

Nous avons fait le choix de présenter les trois cas par ordre chronologique, du projet le plus ancien, Paris Rive Gauche, à Paris Nord Est, projet qui, bien que lancé à la même période que Clichy-Batignolles se terminera dans plusieurs dizaines d'années. Ainsi, le [CHAPITRE 5](#) s'attache à retracer l'évolution du projet Paris Rive Gauche suite à l'émergence des préoccupations énergétiques et climatiques à Paris. En plus de l'évolution globale du projet urbain, nous nous intéresserons à l'émergence et la prise en compte de ces préoccupations dans la conception du quartier Masséna-Bruneseau. Les pratiques nouvelles apparues sur le secteur Masséna-Bruneseau ont contribué à modifier les pratiques d'aménagement sur le projet urbain dans son ensemble. Dans le [CHAPITRE 6](#), nous retracerons le projet Clichy-Batignolles qui se veut exemplaire sur le plan environnemental. Ce projet de reconversion ferroviaire vise l'exemplarité environnementale et en particulier énergétique depuis qu'il a été proposé pour recevoir le village olympique des jeux de 2012. Bien que la Ville de Paris n'ait pas obtenu la réception de cet événement international, cette ambition a perduré et des objectifs énergétiques et climatiques ont même été formulés et inscrits dans le plan climat de Paris de 2007. Ces objectifs ont conduit à la constitution de scénarios énergétiques de réduction des besoins des bâtiments ainsi que d'approvisionnement en énergies renouvelables et de récupération. Plusieurs solutions techniques innovantes sont installées : panneaux photovoltaïques, boucle d'eau chaude alimentée par un puits de géothermie dans l'Albien, éclairage public économe en énergie, système de collecte pneumatique des déchets. Le [CHAPITRE 7](#) est consacré au projet Paris Nord Est, vaste territoire dont la mutation urbaine se déroule à travers une succession d'opérations d'aménagements revêtant diverses procédures juridiques. Après être revenu sur le lancement du projet urbain, sur son ambition et les particularités de son organisation, nous explorerons la ZAC Claude Bernard pour laquelle les enjeux énergétiques ont été traités de manière innovante. Puis nous évoquerons le projet réseau de chaleur alimenté par un puits de géothermie profond et auquel un système de production de froid a été couplé. Ce projet techniquement novateur a été co-conduit par les entreprises de chaud et de froid urbain. Enfin, nous nous intéresserons à l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, deuxième opération du projet urbain à se concrétiser. Cette opération est à la fois exceptionnelle et complexe, de par la conservation de la majorité de la structure de l'immense entrepôt, et de par la mixité des programmes construits et leurs imbrications.

Pour avoir un aperçu des acteurs de chacun de ces trois projets urbains que nous allons citer dans cette partie, se référer à l'[ANNEXE 3](#). Nom et fonction des acteurs des trois projets urbains cités dans la thèse

CHAPITRE 5. PARIS RIVE GAUCHE : ADAPTATION D'UN PROJET URBAIN AUX NOUVELLES EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES ET ENERGETIQUES

Paris Rive Gauche est un secteur de 130 hectares qui fait l'objet d'une procédure de ZAC depuis 1991. Ce vaste territoire, situé au Sud-Est de Paris (Figure 13), s'étend en bordure de la Seine sur la rive gauche, de la gare d'Austerlitz au boulevard périphérique. En 1985, ce territoire était majoritairement occupé par les infrastructures ferroviaires. Le contraste est saisissant entre les deux rives de la Seine. Sur la rive droite on peut apercevoir les récents bâtiments du Ministère des Finances et du Palais Omnisport de Paris Bercy, ainsi que le vaste parc de Bercy, alors que la rive gauche est une sorte de no man's land dédié aux activités ferroviaires et industrielles (les frigos, les grands moulins, la halle aux farines, et la cimenterie). La Figure 14. permet de se représenter l'état initial du site. Aujourd'hui, les voies ferrées ont quasiment disparues et ont laissé place à une succession de quartiers autour d'une longue avenue structurante, dont la forme urbaine, l'esthétique architecturale et paysagère varient. Une partie des constructions est réalisée sur une dalle de couvertures des voies ferrées, l'autre partie est implantée en pleine terre en pente douce jusqu'à la Seine. C'est un projet à la programmation mixte et ambitieuse qui est développé depuis maintenant vingt-trois ans : Bibliothèque Nationale de France (BNF), Université Paris VII, école d'architecture, bureaux, activités, logements, commerces, espaces verts, etc.



Figure 13. Localisation du projet Paris Rive Gauche



Figure 14. Vu aérienne du secteur dans les années 1980 (APUR, 1990)

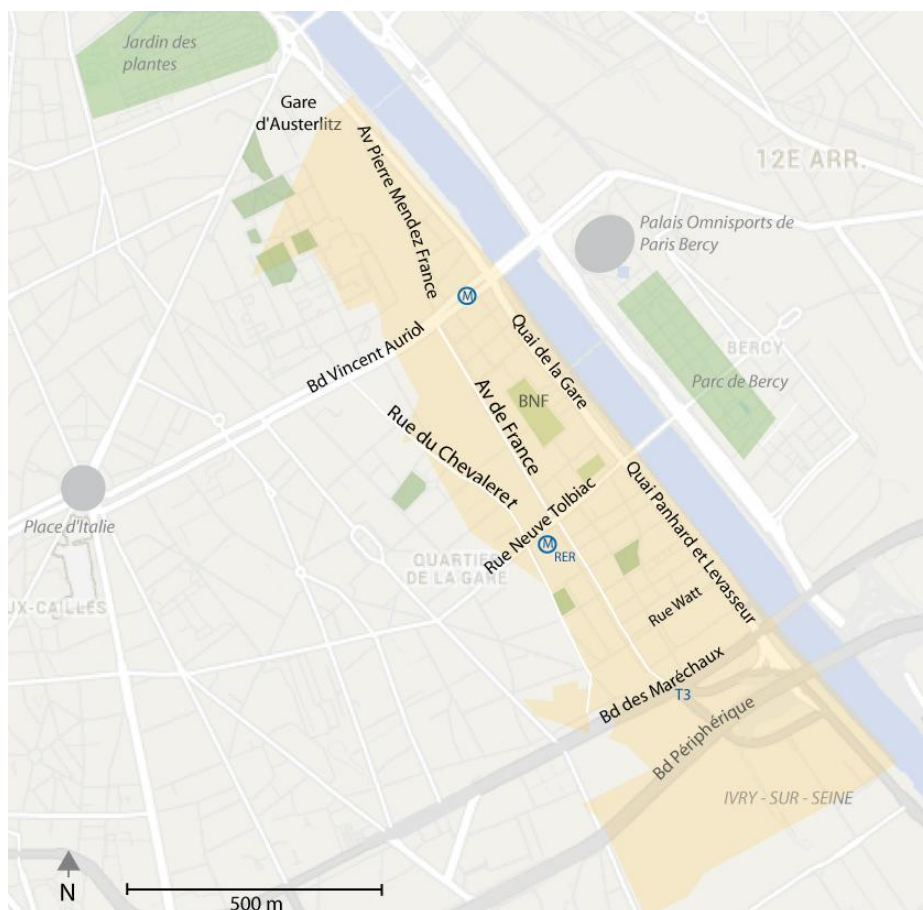


Figure 15. Le quartier Paris Rive Gauche et ses rues, et ses stations de transport en commun

Nous retracerons dans ce chapitre l'histoire de ce vaste projet urbain, dont les premières réflexions datent du début des années 1980. Il s'agit dans cette première partie de se familiariser avec le projet urbain Paris Rive Gauche, le contexte dans lequel le dessin urbain est né, son organisation et son déroulé⁽¹⁾. Nous chercherons ensuite à comprendre comment ce projet au long terme fait pour s'adapter à l'évolution et au renforcement des exigences environnementales et en particulier énergétiques (2). Après, cette mise en perspective historique du projet dans son ensemble, nous nous intéresserons plus particulièrement au secteur Masséna-Bruneseau (3). Masséna-Bruneseau est l'un des huit secteurs de la ZAC Paris Rive Gauche à être aménagé. Ce secteur, situé en limite d'Ivry sur Seine, est traversé par le boulevard des Maréchaux et le boulevard périphérique en plus d'être coupé par les voies ferrées. Cet environnement particulièrement difficile a amené l'architecte-coordonateur à proposer des constructions dépassant le plafond des hauteurs traditionnelles et réglementaires parisiennes. De ce débat sur les hauteurs a émergé un projet d'aménagement à l'ambition environnementale renforcée. Enfin, nous finirons en faisant le point sur la place aujourd'hui accordée aux problématiques énergétiques et climatiques dans la conduite du projet et les choix de conception urbaine et architecturale (4). La Figure 15 permet de situer les principales rues du quartier Paris Rive Gauche, elle se révèle utile pour comprendre l'organisation spatiale du projet qui sera décrite dans la suite du chapitre.

1. UN VASTE PROJET URBAIN DONT LES PREMIERES ETUDES REMONTENT A LA FIN DES ANNEES 1970

L'APUR a consacré en 1990 un numéro entier de sa revue Paris Projet à l'aménagement du secteur appelé alors « Seine rive gauche », et connu aujourd'hui sous le nom « Paris Rive Gauche ». Ce numéro décrit ce territoire dans son état initial et relate les premières études réalisées avant la création de la ZAC en 1991. C'est à partir de ces informations que nous avons rédigé un historique succinct de la genèse de l'opération « Paris Rive Gauche ». Le déroulement du projet depuis la création de la ZAC en 1991 et le calendrier des réalisations sont présentés en détails sur le site internet dédié au projet²⁸.

1.1. LES PREMIERES ETUDES

Dès le début des années 1970, la Ville de Paris souhaite aménager les secteurs de Bercy et de Tolbiac, les intégrer à une politique de développement globale de la capitale et même l'inscrire dans une stratégie de développement régional. A cette époque, les documents d'urbanisme prévoient un avenir bien différent aux deux rives de la Seine : du côté de Bercy, de grands équipements étaient projetés, tels que le ministère des finances, le palais omnisports et l'aménagement d'un grand parc, alors que la mutation des activités sur la Rive Gauche n'est que partiellement envisagée. En perspective de l'exposition universelle de 1989, il est envisagé de libérer de l'espace sur la rive gauche en déplaçant la gare de marchandises de Tolbiac. Cependant le projet d'exposition est abandonné en 1983 par l'Etat, certains terrains ne pouvant être libérés suffisamment rapidement. Quelques années plus tard, le site fait à nouveau l'objet d'études en vue des Jeux Olympiques de 1992. La candidature parisienne échoue, mais la cession des terrains de la gare de Tolbiac de la SNCF à la Ville de Paris est confirmée en 1986. L'année suivante, le périmètre considéré dans les études est élargi. Il concerne dorénavant la zone comprise entre les voies ferrées, la Seine et le boulevard Masséna. L'Atelier Parisien d'Urbanisme

²⁸ Un historique du projet est accessible à la page suivante : <http://www.parisrivegauche.com/L-operation/Historique>

(APUR) qui est chargé des études urbaines pour la mutation de ce secteur parisien fait le choix d'une procédure de conception ouverte : la consultation. Les différents concepteurs prenant part à la consultation ont pour mission de dessiner un « plan de ville » comme « réponse générale aux questions de fonctionnement et de faisabilité » (APUR, 1990, p. 13) et de faire une proposition paysagère. Plusieurs consultations ont été organisées permettant la définition de grands principes d'aménagement, dont « le percement d'une grande voie publique longitudinale entre les quais et les faisceaux ferrés » (APUR, 1990, p. 89). C'est donc la constitution d'une « vision » future du territoire qui est demandée, comprenant les grandes lignes d'une organisation globale de tracés et de paysage, de manière à laisser une liberté d'interprétation aux concepteurs des projets partiels qui se succéderont.

Une première consultation a été organisée en 1987, elle concerne les terrains compris entre la Seine et les voies ferrées. En 1988, une deuxième consultation est organisée et cette fois-ci la zone d'étude comprend désormais la surface des voies ferrées. Plusieurs esquisses de projet étaient proposées par l'APUR présentant déjà des hypothèses communes : « l'affirmation de la dimension de l'aménagement le long de la Seine, le percement d'une grande voie publique longitudinale entre les quais et les faisceaux ferrés, la multiplication des voies et espaces libres, en profondeur des quartiers et ouvrant sur le fleuve » (APUR, 1990, p. 89). L'objet de cette deuxième consultation est donc de confirmer ou d'infirmer ces options. Les regards des quatre architectes consultés, bien que différents, tendent à confirmer ces hypothèses. Un groupement propose néanmoins une solution plus radicale, consistant à déplacer la gare d'Austerlitz au-delà du périphérique. Cette possibilité est examinée par la SNCF mais rapidement écartée, l'avantage comparatif du train sur l'avion l'emportant par la desserte en cœur de ville. La SNCF envisage même la possibilité que la gare accueille des TGV, pour compléter les gares de Lyon et de Montparnasse qui devraient rapidement être saturées. La même année, les terrains de l'ancienne gare de Tolbiac ont été proposés pour accueillir la très grande bibliothèque souhaitée par le Président de la République François Mitterrand. En parallèle, plusieurs études sont menées sur les transports en commun. Le tracé de la nouvelle ligne de métro automatique, METEOR²⁹ est défini. Elle desservira Bercy, Tolbiac et le centre du 13^{ème} arrondissement. La gare RER C sera également déplacée de manière à créer une interconnexion avec la ligne METEOR. Enfin, le prolongement de la ligne 10 parallèlement à la Seine est envisagé³⁰. D'autres projets d'équipements publics sont alors projetés : une université, la Cité des Arts Graphiques, le ministère de l'Intérieur, les services de la Région Ile-de-France. En 1989, la direction de l'aménagement urbain de la Ville de Paris demande à l'architecte de la Grande Bibliothèque, Dominique Perrault son avis sur la composition du futur quartier Tolbiac avoisinant le grand équipement. L'architecte propose alors de constituer un quartier dense ouvert sur la Seine, d'où émergerait l'architecture de la bibliothèque. Une troisième consultation est organisée, questionnant cinq équipes de concepteurs sur leur vision du paysage urbain en intégrant le projet de la Bibliothèque de France, sachant que le tracé des voies était déjà organisé, ainsi que le programme et sa répartition par fonctions. Les principes d'aménagement du secteur Seine Rive Gauche retenus en 1990 sont résumés dans l'extrait du texte de Nathan Starkman de l'[Encadré 1](#).

²⁹ La ligne automatique METEOR mise en service en octobre 1998 est appelée ligne n°14.

³⁰ En 2014, le prolongement de la ligne n°10 du métro parisien en direction d'Ivry-sur-Seine est toujours à l'étude.

Encadré 1. Description du futur secteur Seine rive gauche tel qu'il était imaginé en 1990

« Le projet est structuré par un réseau d'espaces publics, en grande majorité nouveaux, appuyés sur des ouvrages d'art très importants. L'élément principal en est la nouvelle avenue créée au-dessus des faisceaux de voies ferrés et croisant à niveau le boulevard Vincent Auriol, la rue de Tolbiac et le boulevard Masséna. Cette réalisation spectaculaire (40 m de large, 2 500 m de long) qui traversera l'ensemble de l'aménagement, de la place Valhubert à la limite de Paris (et qui pourrait ultérieurement être prolongée au-delà), renoue avec la tradition parisienne des grands tracés de voirie interrompue depuis près d'un siècle. De part et d'autre de l'avenue, les emprises SNCF seront couvertes. La restructuration des équipements ferroviaires permettra de réserver la possibilité de bâtir au-dessus de ces espaces, donc de supprimer, dans les nouveaux quartiers, la coupure due au chemin de fer.

Les quais de la Seine seront entièrement remodelés et, de même que l'avenue, ils seront doublés par des voies souterraines permettant d'y réduire le trafic de surface et d'y créer un environnement favorable.

Les grands itinéraires joignant les deux rives seront améliorés et complétés par une voie prolongeant le boulevard Saint Marcel jusqu'au nouveau pont sur la Seine – le pont Charles de Gaulle –, en franchissant la gare d'Austerlitz au-dessus des quais SNCF, et se poursuivant, rive droite, jusqu'à la gare de Lyon et au boulevard Diderot. Les liaisons transversales tireront parti des pentes descendant vers le fleuve et proposeront des ambiances diverses : rues plantées, espaces paysagers plus libres... [...]

Trois événements marquants viendront ponctuer l'aménagement :

- La Bibliothèque de France [...];
- La gare d'Austerlitz remodelée [...];
- Le pôle d'équipements et d'animation reliant, le long d'un même parcours entre quai et avenue, les bâtiments des Grands moulins réhabilités, plusieurs équipements culturels et éducatifs et l'université, autour d'un jardin et de voies plantées. [...]

Une silhouette originale a cependant été définie : le choix des hauteurs croissantes depuis les quais vers l'avenue préservera l'ensoleillement des berges et fera percevoir – en vision lointaine – la superposition des couronnements des édifices, donnant l'image d'un quartier montant depuis la Seine vers les collines du 13^e arrondissement ».

Extrait de « Paris pour l'avenir », Nathan Starkman, Paris Projet n°29, 1990, p. 143-144.

1.2. L'ORGANISATION DU PROJET SOUS FORME DE ZAC : PLAN D'AMÉNAGEMENT DE ZONE (PAZ) ET DECOUPAGE EN SECTEURS

Après l'adoption de grands principes d'aménagement, le projet fait l'objet en 1991 d'une procédure de ZAC (Zone d'Aménagement Concerté). Le Plan d'Aménagement de Zone (PAZ) dont la conception avait officiellement été engagée en juillet 1989 (délibération du Conseil de Paris du 10 juillet 1989) est approuvé en juillet 1991, lors de la création de la ZAC « Paris Seine rive gauche » sur l'emprise de 130 ha identifiée au cours des premières études. Le PAZ comprend la trame viaire principale de l'opération, la hiérarchie des voies, le principe d'organisation des fonctions sur le secteur, qui place les bureaux sur la dalle, le long de la nouvelle avenue et les logements en bord de Seine ou près des quartiers anciens, en plein sol. En revanche la typologie des îlots, leur découpage ne sont pas précisés et seront définis au fur et à mesure de l'avancement du projet par les différents concepteurs. De cette manière, le projet aura la capacité d'évoluer dans le temps et dans l'espace, bien que les contraintes techniques (couverture de voies ferrées en activité) et opérationnelles (calendrier dépendant de la SNCF, équilibre économique de l'opération) soient nombreuses. Ce projet d'aménagement est concédé à la société d'économie mixte la SEMAPA (Société d'Etude, de Maîtrise d'ouvrage d'Aménagement Parisienne) qui a été créée en 1985.

L'actionnariat de la SEMAPA était à l'origine détenu à 57% par la Ville de Paris, à 20% par la SNCF, à 10% par la RIVP, à 5% par l'Etat, à 5% par la Région Ile-de-France et à 3% par des actionnaires divers (Bourdin & Lenouar, 2001). Avant de prendre en charge l'aménagement du secteur Seine rive gauche, la SEMAPA a conduit plusieurs opérations dans le 13^e arrondissement (Lahire, Gandon-Massena, Château-des-Rentiers et Chevaleret-Jeanne-d'arc).

La procédure de ZAC adoptée par la Ville de Paris depuis 1991 présente à cette échelle des avantages et des inconvénients. L'un des principaux avantages d'une concession d'aménagement unique est de pouvoir équilibrer le bilan d'aménagement entre le coût des constructions sur dalle et les constructions en pleine terre, moins chères. Cependant, la mutation d'un territoire de 130 ha prend du temps, plusieurs décennies. Si en 1990, on imaginait pouvoir réaliser ce projet en quinze ans, la réalité de 2014, nous montre qu'un temps nettement plus long est nécessaire. Selon les acteurs que nous avons questionnés, l'aménagement du secteur ne sera pas abouti avant 2025, voire 2028. Il est difficile, à si long terme, de prévoir avec précision le contenu des programmes et surtout leur coût. Il est également quasi impossible de maîtriser le calendrier d'une opération sur trente ans. Ainsi, le budget de l'opération a dû être revu à plusieurs reprises, nécessitant le renouvellement de la convention d'aménagement. Ces problématiques liées à la procédure de ZAC nous ont été exposées en ces termes par la Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris :

« Sur Paris Rive Gauche, on est sur des couvertures de voies ferrées, mais pas partout. Forcément, il y a des secteurs où ça coûte très cher de faire les voiries parce qu'on les fait sur dalle. Il faut réaliser la dalle. Il y a d'autres secteurs où on construit en plein sol et ça coûte beaucoup moins cher. Ça permet quand même de lisser, d'avoir un coût moyen du mètre carré de voirie lissé à l'échelle de la ZAC et pas exorbitant dans certains secteurs et normal dans d'autres. L'effet d'échelle permet de lisser un certain nombre de dépenses et de faire ressortir des coûts corrects, alors que sinon, on verrait le coût de réalisation de la dalle à tel endroit, on ne la ferait pas ! Sauf que c'est compensé ailleurs, parce qu'ailleurs, on construit en pleine terre. Il y a cet effet lissage à l'échelle de la ZAC, mais en contrepartie, on est sur des temporalités très longues, donc des calendriers très mal maîtrisés. Et des budgets difficilement maîtrisables. Sur mon dossier de réalisation, je vais passer des coûts de collègues qui seront réalisés en 2022 ! Au moment où on fera, on verra bien. Déjà, on verra si la Sncf a changé d'avis ou pas, si on peut construire en plein sol ou sinon, il faut bien construire sur dalle. Mais là, on sait que c'est pour après 2020. Pas avant. Il a fallu qu'on le budgète, qu'on l'inscrive, qu'on mette des mètres carrés de constructibilité. Et ce sera pour après 2020. » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

L'une des grandes difficultés rencontrées dans la conduite de ce vaste projet est donc sa gestion dans le temps. Obtenir une conception diversifiée mais coordonnée d'un ilot à l'autre de la ZAC est l'objectif de la procédure d'élaboration mise en place par l'aménageur et avant lui par la Ville de Paris et l'APUR. En effet, la définition de la répartition des masses bâties, des cheminements, des places de quartiers et des squares n'a volontairement pas été incluse dans le PAZ. Afin de faciliter la mutation de ce vaste territoire, le choix est fait de le découper en secteurs, sur chacun desquels un architecte est sélectionné pour assurer la coordination de la conception urbaine et architecturale. Chaque architecte-coordonateur a pour mission de définir les grands principes de composition urbaine du secteur, c'est-à-dire la hauteur et la typologie des immeubles, les matériaux de façades à privilégier ou à proscrire, la largeur des voies, etc. (*"Paris Rive Gauche: une opération unique en France," 2002*). Ces grands principes doivent être respectés par les preneurs de lots et les architectes qui conduisent les opérations immobilières sur les terrains viabilisés par l'aménageur. Selon l'analyse critique de Donatien Senly, par cette manière de

faire, l'aménageur espère « reproduire les caractéristiques spatiales qui ont résulté d'une urbanisation multiséculaire, de copier la diversité des villes anciennes par un montage d'urbanisme opérationnel » (Senly, 1999, p. 25). Les huit secteurs d'aménagement et les noms des architectes-coordonateurs sont représentés sur la Figure 16.

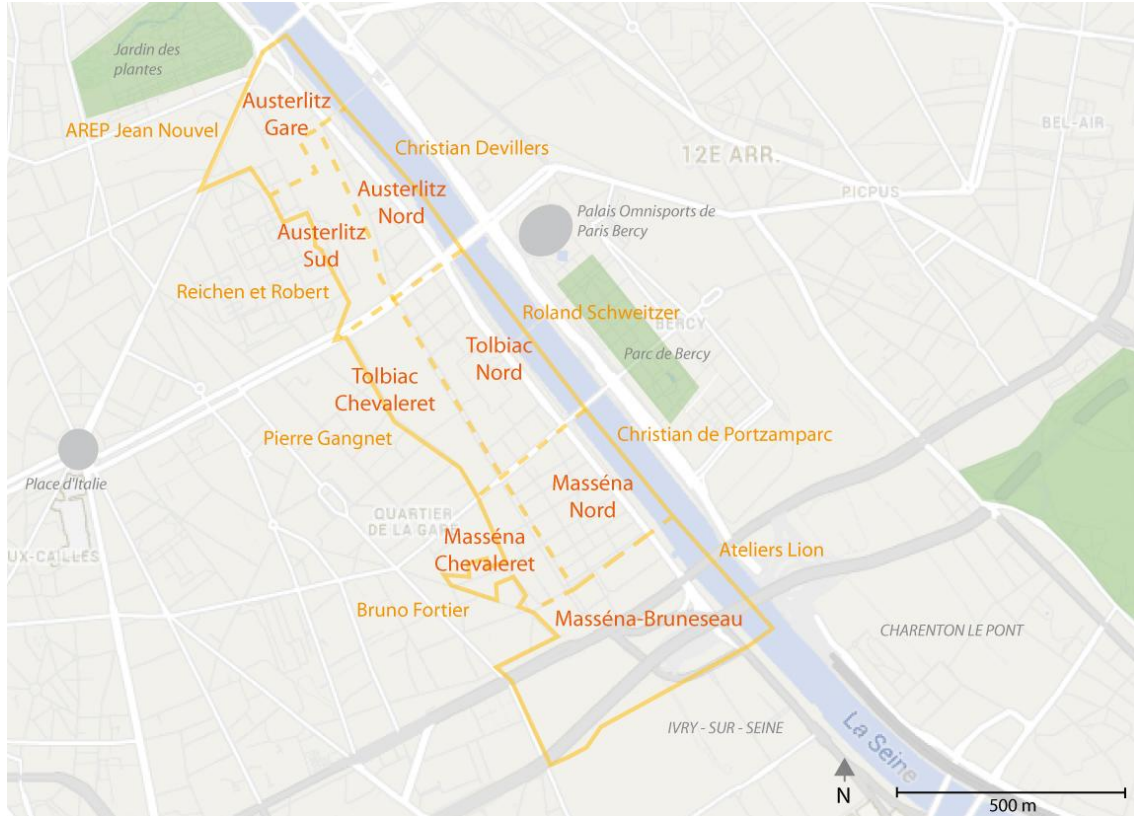


Figure 16. Les secteurs d'aménagement de la ZAC Paris Rive Gauche

Ainsi, les formes urbaines et les styles architecturaux varient fortement d'un quartier à l'autre, suivant le parti-pris de l'architecte coordinateur et l'époque à laquelle il a été pensé. Le premier quartier livré de la ZAC, Tolbiac Nord, imaginé par Roland Schweitzer arbore un style néo-Haussmannien. Le quartier d'Austerlitz Nord est constitué d'immeubles de bureaux ou d'activités que l'architecte-coordinateur a souhaités transparent en rez-de-chaussée de manière à créer des ouvertures sur la Seine. Ces grands halls d'immeuble ont été imaginés pour être traversés par le public, mais rares sont les piétons à oser s'aventurer dans ces halls d'entreprises. Sur le secteur Masséna Nord, Christian de Portzamparc a mis en pratique à grande échelle son principe de l'îlot urbain ouvert. De cette composition urbaine résultent des îlots regroupant des immeubles de taille variable non mitoyens, créant des vues depuis les rues sur l'intérieur planté des parcelles. La conservation des bâtiments des Frigos, des Grands Moulins et de la Halle aux farines, désormais occupés par l'université Paris VII contribuent à créer un paysage hors du commun. Le quartier Masséna-Chevaleret s'étend entre l'Avenue de France sur la dalle et la rue du Chevaleret au niveau du sol. La mission confiée à Bruno Fortier consistait donc à trouver une solution pour traiter cette différence de niveau en intégrant la dalle dans le paysage urbain. Cette problématique a également été posée à Pierre Gangnet, lauréat de la consultation sur le secteur Tolbiac-Chevaleret. Des îlots de bureaux et de logements se succéderont le long de l'avenue de France face à la grande bibliothèque, derrière lesquels un jardin fera le lien avec le niveau du sol et intégrera

l'imposante Halle Freyssinet. La couverture des voies se poursuit en partie entre le boulevard Vincent Auriol et la Gare d'Austerlitz. Sur ce secteur nommé Austerlitz Sud, le quartier tertiaire élaboré par Reichen & Robert proposera des plots séparés par des espaces publics créant un certain contraste avec la linéarité des façades vitrées des immeubles tertiaires de l'autre côté de l'avenue. Sur leur façade sud, les bâtiments surplomberont les voies ferrées, offrant une vue sur la gare, et l'hôpital de La Pitié-Salpêtrière. A l'autre extrémité de la ZAC, le secteur Masséna-Bruneseau offrira entre le boulevard des Maréchaux et le périphérique des bâtiments de logements de 50 mètres de haut et ponctuellement des immeubles de grande hauteur au nord des voies ferrées.

1.3. UN QUARTIER QUI PREND VIE PROGRESSIVEMENT

Les premiers travaux d'aménagement des voiries et de déploiement des réseaux (égouts, eau et électricité) ont démarré en 1992. L'année suivante ce sont les travaux de la ligne 14 qui ont débuté. Une nouvelle consultation internationale a été également organisée concernant l'aménagement du quartier Austerlitz. Le projet connaît quelques mois de suspens, suite à un recours en justice déposé par une association de riverains, qui dénonçait l'insuffisance d'espaces verts prévus dans le PAZ. Durant cette période, aucun permis de construire n'a pu être déposé. La Bibliothèque Nationale de France (BNF) dont les travaux avaient débuté en 1991 a été inaugurée le 30 mars 1995 et les travaux de l'avenue de France ont été engagés dans la partie Tolbiac. En revanche, les projets de voies expressives souterraines ont été abandonnés. Deux nouvelles consultations d'urbanisme ont été organisées, l'une concernant le quartier Masséna nord, l'autre sur le traitement de la liaison entre le projet urbain et les quartiers existants au niveau de la rue du Chevaleret. L'année 1996 marque un certain tournant dans l'opération Seine rive gauche : nouveau nom, nouveau prêt à la SEMAPA, procédure de modification du PAZ, ouverture de la BNF au public, arrivée des premiers habitants dans les logements du secteur Tolbiac et achèvement du Pont Charles de Gaulle reliant les gares d'Austerlitz et de Lyon. C'est en effet en 1996 que le Conseil de Paris a modifié la dénomination de la ZAC, passant de « Paris Seine rive gauche » à l'intitulé toujours d'actualité « Paris Rive Gauche ». La même année, un nouvel emprunt de 1,4 milliard de francs (210 millions d'euros) est contracté par la SEMAPA, complétant ainsi le premier prêt de 1,7 milliard de francs (260 millions d'euros) de 1992 (*"Paris Rive Gauche: une opération unique en France," 2002*). A l'issue d'une enquête publique (30 septembre - 30 novembre 1996), plusieurs modifications du PAZ ont été approuvées et adoptées par le Conseil de Paris (délibération du 7 juillet 1997). L'étude d'impact de la ZAC a donc été mise à jour à cette occasion (1996). L'une des réserves énoncées par la commission d'enquête publique concernait l'absence de « cellule permanente de concertation ». Ce sera chose faite le 15 avril 1997, avec la création d'un « comité permanent de concertation » par la Ville de Paris (*Bourdin & Lenouar, 2001*). Cette organisation s'inspire des recommandations du Ministère de l'Environnement formulées dans sa « Charte de la concertation » de 1996. Les acquisitions et les travaux nécessaires à l'aménagement de la ZAC sont finalement reconnus d'utilité publique par le décret du 29 novembre 1997, l'acquisition des terrains ou immeubles de la SNCF et de l'APHP doit néanmoins se faire par voie contractuelle.

La ligne de métro METEOR (ligne 14) est inaugurée en 1998. Le développement d'équipements d'enseignement supérieur se confirme en 1999, par la venue de l'université Paris VII Denis Diderot, l'Institut National des Langues et Civilisations Orientales, et l'ouverture d'une école d'architecture dans les locaux réhabilités de l'usine d'air comprimé SUDAC. Au début des années 2000, l'opération Paris Rive Gauche suscite un regain d'intérêt après une période difficile, alors que le quartier Tolbiac commence à prendre vie, que la conjoncture s'améliore, et que le besoin de locaux tertiaires se fait à

nouveau ressentir en Ile-de-France. En 2000, l'interconnexion entre la ligne 14 et le RER C est mise en service. En 2001, Marin Karmitz (MK2) s'engage définitivement pour la réalisation d'un ensemble de cinémas, lieux d'exposition et de restaurants.

L'opération d'aménagement a été réorientée suite au changement de majorité des élections municipales de 2001. La part des surfaces dédiées aux bureaux a été réduite au profit de l'enseignement supérieur et des activités (commerces, hôtels, équipements collectifs privés, etc.). En matière d'espaces publics, la surface d'espaces verts a été agrandie et la place réservée à la voiture sur le territoire diminuée en faveur « d'espaces civilisés » dédiés aux pistes cyclables et aux transports en commun en site propre. Cette réorientation de l'opération est apportée en réponse aux critiques et pressions d'une dizaine d'associations de riverains et d'usagers (Fernandez, 2009; Nez, 2012). Le Plan d'aménagement de zone de l'opération est à cette occasion intégré dans le Plan d'Occupation du Sol (POS) de Paris avec des règles spécifiques. Le quartier prend vie progressivement, grâce à l'ouverture d'équipements publics à Masséna, du cinéma à côté de la bibliothèque (en 2003), et à la livraison de nouveaux logements et partiellement de l'avenue Pierre Mendez-France dans le secteur Austerlitz (en 2004). En 2006, le territoire est dynamisé par l'arrivée des étudiants en septembre, la livraison de la passerelle Simone de Beauvoir qui permet d'atteindre la BNF à pieds depuis le parc de Bercy et de la piscine flottante Joséphine Baker et l'ouverture de commerces sur l'avenue de France (Monoprix et Décathlon s'y installent en 2006). Les travaux de couverture des voies se poursuivent sur les secteurs Tolbiac-Chevaleret et Masséna-Chevaleret, tandis que les accès à la station de métro et RER Bibliothèque François Mitterrand depuis l'avenue de France sont mis en service. En 2009, la Ville de Paris reconduit l'objectif de mixité fonctionnelle et sociale dans la définition du programme du secteur Masséna-Bruneseau. Le nombre de logements est augmenté, notamment les logements sociaux tout en maintenant la proportion relative de bureaux, dans la mesure où la constructibilité est augmentée. Le [Tableau 9](#) répertorie les évolutions successives du programme de la ZAC suivant les fonctions entre 1991 et 2009. En 2010, il était estimé que la ZAC Paris Rive Gauche était à mi-parcours de sa réalisation, près de la moitié des surfaces prévues dans le dossier de réalisation de la ZAC étaient alors livrées ou en chantier (Mairie de Paris, 2010b). Fin 2013, les secteurs Austerlitz Nord, Tolbiac Nord étaient achevés, les secteurs Masséna Nord et Tolbiac Chevaleret étaient en cours d'achèvement et les travaux de couverture des voies engagés sur le secteur Austerlitz sud.

Tableau 9 Evolution du programme prévisionnel de la ZAC entre 1991 et 2009 (d'après Nez, 2012, p. 144)

| Eléments de programme | Programme de la ZAC en 1991 | Programme de la ZAC en 1997 | Programme de la ZAC en 2002 | Programme de la ZAC en 2009 |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Logements | 520 000 m ² SHON | 520 000 m ² SHON | 430 000 m ² SHON | 585 000 m ² SHON |
| Bureaux | 900 000 m ² SHON | 900 000 m ² SHON | 700 000 m ² SHON | 745 000 m ² SHON |
| Activités | 282 000 m ² SHON | 252 000 m ² SHON | 405 000 m ² SHON | 405 000 m ² SHON |
| Grands équipements et services | 465 000 m ² SHON | 532 000 m ² SHON | 615 000 m ² SHON | 615 000 m ² SHON |
| Espaces verts | 53 000 m ² | 80 600 m ² | 98 000 m ² | 100 000 m ² |

Depuis le début de l'opération, le droit a évolué, imposant maintenant de remettre en concurrence l'aménageur lorsqu'une nouvelle convention d'aménagement est nécessaire. Cette obligation a contraint la Ville de Paris à transformer la SEMAPA en SPLA (société publique locale d'aménagement). Aujourd'hui, l'actionnariat de la SEMAPA est donc composé de la Ville de Paris à 66%, du Département de Paris à 26% et de la Région Ile-de-France à 8%. Ce changement de statut prémunit l'aménageur d'une nouvelle mise en concurrence. Si le projet Paris Rive Gauche n'est pas le dernier grand projet de la capitale comme il l'était parfois annoncé dans les années 1980, c'est en revanche jusqu'à aujourd'hui la dernière opération d'une telle ampleur ayant fait l'objet d'une seule ZAC.

C'est donc un projet à la programmation mixte et ambitieuse qui est développé sur ce territoire: Bibliothèque Nationale de France (BNF), Université Paris VII, école d'architecture, bureaux, activités, logements, commerces, espaces verts, etc. La répartition du programme de la ZAC en 2014 est visible sur la [Figure 17](#). Depuis le milieu des années 1990, les travaux d'aménagement, de couverture des voies ferrées et de construction de bâtiments se succèdent. Aujourd'hui, Paris Rive Gauche est formé d'une succession de quartiers organisés autour de l'Avenue de France. La forme urbaine, l'esthétique architecturale et paysagère varient d'un quartier à l'autre. Une partie des constructions est réalisée sur une dalle de couvertures des voies ferrées, l'autre partie est implantée en pleine terre en pente douce jusqu'à la Seine. Plusieurs secteurs sont toujours en travaux (Tolbiac-Chevaleret, Austerlitz Sud et une partie de Masséna Nord et Masséna-Chevaleret) et certains restent encore à aménager (Austerlitz Gare et Masséna-Bruneseau).

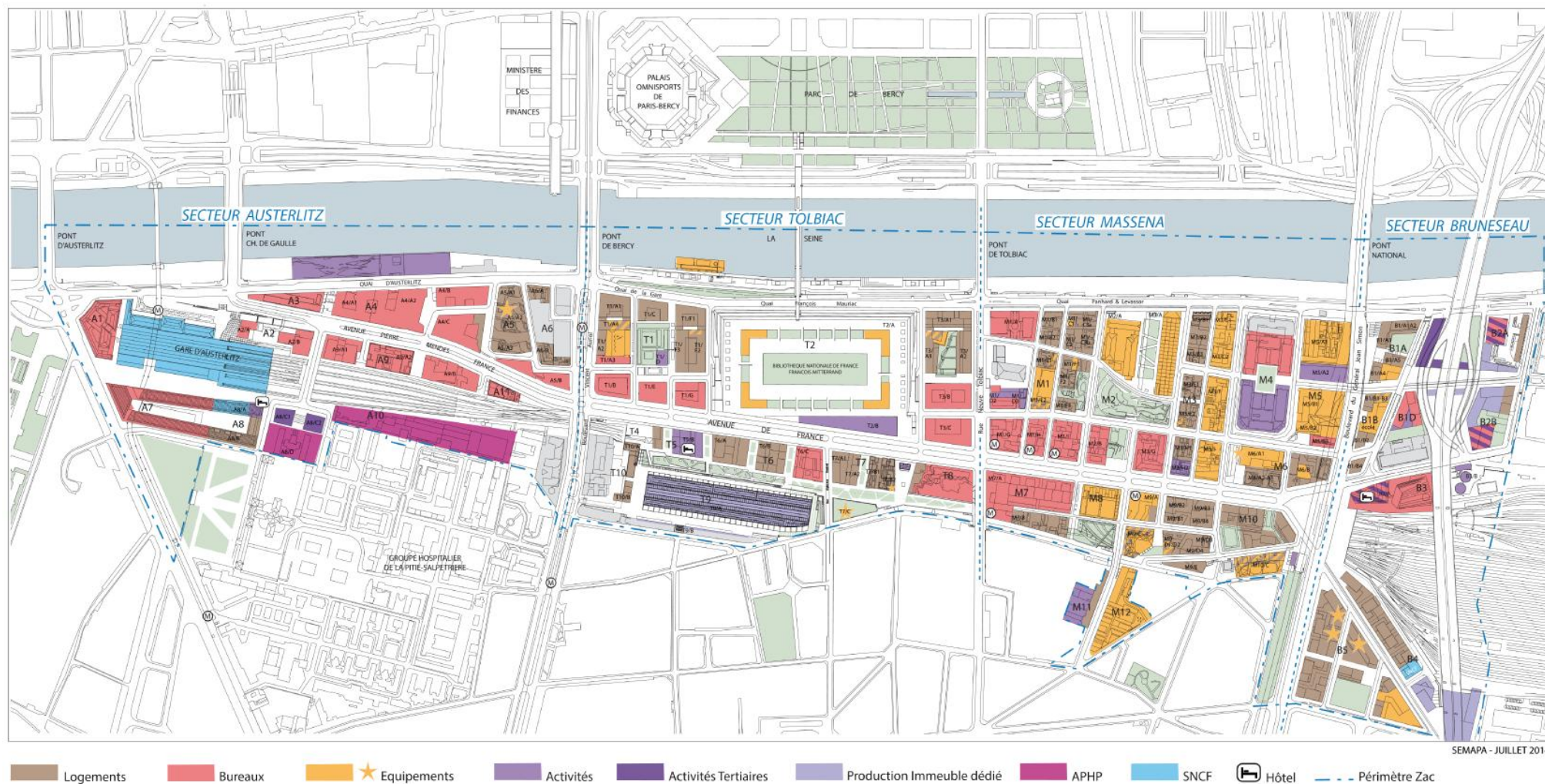


Figure 17. Répartition en 2014 du programme sur l'ensemble de la ZAC Paris Rive Gauche

2. EMERGENCE DES PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES DANS LE PROJET URBAIN

2.1. LA CERTIFICATION ISO 14001 DE L'AMENAGEUR : REPONSE A UNE CAMPAGNE DE PRESSE NEGATIVE

Le projet Paris Rive Gauche a connu plusieurs vagues de contestation. L'opposition des riverains au projet s'organise dès 1990, par la création de l'association Tam-Tam. L'association dénonce le « plan béton » de la Ville de Paris³¹ qui fait peu état de l'environnement et ne prévoit pas d'espaces dédiés à des modes de circulation alternatifs à la voiture. L'association Tam-Tam, associée aux membres du parti politique des Verts du 13^e arrondissement a obtenu l'annulation partielle du PAZ auprès du tribunal administratif de Paris le 11 mars 1993, ainsi que la déclaration d'utilité publique du projet, rendant impossible les expropriations. C'est l'insuffisance d'espaces verts dans le PAZ qui a conduit à cette décision du tribunal, alors que la déclaration d'utilité publique a, elle, été annulée pour des questions juridiques (la déclaration n'a pas été signée par le ministère de l'équipement). Il est intéressant de noter qu'en 1993, c'est au nom de préoccupations environnementales, de qualité du cadre de vie que le projet a été poursuivi en justice. La validité du PAZ a été rétablie le 3 décembre 1993 par le Conseil d'Etat saisi en appel par la Ville de Paris. Le Conseil d'Etat a en effet estimé que les espaces verts prévus dans le projet et sur les terrains limitrophes de la ZAC étaient suffisants. En revanche, l'annulation de la déclaration d'utilité publique a été maintenue. Entre ces deux décisions de justice, aucun permis de construire n'a pu être déposé.

A la fin des années 1990, le projet fait à nouveau l'objet de critiques, dans la presse cette fois. A cette époque, seule la BNF et les quelques bâtiments de logements et de bureaux l'entourant sont livrés, le reste est en chantier. La dalle n'étant pas encore construite, ces bâtiments apparaissaient perdus, suspendus au-dessus des voies ferrées et coupés du restant du 13^{ème} arrondissement. Les critiques abondent : « 3 000 Parisiens habitent ces immeubles et se retrouvent pris en otages d'un chantier à la dérive. No man's land. Dans cet îlot, la vie s'organise tant bien que mal au milieu d'un no man's land que certains nomment « la pointe du Raz » (Ecoiffier, 1998). La possibilité de financer et de réaliser la dalle est mise en doute, la crise immobilière bouleversant la stratégie de financement :

« Mauvaise semaine pour l'opération urbaine "Paris Rive Gauche" [...] Stupeur générale, le maire de Paris Jean Tiberi annonce l'arrêt de la construction de la dalle au-dessus des voies ferrées. Le programme de Paris Rive Gauche serait singulièrement réduit. Mais c'était un secret de polichinelle, personne ne sait financer, dans les conditions économiques du marché immobilier parisien d'aujourd'hui une telle opération. L'urbanisme de cette opération se caractérise actuellement par l'accumulation de non-choix urbains. » (Archicool, 1998).

La dalle devait être financée par les bénéfices de la vente du foncier des futurs bureaux. Mais, avec la crise immobilière du milieu des années 1990, les preneurs se font rares, l'équilibre financier de la ZAC est menacé. Fin octobre 1998, la SEMAPA conclut trois ventes mais à un prix insuffisant pour garantir l'équilibre de l'opération d'aménagement. Les médias pointent du doigt un projet trop onéreux de

³¹ Cette expression figure sur l'historique de l'association TAM-TAM disponible sur son site internet à l'adresse suivante : <http://www.associationtamtam.fr/historique/historique.html> (consulté le 15/01/2014)

construction sur dalle, que les contribuables parisiens risquent de devoir financer, la Ville de Paris étant l'actionnaire majoritaire de la société d'économie mixte.

Face à cette mauvaise presse, l'aménageur s'engage dans une démarche de certification ISO du projet Paris Rive Gauche. Plutôt que la norme de management de la qualité ISO 9001, la SEMAPA lui préfère la norme spécifique à l'environnement ISO 14001. Elle devient ainsi le premier aménageur certifié ISO 14001. La certification a été obtenue en 2000. Cette démarche de certification n'a donc pas été entreprise dans le cadre d'un engagement envers l'environnement, mais parce qu'elle permettait de se différencier des autres aménageurs et représentait un gage de qualité, comme nous l'a expliqué le responsable développement durable de la SEMAPA :

« On a donc été les premiers aménageurs à être certifiés sur 14001. [...], ce n'était pas vraiment l'environnement, c'était plus pour faire valoir une certaine qualité d'environnement, en disant : on essaie d'aller un peu plus loin. Mais quand on regarde bien, la verdure, il y en avait mais pas trop. On se battait plus sur la pollution parce que c'était clair. Le plateau ferré, c'est clair qu'il était pollué. Le bruit : les quais, c'était déjà un peu une autoroute, pas tout à fait comme en face, mais pas loin. Le réseau séparatif et l'amené des énergies. On ne disait pas renouvelables. On ne qualifiait rien. On disait qu'on apportait toutes les énergies possibles au maître d'ouvrage » (SEMAPA, Responsable Environnement, le 20/09/2012).

Cette démarche de certification apparaît centrale, les trois membres de la SEMAPA que nous avons eu l'occasion d'interroger y ont d'ailleurs tous fait référence. Bien qu'adoptée pour des préoccupations non environnementales, celle-ci a permis de progressivement mettre en place un système de management environnemental (SME). Un poste de chargé de l'environnement a été créé pour assurer sa mise en place avec le soutien de prestataires externes. Après l'obtention de la certification, un salarié de la SEMAPA, au caractère plutôt militant s'est proposé pour remplacer la personne venant de quitter le poste : « La personne qui avait mis en place tout ce qui est management environnemental est partie. Ça m'a trotté pendant une nuit. Je me suis dit : j'y vais, j'y vais pas ? Et le lendemain matin, j'ai dit : j'y vais. Il faut un responsable environnement, j'aimerais bien. Je pense que la SEMAPA n'avait pas trop le choix et elle avait cette opportunité : de toute façon, on ne risque rien. Si ça marche, ça marche. Sinon, on verra bien, on agira » (SEMAPA, Responsable Environnement, le 20/09/2012). C'est cette même personne qui a occupé ce poste de 2000 à 2012. Lorsque nous l'avons rencontrée, soit à la veille de son départ à la retraite, cette personne doutait que le poste soit reconduit.

Cette démarche de certification et la mise en place du système de management environnemental, semble avoir joué un rôle structurant pour l'action de l'aménageur :

« Le fait d'être certifié nous a permis de clarifier, de normaliser, d'organiser, de manager nos actions vers le développement durable. Ça s'est traduit par des documents opérationnels, des cahiers des charges spécifiques qui, dans un premier temps, ont été produits par nous, en nous appuyant sur notre premier SME, qui lui-même avait été piloté avec des prestataires extérieurs. A ce stade, on se basait là-dessus » (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

2.2. EVOLUTION DES PRATIQUES DE L'AMENAGEUR DEPUIS LA CERTIFICATION

Dans le cadre de sa certification, la SEMAPA a adopté en 2001 une charte pour l'environnement, qui recense ses différents engagements dans les domaines de l'eau, des déchets, du sol et du sous-sol, de l'énergie, du bruit, des déplacements, du paysage urbain et de la gouvernance. Ces différents engagements sont à mettre en pratique au cours des trois phases majeures du projet urbain Paris Rive Gauche, que sont la conception, la mise en œuvre et la construction et l'accompagnement des nouveaux quartiers. En matière d'énergie, la SEMAPA s'est engagée à mettre à disposition de tous les bâtiments l'ensemble des énergies disponibles sur la capitale. Ainsi, l'électricité, le gaz et le raccordement au réseau de chaleur et au réseau de froid sont proposés aux opérateurs immobiliers depuis le démarrage de l'opération d'aménagement (Bauer, 2001). En ce qui concerne la performance environnementale des bâtiments, l'aménageur exigeait en 2001 que les immeubles de logements soient certifiés Qualitel et Habitat&Environnement et la certification HQE pour les bâtiments tertiaires. Dans un article de la revue *Urbanisme*, Thérèse Cornil, alors directrice générale de la SEMAPA, s'exprime de la sorte sur l'engagement en faveur du développement durable de sa structure :

« Par ses options structurantes, Paris Rive Gauche est une opération moderne, qui, avant la lettre, avait adopté les principes du développement durable : constructions autour d'un grand pôle de transports en commun, densité, limitation des possibilités de stationnement, adoption d'un réseau d'assainissement séparatif, offre d'un vrai choix énergétique, mixité urbaine à l'échelle d'un grand secteur et correction des déséquilibres... » (Cornil, 2002).

Densité, accessibilité, restriction du stationnement automobile, réseau d'assainissement séparatif, mixité urbaine et choix énergétiques sont donc les déterminants de la politique de développement durable mise en place par l'aménageur au début des années 2000. En matière énergétique, il n'est pas encore question de réduction des consommations énergétiques ni de production d'énergies renouvelables mais d'assurer l'accès aux promoteurs à un éventail de réseaux énergétiques, dans la mesure où chaque promoteur a en France, la liberté de choisir l'énergie qu'il souhaite pour alimenter son futur bâtiment.

Dans le cadre de la certification, l'aménageur se doit de vérifier s'il respecte les textes officiels faisant état d'exigences environnementales, puisque la certification ISO 14001 est une « démarche volontaire de qualité qui exige le respect des lois, des textes réglementaires et autres exigences qui s'imposent à la SEMAPA » (SEMAPA, 2001). Ainsi, la SEMAPA met régulièrement à jour un document recensant les différentes réglementations (parisiennes, régionales et nationales), les conventions signées par l'aménageur, et autres textes officiels impliquant les acteurs de ses opérations d'aménagement puisque peu de textes concernent directement l'aménageur. Ce document précise si les actions de la SEMAPA sont conformes et rappelle le rôle à mener par l'aménageur pour garantir le respect de ces exigences environnementales par ses partenaires.

Après avoir renouvelé sa certification ISO 14001, la SEMAPA signe en octobre 2007 avec seize autres sociétés d'économie mixte (SEM) de la Ville de Paris une charte de développement durable, « Les engagements des sociétés d'économie mixte de la Ville de Paris en faveur du développement durable ». A travers ce document, les SEM se sont engagées à respecter les objectifs de développement durable

définis par la Ville de Paris et à contribuer à la mise en œuvre de cette politique dans leurs champs d'activités respectifs³².

Contrairement à d'autres aménageurs, la SEMAPA a fait le choix de mettre en place une politique environnementale reposant sur l'adhésion de ses différents partenaires à ses engagements et non de les contraindre à respecter des objectifs qu'elle formule. C'est un parti-pris que l'aménageur met en avant sur son site internet:

« Nous nous efforçons de mettre en place, dans un rapport "d'adhésion" plutôt que de "contraintes", des procédures contractuelles, des "règles du jeu", des critères et niveaux d'exigences et de performances environnementales qui soient partagés par tous. Cette méthode doit permettre de nourrir notre démarche en intégrant dans nos documents et procédures les apports et la capacité d'innovation et de proposition de nos partenaires. La SEMAPA privilégie une approche qui fédère et sédimente les savoirs plutôt qu'elle n'impose et contraint »³³.

Depuis 2013, la SEMAPA a renforcé son système de management environnemental, en nommant un « responsable management environnemental » et un ensemble de chefs de projets SME. Ils sont responsables de la conduite, du suivi et de la gestion de la politique environnementale de l'aménageur sur ses différentes opérations en collaboration avec les chefs de secteurs³⁴. Afin de mieux prendre en compte les contextes propres à chaque secteur, des groupes de travail spécifiques ont été mis en place. Les « opérationnels », appuyés par les chefs de projet SME remplissent des tableaux caractérisant de manière synthétique les projets dont ils ont la responsabilité et les objectifs environnementaux poursuivis. Ces tableaux répertorient les caractéristiques du site, la programmation retenue, l'état d'avancement du projet et les objectifs environnementaux fixés. Les aspects environnementaux devant être pris en compte dans les différentes activités de la SEMAPA ont par ailleurs été hiérarchisés, de façon à mettre évidence les enjeux prioritaires. Enfin, les opérationnels doivent présenter le « reporting environnemental » de leur territoire en comité de direction au moins une fois entre deux audits de renouvellement de la certification ISO 14001, soit environ tous les dix-huit mois. Ce travail sera mis en cohérence avec le référentiel de la Ville de Paris « un aménagement durable pour Paris », de façon à donner les moyens à la Ville d'évaluer la performance des opérations de la SEMAPA. Enfin, cette démarche doit être communiquée et partagée avec l'ensemble des professionnels partenaires ainsi qu'avec les habitants, riverains et usagers des territoires concernés.

³² Dix thématiques sont couvertes par cette charte : « contribuer à la lutte contre le changement climatique, contribuer à préserver l'environnement et la qualité de vie à Paris, réduire le niveau de risque environnemental et sanitaire associé aux activités des sociétés, prévenir les risques naturels, maîtriser l'économie des activités des sociétés, instaurer des pratiques environnementales et sociales exemplaires, innovantes et partagées, favoriser la création d'entreprises et l'accès à l'emploi, favoriser les activités culturelles et de loisirs, améliorer la qualité de service, favoriser l'adoption systématique d'une démarche de concertation » (*Les engagements des sociétés d'économie mixte de la Ville de Paris en faveur de développement durable, 2007, article 2*).

³³ La politique de la SEMAPA en faveur de la contractualisation de la qualité environnementale des bâtiments est exposée sur son site internet à l'adresse suivante : <http://www.semapa.fr/Developpement-durable/Contractualisation-de-l-engagement-des-partenaires-de-la-Semapa> (consulté le 16 janvier 2014)

³⁴ Pour assurer la conduite de l'opération Paris Rive Gauche, la SEMAPA a nommé des chefs de projets pour chacun des secteurs, conformément au découpage de la ZAC.

2.3. DES PREOCCUPATIONS « DANS L' AIR DU TEMPS » DEVENUES INCONTOURNABLES POUR LES DERNIERS SECTEURS DE LA ZAC

Il semble que l'apparition des préoccupations environnementales dans le projet Paris Rive Gauche soit à relier à la diffusion de la notion de développement durable chez les acteurs de l'aménagement et de l'immobilier. Les acteurs que nous avons rencontrés ont eu tendance à faire référence au développement durable pour expliquer, justifier le développement d'actions en faveur de l'environnement et en particulier de l'énergie. Parce que ces préoccupations sont dans « l'air du temps », comme une mode, une tendance qui s'est répandue dans le monde de l'aménagement, il est, selon les acteurs interrogés, devenu difficile de passer outre. Plutôt que de motiver leurs actions par la nécessité d'apporter une réponse à la crise énergétique et climatique, ceux-ci font plutôt référence au renforcement des obligations réglementaires. Bien que nous les ayons interrogés sur les questions énergétiques uniquement, les acteurs sont passés des enjeux énergétiques à la notion de développement durable, comme si les termes étaient indissociables, voire même interchangeables. Cette observation nous renvoie au constat fait par [Debizet \(2012\)](#) selon lequel la démarche HQE (Haute Qualité environnementale) a progressivement été détrônée par le label BBC (Bâtiment Basse Consommation), réduisant ainsi l'enjeu de la durabilité à la performance énergétique.

Lors du passage à l'opérationnel du projet Paris Rive Gauche, la notion de développement durable, alors récente³⁵ n'avait pas encore pénétré la pratique de l'aménagement urbain. Plutôt que de modifier les pratiques de l'aménagement, l'apparition de la notion de développement durable semble avoir participé à leur encadrement. C'est finalement la manière de parler de ces actions qui paraît avoir évolué plutôt que les actions en elles-mêmes, comme le montre ce témoignage d'un membre de la direction de la programmation et de l'urbanisme de la SEMAPA :

« Quand on a commencé Paris Rive Gauche, la ZAC a été créée en 1991, à cette époque, on ne parlait pas beaucoup de développement durable. Ça ne nous empêchait pas d'en faire. Simplement, on ne mettait pas les mêmes terminologies dessus. L'un des aspects du process d'urbanisation, que ce soit d'un quartier, d'une ville entière, d'une zone périurbaine ou d'une zone rurale, on a toujours estimé que les préoccupations environnementales en général faisaient partie des sujets, des préoccupations. Il n'y avait pas de normes, de barèmes, de démarche identifiée avec des sigles et des systèmes de management. Mais ça a toujours fait partie de nos préoccupations. Pas forcément au départ sur les questions énergétiques, ou pas plus sur les questions énergétiques que sur d'autres questions. Comme l'eau : ici, on imperméabilise du sol, par exemple. Ce qui a changé, c'est la façon d'en parler plutôt. Et aussi le fait qu'un certain nombre d'objectifs quantifiables ou quantifiés sont progressivement apparus, qui nous ont permis de nous raccrocher ou ont installé un certain nombre de repères » (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

C'est donc un processus de structuration du discours, de mise en objectifs et de suivi des projets qui s'est progressivement mis en place à partir de la certification ISO 14001 de l'aménageur et suite à l'émergence des certifications environnementales des bâtiments.

Selon les acteurs rencontrés, la durabilité semble être en passe de devenir une norme dans le monde de l'aménagement et du bâtiment dans lequel ils évoluent. Le développement durable est devenu un

³⁵ La ZAC a été créée en 1991 alors que le rapport Brundtland fondateur de la notion de développement durable date de 1987.

énoncé incontournable dans la communication d'un projet. Une opération immobilière ou d'aménagement ne pourrait pas aujourd'hui être réalisée sans développer un argumentaire en terme de durabilité : « Ça a été comme ça à toutes les époques, ce n'est pas nouveau. Mais c'est aujourd'hui un intitulé, le développement durable, qui est permanent. Il n'y a pas de projet aujourd'hui qui ne se réclame pas du développement durable parce que ça n'aurait pas de sens de faire un projet énergétivore »³⁶ (*Ateliers Lion, le 28/09/2012*). La performance énergétique des bâtiments est désormais intégrée dans les exigences du marché de l'immobilier neuf. La labellisation énergétique d'un bâtiment neuf est devenu un argument de vente pour les promoteurs immobiliers : « C'est un atout pour les promoteurs privés de vendre des logements BBC. Ça deviendra la norme. Avec les pratiques qu'on a, avec la RT 2012. Après, on n'en parlera plus, ça sera intégré. C'est comme quand on utilise de l'eau pour faire du ciment, on ne se pose pas la question » (*SEMAPA, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012*). Le vocabulaire employé par les personnes que nous avons interrogées reflète cette normalisation des pratiques actuellement à l'œuvre. Les expressions telles que « ça n'aurait pas de sens », « systématiquement », « permanent » montrent que rechercher la performance énergétique d'un bâtiment et plus largement chercher à faire preuve de sa durabilité est devenu une habitude, un réflexe. Ce phénomène d'acculturation des acteurs aux préceptes de la performance énergétique montre que la stratégie du ministère de promotion du label BBC jusqu'à l'entrée en vigueur de la Réglementation Thermique (RT) 2012 a porté ses fruits. La finalité de cette réglementation renforcée n'est pas remise en question malgré les difficultés techniques rencontrées pour atteindre ses objectifs. Depuis janvier 2013, le label BBC n'est plus délivré, dans la mesure où le niveau de performance énergétique qu'il certifie est devenu réglementaire. Toutefois, ce phénomène d'acculturation ne paraît pas aujourd'hui abouti, dans la mesure où les actions mises en œuvre restent justifiées par le respect de la Réglementation Thermique et du plan climat adopté par la ville de Paris en 2007. Selon le chargé de l'environnement à la SEMAPA, si les pratiques ont bien évolué en matière de performance énergétique, c'est uniquement parce que la réglementation s'est durcie.

L'évolution du contexte réglementaire est d'autant plus importante pour une opération comme Paris Rive Gauche, que son déroulement sur plusieurs dizaines d'années oblige l'aménageur à anticiper le renforcement de la réglementation pour éviter que le futur quartier ne soit rapidement dépassé. Sans cette anticipation, le projet urbain risquerait prématurément de ne plus correspondre aux standards du marché de l'immobilier. Plus que la réglementation thermique, c'est le plan climat adopté par le Conseil de Paris qui est devenu la référence en matière d'exigences environnementales de l'aménageur. Le Plan climat apparaît néanmoins n'avoir joué dans Paris Rive Gauche un rôle structurant qu'au niveau des bâtiments, comme nous l'a expliqué un membre de la Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris en charge du projet depuis 2010 : « Pour moi, le plan climat n'est pas vécu comme une contrainte au niveau opération d'aménagement. Il est plus vécu comme une contrainte au niveau bâtiment par bâtiment. » (*Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012*). Pour être en conformité avec le plan climat, l'opération Paris Rive Gauche doit seulement construire des bâtiments respectant le niveau de consommation fixé par le plan climat, soit 50 kWh/m².an. Aucun objectif spécifique à l'opération Paris Rive Gauche ne figure dans le plan climat parisien, contrairement à la ZAC Clichy-Batignolles qui fait l'objet d'un encart spécifique fixant des objectifs exceptionnels en matière de consommation énergétique des bâtiments et de production d'énergies renouvelables.

³⁶ Cette citation est un bon exemple de la confusion des thématiques de l'énergie et de la durabilité faite par les professionnels intervenant sur le projet Paris Rive Gauche.

En tant que reflet des considérations politiques de la Ville de Paris, le plan climat a pu inciter l'aménageur et ses partenaires à se préoccuper d'efficacité énergétique ou de production d'énergies renouvelables. Cependant, c'est surtout à l'échelle du bâtiment que le plan climat les a obligés à poursuivre des objectifs plus ambitieux de performance énergétique :

« Le plan climat détermine un certain nombre d'objectifs qui sont recherchés, qui ne sont pas des éléments qui sont à atteindre a minima, mais qui sont des objectifs à rechercher. Depuis qu'on s'inscrit dans l'objectif d'un plan climat, au final, on est souvent beaucoup plus demandeur que ce que la réglementation thermique demande. On demande beaucoup plus de choses à nos maîtres d'ouvrage extérieurs en termes de certification et de choses, dès qu'on prépare le dossier de consultation » (SEMAPA, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012).

Ainsi, le plan climat a permis d'augmenter la vigilance des jurys des concours d'architecture quant à la consommation énergétique des projets de bâtiment qu'ils examinent. Toutefois, certains projets font exception : les immeubles de grande hauteur (IGH) ne pourront pas respecter les objectifs du plan climat. La performance énergétique n'en reste pas moins un objectif vers lequel ces projets doivent tendre. Nous remarquons que l'objectif du plan climat n'est pas considéré par l'aménageur comme un niveau de performance à atteindre mais un objectif vers lequel il faut tendre. Cette nuance nous paraît intéressante dans la mesure où cette distinction n'a pas été faite par les acteurs que nous avons rencontrés sur les projets Clichy-Batignolles et Paris Nord Est : pour eux, le niveau de consommation inscrit dans le plan climat est considéré comme une consommation minimale à respecter à l'image des objectifs de la réglementation thermique. Le plan climat est donc plutôt perçu par les acteurs de Paris Rive Gauche comme une incitation à améliorer la performance énergétique des bâtiments qu'une obligation. D'ailleurs, l'aménageur de la ZAC Paris Rive Gauche considère qu'il n'est pas en mesure de contraindre mais peut seulement inciter les promoteurs à revoir leurs pratiques. Nous avons pourtant rencontré des aménageurs parisiens qui n'hésitent pas à prescrire des actions à mettre en œuvre dans les projets de construction ou à engager les promoteurs, contractuellement, à respecter les exigences énergétiques qu'ils ont définies.

3. MASSENA-BRUNESEAU : UNE AMBITION ENVIRONNEMENTALE PORTEE PAR LA MAITRISE D'ŒUVRE URBAINE ET LE DEBAT SUR LA HAUTEUR

Masséna-Bruneseau constitue en 2014 l'un des derniers secteurs de la ZAC Paris Rive Gauche à devoir être aménagé. Pourtant, la Ville de Paris et la SEMAPA ont lancé dès 2001 une consultation d'urbanisme pour sélectionner un architecte coordinateur. C'est Yves Lion et son équipe qui remporte en juillet 2002 le marché d'étude de définition. La méthode retenue par l'aménageur et la Ville de Paris pour compléter l'aménagement de ce secteur prévoyait en 2003 d'établir en collaboration avec l'équipe d'Yves Lion une programmation et un schéma directeur d'aménagement. Avant de mettre en place une coordination architecturale et urbaine à l'échelle du secteur, la maîtrise d'ouvrage souhaitait développer une réflexion sur l'espace public et les formes urbaines (Beture Infrastructure, 2003).

Masséna-Bruneseau est situé entre le secteur aménagé par Christian de Portzamparc accueillant les locaux de l'université Denis Diderot et le boulevard périphérique (Figure 16). Sur ce secteur, les contraintes environnementales de ce site coincé entre les infrastructures de transports ont amené la maîtrise d'œuvre urbaine à faire appel à des experts en environnement pour assurer la création d'un quartier confortable. Nous allons voir, qu'avec l'intervention de ces bureaux d'études, la performance

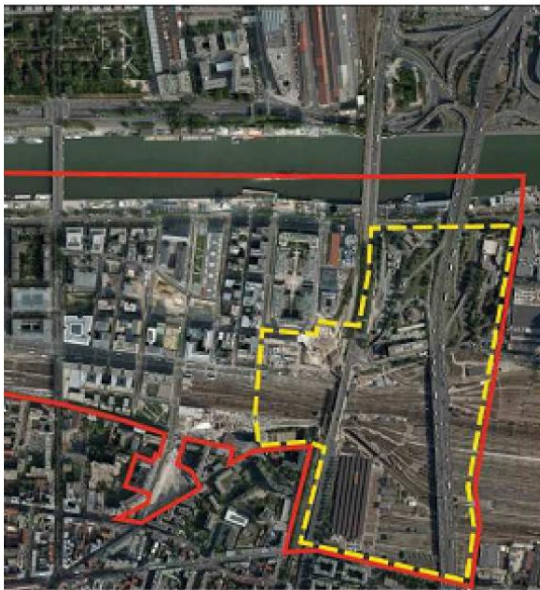
énergétique est apparue dans les réflexions des concepteurs. Le débat sur la grande hauteur a également contribué à faire de la performance énergétique des immeubles de grande hauteur un aspect à ne pas négliger sur le secteur Masséna-Bruneseau.

3.1. CREER DES ESPACES DE VIE CONFORTABLES DANS UN ENVIRONNEMENT CONTRAINT

Le secteur Masséna-Bruneseau est largement occupé par l'échangeur autoroutier et les bretelles d'accès au boulevard périphérique, le boulevard des Maréchaux et les voies ferrées. Sur ce site très contraint, sont implantés le Poste de Contrôle de régulation du périphérique, un hôtel d'activités, un immeuble de services municipaux et une cimenterie. La présence de la cimenterie constitue une contrainte supplémentaire, étant donné que celle-ci doit être desservie par le réseau ferré pour l'approvisionnement en matière première et génère un flux de camions venant s'alimenter en ciment.

Les premières études environnementales sont bien antérieures à l'adoption du plan climat de la Ville de Paris, la volonté d'améliorer la qualité environnementale du projet d'aménagement du secteur Masséna-Bruneseau repose donc nécessairement sur d'autres facteurs. A défaut d'être promue par un texte municipal, la volonté d'optimiser le dessin urbanistique du point de vue de l'environnement semble avoir été portée par l'équipe d'architectes-urbanistes ayant remporté le marché de définition en juillet 2002. Le secteur Masséna-Bruneseau est un environnement particulièrement complexe, a priori peu favorable à l'urbanisation sur lequel Yves Lion, l'architecte-coordonateur, a souhaité développer une forme urbaine nouvelle. Le parti d'aménagement proposé par les Ateliers Lion repose sur la restructuration de l'échangeur autoroutier de façon à libérer de l'espace au sol permettant d'implanter un ensemble d'immeubles dépassant le plafond des hauteurs parisiennes de 37 m (Figure 18). Selon les Ateliers Lion, c'est « une échelle qui répond au site ». Le plan d'aménagement présente de nouvelles liaisons permettant de relier directement l'avenue de France au boulevard périphérique d'une part et au réseau viaire d'Ivry-sur-Seine d'autre part. Ces dernières prennent la forme d'une « patte d'oie » au nord de laquelle un vaste espace vert est créé accueillant immeubles de logements et de bureaux. Ce parti général d'aménagement soulève de nombreuses critiques de la part des associations et ouvre un débat sur la hauteur des bâtiments parisiens. Celles-ci critiquent à la fois le système d'implantation « libre » des tours qui ne crée pas de continuité urbaine, et le raccordement de l'avenue au boulevard périphérique (Nez, 2012). Les associations craignent une intensification du trafic automobile dans le quartier du fait de ce raccordement. A la place, celles-ci proposent une forme urbaine d'inspiration haussmannienne créant un boulevard urbain bordé d'une ligne continue d'immeubles au gabarit modéré.

Etat initial



— — — — — périmètre du secteur Masséna-Bruneseau
 — — — — — périmètre de la ZAC Paris Rive Gauche

Parti d'aménagement des Ateliers Lion retenu lors de consultation de 2002



Figure 18. Masséna-Bruneseau : état initial et projet d'Yves Lion, lauréat de la consultation en 2002 (source : Ecole d'architecture de Paris-Belleville)

La question des hauteurs étant sensible dans la capitale, ce parti pris a amené l'architecte-coordonateur à particulièrement soigner la qualité environnementale de son projet : « *l'ambition est venue quand on s'est rendu compte qu'on travaillait sur des types de bâtiments qui nécessitaient que cet aspect soit traité, parce que sinon on allait dans le mur* » (*Ateliers Lion, le 28/09/2012*). Dès 2003, les Ateliers Lion ont donc fait appel au bureau d'étude Transsolar vers lequel le bureau d'étude RFR Eléments les avait redirigés. Yves Lion était a priori convaincu de la nécessité d'adapter le projet à son environnement :

« [Les équipes d'Yves Lion] se sont associées dès le départ avec un bureau d'étude Transsolar, très attentif aux questions énergétiques – le vent, l'ombre portée, etc. Le projet a été conçu sur la base de ces éléments. Pour le coup, j'ai le sentiment qu'il était convaincu de la nécessité de le faire. Quand on s'associe avec un bureau d'étude comme Transsolar, quand bien même au départ on n'est pas convaincu, je pense que très vite, Transsolar fait passer des messages et arrive à convaincre les gens » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

Cette opération constitue l'une des premières collaborations entre les deux équipes, qui depuis, travaillent régulièrement ensemble (ZAC Beauvert à Grenoble, ZAC du quartier sud à Joué-Lès-Tours, école française de Damas, etc.). La qualité environnementale, les économies d'énergie et la lutte contre le changement climatique sont, depuis, très présents dans le travail du concepteur, qui a notamment collaboré avec des experts de Météo France lors de sa participation à la consultation du Grand Paris au sein de l'équipe Descartes. L'aménageur ne semble pas avoir ici été porteur de la réflexion environnementale, le recours à un bureau d'étude spécialisé étant une initiative de la maîtrise d'œuvre urbaine et non une demande de la SEMAPA, comme nous l'a expliqué un chargé de projet des Ateliers Lion : « *ce sont plutôt les maîtres d'œuvre qui ont apporté [les aspects développement durable] à la consultation que le cahier des charges de l'aménageur* » (*Ateliers Lion, le 28/09/2012*).

L'étude pour la prise en compte du développement durable coproduite par les bureaux d'étude RFR Eléments et Transsolar avait pour finalité de « déterminer les pistes à suivre pour d'une part garantir le confort et la salubrité des espaces publics malgré la proximité du boulevard périphérique, et pour d'autre part réunir des conditions favorables pour la construction d'immeubles « durables » au plan énergétique. » (RFR Eléments et al., 2003). Il s'agissait donc d'orienter selon ces critères environnementaux l'organisation spatiale du quartier, l'implantation des bâtiments, leur orientation et leur volumétrie, mais aussi de poser les bases à partir desquelles les prescriptions environnementales pour les opérations immobilières pourraient être définies. Précisons, que cette première commande ne comprenait ni modélisation, ni simulation. Les enjeux environnementaux suivants ont été identifiés au cours de l'étude : le confort des espaces publics malgré le bruit et la pollution induits par la présence du boulevard périphérique, la gestion écologique de l'eau, la qualité de vie des constructions en hauteur et leur efficacité énergétique. Concernant les espaces publics, l'étude propose de concevoir les espaces urbains jouxtant le périphérique comme des « microclimats » placés en contrebas du boulevard Masséna et du boulevard périphérique. Les auteurs préconisent diverses solutions pour protéger les espaces publics du bruit et de la pollution de l'air induits par la circulation automobile des deux boulevards : l'installation d'écrans phoniques, la plantation de masses arborées, la création d'espaces de circulation de l'air orientés suivant les vents dominants de façon à amener de l'air non pollué. Les auteurs conseillent de veiller au confort thermique des espaces publics, en les préservant de vents trop forts. Ces contraintes de vent sont à prendre en compte pour l'orientation des bâtiments et leur disposition les uns par rapport aux autres mais doivent aussi être intégrées dans la conception architecturale des bâtiments (forme aérodynamique des IGH, retrait de l'immeuble sur son socle, etc.). Les auteurs remarquent que la variation de hauteur des bâtiments proposée dans le plan masse étudié est favorable à l'ensoleillement des espaces publics. Du point de vue de la performance énergétique des bâtiments, ils conseillent de mixer bureaux et logements sur une même parcelle, en privilégiant les orientations sud pour les logements et nord pour les bureaux, afin que les premiers profitent du soleil et que les seconds évitent les surchauffes en été et l'éblouissement des écrans d'ordinateurs. Il pourrait ainsi être envisagé de favoriser les échanges thermiques passifs entre ces deux fonctions. Cinq déterminants de la performance énergétique des bâtiments sont identifiés : volumétrie, exposition, organisation spatiale, nature de l'enveloppe et équipements de contrôle climatique. Plusieurs préconisations sont faites pour limiter la consommation énergétique nécessaire à la ventilation mécanique et la climatisation. D'une part, il est demandé de préserver la possibilité d'ouvrir les fenêtres dans les logements et d'autre part il est conseillé de créer des espaces tampons. L'étude conclut que malgré l'augmentation du coût de la construction induite par ces choix de conception et d'équipements, ceux-ci permettront des économies substantielles de coût d'exploitation (économies d'énergie) d'autant plus intéressantes que le coût de l'énergie devrait continuer à croître. Toutefois, les auteurs ne chiffrent pas ces économies. Les experts mettent en avant la nécessité de réaliser des simulations physiques (essais en soufflerie par exemple pour analyser les effets des vents) ou numériques évolutives afin de vérifier l'impact de chaque immeuble en projet sur son voisinage en termes de bruit, d'ensoleillement, de vent et de pollution. Les prescriptions environnementales devront également reprendre les paramètres déterminants pour le confort des espaces publics mis en évidence dans cette étude (critères formels, réflectivité lumineuse, rugosité aéraulique des parois, absorption phonique, etc.) et inciter les bâtiments à recourir à la ventilation naturelle et à l'installation de protections solaires efficaces.

La performance énergétique des bâtiments, le confort thermique dans les immeubles et les espaces publics sont donc au centre de l'analyse faite par les bureaux d'étude en 2003. Cette étude constitue le

premier document où les préoccupations énergétiques apparaissent très clairement. L'étude d'impact de la ZAC mise à jour la même année, ne prend aucun aspect énergétique en considération. Les maîtres d'œuvre du secteur Masséna-Bruneseau se démarquent donc du restant de la ZAC par cette nouvelle approche environnementale.

3.2. L'ENERGIE, UN ARGUMENT AVANCE LORS DU DEBAT SUR LES HAUTEURS LANCE PAR LA MUNICIPALITE PARISIENNE

Si le plafond des hauteurs n'a pas été relevé dans le PLU adopté en 2006, le Conseil de Paris a souhaité ouvrir la réflexion sur la hauteur et la forme architecturale des bâtiments parisiens. En 2007, un groupe de travail est créé, dont la mission était « d'examiner à partir de projets concrets, la pertinence et les modalités d'analyse de la question de la hauteur en termes de vocation des immeubles et de formes urbaines, de condition de vie et de travail, ainsi que de qualité architecturale et de consommation énergétique » ([Groupe de travail sur les hauteurs, 2007, p. 2](#)). La consommation énergétique est identifiée dès le début de l'exercice comme un frein potentiel au développement d'immeubles de grande hauteur. Rappelons que dans le contexte politique de l'époque, il aurait été impensable de ne pas intégrer les préoccupations énergétiques à la réflexion sur les hauteurs. En effet, l'année 2007 a été marquée par l'engagement en faveur de l'environnement, à l'échelle nationale avec le Grenelle de l'environnement mais aussi à l'échelle parisienne avec l'adoption du plan climat de Paris.

Les ateliers « grande hauteur » se sont déroulés en trois phases distinctes. La première phase a réuni des élus parisiens pour débattre autour d'illustrations. Dans un deuxième temps, des auditions ont été menées auprès d'usagers, de concepteurs, de chercheurs, de professionnels de l'immobilier et d'élus. Cette deuxième phase a abouti à l'énoncé de quatorze recommandations, annexées lors de la révision simplifiée de 2010 au rapport de présentation du PLU. Ces recommandations sont complétées par dix autres tirées de l'expérience de la municipalité de Vienne (Autriche). Parmi ces recommandations, six ont une incidence en termes d'énergie ([Tableau 10](#)). La recherche d'économies d'énergie est conforme aux objectifs du plan climat, toutefois il n'est pas évident que l'objectif de consommation énergétique de 50kWh/m².an puissent être atteint par des Immeubles de Grande Hauteur (IGH). De plus, cet objectif de consommation n'est pas adapté aux bâtiments de grande hauteur dans la mesure où il ne considère pas la consommation énergétique des ascenseurs qui augmente pourtant avec la hauteur du bâtiment ([Hui, 2001](#)). Il est important de limiter l'impact d'un IGH sur les bâtiments alentours pour éviter qu'il n'affecte leur confort thermique et visuel. Un IGH doit également être bien desservi en transports en commun pour ne pas générer une augmentation trop importante de trafic automobile. Une attention particulière doit également être portée à la durée de vie du bâtiment, il s'agit d'éviter l'obsolescence rapide du bâtiment d'une part et de limiter l'impact environnemental de sa démolition d'autre part. Enfin, il est intéressant de noter que le transport des matériaux fait aussi partie des recommandations.

Tableau 10. Les six recommandations sur les Immeubles de Grande Hauteur (IGH) intéressant l'énergie (d'après Mairie de Paris, 2010).

| | |
|---|---|
| Performance énergétique | « Se placer, en terme de performances énergétiques, au niveau de la THPE [Très Haute Performance Energétique] et de la future RT 2010 ³⁷ , voire au-delà, c'est-à-dire, et suivant confirmation de la faisabilité par les experts associés, aux alentours de 60, voire 50KWh/m ² /an (en chauffage et ECS). Tenir compte aussi d'une recherche de réduction de l'empreinte écologique (choix des matériaux, positionnement le meilleur vis-à-vis des modes de déplacements non polluants, énergie renouvelable,...). C'est au final la présence conjointe et le bon équilibre de dispositifs complémentaires économiques qui permettent d'atteindre un vrai résultat. » |
| Impact de l'IGH sur le confort des espaces publics et des bâtiments voisins | « Vérifier les zones d'ombre. Dans les zones très construites, la lumière du soleil est un élément déterminant pour le bien être dans les logements, y compris dans les rez-de-chaussée. » |
| Accessibilité en transports collectifs | « Veiller à une forte présence du réseau de transports. La priorité absolue est donnée aux transports publics » |
| Potentiel de mutabilité de l'IGH | « le projet doit avoir un caractère durable en termes d'usage. Cela signifie une grande flexibilité d'usage pour avoir aussi bien, par exemple, un hôtel aujourd'hui et une autre utilisation vingt ans après. Il ne faut donc pas qu'au bout de cette période se pose la question de savoir s'il ne serait pas moins onéreux de le démolir ». |
| Impact écologique des matériaux de construction | « Le caractère durable doit s'exprimer aussi en matière écologique. Il est par exemple exigé avant le lancement du projet de connaître les matériaux utilisés et les contraintes qui se poseront lors de la démolition éventuelle du bâtiment. » |
| Gestion écologique de l'approvisionnement en matériaux de construction | « Etre attentif à la qualité de la logistique de chantier, notamment dans sa dimension écologique. Cette dimension est notamment aisée à traiter en cas de projets sur d'anciennes zones ferroviaires en utilisant le chemin de fer pour transporter les matériaux de construction et les gravats et éviter les poids lourds en ville. » |

La troisième phase « des Ateliers Grande Hauteur » s'est déroulée sous forme de « workshops » autour de trois sites d'étude dont faisait partie le secteur Masséna- Bruneseau³⁸. Yves Lion coordonnait l'atelier consacré à Masséna-Bruneseau, réunissant quatre équipes d'architectes ainsi que le bureau d'études Transsolar. Courant 2006, le Maire de Paris a proposé au Premier Ministre d'implanter le nouveau Tribunal de Grande Instance sur le site de Masséna-Bruneseau plutôt qu'à Tolbiac, comme l'envisageait l'Etat³⁹. Cette hypothèse a donc été intégrée aux réflexions des ateliers. Les propositions des concepteurs sont visibles sur la Figure 19. Le bureau d'études Transsolar a donné son avis sur l'ensemble des projets proposés avant de mettre en évidence les avantages et inconvénients de chacun. Outre l'exposition au bruit des constructions, Transsolar a évalué l'exposition aux vents dominants. Cette étude des vents a pour objectif de vérifier si les constructions sont bien protégées des vents froids en hiver et si elles favorisent les vents du sud-ouest qui permettent d'assainir l'air pollué par la

³⁷ La Réglementation Thermique 2010 devait initialement succéder à la RT 2005. Finalement la RT 2010 n'est jamais entrée en vigueur, et a été remplacée par la RT 2012, encore plus exigeante.

³⁸ Les deux autres sites pour lesquels des workshops sur la grande hauteur ont été organisés sont Porte de la Chapelle (18e) et Bercy-Poniatowski (12e). En tout, ce sont douze équipes d'architectes et deux bureaux d'études spécialisés en environnement qui ont travaillé sous forme d'ateliers sur les trois sites retenus.

³⁹ Nous verrons dans le chapitre suivant que le Tribunal de Grande Instance sera finalement implanté dans le projet Clichy-Batignolles.

circulation automobile sur le périphérique. Le bureau d'étude a mis en évidence que l'ensemble des projets n'exploitaient pas suffisamment la surface considérable des façades des IGH pour installer des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques. Les projets intègrent en revanche les principes de mixité énergétique liée à la mixité fonctionnelle des bâtiments.

Anne Demians



Sauerbruch-Hutton



Jacques Ferrier



Eric Lapierre



Figure 19. Propositions des concepteurs à l'issue des ateliers grande hauteur à Masséna-Bruneseau (source : Mairie de Paris)

Les réflexions menées lors de ces ateliers ont eu tendance à confirmer le parti d'aménager développé par les Ateliers Lion (Brion & Demant, 2010) puisqu'ils ont conclu en faveur du déplafonnement des hauteurs sur le site Masséna-Bruneseau : « Sur Masséna Bruneseau les conclusions du *workshop* se sont révélées très positives. Les travaux réalisés ont montré que le site de Masséna-Bruneseau pouvait constituer une opportunité de créativité architecturale en lien avec une ambition environnementale, une mixité programmatique et un souci de qualité urbaine » (Mairie de Paris, 2010b). Les conclusions stipulent qu'augmenter la hauteur des immeubles dans le secteur Masséna-Bruneseau permettra « d'absorber » les nuisances dues à la présence des infrastructures de transports et contribuera à former un repère paysager marquant à l'échelle de la métropole parisienne. Il est toutefois souligné que les immeubles dépassant les 50 m de haut ne sont pas adaptés aux logements sociaux, les normes de sécurité des IGH générant des charges de gestion trop élevées. Cette forme urbaine permet cependant d'augmenter le nombre de logements et d'emplois sur le secteur. Une attention particulière doit néanmoins être portée sur la conception des rez-de-chaussée des IGH de façon à ce qu'une continuité bâtie soit créée le long des rues. Il est également recommandé de veiller à ce que les programmes installés en rez-de-chaussée contribuent à l'animation des rues et à la vie de quartier en proposant des commerces et services de proximité.

La consommation énergétique des bâtiments de grande hauteur a donc fait partie des arguments qui ont animé le débat parisien sur la hauteur fortement médiatisé. Par exemple la consommation supplémentaire des ascenseurs dans ces bâtiments a été pointée du doigt :

« Forcément. La question des tours est porteuse de débats depuis longtemps. A la faveur de projet comme celui-ci, des workshops ont été organisés par la ville, donc un ici. Dès qu'il y a de la hauteur à Paris, c'est tout de suite médiatisé et ça provoque des polémiques et des débats. Parmi les arguments, il y a des questions environnementales. Ça coûte cher en énergie de faire monter les ascenseurs, etc. » (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

La difficile question des hauteurs a donc amené les concepteurs du projet Masséna-Bruneseau à apporter un soin particulier à la conception urbaine, de manière à créer un environnement préservé des nuisances et confortable aux futurs habitants et usagers de ce quartier aux bâtiments de hauteurs exceptionnelles.

3.3. CONSEQUENCES DU DEPLAFONNEMENT DES HAUTEURS DU SECTEUR MASSENA-BRUNESEAU

A la suite de cet atelier « grande hauteur », une nouvelle phase d'études est lancée sur le secteur Masséna-Bruneseau. Il est explicitement demandé aux Ateliers Lion de concevoir un plan masse intégrant des immeubles de grande hauteur, comprenant des bâtiments de logements de 50 m de haut et des immeubles de bureaux de 200 m de haut. De plus, l'APUR s'est vu confié une étude sur la cohérence entre le projet Masséna-Bruneseau et celui de Ivry Port, sur la continuité des espaces publics notamment. En parallèle, le Conseil de Paris a lancé un « processus d'études, de débat et de concertation portant sur l'évolution du paysage parisien sur sa couronne » (Brion & Demant, 2010), avant de lancer en 2009, la procédure de concertation préalable à la révision simplifiée du PLU et à la modification de la ZAC Paris Rive Gauche. La révision du PLU avait pour objectif de :

- Développer une véritable polarité urbaine ;
- Créer des emplois et des logements supplémentaires ;
- Intégrer les grandes infrastructures de transports tout en se préservant de leurs nuisances et créer une « silhouette urbaine marquante » ;
- Assurer les continuités urbaines entre le quartier et son environnement existant et futur ;
- Construire les nouveaux équipements nécessaires à l'augmentation de la population dans le secteur.

Une enquête publique a donc été menée entre le 10 février et le 12 mars 2010. Celle-ci portait à la fois sur la révision du PLU et sur les travaux d'investissements routiers nécessaires à l'aménagement du secteur Masséna-Bruneseau, dont le montant était estimé à 1,9 million d'euros. Outre les critiques faites par le public lors de l'enquête sur l'esthétique des bâtiments hauts, leur « inhumanité », le risque de ghettoïsation ou le surcoût de telles constructions, deux arguments nous semblent intéressants au regard de la problématique énergétique : la « relation non démontrée entre le déplafonnement et les objectifs poursuivis de densification » d'une part et « l'inadéquation entre ce type de bâtiment et les exigences d'ordre écologique » (Brion & Demant, 2010, p. 30). Le maître d'ouvrage répond à cette première critique en rappelant l'ensemble des objectifs poursuivis par le déplafonnement des hauteurs, qui n'est qu'un moyen et non une fin en soi. Il reconnaît toutefois que la densité globale du secteur Masséna-Bruneseau après le déplafonnement des hauteurs (1,9) ne serait que légèrement supérieure à celle des quartiers environnants (1,7). La densité ne devrait augmenter de manière notable qu'à l'échelle des îlots accueillant les IGH. Mais, le maître d'ouvrage relève que cette forme urbaine, si elle

n'augmente pas la densité, a l'avantage de permettre la création d'espaces verts⁴⁰, ce qui réduit la perception de la densité. Pour répondre à la seconde critique, le maître d'ouvrage affirme que la réalisation d'IGH est justifiée par les préoccupations de développement durable, au regard de la desserte en transports collectifs, de la libération d'espaces libres, de « l'amélioration des performances énergétiques et de la réduction de l'empreinte écologique » (Brion & Demant, 2010, p. 33). C'est donc l'augmentation de la densité et la desserte en transports en commun, qui, selon le maître d'ouvrage, rend le déplaçonnement des hauteurs compatible avec le développement durable : « favorisant des densités plus élevées à proximité des transports en commun, ils répondent aux exigences d'un aménagement durable » (ibid.). Le maître d'ouvrage liste ensuite les différents critères pris en compte dans les études environnementales menées par Transsolar et sur lesquels l'architecte coordinateur s'est appuyé pour l'élaboration de son plan masse. Il rappelle que les exigences réglementaires en matière de consommation énergétique des bâtiments ont été renforcées et que les futurs IGH devront respecter le plan climat. Seulement, le plan climat n'étant pas une réglementation, il ne s'agit pas d'une obligation de résultat mais simplement d'intégrer dans la conception des futures constructions un objectif ambitieux de réduction des consommations énergétiques. A ce titre, la Ville de Paris s'engage à rester vigilante sur les performances énergétiques visées par les projets immobiliers. Enfin, le maître d'ouvrage rappelle l'existence de nombreuses pistes à explorer pour réduire la consommation énergétique des immeubles de grande hauteur, telles que le renforcement de l'isolation, l'installation d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur, ou l'asservissement de l'éclairage à la présence.

La révision simplifiée du PLU a été approuvée par le Conseil de Paris en novembre 2010 (Délibération 2010 DU 82-2°, Conseil de Paris 15-16 novembre 2010). Le projet des Ateliers Lion (tracé des voies, implantation des bâtiments, leur volumétrie et le programme), validé par le Conseil de Paris, est visible sur la Figure 20.



Figure 20. Le projet d'aménagement des Ateliers Lion approuvé par le Conseil de Paris (Mairie de Paris, 2010b)

⁴⁰ Le commissaire enquêteur rappelle toutefois dans ses conclusions, que malgré l'espace libéré par le déplaçonnement des hauteurs, Masséna-Bruneseau restera le secteur de la ZAC le moins pourvu en espaces verts.

Cette révision simplifiée autorise le déplafonnement des hauteurs sur le secteur Masséna-Brunesau (les bâtiments sont plafonnés à 50 m et non plus à 37 m) ainsi que l'implantation ponctuelle d'immeubles de grande hauteur pouvant aller jusqu'à une hauteur de 180 m. La constructibilité a également été largement augmentée, puisque ce sont 200 000 m² supplémentaires qui pourront être construits sur le secteur par rapport au programme initial. Par ailleurs, la hauteur des équipements économisant l'énergie ou produisant des énergies renouvelables installés en toiture n'est pas comptée dans la hauteur plafond du PLU pour certaines constructions neuves du secteur. Par conséquent, le recours à ces équipements n'aura aucun impact sur la constructibilité des terrains, ce qui est loin d'être un argument négligeable pour les promoteurs. Selon le rapport de présentation du PLU révisé en 2010, l'implantation des IGH sur Masséna-Bruneseau s'est faite de manière à limiter les ombres portées sur les bâtiments et les espaces publics environnants : « Des études d'ensoleillement ont d'ores et déjà présidé au positionnement potentiel des constructions les plus hautes de façon à garantir une exposition satisfaisante des espaces publics les plus fréquentés (squares) et des constructions voisines à venir » (Mairie de Paris, 2010b). Il semble que les modélisations et simulations préconisées par les bureaux d'étude en 2003 ont été réalisées :

« L'organisation des masses bâties et de l'espace public ont fait l'objet de simulations prenant en compte différents critères environnementaux :

- Exposition à la lumière favorisée tout en garantissant des zones d'ombre en été.
- Recherche de protection par rapport aux vents d'hiver du Nord-Est et exploitation des vents d'été rafraichissants du Sud-Ouest. Ce dispositif associé au précédent réduit le phénomène d'îlot de chaleur en milieu urbain.
- Orientation générale des bâtiments cherchant à optimiser les apports solaires en hiver et à produire de l'énergie solaire (énergie photovoltaïque, eau chaude sanitaire).
- Répartition des programmes au sein du quartier tenant compte des nuisances et des pollutions.
- Protection des logements et équipements publics des nuisances phoniques par des bâtiments écrans dédiés à des usages de bureaux, de commerces, d'activités ou de services localisés le long du boulevard périphérique.
- Réduction des pollutions assurée par une implantation des bâtiments favorisant la circulation de l'air et par une végétalisation renforcée contribuant à retenir les poussières. » (Mairie de Paris, 2010b, p. 27).

La Figure 21 présente des exemples de simulations qui ont été réalisées pour le projet du secteur Masséna-Bruneseau par le bureau d'études Transsolar.

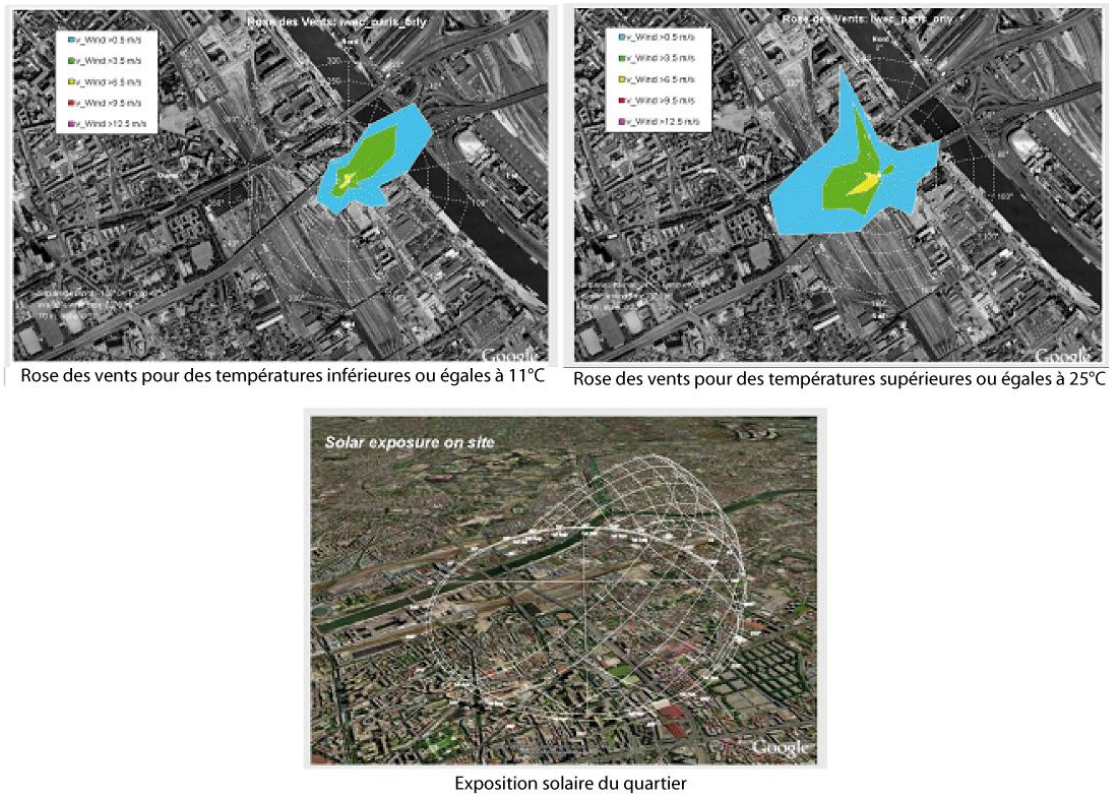


Figure 21. Exemples de simulation réalisée par le bureau d'études Transsolar pour le projet Masséna-Bruneseau (Mairie de Paris, 2010b)

ENCADREMENT DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS

La réflexion sur la qualité environnementale et en particulier énergétique du projet d'aménagement du secteur Masséna-Bruneseau a abouti à la rédaction par le bureau d'études spécialisées en environnement Transsolar de deux types de documents cadres :

- Un cahier des charges et de recommandations environnementales destiné à l'ensemble des constructions du secteur,
- Une fiche de lot environnementale, déclinant les prescriptions environnementales pour chacun des lots.

Ces deux documents sont complémentaires ; le premier constitue un guide pratique de la mise en œuvre de la qualité environnementale dans un bâtiment sur le secteur Masséna-Bruneseau et le second répertorie précisément les contraintes environnementales à prendre en compte dans la conception du bâtiment et le niveau d'exigence à atteindre.

En 2010, le bureau d'étude Transsolar, en collaboration avec les Ateliers Lion et l'aménageur rédige un « cahier des charges et recommandations environnementales » pour l'ensemble des constructions du secteur Masséna-Bruneseau. Ce document décline les préconisations environnementales suivant la fonction du bâtiment, logements ou bureaux. Cinq enjeux sont identifiés : la réduction des consommations énergétiques des bâtiments, le confort des occupants, la gestion de l'eau, la limitation

des nuisances pendant le chantier et la gestion durable du bâtiment en exploitation (Transsolar et al., 2010). Pour chacun des postes de consommation énergétique d'un bâtiment (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage, auxiliaires et refroidissement pour les bureaux uniquement) sont détaillées un certain nombre de recommandations. Si le cahier des charges apparaît très complet, son style de rédaction tend à rendre difficile la différenciation entre les exigences et les recommandations. Un grand nombre de solutions sont énumérées pour réduire les consommations énergétiques, sans que des exigences minimales soient mises en avant. Ce document ressemble plus à un guide de bonnes pratiques environnementales pour la conception d'un bâtiment qu'à un cahier des charges qu'un maître d'ouvrage doit s'engager à respecter.

Ce cahier des charges est complété par une fiche de lot environnementale propre à chaque projet immobilier. Ce document constitue le cahier des charges du concours d'architecture, il présente les conditions environnementales du site à prendre en considération dans la conception du bâti. Il met en avant les résultats des simulations réalisées par Transsolar en matière d'irradiation solaire, d'exposition aux vents et au bruit et de pollution de l'air sur la base de la volumétrie indicative de l'architecte-coordonnateur. Plusieurs solutions sont suggérées pour optimiser la conception climatique et énergétique du bâtiment, telles que la récupération d'énergie sur l'air extrait ou l'activation de l'inertie thermique du bâtiment. Le bureau d'étude préconise d'étudier la récupération d'énergie sur les eaux grises et de veiller à minimiser l'impact carbone des matériaux de construction en prenant en compte l'énergie consommée au cours de toutes les phases du cycle de vie du matériau (production, extraction, transformation, fabrication, transport, mise en œuvre, utilisation, entretien, recyclage). Enfin, un comparatif des systèmes d'approvisionnement énergétique du bâtiment est exigé. Les critères à considérer dans la comparaison sont : « les performances et rendements ad hoc, les émissions de CO₂, les caractéristiques intrinsèques des systèmes envisagés » (Transsolar et al., 2012, p. 23). L'exploitation de la ressource géothermique devra nécessairement être étudiée par les concepteurs, ainsi que le raccordement au réseau de chaleur disponible sur le secteur. Par ailleurs, les constructions devront respecter les objectifs du plan climat de la Ville de Paris et obtenir une certification environnementale (Habitat&Environnement pour les logements sur les lots B1A-1 et 2). Par exemple, l'objectif pour l'immeuble de grande hauteur du lot B3A est de tendre vers le niveau de consommation énergétique de 50 kWh/m²/an en énergie primaire du plan climat (pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation et la climatisation), de respecter la réglementation thermique de 2012, et d'appliquer la démarche HQE (le profil à atteindre est précisé dans la fiche de lot pour chacun des programmes). Les documents exigés lors du concours sont assez complets, ils doivent comprendre un descriptif des composants de façades et du concept énergétique imaginé par type d'activité, une notice expliquant comment les objectifs du plan climat et de la certification environnementale seront atteints, une étude solaire et la présentation des principes environnementaux développés par les concepteurs sur leur projet.

Ainsi, les préoccupations environnementales ont émergé dans le projet Masséna-Bruneseau non pas dans le but de construire un quartier exemplaire, mais pour proposer un quartier confortable adapté à des conditions environnementales difficiles (pollution atmosphérique et bruit liés à la proximité du boulevard périphérique). L'attention particulière portée sur l'exposition au vent et au soleil est, elle, née du parti pris de développer des immeubles hauts, voire de grande hauteur : « à partir du moment où on a la volonté de faire de la hauteur on se pose la question des ombres portées [...] toutes les approches environnementales ont été conduites, non pas parce qu'il existe un plan climat, mais parce qu'il y avait la volonté de faire de la hauteur » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012). Les

préoccupations sur la performance énergétique des bâtiments sont apparues ensuite, portées par les bureaux d'études, le débat sur la hauteur et l'adoption du plan climat. Le plan climat donne en revanche plus de légitimité à l'aménageur pour inciter les maîtres d'ouvrage des opérations de construction à soigner la performance énergétique de leur projet immobilier. Les exigences du plan climat sont d'ailleurs mentionnées dans les documents à destination des maîtres d'ouvrage (dans le cahier des charges et recommandations environnementales, et dans les fiches de lots environnementales).

4. UNE MODIFICATION RELATIVE DES MANIERES DE FAIRE AU COURS DU PROJET DE ZAC

4.1. POIDS DES PREOCCUPATIONS ENERGETIQUES DANS LA CONCEPTION URBAINE ET ARCHITECTURALE

L'étude environnementale de 2003 concernant l'aménagement du secteur Masséna-Bruneseau constitue la première étude réalisée sur la ZAC visant à orienter la conception des bâtiments et des espaces publics de manière à limiter les besoins en énergie tout en préservant le confort thermique et la qualité de l'air de ces espaces. Jusqu'alors, seule une étude d'impact était réalisée. L'étude environnementale n'est donc pas systématique, pourtant deux autres ont été mise en œuvre en 2009 sur les secteurs Austerlitz Sud et Tolbiac Chevaleret. Comme la première, ces deux nouvelles études ont été réalisées à partir d'un plan masse. L'intervention des bureaux d'études a permis de modifier qu'à la marge le dessin du plan masse :

« On a lancé trois études environnementales. Quand on les a lancées, les plans masse étaient déjà faits. On n'a pas voulu remettre en cause le projet urbain. L'étude environnementale peut peut-être influencer des évolutions. Mais on ne voulait pas remettre en cause les fondamentaux du projet. Ça s'est assez bien passé. En réalité, les architectes-urbanistes qui ont travaillé sur ces projets avaient déjà intégré – c'était pour eux des questions de bon sens – pas mal de choses. [...] En principe, l'étude environnementale est faite, et le plan masse après. Là, c'était l'inverse parce que c'est arrivé comme ça dans le temps, mais il n'y a pas véritablement eu de problème d'appropriation du projet urbain tel qu'il était fait à l'époque par les bureaux d'étude environnementaux qui ont juste rajouté un certain nombre de préconisations. Et qui quelque part ont considéré que c'était un principe de plan masse adopté et qu'il fallait que ce soit considéré comme une donnée d'entrée. Il y a eu quand même quelques adaptations. Tout n'est pas complètement figé et inscrit dans le marbre. Le projet qu'on a choisi continue d'exister avec la superposition environnementale. » (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

A partir de ces études environnementales des préconisations ont été formulées par les bureaux d'étude à destination des opérateurs immobiliers et de leur équipe de maîtrise d'œuvre. Ses préconisations sont rassemblées dans un document prescriptif à l'échelle du lot, qui prend la forme d'un cahier de faisabilités environnementales HQE dans le cas d'Austerlitz-Sud, et des fiches de lot environnementales dans le cas du secteur Masséna-Bruneseau. Sur Tolbiac Chevaleret, ce sont des cahiers de prescriptions environnementales concernant les îlots du secteur. Sur Tolbiac Chevaleret, la question de l'énergie a été approfondie puisqu'une étude spécifique de préfaçabilité énergétique a été menée préalablement à l'étude environnementale.

Se pose alors la question de la place des préoccupations énergétiques et climatiques dans la conception urbaine puis architecturale de ces projets. L'énergie constitue un critère de conception pris en compte par les architectes-urbanistes dans leur dessin du plan masse, mais il n'est pas un argument déterminant, c'est un critère parmi d'autres. La mission confiée à un architecte-urbaniste est avant tout de concevoir un quartier sur un site donné, répondant aux objectifs de constructibilité fixés dans le programme de l'opération. C'est donc ce critère de constructibilité qui va guider majoritairement la conception urbaine :

« [...] il y a un objectif urbain, il y a une volonté de la ville de construire des mètres carrés, notamment des mètres carrés de logements. [...] On ne peut pas arriver à placer tous les logements plein sud et à avoir très peu de fenêtres plein nord. Ça, c'est la théorie » (SEMAPA, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012).

Les prescriptions de l'architecte-coordonateur et des bureaux d'études sont intégrées au dossier de consultation pour la sélection des maîtres d'œuvre des projets immobiliers. Or le respect de la fiche de lot ne fait pas systématiquement partie des critères d'évaluation du concours architectural, cela dépend de l'équipe de l'aménageur qui a préparé les grilles d'évaluation. Cette grille d'évaluation n'a pas pour objectif de noter les projets architecturaux concurrents, mais de les commenter afin de fournir aux membres du jury les informations techniques utiles à leur choix. Le respect du plan climat n'apparaît pas non plus systématiquement parmi les critères d'évaluation. Lorsque ce critère apparaît, il s'agit de décrire la stratégie développée par les équipes pour atteindre les objectifs du plan climat et des autres objectifs environnementaux. Toutefois, si la personne remplissant le tableau est sensible aux préoccupations environnementales, elle trouvera le moyen d'insérer des commentaires dans son évaluation même si aucune case ne le prévoit. Dans ce cas, l'évaluation de la performance environnementale dépend des convictions des membres du comité technique. Comme nous l'avons exposé plus haut, le dossier de consultation pour les lots situés dans le secteur Masséna Bruneseau contient une fiche de lot environnementale en plus de la fiche de lot de l'architecte coordinateur. Un cahier des charges trop exigeant en matière environnementale incite les équipes concurrentes à faire des propositions ambitieuses mais qu'elles ne pourront pas toujours tenir. Plusieurs acteurs ont mis en avant le risque que les projets sélectionnés soient « déshabillés » au fur et à mesure de l'avancement de l'opération.

Lors de la signature de l'acte de vente, le maître d'ouvrage s'engage à obtenir la certification environnementale demandée par l'aménageur et à en fournir la preuve. Au moment du dépôt du permis de construire, le maître d'ouvrage transmet de la SEMAPA une copie du contrat passé avec un organisme certificateur. Le responsable environnement à la SEMAPA est chargé d'assurer la veille environnementale. C'est sur ses conseils que les certifications environnementales exigées par la SEMAPA sont sélectionnées. Si la nature de la certification est choisie par l'aménageur, le choix des niveaux de performance ou des profils est laissé au maître d'ouvrage :

« Dans la fiche de lot, il y a un certain nombre de choses au niveau des profils. Ce sont des incitations, pas des obligations : attention, si vous n'êtes pas en cible tant à tel niveau... Non, on n'en est pas là, on reste quand même assez flexible. Mais on a un objectif final qui est d'avoir les certifications qui nous assurent un certain niveau de prise en compte du développement durable » (SEMAPA, secteur Masséna-Bruneseau).

Dans certains cas, c'est le maître d'ouvrage qui propose une certification qui selon lui assurera une meilleure plus-value à son bien immobilier. Ainsi le maître d'ouvrage du premier IGH de Masséna-Bruneseau (lot B3A) a proposé que son projet vise la certification LEED.

En matière de suivi des projets immobiliers, il semble qu'il y ait un processus de validation du projet étape par étape entre l'esquisse et le dossier de consultation des entreprises. Pourtant, l'aménageur estime qu'il n'est pas en position d'exiger des améliorations du projet. Ce sentiment est assez ambivalent, puisque d'une part les membres de la SEMAPA reconnaissent que les maîtres d'ouvrage ont intérêt à entretenir de bonnes relations avec l'aménageur parisien et d'autre part, ils nous assurent qu'un aménageur n'a pas les moyens de contraindre les maîtres d'ouvrage sur les aspects énergétiques. Interrogé sur les moyens de suivi des projets immobiliers pour limiter l'effet de « déshabillage » des projets entre le concours et la livraison, un membre de la SEMAPA chargé du secteur Masséna-Bruneseau nous a répondu : « *on suit mais on a pas de pouvoir* » (SEMAPA, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012). Les exigences sont par exemple formulées sous forme d'objectifs et non de moyens et les niveaux de performance des projets sont laissés à la discrétion du maître d'ouvrage. Plutôt que d'exiger des critères de performances ou des actions aux maîtres d'ouvrage et à leurs équipes, la SEMAPA tente de créer un climat favorable, qui les incitera à veiller à la qualité environnementale de leur projet :

« On essaie de mettre les gens dans une attitude, on leur demande des retours, on les accompagne. On se fait accompagner par des spécialistes, mais on ne dit pas, à priori : il y aura des panneaux solaires ou des murs de tel épaisseur, etc. C'est à eux de faire leurs calculs. Même quand on n'est pas spécialiste, on se rend compte qu'il n'y a pas de solution toute faite. C'est à eux de faire. » (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

Les contraintes de constructibilité (la volumétrie et les limites de charge) peuvent se révéler très efficaces pour inciter les maîtres d'ouvrage à envisager des systèmes innovants et plus respectueux de l'environnement. Un membre des Ateliers Lion nous a donné un exemple révélateur. Pour pouvoir construire le nombre de mètres carrés souhaité dans la volumétrie donnée et en respectant les contraintes liées à la construction sur dalle, le maître d'ouvrage d'un immeuble tertiaire a été contraint de diminuer la hauteur libre d'étage à étage. Par conséquent, il n'y avait plus l'espace suffisant pour faire passer les tuyaux nécessaires à la climatisation. Le maître d'ouvrage a donc souhaité qu'une solution de rafraîchissement alternative à la climatisation soit développée. Au vu du prix du foncier et de la facilité à commercialiser un immeuble de bureaux dans ce quartier, il est économiquement préférable d'innover techniquement que de perdre des mètres carrés. Alors que le rafraîchissement des bâtiments tertiaires sans climatisation peut se révéler difficile à imposer à un maître d'ouvrage, cet exemple montre que cette solution moins consommatrice en énergie peut dans certaines conditions apparaître pourtant plus pertinente. Comme pour le projet Masséna-Bruneseau, les contraintes propres au site de construction peuvent être source d'innovation environnementale. Prescrire n'est donc pas la seule manière d'obtenir des aménagements ou des bâtiments énergétiquement performants, même si ce résultat ne découle pas directement d'une volonté de limiter l'impact environnemental d'un projet.

En ce qui concerne la réalisation des espaces publics, dont l'aménageur a la maîtrise d'ouvrage, il n'y a pas de cahier des charges spécifique. L'aménageur ne fait que transmettre les exigences de la Ville de Paris à la maîtrise d'œuvre. Contrairement aux opérations immobilières, l'aménagement des espaces publics est généralement réalisé par un unique maître d'œuvre. Ces espaces sont donc réalisés en

fonction des exigences des services de la ville qui en assureront la gestion. Du point de vue énergétique, il n'y a pas eu d'effort spécifique, les espaces publics sont traités de la même manière que tous les autres à Paris. Il y a d'ailleurs la volonté de prolonger les espaces publics existants au sein du périmètre de la ZAC, de manière à ne pas créer d'effet de frontière entre les quartiers.

Si l'intérêt pour la performance énergétique des bâtiments amène les concepteurs à réfléchir à la bonne orientation du bâti, à sa compacité et à l'efficacité énergétique de ses systèmes, les réflexions sur l'impact environnemental des matériaux de construction et des équipements sont encore très anecdotiques à Paris Rive Gauche. Aucune préconisation n'est faite concernant la provenance des matériaux de construction, mais limiter la distance d'approvisionnement semble être devenu un critère de « bon sens » intégré par les architectes et l'aménageur. Comme nous l'a expliqué un membre de la SEMAPA, l'architecte d'un immeuble de bureaux sur la ZAC a refusé des pierres provenant de Chine bien qu'elles étaient plus belles sur l'échantillon : *« On n'a même pas été en situation de refuser parce que l'architecte déjà refusait, mais on a convergé avec lui vers des refus de pierres qui venaient de Chine, qui peut-être étaient plus belles en échantillon, mais qui venaient de Chine, pour favoriser des pierres qui viennent d'Europe (on n'en a pas trouvées en France) »* (SEMAPA, Direction de la programmation et de l'urbanisme). La question de la provenance est désormais posée lors de la sélection des matériaux, mais aucun bilan carbone n'est fait et les Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES)⁴¹ ne sont pas non plus demandées aux maîtres d'ouvrage. A ce titre, le chargé de l'environnement à la SEMAPA nous a fait part de la difficulté qu'a l'aménageur à exiger des maîtres d'ouvrage des informations sur les caractéristiques des matériaux qu'ils ont retenus. D'après lui, il a été très difficile de demander aux maîtres d'ouvrage de remplir une fiche de chantier propre mise en place dans le cadre de la certification ISO 14001. Les maîtres d'ouvrage n'ont accepté de remplir cette fiche qu'en échange d'une contrepartie financière. Partant de cette mauvaise expérience, il paraît inenvisageable au chargé de l'environnement, du moins à court terme et sans obligation réglementaire, de systématiser la demande de précisions sur les matériaux ou encore moins les FDES. Pourtant, la présence de la cimenterie Calcia sur le site de Bruneseau présente un réel avantage, d'autant qu'elle est elle-même approvisionnée en plus de la route par le rail et la Seine. Mise à part le béton produit sur place, aucune réflexion n'a eu lieu pour que l'approvisionnement des matériaux soit fait par voie du rail ou du fleuve, bien que les élus parisiens soient assez favorables ces dernières années à des innovations en matière de fret. Les ferrallages nécessaires à la construction des deux tours sur le lot B3A à Bruneseau seront acheminés par camions depuis la Baltique, comme nous l'a expliqué le responsable de l'environnement de l'aménageur. Si préférer des matériaux produits ou extraits en Europe ou en France peut apparaître comme un réflexe de bon sens, il faut prendre énormément de précaution, l'énergie consommée et les émissions de GES émises par le transport de matériaux sont dépendantes, en plus de la distance parcourue, du mode de transport. Il est donc primordial de ne pas se limiter au seul critère de la distance pour choisir des matériaux de constructions au transport moins consommateur d'énergie et moins émetteur de GES. L'exemple du lot B3A montre que comparer les matériaux de construction selon des critères environnementaux et énergétiques ne suffit pas, aller au bout de la démarche suppose d'organiser un réseau d'approvisionnement, ce qui n'est pas évident et nécessite en conséquence de faire appel à un logisticien.

⁴¹ Les FDES sont des fiches établies par les fabricants des produits de la construction, qui permettent de présenter les impacts environnementaux et sanitaires de ces produits. Ainsi, les professionnels de la construction peuvent être sensibilisés à l'incidence environnementale des produits qu'ils utilisent sur l'ensemble de leur cycle de vie. Ces fiches permettent également de comparer les matériaux, faisant de l'impact environnemental un argument de choix supplémentaire.

4.2. EXPERTS ET LABELS POUR FAIRE FACE AU MANQUE D'EXPERTISE DE L'AMENAGEUR

L'aménageur n'a pas en interne de personnel formé sur les questions énergétiques ni thermiques. Ainsi, la SEMAPA fait appel à des experts extérieurs, des bureaux d'études spécialisés en environnement. Toutefois, ce manque de compétence en interne ne lui permet pas d'avoir un regard critique sur les études environnementales et notamment thermiques que les bureaux d'études lui soumettent. Elle n'est pas non plus en capacité d'évaluer les projets immobiliers au fur et à mesure de leur développement, or les bureaux d'études intervenant sur le secteur n'ont pas systématiquement de mission de suivi. Par exemple, Iosis Conseil qui a réalisé les études environnementales sur le secteur Tolbiac Chevaleret et rédigé les cahiers de prescriptions en 2009, n'intervient plus dans le projet depuis. Alors que l'aménageur n'est pas en mesure d'apprécier la conformité des calculs de consommation énergétique effectués par un bureau d'étude spécialisé et présenté par le maître d'ouvrage. Il lui est d'autant plus difficile de juger que les hypothèses de calcul ne sont pas définies de manière uniforme sur l'ensemble d'un secteur. Chaque bureau d'études pose ses propres hypothèses. Le suivi des opérations immobilières s'effectue donc uniquement à travers le processus de certification. Il n'y a pas de suivi approfondi de la part de l'aménageur des questions environnementales. S'il est compréhensible de recourir à des expertises externes pour analyser un projet et l'évaluer, il paraît inquiétant que l'aménageur ne soit pas en capacité de juger de la qualité des études qu'on lui soumet, c'est du moins le sentiment du chargé de l'environnement à la SEMAPA :

« On est très vulnérable dans ce truc-là, on nous fait gober, pas tout et n'importe quoi, mais malgré tout, on n'a pas de technicien. Il n'y a pas quelqu'un ici qui est vraiment féru en énergie qui peut dire... Il y a les compensations, on le sait bien. C'est ça le calcul, c'est une moyenne. On arrive à la bonne moyenne. C'est ça qui est intéressant : sur quoi ils ont fait des impasses, sur quoi ils sont moins bons et sur quoi ils sont meilleurs ? Il y a des choix qui s'opposent. Il y a tout un tas de paramètres qu'il faut mettre en piste, qu'on n'a pas les moyens d'analyser, de comprendre dans ce qu'on nous présente à l'arrivée. On nous dit : c'est 50 ou 60, c'est formidable. Mais comment on y arrive ? [...] Le seul avantage qu'on a, c'est qu'ils doivent être labellisés. C'est un moyen qu'ils soient vraiment conformes avec la réglementation ou ce qu'on a donné comme points de repère. Les certifications, c'est le seul moyen qu'on a. Ils ont le tampon, ça veut dire qu'ils ont rempli toutes les cases. Mais on ne sait pas comment. Est-ce qu'ils étaient très bons sur un point, mauvais ? Ou ils étaient tous moyens et ils y sont arrivés » (SEMAPA, Responsable Environnement, le 20/09/2012).

Les certifications sont donc indispensables à l'aménageur pour juger de la qualité des projets immobiliers réalisés au sein de la ZAC.

Même si l'expérience sur le secteur Masséna-Bruneseau a poussé l'aménageur à recourir à des bureaux d'études spécialisées en environnement pour réaliser des études visant à accompagner l'architecte-coordonnateur dans le dessin du plan masse et à produire des cahiers de prescriptions environnementales encadrant les projets immobiliers, il semble que de nombreux progrès restent à faire. L'influence des analyses faites par les bureaux d'études en environnement sur le dessin du plan masse est marginale et en matière de conception des espaces publics aucune innovation n'est entreprise. La prise en compte des préoccupations énergétiques dans le choix des projets immobiliers en phase concours est dépendante des considérations personnelles de la personne remplissant la grille d'évaluation. Par ailleurs, le suivi des projets immobiliers mérite d'être renforcé pour éviter que ceux-ci ne soient

« déshabillés » entre leur sélection à l'issue du concours et leur réalisation. Enfin, les compétences internes de l'aménageur en matière d'énergie sont limitées ce qui l'oblige à croire sur parole les dires des bureaux d'études externes.

5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 5

Ainsi, l'évolution des pratiques d'aménagement s'est faite de manière progressive au cours de ce vaste projet urbain : le dessin du projet s'est constitué peu à peu, de nombreux architectes-urbanistes y ont contribué, le programme de l'opération a été réorienté à plusieurs reprises, et les considérations environnementales ont changé suivant la prise de conscience sociétale sur les questions énergétiques et climatiques. La chronologie proposée sur la [Figure 22](#) permet de situer les dates clés relatives à cette évolution sur l'ensemble du projet Paris Rive Gauche et de mieux se représenter la succession d'événements et d'études qui a contribué à intégrer les préoccupations énergétiques et climatiques dans le dessin du plan masse du secteur Masséna-Bruneseau.

Nous avons mis en évidence plusieurs facteurs ayant contribué à la prise en compte des préoccupations énergétiques lors de la conception du projet d'aménagement. L'ensemble des facteurs ayant participé à l'évolution des pratiques d'aménagement à Paris Rive Gauche et en particulier Masséna-Bruneseau vers une meilleure intégration des enjeux de qualité énergétique est représenté sur la [Figure 23](#).

Tout d'abord, les critiques du projet dans la presse ont amené l'aménageur à justifier de la qualité du projet qu'il conduisait. Le choix a été fait de recourir à la certification iso 14001, permettant à l'aménageur de se démarquer de ses homologues. Cette démarche, qui s'est dans un premier temps limitée à un changement de vocabulaire, a permis de mettre en place un système de management environnemental au sein de la société d'économie mixte. La diffusion de la notion de développement durable a peu à peu sensibilisé l'aménageur et les promoteurs à la nécessité de produire des quartiers et des bâtiments plus respectueux de l'environnement. Les préoccupations spécifiques à la performance énergétique des bâtiments ou à la production d'énergies renouvelables sont apparues par la suite. La complexité du site Masséna-Bruneseau a amené l'architecte coordinateur de ce secteur à renouveler la forme urbaine parisienne et à se préoccuper de la relation entre le futur quartier et son environnement. Pour ce faire, il a fait appel à un bureau d'étude spécialisé en environnement, qui l'a lui-même redirigé vers un expert en thermique des bâtiments. Le débat sur la hauteur ouvert par la municipalité parisienne a conduit les experts à examiner les impacts environnementaux des immeubles de grande hauteur et à proposer des actions capables d'assurer la qualité énergétique de ces bâtiments au gabarit hors du commun. Une fois le déplafonnement des hauteurs adopté par la Ville de Paris, le plan masse du secteur Masséna-Bruneseau a été entériné, et les prescriptions environnementales et énergétiques formulées par le bureau d'étude ont été formalisées au sein de documents cadres. Fort de cette expérience sur le secteur Masséna-Bruneseau, l'aménageur a ensuite systématisé le recours à une expertise environnementale pour réaliser, en complément de l'étude d'impact, une étude évaluant la qualité environnementale du projet proposé par les architectes-coordonateurs ainsi que des cahiers de prescriptions à destination des maîtres d'ouvrages des opérations de bâtiment.

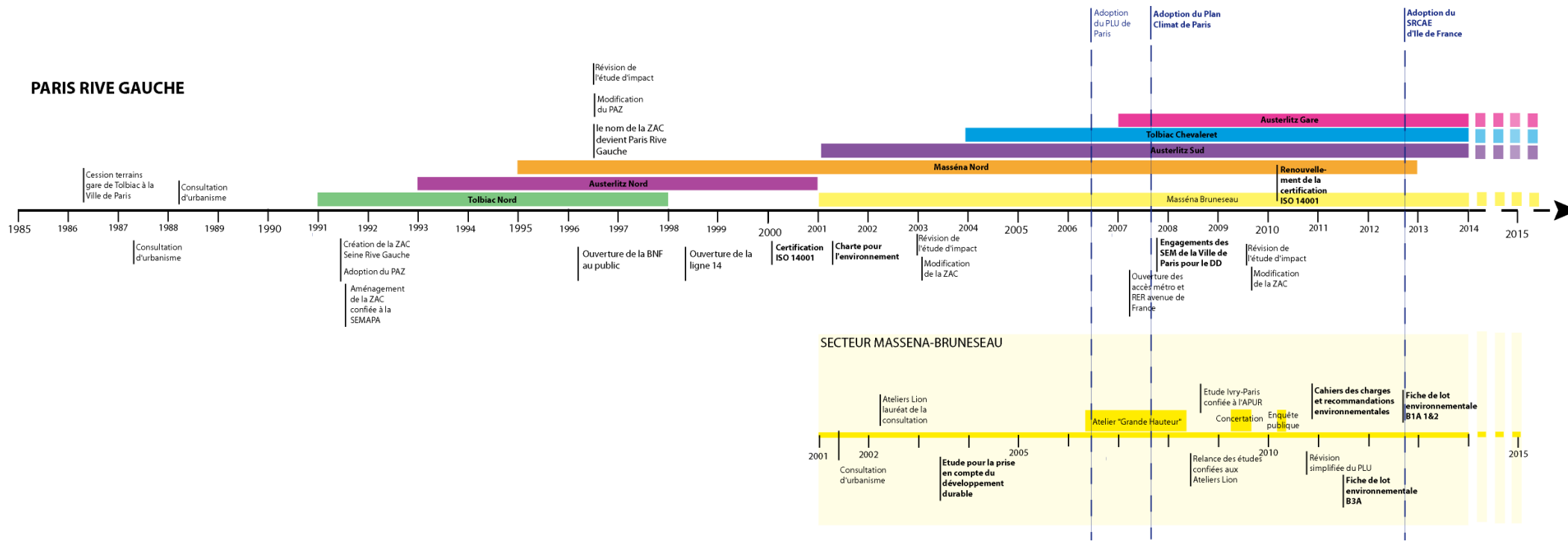


Figure 22. Chronologie simplifiée du projet Paris Rive Gauche et zoom sur le secteur Masséna-Bruneseau, en bleu figurent les événements relatifs au contexte parisien et en gris ceux concernant l'énergie ou le climat

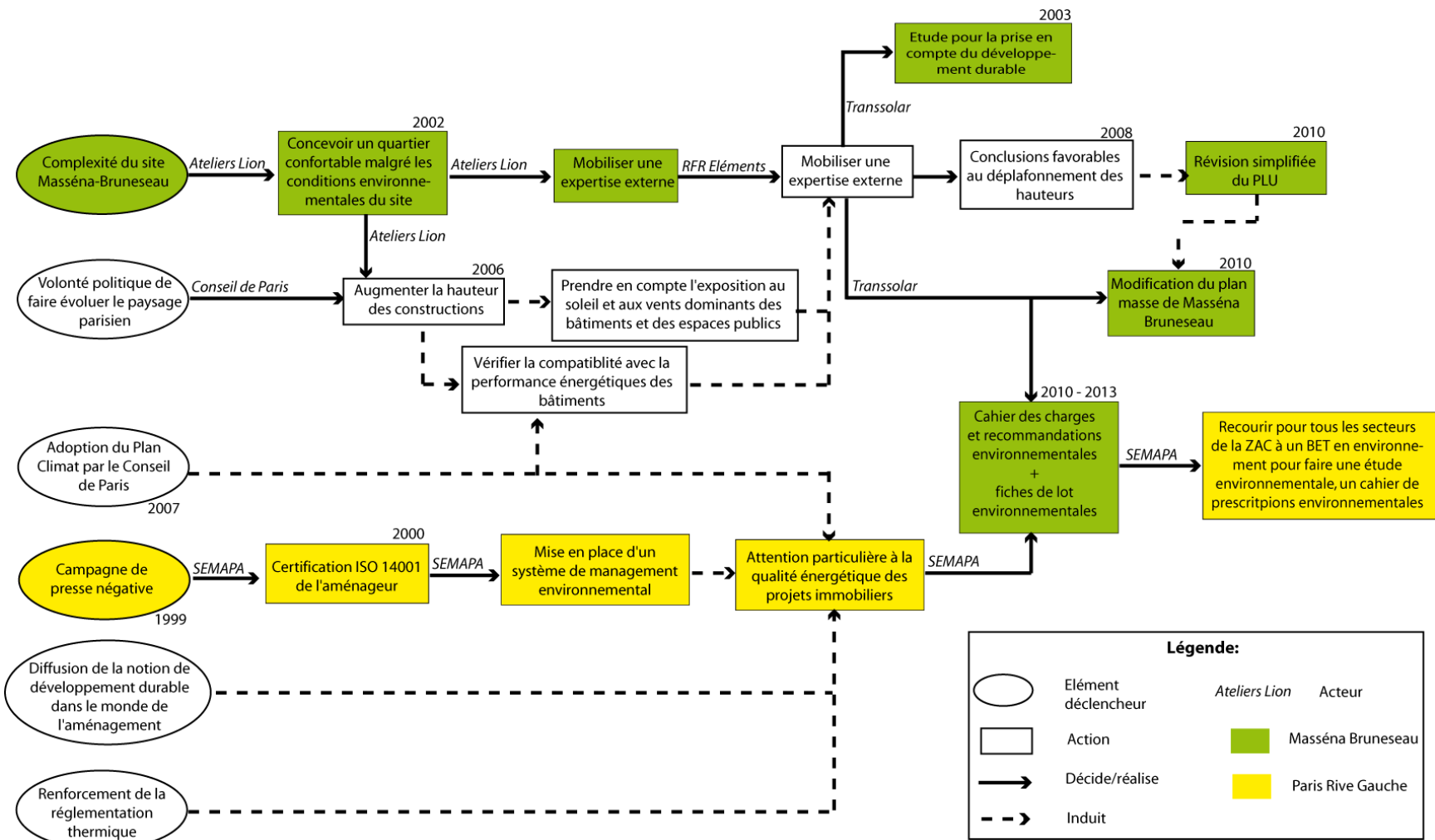


Figure 23. Schéma représentant les facteurs d'évolution des pratiques vers une meilleure prise en compte des enjeux énergétiques dans la ZAC Paris Rive Gauche et dans le secteur Masséna-Bruneseau

Nous remarquons que certains individus engagés ont su convaincre les autres partenaires de renouveler leurs pratiques d'aménagement vers une meilleure prise en compte de l'environnement dans la conception urbaine et architecturale. Les considérations environnementales sont passées en une quinzaine d'années des questions de confort du cadre de vie à des réflexions plus techniques de performance énergétique. Pour répondre à cette évolution des préoccupations, les bureaux d'études en environnement interviennent désormais à l'échelle urbaine pour évaluer sous l'angle énergétique les avantages et les limites des plans de masse dessinés par les architectes-coordonateurs des différents secteurs et pour encadrer la conception des projets de construction. Il est intéressant de noter que cette modification des pratiques d'aménagement pour une meilleure prise en compte de l'environnement et une meilleure efficacité énergétique s'est faite en partie sous l'impulsion des critiques citoyennes : remise en cause du projet Paris Rive Gauche dès les années 1990 et position réfractaire des citoyens parisiens à la construction d'immeubles de grande hauteur sur le territoire de la capitale. Les arguments avancés par les citoyens se font d'ailleurs de plus en plus techniques. Cet exemple montre qu'en matière de qualité énergétique les citoyens ont aussi un rôle à jouer.

L'évolution des pratiques en matière d'énergie semble toutefois loin d'être aboutie sur le projet Paris Rive Gauche, tant en termes d'encadrement de la conception des projets immobiliers, qu'en termes d'approvisionnement en énergies renouvelables ou de récupération (ENR&R). En effet, la seule évolution que nous avons constatée sur ce projet en matière de recours aux ENR&R repose sur l'évolution de la réglementation, qui depuis 2007 exige qu'une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage soit réalisée.

CHAPITRE 6. CLICHY-BATIGNOLLES : UN PROJET DE RECONVERSION D'EMPRISES FERROVIAIRES A FORTE AMBITION ENVIRONNEMENTALE

Le secteur d'aménagement Clichy-Batignolles est situé au nord-ouest de Paris, dans le 17^{ème} arrondissement (Figure 24). Il constitue l'une des dernières grandes opportunités foncières dans la capitale. Le site de près de 54 hectares s'étend entre le boulevard périphérique, l'avenue de la Porte de Clichy, la rue Cardinet et la rue Saussure (Figure 25). Le secteur d'aménagement est traversé par le faisceau ferroviaire de la gare Saint Lazare qui isole les îlots Saussure du reste de l'opération. La petite ceinture, le RER C et le boulevard Berthier représentent également des coupures urbaines non négligeables qui complexifient la lisibilité du secteur.

Le site était en 2001 composé de terrains réservés à l'activité ferroviaire (gare de stockage des locomotives et base de travaux permettant l'entretien du réseau ferré) et aux activités logistiques (la société GEODIS et la SERNAM avaient une plateforme logistique) (Ville de Paris, 2007). Une centrale à béton profitait également d'un accès aux voies ferrées. La Figure 26 présente une photo de la Gare des Batignolles avant le démarrage des travaux d'aménagement. Ces emprises ferroviaires représentaient donc une véritable enclave dans le territoire du nord-ouest parisien, séparant les quartiers d'affaires et de logements plutôt cossus de la plaine Monceau et de l'Europe au quartier populaire des Epinettes. Outre les bâtiments ferroviaires sans grand intérêt architectural, le site présente deux éléments du patrimoine architectural méritant d'être conservés : les magasins de décors de l'Opéra dont le bâtiment principal et le porche ont été conçus par Garnier et le bastion n°44 de l'enceinte de Thiers.

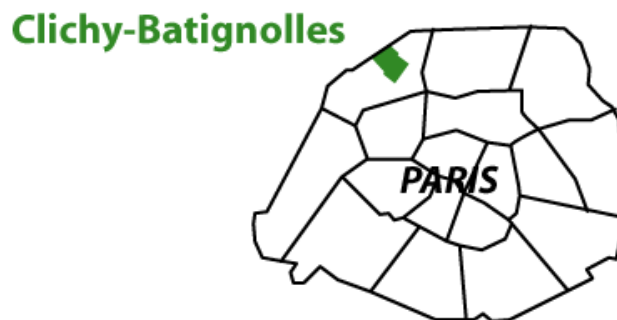


Figure 24. Localisation du projet Clichy-Batignolles

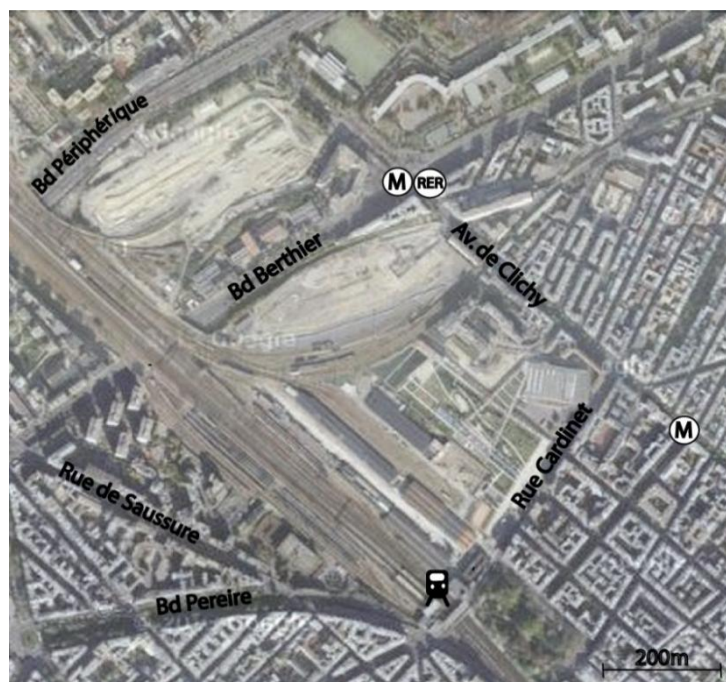


Figure 25. Vue du secteur Clichy-Batignolles avec les rues et les accès existants (Source : Google Earth, 2014)

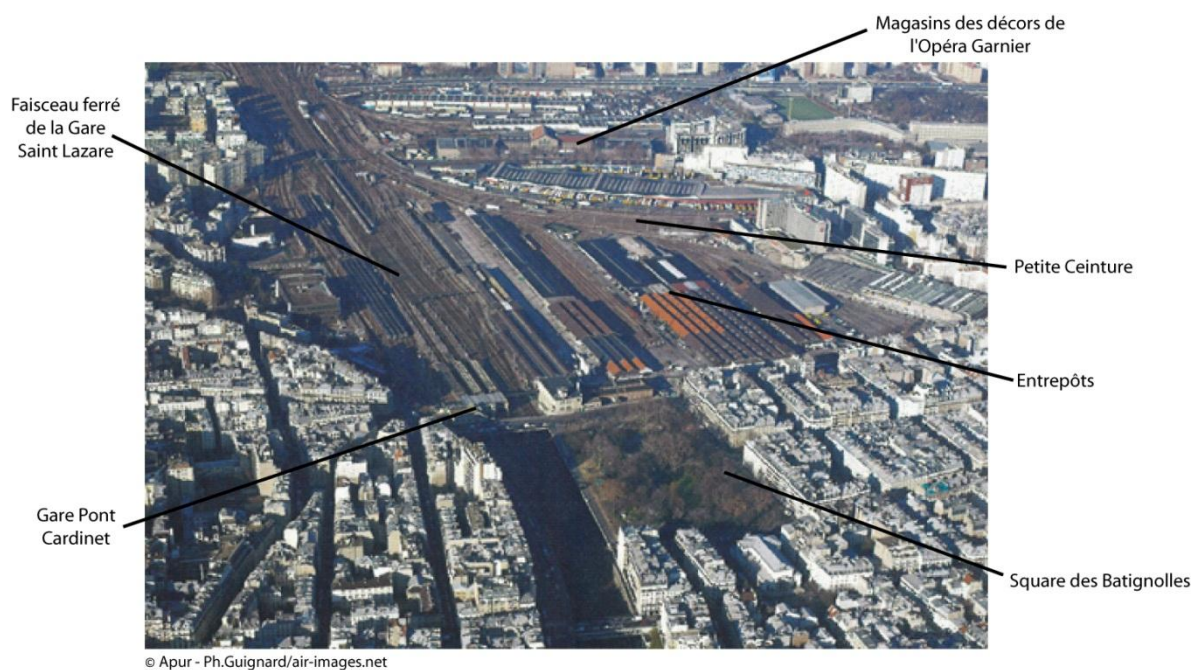


Figure 26. Vue aérienne de la gare des Batignolles avant les travaux d'aménagement (Source: Pelloux, 2005)

Avant de nous intéresser aux questions énergétiques à proprement parler, nous souhaitons présenter dans les grandes lignes l'ambition du projet urbain et les différentes évolutions qu'il a connues jusqu'en 2014 (1). En effet, le site Clichy-Batignolles a été pressenti à deux reprises pour accueillir les jeux olympiques, puis a finalement fait l'objet d'un projet urbain plus classiques visant à créer un quartier parisien mixte autour d'un grand parc de façon à répondre au manque d'espaces verts du 17^{ème} arrondissement. Le secteur a été découpé en trois, et trois procédures d'aménagement distinctes ont été lancées, deux ZAC, Cardinet Chalabre et Clichy-Batignolles, et un lotissement sur la partie Saussure (côté Ouest des voies ferrées). Ce retour historique nous semble important dans la mesure où il permet d'éclairer les conditions dans lesquelles sont apparues, dans les objectifs du projet d'aménagement, des préoccupations environnementales et notamment énergétiques. Le projet a connu un nouveau bouleversement à partir de la décision en 2009 de l'Etat d'implanter la Cité Judiciaire au nord du site. L'ambition énergétique et climatique du projet a été formalisée dans le plan climat de Paris en 2007. Dans un deuxième temps, nous décrivons la concrétisation de la démarche environnementale engagée sur le projet (2). Plusieurs études ont été menées, plusieurs scénarios ont été comparés pour assurer l'approvisionnement en chaleur du futur quartier en accord avec les objectifs ambitieux de couverture des besoins énergétiques par des énergies renouvelables et de récupération. Nous retracerons donc dans un troisième temps le processus de définition du scénario d'approvisionnement en chaleur (3). Ensuite nous nous focaliserons sur l'autre grand objectif énergétique du projet : la production d'électricité photovoltaïque (PV) locale. Il s'agit dans cette quatrième partie de décomposer comment l'objectif de production PV a été défini et comment la maîtrise d'ouvrage urbaine s'est organisée pour garantir le respect de cet objectif lors de la réalisation des bâtiments (4). La cinquième partie de ce chapitre est consacrée à la prise en compte des enjeux énergétiques et climatiques dans la conception de l'éclairage public d'une part, et dans la mise en place d'une collecte pneumatique des déchets ménagers, d'autre part (5). Enfin, nous nous arrêterons sur un changement d'organisation et de méthode pour concevoir les projets immobiliers au sein de la ZAC Clichy-Batignolles (6). Entre le secteur Est, premier secteur à entrer en phase opérationnelle et le secteur Ouest, la Ville de Paris et son aménageur ont souhaité mettre en place une méthode de travail de conception partagée. Des ateliers de conception regroupant les équipes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre de plusieurs lots ont été organisés à intervalle régulier. Ainsi, tous les projets sont conçus en parallèle et leur suivi par la Ville de Paris, l'aménageur et la maîtrise d'œuvre urbaine s'en trouve renforcé.

1. LE PROJET URBAIN, SON AMBITION, SES EVOLUTIONS

1.1. UN SITE FERROVIAIRE A RECONVERTIR : DES PREMIERES ETUDES AU PROJET DE VILLAGE OLYMPIQUE POUR LES JEUX DE 2012

Bien avant le projet Clichy-Batignolles, les alentours de la gare de marchandises des Batignolles ont connu des travaux d'aménagement : la ZAC Saussure engagée en 1977, la station RER C à la Porte de Clichy, l'aménagement de l'îlot Suarès et la ZAC de la Porte d'Asnières créée en 1994 dont l'aménagement a été conçu par Christian de Portzamparc (Pelloux, 2005).

Les premières études pour la reconversion de ce secteur ont démarré en 2000, lors de la candidature parisienne pour l'accueil des jeux olympiques de 2008. Deux sites concurrents avaient été repérés pour l'installation du village olympique : le site des Batignolles et La-Plaine-Saint-Denis. Même si le projet développé par l'APUR n'a pas été présenté à la commission d'évaluation, ces réflexions ont permis de mettre en évidence l'intérêt de reconvertir les terrains ferroviaires des Batignolles.

En 2001, de nouvelles études sont lancées dans le but de créer un parc urbain permettant de combler le déficit en espaces verts de cette partie de Paris – la surface d’espaces verts par habitant étant inférieure à la moyenne parisienne (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009b). L’idée est alors adoptée de créer un grand parc urbain de 10 hectares réalisé en deux temps suivant le rythme de libération du foncier. A cette occasion émerge aussi l’idée de créer un centre de tri des déchets nécessaire au développement du tri sélectif dans la capitale. Le besoin de créer des continuités urbaines est mis en évidence, même si la solution esquissée alors de couverture du faisceau ferré au-dessus de la gare Pont Cardinet sera par la suite abandonnée. Les problèmes d’accessibilité et d’encombrement de la ligne 13 sont soulevés. Pour répondre, il est envisagé de prolonger la ligne de métro 14, de créer une nouvelle gare de RER E et de requalifier le boulevard des Maréchaux pour y faire passer un tramway.

En 2002, le Conseil de Paris confie à la SEMAVIP un mandat d’études préalables et lance une consultation d’urbanisme pour le secteur Clichy-Batignolles. Quatre équipes d’architectes et paysagistes sont retenues pour réfléchir à la reconversion des emprises ferroviaires : Pierre Gangnet et Michel Corajoud, Christian de Portzamparc et Michel Péna, François Grether et Jacqueline Osty, ainsi que Bruno Fortier accompagné de l’agence TER. Le marché de définition s’est déroulé en deux phases. Dans un premier temps, l’analyse du site et les réflexions sur la programmation ont été menées collectivement au cours de huit ateliers thématiques réunissant outre les équipes candidates, les cabinets d’élus et les directions de la Ville concernés, l’aménageur, l’APUR et les propriétaires fonciers. Les objectifs de la consultation ont évolué entre la première et la deuxième phase, la Ville de Paris souhaitant entre temps se porter candidate pour les jeux olympiques de 2012. Initialement, la consultation portait sur le traitement des coupures urbaines, la création d’un parc urbain, l’amélioration de la desserte en transports en commun et le développement de la mixité urbaine (Pelloux, 2005). Ensuite, d’août à octobre 2003, les équipes ont travaillé séparément sur un projet urbain devant connaître trois phases distinctes : l’aménagement d’un parc urbain de 5,5 hectares en 2004, le déploiement d’un village olympique de 45 hectares pour 2012 et sa reconversion en quartier urbain après les jeux (Pelloux, 2005). Le 15 janvier 2004, jour du dépôt de la candidature parisienne, c’est le projet de l’équipe Grether et Osty associée au bureau d’études OGI qui fut retenu. Le plan du projet de village olympique proposé par l’équipe lauréate est visible sur la Figure 27.

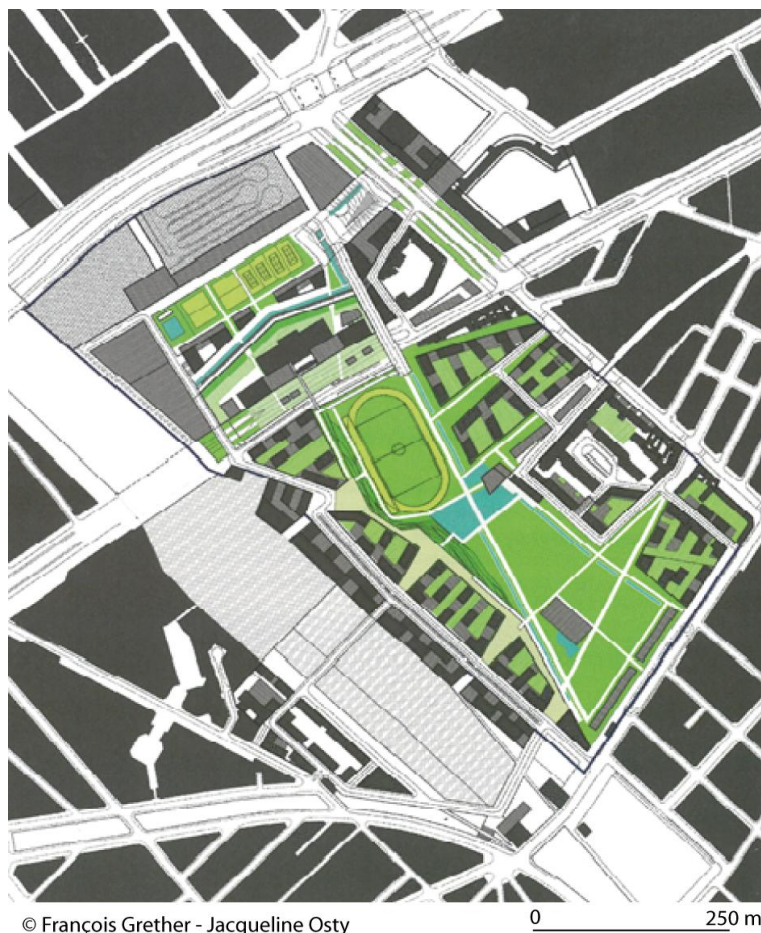


Figure 27. Plan du village olympique proposé par François Grether et Jacqueline Osty en 2004 (Source: Pelloux, 2005)

1.2. LE PARTI D'AMENAGER RETENU ET L'ORGANISATION OPERATIONNELLE DU PROJET URBAIN

Bien que Paris n'ait pas été retenu par le comité olympique, l'Etat et la Ville de Paris ont souhaité poursuivre le projet d'aménagement selon les principes urbains développés par François Grether et Jacqueline Osty pour créer un quartier à dominante résidentielle autour du grand parc. Pour ce faire, le programme prévoit que 60% des surfaces construites hors équipements et commerces seront des logements, dont au moins la moitié sera réservée au logement social (Ville de Paris, 2007). Le parc urbain se déploie de la rue Cardinet au boulevard Berthier, se prolongeant au-delà du boulevard grâce à une passerelle. Son aménagement respecte la topographie initiale du site, ce qui permet de limiter les mouvements de terre : « une caractéristique importante du projet est le respect de la topographie du site qui est peu remodelé. Le nivellement choisi pour le parc répond à un objectif de développement durable de limitation des mouvements de terre » (Ville de Paris, 2007, p. 5). La carte topographique présentée dans la Figure 28 montre que le site se situe en contrebas des quartiers parisiens environnants les Epinettes et la Plaine Monceau. Les anciennes fortifications sont mises en valeur dans un espace vert. Deux nouveaux franchissements des voies ferrées sont créés entre le pont Cardinet et le Boulevard Berthier, l'un circulé l'autre réservé aux piétons et aux cyclistes. De nouvelles liaisons sont

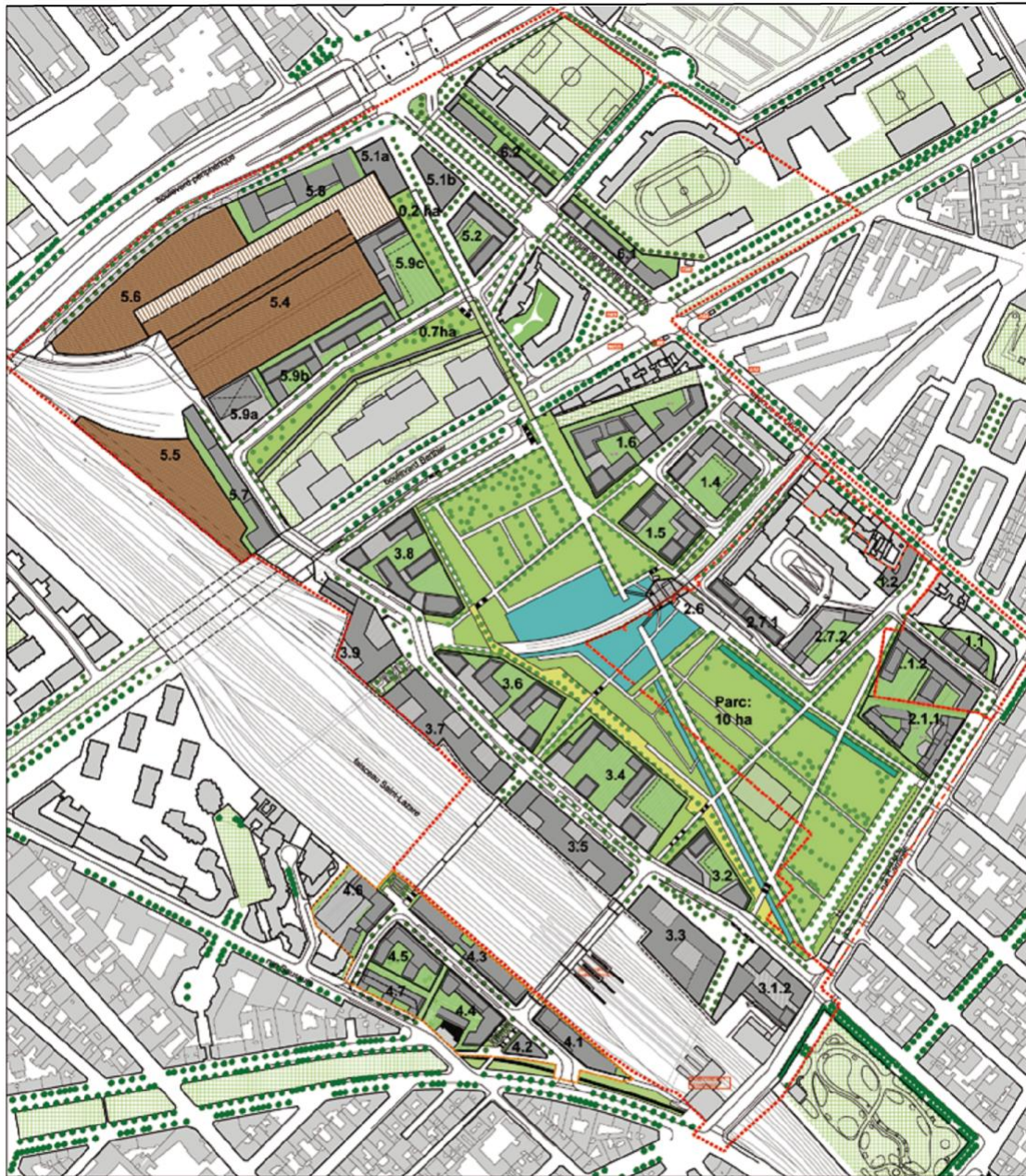
créées, une voie nord-sud entre les voies ferrées et le parc, des liaisons piétonnes Est-Ouest, et une diagonale à travers le parc reliant le Pont Cardinet et le square des Batignolles à la Porte de Clichy. Le parc se poursuit le long de ces liaisons dans les îlots bâtis. La Figure 29 présente le plan de masse du projet, tel qu'il était imaginé en 2009 par les concepteurs.



Figure 28. Carte topographique du site Clichy-Batignolles (source : fr.topographic-map.com)

Le foncier appartenait majoritairement à des propriétaires publics (Ville de Paris, le Ministère de la Culture) et parapublics (SNCF et RFF). En 2006, un protocole a été signé entre la Ville de Paris et les propriétaires ferroviaires RFF et SNCF, engageant ces derniers à libérer étapes par étapes les terrains à l'est du faisceau ferroviaires entre 2009 et 2011 et à les céder à la Ville afin qu'elle puisse les aménager. Les activités ferroviaires présentes sont restructurées et regroupées en bordure Est du faisceau ferré et couvertes de façon à permettre au-dessus la construction d'immeubles et de la voie Nord-Sud. La maîtrise progressive du foncier a déterminé le découpage opérationnel de l'aménagement du secteur. La ville a profité des 7 hectares de terrains en bordure de la rue Cardinet rapidement aménageables pour y créer une première ZAC, la ZAC Cardinet-Chalabre. Cette ZAC a été créée en 2005 par délibération du Conseil de Paris et son aménagement a été concédé à la SEMAVIP. En lançant le processus d'aménagement sur cette première zone, la Ville de Paris espérait pouvoir respecter les délais de livraison du village olympique. Suite à la modification du programme, cette ZAC permet l'aménagement à court terme d'une première tranche du grand parc urbain, des logements et les équipements scolaires qui font défaut au quartier existant. La ZAC Clichy-Batignolles a elle été créée en février 2007 et confiée également à la SEMAVIP en novembre de la même année. Cette seconde ZAC concerne le restant des emprises ferroviaires à l'Est du faisceau ferroviaire et une zone au-dessus des voies ferrées. Ainsi l'aménageur et l'équipe de conception urbaine sont similaires sur les deux ZAC. En revanche, les terrains compris entre la rue Saussure et le réseau Saint Lazare ne sont pas aménagés à l'initiative de la Ville de Paris. Lorsque la Ville achète des terrains à la SNCF, elle doit payer en plus du foncier la restructuration des équipements nécessaires à l'activité ferroviaire. Le coût du foncier pour

les deux ZAC s'élève à 505, 7 M€ HT et la restructuration des activités ferroviaires a coûté 206,5 M€ (valeur 2006)⁴².



©François Grether - Jacqueline Osty - OGI

échelle: 1/5 000



Figure 29. Le plan de masse du projet urbain Clichy-Batignolles 2009 (Source: Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009b)

⁴² Chiffres issus du dossier de candidature au label EcoQuartier de juin 2014.

Du côté Saussure, les terrains étaient occupés par un centre de gestion informatique de la SNCF, dont la restructuration aurait coûté trop cher à la Ville. L'aménagement du secteur Saussure suppose le déplacement de l'ensemble du personnel, la construction d'un nouveau bâtiment. C'est pourquoi l'aménagement de ce côté des voies ferrées n'a pas été pris en charge par la Ville de Paris. La SNCF et la Ville de Paris ont signé en 2007 un accord dans lequel la SNCF s'engage à aménager le secteur Saussure selon le programme défini par la Ville. La SNCF avait intérêt de toute manière à déplacer son centre informatique dans un bâtiment plus adapté. En effet, le bâtiment hébergeant le centre informatique ne correspond plus aux usages actuels, c'est un bâtiment de type industriel construit au début de l'ère informatique : « C'est un bâtiment qui n'est plus aux usages actuels, il avait été construit dans les débuts de l'informatique. Il ressemblait plus à une usine qu'à un bâtiment de bureaux, avec des systèmes de doubles étages, plus des étages techniques pour passer toutes les canalisations de refroidissement des énormes serveurs de l'époque » (SNEF, opération Saussure, le 07/11/2012). Ces terrains font donc l'objet d'un lotissement dont la réalisation est conduite par la SNEF (espaces ferroviaires), une filiale de la SNCF spécialisée en aménagement. De cette manière la SNCF garde la main sur le déménagement de son centre informatique, qui représente une opération complexe (déplacement des câbles, dévoiement, reconfiguration du réseau, etc.). De plus, en vendant elle-même les terrains constructibles aux promoteurs, la SNCF est certaine de valoriser son foncier au meilleur prix. Aménager des terrains sous forme de lotissement est semble-t-il exceptionnel, seule la SNEF le fait – la SNEF a actuellement deux projets de lotissements dans Paris⁴³, Saussure-Pont Cardinet et Charolais Ronde dans le 12^{ème}. Grâce à la procédure de lotissement, le projet d'aménagement du secteur Saussure a pu être mené à un rythme très soutenu, tout a été réalisé en parallèle :

Le gros avantage par rapport à la ZAC, c'est qu'étant donné qu'on se saisit immédiatement du sujet, on est en capacité de mener en parallèle tous les sujets. En parallèle, toutes les démarches administratives d'enquête publique, la loi Bouchardeau, permis d'aménager, l'étude d'impact, réunion de concertation. Et les consultations de promoteurs, les concours d'architecte, les dépôts des permis de construire. Tout ça est mené en parallèle. Les travaux ont été menés en parallèle : les travaux de démolition du site, de déplacement de tous les câbles informatiques, démolition des bâtiments, construction des voiries et réseaux. Tout ça s'est fait en même temps. Ça a permis de gagner plusieurs années (SNEF, opération Saussure, le 07/11/2012).

Le projet n'a démarré qu'en 2008 et pourtant il devrait être livré d'ici la fin de l'année 2014. Le secteur Saussure sera donc livré bien avant la ZAC Clichy-Batignolles, bien que le projet ait débuté après. Lors de la signature de l'accord entre la SNCF et la Ville de Paris, un plan masse avait déjà été réalisé par François Grether et Jacqueline Osty. Mais au cours des études détaillées, il est apparu que ce plan masse n'était pas adapté. Les deux voiries parallèles à la rue Saussure imaginées par les concepteurs urbains pour rendre le dénivelé accessible aux personnes à mobilité réduites produisaient des parcelles trop petites. La largeur des immeubles de bureaux était inférieure à la norme actuelle du marché de l'immobilier tertiaire, et les logements n'auraient pas pu bénéficier de jardins. Le plan masse a donc été revu avec François Grether, le nivellement a été retravaillé, les voies de desserte ont été réduites à une unique voie, libérant ainsi de l'espace pour les opérations immobilières. Ce nouveau plan masse a été validé par la Ville de Paris (par la Direction de l'Urbanisme, puis le cabinet des élus et enfin les élus eux-mêmes) avant d'être approuvé en réunion de concertation par les habitants. Afin de faire face aux

⁴³ L'opération d'aménagement sur le secteur Chapelle Internationale, dans le cadre du projet urbain Paris Nord Est, devait être conduite sous forme de lotissement. En définitif, c'est un projet urbain partenarial, liant la SNEF à la Ville de Paris qui a été signé en décembre 2013.

importantes contraintes de dénivelé entre le faisceau ferré et le boulevard Pereire, les voiries ont été construites et les réseaux installés avant le démarrage des travaux de construction des immeubles. Les bâtiments de logements viennent ainsi s'appuyer contre la nouvelle voie. Les espaces publics seront rétrocédés à la Ville de Paris pour un euro symbolique à la fin de l'opération. Les choix d'aménagement de l'espace public doivent donc être validés par les services techniques de la Ville de Paris, dans la mesure où ce sont eux qui auront la gestion à charge. Afin de faciliter la communication, la SNEF a un unique interlocuteur à la Ville, la Direction de la Voirie et des Déplacements, qui fait ensuite le lien avec les directions concernées. Pour le projet urbain en général, c'est la Direction de l'Urbanisme qui sert de relais à la Ville.

1.3. REALISER UN « ECO-QUARTIER EXEMPLAIRE » : UNE AMBITION INSCRITE AU PLAN CLIMAT DE PARIS DE 2007

En plus d'avoir incontestablement accéléré le processus d'aménagement du secteur Clichy-Batignolles, il semble que l'ambition d'exemplarité environnementale ait émergé avec le projet de village olympique :

« Incontestablement la candidature de Paris aux JO a donné une impulsion environnementale très forte au projet ; la haute ambition environnementale était l'axe fort de la candidature de Paris en poussant les études notamment sur la protection contre les nuisances, les mobilités, l'accessibilité aux handicapés, les déplacements doux, la préservation des ressources naturelles, la sécurité et la réversibilité des équipements » (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009a, p. 7).

Selon l'article consacré à Clichy-Batignolles dans le Paris Projet n°36/37, le village olympique a été conçu avec des exigences répondant au concept de « zéro émission ». Il est intéressant de noter que cet objectif zéro émission est présenté comme un concept, sans qu'il ne soit d'ailleurs défini. A défaut de définition, l'auteur liste les aspects du projet urbain concernés : « les déplacements, la production d'énergie solaire, le recueil des eaux de pluie, le traitement des déchets, les matériaux, la conception des immeubles, la gestion des chantiers, etc. ». Les émissions visées par cet objectif n'ont visiblement pas été définies – si elles l'ont été, elles n'ont pas été communiquées – pas plus que les limites du système concerné par cet ambitieux objectif d'émissions nulles.

Ces préoccupations nées avec le projet de village olympique sont reprises dans le plan climat de 2007, qui précise que la Ville de Paris a l'ambition de faire un « éco-quartier exemplaire » sur le secteur Clichy-Batignolles (Mairie de Paris, 2007, p.34). Les objectifs pour le projet Clichy-Batignolles inscrits dans le plan climat reposent sur les conclusions de l'étude menée par le bureau d'études Izuba pour la ZAC Cardinet Chalabre. Les conclusions de cette étude définissent l'ambition de la ZAC Cardinet Chalabre et les objectifs à atteindre en matière de réduction des consommations et de production d'énergie photovoltaïque. Le bureau d'études demande également à ce que le niveau d'exigence qu'il a défini pour la ZAC Cardinet Chalabre soit étendu à la nouvelle ZAC Clichy-Batignolles, comme nous l'a expliqué l'ancien chargé du développement durable à la SEMAVIP : « le paragraphe plan climat de Clichy Batignolles [...] reprend complètement, voire même [...] copie-colle les conclusions de l'étude qu'avait faite Izuba sur la ZAC Cardinet-Chalabre. Qui demandait qu'on généralise ce niveau d'exigence sur le nouveau secteur opérationnel de Clichy Batignolles. » (Une autre ville, le 21/08/2012).

Le plan climat reprend notamment l'objectif du village olympique d'un bilan nul des émissions de CO₂ et ici encore, les limites du système pour effectuer ce bilan ne sont pas précisées. Il semble que cela soit un objectif vers lequel tendre, de façon à orienter les choix de conception, mais qui n'a pas pour finalité d'être mesuré une fois le projet livré. Le contenu du bilan n'est précisé que dans les dossiers de réponse aux concours « écoquartiers » et Nouveaux Quartiers Urbains (NQU) de mars 2009 : « Il s'agit d'un bilan complet d'exploitation du site, incluant l'ensemble des constructions et des aménagements publics : il intègre ainsi des consommations non conventionnellement prises en compte par la RT 2005, ainsi que les consommations liées à l'éclairage public ou à la collecte des déchets. Il ne tient toutefois pas compte des consommations liées à la fabrication, au renouvellement et au traitement en fin de vie des équipements et des bâtiments (énergie « grise ») » (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009b, 2009c). Si ce document donne des précisions quant au contenu du bilan des émissions de CO₂, aucune évaluation n'est pour le moment envisagée⁴⁴.

Il semble que l'objectif d'un bilan nul de CO₂ ne soit en fait qu'un objectif de réduction des émissions par rapport à un projet de référence : « en combinant géothermie et photovoltaïque, les études de faisabilité ont montré que les émissions de CO₂ seront réduites de 96 à 98% par rapport à un scénario de référence (RT 2005 et gaz) » (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009b). Il nous paraît regrettable que cette précision, loin d'être négligeable, ne soit donnée qu'à la fin du dossier de réponse au concours écoquartier. La formule « bilan de CO₂ nul », en plus de n'avoir aucun sens si les frontières du système considéré dans le bilan ne sont pas définies, ne correspond pas à la réalité recherchée. L'avis de l'Autorité Environnementale sur le projet de la ZAC Clichy-Batignolles, rendu en juin 2011, souligne l'engagement du projet à respecter les enjeux ambitieux du plan climat, sans faire aucune remarque sur ces problèmes de définition :

« S'agissant de l'énergie, les objectifs affichés par le pétitionnaire sont volontaires et méritent d'être soulignés. Le dossier indique que conformément au plan climat de Paris, le projet vise à rechercher un bilan d'émission de CO₂ nul reposant sur l'utilisation d'énergies renouvelables et sur la limitation des consommations énergétiques dans les bâtiments » (Préfet de la Région Ile-de-France, 2011, p. 6).

En matière d'évaluation des consommations énergétiques des bâtiments, l'avis précise qu'en plus des simulations thermiques dynamiques, des mesures devraient être effectuées un an après la livraison. Nous ne savons pas si ces mesures ont effectivement été réalisées sur les premiers immeubles livrés, l'initiative démontre toutefois l'intérêt de l'aménageur de dépasser une approche qualité fondée uniquement sur des valeurs de consommations théoriques.

Le recours aux *énergies renouvelables* telles que le solaire, la géothermie ou la biomasse et la maîtrise de la demande énergétique sont les deux axes de stratégie de lutte contre le changement climatique proposés par le Plan climat pour l'opération Clichy-Batignolles. L'effort de réduction des consommations énergétiques des bâtiments doit dépasser celui instauré pour l'ensemble des bâtiments neufs parisiens, puisque l'objectif visé n'est non pas 50kwh/m² mais RT2005-75% (ce qui à Paris correspond à 30kwh/m²). Huit critères de conception architecturale ou actions à mettre en œuvre lors des opérations immobilières sont listés pour atteindre cet ambitieux objectif : la compacité du bâti, la réduction des ponts thermiques grâce à l'isolation par l'extérieur, l'inertie du bâti, la surface de

⁴⁴ L'AMO Tribu nous a expliqué au cours de notre entretien qu'aucune mission de mesure en phase d'exploitation n'était pour le moment prévue.

vitrage variant suivant l'orientation de la façade, les protections solaires sur les façades exposées au soleil durant l'été, l'étanchéité des ouvrants, et enfin l'installation de ventilation double flux avec récupération de chaleur. Les études menées par les bureaux d'études Izuba énergies et AMOES préalablement à l'adoption du plan climat ont démontré la faisabilité d'atteindre un tel niveau de consommation énergétique, en respectant ces prescriptions : « dans ces conditions, les premières études montrent que les besoins nets pourraient être compris entre 18 et 28kWh/m² » (Mairie de Paris, 2007, p.34). En matière de production d'énergies renouvelables, le plan climat prévoit que 85% de l'énergie nécessaire au chauffage et à l'eau chaude sanitaire soient d'origine renouvelable. Trois scénarios étaient en 2007 à l'étude :

- « Chaufferie bois avec appoint sur la CPCU ;
- Pompes à chaleur avec forage sur l'aquifère Albien ;
- Pompage direct par forage profond dans la nappe profonde (le Dogger situé à une profondeur comprise entre 1000 et 2000m) grâce auquel on peut avoir accès à une ressource à 60°C » (Mairie de Paris, 2007, p.34).

L'énergie consommée pour l'éclairage intérieur et extérieur, les moteurs auxiliaires de chauffage et d'eau chaude sanitaire ainsi que pour tous services généraux devra être compensée par une production locale d'électricité photovoltaïque. Les immeubles devront également être rafraîchis naturellement, c'est-à-dire sans aucune technique active. Bien que les émissions relatives au transport de personnes et de marchandises ne soient pas incluses dans l'objectif du bilan carbone nul, la Ville de Paris a souhaité conserver les grands services urbains de logistique et de fret au nord du site à proximité des voies ferrées. Ainsi conservés au sein de la capitale et en bordure des voies ferrées, les besoins de transports par la route sont réduits et les émissions de GES associées également. Enfin, la Ville de Paris a décidé d'installer un système d'aspiration pneumatique des déchets. Selon le plan climat, « ce dispositif innovant, qui évite le passage des camions bennes, s'inscrit naturellement dans la démarche de réduction des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre » (Mairie de Paris, 2007, p.35).

Les objectifs fixés par le plan climat pour le secteur Clichy-Batignolles sont repris dans la concession d'aménagement de la ZAC Clichy-Batignolles. Ce document précise que ceux-ci devront être traduits dans des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable (CPEDD) annexés au cahier des charges de cession de terrain (CCT) pour chacun des lots commercialisés par l'aménageur.

L'adoption d'objectifs énergétiques spécifiques à Clichy-Batignolles dans le plan climat de Paris a permis aux services techniques de la Ville et à l'aménageur de conduire toutes les études nécessaires :

« Le plan climat est un peu un document politique, honnêtement. Il a quand même le mérite de nous obliger à aller au bout de toutes les études, pour savoir ce qui est possible ou pas. Si ça n'avait pas été inscrit dans le plan climat, on aurait été très en deçà de nos ambitions. Là, on est allé au bout des ambitions auxquelles on pouvait raisonnablement aller sur tous les autres plans. Malgré tout, il y a des principes de réalisme qui arrivent » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Bien que très ambitieux, et parfois mal définis, ces objectifs ont le mérite de constituer un cap vers lequel il faut tendre. L'aménageur peut s'appuyer sur le plan climat pour fédérer l'ensemble des acteurs intervenant dans l'aménagement de Clichy-Batignolles autour des enjeux énergétiques et climatiques.

1.4. L'ARRIVEE DE LA CITE JUDICIAIRE SUR LA ZAC : MODIFICATION DU PROGRAMME ET DEPLAFONNEMENT PONCTUEL DES HAUTEURS

En 2009, le projet a connu un nouveau rebondissement. Le 29 avril 2009, lors de l'inauguration de l'exposition « Le grand Pari(s) », le Président de la République a annoncé l'implantation du Tribunal de Grande Instance (TGI) et de la Police Judiciaire dans la ZAC Clichy-Batignolles, au nord du boulevard Berthier. L'Etat était à la recherche depuis plusieurs années d'un site pouvant accueillir un nouveau Palais de Justice de plus de 80 000 m². A l'étroit dans les locaux de l'île de la Cité, plusieurs services sont répartis dans des locaux externes disséminés dans la capitale. Les sites de la gare d'Austerlitz puis de Masséna-Bruneseau ont été envisagés avant que ne soit préféré le site de Clichy-Batignolles. Le TGI sera installé dans un immeuble de grande hauteur, « à l'échelle du programme et de son rayonnement » (Mairie de Paris, 2011, p. 15). Installer la nouvelle cité judiciaire dans un IGH est présenté comme l'érection d'un symbole d'une justice moderne remarquable dans le paysage parisien et « ponctuant la grande diagonale qui relie Paris à Clichy ». L'organisation du TGI en hauteur présenterait également des intérêts en matière de sécurité. Plusieurs hauteurs ont été envisagées, 120m, puis 200m. Après avoir étudié les conditions d'insertion d'un IGH à la porte de Clichy, il a été décidé que le bâtiment atteindrait une hauteur de 160m: « les études d'insertion d'un bâtiment de grande hauteur dans le grand paysage ont conduit à limiter le plafond de hauteur à 160m, de manière notamment à ce qu'aucune émergence ne soit visible depuis l'Esplanade des Invalides par-dessus la verrière du Grand Palais » (Mairie de Paris, 2011, p. 15). Plusieurs scénarios d'implantation et de hauteur ont été comparés par le bureau d'études Izuba énergies pour le compte de l'aménageur de la ZAC Clichy-Batignolles. Il s'agissait de mesurer l'impact de la grande hauteur sur la performance énergétique du Palais de Justice lui-même ainsi que l'ombrage sur les immeubles environnants et les espaces publics. Les trois scénarios Nord-Est, Sud-Est et Sud-Ouest ont été proposés par le Cabinet Lapierre, un quatrième scénario a été proposé par François Grether à la demande de la SEMAVIP, celui-ci prévoyant l'implantation d'une double tour au nord du lot 5.2. Les quatre scénarios sont présentés sur la [Figure 30](#) tels qu'ils ont été modélisés par Izuba énergies dans le logiciel Alcyone. Pour chacun de ces scénarios d'implantation, deux hauteurs ont été comparées, 120m et 200m. Tous les scénarios ont été comparés à un scénario de référence constitué de sept immeubles de neuf niveaux (R+8) d'une hauteur totale de 30m conforme au plafond des hauteurs du PLU de Paris.

Selon les conclusions de l'étude, quel que soit le positionnement de l'IGH, celui-ci provoque un effet de masque très important sur les bâtiments des lots voisins (5.1 et 6.2) en après-midi et en hiver. Néanmoins l'effet sur les bâtiments voisins est moindre pour le scénario « deux tours au Nord », dont l'ombre s'étend majoritairement sur le boulevard périphérique (Izuba énergies, 2009, p. 29). Le parvis envisagé au pied du Palais de Justice risque fortement d'être « climatiquement extrêmement inconfortable pour les usagers », faiblement ensoleillé durant l'hiver et l'intersaison, et venteux. De plus, la grande hauteur n'est pas favorable à la performance énergétique, du fait d'une « augmentation très significative des pertes par infiltration d'air », d'une augmentation notable de la consommation électrique des ascenseurs (facteur 3,35 entre 30m et 50m) et des ventilateurs, et du nécessaire recours à un système de climatisation active. Enfin, la grande hauteur réduit le potentiel de production photovoltaïque, le scénario « Sud-Ouest » étant le plus défavorable. La production photovoltaïque (PV) sur un immeuble de 200m est quatre fois moins importante que sur sept immeubles de 30m (à surface hors œuvre nette égale). Afin de limiter l'augmentation de la consommation énergétique dans l'IGH, le bureau d'études préconise d'implanter l'édifice dans l'axe des vents dominants et d'installer des protections solaires.

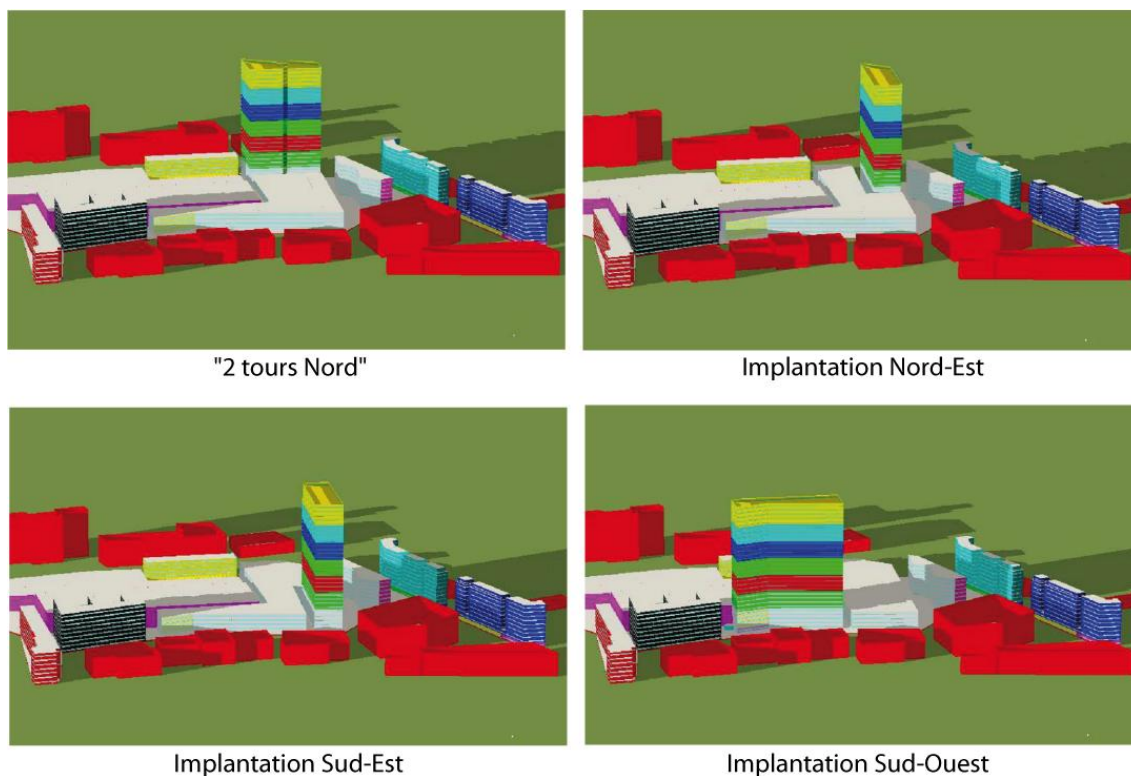


Figure 30. Comparaison des ombres portées au solstice d'hiver à 15h des quatre scénarios d'implantation du nouveau Palais de Justice de Paris sur le lot 5.2. de la ZAC Clichy-Batignolles par Izuba énergies (vue du logiciel Alcyone) (Source: Izuba énergies, 2009)

En définitive, les études réalisées par IZUBA Energies démontrent que la construction d'un IGH faisant entre 120 et 200 m de haut est contraire à l'ambition d'exemplarité environnementale que la Ville de Paris et son aménageur s'efforcent de mettre en œuvre sur le projet Clichy-Batignolles :

« Hors *compensation* par le photovoltaïque, la solution R+8 étant prise comme référence, un IGH de 120m accroît de 120 à 130% les 3 indicateurs environnementaux [consommation en énergie primaire, émissions de CO₂ et déchets radioactifs induits]. Le choix d'une tour de 200m dégrade encore les performances, avec un accroissement de 145 à 160%. Avec *compensation* par le photovoltaïque, les écarts sont encore plus nets : ainsi les émissions de CO₂ sont accrues d'un facteur 4,4 avec une tour de 120m et d'un facteur 5,2 avec une tour de 200m » (Izuba énergies, 2009, p. 11).

L'impact négatif en terme énergétique dépasse la performance de l'immeuble du Palais de Justice, puisque l'implantation de ce programme sur la ZAC Clichy-Batignolles a bouleversé l'ensemble du projet. En effet, le site qui sera occupé par la cité judiciaire devait initialement accueillir des logements, un groupe scolaire, une crèche et un gymnase, qui ont dû être repositionnés sur la partie sud de la ZAC. Le nombre de logements prévus dans l'opération a donc été revu légèrement à la baisse (Tableau 11). Pour assurer la construction des 3030 logements sur la partie sud de la ZAC, il a été proposé que la hauteur des bâtiments soit ponctuellement élevée à 50m. Ce déplaçonnement des hauteurs permettrait une expression architecturale plus variée, évitant la formation d'un bâti compact relativement uniforme (Mairie de Paris, 2011). Le site de Clichy-Batignolles avait d'ores et déjà été identifié en 2008 comme propice à l'accueil d'immeubles d'une hauteur supérieure au plafond parisien (cf. délibération. Du 8 juillet 2008). L'augmentation de la densité de constructibilité et le déplaçonnement ponctuel des

hauteurs induit par la décision d'implanter la Cité Judiciaire dans la ZAC a donc eu un impact négatif sur l'accès au soleil des différents bâtiments, comme nous l'a expliqué l'urbaniste :

« Ce qui est un peu défavorable à l'exposition solaire, c'est surtout la forte densité de constructibilité souhaitée sur ce site, qui s'est accrue dans la partie sud. Une fois que les institutions de l'Etat sont arrivées dans le nord, il fallait quand même préserver le maximum de logements, donc on a densifié en SHON le sud de l'opération, et on a modifié le gabarit de certains volumes avec le déplafonnement des hauteurs ponctuelles. Le déplafonnement, fondamentalement, n'a pas densifié le site. Il n'a pas permis de densifier le sud de l'opération. Ce n'est pas en montant un bâtiment, en respectant les règles de prospects parisiennes qu'on parvient à densifier un site. Il faudrait faire comme à Manhattan, ce qui n'est pas le cas. C'est prouvé depuis plusieurs décennies que ce n'est pas en montant haut qu'on arrive à densifier. On a densifié autrement, en améliorant les continuités, en gagnant sur le sol, donc en perdant un peu d'espace libre. Ce sont des jeux d'équilibre » (Atelier François Grether, le 07/11/2012)

Tableau 11. Evolution du programme de logements suite à l'implantation de la Cité Judiciaire
(Source: Mairie de Paris, SEMAVIP, & Mairie du 17ème, 2009)

| Opération | Programme initial de logements | Programme de logements avec l'implantation de la Cité Judiciaire |
|---|--|---|
| ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet Chalabre | 3 500 logements : accession à la propriété, locatif à loyer maîtrisé, locatif social (50%) dont 800 logements étudiants et jeunes travailleurs, 2 EHPAD (100 chambres chacun), 1 maison d'accueil spécialisée, 1 résidence sociale | 3 030 logements : accession à la propriété, locatif à loyer maîtrisé, locatif social (50 à 55%) dont 500 logements étudiants et jeunes travailleurs, 2 EHPAD (100 chambres chacun), 1 maison d'accueil spécialisée, 1 résidence sociale |
| Lotissement Saussure | 355 logements dont 50% de sociaux | 355 logements dont 50% de sociaux |

L'implantation des immeubles de logements « hauts » sur la ZAC Clichy-Batignolles a été étudiée au cours d'un séminaire début 2010, regroupant quatre équipes d'architectes (Atelier Castro Denissosf Casi, Eric Lapiere Expérience, l'AUC et Habiter Autrement) autour du thème « habiter face au parc des Batignolles ». Les architectes ont étudié au cours d'ateliers successifs l'implantation optimale des immeubles de logements « hauts », la modification du paysage en conséquence. Ils ont aussi exploré les conditions de vie dans des logements en hauteur et à proximité du parc. Seule l'équipe Habiter Autrement a proposé l'implantation des immeubles hauts à l'est du parc. En définitive, les émergences ont été situées en bordure du parc, majoritairement à l'ouest du parc en pleine terre et au nord-est du parc, comme on peut le voir sur la [Figure 31](#). Se posait alors la question du positionnement des immeubles hauts au sein de ces lots.

L'AMO Tribu a contribué à la prise en compte de l'ombrage dans le positionnement des immeubles à 50m. Dans un premier projet François Grether et son équipe implantait les immeubles hauts le long de la voie Nord-Sud. A cet emplacement, les immeubles hauts projettent leurs ombres sur les bâtiments alentours et sur le cœur de l'îlot et non sur le parc. Le bureau d'études a donc incité l'urbaniste à déplacer ces points hauts côté parc. Les effets de masque sur le parc étant moins préjudiciables dans la mesure où le parc présenterait tout de même des espaces ensoleillés à un moment ou à un autre de la journée :

« Un premier projet a été proposé par Grether où ce bâtiment de 50 m était plutôt positionné côté rue. Et on avait demandé de le positionner plutôt côté parc parce qu'on aurait eu de l'ombre sur le parc, mais l'ombre aurait bougé dans la journée, donc ça aurait permis d'avoir des espaces ensoleillés dans la journée. En revanche, un bâtiment positionné le long de la rue sur une parcelle de logements, c'est un bâtiment exposé sud. Le faisceau ferroviaire est plutôt à l'ouest. Et ça aurait énormément impacté les autres bâtiments par l'ombre » (Tribu, le 30/11/2012).

L'urbaniste nous a également fait part de cette réflexion sur le positionnement des immeubles de 50m :

« Mais en montant haut, on a créé des zones d'ombre plus fortes. Alors s'est posée la question de la répartition de ces points hauts, qui posent des ombres portées. Est-ce qu'on veut les ombres portées sur le parc ? Ça ne pose pas de problèmes de vis-à-vis entre bâti, mais ça pose quand même le problème d'agrément pour l'usage de l'espace public. Est-ce qu'on les veut côté rue ? Ça pose des questions d'échelle, peut-être, et aussi d'ombres portées en cœur d'îlot. Il y a encore une petite discussion, mais vu qu'on est en phase opérationnelle sur cette partie, les bâtiments hauts se répartissent un peu orthogonalement, un peu comme des bâtiments en peigne, et on essaie de trouver un compromis entre ombres portées sur le parc et ombres portées sur le cœur d'îlot. Ils ont conscience qu'il ne faut pas mettre le bâtiment au sud » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Comme nous le verrons plus loin dans ce chapitre (cf. section 7), le positionnement des points hauts a été retravaillé au cours des ateliers de conception par les architectes concernés, le plan masse de l'urbaniste n'étant pas complètement figé.

Ce changement de programme a également eu un impact négatif sur la consommation énergétique des bâtiments surélevés et sur le potentiel de production photovoltaïque :

« Le bureau qui avait travaillé sur la production énergétique en général, Izuba, avait expliqué que les 50 m étaient plus consommateurs, et qu'en plus, ils offraient moins de surface pour les panneaux photovoltaïques. Donc moins performants. Mais ça n'a pas été déterminant » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Bien que les impacts négatifs de cette décision aient été mis en évidence par les AMO, ils n'ont visiblement pas eu d'influence sur cette décision politique.

L'enquête publique préalable à la modification simplifiée du PLU en faveur du déplafonnement des hauteurs pour l'implantation de la cité judiciaire jusqu'à 160 m de haut et d'immeubles de logements à 50m a eu lieu du 24 janvier au 4 mars 2011. Les observations du public ont concerné majoritairement la modification du paysage urbain, les déplacements générés et dans une moindre mesure la modification du programme de l'opération et la mixité sociale. Comparativement aux autres préoccupations, l'environnement a très peu été abordé. L'impact des bâtiments hauts en termes d'ombres portées et d'effet venturi a été pointé comme des arguments en défaveur du déplafonnement des hauteurs. A ce titre, il était précisé dans la notice de présentation du dossier de l'enquête publique que « le positionnement précis de ces immeubles (ceux qui dépasseront la hauteur de 37m) sera étudié très finement en fonction des prospects, des ombres portées, des enjeux énergétiques (pour éviter les effets de masque solaire et favoriser les meilleures orientations) et de la nature des programmes prévus dans les socles (RDC et R+1) » (Marette & Lemasson, 2011, p. 249, citant la notice de présentation du dossier d'enquête publique). Selon le rapport du commissaire enquêteur, les fiches de lots précisent l'implantation exacte des hauteurs supérieures à 37m, de façon à limiter les ombres portées en cœur

d'îlot et de les éloigner des espaces récréatifs des équipements scolaires conformément à la réglementation. Il est également annoncé que des études d'ensoleillement seront systématiquement demandées lors des concours d'architecture.

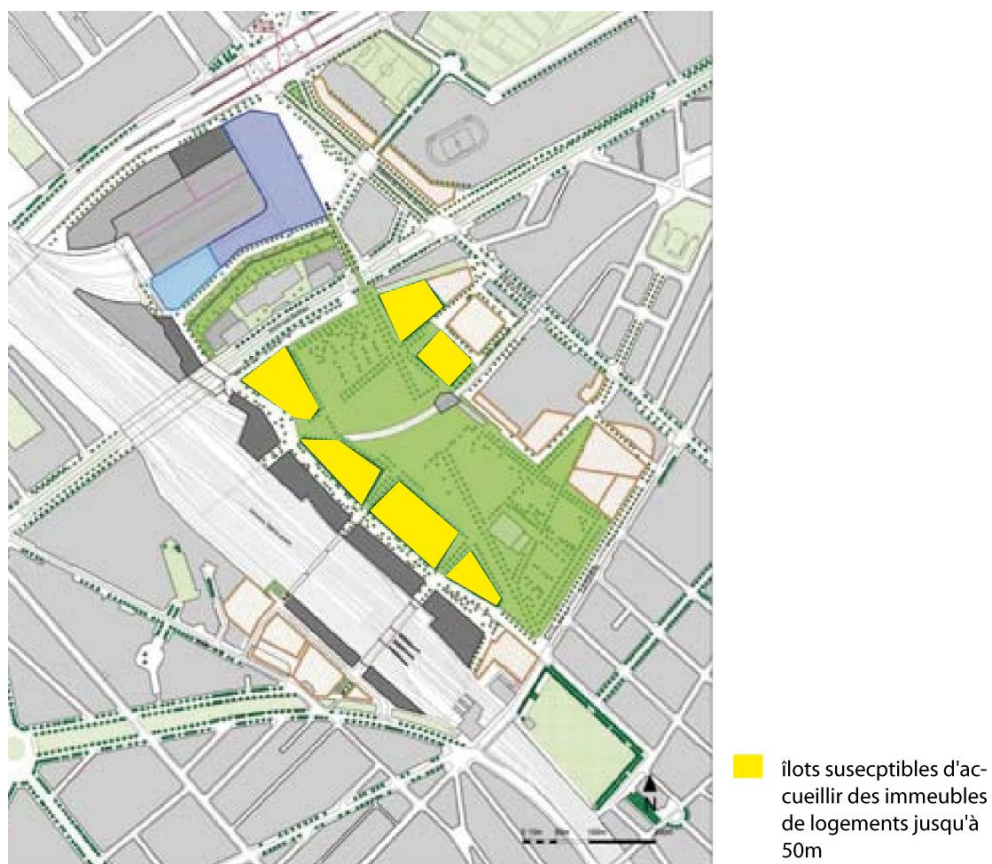


Figure 31. Localisation des îlots susceptibles de recevoir des émergences à 50m d'après Mairie de Paris et al. (2009)

La révision simplifiée du PLU a été entérinée par la délibération du Conseil de Paris des 11 et 12 juillet 2011. Le rapport de présentation issu de cette révision précise que les règles courantes de prospect s'appliqueront aux îlots accueillant des émergences à 50m, « de façon à garantir des éclairagements et des dégagements suffisants. Toute augmentation de la hauteur devra donc signifier plus de distance entre façades en vis-à-vis, plus de transparence entre rue et parc et une continuité d'espaces libres accentuée » (Mairie de Paris, 2011, p. 20). L'hypothèse étudiée par la Ville de Paris d'encadrer précisément la part de bâti pouvant s'élever à 50m dans chacun des îlots n'est finalement pas présente dans la révision du PLU. Par ailleurs, les dispositifs de production d'énergies renouvelables ou d'économie d'énergie devront être intégrés à l'intérieur des volumes autorisés. Le projet Clichy-Batignolles arborera donc un nouveau paysage, dont on peut apercevoir une vue d'ensemble sur la Figure 32.



Figure 32. Vue d'ensemble du projet Clichy-Batignolles en 2013 (Moutarde, 2013)

En plus des conséquences concrètes sur le projet urbain, cette décision a eu des effets sur la gouvernance du projet. En effet, cette modification majeure du programme de la ZAC Clichy-Batignolles a engendré la modification du dossier de création de la ZAC et du programme des équipements publics, ainsi que la création d'un nouveau dossier de réalisation. A cette occasion, il a été décidé de créer une Société Publique Locale d'Aménagement (SPLA)⁴⁵ dédiée à l'aménagement de la ZAC Clichy-Batignolles. La SPLA a été préférée à la société d'économie mixte (SEM) par la Ville et le Département de Paris, parce qu'elle constitue pour eux un outil plus adapté à la conduite d'opérations complexes susceptibles de connaître des changements de programmes. La création de la SPLA Paris Batignolles Aménagement (PBA) a été approuvée par le Conseil de Paris par la délibération des 8 et 9 février 2010. Le contrat de concession de la ZAC Clichy-Batignolles a été transféré de la SEMAVIP à la SPLA en septembre 2010. L'aménagement de la ZAC a donc été mené depuis 2010 par Paris Batignolles Aménagement qui emploie une quinzaine de personnes, dont la majorité était employée à la SEMAVIP sur le projet Clichy-Batignolles.

⁴⁵ Une SPLA constitue un « nouvel outil d'aménagement créé par la loi ENL du 13 juillet 2006 modifiée par la loi MOLLE du 25 mars 2009 : la société publique locale d'aménagement, société anonyme par actions à capital entièrement public, ayant précisément pour objectif de mettre à disposition des collectivités locales un outil très réactif pour conduire des opérations complexes d'aménagement à vocation majoritairement publique, avec toute possibilité d'ajustement de leur contrat. ». Cette définition provient du site internet de Paris Batignolles Aménagement : <http://www.paris-batignolles-amenagement.fr/pba/>

2. APPLICATION OPERATIONNELLE DE LA DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE

2.1. UNE INTEGRATION RELATIVE DES PREOCCUPATIONS ENERGETIQUES DANS LA CONCEPTION URBAINE

Si l'ambition politique d'exemplarité environnementale est née avec le projet de village olympique, il ne semble pas que cette ambition ait particulièrement guidé le parti d'aménager imaginé par François Grether et son équipe. Les grandes lignes du dessin urbanistique semblent émanées de plusieurs contraintes : nécessité de restructurer les activités ferroviaires pour libérer du foncier, topographie du lieu, insertion du site dans un milieu urbain dense, densité et mixité du programme à construire, exposition au bruit, etc. Parmi ces contraintes, l'ensoleillement et l'exposition aux vents dominants n'apparaissent que de façon marginale dans les choix de conception urbaine :

« Pour le village olympique, l'ambition environnementale existait déjà. C'était un affichage politique très important. Cela dit, dans tous les choix urbains et les propositions de l'agence Grether qui a construit le projet, je ne suis pas sûre que [l'énergie] c'était l'aspect déterminant pour faire les grands choix d'implantation de bâtiments, etc. Il y avait un timing de réflexion, de mise au point de l'étude qui était hallucinant. Dans le cadre des jeux olympiques, le projet aurait dû être fini ! Donc dans toutes ces études et avec toutes ces préoccupations, je ne suis pas sûre que ça ait été l'aspect déterminant. Mais il y avait quand même des spécialistes qui s'étaient penchés sur un certain nombre de sujets, qui avaient réfléchi à la couverture des voies ferrées. Il y avait une préoccupation sécurité, organisation. Mais en termes de développement durable, Grether défend toujours qu'il a choisi le projet le plus respectueux de la topographie – on est sur une espèce de sol artificiel fait pour le train, qui est un peu déconnecté du sol » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Ces critères environnementaux ont pourtant été mis en avant par l'AMO Tribu dans le diagnostic environnemental et l'évaluation climatique de la ZAC Clichy-Batignolles en 2008. A cette époque le parti d'aménager était déjà bien établi, puisque le projet de l'équipe de François Grether a été retenu depuis 2004. Ces critères ne semblent donc pas avoir joué un rôle dans le dessin général du plan de masse. En revanche, ces critères environnementaux ont été considérés dans les études pour l'implantation de la cité judiciaire et des immeubles de logements dépassant le plafond des hauteurs du PLU.

L'implantation des fonctions sur la ZAC Clichy-Batignolles a été guidée par le degré d'exposition au bruit des voies de chemin de fer, de façon à positionner les logements dans un environnement protégé des nuisances. Les immeubles tertiaires ont été implantés à l'est du site, le long des voies ferrées, ils constituent ainsi un écran protecteur pour les logements. Ce choix d'implantation a été porté par l'AMO développement durable Tribu :

« Une chose qu'on est arrivé à bien faire avec Grether, c'est la question des nuisances, du bruit notamment. Tous les logements sont côté parc. Le long du faisceau ferroviaire, on a plutôt les bureaux qui forment un écran de protection. C'est une des volontés qu'on avait vraiment parce que c'était une question de programmation qu'on n'aurait pas pu changer ensuite en travaillant lot par lot » (Tribu, le 30/11/2012).

L'urbaniste s'est défendu de laisser l'orientation solaire déterminer le plan masse. Selon lui, c'est avant tout le contexte urbain qu'il faut considérer, afin d'intégrer au mieux le nouveau quartier dans son environnement bâti :

« En termes d'orientation plutôt solaire – puisque ça a un impact sur la consommation – on est quand même d'abord dans une problématique urbaine avant d'être dans une problématique solaire. On n'est pas dans un schéma héliocentriste qui refait surface aujourd'hui, de manière un peu primaire, sur le thème nord-sud, quel que soit le site géographique d'ailleurs. On a l'impression qu'il y a un retour à quelques théories urbaines un peu éculées. On n'est pas dans cette logique. On est dans un ordre urbain constitué, puisqu'il y a des axes urbains forts, que ce soit sur la rue Cardinet, l'avenue de Clichy, la relation entre Paris et Clichy par des points de liaison étroits, réduits, qui structurent le territoire. On ne pouvait pas faire abstraction de ce territoire et de ce maillage. Des problématiques de topographie également, qui font que les ponts sont ici et pas en travers, simplement parce qu'il faut que le bâtiment d'à côté soit nord-sud. Ce qui pose en retour la question de l'orientation du bâti par rapport à un règlement urbain qui privilégie plutôt un alignement sur rue. Si la rue n'est pas nord-sud ou est-ouest, le bâti non plus. Du coup, c'est une conjonction de liens. »
(Atelier François Grether, le 07/11/2012)

Dans la mesure où le tracé des voies est très fortement induit par le contexte urbain, de manière à créer des liaisons urbaines cohérentes, et les bâtiments alignés le long des voies, conformément au règlement, nous pouvons nous interroger sur la marge de manœuvre restant pour intégrer des critères énergétiques dans la conception urbaine. Néanmoins, l'impact du déplafonnement du PLU en termes d'ombres portées a été considéré lors de l'implantation des points hauts, comme nous l'avons expliqué dans la section précédente.

L'aménageur du secteur Saussure, nous rappelle que l'énergie ne doit pas être le seul critère à guider la conception, au risque de ne pas répondre aux autres exigences du développement durable :

« Il faut faire attention où on veut aller. Il ne faut pas prendre en compte une seule cible. Il faut bien croiser toutes les cibles. Par exemple, l'aspect énergétique, pour être concret, on pourrait dire : on oriente le bâtiment de telle manière, on fait des petites fenêtres parce que sinon, il y a des déperditions énergétiques. On ne met pas de terrasse parce qu'il faut couvrir de panneaux photovoltaïques. En perdant de vue d'autres aspects qui sont le fonctionnement urbain, qui fait qu'on ne peut pas forcément orienter le bâtiment d'une certaine manière parce que si on veut créer des liens avec le reste du quartier, la voirie est forcément dans un sens et pas dans un autre. Donc le bâtiment n'est pas toujours idéalement orienté » (SNEF, opération Saussure, le 07/11/2012)

Le contexte urbain apparaît encore une fois déterminant pour le tracé des voiries et donc l'orientation des bâtiments. Améliorer la performance énergétique du bâti ne doit pas se faire au détriment de la qualité d'usage des espaces, comme nous l'a ainsi illustré l'aménageur :

« Un exemple concret : l'immeuble Vinci, avec un immeuble en gradins, avec des terrasses utilisables par les propriétaires. Si on avait fait un système de panneaux photovoltaïques pour pouvoir compenser et arriver au-delà du plan climat, on aurait dû supprimer toutes les terrasses et faire un toit en pente pour mettre des panneaux photovoltaïques. L'objectif, c'est d'avoir toutes les cibles, et pas une seule. Donc, d'avoir aussi des logements agréables à vivre et pas uniquement l'aspect énergétique pris en compte » (SNEF, opération Saussure, le 07/11/2012)

Rappelons, que la SNEF n'a pas souhaité poursuivre les objectifs spécifiques au secteur Clichy-Batignolles du plan climat de 2007, notamment du fait de l'objectif de production photovoltaïque, jugé dommageable à la qualité d'usage du futur quartier.

La volumétrie étant déterminante pour le potentiel de production photovoltaïque des panneaux en toiture ou en façade des édifices, il est primordial selon Hespul de considérer l'ensoleillement et les ombres portées dans le dessin du plan de masse. D'après le bureau d'études, l'enjeu de la production photovoltaïque n'a pas toujours été porté par l'équipe d'urbanistes de Grether. Par exemple, un membre de l'équipe aurait un jour coupé court aux discussions en décrétant que ces réflexions constituaient des ajustements techniques à laisser aux bureaux d'études. Le bureau d'étude a toutefois réussi à faire évoluer les fiches de lot réalisées par l'urbaniste pour le secteur Ouest de manière à faire apparaître l'espace devant être réservé aux panneaux photovoltaïques. Dans les nouvelles fiches de lot, les hauteurs des sur-toitures et des habilllements de façade sont prises en compte dans la volumétrie et apparaissent clairement sous une bande spécifique.

L'économie du projet joue bien évidemment un rôle primordial dans les choix de conception. La volonté d'augmenter la performance énergétique et écologique d'une opération d'aménagement ne doit pas mettre en difficulté l'équilibre économique de l'opération. L'intégration des enjeux énergétiques dans les choix de conception urbaine peut ainsi paraître marginale. En revanche, les préoccupations énergétiques semblent occuper une place importante dans les choix de conception architecturale, cependant les prescriptions environnementales à prendre en compte par les architectes sont nombreuses et particulièrement précises.

2.2. DECOUPAGE OPERATIONNEL ET EXPERTISE ENVIRONNEMENTALE

Dans l'encart du plan climat de 2007 dédié à Clichy-Batignolles, les objectifs spécifiques concernent « l'opération Clichy-Batignolles » sans préciser si l'opération Saussure dont l'aménagement est mené par la Société Nationale d'Espaces Ferroviaires (SNEF), filiale de la SNCF, est également concernée. En réalité, la SNEF n'a pas souhaité s'engager à respecter les objectifs approfondis du plan climat fixés pour les deux ZAC voisines, Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles. L'aménageur du lotissement a préféré se limiter au respect du plan climat « classique », c'est-à-dire limiter la consommation énergétique des futures constructions à 50 kWh/m². L'objectif *zéro énergie* affiché de l'autre côté des voies ferrées ne semblait pas, selon la SNEF, réalisable de ce côté. Le secteur a été jugé trop étroit, et son aménagement trop contraint pour pouvoir mettre en œuvre les ambitieux objectifs de production d'électricité photovoltaïque sans amoindrir la qualité de vie du futur quartier. L'installation de panneaux photovoltaïques sur les toitures des immeubles de logements n'aurait par exemple pas permis la construction des différents niveaux de terrasses accessibles. Néanmoins, l'aménageur a mis en place une démarche environnementale proche de celle mise en œuvre dans les deux ZAC voisines. La SNEF a obtenu la certification ISO 14001 en 2008. Cette démarche de certification a permis de formaliser sa démarche environnementale. L'opération Saussure étant déjà engagée lors de la certification de l'aménageur, celle-ci n'a fait qu'apporter un éclairage supplémentaire. Sur les nouvelles opérations, le système de management environnemental développé dans le cadre de la certification sert de base à la constitution de la démarche environnementale. Néanmoins, les audits réguliers permettent de suivre le respect des objectifs cible par cible. La SNEF étant une petite structure, les responsabilités ne sont pas réparties par thématiques, il n'y a ainsi pas de

responsable du développement durable⁴⁶. L'aménageur fait appel en cas de besoin à une expertise externe, des AMO (Assistant à Maîtrise d'Ouvrage) spécifiques. Sur l'opération qui nous intéresse, la SNEF a pris le bureau d'études Coteba (devenu Artelia depuis) comme AMO sur les questions environnementales. Comme la SNEF, la SEMAVIP a obtenu en janvier 2007 la certification ISO 14001, ce qui l'a amené à mettre en place un plan d'actions d'amélioration spécifiques à l'opération Clichy-Batignolles conformément à son système de management environnemental (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009b). L'application de ce plan est évaluée deux fois par an. En 2008, l'aménageur a embauché un chargé de mission développement durable.

Bien que les projets de ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles soient conduits par le même aménageur, l'expertise environnementale est menée par deux entités différentes. Sur Cardinet-Chalabre, c'est le bureau d'études Cap Terre qui est missionné pour assister l'aménageur dans la mise en œuvre de la qualité environnementale du futur quartier. Les bureaux d'études Izuba et Hespul ont aussi été mandatés en 2007-2008 pour définir des objectifs énergétiques à travers l'établissement de plusieurs scénarios énergétiques. Sur la ZAC Clichy-Batignolles, la SEMAVIP a recours depuis 2008 à des bureaux d'études spécialisés pour l'assister dans sa démarche environnementale ambitieuse. La SEMAVIP a fait appel aux bureaux d'études Izuba, Amoes, Enertech, Hespul et Optiflow pour les questions énergétiques et à Sepia Conseils et Setude Ingénierie pour la gestion des eaux pluviales. Les AMO énergie ont plusieurs missions : développer une approche bioclimatique du projet urbain, établir des scénarios énergétiques, étudier le potentiel d'installation de cellules photovoltaïques en couverture du faisceau ferré, rédiger le volet énergie du Cahier de Prescriptions Environnementales de la ZAC, définir la cible énergie du profil HQE d'un équipement public (Mairie de Paris, 2009). Enfin, les AMO énergie sont chargés du suivi opérationnel de la qualité énergétique des lots commercialisés. De façon à coordonner ces différentes expertises, l'aménageur a en plus missionné un AMO général en charge du développement durable et de la qualité environnementale, Tribu. En effet, toutes les thématiques environnementales sont liées, ce qui nécessite de trouver un équilibre entre les différents objectifs parfois contradictoires : « *Beaucoup de sujets se croisent et il y a nécessité de faire des arbitrages et de trouver une optimisation entre les différents objectifs pour arriver à avoir un bon équilibre et avoir un projet, pas seulement performant énergétiquement, mais aussi avec des qualités environnementales. C'était le sens de notre mission.* » (Tribu, le 30/11/2012). De son côté, l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, qui est chargée de la réalisation des infrastructures et des ouvrages d'art en plus de la conception urbaine de l'opération, a fait appel à Dominique Bidou pour intégrer les prescriptions environnementales de l'aménageur et de ses AMO à la conception.

Par conséquent, ce sont les mêmes experts qui ont réalisé les études énergétiques sur l'ensemble des deux ZAC. Nous verrons plus loin que l'expertise menée sur l'approvisionnement énergétique du secteur a considéré un périmètre dépassant le périmètre opérationnel, puisque les bâtiments des deux ZAC et de l'opération Saussure seront raccordés au réseau de chaleur créé pour le secteur. L'hypothèse de raccorder des bâtiments en dehors de ces trois opérations a également été étudiée par les AMO et l'aménageur. Si l'aménagement du lotissement Saussure ne vise pas les objectifs renforcés du plan climat pour l'opération Clichy-Batignolles, les actions menées sur la consommation énergétique de l'éclairage public sont identiques. En effet, c'est le même bureau d'études, Concepto qui conçoit l'éclairage public pour les opérations de part et d'autres des voies ferrées, dans la mesure où l'ensemble

⁴⁶ Lors de notre rencontre en novembre 2012 avec le responsable du projet Saussure-Pont Cardinet, il était envisagé de recruter un responsable du développement durable dans le cadre de la restructuration prochaine des services.

des espaces publics sera géré par les services techniques de la Ville de Paris. Les espaces publics réalisés par la SNEF sur l'îlot Saussure seront rétrocédés à un prix symbolique à la fin du projet à la Ville de Paris.

2.3. DES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE PRECIS ET CONTRAIGNANTS

Dans les trois opérations, des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable (CPEDD) ont été rédigés par les aménageurs avec l'aide de leurs AMO. Le plan climat de 2007 préconise un certain nombre de choix devant permettre d'atteindre l'ambitieux objectif de consommation énergétique des bâtiments : compacité du bâti, recours à l'isolation par l'extérieur afin de limiter les ponts thermiques, matériaux favorisant le stockage passif de l'énergie solaire entrante, surface de vitrage modulée en fonction de l'orientation de la façade, installation de protections solaires sur les ouvertures les plus exposées, étanchéité à l'air des ouvrants et installation d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur. L'ensemble de ces préconisations ont été reprises et détaillées dans les CPEDD.

Comme pour le projet de la ZAC Claude Bernard (cf. [CHAPITRE 7](#)), l'aménageur a mis en place un ensemble de documents dans le but d'assurer l'atteinte des objectifs environnementaux et notamment énergétiques du plan climat. La SEMAVIP a rédigé avec ses AMO une charte de développement durable et des CPEDD. Ces derniers ont été annexés au cahier des charges de cession de terrain, liant l'opérateur immobilier à l'aménageur. Un mécanisme de séquestre financier garantit le respect du CPEDD, la somme bloquée lors de la signature de l'acte de vente ne pouvant être restituée qu'à la livraison du bâtiment à condition que l'atteinte des niveaux de performance soit prouvée. La stratégie élaborée par la SEMAVIP est similaire à celle mise en place sur la ZAC Claude Bernard, seul le contenu des CPEDD diffère. En effet, la rédaction du CPEDD s'est détachée de la grille d'évaluation HQE. Les prescriptions sont très précises et directives. Par exemple, le recours à un système de climatisation actif est proscrit, même pour les bâtiments tertiaires. C'est un parti pris qui fait débat parmi les bureaux d'études spécialisés en environnement. Pour Transsolar, que nous avons rencontré au sujet d'un autre projet, il ne faut pas sacrifier le confort des usagers au nom de la performance énergétique. Ce n'est pas au salarié de l'entreprise de gérer lui-même le confort thermique sur son lieu de travail. Il semble que certains promoteurs des lots de bureaux ont eu du mal à accepter cette contrainte : « *L'idée, c'est : pas de climatisation dans les bureaux, ce qui est tout à fait nouveau et difficile à accepter par les promoteurs. Ils sont très soucieux de savoir comment on va arriver à un confort thermique raisonnable avec cet objectif de pas de climatisation.* » (*Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012*). Pour les AMO en charge de la ZAC Clichy-Batignolles, la couverture passive des besoins de rafraîchissement constitue au contraire un compromis entre « maîtrise de l'énergie » et « confort des ambiances intérieures » ([Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009a, p. 37](#)). Le recours à une conception bioclimatique des bâtiments est donc fortement encouragé. Le CPEDD veille, en plus de cette interdiction, à ce que les espaces de vie intérieurs bénéficient d'une orientation optimale de façon à profiter de la ventilation et de la lumière naturelle (durée d'ensoleillement hivernal minimale, double orientation des logements, etc.) sans souffrir d'une surexposition au soleil pendant les périodes chaudes (protections solaires, végétalisation, etc.). L'interdiction de la climatisation active peut aussi prendre la forme d'un challenge pouvant créer un contexte favorable à la mise en œuvre de solutions innovantes. Par exemple, le bâtiment de la RIVP qui abrite un groupe scolaire et une résidence étudiante est rafraîchi grâce à un puits canadien. La technique du puits canadien revient à exploiter la différence de température entre le sol et l'air (+ 5°C en hiver et -15°C en été) pour préchauffer l'air entrant dans le bâtiment en hiver et le rafraîchir en été,

en faisant circuler l'air dans un conduit enfouit à 2 mètres de profondeur. Le recours à la ventilation double flux avec récupération de chaleur est également inscrit dans le CPEDD. Cette préconisation ne fait également pas l'unanimité chez les architectes ni chez leurs bureaux d'études. Par exemple, l'architecte du lot de logements E.8 nous a raconté s'être « battu » pour ne pas installer de ventilation double flux qui contraint, selon lui trop le comportement des usagers⁴⁷ et peut constituer un risque sanitaire si les filtres de la ventilation ne sont pas effectivement changés tous les six mois. Enfin, l'installation d'une ventilation double flux contraint l'architecte à faire des faux plafonds dans lesquels passent les gaines.

Les CPEDD de la ZAC Clichy-Batignolles contiennent un grand nombre d'objectifs quantifiés à atteindre ou préconisent des actions particulières comme nous venons de le voir. Les objectifs de consommation énergétique sont détaillés poste par poste suivant le programme, comme le montre le Tableau 12. Le CPEDD précise que la production d'énergie par les panneaux *photovoltaïques* ne peut être comptabilisée pour atteindre l'objectif de consommation d'énergie totale d'un programme. A ces cahiers sont annexées des méthodes de calcul simplifiées de l'énergie grise des matériaux de construction ou de la contribution à l'îlot de chaleur urbain des revêtements extérieurs.

Tableau 12 Objectifs de consommation énergétique par poste pour chacun des programmes (source CPEDD lot 3.4, lot O8, lot O9)

| | Chauffage | Froid | ECS | Electricité spécifique (besoins collectifs) | Electricité spécifique (besoins privés) | Total en énergie primaire conventionnelle (RT 2012) |
|--|-----------|-------|------|---|---|--|
| Logements kWh _{ep} /m ² _{SHAB} /an | ≤ 14 | 0 | ≤ 20 | ≤ 40 | ≤ 85 | Cep ≤ 50 kWh _{ep} /m ² SHON _{RT} /an Label Effinergie plus |
| Bureaux kWh _{ep} /m ² _{SUR} /an | ≤ 15 | ≤ 4,5 | ≤ 45 | ≤ 45 | ≤ 70 | Cep ≤ 50 x 1,4 kWh _{ep} /m ² SHON _{RT} /an |
| Commerces et grandes surfaces kWh/m ² _{SUR} /an | ≤ 15 | ≤ 20 | ≤ 10 | ≤ 10 | Objectif de moyen | Cep ≤ 120 kWh _{ep} /m ² SHON _{RT} /an |
| Groupe scolaire kWh/m ² _{SUR} /an | ≤ 10 | 0 | ≤ 15 | ≤ | ≤ 32 | Cep ≤ 50 x 1,4 kWh _{ep} /m ² SHON _{RT} /an |
| Cinéma kWh/m ² _{SUR} /an | ≤ 20 | ≤ 30 | ≤ 2 | ≤ 85 | ≤ 100 | Cep ≤ 150 kWh _{ep} /m ² SHON _{RT} /an |

Au fur et à mesure de la commercialisation des lots, l'aménageur et son AMO ont fait évoluer les CPEDD. La plus grande évolution s'est faite ressentir entre la commercialisation du secteur Est et celle du secteur Ouest où la conception architecturale a suivi une nouvelle méthodologie que nous détaillerons plus loin (cf. [section 6](#)). A chaque fois, il s'agit de bien décliner l'ambition environnementale de la Ville de Paris et de son aménageur pour la ZAC à l'échelle du lot concerné. L'aménageur de l'îlot Saussure a lui aussi rédigé avec l'aide de son AMO des CPEDD. Leur contenu est

⁴⁷ Dans un logement équipé d'une ventilation double flux, l'ouverture des fenêtres est inutile et peut en cas d'ouverture prolongée augmenter la consommation énergétique du chauffage.

très similaire à celui des CPEDD de la ZAC Clichy-Batignolles, bien que les bureaux d'étude soient différents. Afin d'inscrire le projet du Palais de Justice dans la démarche environnementale de la ZAC Clichy-Batignolles, l'Etablissement Public du Palais de Justice de Paris (EPJP) a signé une charte avec la SEMAVIP. A travers cette charte, l'EPJP s'engage auprès de la Ville de Paris à décliner le plus possible ces objectifs de développement durable dans son projet. Comme pour les autres projets immobiliers de la ZAC, le futur Palais de Justice devra produire une certaine quantité d'électricité photovoltaïque, être raccordé à la boucle d'eau chaude développée sur le secteur et au réseau de collecte pneumatique.

La complexité du cahier des charges sur les questions environnementales a amené les maîtres d'ouvrage à faire appel systématiquement à des AMO spécialisés. Le recours à des AMO était d'ailleurs exigé par l'aménageur lors de la signature des actes de vente des terrains. En plus des AMO missionnés par les maîtres d'ouvrage, les architectes travaillent parfois directement avec un bureau d'études. Les préoccupations environnementales sont ainsi intégrées dès le départ dans la conception du projet. Depuis le renforcement de la réglementation thermique (RT 2005), certains architectes ont pris l'habitude de travailler avec un bureau d'études spécialisé en environnement pour les commandes publiques. C'est notamment les projets de bureaux qui nécessitent une expertise complémentaire pour gérer les questions d'accès à la lumière et les circulations comme nous l'a expliqué l'architecte du lot E.8 de la ZAC Clichy-Batignolles.

Il semble qu'aucune équipe intervenant sur la ZAC n'ait fait l'impasse sur les questions énergétiques. Dans la mesure où c'est une opération dont l'ambition environnementale est clairement affichée notamment à travers l'appellation « écoquartier », nous ne sommes pas surpris de savoir que les maîtres d'œuvre aient bien intégré les exigences énergétiques à leur projet. Les acteurs participant aux ateliers de conception nous ont paru sensibles aux questions énergétiques, bien qu'à des degrés différents. Mais, la performance énergétique et la production d'énergie photovoltaïque constituent des données d'entrée à chaque projet immobilier. Les différentes équipes ont bien conscience que ces objectifs sont incontournables, qu'ils ne pourront en faire l'impasse, même si quelques promoteurs ont tenté de réduire l'objectif de production photovoltaïque, arguant que l'objectif fixé n'était pas atteignable. L'interdiction du recours à la climatisation, pourtant très contraignante notamment pour les immeubles de bureaux situés sur la dalle, n'a pas été à notre connaissance contestée. Ainsi, cette appellation « écoquartier », bien que galvaudée, semble jouer un rôle non négligeable dans l'engagement des différents acteurs intervenant sur le projet.

L'urbaniste considère que l'objectif de consommation énergétique visé sur la ZAC contraint particulièrement l'esthétique architecturale à partir du moment où il impose le recours à l'isolation par l'extérieur :

« En termes d'implantation, sur tous les aspects d'enveloppe purs et durs – l'isolation par l'extérieur – ça a été inscrit dans le plan climat. A partir de là, c'était une contrainte imposée aux architectes. Ils avaient la liberté de faire l'isolation par l'intérieur s'ils le souhaitaient, mais pour gérer les ponts thermiques, pour atteindre les objectifs de consommation d'énergie, tout poussait vers l'isolation par l'extérieur. L'industrie du bâtiment va également dans ce sens, donc difficile d'y échapper. Il n'y avait pas trop de discussions, c'était un principe adopté par les architectes dès le départ de leur projet. On prenait un peu de marge dans nos constructibilités pour que ce soit possible à intégrer par les architectes. » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Le recours à l'isolation par l'extérieur étant un point d'entrée du projet, il a donc été anticipé par l'urbaniste dans le plan masse et la définition des volumétries. Bien que l'architecture proposée sur le secteur « détonnera » comparée à l'architecture que l'on peut trouver dans les quartiers alentours, l'urbaniste regrette que les futurs bâtiments arborent une architecture à la mode, dictée par l'industrie du bâtiment : « *au niveau de l'architecture, les bâtiments sont des bâtiments qu'on pourrait voir à Metz ou à Angers. C'est l'industrie du bâtiment qui dicte l'esthétique* » (Atelier François Grether, le 07/11/2012). Rares sont les projets qui proposent une architecture intégrant des doubles peaux, solution jugée souvent trop onéreuse par les promoteurs et encore mal appropriée par les entreprises de construction. Dans la mesure où la performance énergétique d'un bâtiment représente un poste budgétaire supplémentaire, moins de budget peut être consacré aux aspects esthétiques, décoratifs de l'architecture.

3. L'APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR DU SECTEUR : PLUSIEURS PISTES EXPLOREES POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DU PLAN CLIMAT

Les études sur le secteur Clichy-Batignolles ont été relancées en 2006-2007. Cette fois les études n'avaient plus pour objet d'analyser la faisabilité d'un projet de village olympique mais d'un projet urbain mixte. Si le programme de l'opération a évolué, la volonté de créer un quartier exemplaire sur le plan environnemental est restée intacte. La SEMAVIP a donc mis à jour les études qui avaient été réalisées pour le projet de village olympique pour déterminer l'ambition environnementale du nouveau projet. En s'appuyant sur le bureau d'étude Izuba, AMO sur la ZAC Cardinet-Chalabre, l'aménageur a recherché des énergies alternatives pour alimenter le futur quartier :

« Assez tôt a été définie la nécessité de trouver un moyen de production d'énergie propre, qui sortirait des schémas usuels parisiens. Essayer de trouver un système de production relativement autonome. Le gaz étant initialement exclu puisqu'il produit du carbone. L'électricité nucléaire n'était pas la meilleure source d'énergie. Il fallait trouver quelque chose d'autre » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

3.1. LES PREMIERES ETUDES : IDENTIFIER LES POTENTIALITES DU SITE EN MATIERE D'ENR

D'après le plan climat, trois sources d'énergies renouvelables pouvant approvisionner le futur quartier en chaleur ont été étudiées : le bois, la géothermie de l'Albien et celle du Dogger. Nous n'avons pas réussi à rencontrer le bureau d'études Izuba qui, d'après les autres acteurs que nous avons interviewés, aurait conduit les études préalables à partir desquelles les objectifs du plan climat ont été formulés. En réalité il semble que les études aient été menées par Izuba en collaboration avec Hespul pour la ZAC Cardinet-Chalabre en 2007-2008. Les conclusions de ces études auraient été étendues à l'ensemble des deux ZAC à la demande du bureau d'étude. Le plan climat a donc repris les conclusions formulées par les bureaux d'études :

« Ce paragraphe [du plan climat, consacré à une opération d'aménagement parisienne] a été plus ou moins un copier-coller d'études qui étaient déjà engagées sur les opérations. C'est exactement ce qui s'est passé sur Clichy, avec le paragraphe plan climat de Clichy Batignolles, qui reprend complètement, voire même qui copie-colle les conclusions de l'étude qu'avait fait Izuba sur la ZAC

Cardinet-Chalabre. Qui demandait qu'on généralise ce niveau d'exigence sur le nouveau secteur opérationnel de Clichy Batignolles » (Une autre ville, le 21/08/2012).

En 2008, ces deux bureaux d'études ont été à nouveau missionnés par la SEMAVIP sur la période 2008-2012 afin d'approfondir les études initiales, mais pour la ZAC Clichy-Batignolles cette fois. Ces deux missions s'intitulaient « étude en phase de programmation pour le choix et la mise en place des solutions énergétiques » (Izuba énergies, 2008, 2012). Le fait que les objectifs du plan climat reposent sur l'étude menée par Izuba et Hespul apparaît fondamental. Ces objectifs, qui de par leur ambition exceptionnelle pourraient paraître fantaisistes, sont légitimés par l'appui de ces experts. Comme nous l'explique un membre de l'équipe Grether, les objectifs du plan climat sont des objectifs « vraisemblables » issus d'une étude de faisabilité et pas simplement des objectifs politiques, symboliques: « Ce n'est pas rapporté, c'est pré-étudié. Toute la rédaction du plan climat est faite de telle sorte que ce soit vraisemblable. Sinon, ça serait difficile à mettre en œuvre de manière abstraite » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Dans les études menées à partir de 2008 par les AMO énergie de la ZAC Clichy-Batignolles, Izuba et Hespul, l'ambition du plan climat a été traduite en un objectif de triple neutralité, c'est-à-dire zéro émission de CO₂, zéro énergie primaire non renouvelable et zéro déchet nucléaire induit (SEMAVIP, 2009, p. 3). Si les deux premiers objectifs correspondent bien au plan climat, l'objectif sur les déchets nucléaires nous paraît plus extrapolé. La volonté affichée dans le plan climat de compenser les consommations électriques des bâtiments, hors usages domestiques, par l'électricité produite par des panneaux photovoltaïques sur la ZAC, induit effectivement la réduction de consommation de l'électricité issue du réseau national donc majoritairement produite à partir de centrales nucléaires. Toutefois, réduire l'électricité d'origine nucléaire ne fait pas parti des objectifs du plan climat⁴⁸, encore moins la question des déchets nucléaires. Ces objectifs ne concernent que l'exploitation du futur quartier. Le périmètre considéré pour la constitution des différents scénarios comprend le territoire compris dans les ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet-Chalabre. Les besoins énergétiques du secteur Saussure sont pris en compte pour le dimensionnement des moyens de production pour le réseau de chaleur uniquement. Bien que les bureaux d'études aient été missionnés par l'aménageur de la ZAC Clichy-Batignolles, les études menées prennent en considération l'ensemble du secteur de projet.

A partir du plan masse réalisé par Grether et son équipe, les bureaux d'études ont simulé les besoins de chauffage et les déperditions thermiques des bâtiments des deux ZAC. Les logiciels de simulation thermique dynamique utilisés sont Alcyone, Pléiades et Comfie⁴⁹. Ils permettent de modéliser la géométrie du bâtiment, son environnement climatique, les masques qui l'entourent et les matériaux des éléments constructifs. Les besoins de chauffage sont calculés en fonction d'un scénario d'occupation. Les coefficients d'isolation modélisés sont de 30 à 55% supérieurs à la RT 2005. Ces simulations ont conclu qu'il fallait renforcer l'isolation des parois opaques des bâtiments de 35% comparé à la RT 2005 et ont préconisé le recours à la ventilation double flux. Cette dernière préconisation est d'ailleurs reprise dans les CPEDD.

En matière d'énergies renouvelables et de récupération, l'exploitation de plusieurs ressources a été explorée : la géothermie, la chaufferie bois, la récupération de chaleur sur les eaux usées, le solaire

⁴⁸ Cet objectif en matière de déchets nucléaires traduit la proximité entre l'engagement de la société Izuba et l'association « NégaWatt » dont Thierry Salomon, cofondateur d'Izuba, est le président.

⁴⁹ Ces logiciels sont développés par la société Izuba.

thermique (pour l'eau chaude sanitaire uniquement donc en complément d'une autre ressource), l'éolien et le photovoltaïque. A partir de l'analyse comparative de chacune des solutions, différents scénarios énergétiques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont été étudiés. L'installation d'éoliennes a par exemple était écartée en raison de la faiblesse du gisement et de son inadaptation au milieu urbain dense. Bien qu'une chaufferie bois alimentant une boucle d'eau chaude locale soit intéressante en matière énergétique, son installation dans Paris n'est pas compatible avec les dispositions du plan de protection de l'atmosphère de l'agglomération parisienne qui tendent à réduire l'utilisation du chauffage au bois et serait compliquée à mettre en place (approvisionnement et stockage du bois). Cette solution aurait en plus concurrencé le projet de la CPCU d'installer une centrale bois à Saint Ouen.

Cinq solutions reposant sur la ressource géothermale ont été comparées : les pieux géothermiques, les sondes géothermales, les forages sur la nappe de l'aquifère de l'Eocène, les forages dans l'Albien et les forages dans le Dogger. Ces différentes techniques d'exploitation de la géothermie diffèrent en termes de profondeur, de température d'exhaure⁵⁰, du nombre de forages nécessaires, de coûts d'investissement, de la nécessité d'une pompe à chaleur consommatrice d'électricité et de la possibilité d'être utilisées pour du rafraîchissement. Ces caractéristiques, ainsi que les avantages et inconvénients des différentes solutions pour le secteur Clichy-Batignolles telles qu'elles ont été mises en évidence par les bureaux d'études sont répertoriées dans le [Tableau 13](#). Une campagne de mesures a été réalisée par un cabinet spécialisé sur le site afin d'évaluer avec précision le potentiel des différentes couches d'aquifères. Les pieux et les sondes géothermiques, qui puisent la chaleur dans le sol ont été écartés du fait du grand nombre de forages nécessaires. Cette densité de forage risque en effet de créer à terme des *poches froides* irréversibles. Par ailleurs ces solutions sont très consommatrices d'électricité, du fait d'un recours systématique à des pompes à chaleur (PAC). Parmi les solutions dans l'Aquifère, le forage dans les nappes de l'Eocène est la moins onéreuse, mais l'implantation de plusieurs doublets séparés chacun de 150 m en fait une technique inadaptée au centre urbain dense, dans la mesure où il est difficile de disposer de plusieurs terrains disponibles. Puiser la chaleur dans le Dogger est la solution permettant de s'approcher au mieux des objectifs en termes d'énergies renouvelables. Si la consommation énergétique nécessaire au pompage de l'eau située à 180m de profondeur est relativement importante, une PAC est nécessaire pour la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) uniquement, la température d'exhaure étant comprise entre 55 et 57°C. En effet, la température à atteindre pour le chauffage est 55°C (chauffage basse température) et 63°C pour l'ECS⁵¹. Cette solution représente un investissement très important, puisqu'il faut forer deux puits de 180m de profondeur. A titre indicatif, dans le bassin parisien en 2008, le coût d'investissement d'un doublet géothermique dans le Dogger était de l'ordre de 10 400 000 € HT ([Lemale, 2012, p. 139](#)). Pour rentabiliser un tel investissement, les besoins en chaud des bâtiments du secteur ne sont pas suffisants, il est indispensable de trouver des bâtiments à alimenter en chaleur à l'extérieur de la zone d'aménagement. Comparée à la géothermie dans le Dogger, la géothermie dans l'Albien représente un investissement moins important, puisqu'il faut forer moins profondément. Cependant cette solution est énergétiquement moins intéressante, du fait de la nécessité de PAC pour l'ECS et pour le chauffage, ce qui représente une consommation électrique conséquente : « Après conversion en énergie primaire, l'utilisation de ressources non renouvelables est donc finalement assez importante, contrairement à l'objectif zéro énergies primaires non renouvelables » ([SEMAVIP, 2009, p. 9](#)). En effet, l'électricité

⁵⁰ Les eaux extraites du sous-sol sont appelées exhaure.

⁵¹ Pour limiter le risque de développement de la bactérie légionellose, il est nécessaire que la température de l'ECS dépasse 60°C.

consommée par les PAC pour atteindre 55°C pour le chauffage et 63°C pour l'ECS provient du réseau électrique et n'est donc pas produit par des ENR&R, d'où un taux de couverture des besoins en chauffage et en ECS par les ENR&R moins intéressant que pour la solution dans le Dogger.

La récupération de chaleur sur les eaux usées a été envisagée par Izuba énergies. C'est une solution proche de la géothermie sur l'Eocène en termes de performance énergétiques (niveaux de température, et recours à des PAC), et qui représente un investissement moindre. Jugée intéressante par l'AMO, la faisabilité d'installer un tel système mérite donc d'être étudiée plus en profondeur – ce qui ne sera pas fait par les équipes de Clichy-Batignolles. Dans le cas de Clichy-Batignolles, les capteurs solaires thermiques ne sont pertinents que s'ils sont associés à une chaufferie bois, ou à des pieux ou sondes géothermiques. L'installation de panneaux solaires thermiques rentrerait en concurrence avec les autres solutions géothermiques d'un point de vue énergétique et économique. En revanche, le secteur présente un potentiel de production d'électricité photovoltaïque important, bien que contraint par la densité bâtie projetée et l'orientation des bâtiments. Les bureaux d'études ont évalué le potentiel de production photovoltaïque (PV) à partir du plan masse (cf. [section 4](#)).

A partir de ces premiers éléments de faisabilité, les AMO ont composé des scénarios énergétiques comprenant un niveau de consommation des bâtiments, une hypothèse d'approvisionnement énergétique pour le chauffage et pour l'ECS. Deux scénarios servent de référence, dans lesquels les bâtiments respectent la RT 2005 et sont alimentés soit par le gaz, soit par le réseau CPCU. Parmi les scénarios à l'étude, tous considèrent des bâtiments très basse consommation (BBC ou passif) alimentés soit par le réseau CPCU, soit par une centrale à bois et un appoint par le réseau CPCU complétés par du solaire thermique pour l'ECS, soit par un puits de géothermie accompagné d'une PAC dans l'Eocène ou dans l'Albien ou dans le Dogger (pour ce dernier, la PAC n'est utile que pour produire l'ECS). Au terme de cette comparaison, outre l'exigence de bâtiments très performants (BBC ou passifs), les experts préconisent la création d'un réseau de chaleur local d'eau chaude desservant les bâtiments des deux ZAC, alimenté par de la géothermie (le type d'exploitation géothermique n'a pas encore été tranché) et raccordé au réseau de la CPCU. Le raccordement de la boucle d'eau chaude au réseau existant de la CPCU permet de proposer une solution temporaire aux premiers immeubles livrés, et peut constituer ponctuellement un appoint en vapeur et une solution de secours lors des opérations lourdes d'entretien ou de maintenance. Il permet aussi éventuellement de valoriser l'énergie excédentaire sur le réseau CPCU. Par rapport aux études préalables au plan climat, l'hypothèse d'une chaufferie bois a été écartée.

Tableau 13. Comparaison des techniques d'exploitation de la géothermie pour le secteur Clichy-Batignolles d'après (SEMAVIP, 2009, p. 8-9), (+ faible, ++ moyen, +++ fort, ++++ élevé)

| Technique d'exploitation de la géothermie | Pieux géothermiques | Sondes géothermiques | Eocène | Albien | Dogger |
|---|---|---|---|---|--|
| Source d'énergie | Sol | Sol | Aquifère | Aquifère | Aquifère |
| Profondeur | 15m | 50-100m | 30-120m | 600m | 1800m |
| Nombre de forages nécessaires | 5 500 | 600 | Entre 2 et 5 doublets | 1 doublet | 1 doublet |
| Température d'exhaure (hiver) | 5°C | 8°C | 12-13°C | 26°C | 55-57°C |
| Pompe à chaleur (PAC) | Nécessaire | Nécessaire | Nécessaire | Nécessaire | Nécessaire pour l'ECS uniquement |
| Coût d'investissement | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ |
| Energie de pompage | ++ | ++ | ++ | +++ | ++++ |
| Energie consommée par la PAC | ++++ | ++++ | +++ | +++ | + |
| Avantages | | | | Un seul doublet à implanter | Besoins en PAC limité |
| Inconvénients | Densité des forages = Risque trop élevé de création de « poches froides », recours important à la PAC | Densité des forages, solution pour préserver la ressource chère, recours important à la PAC | Implantation et raccordement des doublets complexes, recours important à la PAC | Recours important à la PAC | Investissement lourd, besoins en chaud insuffisants sur le secteur |
| Bilan | Solution inadaptée | Solution inadaptée | Solution complexe, besoins d'études approfondies | Solution envisageable mais consommation électrique importante des PAC | Solution envisageable si bâtiments hors périmètre raccordés |

3.2. LA GEOTHERMIE : ALBIEN OU DOGGER ?

Il a rapidement été décidé de réaliser une boucle d'eau chaude desservant le secteur Clichy-Batignolles, la question de son approvisionnement a toutefois fait l'objet d'études plus approfondies. En réalité les études menées se sont focalisées sur la faisabilité de réaliser un doublet géothermique soit dans l'Albien, soit dans le Dogger : « Mais il y a une boucle locale d'eau chaude qui a été décidée, qui a été mise en œuvre. La difficulté est de trouver l'alimentation qui réponde à cette exigence du plan climat. Izuba a mené ces études et a déterminé l'intérêt d'une géothermie sur l'Albien, sur le Dogger, selon la profondeur » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Dans un premier temps, la solution dans l'Albien a été jugée très complexe à mettre en œuvre comparée au taux d'énergies renouvelables qu'elle permet d'atteindre (65% alors que l'objectif du plan climat est de 85%). Les deux puits doivent en effet être distants d'au moins 400m pour qu'il n'y ait pas de risque de refroidir la ressource en quelques années. De plus, Eau de Paris considérait qu'il fallait préserver la nappe phréatique :

« Dans un premier temps, cette solution avait été écartée, d'abord parce que techniquement, elle suppose la création de deux puits distants l'un de l'autre d'au moins 400 ou 500 m, pour ne pas risquer de refroidir la nappe et que la ressource s'épuise en quelques années. C'était un peu compliqué à mettre en œuvre. Et aussi parce qu'Eau de Paris considérait que l'Albien était une nappe un peu sanctuarisée qu'il fallait respecter parce que c'est l'alimentation en eau de Paris » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012)

Le forage dans le Dogger a donc été privilégié. Un doublet géothermique dans le Dogger peut alimenter une superficie deux fois supérieure à celle du secteur Clichy-Batignolles. Dans l'espoir de rentabiliser cet investissement conséquent, la Ville de Paris et son aménageur sont partis à la recherche de bâtiments à l'extérieur du secteur pouvant être intéressés par cette chaleur excédentaire :

« A ce moment-là se pose la question du coût de l'investissement par rapport à la zone géographique couverte. L'investissement se rentabilise à partir d'une certaine échelle de couverture. Est-ce qu'on est uniquement dans le cadre de l'opération de la ZAC Clichy Batignolles ? Est-ce qu'on est susceptible d'étendre le réseau sur d'autres sites alentours ? La ville de Clichy ? Plus loin dans Paris ? » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

La zone considérée dans les études de faisabilité a donc été élargie. Les bailleurs sociaux ayant des bâtiments aux alentours des Batignolles ont été approchés, mais raccorder des bâtiments existants au réseau de chaleur nécessite un certain nombre de travaux sur les chaudières. Si certains bailleurs auraient pu néanmoins être intéressés, les besoins en chaleur qu'ils représentaient n'étaient pas suffisants. Les municipalités de Clichy et de Levallois ont également été approchées, mais celles-ci ont décliné la proposition :

« Le forage d'un puits sur Dogger, pour être à peu près rentabilisé économiquement, il aurait fallu qu'il puisse desservir une superficie d'à peu près deux fois ce qu'on va construire sur Clichy Batignolles. C'est un modèle qui économiquement ne tourne pas du tout. La Ville aurait pu investir à fonds perdus. On a étudié la possibilité d'étendre le réseau, mais c'est très complexe parce que ça suppose de modifier toutes les chaudières. On a exploré les patrimoines des bailleurs sociaux qui sont très importants dans le secteur. Il y avait des pistes pour l'étendre à la Sablière, Paris Habitat, etc. Mais ce n'était pas suffisant, et de loin ! PBA est aussi allé voir si Levallois et Clichy pouvaient être intéressés, puisqu'ils sont limitrophes. Tout a été exploré pour essayer d'étendre la zone desservie. On n'a pas abouti à quelque chose de très satisfaisant » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Malgré ces recherches, le nombre de clients potentiels restent insuffisant pour rentabiliser le forage dans le Dogger. La Ville de Paris a donc à faire un choix entre, investir à perte mais dans une solution permettant d'atteindre ses objectifs ambitieux de recours aux énergies renouvelables, et investir dans un puits de géothermie dans l'Albien, mais énergétiquement moins intéressant du fait des pompes à chaleur. Les études concernant la faisabilité de forer un doublet dans l'Albien ont donc été relancées.

Eau de Paris, régie municipale en charge de la gestion du service public de l'eau pour la capitale (de la production à la distribution) a vu dans le projet d'aménagement de la ZAC Clichy-Batignolles l'occasion de trouver un terrain pour un nouveau puits de secours en eau potable. Afin d'assurer la continuité de son service en cas de crise comme une pollution accidentelle de ses champs de captage, Eau de Paris réalise des forages dans la nappe de l'Albien. La réalisation de ces forages de secours est inscrite dans le Schéma d'Aménagement

et de Gestion des Eaux (SDAGE). Entre 1996 et 2002, cinq forages ont déjà été réalisés, mais ceux-ci ne permettent pas de subvenir aux besoins d'eau potable de l'ensemble de la population parisienne (Naudet, 2014).

L'idée a donc été avancée de mutualiser l'approvisionnement en chaleur du secteur Clichy-Batignolles et la réalisation du puits de secours en eau potable. Les coûts des travaux pourraient être mutualisés, la rentabilité des deux projets s'en trouvant ainsi nettement améliorée. Deux puits seraient donc forés d'une profondeur de 800m de manière à puiser l'eau à 30°C dans la nappe phréatique de l'Albien. En installant un échangeur thermique et une pompe à chaleur, la boucle d'eau chaude pourrait être alimentée en chaleur. Selon ce dispositif, la chaleur serait donc produite par Eau de Paris et distribuée par la CPCU. En étant responsable des opérations de forage et gestionnaire des puits, la régie pourra prévenir les risques de pollution de la nappe phréatique initialement soulevés contre le projet de géothermie.

3.3. LA RECUPERATION DE LA CHALEUR SUR LES EAUX USEES

Si la récupération de chaleur sur les eaux usées avait été identifiée dans les études de 2009 des AMO énergie de la ZAC Clichy-Batignolles, cette solution n'a pas fait l'objet d'études supplémentaires. Les études approfondies ont plutôt été orientées sur la géothermie comme nous venons de le voir. Mais en 2011, le Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement (STEA) de la Ville de Paris a lancé des études de faisabilité pour la mise en place d'un système de récupération de la chaleur sur les eaux usées qui alimenterait la boucle d'eau chaude locale desservant les futurs bâtiments de Clichy-Batignolles.

L'intérêt du STEA pour ce système énergétique de récupération est né en 2010 avec l'arrivée d'un nouveau chef de service intéressé par la synergie entre les réseaux urbains. Ayant auparavant travaillé pour la CPCU, ce nouveau responsable a une bonne connaissance du fonctionnement des réseaux de chaleur et de leurs difficultés. Sous son impulsion, le STEA souhaite expérimenter dans un premier temps la récupération de chaleur sur les eaux usées pour le chauffage d'un équipement public. L'école et le collecteur des eaux usées rue des Wattignies dans le 12^{ème} arrondissement, sont retenus pour une première expérimentation. Plusieurs éléments nécessitent d'être réunis pour permettre la mise en place de ce système énergétique. Tout d'abord, il faut trouver un collecteur de taille moyenne, dans lequel le débit des effluents soit ni trop faible (les échangeurs thermiques doivent être immergés), ni trop fort (pour permettre l'entretien) et un bâtiment public situé à proximité de ce collecteur (dans un rayon de 150 m maximum). De plus, il faut que l'installation de ce système soit pertinente du point de vue de l'environnement et de l'économie. La substitution de l'énergie de chauffage doit présenter un gain environnemental suffisant pour que le projet puisse être subventionné par l'ADEME et il ne doit pas se traduire par une augmentation de la facture de chauffage. En effet, l'installation du système représente un investissement important (de l'ordre de 400 000 € pour l'installation rue Wattignies), qui ne peut être financée sans subvention. Un temps de retour sur l'investissement de l'ordre de 20 à 25 ans est difficilement acceptable pour un opérateur énergétique. S'il est intéressant du point de vue environnemental de passer d'un chauffage alimenté au gaz à cette énergie de récupération, ce n'est pas rentable du point de vue économique. Le gaz a aujourd'hui un coût si bas que l'installation de la récupération de chaleur sur les eaux usées augmenterait la facture de chauffage de l'équipement. Une piscine municipale chauffée à l'électricité se prête donc très bien à ce type d'expérimentation. C'est d'ailleurs le choix qui a été fait pour un second test – piscine Aspirant Dunand dans le 14^{ème}. Enfin, il est aussi nécessaire que le fonctionnement de la pompe à chaleur ne consomme pas trop d'électricité au regard de la surface chauffée. Une consommation excessive de la pompe à chaleur pourrait remettre en question la pertinence du dispositif. Cette première expérimentation dans le 12^{ème} arrondissement a rencontré quelques difficultés de mise en œuvre, mais le principe a séduit Monsieur le Maire.

Afin de surmonter l'obstacle économique, le STEA a pensé mutualiser l'installation des échangeurs thermiques avec d'autres travaux sur le réseau. En multipliant les bénéfices tirés des travaux, les sources de subventions possibles sont elles aussi multipliées : l'agence de l'eau pourrait contribuer à la partie hydraulique et l'ADEME à la partie chaleur. C'est ainsi que le site de Clichy-Batignolles est apparu comme un lieu idéal d'expérimentation à grande échelle. Le STEA avait depuis près de vingt ans le projet de relier deux importants collecteurs de manière à faciliter l'entretien du réseau, puisque cette nouvelle canalisation permettrait de mettre à sec un collecteur en basculant les effluents sur l'autre. Mais cet intérêt hydraulique ne suffisait pas à justifier de tels travaux. Au vu des débits d'effluents entre ces deux collecteurs, un réel potentiel énergétique à cet endroit existe. Cette canalisation, longue de 1km et d'un diamètre compris entre 2 et 3 m, pourrait donc également servir de lieu de stockage pour éviter les déversements dans la Seine en cas de forte pluie. Il est plus facile d'installer le système de récupération de chaleur dans un égout neuf, l'échangeur pouvant être intégré directement dans la structure. Ce projet regroupe donc tous les ingrédients favorables à une expérimentation de grande échelle.

Convaincu par le caractère innovant et l'intérêt écologique de cette technologie, le chef du STEA a lancé des études de faisabilité technique et économique afin de convaincre Monsieur le Maire. Un bureau d'études spécialisé a été missionné et une campagne de relevés de températures a été réalisée. Ces études étaient l'occasion de vérifier les hypothèses énoncées initialement. Celles-ci ont montré que la température des effluents était plus stable que prévu, comprise entre 12 et 18°C quelle que soit la température extérieure.



Figure 33. Schéma de fonctionnement du système de récupération de chaleur sur les eaux usées installé rue de Wattignies dans le 12^{ème} arrondissement de Paris ("Le procédé Degrés Bleus séduit la ville de Paris," 2011)

3.4. L'ARBITRAGE DU MAIRE DE PARIS

En juin 2012, le choix entre les solutions géothermales (Albien ou Dogger) et la récupération de chaleur sur les eaux usées a été soumis au Maire de Paris. Le Maire a arbitré en faveur de la géothermie dans l'Albien. La solution du STEA a été jugée trop risquée parce qu'encore peu expérimentée et ne permettant pas d'atteindre l'objectif de production d'énergies renouvelables inscrit dans le plan climat. En raison de la consommation électrique des pompes à chaleur, ce système permet de produire de la chaleur à 62% d'origine renouvelable. Pourtant la géothermie dans l'Albien ne permet pas non plus d'atteindre l'objectif du plan climat selon lequel 85% de la chaleur consommée sur le secteur doit provenir d'énergies renouvelables.

En 2012, la CPCU a réalisé les canalisations de la nouvelle boucle d'eau chaude desservant les bâtiments du secteur Est ([Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain, 2012](#)). Les travaux du puits de géothermie dans l'Albien doivent débuter au printemps 2014 pour une mise en service à la fin de l'année 2015 ([Eau de Paris, 2014](#)). D'ici là, les premiers bâtiments livrés sont alimentés par le réseau « classique » de chaleur de la CPCU. Le raccordement à la boucle d'eau chaude de la CPCU est d'ailleurs exigé dans les CPEDD. Lorsque nous avons cherché à comprendre pourquoi, l'ancien chargé du développement durable à la SEMAVIP nous a répondu que c'était pour donner une garantie à la CPCU : « *C'était aussi pour sécuriser CPCU. Stricto sensu, il n'y aurait pas forcément eu besoin de le faire puisqu'on constate dans la pratique que tout le monde se raccorde plus ou moins* » ([Une autre ville, le 21/08/2012](#)).

De son côté, la SNEF a souhaité que les futurs bâtiments du secteur Saussure soient chauffés par le réseau de chaleur CPCU, avant de savoir si la boucle d'eau chaude alimentée par la géothermie était possible. La CPCU n'est pas présente dans ce secteur, plusieurs hypothèses de déploiement du réseau de chaleur ont été étudiées. Une première hypothèse consiste à créer une boucle d'eau chaude alimentée par le réseau vapeur depuis la porte d'Asnières, ce qui nécessite l'implantation d'une station d'échange. L'autre solution envisageable revient à étendre le réseau depuis Clichy-Batignolles, mais le pont Cardinet est trop encombré pour permettre le passage d'un réseau supplémentaire. La dernière alternative consiste à amener le réseau depuis Clichy-Batignolles grâce au nouveau pont au-dessus des voies ferrées prévu dans le projet. Seulement ce nouveau pont ne sera pas construit avant la livraison des bâtiments Saussure. Il était donc nécessaire de prévoir une solution de chauffage provisoire indépendante de l'installation du réseau de chaleur. De plus, les études sur l'approvisionnement en énergies renouvelables de la boucle d'eau chaude n'avaient pas encore abouties lors de la conception des bâtiments du lotissement. Ainsi, la part de chaleur issue de la géothermie n'ayant pas été prise en compte dans les calculs de consommation énergétique des bâtiments, le coefficient de conversion en énergie primaire « classique » de la CPCU a été considéré. En définitive, les immeubles côté Saussure seront bien connectés au réseau de chaleur alimenté en partie par le puits de géothermie et bénéficieront d'ici là d'une chaudière à gaz. Cette solution provisoire, décidée en concertation avec la CPCU, permet de changer la source de chaleur sans effectuer de nouveaux travaux dans les immeubles.

Ce sera donc un doublet géothermique allant puiser de l'eau à 30°C dans la nappe de l'Albien qui sera réalisé. L'enquête publique, préalable à l'autorisation des travaux de forage, s'est déroulée du 2 janvier au 3 février 2014. Le puits producteur sera situé au nord de la ZAC, sous le parking autocars et le puits d'injection entre la petite ceinture et la voie nord-sud, comme le montre la [Figure 34](#). Les deux puits seront donc séparés de 650m, distance suffisante pour préserver la ressource géothermale dans le temps. Le fonctionnement de la production de chaleur à partir du doublet géothermique, de sa distribution dans la boucle locale et de sa livraison aux immeubles est schématisé sur la [Figure 35](#). L'eau de la nappe à 28°C est pompée en circuit fermé et utilisée pour chauffer l'eau du réseau de chaleur, une pompe à chaleur est utilisée pour atteindre la température requise pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Le réseau de chauffage mis en place sur la ZAC est un réseau basse température à 45°C.

Le raccordement au réseau de chaleur est imposé aux maîtres d'ouvrage des bâtiments dans les CPEDD de la ZAC Clichy-Batignolles. Dans les CPEDD des premiers bâtiments, côté Est, rédigés avant l'arbitrage en faveur de la géothermie dans l'Albien, le raccordement au réseau de chaleur de la ZAC est plutôt incitatif qu'impératif : « les bâtiments seront autant que possible raccordés au réseau de chaleur de la ZAC » (SEMAVIP et al., 2010, p. 9). L'exigence du raccordement est exposée de manière plus directe dans les CPEDD des lots du secteur Ouest : « Les bâtiments quels que soient leurs usages seront raccordés au futur réseau de chaleur du secteur Clichy Batignolles. Ce réseau sera alimenté par un système de géothermie dans l'Albien, qui produira de la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire » (Paris Batignolles Aménagement et al., 2012).

Même si le projet de récupération de chaleur sur les eaux usées n'a pas été retenu par le Maire de Paris, cette expérience a permis au STEA d'identifier les différentes problématiques inhérentes à la mise en œuvre de cette technologie à grande échelle. Les principaux obstacles à surmonter sont donc :

- Les questions juridiques relatives à la vente de la chaleur : qui est habilité à vendre ces calories ? Le STEA n'est pas légalement en mesure d'assurer cette vente, c'est un gestionnaire de réseau d'assainissement, pas un opérateur de chauffage. Une des pistes envisagées revenait à considérer ce système comme une usine de production de chaleur de la CPCU. Mais se posait alors la question de la passation des contrats.
- La rentabilité économique : la récupération de chaleur sur les eaux usées représente un coût d'investissement très important avec un temps de retour sur l'investissement très long. En plus de nécessité des subventions, il est nécessaire de trouver un opérateur capable de supporter cet investissement. Il est également important de veiller à ne pas augmenter la facture de chauffage de l'utilisateur final.
- Le besoin d'un système de secours : la pérennité du flux d'effluents et la stabilité à long terme de ses caractéristiques (débit, température) et la continuité d'exploitation (mise à sec du réseau en cas de problème d'exploitation) ne peuvent être assurées. Ainsi, il est nécessaire de mettre en place une solution de secours à un coût abordable. A Clichy-Batignolles, la solution de secours envisagée consistait à brancher la boucle d'eau chaude sur le réseau CPCU. Mais, le coût de l'extension du réseau CPCU mettait en péril la faisabilité économique de l'ensemble du projet.

Une des pistes à explorer pour améliorer la rentabilité économique de cette installation serait la possibilité d'installer une pompe à chaleur réversible, permettant de produire du froid durant l'été, période où la demande de chaleur n'est pas suffisante pour assurer un retour sur l'investissement intéressant. La production de froid semble techniquement envisageable mais ne pourrait être généralisée, dans la mesure où une augmentation trop importante de la température des effluents arrivant à la station d'épuration (supérieure à 3°C) serait problématique pour le processus d'épuration.

Les réflexions sur le développement de cette technologie se poursuivent, même si peu d'occasions aussi favorables de mise en œuvre devraient se présenter à nouveau. Si les membres du STEA comprennent et respectent la décision du Maire, nous avons senti une certaine déception chez la personne que nous avons rencontrée. Ce projet aurait eu une certaine ampleur pour le service, puisqu'il aurait permis l'embauche de trois personnes à temps plein. Toutefois, le développement à Paris de cette technologie n'a pas été abandonné, puisqu'elle a été inscrite dans le *Livre bleu de l'eau et de l'assainissement*. Il est même envisagé de proposer ce dispositif pour l'alimentation du futur quartier Bercy-Charenton, dont le projet urbain a récemment démarré. L'ambition du STEA serait d'inscrire la nécessité d'explorer cette voie dans le cahier des charges de l'aménageur. De cette façon, le projet énergétique pourrait être en phase avec le projet d'aménagement, ce qui permettrait d'identifier le rôle de chacun des acteurs et lever ainsi les difficultés juridiques.

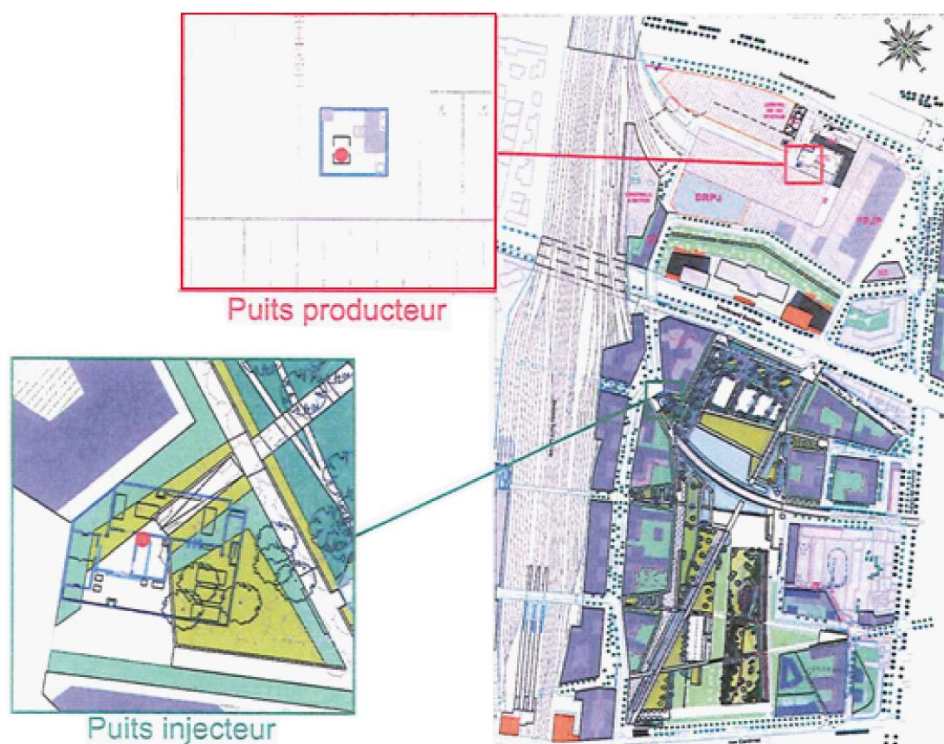


Figure 34. Localisation du doublet géothermique dans l'Albien sur le plan de l'opération Clichy-Batignolles (Source: Naudet, 2014, p. 33)

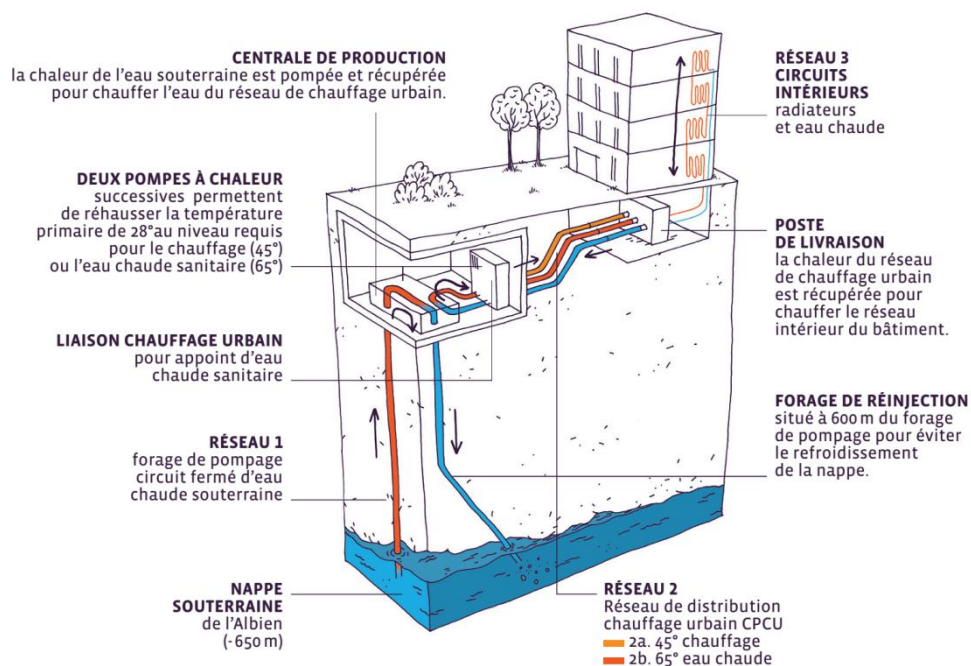


Figure 35. Schéma de fonctionnement du système de chauffage à partir de la géothermie mis en place sur le secteur Clichy-Batignolles (Source: Mairie de Paris, Paris Batignolles Aménagement, & Mairie du 17ème, 2012)

4. MISE EN ŒUVRE DE L'OBJECTIF DE PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Le plan climat de 2007 prévoit pour Clichy-Batignolles la compensation des consommations électriques dues à l'éclairage (intérieur et extérieur), aux auxiliaires de chauffage et d'ECS et autres services généraux par une production locale d'électricité photovoltaïque (PV). Ainsi, les bureaux d'études missionnés par la SEMAVIP ont réalisé des études visant à maximiser la production PV sur les deux ZAC. La démarche mise en place pour atteindre cet objectif du plan climat nous a été décrite dans ces termes par la Direction de l'Urbanisme de la Ville de Paris :

« A partir de cet objectif un peu général qui existait dans le plan climat, les bureaux d'étude qui ont étudié les différentes solutions ont donné derrière des objectifs en termes de production, qui se sont traduits en termes de surfaces de panneaux. On a examiné comment mettre ces surfaces de panneaux en place dans la ZAC, sachant qu'il y avait des objectifs un peu contradictoires avec celui de récupérer l'eau, de végétaliser les toits, etc. Il y a eu des arbitrages sur le site en fonction l'orientation des bâtiments, de la superficie, etc. Des choix ont été faits par lot des différentes techniques à mettre en œuvre. Au final, ce qui sera installé sur la ZAC ne couvrira pas, compte tenu des arbitrages qu'on a dû faire entre ces deux objectifs, l'ensemble de ce qu'on a annoncé dans le plan climat. Je ne crois pas qu'on ait refait le calcul depuis qu'on a fait l'arbitrage, mais c'est plutôt un taux autour de 30 à 60 %. » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

4.1. DE L'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE PRODUCTION PV AU SUIVI DES OPERATIONS : LE RÔLE DES AMO ÉNERGIE

Dans un premier temps, la mission des AMO énergie a donc consisté à définir un objectif de production d'électricité photovoltaïque pour l'ensemble de la ZAC Clichy-Batignolles à partir du plan de masse défini par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine. Ils ont considéré que toutes les toitures terrasses non affectées par des masques seraient couvertes de panneaux photovoltaïques: « il a été considéré comme hypothèse de base que les toitures de tous les immeubles de tous les lots, quel que soit leur usage, étaient a priori équipées de systèmes photovoltaïques, seuls les paramètres technico-économiques dus notamment aux masques pouvant conduire à y renoncer » (Hespul & Izuba énergies, 2009, p. 2). Les scénarios prévoient donc l'installation de panneaux inclinés à 5° en toiture, en brise-soleil sur 30% des façades dégagées et orientées sud, et sur 50% des parois verticales des façades dégagées et orientées sud-est ou sud-ouest. Les potentiels de production ont été calculés sur la base d'un recours aux panneaux les plus courants, en silicium cristallin, dont les rendements moyens sont de l'ordre de 17%. Dans la mesure où l'implantation d'immeubles de 50m de haut contraint le potentiel de production photovoltaïque, trois hypothèses ont été considérées : sans immeuble haut, avec des immeubles de 50m localisés au nord et à l'ouest du parc, ou situés de part et d'autre du parc. Suivant les options, les simulations prévoient une production comprise entre 3 900 et 4 500 MWh. Même avec une production de 4 500MWh, seuls 30 à 60% des consommations d'énergies primaires non-renouvelables peuvent être compensés, ce qui signifie que l'objectif de neutralité ne pourra pas être atteint. Plusieurs contraintes ont été identifiées pour expliquer la difficulté à respecter l'objectif du plan climat. Tout d'abord, les surfaces de toitures sont réduites comparées au nombre de m² construits, d'autant que la Ville de Paris préconise également de végétaliser les toitures. L'orientation générale des groupes de bâtiments sur le plan masse de l'urbaniste ne permet pas un accès suffisant au sud : « la composition urbaine et les formes des bâtiments telles qu'elles sont définies au niveau du plan de masse ne sont pas favorables à l'optimisation de la production photovoltaïque » (Hespul & Izuba énergies, 2009, p. 16). L'implantation d'immeubles de 50m dans les secteurs Est et Ouest réduirait de 24% la surface disponible pour l'installation de panneaux photovoltaïque. Les bureaux d'études recommandent donc de « ne pas implanter d'immeubles de 50m dans des emplacements où ils généreront des masques réduisant de plus de 15% la production PV par rapport à des immeubles R+8 »

(SEMAVIP, 2009, p. 12). Ils proposent également de réorienter certains bâtiments de manière à améliorer leur accès au Sud, de simplifier les formes des lots et de leurs socles sur le plan de masse et d'inciter à l'installation de panneaux en façade. Ces propositions d'optimisation et leur gain potentiel sont répertoriés dans le [Tableau 14](#). Toutefois, seule la combinaison de ces différentes actions permettra d'approcher de l'objectif du plan climat :

« Aucune des sources possibles d'amélioration du potentiel photovoltaïque [...] ne peut à elle seule apporter une contribution suffisante, mais leur combinaison à travers une démarche d'optimisation globale du potentiel peu avoir un résultat significatif permettant d'approcher la "neutralité énergétique et climatique" recherchée » (Hespul & Izuba énergies, 2009, p. 16).

Tableau 14. Solutions d'optimisation proposées par Izuba énergies et HESPUL et leur gain potentiel d'après (Hespul & Izuba énergies, 2009)

| Action | Gain potentiel (MWh/an) |
|--|-------------------------|
| Optimisation de l'implantation des immeubles de 50 m par rapport aux masques | 500-700 |
| Simplification des formes des lots et des bâtiments et réorientation de certains ensembles | 500 |
| Inciter à l'installation des panneaux en façade | 100-300 |
| Optimisation de la façade des bureaux donnant sur les voies ferrées | 200-400 |
| Toutes les actions combinées | 1300-1900 |

Il est intéressant de noter que, bien que les bureaux d'études aient été missionnés pour la ZAC Clichy-Batignolles, des simulations ont également été réalisées pour le secteur Saussure. Le potentiel de production photovoltaïque pour ce secteur a été estimé à 433MWh/an et n'est pas affecté par le déplafonnement du PLU, mais c'est à l'aménageur du secteur Saussure de décider s'il souhaite mettre en œuvre une telle politique :

« Etant situé uniquement en toiture, sans problématique liée à la présence d'immeubles de 50m, on devrait pouvoir le considérer comme facilement accessible dès lors que la SNCF, en charge de l'aménagement de ce secteur, accepterait d'introduire des objectifs photovoltaïques pour l'ensemble des bâtiments de son ressort » (Hespul & Izuba énergies, 2009, p. 16).

Dans un second temps, les bureaux d'études ont évalué le potentiel de production d'électricité photovoltaïque de chacun des lots, de manière à fixer un objectif à atteindre à l'échelle du lot. Cet objectif est ensuite inscrit dans le CPEDD de chacun des lots. C'est un objectif de « production photovoltaïque minimale injectée sur le réseau », exprimé en MWh(e)/an :

« A partir de cette faisabilité, un chiffre est inscrit dans le cahier des charges de chaque lot (vous devez la production de tant de kW/h à l'échelle de votre lot), comme une donnée d'entrée pour chacun des projets, qui développe à ce moment-là les bonnes toitures, les bonnes façades pour atteindre cet objectif » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Selon le bureau d'études HESPUL, il est important de fixer un objectif vraisemblable, afin de ne pas perdre en crédibilité auprès des maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre. D'où l'importance de fixer des objectifs issus des

études de faisabilité. Si les objectifs ne sont pas réalistes, il sera difficile d'instaurer une relation de confiance avec les équipes, qui risquent de se désintéresser. Mais, il est difficile d'évaluer de manière réaliste le potentiel de production photovoltaïque à partir d'un plan de masse, dans la mesure où les projets architecturaux finaux seront très différents des volumétries de l'urbaniste. Comme nous l'a expliqué un membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, la volumétrie et l'emprise au sol évoluent entre le plan masse et le projet architectural, seules les règles du PLU sont garanties d'être respectées :

« Le calcul a été fait sur la base de notre faisabilité par Hespul, en gardant à l'esprit qu'il y avait des marges à intégrer pour chaque lot, parce que chaque lot n'allait pas respecter l'emprise que nous ne leur imposons pas de toute façon. On leur impose une emprise foncière, mais pas une volumétrie. A partir de là, on ne sait pas à quoi va ressembler l'architecture ni les masses bâties. On sait globalement que le PLU impose l'alignement sur rue, globalement, donc une répartition du bâti plutôt sur la périphérie. La forte densité des parcelles ne permet pas de créer beaucoup plus de SHON qu'une autre constructibilité de faisabilité. C'était une base de réflexion probable, mais pas définitive » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Dans ces conditions, nous comprenons facilement qu'il paraît difficile d'évaluer avec précision les surfaces de toitures qui pourraient accueillir des panneaux PV. Hespul considère qu'il a bénéficié de très peu de marge de manœuvre pour optimiser l'architecture des bâtiments en matière de production solaire. D'une part, la volumétrie est très contrainte au regard du nombre de mètres à construire, et d'autre part, le PLU ne permet pas de dépasser le plafond des hauteurs pour l'installation de panneaux solaires. De plus, il est difficile d'optimiser l'orientation des panneaux lorsque les architectes ne souhaitent pas que ces installations soient visibles. Pour le bureau d'études Hespul, construire un bâtiment dans un écoquartier suppose une architecture différente, dont les panneaux solaires font partie. L'accessibilité des toitures et les règles de sécurité sont autant de contraintes supplémentaires à prendre en considération dans la conception de la centrale PV. Outre ces difficultés de conception, l'installation des panneaux PV a dû faire face à des difficultés plutôt conjoncturelles. En effet, la réglementation encadrant le secteur photovoltaïque n'est pas stabilisée, ce qui rend sa compréhension particulièrement compliquée. La diminution constante ces dernières années des tarifs de rachat de l'électricité PV est en train de compromettre la faisabilité économique des projets PV⁵² au nord de la Loire – zone géographique française où l'ensoleillement est moindre. L'apparition en 2006 d'une prime d'intégration du panneau PV au bâti a encore complexifié la conception des projets⁵³. La position optimale d'un panneau est 30° Sud. Sur une toiture terrasse, il est aisé d'installer des panneaux orientés Sud, inclinés à 30°, mais les panneaux ne sont dans ce cas pas intégrés au bâti, en d'autres termes ils ne respectent pas le plan de la toiture. Ils ne permettent donc pas d'obtenir la prime. En résumé, l'installation des panneaux en toiture-terrasse est la plus aisée d'un point de vue conception, mais la moins rentable d'un point de vue économique. Selon Hespul, le tarif de rachat ne devrait rémunérer que la quantité d'électricité produite et non pas aussi la fonction de clos couvert⁵⁴. En plus du bureau d'étude HESPUL, un nouvel acteur participe à l'accompagnement

⁵² Nombreux sont les acteurs qui nous ont fait part de leur scepticisme au sujet des projets d'installation de panneaux PV. Certains sont même allés jusqu'à nous dire qu'il n'était pas à l'heure actuelle possible de mener à bien un projet PV. Le solaire thermique est donc généralement privilégié au PV si celui-ci est compatible avec l'énergie de chauffage (la géothermie et le solaire thermique sont par exemple deux énergies renouvelables incompatibles, le solaire étant le plus productif en été, c'est-à-dire lorsque la chaleur issue de la géothermie est excédentaire).

⁵³ Pour plus d'informations concernant les conditions à remplir pour bénéficier de la prime d'intégration au bâti, voir le site du comité d'évaluation des produits photovoltaïques intégrés au bâti: <http://www.ceiab-pv.fr>. Ce comité a été créé en 2010, mais son activité est aujourd'hui en suspens à la suite d'un arrêté du Conseil d'Etat, qui l'a déclaré illégal.

⁵⁴ HESPUL est une association engagée, qui s'est opposée à la prime d'intégration des panneaux au bâti. Pour plus d'informations sur les prises de positions d'HESPUL, consulter le site : <http://www.photovoltaique.info/>.

des projets PV sur les différentes opérations immobilières des ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet-Chalabre : Solarvip.

4.2. L'APPARITION D'UN NOUVEL ACTEUR : SOLARVIP

En 2010, la SEMAVIP lance le processus de création d'une filiale dédiée au développement du PV dans Paris, Solarvip Outil au service de la politique parisienne en faveur du PV, Solarvip a été imaginée au départ pour assurer le développement et surtout la pérennisation des 40 000m² de panneaux PV prévus sur les deux ZAC des Batignolles. Solarvip est une Société par Actions Simplifiée (SAS), détenue à 49% par la SEMAVIP, à 26% par SAFIDI (EDF), à 12% par le Crédit Coopératif et à 8% par la Caisse d'Épargne Ile-de-France. Des SAS sur le même modèle existent déjà dans le Sud de la France où l'ensoleillement est plus favorable au développement de centrales PV :

« Il y a pas mal de sociétés SAS (société par action simplifiée) qui ont été développées dans le Sud, avant. Avec toujours le même modèle : avec la SEM de la ville d'aménagement qui a un rôle prépondérant dans le tour de table, qui est là pour initier la chose par sa connaissance du territoire et son rapport aux opérateurs ; avec des partenaires institutionnels et des banquiers dans le tour de table. Ces modèles ont été créés avant Solarvip parce que c'est beaucoup plus facile de faire du photovoltaïque au sud de la Loire. Montpellier, ça a été un des modèles au moment où on a initié les réflexions sur Solarvip. Ils ont un patrimoine beaucoup plus important parce que c'est le plus ancien, ils ont initié le photovoltaïque bien avant nous, et avec des taux de rendement plus importants » (Solarvip, le 09/07/2013).

La présence de la Ville de Paris à travers la SEMAVIP et d'EDF à travers SAFIDI dans l'actionnariat de Solarvip assure à la société une longévité, ce qui dans un secteur aussi volatile est un atout non négligeable :

« Mais clairement, c'est aussi l'intérêt d'avoir un tour de table plus ou moins institutionnel, avec la Ville de Paris via nous, avec Edf et deux banques. Dans le secteur photovoltaïque, qui est très volatil, où vous avez beaucoup d'acteurs qui apparaissent et qui disparaissent, c'est un gage de sécurité pour les opérateurs qui contractualisent avec nous parce que très clairement, on est là pour réaliser un objectif politique qui est celui de développer le photovoltaïque à Paris. [...] on est là pour pérenniser le photovoltaïque à Paris, sans avoir des arrières pensées financières extrêmement développées. On a des banquiers dans notre tour de table donc il faut que ce soit équilibré, mais il n'y a pas l'idée de se faire de l'argent, parce qu'il n'y en a pas ! » (Solarvip, le 09/07/2013).

Solarvip n'a pas pour ambition de faire des bénéfices – au vu des évolutions actuelles des tarifs de rachat, il paraît illusoire de vouloir faire des bénéfices – mais plutôt de concrétiser une politique. Si le plan climat de 2007 ne contient pas d'objectif chiffré en matière d'installation de panneaux solaires, la Ville s'est engagée en 2009 à créer 200 000m² de panneaux solaires à Paris d'ici 2014 (Bleu Climat 2009). Cet engagement s'est fait en parallèle de la participation de la Ville à un projet européen, sur les stratégies locales d'identification et de mobilisation du potentiel solaire : le projet POLIS. La Ville de Paris a répondu à l'appel à projets lancé en 2008 par l'Agence exécutive pour la compétitivité et l'innovation de la Commission Européenne, le programme Energie Intelligente Europe. Le projet développé en partenariat avec l'APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme) a été retenu en juin 2009 (Mairie de Paris, 2010a). Le projet POLIS vise à mettre en place une stratégie de développement du solaire au niveau local. En plus de constituer un état de l'art sur les conditions de production, de législation et d'incitation au développement du solaire, ce programme permet de mettre en réseau les différentes villes européennes participantes. Ce projet a donné lieu en juin 2012 à la parution d'un ensemble de recommandations tirées des actions pilotes mises en place à Lisbonne, Lyon, Malmö, Munich, Vitoria-Gasteiz et Paris. Cette politique de soutien au photovoltaïque est partagée par la région Ile-de-France. Le SRCAE (Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie) prévoit que la production solaire

photovoltaïque passe de 15 à 520 MWe d'ici 2020 en Ile-de-France, considérant que « l'énergie solaire présente des perspectives de développement à moyen et long termes sur les bâtiments et les surfaces déjà artificialisées pour produire de l'électricité (solaire photovoltaïque) ou de la chaleur (solaire thermique) » (Région Ile-de-France, 2012, p. 14). Par leur participation dans Solarvip, les partenaires affichent ainsi leur engagement en faveur du photovoltaïque et leur soutien à cette politique locale et régionale. C'est donc pour ces sociétés une action de communication qui s'apparente à du « mécénat »⁵⁵. Par ailleurs, la SEMAVIP a un rôle fondamental à jouer dans le développement de la société. En tant qu'aménageur, la SEMAVIP peut imposer aux opérateurs le recours à l'énergie photovoltaïque dans ses opérations d'aménagement. L'aménageur a un rapport privilégié avec les maîtres d'ouvrages, cette position lui permet de conseiller aux opérateurs de faire appel aux services de Solarvip pour mener à bien leur projet d'installation de panneaux photovoltaïques :

« L'intérêt d'avoir une société comme la SEMAVIP, une SEM d'aménagement dans le tour de table, c'est que nous [SEMAVIP], on est en négociation constante avec les opérateurs et on a, via toutes nos négociations de promesse pour monter les différents immeubles, on peut imposer à l'opérateur au cours de la négociation de faire du photovoltaïque, ou du moins lui indiquer fortement de faire du photovoltaïque. Et de consulter en premier lieu Solarvip. Ces négociations foncières sont souvent assez complexes, vu qu'on est à Paris, avec des volumes financiers assez importants. On essaie toujours de placer Solarvip. C'est aussi le rôle de la SEMAVIP dans Solarvip d'avoir cet entrisme auprès des opérateurs, d'avoir la connaissance du secteur parisien pour arriver à placer Solarvip auprès des opérateurs. » (Solarvip, le 09/07/2013).

Grâce à la SEMAVIP, Solarvip peut intervenir dès l'amont des projets, de façon à conseiller les opérateurs sur le choix des panneaux, la forme de la toiture, etc.

Le modèle économique initial prévoyait que Solarvip soit tiers investisseur et exploitant des panneaux photovoltaïques installés sur des bâtiments neufs. Solarvip n'est pas propriétaire de la centrale de production, c'est le bailleur ou le promoteur qui en est propriétaire. Solarvip bénéficie d'un bail de 20 ans et paie donc un loyer au bailleur ou à la copropriété. La durée du bail a été calquée sur la durée des contrats de raccordement et de revente d'électricité sur le réseau, qui durent tous deux 20 ans. En effet, la réglementation impose aujourd'hui que les unités de production PV soient raccordées au réseau ERDF et que l'électricité produite soit rachetée par EDF à des tarifs réglementés. Cela suppose donc la signature dans un premier temps d'un contrat liant le propriétaire ou l'exploitant de la centrale PV à ERDF, c'est le « contrat de raccordement, d'accès et d'exploitation ». Dans un second temps, le propriétaire ou l'exploitant doit signer un second contrat, de vente cette fois, avec « EDF obligation d'achat », agence spécifique d'EDF en charge du rachat des énergies renouvelables. Le rôle de Solarvip nous a été expliqué en ces termes :

« Solarvip prend la responsabilité totale de la centrale et à ce titre, facture directement l'énergie produite à EDF. En contrepartie, elle reverse un loyer à l'opérateur et un loyer à la copropriété. Dans le modèle qui plait le plus à l'opérateur privé, notamment parce qu'il se désengage au fur et à mesure du bâtiment construit et une fois le parfait achèvement fini et que les lots sont livrés, que les gens habitent, c'était dans l'idée de leur rembourser en partie l'investissement. C'est le rôle de tiers investisseur de Solarvip. Et contre l'exploitation de la centrale et la prise de responsabilité complète de la centrale, notamment assurer toutes les charges de maintenance et d'exploitation, on verse un loyer annuel à la copro. » (Solarvip, le 09/07/2013).

⁵⁵ Ce terme a été employé par le chargé de mission chez Solarvip lors de notre entretien.

La procédure de raccordement des panneaux PV au réseau électrique est particulièrement complexe⁵⁶ :

« Le cadre d'intervention que nous laisse EDF, quand vous regardez un peu les obligations, on se demande qui a pondu une telle usine à gaz ? Qui tire une balle dans le photovoltaïque dès le début ? Quand vous regardez les textes, la procédure, c'est assez incroyable. C'est quelque chose qui est encore relativement neuf. Le cadre opérationnel n'est pas assez souple pour favoriser le développement du photovoltaïque, notamment au nord de la Loire. Ce n'est déjà pas facile en France. C'est d'autant plus difficile avec un ensoleillement moindre » (Solarvip, le 09/07/2013)

Dans la mesure où c'est un sujet récent et complètement instable, les acteurs des opérations immobilières ont peu d'expérience. D'où l'intérêt d'une structure comme Solarvip. Par exemple, la demande de raccordement doit être faite 18 mois avant la mise en service de l'installation. Bien que les tarifs de rachat soient revus tous les trimestres, c'est le tarif en vigueur à la date de la demande de raccordement qui est retenu. Plus le bâtiment est livré tard, moins les tarifs de rachat seront intéressants.

La première centrale dont Solarvip a eu la charge est installée sur le toit de l'immeuble Quintessence de Nexity de la ZAC Cardinet-Chalabre. Ce premier projet a été élaboré lorsque le tarif de rachat de l'électricité PV permettait à Solarvip de participer à l'investissement de la centrale en plus de verser un loyer à la copropriété pendant 20 ans :

« Sur notre première centrale qui a été négociée au moment où les tarifs étaient encore relativement hauts, comparés à ce qu'on a maintenant, sur Nexity, la première centrale sur l'immeuble Quintessence de Nexity, l'immeuble de périphérie où la toiture a été conçue spécialement pour accueillir du photovoltaïque, le coût de la centrale est de 450 000 €, et on arrive à leur rembourser 82 000 €. Après, on verse un loyer à la copro pendant 20 ans. C'était le modèle initial » (Solarvip, le 09/07/2013).



Figure 36. L'immeuble Quintessence de Nexity et sa centrale solaire gérée par Solarvip (Source: Pouthier, 2012)

⁵⁶ A titre d'illustration, les textes encadrant la procédure de raccordement sont disponibles sur le site d'ERDF. Seulement, plus de 80 textes sont référencés pour expliquer la procédure en termes de calendrier et de coordination, le contenu des données à échanger et les études à réaliser (cf. http://www.erdf.fr/ProcEDURE_de_raccordement).

Le Maire de Paris a autorisé Solarvip à intervenir sur d'autres opérations dans Paris et même au-delà du périphérique (sous réserve d'une validation de la Ville de Paris), ce qui lui a permis de répondre à l'appel d'offre pour la centrale PV installée sur le toit de la halle Pajol réhabilitée. La centrale PV de la halle Pajol est composée de 3500m² de panneaux devant produire près de 396MWh/an. Sans cette seconde opération, l'avenir de Solarvip devenait incertain. Une nouvelle problématique est apparue lors du montage de ce second projet : le régime d'assurance de la centrale. Généralement, le principe de « renonciation à recours réciproque » est adopté, c'est-à-dire que si la centrale provoque un dommage sur l'immeuble, l'assureur de la centrale prendra à charge les dommages sur la centrale et l'assureur de l'immeuble les dommages sur l'immeuble, et inversement si le dommage provient de l'immeuble :

« Si la centrale brûle et brûle une partie de l'immeuble, c'est l'assurance de l'immeuble qui paiera les dégâts pour l'immeuble et l'assurance de la centrale qui paiera les dégâts pour la centrale. Chacun paie pour soi. Inversement, si un feu qui se déclare dans l'immeuble et que la centrale prend feu, on n'ira pas chercher l'assurance de l'immeuble. Ce principe fonctionne assez bien et permet de réduire la prime d'assurance. » (Solarvip, le 09/07/2013).

En effet, la valeur de l'immeuble étant nettement plus importante que celle de la centrale, l'assureur de la centrale ne pourrait assumer les dommages causés à l'immeuble. Sur le projet de la halle Pajol, la Ville de Paris est son propre assureur. Or la dangerosité de la centrale PV a été estimée supérieure à celle des autres biens. Ce qui remet en question le mécanisme de renonciation à recours réciproque.

Le modèle économique initial a été mis à mal par la baisse constante des tarifs de rachat :

« La première opération qu'on a engagée, on était à 28 centimes, et les opérateurs encore antérieurs avaient des tarifs de 60 centimes. Ça paraît dérisoire, mais ça fait une vraie différence. Et maintenant, on est dans la dernière ligne droite où on peut encore arriver à engager des opérations, mais où on n'arrive plus à dégager de rendement. » (Solarvip, le 09/07/2013).

Lors de notre entretien, Solarvip nous avait fait part d'une légère revalorisation des tarifs de rachat de l'électricité issue de panneaux PV produits dans l'Union Européenne (arrêté du 7 janvier 2013), mais à l'heure où nous rédigeons ce chapitre, cet arrêté devrait être prochainement annulé en raison de sa « compatibilité incertaine » avec le droit de l'Union Européenne (Gossement, 2014). Ce contexte défavorable a amené les membres de Solarvip à réfléchir sur un nouveau modèle économique. Il n'est plus envisageable avec ces conditions tarifaires que Solarvip maintienne son rôle de tiers investisseur : « on ne veut plus rembourser une partie de l'investissement initial de l'opérateur. On arrive tout juste à dégager un loyer symbolique à la copro ou à celui qui est propriétaire de l'installation » (Solarvip, le 09/07/2013). De plus, Solarvip a passé un contrat avec la société Everbat du groupe EDF pour la maintenance technique préventive et curative des exploitations. Désormais, Everbat reçoit directement les informations relatives à l'état des centrales et gère les opérations de maintenance. Solarvip pense maintenant profiter des compétences d'Everbat pour installer les panneaux en plus d'en assurer l'exploitation : « On se pose la question de savoir si Everbat ne peut pas refaire son cœur de métier, qui est quand même l'installation. Nous serions en second plan pour l'exploitation » (Solarvip, le 09/07/2013). Solarvip envisage également de proposer ses services sur des opérations en petite couronne.

Même si à plus long terme, le prix de l'électricité devrait augmenter et le prix des panneaux diminuer, les conditions actuelles rendent quasi impossible tout nouveau projet. Le jour où l'électricité produite par les panneaux pourra être consommée sur place ou réinjectée sur le réseau, le rôle d'un acteur comme Solarvip deviendra essentiel.

5. ECLAIRAGE PUBLIC ET COLLECTE DES DECHETS : QUELLE PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ENERGETIQUES ?

Deux innovations en matière de service public de l'éclairage et de la collecte des déchets sont mises en place dans le projet urbain Clichy-Batignolles. Chacune, comme nous allons le voir, a été portée par des acteurs différents. L'éclairage public économe en énergie a été imaginé par un concepteur de lumière intégré à l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine et défendu par lui auprès de la Ville de Paris. La collecte pneumatique des déchets fait l'objet d'une expérimentation sur les deux ZAC, comme l'ont souhaitée les élus.

5.1. INSTALLATION D'UN SYSTEME D'ECLAIRAGE PUBLIC ECONOMOME EN ENERGIE

En matière d'éclairage public, le plan climat ne prévoit pas d'objectifs spécifiques à Clichy-Batignolles. L'éclairage public du nouveau quartier devra comme dans le restant de la Capitale consommer 30% d'énergie de moins comparé à 2004 (Mairie de Paris, 2007). Le groupement maîtrise d'œuvre urbaine associé à François Grether et Jacqueline Osty comprend une agence spécialisée dans la conception de lumière, Concepto. Conformément à l'ambition de faire de Clichy-Batignolles un « écoquartier exemplaire », le concepteur de lumière a souhaité mettre en place un système d'éclairage public économe et innovant. Malgré le plan climat, leurs propositions se sont heurtées à la difficulté de modifier la doctrine parisienne selon laquelle les niveaux d'éclairement sont 20 Lux pour les voies circulées et 10-15 Lux pour les trottoirs, le territoire parisien étant traditionnellement équipé de candélabres fonctionnant avec des lampes au sodium. Pourtant, cette doctrine ne prend pas en compte la norme européenne en vigueur (EN 13 201). Concepto a donc dû négocier avec les services techniques de la Ville de Paris pour faire accepter son projet.

Concepto a dû faire face à un certain nombre de difficultés lors de la définition de son projet. Tout d'abord, ses interlocuteurs à la Ville de Paris n'étaient visiblement pas spécialistes de l'éclairage public, qui est un sujet assez technique. Le cahier des charges par exemple, manque de précision et impose des niveaux d'éclairement qui manquent de sens, de cohérence :

« Souvent, on a une espèce d'information qu'on peut interpréter comme on veut et qu'on a du mal à interpréter. Ça peut être : 10 lux minimum en tout point. Typiquement, ça ne veut rien dire par rapport à la norme. C'est quelqu'un qui a lu les choses, qui a un peu mal compris et qui s'est dit : 10 lux, c'est pas mal, et qui nous fait un programme. On a un vrai enjeu là-dessus, sur le maître d'ouvrage qui ne connaît pas très bien, qui n'est pas forcément assez technique et formé là-dessus. Ils ne peuvent pas être spécialistes en tout, mais comme c'est ça qui nous cadre, on a souvent une discussion assez compliquée » (Concepto, le 24/10/2012).

Au vu de la complexité de la norme européenne, il n'est pas exceptionnel pour Concepto de devoir expliquer son fonctionnement aux services d'une collectivité locale. En effet, la définition des niveaux d'éclairement suppose la prise en compte d'un certain nombre de critères, tels que :

- les types d'espaces : voie urbaine importante (avenue, boulevard), voie urbaine secondaire, voie de desserte, rue piétonne, piste cyclable, place/giratoire ;
- le type et l'intensité de la circulation (trafic cycliste, trafic piéton, stationnement automobile)
- le risque d'agression ;
- le besoin de se repérer dans l'espace ;
- le besoin de reconnaître ou non les visages (Remande, 2007).

A chaque contexte correspond dans la norme européenne une classe d'éclairage qui elle-même renvoie à un niveau d'éclairage :

« Par exemple, situation d'éclairage, je suis dans le groupe 1. On choisit si le risque d'agression est normal ou supérieur à la moyenne et s'il faut reconnaître les visages ou pas, et là, c'est l'écoulement de trafic piéton. On dit : je n'ai pas de risque d'agression spécifiquement, je dois reconnaître les visages. Selon l'écoulement de trafic piéton – ce sont les études de fluides, on est dans le futur, ce ne sont que des projections – si l'écoulement est fort, il faut reconnaître les visages, donc je suis en classe S3. Et la classe S3 donne un niveau d'éclairage » (Concepto, le 24/10/2012).

Par conséquent, une première action pour diminuer les niveaux d'éclairage d'une voirie consiste à limiter la vitesse de circulation des véhicules à 30 km/h. Et comme il est nécessaire d'éviter les contrastes entre de zones accolées, diminuer l'éclairage de la voie permet de baisser celui des trottoirs :

« La première chose pour pacifier l'espace public, le rendre plus piétons et moins voitures, c'est de le classer en zone 30. Ça nous permet de mettre 10 lux. Si ce n'était pas une zone 30, il n'y aurait pas de 10 lux possible parce que ça ne serait pas un espace piétonnier. Si on considérait que c'était un espace à circulation automobile, on est forcément dans ces classes-là. Du coup, c'est forcément un candélabre, deux candélabres, 20 lux, 27 lux. C'est très fort. La discussion est là-dessus : l'usage n'est plus exclusif aux voitures. Et comme la chaussée n'est plus exclusivement dédiée aux voitures et qu'on peut avoir ces niveaux-là, on peut baisser les trottoirs. C'est lié, les trottoirs et la voirie. [...] Les classements fonctionnent comme ça. Une rue très abondamment éclairée avec beaucoup de circulation, il y a un phénomène de cascade qui fait que tous les niveaux montent autour. Pour avoir des niveaux pas trop élevés, il ne faut pas qu'il y ait une rue principale qui soit très fortement éclairée, parce que ça impacte tous les voisins. Dès qu'il y a des contacts visuels : la rue qui sera derrière le pâté de maison n'est pas impactée, mais la rue qui est à côté. Par exemple, une grande avenue avec une contre-allée, la contre-allée est rarement à 10 lux, elle est souvent à 15 parce que l'avenue est déjà à 25, et une règle dit que la contre-allée ne doit pas être trop basse pour ne pas que ça ait l'air sombre. C'est avec ça qu'on travaille » (Concepto, le 24/10/2012).

Il est aussi possible de jouer sur la teinte des matériaux de sol, dans ce cas les discussions ont lieu avec l'urbaniste et le paysagiste :

« On a eu une discussion avec l'urbaniste et le paysagiste pour dire : mettez-nous un sol pas trop sombre parce que la sensation lumineuse sera meilleure et on aura une meilleure visibilité. Ce qui permet de mieux faire passer la pilule du 5 lux, qui peut être un peu faible. Mais quand on a un sol clair, ça passe tout seul » (Concepto, le 24/10/2012).

Ensuite, il faut choisir le matériel d'éclairage, candélabres et lampes, et définir son implantation, c'est-à-dire la hauteur et l'espacement des candélabres. Seulement, la hauteur des lampadaires est également définie suivant le gabarit de la voirie, du cheminement piéton et des possibles obstacles – les jardinières n'ont pas besoin d'être éclairées. Sur la ZAC, les voiries ont d'imposants trottoirs de 5 à 6m de large de chaque côté de la voie. Pour pouvoir éclairer convenablement ces rues, deux solutions se présentent, soit surélever les candélabres et augmenter la puissance d'éclairage, soit multiplier leur nombre. L'implantation et le choix du matériel peut faire varier considérablement le coût de l'investissement. La sensation lumineuse est plus agréable même à un niveau d'éclairage plus faible avec une LED dont la lumière est plus blanche, qu'avec une lampe au sodium à la lumière plutôt orangée : *« On a une meilleure perception dans la lumière blanche que dans la lumière orange. On peut éclairer 30 % de moins avec une lumière blanche »*. Le cahier des charges exige que soient installées les lampes les plus performantes. Les LED coûtent cher, mais sont plus économes en énergie. Néanmoins, le coût de l'électricité n'est pas assez élevé en France pour que les économies faites sur la baisse de consommation puissent rentabiliser rapidement l'investissement dans des lampes performantes. Un

choix doit donc s'opérer entre un engagement en faveur des économies d'énergies et des économies budgétaires :

« Souvent, ce sont des choix qui sont quand même politiques parce qu'ils ne sont pas encore tout à fait rentables. C'est une volonté d'économie d'énergie, mais qui ne fait pas des économies financières. Ce n'est pas encore comme ça, sinon il y en aurait partout. Ce sont des investissements qui se défendent pour l'image d'un quartier, pour le bien commun. Pas pour faire des économies. Le matériel coûte cher [...] En France, notre kW/h pas cher freine beaucoup. Je l'ai constaté en faisant des calculs, en me rendant compte qu'au Maroc, c'est plus rapide, donc c'est plus facile de décider les gens. C'est un mal pour un bien. » (Concepto, le 24/10/2012).

Au rythme où ces technologies évoluent, les coûts des équipements baissent assez rapidement. Le temps de retour sur l'investissement dans du matériel performant est donc de plus en plus court. Sachant que la durée de vie d'un parc d'éclairage public est 12 ans, il faut que le temps de retour sur l'investissement soit inférieur à cette durée pour que le projet soit rentable. Le calcul du temps de retour sur l'investissement doit prendre en compte le montant de l'investissement, les économies d'énergie escomptées, le prix du kW/h, le coût et la fréquence de la maintenance, etc. En 2009, par exemple, l'installation de LED à la place des lampes au sodium haute pression permettait 23% d'économies d'énergie sur 12 ans. Bien que le projet soit réalisé progressivement suivant l'avancement de la ZAC, il est nécessaire de conserver une certaine homogénéité du matériel dans l'ensemble du quartier. Si le projet ne peut pas profiter des dernières technologies sorties, la baisse des prix profitera aux dernières tranches du projet. A défaut d'économies d'échelles, le découpage opérationnel selon lequel les espaces publics sont réalisés petits bouts par petits bouts, permet d'installer des lampes de moins en moins chères. Le phasage des travaux suppose la réalisation d'un appel d'offre pour chaque nouvelle tranche, ce qui signifie nouvelle validation par la Ville de Paris du projet et une entreprise de travaux potentiellement différente à chaque fois.

Tandis que l'avant-projet n'a pas soulevé de questions particulières, la réalisation du projet a nécessité sur les premiers tronçons de longues négociations. Concepto a eu affaire à des interlocuteurs différents pendant près de deux ans. Lors des premiers échanges, le projet n'était pas compris : *« Ils n'avaient pas compris que c'était assumé et volontaire. Ce n'est pas qu'on n'y arrivait pas. C'était bizarre. » (Concepto, le 24/10/2012).* L'agence a donc dû expliciter et justifier son projet, en expliquant que le non-respect de la norme parisienne était un choix délibéré et que le classement proposé correspondait à la norme européenne. Et cela, Concepto a dû le faire avec l'ensemble des interlocuteurs qui se sont succédés :

« Il y a un courrier où je liste toutes les personnes que j'ai vues pendant 2 ans, qui m'ont dit ça et ça. C'est un tableau qui synthétise assez bien comment ça se passe. Par exemple : ce n'est pas la classe machin mais la classe bidule. Je réponds : je pense que c'est la classe bidule parce qu'il n'y a pas de trafic de piétons très élevé. La personne répond : on considère quand même que c'est la classe S3. Mais du coup, ça augmente les niveaux d'éclairage. Mais on considère quand même que c'est la classe S3. Mais pourquoi considérez-vous que c'est la classe S3 ? Et là, fin de non-recevoir : ce n'est pas à vous de discuter les classements » (Concepto, le 24/10/2012).

Dans ces discussions, les deux arguments du concepteur lumière étaient l'application de la norme européenne et la volonté de la Ville de Paris de vouloir faire de Clichy-Batignolles un "écoquartier exemplaire". Là encore le terme écoquartier a permis à Concepto, tant bien que mal de fédérer les techniciens de la Direction de la Voirie et des Déplacements (DVD) autour de la question des économies d'énergie. La difficulté n'était pas pour l'agence de convaincre son interlocuteur du bien-fondé de son projet, mais de l'impossibilité du service technique à passer outre la règle, ce qui revient à la modifier. La DVD n'avait pas autorité pour modifier la règle en place :

« Ils ne sont pas réticents. Quand on discute avec chaque personne, elle a très envie de baisser les niveaux. Mais il y a un cadre qui est fait pour être la règle, pour uniformiser les choses. Tant que quelqu'un en haut ne fait pas changer ce cadre, tous les gens qu'on croise, avec beaucoup de bonne volonté, disent : oui, mais c'est un cadre. » (Concepto, le 24/10/2012).

Concepto regrette que l'aménageur n'ait pas plus pris part à ces discussions. Les échanges se faisaient directement avec la DVD, l'aménageur ne donnant pas son avis avant la Ville :

« Ce n'est pas si souvent qu'un maître d'ouvrage ne nous donne jamais d'avis avant que la Ville ait donné un avis, qu'il n'y ait pas de regard critique sur l'avis de la Ville, qu'il ne dise pas : ce n'est pas cohérent ce que vous avez dit la semaine dernière. C'est toujours nous qui avons dû analyser les avis... » (Concepto, le 24/10/2012).

Les négociations ont porté outre le classement des voiries, sur les facteurs de dépréciation. Définir les facteurs de dépréciation du flux lumineux et des lampes revient à quantifier le risque d'un éclairage non optimal. Ce calcul prend en compte les conditions d'entretien du matériel, le degré de pollution de l'environnement, les caractéristiques mécaniques du luminaire, le nombre d'heures de fonctionnement, les puissances, les systèmes d'alimentation, le pourcentage de survivance et les références constructeurs des lampes (Remande, 2007). Suivant le facteur de dépréciation entériné, le niveau d'éclairage va être plus ou moins relevé. Les services de la Ville de Paris ont eu tendance à se prémunir de tout risque d'altération de l'éclairage :

« On appliquait ce qui était les bons usages : 0,80 pour telle lampe... A la Ville de Paris, ils avaient tendance à aller hyper fort dans les niveaux de dépréciation. Une espèce de truc de sécurité, de bretelles, parapluie... On se protège dans tous les sens et ça arrivait à des endroits éclairés à 25 ou 30 lux, parce que c'est 20 lux, mais on déprécie très fort la lampe parce qu'on a très peur que dans 2 ans, elle n'éclaire plus beaucoup. Du coup, il y avait un côté surenchère par sécurité. Personne ne voulait prendre le risque d'assumer le fait qu'il y ait un peu moins de lumière que ce qu'on a dit. On a essayé de discuter point à point tous ces arguments. Que les facteurs de dépréciation soient justes, pas trop faibles, mais justes. Que la durée de vie des lampes soit juste aussi, qu'on ne la minimise pas. Qu'on nettoie bien les vasques comme on a dit qu'on allait le faire. Pour pouvoir ne pas mettre 100 watts quand on peut n'en mettre que 70. » (Concepto, le 24/10/2012).

En juin 2012, Concepto a trouvé dans un document envoyé par mail par un membre de la DVD un tableau intitulé « prescriptions parisiennes en éclairage public », répertoriant de nouvelles classes d'éclairage et de facteur de dépréciation. Ce tableau, trouvé un peu par hasard a permis à Concepto d'appuyer son projet, de le légitimer :

« Ça, on ne me l'a pas transmis en me disant que c'était la règle. Je l'ai trouvé dans un document qui passait. Et je m'en sers. Maintenant, tout le monde l'a, mais il y a eu un petit flottement. Je l'avais vu passer dans un mail qui discutait d'autre chose et je l'ai chopé. C'est très favorable pour baisser les niveaux. Toutes les personnes qui m'ont dit après : les led, il faut déprécier beaucoup parce que ça vieillit, j'ai dit : non, les prescriptions parisiennes, c'est 0,80 ! » (Concepto, le 24/10/2012).

Ce tableau est disponible à l'ANNEXE 5. Tableau des nouvelles prescriptions parisiennes en éclairage public (juin 2012)Après avoir joué sur les niveaux d'éclairage et la performance des lampes, il est possible de moduler le temps d'éclairage pour diminuer encore la consommation énergétique de l'éclairage public, c'est la gradation. La gradation consiste à équiper l'espace public de capteurs permettant de déclencher l'éclairage en présence d'une personne ou d'un véhicule. Ce type de système n'a de sens que si la fréquence de passage diminue au cours de la nuit :

« Il faut qu'on projette sur le fait qu'il y ait tant de voitures par nuit et combien de temps ça peut être éteint par nuit. On a eu cette question : s'il y a tout le temps des voitures (genre avenue de Clichy), notre système ne sert à rien, on l'installe pour rien parce que ça ne sera jamais éteint. Là, ça a marché parce qu'on était dans des systèmes d'îlots d'habitation où il est raisonnable de penser qu'au milieu de la nuit, il n'y ait pas grand monde » (Concepto, le 24/10/2012).

Concepto a donc proposé l'installation d'un système de gradation pour les îlots d'habitation. Afin de prouver l'intérêt de ce dispositif, Concepto a obtenu l'autorisation de la Ville de Paris de faire un test sur une voie de la ZAC Cardinet Chalabre au cours d'un de leurs premiers marchés. Une boucle magnétique⁵⁷ ainsi que des détecteurs de présence ont été installés. La mise en place des détecteurs de présence et de mouvement est assez délicate, il faut trouver les bons angles, bien régler les capteurs, les combiner pour combler les défaillances de certains. Les tests se sont révélés concluants, la boucle magnétique a même réussi à fonctionner avec le passage d'un vélo, le dispositif ne nécessitait que quelques ajustements :

« On a fait ces essais avec la Ville de Paris. On a fait des mesures d'éclairage. Ils ont convenu que ça leur allait bien, la température de lumière blanche (l'enjeu était de passer au blanc). Ils ont vu que ça marchait très bien, même avec un Vélib sur la boucle magnétique, ça allumait la rue [...] Il y a eu un compte rendu de ces essais. Ils étaient convaincus, il n'y avait pas d'ambiguïté sur le fait que ça marche. Il y avait des petites améliorations à faire sur les capteurs – un angle mort, etc. On aurait pu trouver des nouveaux capteurs. Mais on a eu une fin de non-recevoir disant : c'est déjà bien 10 lux, et cet écoquartier n'ira pas plus loin » (Concepto, le 24/10/2012).

Le refus de la Ville de Paris pour ce dispositif de gradation à partir de détection de présence est un choix stratégique de la Ville. En effet, la Direction de l'Urbanisme d'alors a jugé qu'il était trop ambitieux de proposer simultanément la baisse des niveaux d'éclairage et la gradation. Les habitants risqueraient d'avoir du mal à accepter ce système, la différence avec l'éclairage public des quartiers alentours étant trop importante :

« La direction de l'urbanisme disait : c'est déjà beaucoup pour communiquer avec les habitants, il ne faut pas qu'ils se sentent mal lotis par rapport aux autres rues. Déjà c'est plus bas, en plus on leur baisse, ça fait beaucoup. On va y aller step by step, sur ce quartier on va faire 10 lux, et le quartier suivant, on fera la gradation en plus. Par rapport aux mentalités, ils trouvaient que c'était déjà un gros changement d'être en LED, en blanc et à 10 lux. On l'a entendu. C'est un choix stratégique. » (Concepto, le 24/10/2012).

Au lieu de faire le choix de l'innovation et de le défendre en tant que tel, la Ville de Paris a préféré rester prudente. En revanche, sur le secteur Saussure, la SNEF était séduite par le projet proposé par Concepto pour équiper les espaces publics qu'elle aménage. L'image renvoyée par cet éclairage public innovant aurait pu être valorisée par l'aménageur du lotissement auprès de ses investisseurs. Mais à partir du moment où la Ville de Paris a refusé l'installation du système de LED avec gradation, la SNEF a été contrainte de suivre l'avis de la Ville. Dans la mesure où les espaces publics aménagés dans le cadre du lotissement sont rétrocédés à la Ville après la livraison du secteur, la Ville se serait opposée à un moment ou à un autre à ce projet comme elle l'a fait dans la ZAC.

Une autre solution consisterait à déclasser les voiries au milieu de la nuit et donc à baisser les niveaux d'éclairage. Grâce au système de télégestion qui est installé, il est possible de diminuer l'éclairage en cours de nuit. Bien que la Ville de Paris n'ait pas souhaité installer de système de gradation commandés par des détecteurs de présence ou de mouvement, celle-ci a voulu un système de télégestion pouvant agir sur les

⁵⁷ Une boucle magnétique est un dispositif intégré à la chaussée permettant de détecter la présence d'un véhicule. Ce système est par exemple utilisé au niveau des feux de circulation.

niveaux d'éclairage. Or déclasser ces voiries en cœur de nuit pourrait devenir gênant, si un piéton passe, les niveaux ayant été calculés au plus juste :

« Dans ce quartier, on est déjà plus bas que si on baisse, on va déroger au minimum demandé, 1 lux, 1,5 lux. Quand on est très bas et qu'on a conçu le projet très bas, dès qu'on baisse, s'il y a encore des gens, on va commencer à être vraiment trop faible. A 3 lux, on n'arrive plus à distinguer quelque chose. Quand je prends des notes dans une rue, 3 lux, c'est la limite. 3 lux, c'est un seuil très faible. Ça me paraît donc très cohérent d'aller en deçà quand il n'y a personne, mais s'il y a quelqu'un, ça devient un peu gênant. » (Concepto, le 24/10/2012).

En définitive, Concepto considère qu'ils ont réussi à faire évoluer la norme parisienne d'éclairage public sur le projet Clichy-Batignolles. Même si la gradation des niveaux d'éclairage n'a pas été acceptée, les niveaux d'éclairage ont été revus à la baisse et le recours aux LED, plus économes en énergie, validé. A partir de mi 2012, les interlocuteurs à la DVD se sont stabilisés, et le traitement exceptionnel du secteur Clichy-Batignolles a été admis. L'adoption de nouvelles prescriptions en matière d'éclairage public par la Ville de Paris, montre que les services techniques et les élus sont désormais sensibilisés au besoin de diminuer la consommation énergétique de l'éclairage public et que le parc parisien pourra évoluer au-delà du projet Clichy-Batignolles.

5.2. EXPERIMENTATION DE LA COLLECTE PNEUMATIQUE DES DECHETS SUR LES ZAC CARDINET-CHALABRE ET CLICHY-BATIGNOLLES

Tel qu'annoncé dans le plan climat de 2007, un système d'aspiration pneumatique des déchets ménagers a été installé dans les ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet-Chalabre. Des bornes sont installées directement dans les immeubles, une est destinée aux déchets recyclables et une seconde aux déchets non recyclables. Des points de collectes sont également implantés sur l'espace public, mais ceux-ci sont réservés aux agents de la propreté de Paris (bornes fermées à clé) pour éviter les disfonctionnements. Les déchets sont ensuite aspirés et transportés à 70km/h dans une conduite souterraine de 500 mm de diamètre jusqu'au terminal de collecte situé de l'autre côté du boulevard périphérique, sous le boulevard Douaumont (Mairie de Paris, 2014). Un sac poubelle aspiré pourra parcourir jusqu'à 2km entre la borne et le terminal de collecte. L'air ayant servi à l'aspiration des déchets est filtré avant d'être rejeté dans l'atmosphère. Arrivés au centre de collecte, les déchets sont compactés dans des conteneurs et transportés par camions jusqu'au centre de traitement. Le fonctionnement de ce système de collecte pneumatique est illustré par la Figure 37.

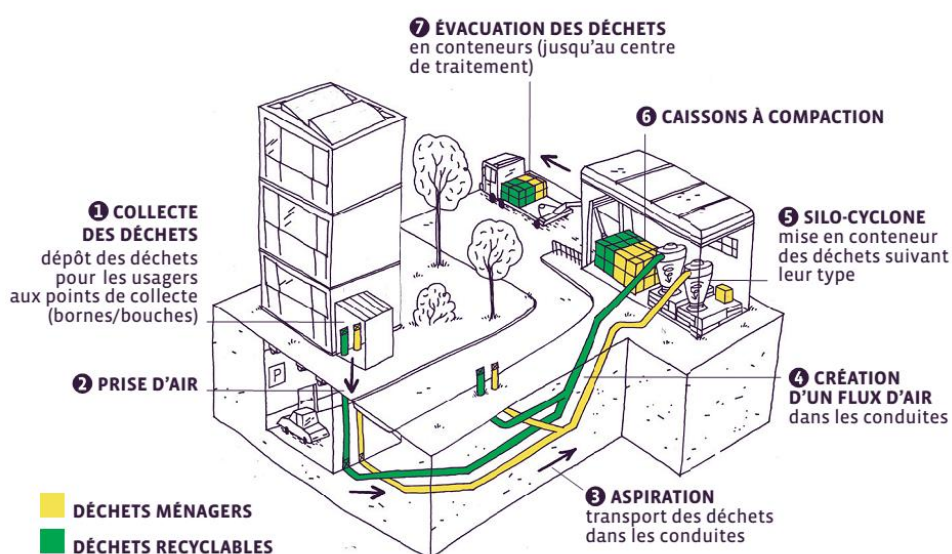


Figure 37. Schéma de fonctionnement du système de collecte des déchets par aspiration pneumatique (Mairie de Paris et al., 2012)

Ce système permet ainsi de limiter le nombre de camions-poubelles circulant dans le nouveau quartier et par conséquent de réduire les nuisances liées aux embouteillages se formant derrière les camions bennes. Ce système est donc intéressant en termes de réduction de la pollution atmosphérique, du bruit et des mauvaises odeurs. Il évite aussi l'encombrement des rues par les poubelles des immeubles. Comparé à la collecte traditionnelle, il permet de réduire de 42 % les émissions de gaz à effet de serre, de 98 % les émissions de monoxyde de carbone, de 86 % les émissions d'oxydes d'azote et de 90 % les émissions de particules (Mairie de Paris et al., 2012). En revanche, l'intérêt énergétique présenté dans le plan climat, n'est pas avéré. Au contraire, les turbos-extracteurs qui créent le courant d'air capable d'aspirer les déchets consomment beaucoup d'électricité, comme nous l'a fait remarquer un membre de la Direction de la Propreté et de l'Eau (DPE) de la Ville de Paris :

« En fait, la collecte pneumatique n'est peut-être pas un bon exemple pour illustrer une recherche éventuelle d'économie d'énergie intégrée lors d'un nouveau projet urbain. En effet, la collecte pneumatique demande au global plus d'énergie qu'une collecte classique (il faut aspirer de façon à faire voler les sacs de déchets à 70 km/h dans une conduite souterraine de diamètre 500 mm). Ce qui a été plutôt recherché c'est une diminution de la pollution (rejet de gaz polluants lié aux véhicules classiques) » (Ville de Paris, DPE, courriel reçu le 23/10/2012).

Les consommations électriques supplémentaires sont annoncées comme étant compensées par la production locale d'électricité PV (Mairie de Paris et al., 2012). Pourtant, la consommation électrique des turbos-extracteurs ne figurent pas dans les estimations des besoins de consommation énergétique réalisées par les AMO énergie. Sachant que selon ces experts, il est déjà difficile de produire suffisamment d'électricité à partir des panneaux PV installés sur les deux ZAC pour compenser les consommations électriques des bâtiments (hors cuisson et appareils électriques), nous ne voyons pas comment la consommation électrique de la collecte pneumatique pourra être compensée.

Toutefois, le réseau de collecte pneumatique ne permet pas d'éviter totalement le passage des camions-poubelles. Le verre continue d'être collecté par camions et tous les immeubles ne bénéficieront pas des points de collectes. D'une part, l'installation des bouches d'aspiration nécessite la réalisation d'importants travaux dans les bâtiments existants, ce qui limite les possibilités de raccordement et d'autre part, les bâtiments de bureaux n'ont, contrairement aux immeubles de logements, pas l'obligation d'être raccordés :

« Quand il y a des logements et des bureaux, avec des bureaux qui ne sont pas obligatoirement raccordés à la collecte pneumatique, il peut y avoir passage de camions pour les bureaux. Ils n'ont pas la même obligation. Ils vont faire l'effort, mais ils n'ont pas la même obligation. Ils ont plus de contraintes aussi en termes de configuration puisqu'ils sont sur dalle. L'avenue de Clichy ou la rue Cardinet, il y a peut-être des bâtiments neufs, mais il y a des bâtiments existants, donc il y aura toujours des camions » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Comparé à la collecte classique, ce système réduira le passage des camions-poubelles de 3 à 5 fois selon les estimations (Mairie de Paris, 2014).

La mise en place de la collecte pneumatique est présentée comme une expérimentation de la Ville de Paris, comme un projet pilote. Mais, dans la mesure où il est difficile d'installer ce système dans des quartiers existants, l'intérêt de l'expérimentation peut être discuté, notamment au vu de l'investissement qu'il représente. En effet, la réalisation de ce réseau de collecte pneumatique coûte 20 millions d'euros à la Ville de Paris, et 600 000 euros par an de fonctionnement, ce qui représente un surcoût de 13% comparé à une collecte

traditionnelle (Mairie de Paris, 2014). Ce projet est avant tout un projet politique avant d'être un projet justifié techniquement. Le choix d'expérimenter la collecte pneumatique a été fait par les élus, avant que la faisabilité d'un tel projet ne soit étudiée par les services techniques de la Ville de Paris. C'est la Direction de la Propreté et de l'Environnement qui a été chargée d'évaluer l'impact environnemental global de ce système et en a démontré l'intérêt environnemental malgré l'importante consommation énergétique. Les acteurs que nous avons rencontrés nous ont fait part de leur scepticisme concernant ce projet, qui, en plus de représenter un investissement conséquent, ne pourra à leurs yeux pas être étendu au reste de la capitale. Ce projet semble avoir été imposé politiquement aux équipes techniques, qui l'ont mis en place sans se l'approprier, comme le montre ces témoignages :

« La décision politique était de faire, et la démonstration a été faite, que c'était intéressant. Je ne veux pas être trop cynique, mais c'est un peu comme ça que je le ressens. Les premiers coûts annoncés pour ce type de solution étaient très inférieurs à ceux qui se sont avérés dans les résultats des appels d'offre. Il y a eu des arbitrages pour maintenir cette solution et aller jusqu'au bout » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

« La collecte pneumatique, j'ai tendance à penser que c'est plus un effet d'annonce qu'un réel moyen d'économie, dans ce cadre particulier. C'est un tour de force d'essayer d'intégrer ça dans de la voirie existante, par endroit. Mais parce qu'il y a de la voirie existante et donc des bâtiments existants, sa raison d'être est un peu discutable aussi. On n'est pas dans une opération au fin fond de la Suède, perdue dans la forêt... » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Le réseau ne desservira que les ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles. Bien qu'il aurait été possible d'intégrer cette solution dans l'aménagement du lotissement Saussure, la SNEF a considéré que le réseau serait étendu trop tardivement. En effet, il fallait attendre la réalisation des franchissements du faisceau ferré de la gare Saint-Lazare pour que le réseau puisse être tiré du côté Saussure.

Malgré ces contraintes techniques, il semble que la Ville de Paris étudie actuellement la possibilité de mettre en place ce système de collecte dans d'autres quartiers de Paris, comme l'a affirmé Pierre-Yves Durand, adjoint à la Direction de la Propreté et de l'Eau :

« C'est beaucoup plus facile d'installer ce système lors de la création d'un nouveau quartier, reconnaît Pierre-Yves Durand. La mise en place du réseau souterrain se fait au préalable des constructions. Pour autant, rien n'est impossible. On peut très bien imaginer une collecte pneumatique dans des quartiers déjà existants. Même si on peut rencontrer des problèmes de raccordements aux immeubles, on peut faire encore construire de nouveaux réseaux dans le sous-sol parisien. Les services de la Ville sont d'ailleurs en phase d'étude pour imaginer ce type de collecte dans d'autres quartiers de la capitale » (Mairie de Paris, 2014).

6. ÉVOLUTION DE LA METHODE DE CONCEPTION DES PROJETS IMMOBILIERS DANS LA ZAC CLICHY BATIGNOLLES : QUEL INTERET POUR L'ENERGIE ?

Les projets immobiliers de la ZAC Clichy-Batignolles sont conduits selon deux méthodologies différentes. Les premiers projets, situés à l'Est du parc, ont été lancés l'un après l'autre sous forme de concours, suivant la pratique habituelle. La Ville de Paris et l'aménageur ont adopté une nouvelle méthode pour l'aménagement du secteur Ouest (les parcelles comprises entre le parc et les voies ferrées, autour de la voie Nord-Sud nouvellement créée) : les ateliers de conception. Nous avons eu la chance d'assister à certains ateliers de la phase 2 entre juillet 2013 et mars 2014, ce qui correspond aux étapes de réalisation des esquisses et des Avant-Projets Sommaire (APS).

6.1. LES LIMITES DE LA METHODE “CLASSIQUE” DU SECTEUR EST

Sur la ZAC Cardinet-Chalabre ainsi que sur les lots situés à l'Est du parc, des concours ont été organisés pour sélectionner les architectes au fur et à mesure de la commercialisation des lots. Suivant cette méthode, les projets architecturaux sont sélectionnés par un jury composé essentiellement d'élus. Au préalable, une commission technique formule un avis, qui est mis à disposition des membres du jury. Les AMO se chargent d'évaluer si les projets proposés permettent d'atteindre les objectifs du CPEDD et mettent en évidence de manière synthétique les points forts et les points faibles de chacun des projets. Les experts vérifient notamment si les esquisses respectent les principes du bioclimatisme, qui constituent des conditions favorables à la performance énergétique des bâtiments. Le bioclimatisme d'un bâtiment dépend de sa morphologie, de son orientation, de son épaisseur, etc. Il est difficile de modifier ces partis-pris après le concours, alors que les questions relevant des choix des matériaux ou des équipements techniques sont faites plus tard. C'est pourquoi, les AMO mettent l'accent sur ces critères lors de leur évaluation des esquisses. Des pistes d'amélioration des projets sont également formulées par les AMO, afin que les membres du jury puissent évaluer à quel point les projets nécessitent d'être retravaillés pour s'approcher du niveau d'ambition de la ZAC. L'urbaniste évalue de son côté les projets sur la base des fiches de lot et de la cohérence d'ensemble du projet urbain. Les services techniques de la Ville de Paris formulent également un avis sur le respect de la réglementation urbaine. L'aménageur se charge ensuite de rédiger un document de synthèse devant servir de support à la décision du jury. Etant donné que la commission n'émet qu'un avis, le projet sélectionné n'est pas toujours le plus en adéquation avec les objectifs énergétiques de la ZAC :

« La plupart des fois, ça a été le même résultat. Notre hiérarchisation sur la base du concours a bien correspondu. Le lauréat était bien l'équipe qu'on souhaitait qu'elle soit choisie. Mais parfois, ce n'était pas le cas. Du coup, on a dû vraiment mener un gros travail sur la conception, sur la phase suivante au concours. Mais ça n'a pas toujours été facile parce qu'il y a des équipes plus réceptives et d'autres moins » (Tribu, le 30/11/2012).

La plupart du temps le projet choisi est aussi le plus performant, mais dans le cas contraire, les AMO sont amenés à retravailler le projet avec l'équipe lauréate. Selon le bureau d'études Hespul, les projets issus de cette procédure de sélection sur le secteur Est sont pour la plupart peu propices à la production PV, dans la mesure où les critères esthétiques dominent souvent le choix du jury.

Sur le secteur Saussure, les projets architecturaux sont également sélectionnés par concours par les opérateurs immobiliers et l'aménageur. L'énergie constitue un critère de choix parmi d'autres. L'AMO de la SNEF analyse les différentes propositions pour vérifier leur compatibilité avec les exigences environnementales. Tous les projets annoncent des niveaux de consommation conformes au plan climat, c'est pourquoi le regard de l'AMO est nécessaire pour détecter les choix de conception qui rendent difficile le respect des engagements :

« Ce n'est pas le seul élément de choix, mais ça participait. Notamment, il y a des cas où les projets n'ont pas été retenus pour l'aspect énergétique. Bien sûr que l'architecte ne va jamais dire qu'il ne respecte pas le plan climat, mais j'ai eu un cas concret d'un architecte qui proposait un bâtiment et des découpages dans tous les sens. L'AMO a dit : bien sûr qu'il va mettre des épaisseurs d'isolant de 30 cm partout, et il va dire que ça respecte le plan climat, mais ce n'est pas un projet qui est conçu dans une démarche plan climat. Il y a beaucoup trop de décrochements dans tous les sens. Et même si sur le papier, on va dire que ça le respecte, si la mise en œuvre n'est pas parfaite, ça ne le respectera pas. C'est un exemple concret. » (SNEF, opération Saussure, le 07/11/2012).

Cet exemple montre que réaliser un bâtiment énergétiquement performant suppose que l'architecte adopte de nouveaux réflexes dans sa manière de dessiner un bâtiment. Multiplier les décrochements sur une façade est autant de risque de ponts thermiques. Les porte-à-faux sont aussi des choix de conception architecturale qui ne vont pas dans le sens d'une économie de matière.

Au vu de la densité des programmes à construire, le lancement progressif de la commercialisation des lots a tendance à contraindre l'architecture du dernier projet, malgré la volumétrie définie par l'urbaniste. Entre le premier projet et le dernier, la marge de manœuvre de l'architecte diminue, en termes de forme et d'implantation du bâti, et d'expression architecturale :

« On a lancé les premières opérations dans ce secteur, sur cet ensemble, lot par lot, avec un enchaînement de calendrier relativement rapproché. La forte densité a fait que le premier arrivé fixait la règle du jeu pour les autres. Son bâtiment contraignait les autres en termes de prospects, même s'il était acquis qu'il pouvait y avoir des servitudes de cour commune, d'implantation en limite séparative. N'empêche que le premier arrivé dit : je fais 37 m, tu dois du coup faire avec mes 37 m de l'autre côté de la ligne séparative. Ce qui a généré, pas tant entre ces deux lots – Nexity et Paris Habitat –, mais plutôt entre ces deux autres lots, une architecture qualifiée de gabaritaire. Elle l'est un peu, notamment sur ce bâtiment qui a été publié à deux-trois endroits, en forme un peu pyramidale, parce qu'il y a un problème de prospect par rapport au bâtiment de Nexity. Ce n'est pas une volonté architecturale, c'est un parti qui utilise la contrainte et qui la transforme, mais qui est un peu subi » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Si les architectes avaient été contraints de respecter la volumétrie définie par l'urbaniste dans la fiche de lot, peut-être que les marges de manœuvre sur les différents lots auraient été moins inégales. Pour contrer ces difficultés, certains architectes se sont regroupés et ont présenté un projet commun. Ces projets avaient la particularité de regrouper des programmes distincts sur une même parcelle, tels que logements sociaux et logements en accession complétés par un équipement ou un EHPAD (Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes). Cette mixité fonctionnelle suppose que plusieurs maîtres d'ouvrages interviennent sur la même parcelle de manière coordonnée. Afin de faciliter la coordination entre les projets et de garantir une meilleure cohérence d'ensemble, les architectes ont décidé de travailler directement ensemble. Chaque architecte prend en charge la réalisation d'un des programmes de l'opération immobilière et l'un d'entre eux se charge de la coordination de l'ensemble. De ce fait la gestion des interfaces entre les différents programmes et des limites séparatives s'en trouve simplifiée, facilitée. Ce mode d'organisation sous forme de « macrolot » permet notamment de mettre en place des solutions mutualisées entre les différents programmes. Une réponse commune peut par exemple être apportée aux exigences environnementales, telles que la réalisation de parkings souterrains, la gestion de la centrale de production PV, la gestion du poste de chauffage urbain, etc. Cependant cette organisation demeure assez artificielle et s'apparente plus à une juxtaposition de projets qu'à un projet unique regroupant des programmes différents, comme nous l'a expliqué l'urbaniste :

« Celui-ci par contre était contraint puisqu'il regroupe logement social, EHPAD et logement privé : donc deux maîtres d'ouvrage (c'est Paris Habitat qui s'occupe de l'EHPAD). Mais ça fait intervenir des personnes différentes. Comment gérer la problématique de mitoyenneté, ou du moins de gestion en limite séparative. La solution macro-lot a été privilégiée tout d'abord sur ce lot, avec un groupement d'architectes, qui candidataient à trois, chacun un programme, sous la coordination d'un des membres de l'équipe. Coordination un peu artificielle, il faut le reconnaître. Ça dépend des mariages. Elle était plutôt artificielle ici, elle l'est plus ou moins ici aussi. Au final, la coordination n'existe jamais vraiment. Ça passe ensuite par un découpage de morceaux à l'intérieur de la parcelle : tu prends ce bâtiment, je prends le reste ; tu fais ton projet, je ne t'embête pas ; quand on a un problème de prospect, on s'appelle. Ça permet de simplifier les interfaces. Afin d'avoir une coordination néanmoins, une variété architecturale d'expression et gérer les

problématiques de mutualisation qu'on souhaite avoir à l'échelle d'une opération comme ça : gestion du poste énergétique, des toitures, de la centrale, gestion du poste parking, gestion des eaux à l'échelle de la parcelle, des espaces libres, etc. » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Cette expérience sur les lots E.6 et E.10A-B montre que les architectes ainsi que les maîtres d'ouvrage sont prêts à renforcer la coordination entre leurs projets. Ils semblent avoir pris conscience de l'intérêt d'une conduite coordonnée. Cette procédure de projet est aujourd'hui couramment désignée par le terme de « macrolot ». Dans son ouvrage consacré aux formes urbaines, [Lucan \(2012\)](#) définit un macrolot comme un projet immobilier pour lequel plusieurs maîtres d'ouvrage s'associent pour la réalisation d'un même ensemble regroupant des programmes de nature différentes. La conception du bâti peut, elle, être confiée à un ou plusieurs architectes. Selon l'auteur, un macrolot est l'occasion de profiter de la mixité des programmes et de l'association entre les maîtres d'ouvrage pour développer des solutions mutualisées.

La commercialisation successive des lots et la procédure de concours d'architecture ne facilitent donc pas l'amélioration de la performance énergétique des projets ni leur optimisation d'un bâtiment à l'autre. Face à ce constat, la Ville de Paris et la SEMAVIP ont souhaité mettre en place une nouvelle méthode de conception à l'échelle de l'îlot :

« Je pense que c'était vraiment lié au fait d'avoir une phase concours avec un jury qui fait un choix qui n'est pas toujours conforme aux exigences et aux ambitions environnementales qu'il y a sur la ZAC, parce qu'il peut y avoir d'autres questions qui pèsent plus. En même temps, pouvoir permettre aux équipes qui travaillent sur des lots voisins de pouvoir travailler en équipe et de pouvoir voir l'impact que le projet a sur les autres, et d'assurer une certaine cohérence architecturale, urbaine, sur l'ensemble du projet. » (Tribu, le 30/11/2012).

6.2. LES ATELIERS DE CONCEPTION DU SECTEUR OUEST

Au lieu de lancer les opérations lot par lot comme cela a été fait sur le secteur Est, le secteur Ouest a été lancé en deux fois. Dans un premier temps, les lots O₁ à O₅ ont été commercialisés et les projets conçus au cours d'ateliers de conception. Dans un second temps la même procédure a été lancée pour les lots O₆ à O₉, comme le montre la [Figure 38](#).

La technicité de la conception du secteur Ouest a favorisé le recours à un mode de conception partagée des projets immobiliers sur ce secteur de la ZAC. En effet, la moitié des programmes du secteur Ouest devant être construite sur la dalle couvrant les ateliers ferroviaires, un certain nombre de préconisations techniques et calendaires spécifiques devaient être partagées entre les équipes :

« On se retrouvait à commercialiser une centaine de milliers de mètres carrés d'un coup, avec des plannings qui étaient tout à fait parallèles. Avec des enjeux très proches et des interfaces techniques très proches puisque ce sont des bâtiments qui sont en partie sur dalle. C'est la dalle qui couvre les ateliers garages, avec un ouvrage très technique qui est sous maîtrise d'ouvrage de Paris Batignolles qu'il fallait commencer par expliquer, avec plein de contraintes techniques » (Une autre ville, le 21/08/2012).

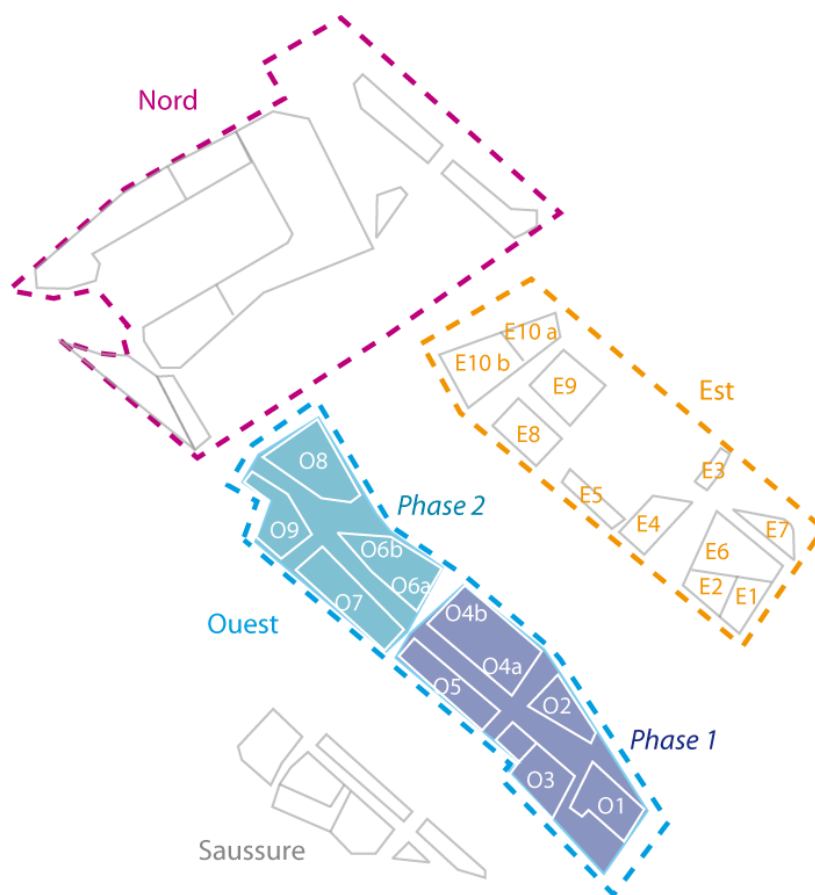


Figure 38. Le découpage des opérations immobilières : lancements par lot dans le secteur Est et lancement groupé en deux phases du secteur Ouest d'après (Paris Batignolles Aménagement, 2013)

Dans les deux phases, les opérateurs sont retenus par l'aménageur et la Ville de Paris en fonction de leurs références, de l'offre de charge foncière qu'ils présentent et de la méthode de travail qu'ils proposent. Une fois les opérateurs immobiliers désignés, la Ville de Paris associée aux opérateurs lance une consultation ouverte et non un concours d'architecture. La procédure consiste à sélectionner des équipes d'architectes à partir de leurs références et non des propositions d'esquisses, comme nous l'a expliqué l'ancien chargé du développement durable de la SEMAVIP :

« On choisit les opérateurs, à la fois sur références, méthodologie et offre de charge foncière. Une fois qu'on a constitué l'équipe des différents opérateurs, on se met d'accord. Il y a eu une consultation ouverte lancée conjointement par la Ville et les opérateurs pour retenir les architectes. Il y a eu une espèce de jury, mais qui ne jugeait pas le projet mais l'équipe de référence pour sélectionner les équipes d'architectes » (Une autre ville, le 21/08/2012).

Seuls les projets d'équipements publics ont fait l'objet d'un concours, conformément aux dispositions de la loi sur la Maitrise d'Ouvrage Publique (MOP). Afin de faciliter la coordination des projets, les opérateurs prennent en charge, en plus des logements en accession, les programmes de logements sociaux qui sont vendus en état futur d'achèvement (VEFA) aux bailleurs sociaux. De cette manière, l'obligation du concours pour les logements sociaux est contournée.

Outre les architectes, les opérateurs immobiliers et leur AMO, les ateliers réunissent suivant les thématiques d'autres participants : des représentants des services techniques de la Ville de Paris (Direction de l'Urbanisme, Direction de la Voirie et des Déplacements, Direction du Patrimoine et de l'Architecture, etc.), Paris

Batignolles Aménagement et ses AMO, François Grether et ses collègues, Jacqueline Osty, OGI, les maîtres d'œuvres de la dalle, et la directrice de l'Atelier Parisien d'Urbanisme (APUR). En tout, c'est une cinquantaine de personnes qui se retrouvent pendant une journée ou une demi-journée dans la maison du projet pour échanger sur les projets immobiliers en cours de conception.

Lors du lancement des ateliers, chacune des équipes a reçu le cahier des charges comprenant le CPEDD, le cahier des charges pour les maquettes (au 1/500, au 1/200, et numérique 3D) ainsi que les plans et coupes du projet urbain. Du lancement des ateliers au rendu des esquisses, les équipes se réunissent une journée par semaine. C'est donc un suivi très régulier des projets qui s'opère dès les premiers dessins. Le rythme des séances ralentit en phase APS pour passer à un atelier toutes les deux ou trois semaines, de façon à ce que les équipes aient bien le temps d'avancer sur leur projet entre deux ateliers. A chaque atelier est abordée une thématique différente. Comme le montre le [Tableau 15](#), en un mois les équipes ont dû travailler les aspects paysagers de leur projet, les liaisons entre le bâti et les espaces publics, et réfléchir aux usages « partagés » pouvant être accueillis dans les futurs immeubles. Les immeubles de logements pourraient ainsi proposer une cuisine partagée, une chambre d'hôte, une buanderie collective, des terrasses végétalisées partagées, etc. Pour les immeubles de bureaux, des espaces de co-working, des salles de sport, et une conciergerie ont été envisagés par les équipes. Ces ateliers limitent donc le risque de fausse route des maîtres d'œuvre :

« Ça donne une procédure originale, surtout pour les architectes qui sont confrontés immédiatement à beaucoup de demandes en même temps, qu'ils n'ont pas quand ils travaillent isolément dans leur atelier pendant un mois et demi, qu'ils essaient de deviner ce que le maître d'ouvrage et la Ville veulent, à partir d'un cahier des charges plus ou moins bien rédigé. Là, ils ont le cahier des charges plus l'interlocuteur, plus le client qui les paie pour produire une esquisse. Ça change leurs habitudes de travail. La Ville peut intervenir plus directement dans la phase de préconception, de conception de l'esquisse, puisqu'elle est partie prenante des échanges. » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Le matin, chaque équipe présente en quelques minutes comment la thématique du jour est traitée par leur projet. Nous avons remarqué que l'appropriation des problématiques environnementales par les équipes est très variable d'un projet à l'autre. Sur certains projets, comme l'immeuble de bureaux du lot O9, le bureau d'études environnementales a été dès le début très présent. La performance énergétique du projet a donc été abordée de manière précise et assez technique. Ensuite tout le monde se regroupe autour de la maquette où sont implantés les nouveaux volumes. Chacun peut alors prendre le micro et commenter, critiquer le profil et l'agencement des différents projets. Au cours des premiers ateliers, nous avons pu observer les discussions autour de l'implantation des immeubles à 50m. Ceux-ci sont alors déplacés sur les parcelles de logements, de façon à trouver la position optimale en matière de vue sur le jardin, d'agrément des espaces publics, de manière à créer une petite place publique entre les lots O8 et O6b, mais aussi en termes d'accès à la lumière naturelle et aux apports solaires. François Grether a incité les différentes équipes à critiquer les projets voisins de façon à bien mettre en évidence les problèmes d'interaction entre les projets. Ainsi d'une séance à l'autre, les volumétries évoluent, les immeubles hauts se déplacent, et progressivement se précisent. Il est arrivé que des équipes arrivent en atelier avec deux maquettes et testent l'insertion de leur projet dans la maquette générale du projet urbain. Au cours des premiers ateliers les discussions sont menées autour de la maquette au 1/500 représentant l'ensemble du projet urbain, puis les projets se précisant, une seconde maquette au 1/200 est réalisée modélisant les projets concernés par l'atelier (cf. [Figure 39](#)).



Figure 39. Discussion autour de la maquette au 1/200 de la phase 1 du secteur Ouest (Source: Paris Batignolles Aménagement, 2013)

Les après-midi des ateliers sont organisés sous forme de tables rondes de coordination technique avec les « experts » référents. Ces tables rondes sont l'occasion de passer en revue les sujets techniques de chacun des projets, tels que la construction sur dalle, le branchement des réseaux, les questions de développement durable, le respect du PLU, la réglementation incendie, le réseau de collecte pneumatique, etc. :

« Rappeler les grands principes du cahier de prescription, les objectifs, ça peut se faire en plénière. Par contre, dès qu'on veut travailler finement sur les projets... Récemment, on a fait des ateliers sur un principe de speed dating. On a des petites tables, les AMO font des petits ateliers en tables et les équipes tournent d'un atelier à l'autre. Vous avez l'atelier avec Tribu sur les aspects généraux, un atelier eaux pluviales, un atelier photovoltaïque... » (Une autre ville, le 21/08/2012).

La table ronde sur le développement durable est animée par l'AMO (Tribu pour les ateliers de la phase 1 et Inddigo pour ceux de la phase 2) accompagné de l'ancien chargé du développement durable à la SEMAVIP, qui a créé depuis 2012 son entreprise de conseil en "aménagement urbain responsable". En phase esquisse, l'AMO de l'aménageur dialogue plutôt avec les architectes alors qu'en phase APS, l'intérieur du bâtiment se précisant, le principal interlocuteur devient l'AMO de l'opérateur immobilier. Les premières tables rondes sont l'occasion pour les équipes de demander des précisions sur le CPEDD, afin de mieux le comprendre, de mieux se l'approprier. Les équipes peuvent aussi partager leurs difficultés à respecter le cahier des charges, notamment en termes de système de rafraîchissement passif des immeubles et de surface de panneaux PV à installer. Le lot Og a par exemple eu des difficultés à trouver un compromis entre la problématique de descente de charges limitées sur la pointe nord de la dalle et la nécessité de rafraîchir passivement les espaces intérieurs. En effet, comment créer un bâtiment avec une importante inertie, sachant que la construction sur dalle contraint à recourir à une façade en structure légère ? La proximité des voies ferrées a également soulevée des questions de qualité de l'air, et par conséquent de système de ventilation. En plus de trouver des compromis entre les différentes exigences du CPEDD (toitures végétalisées et/ou accessibles et centrale de production PV par exemple), il est nécessaire de composer avec d'autres contraintes techniques émanant du site de construction. L'aménageur a profité de l'existence de ces tables rondes pour faire intervenir rapidement un représentant d'ERDF (Electricité Réseau Distribution France) sur la question du raccordement des panneaux PV au réseau électrique.

A partir du plan de recollement et des maquettes numériques, Inddigo a pu modéliser l'ensoleillement du futur quartier et évaluer ainsi les contraintes d'un édifice sur un autre. Cette modélisation a permis de mettre en évidence les effets de masque de chaque projet sur l'espace public et sur les autres bâtiments. Les logements les plus mal exposés ont été identifiés. Chaque équipe peut ainsi prendre conscience de l'impact de son projet sur les autres et sur le confort des espaces publics. Afin de respecter l'exigence du CPEDD selon laquelle les logements doivent bénéficier d'au moins 2h d'ensoleillement en hiver, la répartition des logements par étages doit parfois être revue. Les esquisses ont été rendues à l'aménageur fin juillet, donnant le temps aux AMO

d'évaluer les projets durant le mois d'août. En plus de l'étude d'ensoleillement, l'AMO s'appuie sur les informations fournies par les équipes dans les tableaux de bord. En effet, Tribu a mis en place un système de suivi des projets immobiliers à partir d'un tableau de bord reprenant les exigences des CPEDD. Ce tableau doit être renseigné aux différentes phases clés des projets que sont les esquisses, le dépôt du permis de construire et la livraison. Cette présentation synthétique de la performance des projets en matière environnementale facilite le travail de suivi de l'AMO. Pour chacune des thématiques, le niveau de performance envisagé, puis atteint est précisé, chaque équipe devant fournir les documents permettant de justifier le respect des objectifs.

Après une pause estivale, les ateliers ont repris en septembre dans le but de réaliser les Avant Projets Sommaires (APS). Les séances ont alors porté sur les aspects paysagers et la place du végétal dans les projets (cf. [Tableau 15](#)). Les réflexions sur le design des façades et le choix des matériaux ont été amorcées et celles sur les usages approfondies. Le fonctionnement des socles, le rapport des projets avec l'espace public et les interactions entre les édifices ont été analysés. En matière d'usages innovants, les concepts ont été précisés et des modes de gestion spécifiques étudiés, afin de garantir leur pérennité. Par exemple, proposer des terrasses végétalisées ou des jardins partagés ne suffit pas, il est nécessaire d'imaginer le mode de financement et de gestion de ces espaces collectifs. Comment financer la conciergerie de quartier, sachant que des usagers aux niveaux de vie différents vont se côtoyer ? A qui y donner l'accès ? Quelle structure va se charger de l'entretien des jardins en cœur d'îlot et des terrasses végétalisées ? Autant de questions qui doivent être abordées dès les premières phases du projet. Il en est de même pour les panneaux PV, comme nous avons pu le voir dans la [section 4](#).

Tableau 15. Dates et thèmes des ateliers de conception des esquisses et des Avant Projets Sommaires de la phase 2 du secteur Ouest (d'après le programme des ateliers envoyé par PBA)

| Atelier | Date | Thème |
|-----------|----------|---|
| Lancement | 27/06/13 | Les acteurs, la méthode, les enjeux des ateliers, les propositions programmatiques des maîtres d'ouvrages et les attentes pour les équipements, le cinéma et les commerces |
| 1 | 04/07/13 | Volumétrie, silhouette, paysage : orientations, vues, lignes de ciel, ouvertures spatiales, points hauts, insertion dans le site... |
| 2 | 11/07/13 | Rapport à la rue, au parc, au faisceau : soubassements, implantation, accès aux programmes et aux parkings, nivellement, organisation des RDC... |
| 3 | 18/07/13 | Propositions architecturales innovantes pour les modes de vie : espaces communs et privés, hauteurs d'étage, prolongements des logements, espaces de travail, immeubles d'entreprises, pôle culture-loisirs. Approfondissement des sujets environnementaux : volumétries précisées, ensoleillement, ombres projetées... |
| 4 | 25/07/13 | Rendu des pré-esquisses |
| 5 | 05/09/13 | Retour analyses pré-esquisses |
| 6 | 19/09/13 | Rendu esquisses |
| 7 | 03/10/13 | Préparation au comité de pilotage « esquisses » |
| 8 | 24/10/13 | Écritures / unité - diversité / rapports entre bâtiments |
| 9 | 07/11/13 | Paysage/végétal |
| 10 | 21/11/13 | Façades/matériaux : première composition |
| 11 | 05/12/13 | Socles et façades |
| 12 | 19/12/13 | Cohésion des projets, rapport à l'espace public |
| 13 | 16/01/14 | Présentation des APS |
| 14 | 30/01/14 | Préparation du comité de pilotage « APS » |

Les APS ont été évalués par l'AMO environnement en janvier 2014. L'analyse d'ensoleillement réalisée par Inddigo sur les APS permet de mesurer l'impact des évolutions apportées aux volumétries depuis les esquisses (Inddigo & Paris Batignolles Aménagement, 2014). Les observations concernent aussi bien l'ombrage d'un bâtiment sur un autre ou sur le parc ou la rue que sur lui-même. Cette analyse amène le bureau d'études à formuler des pistes d'amélioration sur les caractéristiques des vitrages et des protections solaires à installer en fonction de l'orientation de chacune des façades. Les volumétries ne sont pas remises en question à ce stade d'avancement des projets malgré les effets négatifs sur l'ensoleillement, les préconisations portent sur le traitement des façades. La fermeture des balcons sur les façades mal exposées est par exemple recommandée, afin de créer des espaces tampons. Cette étude montre qu'il peut encore y avoir en phase APS des évolutions de la volumétrie pouvant être défavorables. Précisions que cette analyse d'ensoleillement ne modélise que les volumétries simplifiées des futurs immeubles à partir des maquettes numériques fournies par les équipes. En particulier, les « gardes corps, acrotères, casquettes de petites dimensions ne sont pas modélisées » (Inddigo & Paris Batignolles Aménagement, 2014, p.4).

A travers ces ateliers de conception, l'approche purement graphique et documentaire de respect d'exigences écrites dans le cahier des charges est dépassée. Les interactions entre les différentes parties-prenantes, la confrontation des regards permettent de vérifier de manière quasi-continue l'adéquation du projet aux exigences de la Ville de Paris. Il permet également aux équipes de partager leurs difficultés entre elles et d'en faire part à l'aménageur.

Malgré le rythme soutenu des ateliers et le bouleversement de leurs méthodes de travail, les architectes jouent plutôt bien le jeu et sont intéressés par la démarche. Les maîtres d'ouvrage, bien qu'intéressés, sont un peu plus déboussolés parce qu'ils perdent un peu la main sur leur projet dans la mesure où d'autres interlocuteurs interviennent :

« Les maîtres d'ouvrage [...] sont frileux d'une manière générale, parce qu'ils perdent le contrôle qu'ils auraient eu en termes d'unique acteur de pilotage. Là, il y a plusieurs personnes. Le lot d'à côté qui dit au voisin que ça serait mieux d'avoir une masse bâtie plutôt comme ça, le voisin aurait tendance à lui dire : de quoi je me mêle ! Il faut qu'ils jouent le jeu aussi, ce n'est pas facile, ça change leurs habitudes. Mais ils trouvent ça intéressant aussi malgré tout. » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Cette dynamique d'échanges notamment avec les services techniques de la Ville de Paris permet de limiter les risques de non obtention du permis de construire. Le calendrier des opérations est ainsi mieux maîtrisé. Grâce à cette vision d'ensemble, chaque équipe peut prendre conscience de l'impact de son projet sur les autres ainsi que des interactions possibles entre les projets. Une certaine cohérence architecturale est ainsi assurée, bien que chaque architecte cherche à se différencier des autres. Il n'est pas question d'uniformisation architecturale mais de cohérence paysagère.

Selon Tribu, les échanges avec les AMO facilitent la conception bioclimatique des projets :

« Je trouve que c'est une approche très intéressante. Les équipes, quand elles travaillent en phase concours, elles ont leur cahier des prescriptions. Elles ne planchent pas forcément... Le fait d'avoir cette première séance de lancement et le fait de pouvoir être présent, ça leur a permis d'avoir des échanges directs avec nous pour mieux comprendre la stratégie et la démarche qu'on souhaitait mettre en place. Je pense qu'ils ont pu mieux intégrer cette démarche d'aménagement bioclimatique dans leur travail. Ils ont apprécié ça parce qu'ils n'ont pas eu l'habitude de faire ça. J'espère qu'ils vont l'intégrer pour le futur. Du point de vue environnemental, c'était vraiment l'intérêt » (Tribu, le 30/11/2012).

La capacité des ateliers à renforcer l'optimisation des projets sur les aspects environnementaux est moins évidente pour l'urbaniste : *« Je ne pense pas que le mode opératoire ait beaucoup influencé les aspects environnementaux. C'est plus une question urbaine, de diversité, de variété, de gestion des échelles, etc. »* (Atelier François Grether, le 07/11/2012). D'après Hespul, les ateliers de conception pour les lots O1 à O5 du secteur ouest n'ont pas permis d'optimiser les ombres portées d'un lot sur un autre. Le bureau d'études affirme que tant que le droit au soleil ne sera pas reconnu juridiquement, il restera difficile d'optimiser ces questions d'ombre portée. Les bureaux d'études travaillant sur chacun des lots semblent néanmoins s'être bien appropriés la démarche de conception proposée par Tribu. Toutefois, nous avons noté que le changement d'AMO sur les ateliers de la phase 2 a quelque peu complexifié le processus. En effet, il est difficile pour un bureau d'études de guider des équipes de maîtrise d'œuvre sur la base d'un cahier des charges qu'il n'a pas lui-même rédigé. D'autant que le CPEDD de Tribu présente des méthodes de calcul spécifiques de certains indicateurs (contribution à l'îlot de chaleur, énergie grise, etc.). Les ateliers amènent une certaine souplesse, ouvrent la porte aux négociations entre les parties prenantes. Faire respecter le cahier des charges devient donc plus compliqué :

« Tout le monde apprend à utiliser et manipuler cet élément workshop, comment travailler avec cet élément, qui apporte une souplesse, et en même temps qui peut aussi apporter une perte de contrôle par moment, parce que les choses sont moins écrites. Quand les choses sont écrites, on peut dire : voilà le règlement. Quand les choses sont plus verbales, il faut essayer de faire partager la même volonté. C'est plus compliqué. » (Atelier François Grether, le 07/11/2012).

Grâce à ces ateliers de conception, l'architecture des projets n'est plus dictée par le calendrier :

« On s'est quand même heurté à des contraintes, c'est normal, il faut composer avec d'autres exigences, c'est indispensable. Mais on a pu le faire un peu mieux, alors que sur le secteur Est, on était un peu tributaire du phasage des opérations. Le premier faisait ce qu'il voulait. Le deuxième était obligé de prendre en compte la volumétrie du premier comme une donnée d'entrée mais il ne pouvait pas interagir avec, etc. C'était finalement le phasage qui donnait les contraintes. Là, comme cinq lots arrivent en même temps au même niveau et font le projet en même temps, on a pu jouer sur la volumétrie, faire reculer les bâtiments, sculpter les volumétries pour essayer d'optimiser ces paramètres. C'est relatif, mais on a pu quand même influencer là-dessus. A ce titre, c'est assez intéressant, c'est positif. Ce n'est pas pour ça que ça a été fait, mais c'est positif de ce point de vue-là » (Une autre ville, le 21/08/2012).

En définitive, cette expérience semble plutôt positive. Les acteurs ayant pris part aux ateliers paraissent satisfaits de la démarche, pourtant bien différente de leurs habitudes de travail. Cette méthode semble avoir participé à l'optimisation des projets et de leurs interactions, comparée au secteur Est de la ZAC. Il faudrait pour confirmer cette intuition, fondée sur les impressions des acteurs qui ont participé à ces ateliers et à nos propres observations, que la qualité énergétique des projets une fois livrés soit évaluée. Sans évaluation il n'est pas possible de comparer les bâtiments du secteur Est à ceux du secteur Ouest et il est donc difficile de réellement prendre la mesure de l'efficacité de cette méthode de travail sur la qualité énergétique des constructions.

7. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 6

Le projet Clichy-Batignolles a connu de multiples modifications notamment quant au contenu de son programme : quartier de ville, village olympique, quartier de ville à nouveau, implantation de la Cité Judiciaire. Malgré ces bouleversements de programme, la volonté de la Ville de Paris de faire de Clichy-Batignolles un projet exemplaire sur le plan environnemental, qui a émergé lors de la candidature de la Ville de Paris pour accueillir les Jeux Olympiques de 2012, a perduré. Dès les premières études de la ZAC Cardinet Chalabre, l'aménageur s'est entouré de bureaux d'études spécialisés en environnement, qui ont grandement participé à soutenir et préciser cette ambition d'exemplarité environnementale. En revanche, l'influence de ces préoccupations sur le dessin urbain est plus difficile à discerner, les enjeux environnementaux et en particulier énergétiques pouvant être en contradiction avec des enjeux plus urbains d'insertion du projet dans un contexte urbain existant, ou de respect de la topographie du sol.

La pérennité de cet engagement en faveur de l'environnement repose notamment sur les plans énergétiques et climatiques, sur l'inscription d'objectifs ambitieux spécifiques à l'opération Clichy-Batignolles dans le plan climat de Paris en 2007. Ce document politique a donné la légitimité suffisante à l'aménageur pour mobiliser les différents acteurs intervenant sur le projet autour de ces objectifs en matière de maîtrise de la demande énergétique et de couverture des besoins énergétiques du futur quartier par des énergies renouvelables et de récupération, afin qu'ils proposent des solutions innovantes. Des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable, très complets et particulièrement prescriptifs, ont été développés par l'aménageur avec ses AMO afin que les bâtiments construits sur la ZAC respectent ces objectifs. Toutefois, l'implantation de la Cité Judiciaire au nord de la ZAC Clichy-Batignolles et en particulier le projet d'immeuble de grande hauteur démontre le poids relatif des objectifs énergétiques dans les choix de conception urbaine. En effet, bien que les conséquences négatives de l'implantation de l'IGH sur la qualité énergétique du projet urbain aient été démontrées par les AMO en énergie, le projet de l'Etat n'a pas été modifié⁵⁸.

Ce contexte a permis d'étudier la mise en œuvre à relativement grande échelle de solutions techniques nouvelles sur le territoire parisien, telles que la récupération de chaleur sur les eaux-usées ou l'éclairage public économe en énergie et l'installation d'une centrale photovoltaïque en centre urbain dense. A contrario, cette volonté d'exemplarité des élus a également amené la Ville à mettre en place un réseau de collecte pneumatique des déchets. L'intérêt en matière de consommation énergétique de cette solution, certes nouvelle sur le territoire parisien, apparaît limité voire contradictoire. En matière de lutte contre la pollution atmosphérique et de réduction des émissions de GES cette technologie semble toutefois pertinente. Les possibilités d'extension ou de généralisation de ce réseau dans un milieu urbain dense et existant sont néanmoins quasi nulles, les retombées de cette expérimentation sur le territoire parisien s'en trouvent donc limitées. L'objectif très ambitieux sur les énergies renouvelables a amené l'aménageur, sous l'impulsion de son AMO énergie, à comparer différentes solutions d'approvisionnement en énergie pour l'ensemble du territoire de projet. L'objectif en matière de production d'électricité photovoltaïque a été quant à lui intégré aux finalités du projet urbain. Le potentiel de production a été calculé par un bureau d'études spécialisées sur la base des volumétries indicatives de l'urbaniste et a ensuite été traduit en objectifs chiffrés pour chacun des lots. Par ailleurs, l'installation d'un si grand nombre de panneaux PV sur un même quartier met en évidence les problématiques liées à la rentabilité de ces projets de production d'électricité PV, au branchement de ces installations sur le réseau électrique et à la maintenance d'unités de production électrique sur des toitures gérées par des copropriétés. Pour faire face à ces problématiques, un nouvel acteur est apparu : Solarvip.

⁵⁸ Cette situation est toutefois à remettre dans un contexte de relations compliquées entre l'Etat, le gouvernement et la municipalité parisienne.

Enfin, la Ville de Paris et son aménageur ont cherché à innover dans les méthodes de conception en cours de projet. Insatisfaits du lancement successif des projets immobiliers sur le secteur Est, qui a tendance à limiter la marge de manœuvre des équipes travaillant sur les derniers projets lancés, ceux-ci ont mis en place une méthode de travail sous forme d'ateliers de conception. Ces ateliers permettent de faire travailler simultanément les équipes de plusieurs lots au cours de réunions collectives à intervalle régulier. Le suivi des projets immobiliers par la Ville de Paris et son aménageur s'en trouve ainsi renforcé. Il est également plus facile de mettre en évidence les interactions et impacts d'un projet immobilier sur les autres ainsi que sur le confort de l'espace public, notamment en matière d'exposition au soleil. Les préoccupations environnementales semblent également mieux relayées auprès des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, les échanges ne se limitant pas à un cahier de prescriptions écrites.

La [Figure 40](#) permet de bien synthétiser le déroulement du projet urbain Clichy-Batignolles et de situer dans le temps les différentes actions mises en place sur le plan énergétique.

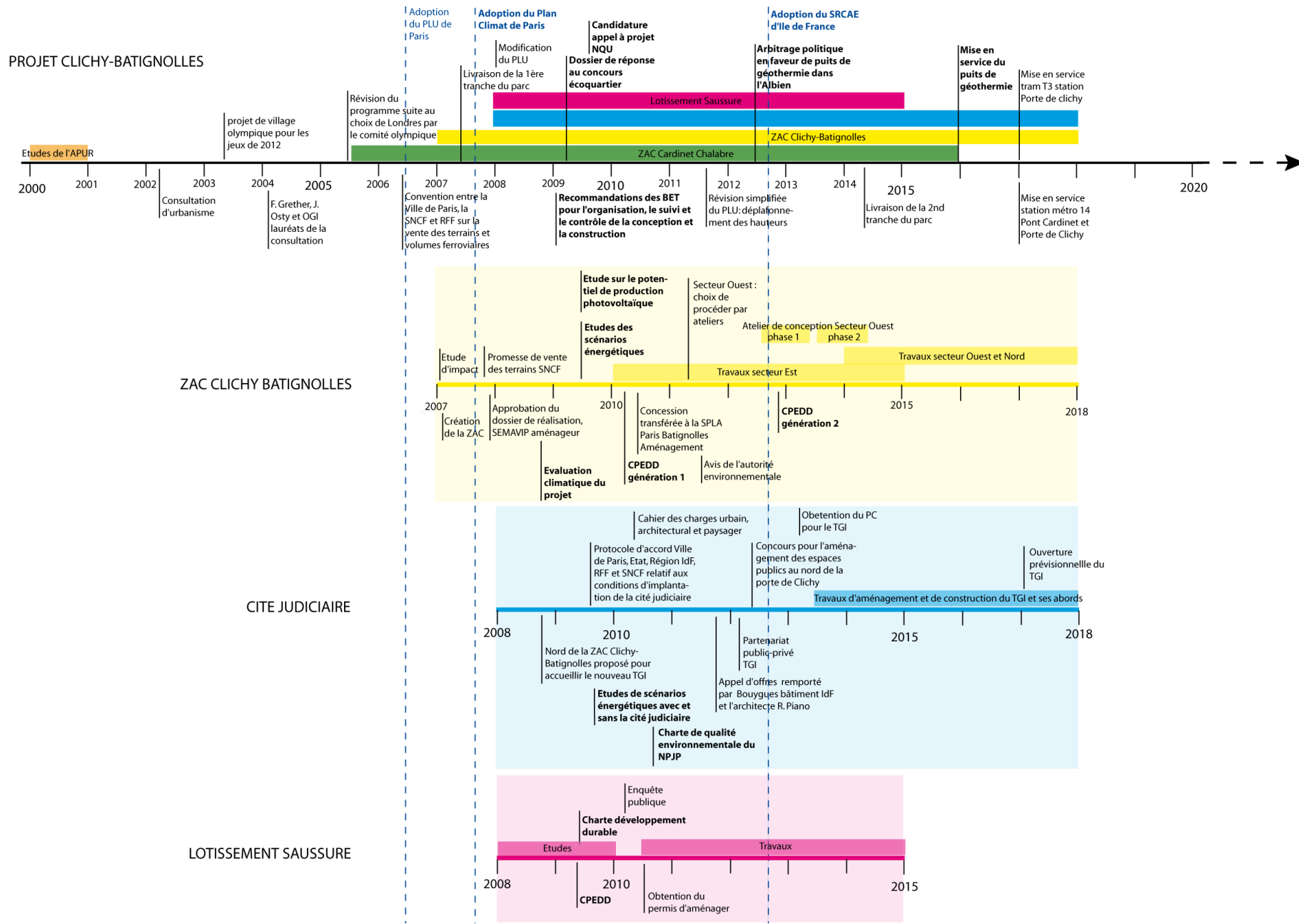


Figure 40. Chronologie simplifiée du projet urbain Clichy-Batignolles, en bleu figurent les événements relatifs au contexte parisien et en gras ceux concernant l'énergie ou le climat

CHAPITRE 7. PARIS NORD-EST : PLACE DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS UN PROJET URBAIN MULTI-ECHELLES

Paris Nord-Est est un territoire de 200 hectares situé au Nord-Est de Paris comme son nom l'indique (Figure 41), entre la Porte de la Villette à l'Est et de La Chapelle à l'Ouest. Composé de friches industrielles, d'infrastructures de transport aux emprises importantes, de vastes terrains monofonctionnels et de zones de « franges urbaines » (Beture Infrastructure, SEMAVIP, & Ville de Paris, 2005), ce territoire est fortement marqué par la « désindustrialisation et la délocalisation des activités liées au fret ferroviaire » (Délibération 24-25 juin 2002 Conseil de Paris). C'est une « structure urbaine fragmentée » (ibid.) notamment du fait de la présence de nombreuses infrastructures de transports, le périphérique, les faisceaux ferrés Est et Nord et d'entrepôts de taille considérable (l'entrepôt Macdonald fait 600m de long). Ce territoire est pourtant très mal desservi par les transports en commun.

En 2002, le territoire Paris Nord-Est (PNE) est retenu pour constituer, avec dix autres sites, le « Grand Projet de Renouveau Urbain »⁵⁹ de la Ville de Paris. Lancé par la Mairie de Paris avec de nombreux partenaires, ce projet de grande envergure a pour objectif de repenser les relations entre la capitale et les communes limitrophes, et surtout d'améliorer durablement la qualité de vie des habitants de la périphérie. Le développement du Nord-Est parisien constitue un enjeu fondamental pour la Ville de Paris et pour les communes de Saint-Denis, Aubervilliers, Pantin, et plus largement pour l'ensemble de la région Ile-de-France. Le site bénéficie d'une situation stratégique au nord des gares du Nord et de l'Est et au sud du stade de France. La Figure 42 permet d'avoir un aperçu du territoire Paris Nord Est et de se représenter la taille de la zone concernée par le projet urbain.

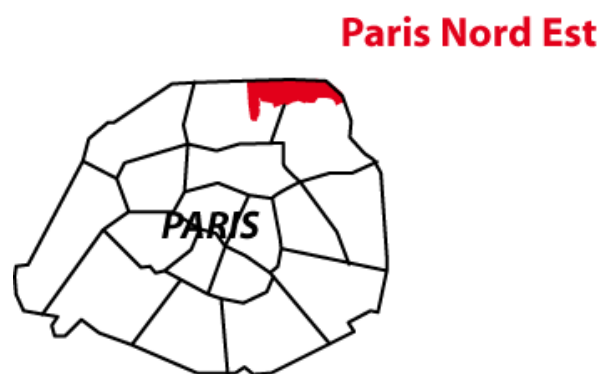


Figure 41. Localisation du projet Paris Nord Est

⁵⁹ Le « Grand Projet de Renouveau Urbain » a été lancé en mars 2002 par la signature d'un avenant au Contrat de Ville liant Paris à l'Etat, la Région Ile-de-France, la Caisse des Dépôts et Consignations et le Fonds d'Action et de Soutien pour l'Intégration et la Lutte contre les Discriminations (devenu depuis 2006 l'Agence nationale pour la Cohésion Sociale et l'Egalité des Chances). Onze sites prioritaires ont été sélectionnés pour faire l'objet de travaux d'aménagement. Pour plus d'informations cf. "Grand Projet de Renouveau Urbain," 2013.

Le désenclavement, le traitement des coupures urbaines et l'accessibilité en transports collectifs constituent les principaux enjeux de cet ambitieux projet urbain. Il s'agit de « prolong[er] la ville intramuros »⁶⁰, d'intégrer les infrastructures de transport à la ville et surtout de rapprocher Paris de sa banlieue. La ligne de tramway T3, qui relie la Porte de la Chapelle à la Porte de Vincennes, a été prolongée et mise en service à la fin 2012. Une nouvelle gare RER E sera créée et mise en service en 2015, ce qui permettra de relier le quartier à la gare saint Lazare en quelques minutes. 80 000 passagers par jour sont attendus. A plus long terme, le prolongement de la ligne de tramway T8 en provenance de Saint Denis est prévu – même si le financement de celui-ci n'est pas encore assuré. Ces différentes lignes de transports collectifs seront implantées de façon à permettre la création d'un pôle multimodal autour de la nouvelle gare RER, c'est-à-dire que les usagers auront moins de 200 mètres à parcourir pour changer de mode de transport. Si ces nouveaux transports en commun assureront l'accessibilité du territoire, des réflexions ont été menées pour assurer l'intégration de ces transports à l'espace urbain, la desserte et la connexion entre les différentes polarités et fonctions du territoire. Une fois que le pôle multimodal fut acté, l'aménagement des espaces publics, le tracé des circulations douces, l'implantation des stations de vélos (Vélib') ou de voitures électriques (Autolib) en libre-service ont été pensés. La construction d'une passerelle, au-dessus du périphérique, réservée aux piétons et aux cyclistes est apparue essentielle. En effet, celle-ci assurera la liaison entre le pôle de transport et le pôle commercial et tertiaire du Millénaire de l'autre côté du boulevard périphérique, à Aubervilliers. Sans cette passerelle, il apparaît peu probable que les usagers du Millénaire préféreraient les transports collectifs à la voiture individuelle. D'ailleurs, Icade, propriétaire du Millénaire, a mis en place des navettes fluviales⁶¹ pour assurer la liaison entre la station de métro de la ligne 7 « Corentin Cariou » et le nouveau centre commercial. Les projets d'amélioration de l'accessibilité en transports collectifs sont visibles sur la [Figure 43](#). Par ailleurs, un travail de requalification des espaces publics et un travail paysager ont été entrepris, avec la création de parcours de promenades, d'espaces verts, d'une « forêt linéaire » et d'une réserve naturelle. La création d'équipements de proximité, de circulations douces, et la diversification de l'offre de logements devraient également participer à l'amélioration du cadre de vie sur ce territoire.

⁶⁰ Expression employée au cours de l'entretien avec la Direction de l'Urbanisme de la Ville de Paris.

⁶¹ Initialement mise en place pour les salariés du Millénaire en 2007, Icade a ouvert au public la navette fluviale lors de l'ouverture du centre commercial du Millénaire. Quatre navettes sont actuellement en service et transportent 3 600 passagers par jour d'après le site : <http://www.icade.fr/icade/actualites/icade-inaugure-quatrieme-navette-fluviale-electrique>

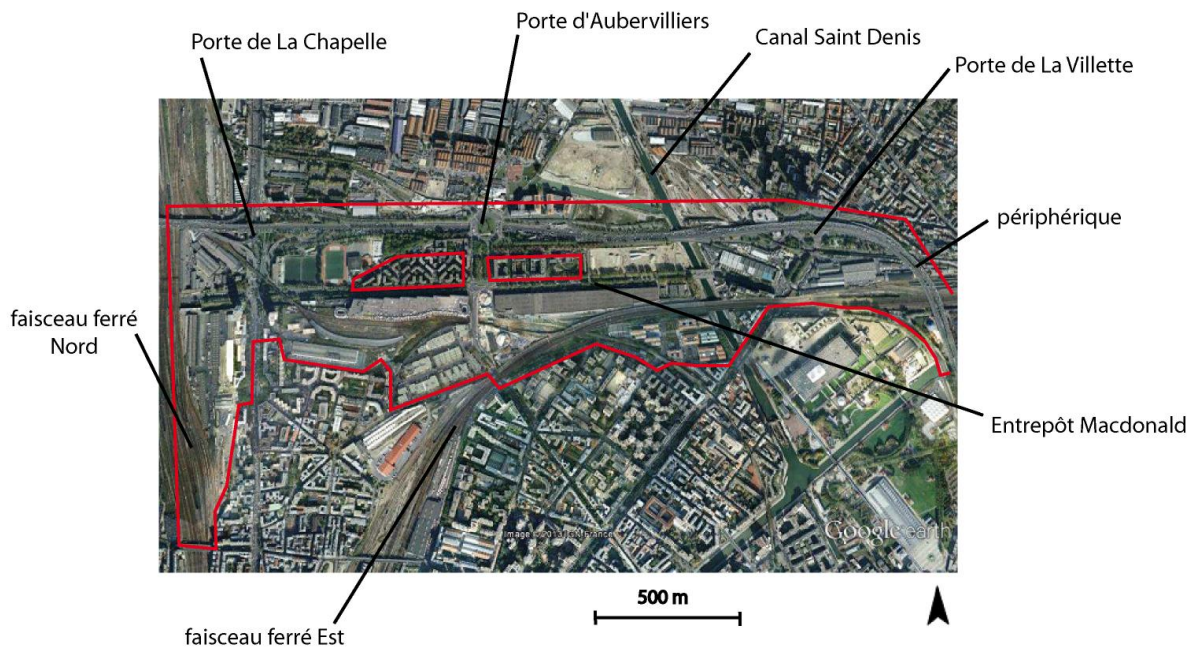


Figure 42. Périmètre du projet urbain Paris Nord Est, et les principales caractéristiques du site à l'état initial

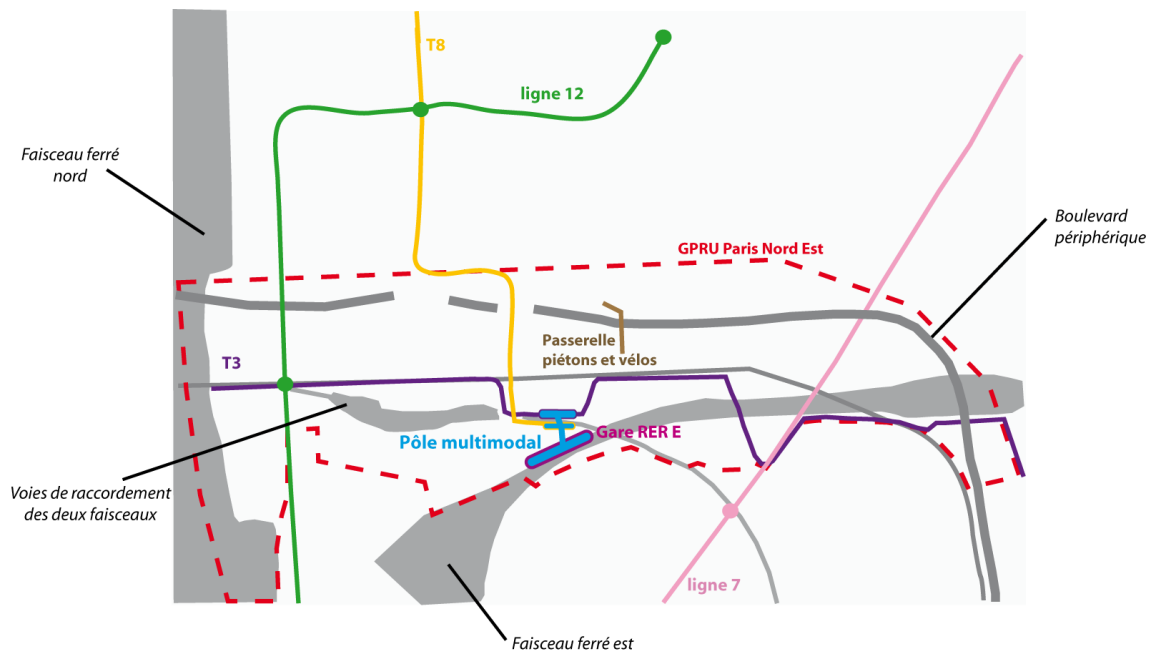


Figure 43. La future accessibilité en transports collectifs d'un territoire morcelé par les infrastructures de transport d'après Projet Paris Nord-Est: Rapport de stratégie urbaine, 2008

Dans ce chapitre, nous commencerons par décrire l'organisation particulière de ce vaste projet urbain, en revenant à sa genèse et en mettant en évidence les trois échelles distinctes à partir desquelles il s'est construit (1). Avant de nous intéresser plus précisément aux deux premières opérations de Paris Nord Est, nous présenterons les projets d'extension du réseau de chaleur et du réseau de froid, qui ont amené les concessionnaires de ces réseaux à collaborer pour valoriser au mieux la chaleur extraite d'un puits de géothermie profonde (2). Comprendre les tenants et les aboutissants de ce projet de géothermie nous aidera à mieux percevoir les choix énergétiques dans les opérations Claude-Bernard (3) et Macdonald (4). Après avoir retranscrit dans les grandes lignes chacune de ces opérations, nous nous attacherons à décrire le processus de prise en compte des enjeux énergétiques. Nous nous attarderons sur l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, qui constitue une opération assez exceptionnelle, de par sa taille, son ambition, sa complexité mais aussi de par le mode d'organisation.

1. UN PROJET MULTI-ECHELLES

1.1. CONDUITE DU PROJET : INITIATION, REFLEXIONS ET PASSAGE A L'OPERATIONNEL

La délibération du Conseil de Paris du 24 et 25 juin 2002 marque le lancement du projet Paris Nord-Est, par l'identification du périmètre d'intervention de 200 hectares et des objectifs poursuivis par le projet d'aménagement (l'ensemble de ces objectifs figurent dans l'Encadré 2) mais aussi par la définition des modalités de la concertation et enfin par le lancement des études. A la suite de cette délibération, un mandat d'études préalables a été confié à la SEMAVIP. Ce mandat comprenait des études de définition globale du territoire et de ses relations à son environnement ainsi que des études sur des « périmètres plus restreints » sur lesquels des opérations pourraient être engagées suivant les bilans partiels de la concertation (Conseil de Paris, 2002). Les études globales comprennent : « une étude de marché portant sur l'analyse des potentialités de développement du site, une étude des déplacements et une étude des réseaux » et la tenue d'une consultation d'urbanisme. Cette consultation d'urbanisme s'est tenue entre octobre 2002 et juillet 2003, elle regroupait quatre équipes de maîtrise d'œuvre urbaine. La première phase de la consultation a permis de mettre en évidence des principes et orientations complémentaires aux objectifs initiaux définis par la Ville de Paris (APUR, 2004):

- Former de « véritables quartiers », équipés de commerces, d'équipements, de transports, etc. ;
- Créer une mixité sociale et programmatique ;
- Constituer des pôles économiques aux Portes de la Villette et de La Chapelle, et un quartier mixte (activités économiques et habitats) aux alentours de la Porte d'Aubervilliers et de la future gare Eole-Evangile ;
- Organiser un aménagement progressif et capable de s'adapter aux inévitables évolutions futures, avec des actions à court terme et des opérations sur les terrains rapidement maîtrisables et des utilisations provisoires des terrains dont l'aménagement est prévu à long terme.

A l'issue de cette consultation, l'équipe de Dussapin-Leclercq – équipe composée de Dussapin-Leclercq architectes urbanistes, Agence TER paysagistes, Gaudriot programmation – a été retenue comme architecte coordinateur du projet Paris Nord-Est. La stratégie urbaine proposée par cette équipe permet de répondre aux objectifs de la politique de la Ville de Paris et d'assurer la création progressive de quartiers diversifiés. L'importante requalification paysagère, intégrant les infrastructures de

transports et créant de nouveaux espaces verts tels que la « forêt humide » le long du boulevard périphérique, a semblé intéressante et innovante. Toutefois certains points restaient à améliorer ou à préciser, comme par exemple le renforcement des liaisons Nord-Sud ou les modes de gestion des parcs paysagers (APUR, 2004). Le rôle de l'architecte-coordonateur à l'issue de cette consultation était de formaliser ces premières réflexions et d'assurer la mise en œuvre de sa stratégie urbaine tout au long du projet face à un contexte foncier mal maîtrisé.

En 2006, les orientations d'aménagement du projet Paris Nord-Est ont été inscrites dans le PLU. Les objectifs d'aménagement étaient alors triples :

- « améliorer le cadre de vie » :
- « désenclaver et favoriser l'ouverture du quartier »
- « soutenir les activités économiques et commerciales »

Dans ce document, seuls deux secteurs d'aménagement étaient identifiés. Le premier est le secteur Claude Bernard/canal Saint Denis/ quai de la Charente. Première opération d'aménagement engagée sur ce territoire, la ZAC Claude Bernard est délimitée par le boulevard périphérique au Nord, le boulevard Macdonald au Sud, à l'Est par le canal Saint Denis et à l'Ouest par l'avenue de la Porte d'Aubervilliers (Figure 44). Les constructions se répartissent sur deux terrains, d'un côté la parcelle Claude Bernard et à l'Est l'îlot quai de la Charente. Le programme d'aménagement est mixte, il prévoit la construction de 104 000m² HON, comprenant des logements, des bureaux et des locaux d'activités, un Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD), une école polyvalente et une halte-garderie. Le second secteur est dénommé Macdonald/Eole Evangile. Il est constitué de l'entrepôt Macdonald et de la future gare RER Eole. L'entrepôt Macdonald est un bâtiment aux « dimensions hors normes ». Long de 600 mètres, sa structure a été conçue dès son origine pour une éventuelle surélévation. Ainsi l'entrepôt sera conservé, surélevé et reconverti de manière à réaliser des logements, des bureaux, des commerces et des équipements publics. Une partie de l'entrepôt sera néanmoins démolie pour laisser passer le tramway T3 afin de garantir l'insertion urbaine de la gare en créant un espace public relié au boulevard Macdonald. Il est acté dans le PLU, qu'en plus de ces deux opérations, d'autres secteurs feront progressivement l'objet d'une opération d'aménagement. Quatre secteurs sont pressentis : Chapelle/Entrepôt Dubois, Chapelle International Nord, Chapelle/Evangile et Gare des Mines.

Encadré 2. Les objectifs d'aménagement adoptés par le Conseil de Paris les 24 et 25 juin 2002

Les objectifs d'aménagement suivants ont été adoptés par le Conseil de Paris les 24 et 25 juin 2002 pour le projet Paris Nord Est :

- «l'émergence d'un nouveau pôle d'activités selon des logiques de filière à l'échelle du territoire élargi, grâce à une meilleure utilisation des emprises aujourd'hui sous-exploitées,
- la création d'une offre immobilière tertiaire, portant sur des créneaux diversifiés, dont notamment : l'image, internet, la mode, la gestion de la santé, les loisirs, le tourisme,...,
- l'amélioration de la qualité de vie des habitants de part et d'autre du boulevard périphérique en leur permettant notamment d'accéder aux nouveaux emplois qui pourraient être créés et en favorisant le désenclavement des quartiers les plus isolés par un renforcement de la mixité sociale et urbaine et par une amélioration de la desserte,
- la réalisation d'équipements structurants permettant de donner une nouvelle identité au secteur et participant d'une valorisation de tout le nord-est francilien,
- la requalification des espaces publics et des grandes infrastructures,
- une réflexion globale sur la gestion des déplacements, des livraisons et du stationnement ainsi que le développement des circulations douces, des transports en commun et de déplacements adaptés aux employés des entreprises, par la mise en œuvre de plans de déplacements d'entreprises,
- la réalisation d'un programme modéré de logements destiné à accompagner le développement du secteur, à diversifier l'offre existante et à assurer une mixité globale de l'aménagement,
- le renforcement du fret ferroviaire et fluvial ainsi que des activités de logistique urbaine, (raccordement possible aux réseaux ferrés Nord et Est, et aux canaux),
- le développement d'une stratégie d'aménagement des canaux de Saint-Denis et de l'Ourcq, qui, tout en maintenant leurs fonctions économique et logistique, peuvent constituer un levier de requalification urbaine et de développement des loisirs. Les berges de ces canaux doivent être requalifiées et les continuités piétonnes et cyclables entre Paris, Aubervilliers et Pantin, améliorées,
- la création et l'aménagement de parcs, jardins, espaces verts et promenades plantées, ainsi que de nouvelles continuités, notamment végétales, entre Paris et les communes riveraines et leur inscription dans des réseaux d'échelle territoriale (le canal, la Seine, les grands espaces verts du nord francilien, etc.),
- la création d'un centre de tri de déchets s'inscrivant dans une démarche en faveur du développement durable,
- la mise en valeur du patrimoine bâti, urbain et environnemental,
- la réalisation progressive d'opérations d'aménagement sur des périmètres restreints, dont les conditions de mise en œuvre pourront être approuvées dès lors qu'elles auront recueilli un avis favorable dans le cadre de bilans partiels de concertation. »

Source : Délibération 2002 DAUC 83-1° du Conseil de Paris, séance des 24 et 25 juin 2002

La stratégie développée par l'architecte-coordonateur a été formalisée en 2008 dans le « rapport de stratégie urbaine ». Ce rapport fixe les orientations d'aménagements, détaille la programmation pour l'ensemble du territoire et précise la mise en œuvre de la stratégie globale au sein d'opérations plus restreintes. Ce document a un rôle important à jouer dans la mise en œuvre du projet de longue haleine Paris Nord-Est, dans la mesure où il cristallise la stratégie urbaine retenue pour organiser la mutation du territoire et en garantit la cohérence d'ensemble : « Il entend servir de support à la mise en œuvre progressive de l'opération au travers de recommandations urbanistiques et architecturales de tous les éléments nécessaires à la cohérence du projet » (Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes et al., 2008).

L'aménagement proposé repose sur un ensemble de « fondamentaux » dont les principaux sont:

- Les « barreaux transversaux », soient six liaisons entre Paris et les communes riveraines, constitués d'espaces publics à l'usage partagé.
- Les « parcours longitudinaux », comprenant du Nord au Sud, une forêt linéaire le long du périphérique, la « pacification » du boulevard des Maréchaux et la « promenade dans le lit des rails ».

Après avoir énoncé les axes du projet, le document synthétise les partis pris en matière de programmation, de déplacements et de traitement du paysage et des espaces publics. La méthode retenue pour mettre en œuvre le projet prévoit le découpage du territoire en neuf secteurs d'aménagement (Figure 44). Ces neuf secteurs sont⁶² : Halle au Cuir, Porte de la Villette et entrepôts Bertrand, Claude Bernard, Porte d'Aubervilliers, Macdonald/ Eole-Evangile, Chapelle Charbon, Gare des Mines/Stade des Fillettes, Porte de la Chapelle et Chapelle International. Le rythme de déploiement du projet dépend de la nature du foncier concerné. En effet, le territoire Paris Nord-Est est composé d'un foncier morcelé, appartenant soit à la municipalité (les terrains de Claude Bernard, du triangle Evangile, la voirie de la Porte de la Villette, etc.) soit à l'Etat (le site de la préfecture de Police de la Villette, la Halle aux Cuirs) soit à des opérateurs de transports tels que la SNCF, RFF et la RATP (gare des Mines, gare Dubois, Chapelle International, entrepôt Ney et Chapelle Charbon, etc.), soit enfin à des acteurs privés (entrepôt Macdonald). La répartition du foncier selon les propriétaires est représentée sur le plan de la Figure 45. La valorisation de ces terrains se révèle donc plus ou moins difficile selon l'entité qui en est propriétaire. Négocier avec les grands propriétaires fonciers prend par conséquent une part importante dans la conduite du projet. Les relations entre la Ville de Paris et ces acteurs peuvent être source de « parties de bras de fer assez importantes parce qu'on aimerait avoir soit une maîtrise directe Ville de Paris soit une maîtrise déléguée mais à des opérateurs qu'on contrôle ou auxquels on peut donner une feuille de route » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 15/12/2012). Intervenir sur du foncier appartenant à l'Etat suppose que des accords soient passés entre la Ville de Paris et l'Etat à une échelle dépassant celle de Paris Nord-Est. Aménager les emprises ferroviaires nécessite que l'activité ferroviaire soit repensée, réorganisée. D'importantes négociations ont donc été engagées avec la SNCF et RFF. Par exemple, l'aménagement des terrains SNCF de Chapelle International est réalisé par une filiale de la SNCF, mais la Ville de Paris a participé à la sélection de l'architecte-urbaniste. Le PLU sera adapté pour permettre la construction du hub souhaitée par la SNCF. En échange, la Ville a fixé la programmation et a négocié le futur rachat des emprises publiques. Pour chacun des secteurs, le

⁶² Ce découpage opérationnel en neuf secteurs est en 2013 toujours d'actualité.

rapport de stratégie urbaine précise, après avoir rappelé leur contexte spécifique, les objectifs d'aménagement envisagés en termes de programmation, d'espaces verts et de développement durable, et de déplacements et stationnement. En 2008, trois opérations étaient déjà lancées : la ZAC Claude Bernard, la reconversion de l'entrepôt Macdonald et le projet de gare Eole-Evangile, et Chapelle International. Des échéances sont donc fixées pour ces opérations ou du moins envisagées dans le rapport. En revanche, pour les autres secteurs, le rapport précise les étapes à réaliser de manière à rendre possible le démarrage d'une opération d'aménagement.

Progressivement, le projet Paris Nord-Est inspire les communes riveraines, qui mettent elles-mêmes en œuvre des projets d'aménagement sur leur secteur. Par exemple, la forêt linéaire, lieu de promenade publique le long du périphérique « donne des idées à Pantin pour requalifier la rue des Chemins de fer » (rue passant sous le périphérique). Des échanges et des liens s'établissent entre les acteurs qui portent le projet Paris Nord-Est et les acteurs des aménagements alentours, comme le fait remarquer un des membres de l'équipe d'urbanistes : « Eux ont dû valider le projet Paris Nord-Est. Et nous, on tient compte de leur projet pour enrichir le nôtre, en quelque sorte, et qu'il n'y ait pas deux projets qui se tournent le dos. Au contraire, on tisse des liens ». Portée par les réflexions sur le Grand Paris – une gare du Grand Paris Express est d'ailleurs prévue à Saint-Denis Pleyel – la Ville de Paris a demandé en 2010 à l'équipe d'architectes-urbanistes de François Leclercq de revoir le projet à une échelle plus grande, considérant le territoire allant des gares du Nord et de l'Est au Stade de France. Il s'agit de penser la mutation du territoire de projet au regard des polarités existantes et futures comme le pôle tertiaire constitué du cluster Pleyel et des EMGP (Entrepôts Magasins Généraux de Paris) sur lesquels Veolia souhaite d'ailleurs implanter son siège social. Repenser l'identité de ce territoire, l'insérer dans son environnement lui-même en mouvement sont deux autres objectifs souhaités par la Ville. François Leclercq utilise l'expression de « retour à la plaine » pour désigner cette démarche assez « libre », cette nouvelle vision stratégique du territoire dans lequel s'inscrit PNE. Dans cette même perspective, des ateliers d'échange entre les équipes techniques de la Ville de Paris et Plaine Commune, et l'ensemble des maîtres d'œuvre concernés ont été organisés en 2010 avec l'aide de l'APUR. Quatre thématiques ont été abordées : logistique-fret, grand paysage (trame verte, trame bleue, espace public), vie urbaine et centralité et transports en commun. Le dernier atelier a été l'occasion d'un grand « brainstorming » entre toutes les grandes maîtrises d'ouvrages (la fondation Condorcet, Icade, RFF, Aubervilliers, Saint-Denis, Plaine Commune, la Ville de Paris et la SEM Plaine Commune développement) et les grands concepteurs (Christian Devillers, François Leclercq, Philippe Panerai). A l'issue de ces échanges, il est apparu que Paris Nord-Est ne pourrait constituer un pôle structurant au même titre que les gares du Nord et de l'Est ou que le pôle tertiaire Carrefour Pleyel. L'ambition pour Paris Nord-Est est donc plus simple, créer un quartier de ville, faisant le lien entre Paris intramuros et Plaine Commune. Ces workshops ont permis aux services techniques de ces deux collectivités de bâtir une vision commune de ce territoire. Un plan de recollement des différents projets a été réalisé à cette occasion, c'est-à-dire que sur un même plan apparaissent tous les projets urbains prévus sur le Nord-Est parisien.

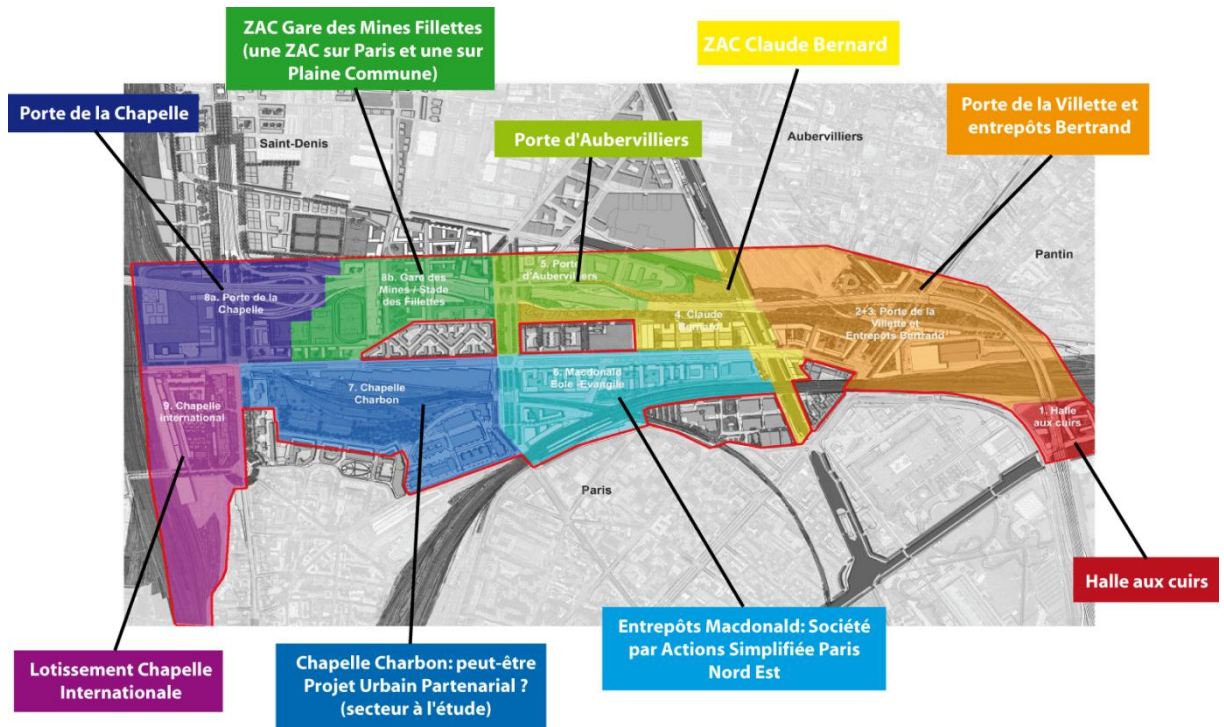


Figure 44. Les 9 opérations d'aménagement de Paris Nord-Est d'après (Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes et al., 2008)

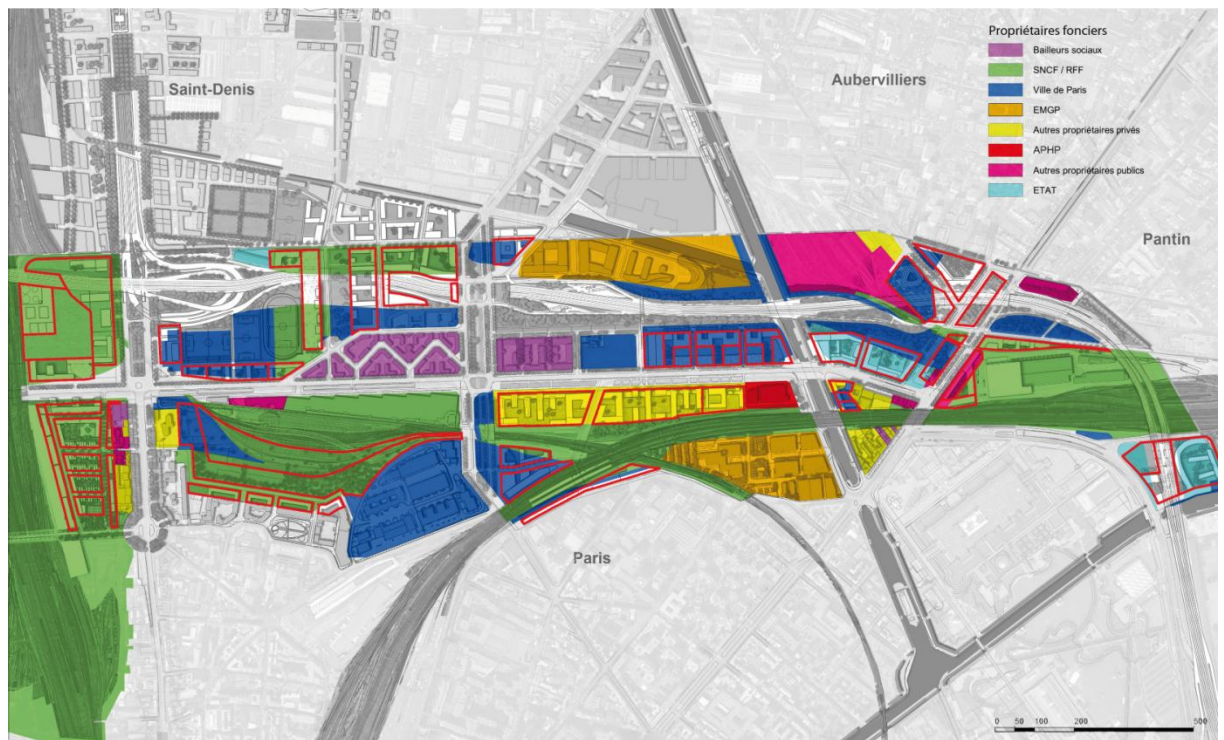


Figure 45. Plan du foncier existant sur le territoire Paris Nord Est (Source : Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes et al., 2008)

1.2. IDENTIFICATION DES ECHELLES DE CONSTRUCTION DU PROJET

Ainsi, la construction du projet urbain semble interroger plusieurs échelles et fait intervenir des acteurs différents selon l'échelle. Au vu des différentes étapes d'évolution du projet énoncées précédemment, trois échelles de construction du projet Paris Nord-Est apparaissent :

- Le projet urbain Paris Nord-Est,
- Les opérations d'aménagement,
- Le territoire du nord-est parisien.

La première correspond au périmètre d'intervention établi en 2002, sur lequel l'équipe d'architectes-urbanistes Dussapin&Leclercq⁶³ a travaillé et établi sa stratégie urbaine, son plan guide. C'est à cette échelle que les grandes orientations d'aménagement, les « fondamentaux » ont été définis. Toutefois, la réalisation du projet urbain sur le territoire Paris Nord-Est a dès 2002 été envisagée de manière progressive, sous la forme de différentes opérations d'aménagements de tailles plus restreintes. Il faut attendre néanmoins 2008 et le rapport de stratégie urbaine pour que ce découpage en secteurs à aménager semble figé. Les acteurs que nous avons rencontrés justifient cette organisation en opérations d'aménagement différenciées par une volonté de se démarquer de la méthode retenue sur le projet Paris Rive Gauche démarré bien plus tôt. En effet, le projet Paris Rive Gauche a fait l'objet en 1991 d'une seule ZAC, la concession d'aménagement étant attribuée à un unique aménageur, la SEMAPA. Même si le territoire Paris Rive Gauche a été divisé en secteurs lancés à l'opérationnel successivement et dont la réalisation a été coordonnée par des architectes-urbanistes différents, les acteurs de Paris Nord-Est tiennent à distinguer les deux approches. Ce choix d'organisation du projet est lié au morcellement du foncier, à l'impossibilité de réaliser un bilan financier sur un secteur aussi vaste, et à l'importance des risques potentiels de confier le projet à un seul aménageur au regard de la loi actuelle (Sabatier, 2008, p. 50). Ces secteurs d'aménagement, plus petits, constituent la deuxième échelle de construction du projet Paris Nord-Est, celle du passage progressif à l'opérationnel. Cette organisation paraît garantir une plus grande flexibilité, les opérations étant déclenchées en fonction des opportunités foncières et sous des montages juridiques variés (Figure 44). Ainsi il est plus aisé d'adapter le projet dans le temps long. Si Claude Bernard, première opération de Paris Nord-Est, a été lancée sous forme de ZAC, la reconversion de l'entrepôt Macdonald est quant à elle assurée par une Société par Actions Simplifiée (SAS) Paris Nord-Est. Le secteur Chapelle International fait lui l'objet d'un lotissement aménagé par Espaces Ferroviaires, une filiale de la SNCF. Le « rapport de stratégie urbaine » est néanmoins essentiel à la bonne conduite du projet sur le long terme. Il garantit la cohérence spatiale et temporelle du projet comme nous l'a fait remarquer un responsable du projet à la Direction de l'Urbanisme : « *on était conscient qu'on était en train de constituer un territoire par morceaux de puzzle. Il fallait être certain qu'il y ait une cohérence d'ensemble, ne serait-ce que sur les tracés viaires* ». A ce titre, l'architecte coordinateur de Paris Nord-Est apparaît comme une figure clé. Son point de vue extérieur et sa renommée donne à François Leclercq une légitimité pour observer et conseiller, que ne pourrait pas avoir un membre de la collectivité selon un technicien de Plaine Commune : « *François Leclercq est là pour garder une cohérence. Comme il est extérieur, il n'est pas administratif, il a un poids pour donner... On l'écoute. Il est garant de la cohérence du projet* ». En comparaison, le projet Hyppodamos développé depuis 1993 sur Plaine Commune a du mal sans architecte-urbaniste

⁶³ L'agence Dussapin&Leclercq retenue en 2004 n'existe plus aujourd'hui. C'est François Leclercq et sa nouvelle agence qui depuis 2010 poursuit le travail engagé sur PNE.

associé à assurer la cohérence entre les opérations d'aménagement : « *Le projet a évolué, sauf qu'il n'y a pas d'urbaniste qui est resté pour maintenir cette cohérence [...] normalement, c'était à mes directeurs de le faire. Le problème, c'est qu'un directeur, face aux élus, il n'a pas le même poids qu'un urbaniste de renom* ». De plus, l'urbaniste coordinateur a une position centrale, à l'interface entre les différentes parties prenantes du projet. En plus de servir de référence pour les acteurs des opérations d'aménagement du projet, il peut être amené à défendre son projet auprès des propriétaires fonciers, à le présenter aux élus ou aux citoyens, mais également échanger avec les concepteurs intervenant sur des projets riverains.

Sortir du périmètre d'intervention est apparu progressivement comme une évidence pour le projet PNE. Le projet initial développé par François Leclercq se construisait autour du périphérique en considérant ce qui se passait de l'autre côté du périphérique. Puis, les réflexions sur le Grand Paris ont poussé les concepteurs à reconsidérer le projet à une plus grande échelle, à observer les interactions avec les projets de transports envisagés. Ainsi une nouvelle échelle, plus large, est apparue dans les réflexions, nous l'avons nommée « territoire du nord-est parisien ». Cependant, l'architecte coordinateur avait dès le départ prôné la nécessité des échanges entre Paris et les communes riveraines notamment pour l'opération Gare des Mines/Fillettes. La délibération du 24-25 juin 2002, fondatrice du projet, rappelait déjà la nécessité de réactiver la « mobilisation intellectuelle » initiée lors du projet d'accueil des jeux olympiques de 2008 sur ce territoire intercommunal ([Conseil de Paris, 2002](#)). C'est ce qui a pu avoir lieu en 2010 avec les ateliers d'échange.

Enfin, une dernière échelle de construction du projet est celle des « objets urbains » dont la somme constitue les opérations d'aménagement. Ces objets sont les bâtiments, les voiries, les espaces publics, les jardins et espaces verts, etc.

La construction du projet urbain ne se fait pas de manière linéaire passant d'une échelle à l'autre mais dans une succession d'aller-retour, d'échanges entre les acteurs, comme le dit un membre d'équipe de l'architecte-coordinateur : « *on fait tout le temps des allers-retours, on fait ce plan guide, on fait des plans de secteur en parallèle et ensuite on réinterroge l'ensemble* ». D'ailleurs, François Leclercq intervient à plusieurs titres et à plusieurs échelles sur PNE : en plus d'être architecte coordinateur du grand projet, il est en charge de la coordination entre les architectes sur la ZAC Claude Bernard et aussi architecte d'un bâtiment de bureaux de l'entrepôt Macdonald. Considérer le projet à ces différentes échelles permet également de mettre en perspective l'application des politiques locales. Par exemple, en matière de stationnement, regarder le projet à une plus grande échelle a permis de mettre en évidence les incohérences entre la politique parisienne et celle de Plaine Commune. Des compromis doivent donc être trouvés sans quoi les solutions mises en œuvre risqueraient de mal fonctionner.

2. LE Puits de Géothermie : un projet énergétique indépendant du projet urbain

La compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU) a profité de la création de la ligne de tramway T3 pour étendre son réseau sur l'Est parisien d'une part et du projet urbain de la Ville de Paris sur le territoire Paris Nord Est et créer une boucle d'eau chaude d'autre part. Pour répondre aux objectifs du plan climat et en vue de bénéficier de la TVA préférentielle, la compagnie recherchait à augmenter la part d'ENR&R dans son mix énergétique. C'est dans cette perspective et parce que le territoire Paris Nord Est en offrait l'opportunité, qu'elle a décidé d'y implanter un puits de géothermie profonde

alimentant la boucle d'eau chaude. La compagnie du réseau de froid urbain, Climespace, s'est ensuite jointe à ce projet de géothermie dans l'idée de coupler la production de froid à la production de chaud et ainsi optimiser l'exploitation du doublet géothermique. Ainsi les bâtiments construits dans le cadre du projet urbain peuvent bénéficier d'un chauffage et d'un rafraîchissement (réservé aux immeubles tertiaires) issus pour majorité de ressources d'ENR&R.

2.1. PRIVILEGIER LE RESEAU DE CHALEUR ALIMENTE PAR DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION : UN OBJECTIF LOCAL ET REGIONAL

La CPCU a été créée en 1927 par le Baron Empain. Comparé au chauffage individuel de l'époque au bois ou au charbon, le chauffage urbain présentait plusieurs avantages : service sans interruption, sécurité (pas de risque d'incendie, ou d'intoxication au monoxyde de carbone), plus de contrainte de livraison et de stockage des combustibles dans les immeubles (Raoult, 2008). Le premier réseau s'est développé près de la gare de Lyon, puis de nombreux bâtiments administratifs et des monuments ont fait le choix du chauffage urbain (Hôtel de Ville, Conseil d'Etat, magasins du Louvre, Palais Royal, etc.). Après la seconde guerre mondiale, la CPCU a étendu son réseau pour desservir les nouveaux logements collectifs. En 1947, la Ville de Paris est entrée au capital de l'entreprise. L'essor du réseau est considérable, puisqu'en 2010, 460 000 équivalents logements sont raccordés. Aujourd'hui, la CPCU est détenue majoritairement par Cofely du groupe GDF Suez (64,39%). La Ville de Paris est toujours actionnaire à hauteur de 33,50%⁶⁴. La concession de service public dont bénéficie CPCU devait arriver à terme en 2017 mais a été récemment prolongée jusqu'en 2024. En tant que concessionnaire, la CPCU « s'engage à réaliser, financer et exploiter les installations et équipements entrants dans le domaine concédé [...] et plus largement à assurer le service public de distribution de la chaleur à ses risques et périls » (*Convention de concession entre la Ville de Paris et la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, Convention du 10 décembre 1927, 2012, p. 4*).

Comme nous l'avons vu dans le CHAPITRE 3 les concessionnaires des réseaux de chauffage urbains sont incités à diversifier leurs sources d'énergies de manière à augmenter la part de la chaleur issue d'ENR&R. Selon la loi engagement national pour le logement (ENL) de juillet 2006, un chauffage urbain utilisant 50% d'énergies renouvelables ou fatales bénéficie d'une TVA préférentielle de 5,5%. Par ailleurs, la Ville de Paris demande dans son plan climat à ce que le mix énergétique de la CPCU contienne 75% d'énergies renouvelables d'ici 2020, en exploitant notamment le potentiel géothermique parisien. La ville compte donc sur son réseau de chaleur pour accroître sa part d'énergies renouvelables, le plan climat stipulant que les bâtiments parisiens seront raccordés en priorité au réseau de chaleur CPCU. Le schéma Régional Climat Air Energie adopté en 2012 par la Région Ile-de-France privilégie également le recours au réseau de chaleur.

Après avoir participé aux efforts de la reconstruction et au développement de logements confortables, la CPCU doit maintenant se préoccuper de son impact environnemental et se conformer aux orientations politiques locales et régionales. En 2005, la compagnie a adopté un plan pluriannuel d'action environnementale visant une meilleure maîtrise de ses émissions de GES et l'amélioration de son efficacité énergétique. Dans ce plan, La CPCU s'était engagée à porter à 60% la part d'énergies renouvelables et de récupération dans la production de chaleur d'ici 2012. En 2008, une nouvelle usine d'incinération des déchets ménagers a été mise en service à Issy-Les-Moulineaux, permettant ainsi

⁶⁴ Chiffres issus du site internet de la CPCU : www.cpcu.fr

d'augmenter la part d'énergie de récupération dans son mix énergétique. Comme le montre la [Figure 46](#) la part de chaleur issue de l'incinération des ordures ménagères (chaleur de récupération) dans le mix énergétique de la CPCU est passée entre 2007 et 2012 de 35% à 42%, faisant baisser ainsi la part des énergies fossiles (4% en moins de fioul, 1% en moins de gaz et 2% en moins de charbon). Des travaux d'amélioration du rendement des installations de cogénération et des chaudières charbon ont également été réalisés. Un procédé de co-combustion à la chaufferie de Saint-Ouen visant à diminuer l'usage du charbon en le remplaçant partiellement par des granulés de bois a été mis en place au second semestre 2014⁶⁵.

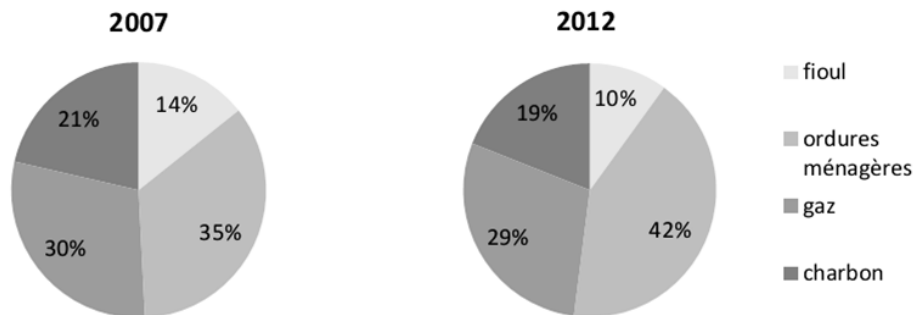


Figure 46. Mix énergétique de la vapeur livrée par CPCU en 2007 et 2012 (Sources: Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain, 2007, 2012)

D'ici à 2015, le mix énergétique de la production de vapeur devrait ainsi atteindre les 50% d'énergies renouvelables et de récupération ([Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain, 2012](#)). L'objectif initial en matière d'ENR&R de 2012 ne sera donc pas encore atteint, malgré les efforts fournis par l'entreprise. Le fioul devrait à terme être remplacé par le gaz, ce qui permettra de réduire de 50 000 tonnes par an les rejets de CO₂. La co-combustion devrait permettre de réduire les émissions de CO₂ d'environ 240 000 tonnes par an. Le recours au biocarburant pour assurer le franchissement des 50% d'énergies renouvelables et de récupération en toutes circonstances est envisagé par la CPCU pour la centrale de Vaugirard. En comptant le puits de géothermie de Paris Nord Est dont les travaux ont débuté en 2009, le réseau est alimenté en chaleur par 12 sites de production (cf. [Figure 46](#)) et compte plus de 400 km de canalisation.

2.2. L'EXTENSION DU RESEAU CPCU DANS LE NORD-EST PARISIEN

Le réseau de la CPCU comporte deux types de canalisation, celles transportant de la vapeur et celles transportant de l'eau chaude. Les canalisations vapeur constituent le réseau principal, structurant, alors que les boucles d'eau chaude sont déployées localement lors d'un projet d'aménagement pour desservir un nouveau quartier. Les boucles d'eau chaude sont néanmoins reliées au réseau de transport vapeur. Le développement du réseau peut se faire par extension, par densification du maillage du réseau existant ou par la création d'une nouvelle boucle d'eau chaude lors d'un projet d'aménagement urbain.

Les projets de développement du réseau CPCU sont contraints par deux données temporelles. D'une part, le montant et le calendrier des investissements doivent prendre en considération le fait que la

⁶⁵ Nous avons eu l'occasion de visiter l'usine CPCU de Saint-Ouen début septembre 2014.

concession de service public arrivera à son terme en 2024. A cette date, les équipements et infrastructures du concessionnaire pourront être repris par la Ville pour être gérés en régie ou cédés à un nouveau concessionnaire. D'autre part, le rythme des élections municipales contraint la possibilité de réaliser des travaux sur la voie publique. En effet, il est difficile en période électorale d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation de travaux sur la voie publique. Outre l'obtention des autorisations préalables, réaliser des travaux sur le domaine public parisien coûte cher⁶⁶. Afin de limiter les coûts de réalisation des travaux, la CPCU cherche au maximum à les mutualiser avec d'autres interventions devant être réalisées sur les mêmes voiries. Peu présente à l'est de Paris, la CPCU cherchait depuis plusieurs années à étendre son réseau dans ce secteur. Le prolongement de la ligne de tramway T3 entre la Porte de Vincennes et la Porte de La Chapelle a donc constitué l'occasion idéale d'installer une nouvelle canalisation⁶⁷. La décision d'étendre le réseau CPCU dans l'est parisien a été facilitée et accélérée par les travaux de la ligne de tramway T3b. Cette décision est entérinée dans le 9^{ème} avenant à la convention de concession entre la Ville de Paris et la CPCU datant de 2009. Cette nouvelle canalisation de 9 km de long passant sous les boulevards des Maréchaux permet de relier les réseaux existants du sud-est et du nord-est et rend ainsi possible la suppression de la chaufferie d'appoint au fioul lourd située à La Villette. D'autant qu'un nouveau centre de production de chaleur a été construit sur le territoire Paris Nord Est : un puits de géothermie profonde. Le terrain libéré par l'ancienne chaufferie a été rendu à la Ville de Paris. Une boucle d'eau chaude a, en complément de la nouvelle canalisation vapeur, été développée pour le territoire concerné par le projet Paris Nord Est. Alimentée en partie par le puits de géothermie, cette nouvelle boucle d'eau chaude permet de délivrer de la chaleur produite à 45% par des énergies renouvelables.

⁶⁶ L'article 11 du règlement de voirie voté en délibération du Conseil de Paris les 31 mai et 1^{er} juin 1999 stipule que « Les dépenses à la charge du bénéficiaire de l'occupation conformément aux dispositions des articles 8 et 9 et aux prescriptions des articles R 141-18 à R 141-21 du code de la voirie routière sont majorées des frais généraux dont le taux est fixé à 10 % du montant T.T.C. des travaux ou prescriptions en cause sauf accords antérieurs ou spécifiés par conventions particulières » (source : www.paris.fr).

⁶⁷ La nouvelle canalisation structurante installée sous le tramway T3b a coûté 116M€ ([Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain, 2012](#)).



Figure 47. Plan du réseau CPCU (source: www.cpcu.fr consulté le 27/12/13)

2.3. LE Puits DE GEOTHERMIE DE PARIS NORD EST ET LA BOUCLE D'EAU CHAUDE DESSERVANT LA ZAC CLAUDE BERNARD

Si la ressource géothermique est relativement abondante sous le territoire parisien, les possibilités d'installer des doublets géothermiques sont plus rares, du fait de la réglementation⁶⁸ et de la surface au sol libre nécessaire. Pour préserver la ressource géothermique, c'est-à-dire éviter toute modification de température ou de pression de la nappe, il est préférable de veiller à ce que les puits de géothermie soient suffisamment espacés à la surface mais également dans le sous-sol. Généralement la distance

⁶⁸ La recherche et l'exploitation des gîtes géothermiques sont régies par le code minier, et le décret n°78-498 précise les procédures à respecter.

séparant les deux puits formant un doublet géothermique augmente avec la profondeur des forages, comme le montre la [Figure 48](#). L'installation d'un doublet géothermique suppose de disposer de terrains libres de surface relativement importante et accessibles par des engins de chantier et des convois exceptionnels. Les possibilités de forer des puits de géothermie sur le territoire parisien s'en trouvent donc nettement limitées. En effet, le terrain doit être accessible lors du forage et de l'installation du puits mais aussi durant toute son exploitation pour assurer les travaux de maintenance indispensables. Les travaux de maintenance de grande envergure bien que peu fréquents nécessitent la venue d'imposants camions. Un puits de géothermie dans le Dogger est un investissement économique lourd (près de 10M€ d'après le CEREMA) d'autant plus lorsque c'est de la géothermie profonde, dans la mesure où il faut forer entre 1500m et 2000m pour atteindre la nappe du Dogger (cf. [ANNEXE 4](#)). Pour que cet investissement puisse être rentabilisé, il est nécessaire que la densité thermique soit suffisante⁶⁹, c'est-à-dire que le réseau desserve une zone densément peuplée en logements, d'autant plus que les bâtiments neufs ont des besoins en chaleur de plus en plus faibles.

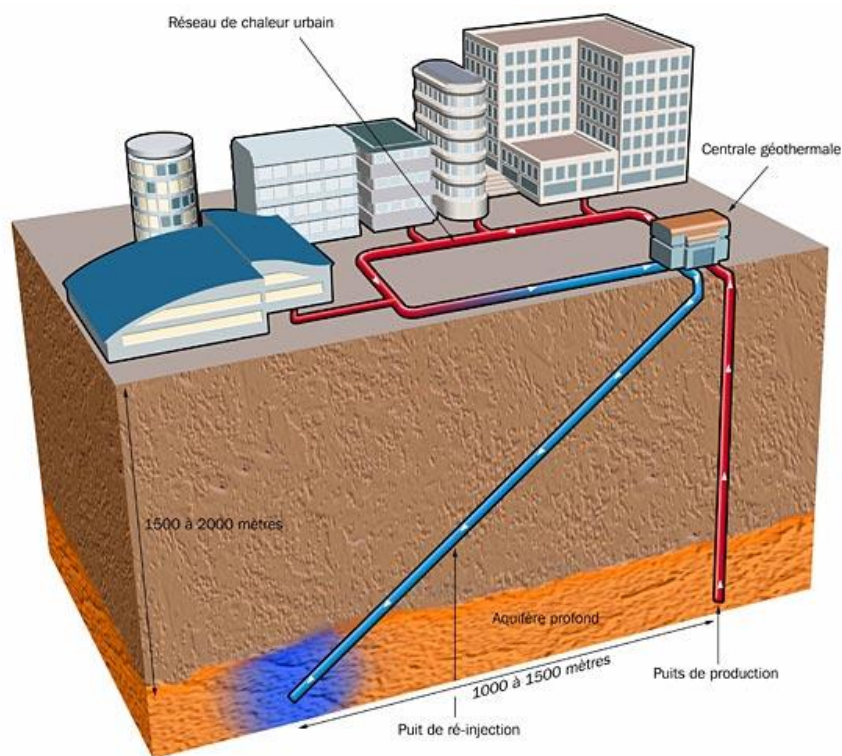


Figure 48. Schéma de fonctionnement d'un puits de géothermie dans le Dogger approvisionnant un réseau de chaleur urbain (source : BRGM)

⁶⁹ Plusieurs paramètres sont à prendre en compte lors du développement d'un réseau de chaleur : la densité thermique, la durée d'utilisation équivalente à pleine puissance, le coût d'investissement, le coût d'exploitation, l'intégration paysagère, les impacts environnementaux et économiques du projet. Pour un aperçu de la démarche à suivre pour dimensionner un réseau de chauffage urbain, voir la fiche proposée par le CETE de l'Ouest pour un réseau de chaleur au bois (www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr).

A Paris Nord Est, il semble que tous les ingrédients étaient réunis pour qu'un puits de géothermie soit réalisé conformément à la politique de développement des énergies renouvelables décidée par la CPCU sous l'impulsion de la Ville de Paris. Selon les prévisions de la CPCU, la part de la géothermie devrait représenter 1% seulement de son mix énergétique en 2015 (*Bilan d'émissions de GES 2011, 2011*). Un terrain était disponible dans la zone identifiée Grand Projet de Renouvellement Urbain, à proximité du périphérique, du canal Saint Denis et de la ZAC Claude Bernard. Ce projet a donc été porté par la CPCU en parallèle du projet urbain. Selon les acteurs intervenant sur le projet urbain Paris Nord Est que nous avons rencontrés, la CPCU a identifié ce secteur en fonction du nombre de mètres carrés projetés : « *Compte tenu de la masse de programmes prévisionnels sur Paris Nord Est, la CPCU a fait ses calculs, elle a monté un business plan* » (*Une autre ville, le 21/08/2012*). Il y avait donc à Paris Nord Est la masse critique de logements suffisante pour que la CPCU entreprenne un tel investissement : 1 million de m² pourront potentiellement être desservis par la géothermie dans le secteur Paris Nord Est (*Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain & Climespace, 2011*). Le forage du doublet géothermique dans le Dogger, à 1600m de profondeur, a été réalisé par la CPCU mi 2009. Il est situé au nord du périphérique en bordure du canal Saint Denis. Les modalités d'accès du site pour les différentes opérations de maintenance du doublet ou en cas d'intervention d'urgence ont été pensées en collaboration avec les services techniques de la Ville de Paris. Il a été décidé que le matériel nécessaire aux opérations de maintenance qui ont lieu assez fréquemment sera acheminé par la route à travers la ZAC Claude Bernard. Le matériel utile aux opérations lourdes devant être effectuées tous les quinze ans sera lui amené par barge depuis le canal Saint Denis. Le recours au canal a été demandé par la Ville et confirmé par la CPCU, l'intensité du chantier engendré par ces opérations n'était de toute façon pas adaptée à la traversée de la ZAC Claude Bernard :

« Quand je parle de maintenance lourde, c'est plusieurs semi-remorques de saumure et d'eau pour inerte les puits quand ils travaillent dedans, il faut arrêter la remontée d'eau en mettant quelque chose de plus lourd, on met du sel et de l'eau. Ça permet de faire baisser la pression. Ça peut être au moment d'opérations de maintenance prévue, ça peut être aussi en cas d'urgence » (*Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 15/12/2012*).

Courant 2006, l'aménageur de la ZAC Claude Bernard, la SEMAVIP, a missionné un assistant à maîtrise d'ouvrage pour effectuer une « étude d'aide à la décision énergétique », prenant en compte le programme des constructions, différents niveaux de performance énergétique des bâtiments, les sources énergétiques disponibles sur le site et le potentiel d'installation d'énergies renouvelables. Pour atteindre les objectifs de consommation énergétique RT 2005 – 20% proposés par le bureau d'études et adoptés dans le plan climat, Cap Terre a conseillé à la SEMAVIP que les bâtiments de la ZAC soient raccordés au réseau CPCU et que soient installés des panneaux photovoltaïques et thermiques sur les toitures. A l'époque, l'installation de la canalisation vapeur par la CPCU était déjà décidée, rendant possible le raccordement de la ZAC au réseau de chaleur à partir du boulevard Macdonald ; le coefficient de transformation en énergie primaire de la chaleur distribuée par CPCU était alors considéré comme égal à 0,83. En revanche, la possibilité de réaliser un puits de géothermie n'était encore qu'à l'étude, comme en témoigne un courrier de la CPCU adressé à la SEMAVIP le 17 juillet 2006 et cité dans l'étude de CapTerre :

« Nous vous confirmons que notre Compagnie étudie actuellement, sur le périmètre Nord/Nord-Est de Paris et des communes limitrophes, la faisabilité d'une ressource géothermale profonde destinée

à desservir les secteurs Aubervilliers (EMGP et centre commercial), plaine Saint-Denis, Curial, boulevard Mac-Donald et Ourcq. » (CapTerre, 2006, p. 8).

Dans cette perspective, raccorder les bâtiments de la ZAC au réseau CPCU apparaissait donc comme le choix le plus judicieux du point de vue environnemental. Selon un chargé du projet de Paris Nord Est à la Direction de l'Urbanisme, alimenter les bâtiments de la première opération de Paris Nord Est par la géothermie était un moyen d'affirmer l'engagement en faveur de l'innovation environnementale de la Ville et de servir de référence pour les opérations suivantes. Le projet de géothermie peut donc être considéré comme une opportunité offerte par le territoire, saisie par les acteurs de la ZAC Claude Bernard et qui va pouvoir profiter à d'autres secteurs d'aménagement de Paris Nord Est :

« Il y a aussi le fait qu'il y a des opportunités qui s'offrent parfois à nous, qu'on n'avait pas forcément imaginées au départ. Ça a été le cas sur la ZAC Claude Bernard avec le puits géothermique, le doublet qui a été créé le long du quai du Lot. Je ne sais pas si au début, on avait anticipé là-dessus. Du coup, l'implantation de ce doublet a irrigué la ZAC Claude Bernard – ça paraissait assez naturel – mais c'est en train d'irriguer tout le secteur. » (Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 15/12/2012).

Le puits de géothermie n'est donc pas un projet conçu de manière intégrée au projet urbain, mais porté par l'opérateur de chauffage urbain parisien. La CPCU est considérée comme un acteur économique privé, bien que l'extension de son réseau soit soutenue par les élus de la Ville de Paris. Le recours privilégié au chauffage urbain a même été inscrit dans le SRCAE de la Région Ile-de-France, alors que l'évolution du code de la construction et de l'habitat impose depuis 2007 l'étude comparative des différentes énergies offertes par un site (cf. ANNEXE 2. Les conditions réglementaires relatives aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie). La relation entre le projet de géothermie et le projet urbain s'est limitée à la coordination technique selon un ancien chargé de projet de la SEMAVIP :

« Puits de géothermie, initiative de la ville ou CPCU ? Clairement, c'est la CPCU qui en a pris l'initiative, qui a mené toutes les études. La relation avec le projet d'aménagement, en réalité, s'est faite avant tout au niveau d'interfaces techniques, de coordination de chantier, de déploiement des réseaux, etc. Elle n'est pas allée plus loin. » (Une autre ville, le 21/08/2012).

L'aménageur a simplement renseigné la CPCU sur le programme de l'opération d'aménagement, afin que CPCU puisse affiner la faisabilité économique de son projet, sans toutefois s'engager sur les niveaux de consommation des futurs bâtiments – ceux-ci n'étaient visiblement pas encore arrêtés à cette période. Et de son côté, la SEMAVIP s'est renseignée sur les ressources énergétiques offertes par le territoire environnant le site du projet.

En France, chaque opérateur immobilier a la liberté de choisir le type d'énergie qu'il préfère pour alimenter son bâtiment en chaleur. Economiquement, l'opérateur, en particulier le promoteur, va à priori investir dans la solution de chauffage la moins chère. Avec l'apparition des labels énergétiques, l'opérateur immobilier est incité à investir dans un chauffage alimenté en partie par des énergies renouvelables et de récupération afin de diminuer l'objectif de consommation énergétique à atteindre pour son bâtiment. Si l'investisseur n'est pas le futur gestionnaire du bâtiment, il n'a pas d'intérêt à raisonner en coût global, seul le montant de l'investissement et son temps de retour l'intéressent. En revanche, les investisseurs gestionnaires, comme les bailleurs sociaux, ont intérêt à prendre en compte lorsqu'ils investissent dans un bâtiment neuf les frais de maintenance et les économies potentielles sur

les futures factures énergétiques. Le projet de la ZAC Claude Bernard ayant débuté en 2005, les bâtiments projetés ont été les premiers clients naturellement envisagés par la CPCU. L'aménageur ayant pour rôle de viabiliser le terrain à construire, se charge du déploiement des réseaux nécessaires aux futurs bâtiments. Dans cette perspective, la SEMAVIP a signé une convention avec la CPCU précisant le partage des coûts du réseau, le phasage des travaux et l'encadrement des droits de raccordements. En effet, le réseau de distribution de chaleur est cofinancé par la SEMAVIP, mais la production de chaleur est, elle, entièrement à charge de l'opérateur de chauffage urbain. L'obstacle majeur au choix du chauffage urbain par un opérateur immobilier est le coût du raccordement du bâtiment au réseau. Plutôt que de payer une chaudière, l'opérateur immobilier paie un droit de raccordement au réseau de chaleur, finançant la sous-station d'échange et l'extension du réseau. La concession de la CPCU stipule que :

« Lorsque plusieurs propriétaires demandent simultanément à bénéficier d'une extension en participant aux dépenses, le concessionnaire répartira les frais de réalisation entre les clients, conformément à l'accord intervenu entre eux. A défaut d'accord, la part des clients sera calculée proportionnellement aux distances qui séparent l'origine de leur branchement, de l'origine de l'extension, et à la puissance souscrite par chacun d'eux » ([Convention de concession, Convention du 10 décembre 1927, 2012, p. 20](#)).

L'aménageur de la ZAC Claude Bernard n'a pas inscrit comme à Clichy-Batignolles l'obligation de raccorder les bâtiments de la ZAC au réseau de chaleur dans les cahiers de prescriptions environnementales. En revanche, la SEMAVIP s'est assurée que les coûts de raccordement soient fixés dans la convention avec la CPCU et connus des opérateurs de la ZAC. L'aménageur s'est également assuré que cette solution énergétique soit compétitive comparée aux autres solutions de chauffage individuel. Le puits de géothermie et la sous-station CPCU n'étaient pas opérationnels lors de la livraison des logements, ni même des bureaux. Des solutions provisoires ont donc été installées : « ils avaient mis en place une chaufferie provisoire, avec un système de pompe à chaleur, qui produisait déjà du froid pour la climatisation des bureaux » ([Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 15/12/2012](#)).

2.4. LE RESEAU DE FROID URBAIN CLIMESPACE

Depuis 1978, un réseau de froid urbain est développé par l'entreprise Climespace, filiale de GDF Suez Energies Services. Climespace produit de l'eau glacée, la stocke et la distribue à travers un réseau de canalisations souterraines à plus de 500 bâtiments parisiens. La clientèle est constituée majoritairement de bâtiments tertiaires, de grands équipements comme le musée du Louvre et ponctuellement de très riches propriétaires immobiliers. La première unité de production d'eau glacée a été construite en 1978 pour assurer le rafraîchissement du centre commercial des Halles nouvellement construit et ainsi que son alimentation électrique de secours. Le réseau s'est donc développé initialement autour de la centrale des Halles et constitue aujourd'hui le principal réseau de l'entreprise. Ce réseau « centre » dessert des bâtiments du 1^{er}, 2^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème}, 9^{ème} et 16^{ème} arrondissement de la capitale. Ce réseau est maintenant alimenté par six unités de production supplémentaires et deux autres réservoirs de stockage. Un second réseau a été développé autour de la centrale de production de Bercy et alimente des bâtiments de part et d'autre de la Seine. Le réseau de froid urbain apparaît comme une alternative au développement des tours de refroidissement, dont les fumées nuisent au paysage parisien. C'est notamment dans cette perspective paysagère et patrimoniale que la Ville soutient le développement du réseau Climespace depuis la fin des années 1980. Climespace est en effet

devenu concessionnaire de service public de la Ville de Paris pour trente ans depuis 1991. Chaque année, près de 20MW de froid supplémentaires sont distribués (Climespace, 2011). La puissance totale de froid produit en 2011 était de 280MW (Climespace, 2011). L'implantation des deux réseaux existants, les centrales de production, de stockage et de contrôle sont visibles sur la Figure 49. Le réseau distribue une eau glacée, comprise entre 1 et 4°C, qui sert à alimenter les systèmes de refroidissement internes des bâtiments raccordés. L'eau réchauffée en sortie des bâtiments (entre 12 et 14°C) est ensuite renvoyée sur le réseau à l'unité de production pour être à nouveau refroidie.

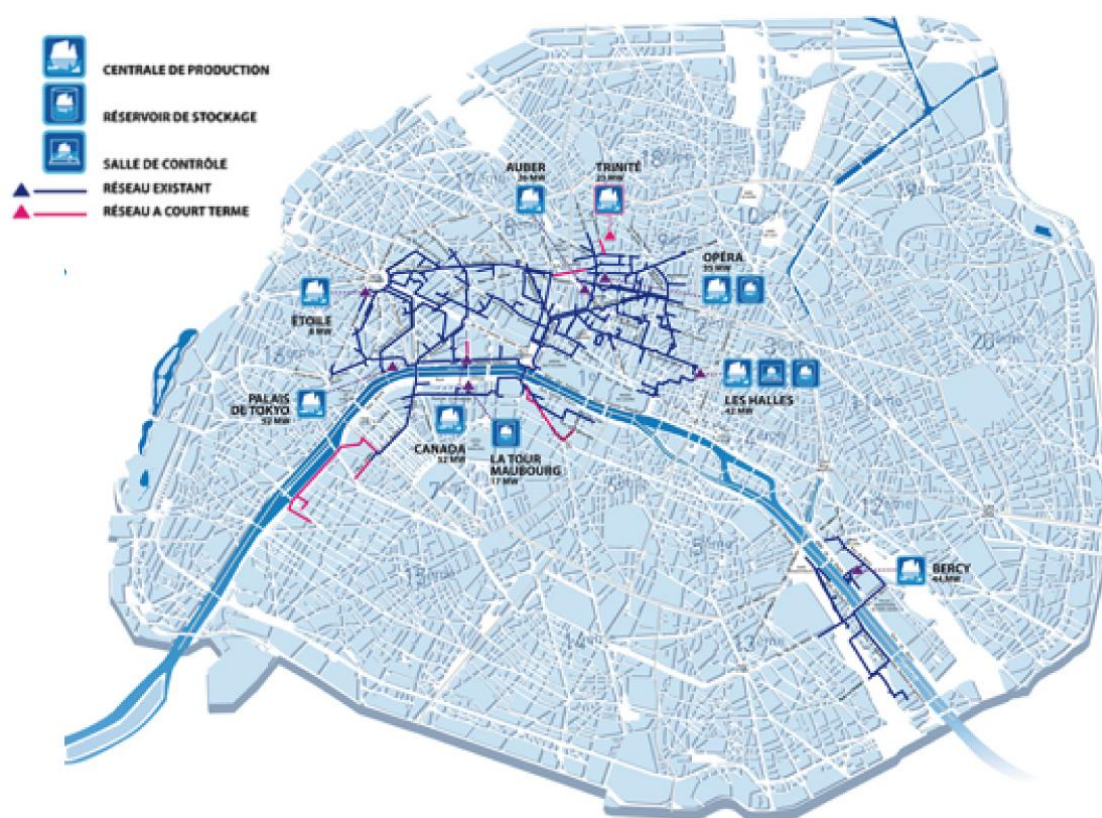


Figure 49. Plan du réseau Climespace (source: www.climespace.fr consulté le 28/12/13)

Au fur et à mesure du développement de son activité, l'entreprise a mis en place plusieurs actions pour améliorer sa performance énergétique et limiter son impact sur l'environnement. Si les premières unités de production sont des tours aéroréfrigérantes, Climespace inaugure en 1995 la centrale de Bercy fonctionnant à l'eau de Seine. La moyenne annuelle des températures de la Seine étant inférieure à celle des températures extérieures, il est préférable d'utiliser l'eau de la Seine plutôt que l'air comme source de refroidissement. Les centrales construites par la suite pour faire face à l'augmentation du nombre de bâtiments raccordés au réseau, sont toutes alimentées par l'eau de la Seine. Ce type de production de froid est globalement plus performant d'un point de vue énergétique et permet des économies notoires de la ressource en eau. Chaque hiver, la température de l'eau de la Seine est – pendant 1000 à 2000 heures – plus froide que l'eau glacée distribuée par Climespace, l'eau prélevée dans la Seine à cette période est donc utilisée pour directement refroidir l'eau du réseau de distribution. C'est le système du free-cooling. D'importantes économies d'énergie sont alors réalisées puisque seules les pompes permettant de prélever l'eau de la Seine et celle distribuant l'eau dans le réseau ont besoin de fonctionner. « Les performances atteintes sont trois à quatre fois supérieures à celles obtenues en

production classique » (Climespace, 2011, p. 9). Les nouvelles centrales ont donc bénéficié dès le départ de cette technologie, alors que la centrale de Bercy a été adaptée à cette solution technique en 2008. Afin de limiter les puissances de pompage nécessaires à la distribution de l'eau glacée dans le réseau, le « démaillage » du réseau centre a été réalisé en 2010. Autrement dit le réseau a été en quelque sorte scindé en deux, l'un est désormais alimenté principalement par la centrale sous le Palais de Tokyo, l'autre par la centrale Canada. Ce « démaillage » a permis d'améliorer de 11% la performance énergétique du réseau centre (Climespace, 2011, p. 9). Sur la centrale d'Auber, mise en exploitation fin 2009, des variateurs de vitesse sur les pompes et sur les compresseurs des groupes de refroidissement ont été installés. Cette installation permet d'améliorer encore la performance énergétique de la production et la distribution de froid sur le réseau.

Les unités de stockage permettent de stocker l'eau glacée pendant la nuit de façon à mieux faire face aux heures de pointes en journée. L'appel de charge sur le réseau électrique s'en trouve ainsi réduit. Aujourd'hui 30MWh sont déjà économisés en période de forte chaleur (température extérieure supérieure à 30°C), cette économie pourrait atteindre 54MWh si Climespace continue à augmenter ses capacités de stockage. En plus des actions de maîtrise des consommations énergétiques, Climespace a mis en place depuis 2002 un certain nombre de mesures pour limiter les fuites de fluides frigorigènes très nocifs pour l'environnement. Les pertes sont depuis 2010 inférieures à 1% alors qu'elles dépassaient 10% en 2002. Climespace a ainsi réduit ses émissions de CO₂ de 12,4% entre 2002 et 2011 (Climespace, 2011).

Si Climespace est un important consommateur d'électricité (deuxième consommateur d'électricité à Paris derrière la RATP selon les employés que nous avons rencontrés), le recours au réseau de froid constitue une solution moins énergivore que les installations autonomes de climatisation. Pour produire du froid Climespace consomme entre 30 et 50% de moins qu'un climatiseur autonome et émet par conséquent 40% d'émission de CO₂ de moins⁷⁰ En plus de l'avantage visuel, le réseau de froid présente un certain nombre d'avantages du fait de toutes les actions mises en place en faveur de la protection de l'environnement (économie d'eau, réduction des pertes de fluides frigorigène) et de l'efficacité énergétique. Le raccordement au réseau de froid pour un bâtiment présente d'autres intérêts comparé à une solution autonome : la stabilité des prix, la flexibilité et le gain de place. Le réseau, contrairement aux solutions individuelles qui ont été dimensionnées à partir des besoins théoriques, a la capacité de s'adapter facilement aux besoins réels d'un bâtiment, dans la mesure où celui-ci est dimensionné autant pour les heures de pointe que pour les heures creuses. Dans le cas d'une installation autonome, le sous-dimensionnement, comme c'est souvent le cas, nécessiterait l'ajout de nouvelles unités de production de froid. Le raccordement au réseau ne nécessite pas beaucoup de place et libère de l'espace en toiture, comparé aux tours aéroréfrigérantes.

Plusieurs contraintes limitent l'extension du réseau de froid urbain dans Paris. L'unité de production ne peut desservir des bâtiments que dans un rayon de 1 à 2 km et au maximum dans un rayon de 7 km mais pour des coûts d'investissements nettement plus conséquents. Les travaux d'extension du réseau sont très onéreux, ils représentent près de 55% des investissements de l'entreprise. Il est donc nécessaire que les clients potentiels soient réunis dans une zone géographique limitée et à proximité d'une unité de production pour que le réseau soit étendu. Comme pour le réseau de chaleur, il est intéressant pour l'opérateur de froid urbain de profiter d'un projet d'aménagement pour déployer un nouveau réseau. La

⁷⁰ Ces chiffres proviennent de www.climespace.fr, page consultée le 28/12/13.

personne que nous avons rencontrée de Climespace a d'ailleurs insisté sur la nécessité d'intégrer le projet de réseau de froid dès l'amont d'un projet urbain. Plus la volonté de créer un réseau est prise en compte en amont des réflexions d'aménagement, plus le tracé du réseau pourra être optimisé et le besoin de créer une galerie technique étudié. Par ailleurs, Climespace a du mal à financer de nouvelles centrales de production en raison du coût prohibitif du foncier parisien. L'entreprise n'achète donc des terrains qu'à l'Etat ou à la Ville de Paris de façon à bénéficier d'un prix préférentiel.

2.5. LE COUPLAGE DU RESEAU DE FROID AU RESEAU DE CHALEUR A PARIS NORD EST

Un projet de couplage de la production de chaud et de froid est en cours à Paris Nord Est. Climespace s'est associée à la CPCU pour optimiser l'exploitation de l'énergie issue de la géothermie. Initialement, le réseau de froid ne devait pas s'implanter dans cette partie de la capitale, mais le projet de la CPCU est apparu comme une bonne opportunité pour Climespace de développer une nouvelle unité de production de froid. En plus de la possibilité de mutualiser le terrain situé en face de la ZAC Claude Bernard sur le boulevard Macdonald avec la CPCU, ce territoire présentait la masse critique de bâtiments tertiaires potentiellement raccordables. C'est d'ailleurs le promoteur et investisseur des bâtiments tertiaires de la ZAC Claude Bernard, la BNP, qui a fortement insisté pour que ses immeubles soient desservis par le réseau de froid urbain. La ventilation naturelle des bureaux pour le rafraîchissement n'était pas envisageable en raison de la proximité du périphérique et des voies ferrées. C'était donc l'occasion idéale pour Climespace de développer un nouveau réseau, d'autant que plusieurs propriétaires de bâtiments existants sur le même territoire réclamaient déjà un branchement au réseau de froid. Le puits de géothermie constituait également une situation propice au développement d'une innovation commune aux deux entreprises. Dans la mesure où, la CPCU détient 22% de l'actionnariat de Climespace, les deux entités ont des intérêts communs.

En définitive, la ressource prélevée à 55°C dans le Dogger sera injectée dans des thermo-frigopompes pour produire simultanément du chaud et du froid avant d'être réinjectée dans le Dogger. Le fonctionnement de la centrale de production couplée de chaud et de froid est schématisé sur la [Figure 50](#). En cas de besoin, la vapeur du réseau CPCU pourra être utilisée grâce à trois échangeurs vapeur-eau. Le froid sera produit par deux thermo-frigopompes ainsi que par un groupe froid permettant ainsi de valoriser la chaleur du condensat du réseau vapeur CPCU.

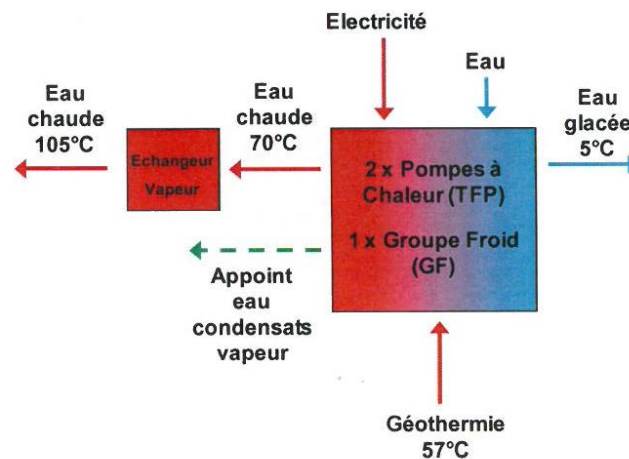


Figure 50. Schéma de principe de la centrale de production de chaud et froid à partir de la géothermie (Source :Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain & Climespace, 2012)

La demande de froid étant à terme supérieure à la capacité de production de la centrale de Paris Nord Est, celle-ci sera reliée à la nouvelle centrale située sous le bâtiment de la Philharmonie. Le système permettra une production de chaud d'une puissance de 94 MW et 6,6MW de froid. La production de chaleur sera complétée par la vapeur issue de la nouvelle canalisation CPCU passant sous la ligne de tramway. Une boucle d'eau chaude desservira les bâtiments de la ZAC Claude Bernard, de l'entrepôt Macdonald reconverti (les raisons et conditions de ce choix sont détaillées plus loin) et de la Cité Michelet. Les bâtiments tertiaires de la ZAC Claude Bernard, ainsi que ceux de Macdonald seront raccordés au réseau de froid. La centrale de production de chaud et de froid sera enterrée entre l'entrepôt Macdonald et la blanchisserie de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris. Ce couplage de la production de chaud et de froid à partir de la ressource géothermique permettra d'éviter l'émission chaque année de près de 17 500 tonnes de CO₂, soit l'équivalent des émissions de 10 000 voitures par an (Poeuf & Conter, 2012). Afin d'assurer l'exploitation du doublet géothermique et de la sous-station et prendre en charge la vente du chaud et du froid, la SAS Géométropole a été créée. L'actionariat de cette société, filiale de la CPCU, est réparti entre la CDC (34%), Climespace (22%) et la CPCU (44%). La convention de fourniture d'énergie thermique, entre la SAS et CPCU couvre sur trente ans, durée de vie de l'équipement de la sous-station). La mise en exploitation du puits de géothermie et de la sous-station date de janvier 2014.

3. LA ZAC CLAUDE BERNARD : PREMIERE OPERATION DE PARIS NORD EST

3.1. DEROULE DE L'OPERATION D'AMENAGEMENT

Premier secteur opérationnel de PNE, la ZAC Claude Bernard est située sur l'ancien terrain de l'hôpital Claude Bernard, dont la Ville de Paris était déjà propriétaire. Le secteur d'aménagement comprend 14,6 hectares, le long du Canal Saint Denis, compris entre le boulevard périphérique au Nord et le boulevard Macdonald au Sud. Les constructions se répartissent sur deux terrains, d'un côté la parcelle Claude Bernard et à l'Est l'îlot quai de la Charente. Le programme d'aménagement prévu par la Ville de Paris est mixte, il prévoit la construction de logements, de bureaux, locaux d'activités, d'un Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD), d'une école polyvalente et d'une halte-

garderie. Cette première opération de Paris Nord Est est menée selon les principes directeurs du grand projet urbain et par les mêmes acteurs. En effet, la SEMAVIP, qui avait réalisé les études préalables à la consultation d'urbanisme de Paris Nord Est, a été retenue à l'issue d'une consultation en 2005 pour aménager le secteur dans le cadre d'un traité de concession. C'est Dussapin-Leclercq devenue François Leclercq qui est l'architecte coordinateur de la ZAC en plus d'être chargé de l'ensemble du projet Paris Nord Est. Le plan masse ainsi que les données clés de l'opération d'aménagement sont visibles sur la Figure 51.

Emprise: 14,6 ha

Aménageur: SEMAVIP

MOE urbaine: François Leclercq, architectes urbanistes / Agence TER, paysagistes / Saunier et associés BET

Programmation: 103 000 m² SHON, dont

- 40 000 m² de logements et EHPAD
- 40 000 m² de bureaux
- 6 500 m² d'activités
- 11 500 m² de commerces et loisirs
- 5 000 m² d'équipements publics

Coût total du projet prévisionnel: 129,4 M€HT

Coût des études: 3,5 M€HT

Coût du foncier: 3,79 M€HT

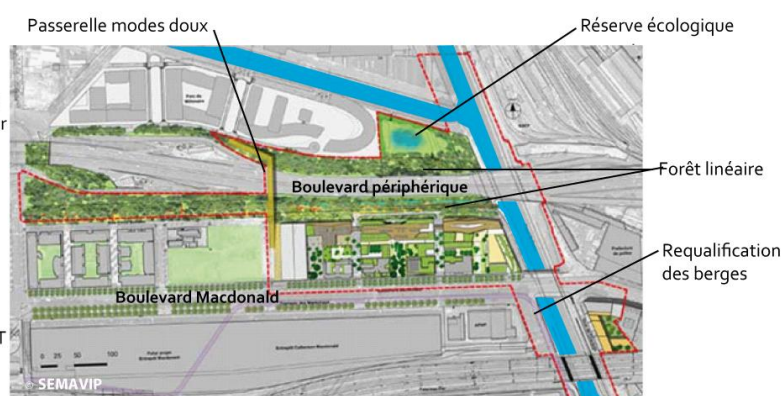
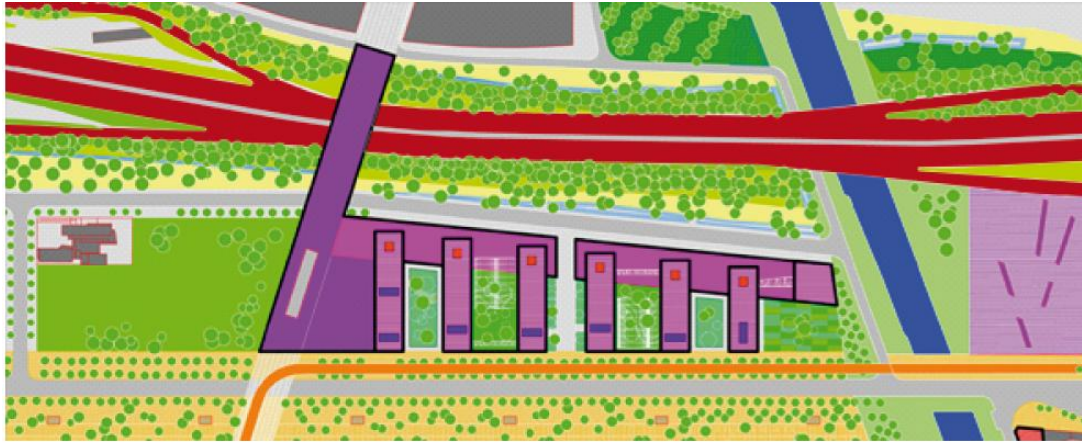


Figure 51. ZAC Claude Bernard: données clés (source : Rougeron & Stalla-Bourdillon, 2012)

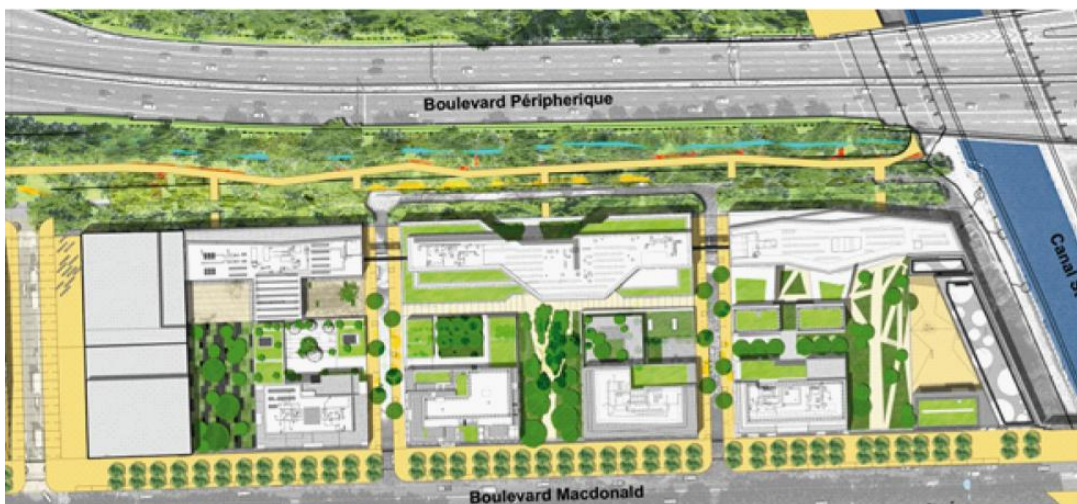
L'élaboration du plan masse s'est fait de manière continue, très peu de points de rupture ont été mis en évidence dans ce processus d'élaboration. Néanmoins, nous avons pu identifier trois versions bien distinctes (Figure 52). Ces trois versions du plan masse témoignent de l'évolution du parti pris formel. Le premier correspond au plan avec lequel l'agence Dussapin&Leclercq a remporté le concours d'architecte-coordinateur de la ZAC. Ce premier plan proposait deux mégastructures parallèles au périphérique sur laquelle étaient disposées perpendiculairement plusieurs rangées de bâtiments. Cette conception traitait de manière innovante la question de la mixité fonctionnelle, puisque toutes les fonctions de la ZAC se trouvaient dans une même structure. En 2007, les bureaux étaient alignés le long du périphérique et l'accès à l'ensemble des lots (bureaux et logements) se faisait depuis le boulevard Macdonald. La mixité fonctionnelle se retrouve dans les rez-de-chaussée et les premiers étages des immeubles de logements qui sont consacrés aux commerces et activités. Les bâtiments de bureaux forment une sorte de créneaux, de façon à créer une alternance d'immeubles et de cours ouvertes sur la forêt linéaire isolant en partie le quartier du boulevard périphérique. Le plan masse qui a été finalement réalisé, apparaît en 2010. Dans ce dernier plan l'organisation des parcelles en « macrolots T » (T pour tertiaire) pour les bureaux et « M » (M pour mixte) pour les logements est conservée, mais contrairement au plan précédent, les bureaux sont des bâtiments très allongés de manière à protéger les logements du bruit du périphérique.



Plan masse du concours (2003)



Version intermédiaire du plan masse (2007)



Version définitive du plan masse (2010)

Figure 52. Evolution du plan masse de la ZAC Claude Bernard (Source : Dussapin&Leclercq)

La commercialisation s'est faite selon le découpage en macrolots de l'opération. Sur le terrain de l'hôpital Claude Bernard, la maîtrise d'ouvrage de l'ensemble des macrolots (bureaux et logements) a été assurée par BNP Paribas Real Estate. Le projet de l'école polyvalente a été pris en charge en interne par les services de la Ville de Paris et les opérations de logements sociaux qui de la Charente ont été menées par les bailleurs SNI (Société Nationale Immobilière) et la RIVP (Régie Immobilière de la Ville de Paris). Une fois les promoteurs sélectionnés, ce sont les architectes qui ont été choisis. Seulement, la Ville de Paris et la SEMAVIP n'ont pas souhaité réaliser de concours pour sélectionner les architectes, mais ont préféré les retenir sur audition de manière simultanée. L'aménageur a donc pu participer à l'encadrement de la conception dès le dessin des esquisses. Afin d'assurer la cohérence globale de l'opération, la conception simultanée des différents lots a été organisée sous forme de « workshops » ou « ateliers aménageur » (Rougeron & Stalla-Bourdillon, 2012, p. 8). Ces ateliers ont réunis périodiquement l'aménageur, la Direction de l'Urbanisme de la Ville de Paris, les opérateurs des différents lots et l'ensemble des architectes.

3.2. LES EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES : AMBITION ET PROCEDURES DE SUIVI

Dans le traité de la concession publique d'aménagement signé entre la Ville de Paris et la SEMAVIP en 2005, l'aménageur était tenu d'assurer la qualité environnementale des bâtiments et des aménagements de l'opération urbaine : « Les cahiers des charges des marchés de travaux ainsi que les cahiers des charges de cession de biens immobiliers devront intégrer des dispositions garantissant la qualité environnementale des constructions (norme HQE) » (extrait du traité de concession de la ZAC Claude Bernard, cité dans SEMAVIP, 2012, p. 24). Cet engagement montre que la qualité environnementale des constructions constituait déjà en 2005 une préoccupation importante de la Ville de Paris.

Pour s'assurer de la bonne qualité environnementale de son opération d'aménagement, l'aménageur a fait appel à un Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), le bureau d'études Cap Terre. Contrairement à ses opérations précédentes où chaque lot avait son AMO, la SEMAVIP a confié une « mission complète » à Cap Terre (SEMAVIP, 2012, p.25), c'est-à-dire pour l'ensemble des lots immobiliers de l'opération. Selon la directrice de l'aménagement à la SEMAVIP, la mission de l'AMO s'organisait en deux temps, d'abord il était question d'évaluer la performance environnementale du plan masse puis de suivre les projets immobiliers :

« Il s'agissait dans un premier temps de faire valider en terme de performances environnementales par Cap Terre, le plan de François Leclercq, ensuite le travail de l'AMO consistait en un accompagnement opérationnel plus fin sur chaque lot » (Propos recueillis par Rougeron & Stalla-Bourdillon, 2012)

L'aménageur a demandé à Cap Terre de réaliser une « étude d'aide à la décision énergétique », de façon à préciser les objectifs à poursuivre dans cette opération. Dans ce travail, le bureau d'étude a recensé les différentes ressources d'énergies renouvelables pouvant être exploitées pour le site. Plusieurs scénarios de niveau de consommation énergétique des bâtiments et de recours aux énergies renouvelables ont ainsi été explorés. A l'issue de cette étude, Cap Terre a préconisé le recours au réseau de chaleur urbain, dont l'alimentation par un puits de géothermie était alors à l'étude par l'opérateur de chauffage urbain (cf. section 2). En plus du raccordement au réseau de chaleur, le bureau d'étude

conseillait d'installer des panneaux photovoltaïques et thermiques sur les toitures, selon la répartition suivante :

- Pour les logements:
 - 30% de couverture pour solaire thermique
 - 10% pour le photovoltaïque
- Pour l'EHPAD :
 - 45% de couverture pour le solaire thermique
 - 15% pour le photovoltaïque
- Pour le tertiaire et l'école :
 - 21% de couverture pour le solaire thermique
 - 34% pour le photovoltaïque

Ces objectifs ont ensuite été formalisés dans une charte de développement durable rédigée par Cap Terre. Ce document n'a pas de valeur obligatoire, il définit les différents engagements que devront respecter « l'ensemble des acteurs de l'opération d'aménagement à toutes les phases successives de conception et réalisation du projet » (SEMAVIP, 2007). Pour répondre à quatre grands enjeux de développement durable, la charte propose un certain nombre d'objectifs déclinés en actions à mettre en œuvre à l'échelle de l'opération d'aménagement ou à l'échelle de la parcelle. Les quatre enjeux identifiés sont : l'optimisation des ressources naturelles, la réduction et la maîtrise des nuisances, la régulation de la circulation en faveur des déplacements alternatifs, et le soutien de la dimension sociale et économique du projet. Cette charte s'appuie, en plus des résultats de l'étude énergétique et d'une analyse du site, sur les objectifs figurant dans le système de management de l'aménageur certifié ISO 14001.

Cap Terre a par ailleurs traduit techniquement les objectifs de la charte dans des cahiers de prescriptions environnementales à destination des opérateurs de bâtiment et de leur équipe de maîtrise d'œuvre. Ces documents constituent une traduction technique et détaillée des engagements de la charte développement durable. L'obtention de certifications environnementales était également exigée par l'aménageur :

- La marque NF-HQE® - bâtiment tertiaire (2006) pour les bâtiments de bureaux.
- la certification CERQUAL Habitat & Environnement profil A pour les logements
- la mise en place pour les locaux d'activités, de commerces et de l'EHPAD d'une démarche reposant sur le principe d'opération pilote HQE® et bâtiments tertiaires mise en œuvre par Certivéa.

Les niveaux de performance exigés par l'aménageur pour les quatorze cibles HQE sont visibles sur la [Figure 53](#). Ceux-ci montrent que la gestion de l'énergie et le confort acoustique constituaient des préoccupations majeures de l'aménageur pour cette opération. De plus, les prescriptions en matière énergétique incitaient à l'application des concepts du bioclimatisme, au renforcement de l'isolation thermique des bâtiments, à l'installation d'équipements économes et d'un chauffage non électrique, performant et faiblement émetteur de Nox. Les deux autres cibles à traiter de manière performante sont la gestion de l'eau et la qualité sanitaire de l'air. Il était aussi préconisé de réduire les nuisances en phase chantier. Le bureau d'étude était également missionné pour le suivi tout au long du projet (en phases conception et réalisation) du bon respect des prescriptions environnementales.

| <i>Cibles de la démarche HQE®</i> | | <i>Traitement</i> |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| Eco-construction | 01 : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement | A définir par le preneur de lot |
| | 02 : Choix intégré des procédés et produits de construction | A définir par le preneur de lot |
| | 03 : Chantier à faibles nuisances | Prescriptions générales |
| Eco-gestion | 04 : Gestion de l'énergie | Très performant |
| | 05 : Gestion de l'eau | Performant |
| | 06 : Gestion des déchets d'activité | A définir par le preneur de lot |
| | 07 : Gestion de l'entretien et de la maintenance | A définir par le preneur de lot |
| Confort | 08 : Confort hygrothermique | A définir par le preneur de lot |
| | 09 : Confort acoustique | Très performant |
| | 10 : Confort visuel | A définir par le preneur de lot |
| | 11 : Confort olfactif | A définir par le preneur de lot |
| Santé | 12 : Conditions sanitaires des espaces | A définir par le preneur de lot |
| | 13 : Qualité sanitaire de l'air | Performant |
| | 14 : Qualité sanitaire de l'eau | A définir par le preneur de lot |

Figure 53. Les niveaux de performance selon les cibles HQE exigées par l'aménageur de la ZAC Claude Bernard (Source : Cap Terre & SEMAVIP, 2006)

Par ailleurs, le dessin architectural était également contraint par plusieurs exigences formulées par l'architecte-coordonateur à partir du plan de masse au sein des fiches de lot, et des cahiers de prescriptions architecturales et paysagères. Ces fiches comprenaient les volumétries à respecter par les architectes de chacun des lots, ainsi que les règles sur les hauteurs des bâtiments, leur emprise au sol, leurs accès, le traitement des espaces libres et des toitures, les plantations et le mobilier d'extérieur, etc.

En 2007, les objectifs de performance énergétique des bâtiments de la ZAC Claude Bernard retenus par l'aménageur sur les conseils de son AMO ont été inscrits dans le plan climat de la Ville de Paris. Ceux-ci exigent la réduction des consommations énergétiques des bâtiments d'au moins 20% en moyenne par rapport à la consommation du bâtiment de référence de la RT 2005. Pour les équipements (école et halte-garderie), l'effort de réduction devait s'élever à 40-50%, de manière à tendre le plus possible vers l'autosuffisance énergétique. Il était également exigé que 25% de la consommation de chacune des constructions proviennent des énergies renouvelables. En plus de ces exigences, le plan climat annonçait que l'opération de bureaux atteindrait l'objectif RT2005-25%, et que les opérations de logements comptaient viser le label BBC.

En plus de recourir à l'expertise d'un bureau d'étude, la SEMAVIP a souhaité renforcer ses compétences internes en embauchant en 2008 un chargé de mission développement durable. Afin de s'assurer de l'application de l'ensemble de ses prescriptions environnementales, l'aménageur a contractualisé la qualité environnementale des futurs bâtiments en annexant les cahiers de prescriptions environnementales aux Cahiers des Charges de Cession de Terrain (CCCT). L'aménageur a exigé qu'une clause de séquestre financier soit incluse dans la promesse de vente. Cette clause doit garantir l'obtention par les opérateurs des certifications HQE demandées et l'atteinte des objectifs de consommation énergétique et de recours aux énergies renouvelables (SEMAVIP, 2012). C'est la conclusion de l'organisme certificateur des bâtiments qui, à la livraison, va permettre de lever ou non les séquestres financiers. Pour s'assurer de l'obtention des certifications environnementales et du label énergétique, BNP Paribas Immobilier s'est lui aussi entouré d'un AMO environnement, Elan (Rougeron & Stalla-Bourdillon, 2012). Ce bureau d'étude avait pour mission d'accompagner l'opérateur dans le

choix des solutions techniques respectant les cahiers des charges de l'aménageur et des certifications. Pour veiller à la bonne réalisation de ses bâtiments, notamment de son étanchéité à l'air, dorénavant testée dans le cadre de la labellisation BBC, l'opérateur a contractualisé avec l'entreprise responsable des travaux de construction l'obligation de résultats en matière énergétique.

Le [Tableau 16](#) répertorie les solutions techniques adoptées pour les plots mixtes (commerces, activités et logements sociaux et en accession libre) en réponse aux exigences environnementales de l'aménageur. Les chargés de projet de la SEMAVIP que nous avons rencontrés⁷¹ nous ont fait part de leurs réserves sur les bâtiments construits sur la ZAC. Ils sont quelque peu déçus de la petite taille des fenêtres, certains logements s'en trouvent assez sombres. Schématiquement, pour atteindre les niveaux de performance énergétiques exigés, le plus simple est d'augmenter la compacité d'un bâtiment, de diminuer la taille de ses vitrages et d'augmenter légèrement l'isolation de l'enveloppe. Seulement la petite taille de vitrage a une incidence non négligeable sur la qualité de vie à l'intérieur des logements et sur la consommation électrique pour l'éclairage. Faire attention à ce genre de dérives dans l'application d'une politique publique est, d'après eux, le rôle de l'aménageur. Sur ces problématiques, l'aménageur est la « courroie de transmission intelligente », c'est-à-dire que l'aménageur se charge de faire appliquer le plan climat en l'adaptant au mieux au contexte opérationnel et en le complétant de « garde-fous » nécessaires à la qualité globale d'un projet d'aménagement. Le cahier des prescriptions environnementales et la contractualisation des objectifs de performance énergétique sont développés pour jouer ce rôle de « garde-fou ».

Tableau 16. Solutions techniques pour améliorer les performances environnementales des plots mixtes (source : notices environnementales des permis de construire, 2008)

| Thèmes | Actions |
|---------------------------------|--|
| Energie | Connexion au réseau de chaleur de la CPCU Isolation par l'extérieur des bâtiments et rupteurs de ponts thermiques Volets roulants extérieurs sur toutes les baies vitrées Optimisation de l'éclairage naturel par puits de lumière pour les séjours et les cuisines Compteurs individuels DéTECTEURS de présence reliés à des minuteries dans les locaux techniques |
| Ventilation Et confort d'été | Volets roulants extérieurs sur toutes les baies vitrées Ventilation naturelle |
| Bruit | Protection acoustique des façades exposées au Boulevard Périphérique |
| Gestion de l'eau | Mise en place d'équipements hydro-économiques (30% d'eau économisée) Végétalisation des toitures terrasses des RDC Récupération de l'eau de pluie des toitures pour arrosage des espaces verts et nettoyage des locaux communs 20% de la surface de chaque lot conservé en pleine terre |
| Qualité de l'air | Revêtements intérieurs éco-labellisés et choisis en fonction de leur taux d'émission de COV |
| Chantier | Mise en place d'une "Charte de Chantier Propre" |

⁷¹ Entretien réalisé dans le cadre du projet de recherche IMPETUS à l'automne 2011.

Depuis l'opération Claude Bernard, la SEMAVIP et la Ville de Paris semblent avoir fait évoluer leurs pratiques d'encadrement de la qualité environnementale des opérations d'aménagement. Désormais, dans le traité de concession, il est fait référence directement aux exigences du plan climat de Paris, ainsi qu'au référentiel « Un aménagement durable à Paris ». Une annexe spécifique aux engagements en faveur du développement durable, rédigée par l'aménageur candidat, est également jointe au traité (SEMAVIP, 2012). De plus, la SEMAVIP a quelque peu repris en main la rédaction des cahiers de prescriptions environnementales. Fort de son expérience passée, l'aménageur impose la trame du cahier de prescriptions qui est ensuite complété par l'AMO. Les cahiers de prescriptions environnementales sont maintenant plutôt destinés aux maîtres d'œuvre. Ils détaillent : « le contexte de l'opération, le management environnemental de l'opération (les certifications exigées et la démarche propre à l'aménageur), les exigences environnementales par thème, les documents à remettre par phase, et le tableau des indicateurs de suivi » (SEMAVIP, 2012). Si besoin, des annexes techniques destinées à des bureaux d'étude spécialisés sont jointes au cahier de prescriptions. La principale difficulté consiste à prescrire au-delà des objectifs quantifiés notamment énergétiques et à fixer des objectifs qualitatifs, tels que la qualité des usages extérieurs. Plutôt que de rajouter des prescriptions dans le cahier, l'aménageur a préféré renforcer le pilotage et le suivi des opérations. Les réunions de revues de projets plus fréquentes sont l'occasion de faire part et d'expliquer directement les attentes qualitatives de l'aménageur auprès des opérateurs et des maîtres d'œuvre. Enfin, la SEMAVIP demande dorénavant que l'opérateur immobilier s'engage par écrit à mettre en œuvre la qualité environnementale de son projet. Ce document synthétise les principaux engagements de l'opérateur en faveur du développement durable.

4. LA RECONVERSION DE L'ENTREPOT MACDONALD

L'entrepôt Macdonald, construit en 1970 sur le terrain d'une ancienne usine à gaz, a été conçu par Marcel Forest pour la société de fret SNTR-Calberson. Directement desservi par le réseau ferré de l'Est et la petite ceinture, l'entrepôt sert de passage et d'entreposage entre le rail et la route. C'est un bâtiment de taille exceptionnelle faisant 617 mètres de long sur trois niveaux. La Figure 54 présente l'entrepôt Macdonald en 2006, il était alors encore occupé et sur le toit était implantée la fourrière. L'architecte Marcel Forest avait dès l'origine envisagé la surélévation du bâtiment. Il avait prévu, conformément à la servitude imposée par la Ville de Paris que le bâtiment puisse servir de base à des constructions futures de trois niveaux sans en définir le programme.

4.1. UNE OPERATION HORS DU COMMUN

L'entrepôt a été mis en vente en juillet 2006 par la SOVAFIM. Cette société anonyme détenue par l'Etat avait pour mission d'acheter et de revendre l'entrepôt appartenant à Réseau Ferré de France, dans la mesure où celui-ci n'était plus utile (Taburet, 2012). Si la Ville de Paris n'avait pas les moyens d'acquérir cet entrepôt en vue de mettre en œuvre le projet envisagé par Dussapin&Leclerq, elle a toutefois gelé le PLU pendant cinq ans à partir de la mise en vente de l'entrepôt par la SOVAFIM par une procédure de périmètre d'attente. De ce fait, les nouveaux acquéreurs ne pourront mettre en place une programmation contraire aux orientations stratégiques adoptées par le Conseil de Paris (Taburet, 2012). Cette mise en vente représentait une occasion à ne pas manquer pour l'aménagement du territoire de Paris Nord-Est comme en témoigne un chargé de projet à la SEMAVIP :

« On s'est dit qu'il y avait là une opportunité à saisir, puisqu'à partir du moment où on ratait cette opportunité qu'il y avait un nouvel investisseur qui venait et qui venait éventuellement réinvestir, ça voulait dire que l'entrepôt allait rester bloqué entre guillemets d'un point de vue foncier pendant encore des années et des années, et qu'il serait difficile de l'exproprier... Or c'est quand même une pièce maîtresse dans le dispositif avec l'arrivée de la gare de créer un lien... c'est 600m de long donc c'est vraiment une barrière. C'est une pièce maîtresse dans le dispositif » (SEMAVIP, le 08/07/2011).



Toit de l'entrepôt Macdonald



Vue depuis le boulevard Macdonald

Figure 54. L'entrepôt Macdonald en 2006 (source : Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009)

Suite à une offre d'un fonds d'investissement controversé, la Ville de Paris fait appel à la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC) pour l'aider à acheter l'entrepôt (Taburet, 2012). Rapidement, la CDC, Icade Foncier Développement et la SEMAVIP décident de s'associer pour acheter et transformer cet immense bâtiment. Les intérêts des trois partenaires étant convergents, la société est montée en seulement un mois et demi. La CDC souhaite investir dans un programme de logements locatifs, Icade Foncier Développement est séduit par la position stratégique que représente l'entrepôt pour de futurs logements et commerces et enfin pour la SEMAVIP la reconversion de l'entrepôt est indispensable pour l'avenir du territoire. La SEMAVIP est la société d'économie mixte de la Ville de Paris qui aménage la ZAC Claude Bernard voisine et qui a réalisé les études préalables du projet Paris Nord-Est, son actionnaire majoritaire étant la Ville de Paris. Ce groupement prend la forme d'une société par action simplifiée. Le capital de la SAS Paris Nord-Est est détenu à 50% par la Caisse des Dépôts et Consignations, à 30% par Icade et à 20% par la SEMAVIP. La vente est finalement conclue le 1^{er} décembre 2006 entre la SOVAFIM et la SAS ParisNordEst, même si l'offre faite est inférieure à celle du fonds de pension (Taburet, 2012). L'entrepôt, encore occupé au moment de la vente, n'a été entièrement libéré qu'en juin 2010. La présence de la SEMAVIP dans le groupement se portant acquéreur, est une assurance pour la Ville de Paris que le projet développé respectera son ambition pour ce territoire. La SEMAVIP est chargée selon une convention de prestation passée avec la SAS des « missions d'études environnementales et de programmation, des relations avec la Ville de Paris (interface avec le GPRU Paris Nord-Est, adéquation du programme au PLU, passage du tramway, équipements publics, concertation avec les habitants), du contrôle de la mission de l'architecte coordonnateur et des travaux d'infrastructures et de VRD » (ParisNordEst, 2009, p. 37). La mission de la SEMAVIP s'apparente donc à celle d'un aménageur classique. La gestion financière est déléguée à Icade et la présidence du comité de direction à la CDC. C'est donc une « société de droit privé, alimentée de capitaux publics et bénéficiant des moyens, de la souplesse et de l'efficacité du privé » (Taburet, 2012), ayant la capacité de faire faire avancer rapidement le projet. L'ensemble des appels d'offre lancés dans le cadre de l'opération n'est pas soumis au code des marchés publics, ce qui représente un gain de temps non négligeable. Cette flexibilité est alors indispensable au respect du calendrier initial. En effet, la Ville de Paris souhaitait que le projet soit livré avant les élections municipales de 2014 et le plus proche possible de la mise en service du tramway T3b (fin 2012)⁷². En juin 2007, la SAS PNE entame les négociations avec la Ville de Paris afin que soit lancée la procédure de modification du PLU, préalable indispensable à la réalisation du projet. La SAS PNE obtient la constructibilité souhaitée et en échange, la Ville exige la construction d'équipements et la création d'une faille laissant passer le tramway. Il s'agit de détruire une partie de l'entrepôt pour créer un espace public piéton et laisser passer le tramway à travers l'entrepôt du boulevard Macdonald à l'emplacement de la future gare RER de façon à créer un pôle multimodal. Un mois plus tard, la procédure de modification du PLU est engagée et approuvée par le Conseil de Paris en décembre 2007 (cf. Délibération DU 2007-252).

Quelques mois plus tard, la SAS ParisNordEst organise une consultation internationale d'architectes-urbanistes, dont la finalité est d'adopter une « stratégie »⁷³ de reconversion. Quatre équipes y

⁷² En définitive cet objectif de calendrier n'a pas été tenu, la livraison des programmes devant s'échelonner entre l'été 2014 et l'automne 2015.

⁷³ Expression employée par Bertrand de Parcollet, directeur délégué d'Icade Foncier Développement et rapportée par Nathalie Moutarde dans l'article du Moniteur du 27 mai 2010.

participant : OMA- Rem Koolhaas, Diener & Diener, Alexandre Chemetoff et Marc Mimram. A l'issue de quarante jours de consultation, c'est l'équipe OMA (Rem Koolhaas et Floris Alkemade) qui est retenue. La stratégie imaginée par les lauréats propose de profiter du passage du tramway à travers le bâtiment – exigence de la Ville de Paris – pour créer une place publique. Un autre choix architectural fort consiste à conserver la façade de l'entrepôt, de manière à créer un front bâti continue sur le boulevard Macdonald, au-dessus duquel des bâtiments aux architectures diverses seront construits. C'est donc un jeu à deux échelles que l'architecte coordinateur cherche à mettre en place, d'une part la grande échelle exceptionnelle de l'entrepôt est conservée à travers la façade nord et d'autre part, une échelle plus petite de la vie de quartier émanera de la diversité architecturale des plots construits sur l'ancien entrepôt. Pendant près d'un an, l'équipe de l'architecte coordinateur a travaillé à la mise au point d'un masterplan. Le programme construit est d'une grande diversité : logements, bureaux, activités, commerces et équipements se superposent et se succèdent comme le montre la Figure 55. C'est un véritable quartier de ville qui va prendre place sur l'entrepôt Macdonald. Dans la mesure où il a été décidé de faire appel à plusieurs architectes pour garantir une certaine diversité architecturale, le masterplan constitue un document clé pour la coordination du projet. En tout, dix-neuf projets architecturaux sont développés sur l'entrepôt par quinze agences d'architecture différentes qui ont été désignées une fois le masterplan réalisé. Les permis de construire ont été déposés pendant l'été 2009. Etant donné que l'opération a lieu sur un unique bâtiment, il aurait fallu qu'un seul permis de construire soit déposé. Sur avis du Conseil d'Etat, il a été décidé qu'au vu de la complexité de l'opération et du nombre de parties prenantes, des demandes différenciées de permis de construire pouvaient être faites à condition que chacune des demandes contienne un « dossier chapeau » présentant la cohérence d'ensemble de l'opération. La SAS PNE se charge des travaux de démolition partielle de l'entrepôt, du renforcement de la structure existante et de l'aménagement des abords de l'entrepôt qui devraient ensuite être rétrocédés à la Ville de Paris. Les travaux de démolition ont démarré fin 2010 et la livraison de l'opération est prévue à l'automne 2015.

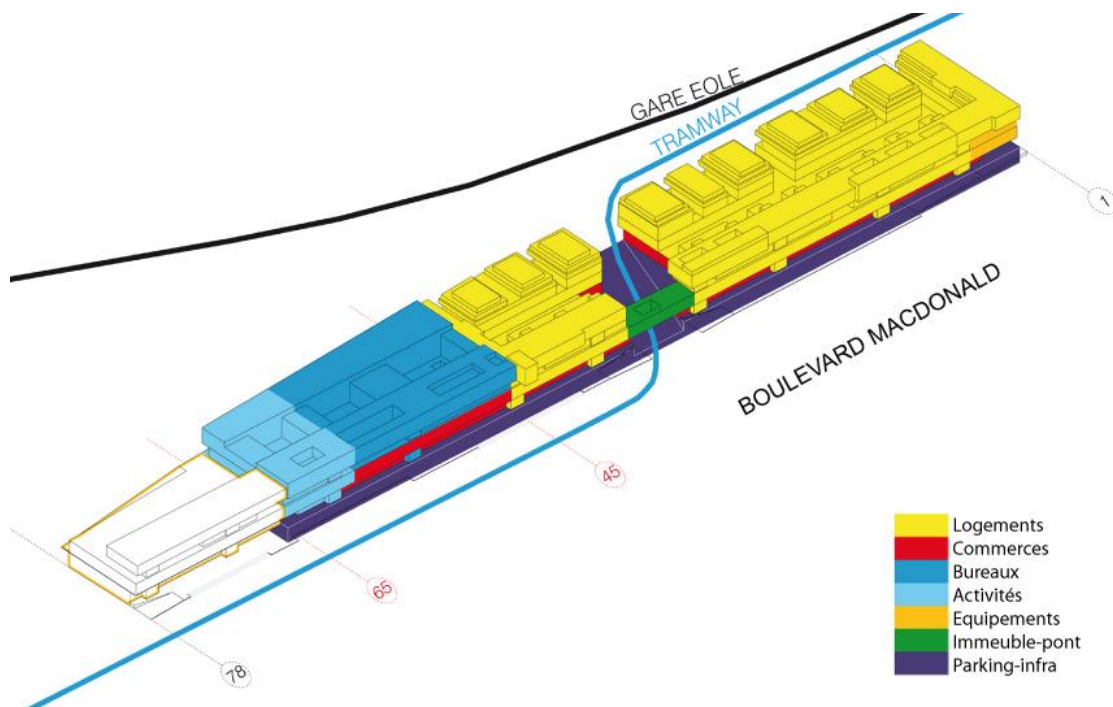


Figure 55. Mixité et imbrication des programmes de l'opération Macdonald

4.2. CONSERVATION DE L'ENTREPÔT : LES ECONOMIES DE RESSOURCES ET D'ENERGIE COMME JUSTIFICATION

Il semble qu'il ait toujours été question de conserver le bâtiment. La recomposition de l'entrepôt Macdonald était déjà envisagée dans la réponse apportée par Dussapin&Leclercq à la consultation de 2004. L'équipe avait alors imaginé une sorte d'« *étagère urbaine* » où se mêlaient des logements, des locaux tertiaires et une grande serre (APUR, 2004). Les orientations d'aménagement du PLU de 2006 confirme la volonté de la Ville de Paris de conserver l'entrepôt tout en créant sur 25m un passage pour le tramway des Maréchaux, de manière à ce qu'il puisse desservir la future gare RER E Rosa Parks (cf. Figure 43). En matière de programme, les exigences de la Ville de Paris prévoyaient la construction de 165 000m² HON dont au moins 40% de logements constitués à minima de 50% de logements sociaux (Mairie de Paris, 2006). Selon un membre de la SAS ParisNordEst que nous avons interrogé, la conservation de l'entrepôt n'était pas une obligation réglementaire mais une intention urbaine, un parti pris de Dussapin&Leclercq que le groupement a adopté et a confirmé à la suite d'études :

« Ça a été un point d'entrée quand on a acheté le bâtiment, on l'a acheté en vue de sa conservation, de sa restructuration, de sa surélévation. On a acheté le bâtiment en décembre 2006. En 2007, on a fait un certain nombre d'études techniques qui nous ont confirmé qu'on allait conserver le bâtiment » (SAS ParisNordEst, le 11/12/2012).

Le choix de conserver le bâtiment existant est présenté dans les documents de communication comme une solution plus « écologique » que la démolition, dans la mesure où la production d'une importante quantité de déchets de construction a été évitée (Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes et al., 2008, p. 9). Dans le dossier de presse de l'opération, il est question d'un bilan environnemental nettement plus favorable à la reconversion :

« Le maître d'ouvrage et son architecte ont donc pris, dans le contexte pourtant si différent des années 1960, une décision de développement durable dont les fruits se récoltent aujourd'hui. Quelles que soient les mesures à prendre pour assurer les performances énergétiques voulues, l'économie de matières premières, de travaux de démolition et de transport rend le bilan environnemental de la reconversion très supérieur à celui d'une construction neuve » (ParisNordEst, 2009, p. 15).

La personne de la SAS, que nous avons rencontrée, parle également d'économie d'énergie grise. Néanmoins, il semblerait que ce choix de conserver l'entrepôt réponde avant tout à la problématique de pollution des sols sur lesquels l'entrepôt est bâti. Cette problématique apparaît en plus de la durabilité comme pour justifier la conservation du bâtiment existant dans l'étude d'impact : éviter de « subir les contraintes liées à la nature polluée des sols, notamment par des mouvements de terre pour la mise en place de nouvelles fondations » (Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France, 2010). Un diagnostic de pollution des sols avait révélé la présence en certains points du site de concentrations significatives de substances polluantes du fait des activités industrielles passées. L'entrepôt Macdonald avait effectivement été construit sur les anciens terrains d'une usine à gaz. Les risques en termes de coûts et de temps liés à la dépollution des sols ont constitué selon l'un des membres de l'équipe de l'urbaniste coordinateur, des arguments majeurs en faveur de la conservation du bâtiment. Ainsi la durabilité de ce choix n'en serait qu'une conséquence vertueuse :

« Pour croiser un peu les échelles, ce qui est intéressant, c'est l'exemple du bâtiment Macdonald. C'est un des bâtiments les plus longs de Paris – 600 m de long – et la question de sa conservation s'est posée. Au final, on l'a gardé principalement parce que si on se mettait à démolir ce bâtiment, pour la dépollution, on s'engageait dans un truc monstrueux, en temps et en coût. A la fin, c'est un système très durable de réutilisation de cette structure, qui avait été surdimensionnée pour pouvoir être surélevée » (François Leclercq, Architectes Urbanistes, le 15/10/2012).

En définitive, il apparaît que la conservation du bâtiment au nom de principes écologiques, d'économie de matières et d'énergie soit un discours construit a posteriori pour justifier un choix répondant à une contrainte importante du site. Toutefois, il ne semble pas que l'économie de matière résultant de la conservation de l'entrepôt ait été calculée ni comparée à l'alternative démolition/reconstruction. Les deux hypothèses ont été comparées en termes de coûts économiques et de faisabilité technique, même si l'hypothèse de la conservation était dès le départ privilégiée. Si les études avaient démontré qu'il n'était pas possible de construire les mètres carrés envisagés sur la structure existante, c'est l'ensemble de l'opération qui aurait été remis en cause. Cet « effort » de conservation de matière et d'énergie a été utilisé par l'assistant à maîtrise d'ouvrage Développement Durable pour justifier que ne soient exigées des consommations énergétiques dépassant les objectifs de la certification BBC (bâtiments basse consommation) :

« Et en fait, pour appuyer cette volonté de ne pas aller trop loin dans l'énergie, sachant qu'on allait quand même assez loin puisqu'on était BBC, ce qui est déjà très performant, on voulait appuyer le discours de dire : le premier geste environnemental sur Macdonald, c'est quand même de garder Macdonald. Plutôt que de détruire et refaire un projet, on a décidé de conserver un peu plus de 50 % de l'existant. Pas comme du patrimoine en plus, pour une fois, et c'est assez rare à Paris de pouvoir intervenir sur un bâtiment un peu vieux avec une certaine liberté. Là, c'était vraiment de la conservation de matière, et du coup, de l'évitement de transport, de destruction et de création de nouvelle matière. Partant de ça, le premier acte environnemental, c'est déjà de le garder. A partir de là, le discours était : plutôt que détruire et construire un bâtiment énergie, il vaut mieux conserver, ce qui va forcément coûter un peu plus cher, en études et en réflexions, et peut-être en prix. On préfère s'adapter à l'existant et être légèrement moins performant, mais en regardant à la fin l'équation globale qui prend en compte l'énergie grise, l'énergie des transports, des déplacements, du chantier, on est largement meilleur que si on avait détruit » (Agence Franck Boutté Consultants, le 17/07/2013).

Bien que l'économie d'énergie grise des travaux de démolition reconstruction ait été utilisée pour justifier la conservation de l'entrepôt, cette préoccupation n'a pas été particulièrement prise en compte dans les choix de conception des bâtiments ni dans la sélection des matériaux de construction. Ce discours sur le caractère écologique et économe en énergie de la conservation de l'entrepôt démontre une certaine montée en puissance des préoccupations énergétiques et environnementales sur le marché de l'immobilier.

Si l'intérêt écologique de ce choix mériterait d'être calculé pour être confirmé, ce n'est pas pour autant un choix de facilité qui a été fait. Pour nombre des acteurs que nous avons rencontrés, réaliser le projet à partir du bâtiment existant est un important facteur de complexité. Beaucoup d'entre eux nous parlent de l'énergie et du temps dépensés par chacun personnellement pour que le projet puisse se réaliser. Cette complexité est issue de la grande densité et variété des programmes, de leurs imbrications et du coût d'une telle opération. Il a d'abord fallu vérifier que la structure existante était

capable de supporter le poids des nouvelles constructions, ce qui a représenté un facteur de risque important du projet et surtout un coût non négligeable. En effet, il a fallu contrôler une à une les fondations et en renforcer certaines. Plusieurs modes constructifs sont également mis en œuvre suivant l'emplacement sur l'entrepôt de la future construction. Par exemple, les logements situés au nord doivent être construits en façades légères, ce qui a posé certaines difficultés pour atteindre les objectifs de performance acoustique, thermique ou d'étanchéité à l'air. Une autre source majeure de la complexité de cette opération est le grand nombre d'acteurs qui intervient sur ce projet, résultat notamment de la décision de faire appel à quinze agences d'architectures différentes.

4.3. LE MASTERPLAN, LA CHARTE DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES

Le masterplan contient l'ensemble des prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales, afin de guider les maîtres d'œuvre intervenant sur les différentes parties du projet de reconversion – comme l'annonce la première page du document. Le document détaille le programme à construire et la stratégie de surélévation adoptée et ses conséquences pour la conception des différents lots. Le fonctionnement du futur morceau de ville est également précisé : les accès, les possibilités de traverser le quartier, les typologies de logements attendues, la nature des activités économiques que le projet souhaite attirer, etc. Pour chaque thématique sont détaillés les partis pris de l'architecte coordinateur ainsi que les objectifs à atteindre, les prescriptions et les recommandations faites pour assurer la coordination de l'ensemble. Les prescriptions environnementales n'apparaissent pas dans le masterplan, mais celles-ci ont fait l'objet d'un document séparé rédigé par l'assistant à maîtrise d'ouvrage. Quelques prescriptions sur les façades, l'ensoleillement, les protections solaires, les vitrages et l'isolation des parois sont néanmoins disséminées dans le document notamment dans la partie consacrée aux prescriptions architecturales. Dans les deux autres parties, où sont développées des prescriptions en matière d'accessibilité et de végétalisation, aucun lien avec l'énergie n'est explicité.

Parmi les critères pris en compte pour la conception du masterplan, certains relèvent de préoccupations de durabilité et de performance énergétique :

- La conservation de la structure existante dans la perspective d'une démarche de développement durable et de préservation de sa valeur patrimoniale et spatiale,
- « l'engagement dans une démarche de haute qualité environnementale, notamment dans les choix des modes constructifs et dans la recherche d'une grande performance énergétique » (OMA, 2008, p. 23)
- La mixité du programme construit,
- La volonté de mettre en place des « systèmes techniques et évolutifs et flexibles qui permettront l'adaptation du bâtiment aux besoins futurs » (OMA, 2008, p. 23).

L'opération se faisant sur un bâtiment existant dont les deux façades principales sont orientées nord/sud, il n'était pas possible de complètement optimiser l'orientation des programmes. Il a donc été décidé d'éviter l'entrepôt en son centre pour créer une cour intérieure permettant de laisser entrer la lumière et de créer des façades orientées est et ouest (Figure 56). Afin d'optimiser leurs apports solaires, les logements devaient être implantés au sud. Mais, du fait de la proximité de l'entrepôt avec les voies ferrées, les logements ont dû être concentrés à l'ouest de l'entrepôt. En définitive, les

logements se situent donc sur la partie ouest de l'entrepôt et pas uniquement au sud en raison du grand nombre de logements à construire.

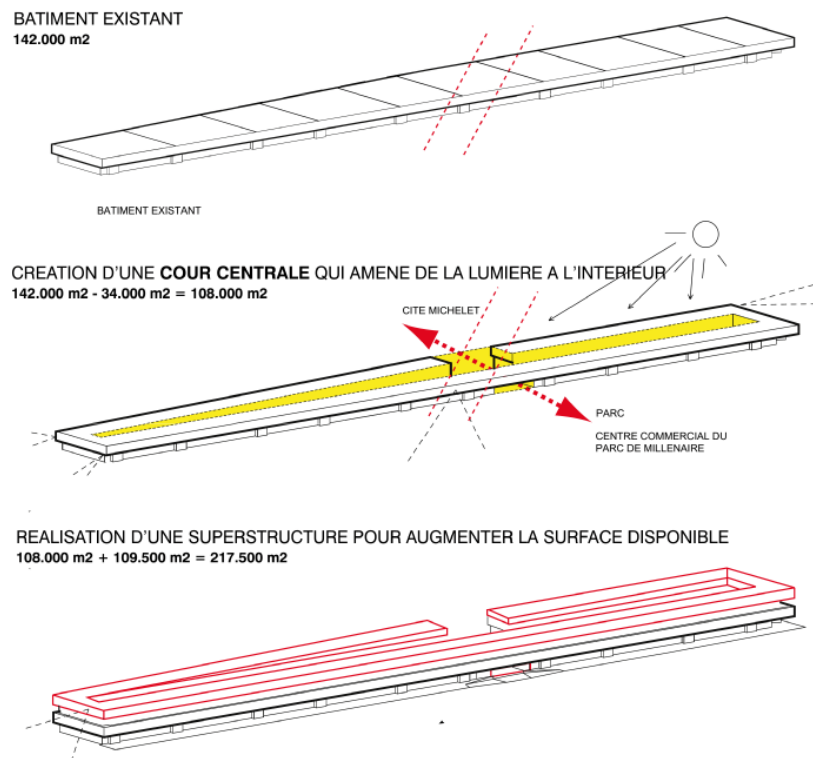


Figure 56. Schémas de principe de l'évidement de l'entrepôt et de la construction d'une superstructure (source: OMA, 2008)

La charte de développement durable, quant à elle, est structurée en cinq axes : « économiser les ressources énergétiques ; réduire les impacts négatifs liés aux futurs ouvrages ; assurer la fonctionnalité, la qualité et le confort des espaces extérieurs ; garantir un cadre de vie confortable et agréable aux futurs usagers ; donner une dimension économique et sociale à l'opération » (ParisNordEst, 2009). Ces enjeux sont déclinés en exigences recouvrant différentes thématiques environnementales. Les acteurs responsables du respect de ces exigences sont également désignés dans la charte. Ainsi, l'exigence « affirmer la priorité des modes de déplacement alternatifs à l'automobile » relève de l'aménagement, alors que l'exigence « soigner le traitement végétal » doit être mise en œuvre par les acteurs en charge de la conception. La majorité des exigences est sous la responsabilité des concepteurs accompagnés de l'ingénierie environnementale, notamment celles en matière d'économies de ressources. Sept thématiques environnementales sont couvertes par la charte : l'énergie, l'eau, les matériaux, les déchets, le confort et la santé, le chantier, et la sensibilisation des usagers.

Les cahiers de prescriptions environnementales sont organisés selon les sept thématiques de la charte de développement durable. En plus des objectifs, le document précise les documents à fournir aux phases successives du projet. En matière énergétique, ce sont les objectifs de consommation énergétique du plan climat qui s'appliquent en distinguant les constructions neuves des parties réhabilitées. Ainsi, les logements doivent consommer au maximum 50 kWh/m² dans les parties neuves et 80 kWh/m²/an dans les parties réhabilitées. D'après la simulation du calcul thermique réglementaire,

le bureau d'étude démontre qu'il est possible d'atteindre l'objectif ambitieux des 50kWh/m²/an en prenant en compte un coefficient de conversion énergie finale/énergie primaire de 0,626 pour la chaleur issue du réseau de la CPCU (Agence Franck Boutté Consultants & ParisNordEst, 2010). Les hypothèses sur la composition de l'enveloppe retenues dans ce calcul servent à titre indicatif pour orienter les concepteurs dans leurs choix. Les objectifs énergétiques pour les bureaux et les commerces sont calculés sur la base de la RT 2005, RT 2005-50% pour les bureaux et RT 2005-30% pour les commerces. Selon les témoignages obtenus par Aurélien Taburet et retranscrits dans sa thèse, Icade Promotion Logement a négocié avec la SAS ParisNordEst pour que l'objectif de consommation énergétique dans les parties neuves soit égale à 80 kWh/m²/an au lieu de 50kWh/m²/an (Taburet, 2012). La SAS ParisNordEst semble avoir cédé à la demande du promoteur : plutôt que d'afficher un objectif de performance énergétique à 80kWh/m²/an, les cahiers de prescriptions autorisent les équipes à considérer un coefficient de conversion en énergie primaire avantageux. Bien qu'il ne soit pas valable réglementairement, les cahiers de prescriptions environnementales demandent à ce qu'un coefficient de conversion en énergie primaire de 0,626 soit pris en compte dans les calculs de consommation énergétique. Avec ce coefficient, il est plus facile d'atteindre l'objectif de 50kWh/m²/an du plan climat. La demande de la CPCU pour obtenir un agrément titre V pour sa boucle d'eau chaude alimentée par le puits de géothermie profonde a été refusée par la commission Titre V. Cette procédure particulière permet aux produits ou systèmes énergétiques ne figurant pas dans la méthode de calcul de la RT 2005 d'être étudiés par une commission d'experts. Les solutions techniques acceptées par la commission peuvent alors être valorisées dans le calcul réglementaire de l'opération. Cette demande de titre V a été refusée bien que les méthodes de calcul de ce coefficient aient été éprouvées sur d'autres réseaux de chaleur, notamment à Grenoble. La réticence de la commission peut néanmoins s'expliquer par la volonté de ne pas remettre à plat la base de définition des labels alors qu'elle était occupée par la RT 2012 :

« Pour avoir échangé avec la commission titre 5 – on a aussi assisté CPCU pour déposer un autre titre 5 sur un réseau de chaleur, une extension d'un réseau – ils nous ont dit : ce n'est pas la peine, vous n'aurez jamais votre titre 5, on ne vous le délivrera pas. Parce qu'ils ne voulaient pas remettre en cause la base de la définition des labels. Si on change tout ça, à Paris, tous ceux qui vont se raccorder au CPCU, ça va être beaucoup plus facile d'être BBC. Il y avait un peu de tout ça. Ils ne maîtrisaient pas tout ce qui pouvait changer. Et en plus, ils travaillaient sur la RT 2012 qui était prioritaire. Ils ne voulaient pas se polluer avec ce genre de gros débat, qui allait remettre en cause tous ces aspects. Donc, refus systématique, sans trop de discussion » (Alto Ingénierie, le 22/05/2013).

Grâce à cette valeur, les logements respectent officiellement l'objectif de consommation du plan climat parisien, mais la SAS PNE prend le risque que le promoteur diminue ses efforts sur la performance thermique de l'enveloppe. Ainsi l'aménageur demande tout de même au promoteur de « faire les meilleurs efforts pour être le plus près possible du 50 kWh/m²/an » en échange de cette faveur (Taburet, 2012, p. 296). L'influence de la valeur de ce coefficient de conversion en énergie primaire de la chaleur CPCU sur la performance énergétique des logements est explicitée dans la Figure 57. Dans cet extrait de note technique produite par le bureau d'étude Icade Arcoba, les deux valeurs possibles du coefficient (0,6 ou 1) sont comparées. Dans le cas d'un coefficient égal à 1, l'objectif de 50kWh/m² ne pouvait être atteint qu'avec l'installation de panneaux photovoltaïques. L'aménageur a donc préféré choisir le coefficient plutôt que d'installer des panneaux photovoltaïques. Au lieu de jouer sur le coefficient de transformation en énergie primaire, il aurait été possible de demander à la Ville de Paris

de ne pas respecter exceptionnellement l'objectif du plan climat. Dans ce cas, « l'impossibilité technique d'atteindre un tel objectif [aurait due] être justifiée par un bureau d'études techniques indépendant » (Mairie de Paris, 2007, p. 12).

Cet exemple démontre l'importance des conventions de calcul dans l'édition d'un objectif de performance énergétique. Un objectif de consommation énergétique doit pour avoir du sens être accompagné de règles et conventions de calcul.

Si les cahiers de prescriptions environnementales contiennent les certifications et labels environnementaux que chacun des bâtiments doivent obtenir, ceux-ci ont été définis en réalité par chacun des maîtres d'ouvrage. En définitive, tous les logements visent l'obtention de la certification Habitat et Environnement (H&E) et du label BBC. Pour les logements en accession, c'est la certification H&E profil A qui est demandée par les investisseurs, c'est-à-dire que tous les thèmes de la certification doivent être pris en compte. Les bailleurs sociaux ont souhaité que leurs logements soient certifiés H&E option performance, c'est-à-dire le degré d'exigence le plus haut de la certification. Les bailleurs sociaux ont aussi exigé une certification Qualitel. L'obtention de ces deux certifications conditionne l'accès aux subventions pour le financement des logements sociaux. Selon l'AMO environnement des programmes de logements que nous avons rencontré, cette double exigence, qui implique le paiement de deux organismes certificateurs, n'a pas vraiment de sens dans la mesure où H&E reprend les exigences de Qualitel et les complète par des exigences de qualité environnementale.

En fonction du coefficient retenu pour le CPCU, les performances énergétiques peuvent être considérablement dégradées.

CPCU à 0,6

| Poste | Commentaire | Ratio Energie Finale | Type d'énergie | Conversion EP | Ratio Energie Primaire |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|---------------|------------------------|
| Chauffage | U = Uref -25% | 38 kWh/m ² | CPCU | 0,6 | 23 kWh/m ² |
| Eau Chaude Sanitaire | 40% Solaire | 21 kWh/m ² | CPCU | 0,6 | 13 kWh/m ² |
| Aux. Chauffage | | 0 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 1 kWh/m ² |
| Ventilateur | Hygro-B | 2 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 5 kWh/m ² |
| Eclairage | | 3 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 8 kWh/m ² |
| Production Photovoltaïque | pas de production | 0 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 0 kWh/m ² |
| | | 64 kWh/m ² | | | 49 kWh/m ² |

L'objectif 50 kWh/m² est atteint mais à 1 kWh/m² près.

Il n'y a pas de possibilité d'amélioration majeure (sauf à renforcer l'isolation et la qualité des vitrages) :

- L'ECS est déjà compensée au maximum du potentiel solaire (40% de taux de couverture)
- Les éventuels gains sur la ventilation et l'éclairage sont faibles : gagner 50% sur ces postes ne représente qu'un gain de 6 à 7 kWh/m² sur l'énergie primaire (et n'est pas réaliste)

CPCU à 1

| Poste | Commentaire | Ratio Energie Finale | Type d'énergie | Conversion EP | Ratio Energie Primaire |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|---------------|------------------------|
| Chauffage | U = Uref -25% | 38 kWh/m ² | CPCU | 1 | 38 kWh/m ² |
| Eau Chaude Sanitaire | 40% Solaire | 21 kWh/m ² | CPCU | 1 | 21 kWh/m ² |
| Aux. Chauffage | | 0 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 1 kWh/m ² |
| Ventilateur | Hygro-B | 2 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 5 kWh/m ² |
| Eclairage | | 3 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 8 kWh/m ² |
| Production Photovoltaïque | pas de production | 0 kWh/m ² | Electricité | 2,58 | 0 kWh/m ² |
| | | 64 kWh/m ² | | | 73 kWh/m ² |

L'objectif 50 kWh/m² est alors largement dépassé avec un écart de 23 kWh/m².

Si la valeur CPCU = 1 doit être retenue, l'objectif 50 kWh/m² ne peut être atteint que si il y a compensation par une installation de production photovoltaïque, les autres postes de consommations étant déjà optimisés.

Figure 57. L'influence du coefficient CPCU sur les performances énergétiques des logements (source : Icade Arcoba, 2008, p. 17)

4.4. UN GRAND NOMBRE DE PARTIES PRENANTES

Nombreux et variés sont les professionnels prenant part à la conduite du projet Macdonald. Deux types d'acteurs peuvent être distingués, ceux d'une part participant à la coordination et la cohérence du projet de reconversion dans son ensemble et ceux intervenant sur les opérations de construction individuelles d'autre part.

En plus de l'équipe d'OMA, plusieurs entités spécialisées ont participé à la conception du masterplan : Setec pour les études techniques, Michel Desvigne pour les aspects paysagers, TESS pour la façade, le bureau d'études serbe ENPLUS pour le développement durable, Cabinet Casso & Cie pour la sécurité incendie et SODECSET pour l'économie du projet. ENPLUS a réalisé au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre un travail poussé sur les vues, l'accès à la lumière naturelle et au soleil. En parallèle de la participation d'ENPLUS à la conception du masterplan, la SAS ParisNordEst a fait appel à l'Agence Franck Boutté Consultants pour l'assister sur les problématiques de développement durable. Initialement, l'Agence Franck Boutté Consultants avait participé au concours de sélection de l'architecte coordinateur auprès d'une équipe concurrente à OMA. La SAS ParisNordEst, intéressée par l'approche environnementale développée par l'agence lors du concours, a souhaité l'embaucher en tant qu'Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO). Dans un premier temps, l'Agence Franck Boutté Consultants l'a conseillée pour la conception du masterplan, ensuite elle a rédigé avec elle une charte de développement durable et les cahiers de prescriptions environnementales pour les différents programmes. Par la suite elle a été chargée d'en suivre l'application. Le bureau d'étude ENPLUS a finalement quitté le projet en cours de route et n'a pas été remplacé. Il semble que le bureau d'étude serbe ait rencontré quelques difficultés pour comprendre et appliquer les principes de la réglementation thermique française. D'après un chargé de projet chez l'Agence Franck Boutté Consultants, la présence d'ENPLUS dans la suite du projet n'était pas indispensable, puisque bon nombre des études étaient déjà réalisées et que l'Agence Franck Boutté Consultants était là pour assurer le suivi du projet. Dès lors, nous pouvons interroger la nécessité d'avoir simultanément un bureau d'étude spécialisé en environnement au sein de la maîtrise d'œuvre et en assistance à la maîtrise d'ouvrage. D'autant plus que les maîtres d'ouvrages des différentes opérations de construction font eux-mêmes appel à un assistant à maîtrise d'ouvrage en environnement pour les aider à obtenir une certification. Pour ne pas complexifier d'avantage la coordination des opérations, un seul promoteur est chargé de toutes les opérations de logements, Icade Promotion Logements. Il se charge de la construction en état futur d'achèvement (VEFA) des logements pour le compte de bailleurs sociaux (SAGECO, Paris Habitat, RIVP, I3F) et pour la Caisse des Dépôts. Dans la même perspective, l'expertise technique a été mutualisée. Un seul bureau d'étude, Alto Ingénierie est chargé de l'assistance à maîtrise d'ouvrage en matière environnementale et Arcoba est maître d'œuvre de l'ensemble des logements : Si la communication et la coordination des projets de logements s'en sont trouvées renforcées, les échanges entre les équipes responsables des programmes de logements et celles en charge des bureaux semblent avoir été peu existants ou du moins, rarement directs. Seules des « réunions de limite de prestation » menées par Arcoba ont eu lieu. Comme nous l'a fait remarquer Alto Ingénierie, le fait qu'Arcoba soit également maître d'œuvre des commerces a grandement facilité la communication d'un projet à l'autre. Alto Ingénierie a pour rôle d'assister Icade Promotion Logements sur les questions environnementales et thermiques⁷⁴. Le bureau d'étude doit notamment s'assurer que la certification

⁷⁴ D'après ce que nous as expliqué l'AMO, ce type d'intervention pour des logements est assez récent. Initialement, la certification H&E était suffisamment simplifiée pour être conduite par le maître d'ouvrage seul sans qu'il ait besoin de faire appel à un bureau d'études spécialisées pour l'accompagner dans la démarche.

H&E choisie par le promoteur sera bien obtenue, et que les futurs bâtiments respecteront les niveaux de consommation énergétique du label BBC. En plus de cette mission, l'assistant à maîtrise d'ouvrage conduit des études plus détaillées sur le choix des matériaux et le confort visuel notamment, dans l'objectif de dépasser les exigences de la certification.

4.5. LA COORDINATION DES DIFFERENTS PROJETS IMMOBILIERS

Contraint par le calendrier serré de l'opération et par l'imbrication des programmes, la SAS PNE a décidé de lancer toutes les opérations de construction simultanément et de faire travailler les concepteurs ensemble dans des « workshops » afin d'en assurer la cohérence. Les workshops ont eu lieu pendant près d'un an et demi, tous les mois au début puis tous les quinze jours. Ces ateliers regroupaient la SAS PNE, l'architecte coordinateur, les promoteurs et tous les architectes. Pour les logements, seul Icade Promotion logements était présent, chaque architecte faisant remonter les remarques et les demandes de leurs maîtres d'ouvrage. Les thématiques abordées lors des workshops étaient définies par l'architecte coordinateur et la SEMAVIP et planifiées à l'avance. Au fur et à mesure de l'avancée des études, des sujets spécifiques ont pu être portés à l'ordre du jour par les bureaux d'études. Les bureaux d'études intervenant sur les différentes opérations ne participaient que ponctuellement à ces ateliers, lorsqu'ils y étaient invités. Lors de ces réunions, d'un côté l'architecte coordinateur tentait de faire respecter le masterplan et d'un autre côté, les architectes faisaient des demandes de modifications et relayaient celles de leur maîtrise d'ouvrage. Ainsi, l'architecte coordinateur étudiait les demandes et vérifiait leur faisabilité et leur compatibilité avec le restant du projet. Avant de décider d'intégrer ou non une modification, plusieurs alternatives étaient comparées. Les demandes de modification des maîtres d'ouvrage étaient parfois issues des exigences des certifications visées. Par exemple, le label H&E exige que les locaux poubelles soient situés le plus possible sur le trajet des occupants. Or ceux-ci étaient initialement prévus au sous-sol, donc uniquement sur le trajet des habitants prenant leur voiture. Les investisseurs ont donc demandé à ce que le masterplan soit modifié pour installer les locaux poubelles et les locaux poussettes et vélos au RDC à proximité des sorties d'immeubles. La difficulté a été de trouver un compromis entre cette exigence et la volonté de l'architecte coordinateur d'avoir une façade vitrée au rez-de-chaussée, plus ou moins traversante. Les négociations ont eu lieu entre les maîtres d'ouvrage des commerces, des logements et l'architecte coordinateur. En définitive, des noyaux centraux ont été créés et les logements ont désormais chacun une adresse, au lieu d'une adresse unique sur le boulevard Macdonald pour les logements situés au nord et au sud. Le jardin situé au centre du complexe immobilier au niveau R+1 est ainsi devenu un jardin d'agrément non accessible. Cet exemple reflète bien la teneur et la complexité des échanges et négociations qui ont eu lieu au cours de ces ateliers. Il est également intéressant de noter que l'ensemble du projet a été bouleversé à partir d'une exigence contenue dans le référentiel de la certification H&E souhaitée par les investisseurs des logements. Les prescriptions ne sont donc pas seulement issues de l'architecte-coordinateur ou de « l'aménageur », mais aussi des investisseurs au travers des démarches de certification.

Cette phase de conception, caractérisée par un rythme soutenu et des échanges intenses, s'est révélée particulièrement éprouvante pour les professionnels impliqués. Malgré cette forme d'organisation, il n'a pas toujours été évident pour l'assistant à maîtrise d'ouvrage en environnement d'obtenir des informations pertinentes sur les projets de construction aux moments opportuns. Il a par exemple connu des difficultés pour connaître la certification environnementale visée par la maîtrise d'ouvrage des commerces. Il semble qu'un véritable dialogue n'ait pas réussi à être instauré entre les différentes

équipes, en particulier entre les équipes techniques intervenant sur chacun des lots et les AMO coordonnant l'ensemble de l'opération. Les choix techniques effectués pour respecter les prescriptions environnementales ont été faits dans une relative opacité selon le chargé de projet de l'Agence Franck Boutté Consultants, AMO de l'opération :

« Personnellement, j'ai trouvé ça assez opaque, finalement, même s'ils répondaient grosso modo à nos demandes, c'était toujours très long pour avoir les choses. Il fallait que ça passe par untel et untel. Ensuite ParisNordEST. Du coup, on avait du mal à être comme on aurait souhaité, c'est-à-dire très réactifs. Ils font une étude, on dit : ça, ça va, ça, ça va pas, ça, aller plus loin, expliquer pourquoi, etc. Du coup, on se laissait un peu noyer dans la complexité de l'opération, malgré tout. J'ai déjà discuté de ça avec quelqu'un de chez Floris qui avait un peu ce discours-là. Après, les objectifs sont atteints, donc ça va. C'est juste qu'on aurait souhaité avoir un peu plus de lecture de ce qui se passait et comment on atteint les choses. Quand ils avaient des problèmes sur certains projets, plutôt que de nous dire : on a un peu de mal, on aimerait bien pouvoir négocier d'aller plus loin sur untel et faire un peu moins là – on aurait été complètement ouvert, je pense – ils disaient : non, on n'a pas encore fini, on travaille encore. Jusqu'à arriver à atteindre leur objectif, mais pas forcément avec des solutions qu'on aurait préconisées. Ce n'est pas hyper grave, mais juste un peu frustrant parce qu'on avait pas mal réussi à installer un dialogue intéressant dans les premières phases. Mais tous les objectifs ont été atteints » (Agence Franck Boutté Consultants, le 17/07/2013).

Aux yeux de la SAS PNE, cette pratique des workshops n'est pas si nouvelle et ressemble aux études de définition qui étaient assez répandues jusqu'à peu. Dans les études de définition, il y a une « phase ouverte » pendant laquelle plusieurs équipes sont consultées puis une phase fermée où l'équipe retenue travaille pour la maîtrise d'ouvrage. Cette procédure particulière permet de concevoir simultanément le programme et sa formalisation urbaine ou architecturale et assure un dialogue soutenu entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. Ainsi, l'ensemble des acteurs ont la possibilité de s'approprier rapidement le projet (Merlin & Choay, 2009). Si cette procédure est aujourd'hui moins utilisée en raison de problématiques de mise en concurrence des équipes, la volonté de faire travailler plusieurs concepteurs en même temps se retrouve dans ces workshops.

4.6. LE SUIVI DE LA QUALITE ENERGETIQUE DU PROJET : L'EXEMPLE DES VITRAGES

Au vu de l'ampleur et de la complexité du projet de logements, il était difficile pour l'AMO environnement des programmes de logements, Alto Ingénierie, de faire des études thermiques détaillées à chaque phase des projets. A la place, le bureau d'étude s'est appuyé sur un certain nombre d'indicateurs pour assurer le suivi des projets architecturaux. Au cours des revues de projet, les solutions proposées étaient évaluées et des alternatives proposées. Le bureau d'étude réalisait des études thermiques pour justifier la nécessité de modifier le projet en cas de blocage avec les architectes. Par exemple, la surface de vitrage des logements est à l'origine de nombreuses négociations entre les architectes et Alto Ingénierie mais aussi entre Alto Ingénierie et l'assistant à maîtrise d'ouvrage de l'ensemble de l'opération. L'Agence Franck Boutté préconisait que 50% des façades des logements soient vitrées de manière à garantir le confort visuel dans les logements. Cette valeur a été jugée trop élevée par l'AMO des logements, selon lequel vitrer autant une façade nord est incompatible avec l'objectif de réduction des déperditions thermiques d'un bâtiment. Il est nécessaire de trouver la surface de vitrage permettant de limiter les déperditions thermiques tout en laissant entrer suffisamment de lumière dans les logements pour qu'ils soient confortables sans toutefois sacrifier le confort d'été. Les architectes ont profité de la prescription de L'Agence Franck Boutté

Consultants pour proposer d'importantes surfaces vitrées. Les vitrages thermiquement performants coûtant plus chers que les surfaces pleines, il fallait que les déperditions engendrées par les surfaces de vitrage supplémentaires soient compensées sur l'épaisseur ou la performance de l'isolant. Ainsi c'est toute l'économie du projet qu'il fallait réévaluer avec les investisseurs. En définitive, Alto ingénierie s'est appuyé sur des simulations thermiques dynamiques pour démontrer qu'il était plus pertinent de moduler et d'optimiser la surface de vitrage selon l'orientation de la façade : 20% au nord et 30-35% sur les façades sud, est et ouest. Si cette démonstration a permis de mettre d'accord les experts, il a fallu convaincre les architectes de modifier leurs projets :

« Les architectes qui voulaient tout vitrer, il a fallu les convaincre et leur dire : non, vous devez respecter un coût de construction, des consommations énergétiques, des critères minimum de confort, et on vous fixe ces garde-fous complémentaires. Il y a eu beaucoup de réunions de travail avec les architectes pour évoquer tous ces sujets » (Alto Ingénierie, le 22/05/2013).

4.7. L'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE DU COMPLEXE IMMOBILIER

La question de l'approvisionnement en chaud et en froid selon les programmes de l'opération Macdonald s'est posée à plusieurs reprises au cours du projet. Au début de l'opération, il n'était pas certain que les bâtiments de l'opération puissent être raccordés au réseau de chaleur de la CPCU. A l'époque les études de faisabilité du puits de géothermie étaient en cours. Si la possibilité de se raccorder au réseau de chaleur n'était pas certaine, l'implantation du réseau de Climespace dans le territoire n'était même pas encore à l'étude. Par conséquent il fallait de toute façon trouver une solution pour rafraîchir les commerces et les bureaux. Au cours des réflexions sur le masterplan, le bureau d'étude en environnement ENPLUS, membre de l'équipe de coordination architecturale, a suggéré de mutualiser l'énergie de chauffage et de climatisation entre les programmes. En effet, cette idée permettait d'exploiter la grande mixité des programmes et leur importante densité qui participe au caractère hors du commun de l'opération Macdonald. Ce concept de mutualisation énergétique entendait mettre en place un système d'échange de calories entre les programmes aux besoins complémentaires, bureaux/logements, commerces/logements par exemple. Cette solution innovante n'a pas été approfondie de suite, puisqu'en 2008, lors de la finalisation du masterplan, il était toujours envisagé de raccorder les bâtiments au réseau CPCU. Un document de travail de Icade Arcoba MOE des logements, que nous avons récupéré montre que le raccordement au réseau de chaleur alimenté par la géothermie était à l'étude et intégré dans les scénarios de performances énergétiques (Icade Arcoba, 2008). En ce qui concerne le rafraîchissement des bureaux et des commerces, une solution alternative à la production sur place du froid était recherchée. Au vu de la densité et de la complexité de l'opération, il était préférable d'éviter l'installation d'un groupe froid, très consommateur d'espace. La pollution du site limitait également les possibilités d'approvisionnement en froid. Un membre de la SAS PNE nous a fait part de ces premières réflexions sur l'approvisionnement en froid :

« À l'époque, on réfléchissait, plutôt que d'avoir du froid produit par des machines sur le bâtiment, à ce que le froid soit produit par refroidissement en sous-sol. Ce qui pose un autre problème, qui est que le terrain est pollué et qu'aller faire passer des tuyaux en sous-sol, quand bien même il n'y a pas de contact entre l'eau et la terre, ça induit toujours des travaux de dépollution qui sont coûteux » (SAS ParisNordEst, le 11/12/2012).

L'AMO environnement, l'Agence Franck Boutté Consultants a par la suite imaginé une solution technique support de la mutualisation énergétique, comme un ancien chargé de projet nous l'a expliqué :

« Comment on fait pour que quand les bureaux produisent du froid pour eux-mêmes, ils produisent du chaud, et comment ce chaud peut servir aux logements ? Et inversement, comment les logements peuvent redonner du froid ? On a étudié une boucle d'eau tiède, une espèce de moyen d'échange où tous les programmes étaient raccordés à cette boucle d'eau tiède, sur laquelle ils donnaient ou ils prenaient du chaud, ou du froid. Au final, cette boucle était alimentée à la base par le CPCU, et une portion du CPCU assez spécifique puisqu'elle est pluggée sur de la géothermie profonde, donc extrêmement vertueuse de fait. C'est ce réseau vertueux qui alimente cette première boucle de partage, et ensuite, chacun donne ou prend ce dont il a besoin, en excédent ou pas. Plutôt que rejeter la chaleur perdue » (Agence Franck Boutté Consultants, le 17/07/2013).

Afin d'étudier les conditions de réalisation de cette solution mutualisée, consistant à mettre en place un « écosystème thermique » dans lequel les calories sont redistribuées d'un programme à l'autre, la SAS PNE a fait appel à un nouvel AMO, Icade Gestec (Icade Gestec, 2010). La mission de cet AMO consistait d'une part, à anticiper la performance énergétique de l'ensemble immobilier en phase d'exploitation et d'autre part, de conduire un dialogue compétitif visant à désigner un opérateur d'exploitation énergétique commun à l'ensemble des programmes. La SAS PNE a bénéficié d'une aide financière de la Caisse des dépôts développement durable. Cette démarche représentait une opportunité réelle de prise en compte du coût global d'un système énergétique, de réalisation d'économies d'échelles, en plus de l'installation d'un système innovant de mutualisation énergétique entre les programmes de l'ensemble immobilier. Il était envisagé qu'un « contrat d'exploitation de type contrat de partenariat avec performance énergétique » soit signé avec l'opérateur énergétique. L'une des spécificités de ce projet était son financement : les promoteurs devaient financer la base de l'investissement et l'opérateur énergétique ou un investisseur tiers aurait pris en charge le surinvestissement qu'il « considère comme bénéfique d'un point de vue de coût global » (Icade Gestec, 2010). Cette procédure de dialogue compétitif a été suspendue après une première phase pourtant techniquement fructueuse. Lors de la première phase du dialogue compétitif, l'écosystème thermique s'est révélé être une solution « techniquement prometteuse » (Icade Gestec, 2010, p. 6). La performance énergétique du système était théoriquement tellement importante que le surinvestissement était quasiment nul. Plusieurs raisons peuvent expliquer cet arrêt. Tout d'abords, plusieurs flous juridiques ont été soulevés par les opérateurs énergétiques consultés :

- « L'impossibilité de récupérer le surinvestissement en augmentation des charges locatives pour les bailleurs,
- L'obligation de publicité et de mise en concurrence à laquelle sont soumis les bailleurs sociaux pour certaines prestations (non compatible avec la procédure sui generis lancée par la SAS ParisNordEst pour désigner l'opérateur énergétique unique » (Icade Gestec, 2010, p. 4).

Par ailleurs, il semble que les opérateurs immobiliers aient été majoritairement peu enclins à la gestion mutualisée induite par ce système, bien que de nombreux équipements ou infrastructures soient déjà mutualisés. L'opération Macdonald est assez paradoxale, d'un côté la mixité et l'imbrication des programmes constituent une opportunité en terme de mutualisation, d'économies d'échelles, et d'un autre côté la gestion mutualisée peut se révéler un important facteur de risque, rappelant l'évolution de

certaines grands ensembles. Cette ambivalence nous a été exposée en ces termes par un membre de la SAS ParisNordEst :

« Macdonald, c'est une opération dont le risque aurait pu être de tomber dans les travers des opérations des années 70 de construction sur dalle. Un des travers, c'est les conditions de gestion à terme de ces bâtiments. [...] On a toujours veillé sur Macdonald à avoir les conditions de gestion les plus efficaces, et pour ça, rendre le plus indépendant les projets. C'est là où il y a une contradiction entre se donner des moyens de gestion pérennes, à savoir que Paris Habitat puisse gérer de façon pérenne ces logements. Pour ça, il ne faut pas qu'elle ait besoin de demander à un syndicat de gestion du bâtiment qui inclut les commerces, les bureaux, etc., pour pouvoir modifier des circulations dans le parking, etc. Il ne faut pas qu'elle puisse être bloquée. Quand vous avez une dalle qui est mise en gestion par un bailleur social, une copropriété privée et un immeuble de bureaux, il suffit que la copropriété soit en situation de dégradation, que plus personne ne gère ou que les bureaux aient disparu pour que le bailleur social ne puisse plus rien faire sur sa dalle et qu'elle se dégrade. C'était vraiment notre inquiétude de ne pas tomber dans ce travers. On s'est toujours employé à rendre les trucs indépendants au maximum. Et de limiter les sujets qui sont gérés en commun au strict minimum. C'est tout à fait contradictoire avec une autre réflexion qui est : la gestion énergétique, si elle est mutualisée, on fera des économies » (SAS ParisNordEst, le 11/12/2012).

La conduite du dialogue compétitif, ayant pour finalité de désigner un opérateur d'exploitation énergétique unique, a permis de mettre à jour toutes ces contradictions. Tout a finalement été mis en œuvre pour garantir une gestion pérenne : division en volumes des propriétés, traitement des interfaces par des servitudes et réduction maximale de la gestion commune. Les parties communes seront propriété d'un syndicat libre auquel l'ensemble des propriétaires adhèrent. L'entretien et la gestion de ces espaces est à la charge des seuls propriétaires en bénéficiant. De plus, Icade Arcoba a remarqué que les opérateurs immobiliers n'étaient pas familiers des contrats de performance énergétique⁷⁵. Seuls les bailleurs sociaux semblent avoir immédiatement compris l'intérêt économique de la démarche. Selon le promoteur des logements, la mise en place d'un tel système est prématurée, non adaptée aux préoccupations d'un gestionnaire :

« Aujourd'hui, je pense que c'est très loin de la réalité, de ce que souhaitent les utilisateurs. Ça a sans doute du sens en termes d'économie d'énergie. Si on peut récupérer l'énergie produite par un logement pour chauffer un bureau, ça a du sens. Mais il faut passer au-delà de la force des habitudes et des freins de chaque gestionnaire, qui est confronté à une gestion de tous les jours et qui a du mal à se projeter dans ce qui va se faire dans 5 ou 10 ans. Je ne sais pas s'il y a des exemples d'utilisation de grands ensembles immobiliers qui fonctionnent bien avec des échanges calorifiques. Je ne suis pas certain » (Icade Promotion Logement, le 04/01/2013).

Bien que les opérateurs immobiliers aient pris conscience des économies potentielles offertes par ce système, il semble que les craintes d'une gestion mutualisée aient pris le dessus. Pour certains acteurs que nous avons rencontrés, la démarche de dialogue compétitif entreprise par la SAS PNE a mal été comprise et a quelque peu effrayé les investisseurs immobiliers. D'autant que si les investisseurs ont été

⁷⁵ Un contrat de performance énergétique est selon la directive CE 2006/32 du 5 avril 2006 : « un accord contractuel entre le bénéficiaire et le fournisseur (normalement une Société de Services Énergétiques) d'une mesure visant à améliorer l'efficacité énergétique, selon lequel des investissements dans cette mesure sont consentis afin de parvenir à un niveau d'amélioration de l'efficacité énergétique qui est contractuellement défini. »

consultés, ils n'étaient pas encore propriétaires des futurs logements. La vente en VEFA des logements n'a été conclue qu'en décembre 2011. La SAS PNE ne souhaitait alors pas prendre le risque de perdre les potentiels investisseurs dans un contexte de crise immobilière en complexifiant un peu plus l'opération. Selon l'AMO environnement de l'opération, cette procédure « *a un peu stressé tout le monde* » (Agence Franck Boutté Consultants, le 17/07/2013), c'est sa complexité et son manque de clarté qui ont été soulevés par le promoteur des logements : « *Le dialogue compétitif n'est pas d'une clarté aveuglante. Ce qui nous a été présenté était quand même un peu compliqué* » (Icade Promotion Logement, le 04/01/2013).

Le projet de mutualisation énergétique paraît également avoir été lancé relativement tard dans le processus de développement de l'opération Macdonald. Le masterplan ayant déjà été arrêté, l'adoption d'une telle solution énergétique aurait remis trop de choses en question (limites de propriétés, servitudes...). Selon un membre de l'équipe de l'architecte-coordonateur, pour avoir une chance d'être réalisée, cette solution technique aurait dû être étudiée en détails dès le départ ou tout du moins avant la finalisation du masterplan. Ainsi, du fait de son caractère innovant, la SAS PNE a mis du temps à être convaincue par ce concept encore trop méconnu, à lancer les études de faisabilité et à mettre en place une procédure de dialogue compétitif, certes intéressante, mais relativement longue comparée au rythme très soutenu de l'opération globale.

En définitive, l'écosystème thermique a été abandonné au profit du raccordement aux réseaux de chauffage et de froid urbains. C'est l'implantation du réseau de froid, dont la faisabilité était à l'étude en même temps que le dialogue compétitif qui a convaincu la SAS PNE d'abandonner la procédure :

« Comme en parallèle, CPCU a confirmé qu'elle pouvait se brancher sur la branche de chaud du CPCU, qui est alimentée par le Dogger et qu'en parallèle, Climespace a aussi confirmé qu'ils allaient faire une centrale de froid, ça a un peu réglé tous nos problèmes. La notion de mutualisation – comment on va échanger le froid des commerces avec le besoin en chaud, et le chaud que dégage le froid des commerces – toutes ces réflexions ont été arrêtées. Ça n'avait plus de sens à partir du moment où on avait la boucle de chaud. C'était quand même beaucoup plus intéressant. Et en plus, le froid était produit à l'extérieur. On n'avait plus toutes les suggestions techniques d'avoir du froid sur le bâtiment » (SAS ParisNordEst, le 11/12/2012).

Si les bureaux et les commerces de Macdonald n'avaient pas été raccordés au réseau de froid urbain, l'équilibre économique du projet de Climespace n'aurait pas pu être atteint et par conséquent les bureaux de la ZAC Claude Bernard voisine n'auraient pas pu bénéficier de l'eau glacée fournie par Climespace. Il est intéressant de noter que cette potentielle mise en péril du réseau de froid sur le territoire Paris Nord Est a été un argument pris en compte dans la décision de la SAS PNE. Un arbitrage a donc été fait entre une solution innovante et performante sur le plan environnemental à l'échelle de l'opération Macdonald et un système également performant mais potentiellement extensible à d'autres opérations de PNE : « il était hors de question d'investir dans une boucle interne à l'échelle de Macdonald, même si la performance de l'ensemble immobilier en était améliorée, potentiellement au détriment de la performance globale du quartier » (IcadeGestec, 2010, p. 7). La présence de l'aménageur de la ZAC Claude Bernard dans la SAS PNE ne semble pas étrangère à cette décision : « Ça s'est fait au moment où Climespace avait son projet, et si Macdonald ne se raccordait pas, ça risquait de compromettre la viabilité économique de tout le projet, y compris pour les bureaux. Comme on était aménageur de Claude Bernard de l'autre côté, ça ne nous amusait pas du tout que le projet capote à

cause de Macdonald qui ne se raccordait pas » (*Une autre ville, le 21/08/2012*). Les caractéristiques des deux solutions énergétiques concurrentes sont répertoriées dans le *Tableau 17*.

Tableau 17. Comparaison des deux solutions d'approvisionnement énergétique étudiées pour l'opération Macdonald

| | « Écosystème thermique » | Réseau urbain de chaud et froid |
|----------------|---|--|
| Échelle | Opération Macdonald | Plusieurs opérations (ZAC Claude Bernard, Macdonald, cité Michelet...) |
| Points forts | Système innovant et techniquement prometteur Économies d'énergie importantes | Chaleur dégagée par les groupes froids réinjectée dans le réseau de chauffage urbain Système extensible à d'autres opérations Utilisation de la ressource géothermique |
| Points faibles | Complexité du montage Vide juridique Investisseurs contre la gestion mutualisée | Performance énergétique plus faible Empêche la réduction de consommation supplémentaire |

Il semble que toutes ces réflexions sur l'approvisionnement énergétique du futur ensemble immobilier aient été menées par la SAS PNE sans que les acteurs intervenant sur les opérations immobilières individuelles n'y prennent réellement part. Si les opérateurs immobiliers ont été consultés lors de la première phase du dialogue compétitif, le choix final s'est apparemment fait sans eux et leur a été plus ou moins imposé. Aucune clause contractuelle n'a toutefois imposé le raccordement des bâtiments de Macdonald aux réseaux de chaud et de froid, de façon à ne pas complexifier un peu plus une opération déjà délicate. Même si la mise en place d'un engagement contractuel a été suggérée par la SEMAVIP, la SAS ParisNordEst a préféré négocier les tarifs avec les opérateurs de réseau pour mieux convaincre les promoteurs immobiliers : « *On a beaucoup joué le rôle d'interface entre Climespace qui est arrivé un peu tard avec son projet, et les opérateurs immobiliers pour que derrière, ils puissent faire leur petit calcul, qu'on arrive à stabiliser les coûts de raccordement* » (*Une autre ville, le 21/08/2012*). Pourtant, le promoteur des logements a le sentiment que le recours à la CPCU et Climespace a été imposé dans le cahier des charges de l'aménageur. Il regrette de ne pas avoir été convié aux négociations, estimant que la SAS PNE n'était peut-être pas la mieux placée pour négocier des tarifs :

« Pour revenir sur le choix du CPCU, nous promoteurs n'avons pas été associés aux discussions et aux négociations avec CPCU, notamment sur les tarifs qui nous seraient proposés. Ce sont des discussions qui ont été menées par l'aménageur. C'est logique, puisque l'aménageur impose, donc c'est à lui de négocier les conditions financières. Nous, on est arrivé, on a contacté CPCU en lui disant qu'on passait par là. Il nous a donné ses tarifs qui étaient négociés et on n'a pas eu notre mot à dire. Je ne sais pas si c'est la meilleure des choses. J'ai tendance à penser que le promoteur est peut-être plus armé pour négocier des primes et des prix compétitifs » (Icade Promotion Logement, le 04/01/2013).

Effectivement, les tarifs obtenus par l'aménageur sont restés, pour ce qui est de l'approvisionnement en froid, supérieurs au coût d'une solution autonome. Le raccordement au réseau de froid présente néanmoins un double avantage non négligeable pour les opérateurs immobiliers : le gain de place et l'absence de gaines techniques devant traverser les bâtiments sur toute leur hauteur pour évacuer la chaleur des groupes froids en toiture.

Bien que le choix du CPCU et de Climespace ait été plus ou moins imposé, l'AMO environnement en charge des programmes de logements a réalisé une étude d'approvisionnement en énergie conformément au décret d'application du décret n°2007-363 du 19 mars 2007 modifiant le code de la construction et de l'habitation (cf. ANNEXE 2. Les conditions réglementaires relatives aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie). Selon ce décret, plusieurs solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux doivent être comparées selon des aspects techniques et économiques. Les variantes étudiées doivent comprendre l'énergie solaire, les réseaux de chaleur et de froid urbain s'ils existent à proximité, l'utilisation de chaudières à condensation ou de pompes à chaleur, ainsi que la cogénération (chaleur/électricité). Le choix des énergies retenues doit également être justifié au regard des avantages, inconvénients mis en avant dans l'étude comparative. Cette étude a permis à l'AMO de vérifier la pertinence du choix effectué par l'aménageur et surtout de ne pas laisser passer un tarif défavorable pour le futur usager. Le raccordement au réseau de chaleur a été comparé à une solution gaz et à l'installation de panneaux solaires. D'ailleurs, si le coefficient de conversion en énergie primaire du réseau CPCU de 0,626 n'avait pas été validé par l'AMO, Agence Franck Boutté Consultants, il aurait été nécessaire de compléter la chaleur du réseau CPCU par des panneaux solaires thermiques (comme le montre la Figure 57). Cette éventualité n'était pas pour faire plaisir à l'opérateur de chauffage urbain, qui a déjà du mal à valoriser son réseau en période estivale :

« Si Franck Boutté n'avait pas validé d'utiliser cette valeur, même si le titre 5 n'était pas passé, pour respecter le plan climat, on aurait été obligé de mettre du solaire sur tout les bâtiments, pour compenser les presque 12-14 kW/h qu'on aurait pu gagner là-dessus. Là, la CPCU n'était pas du tout d'accord. En période estivale, c'est là qu'ils ont besoin de faire fonctionner leur réseau de chaleur pour vendre des calories. Si on couvre 80 % des besoins l'été avec notre installation solaire, le réseau de chaleur ne sert à rien du tout. Ils étaient complètement opposés » (Alto Ingénierie, le 22/05/2013).

En définitive cette étude a confirmé le choix du chauffage urbain, du fait des m² économisés par la non installation de panneaux photovoltaïques en toiture. Cette solution était également la plus pertinente du point de vue de l'environnement et notamment des émissions de CO₂ en comparaison avec la solution gaz. Toutefois, il aurait été intéressant que le système de mutualisation énergétique puisse être lui-aussi comparé.

En discutant avec l'AMO environnement en charge des logements, nous nous sommes rendus compte que celui-ci n'était pas au courant de la procédure de dialogue compétitif, alors qu'il nous parlait de la possibilité de mettre en place des « transferts énergétiques entre usages » (Alto Ingénierie, le 22/05/2013) notamment entre les commerces et les logements. Nous l'avons donc informé de cette démarche entreprise par la SAS PNE dans le but de mettre en place un système de mutualisation énergétique entre les programmes de l'ensemble immobilier. Au moment de l'entretien, celui-ci a considéré qu'il était encore possible de mettre en place des solutions de transfert énergétiques mais de manière ponctuelle entre deux programmes, comme entre les bureaux ou les commerces et les logements étudiants (pour lesquels il est plus compliqué d'atteindre les niveaux de performance demandés). Selon lui, les locaux techniques sont de taille suffisamment importante pour recevoir un tel système. La difficulté reste à faire passer l'idée au maître d'ouvrage afin que cette solution soit réellement étudiée. Dans la mesure où l'AMO environnement n'est pas responsable de la maîtrise d'œuvre des équipements techniques, il lui est difficile de faire autre chose que de soumettre l'idée : « J'essaie d'en parler quelquefois, mais quand on n'assure pas la maîtrise d'œuvre des équipements techniques, ce n'est

pas facile à porter. On propose la solution, mais après, il faut que ce soit pris en main. On ne peut pas faire la maîtrise d'œuvre de tous les équipements, gracieusement » (Alto Ingénierie, le 22/05/2013).

Cet exemple reflète un certain manque de communication entre les parties prenantes de l'opération. Pourquoi ni la SAS PNE, ni le maître d'ouvrage des logements n'a fait part de l'initiative de l'aménageur en faveur d'une solution énergétique mutualisée ? Il nous semble que le choix du recours aux réseaux de chauffage et de froid urbain par l'aménageur aurait pu être plus transparent. Cette transparence est d'ailleurs en partie l'objet de l'étude d'approvisionnement énergétique désormais exigée dans le code de la construction et de l'habitat. Il semble qu'en définitive le raccordement aux réseaux ait été la seule solution étudiée de manière approfondie. A ce propos, l'autorité environnementale regrette dans son évaluation du projet Macdonald que la géothermie soit la seule forme d'énergie renouvelable abordée dans l'étude d'impact :

« Pour l'apport en énergie, le projet prévoit pour une partie le recours à la géothermie, système de récupération de chaleur provenant de la nappe du Dogger du bassin parisien et par des pompes à chaleur. Cette source d'énergie est en effet utile pour limiter le recours aux énergies fossiles et contribuer ainsi à la limitation des Gaz à Effet de Serre. On notera cependant qu'il aurait été également pertinent que le dossier présente les potentialités de développement d'autres formes d'énergies renouvelables » (Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France, 2010, p. 6).

5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 7

Paris Nord Est est un projet urbain à l'organisation originale, où une stratégie urbaine imaginée par un urbaniste coordinateur assure la cohérence entre neuf opérations d'aménagement. Les opérations sont lancées indépendamment les unes des autres, lorsque le foncier est maîtrisable. La ZAC Claude-Bernard, première opération de Paris Nord Est a déjà été livrée, l'opération Macdonald devrait aboutir en 2015, alors que sur certains secteurs elles démarrent à peine. Si les préoccupations énergétiques sont absentes de la stratégie de mutation du territoire, elles ont été portées au sein des opérations Claude-Bernard et Macdonald par leur maître d'ouvrage. Nous avons en effet relevé plusieurs initiatives intéressantes sur ces deux secteurs.

L'aménageur de la ZAC Claude Bernard a pris l'initiative d'encadrer la performance énergétique des bâtiments non plus à l'échelle des opérations immobilières mais à l'échelle de l'aménagement dans son ensemble. La SEMAVIP a en effet fait appel à un AMO pour mener une étude énergétique et l'aider ainsi à définir l'ambition énergétique du projet, et pour rédiger des cahiers de prescriptions environnementales à destination des maîtres d'ouvrages. Afin de s'assurer du respect de ces prescriptions, l'aménageur a demandé aux opérateurs immobiliers de s'engager contractuellement et a accompagné cet accord d'un dispositif de séquestre financier.

L'opération Macdonald, pilotée par la SAS Paris Nord Est créée pour l'occasion, est intéressante du fait de la conservation de l'entrepôt Macdonald, de la manière dont sa mutation a été organisée et de l'originalité des réflexions sur son approvisionnement en énergie qui ont été initiées. La mutation de cet entrepôt de 600 mètres de long repose sur une démolition partielle du bâtiment et la construction de nouveaux bâtiments au-dessus. La possibilité de rehausser l'entrepôt avait été anticipée par l'architecte à l'origine. La conservation de l'entrepôt semble avoir été justifiée a posteriori par l'économie d'énergie grise et la réduction des déchets qu'elle permettrait. La conception de ce nouveau quartier est

contrainte par l'orientation et la structure de l'entrepôt. L'architecte coordinateur, sélectionné sur concours quelques mois après l'achat du bâtiment par la SAS ParisNordEst, a donc fait en sorte que la lumière entre jusqu'au cœur des îlots. Pour rompre avec l'immensité de l'entrepôt, quinze architectes différents ont dessiné les bâtiments composant le futur quartier. Cette opération se révèle d'une grande complexité du fait de la superposition et de l'imbrication des programmes, du grand nombre de concepteurs et des difficultés de calendrier et de phasage des chantiers. La coordination de l'opération repose sur une maîtrise d'ouvrage, la SAS ParisNordEst accompagnée de ses AMO et d'un architecte-coordonateur. Les différents lots de logements, en accession ou sociaux, sont construits en VEFA par un unique promoteur immobilier, de manière à réduire le nombre d'interlocuteurs. A partir de son masterplan, l'architecte-coordonateur a animé, coordonné des workshops de conception architecturale regroupant les différents concepteurs, la SAS ParisNordEst et ses AMO. Du point de vue énergétique, la procédure lancée par la SAS pour étudier la faisabilité d'un système d'échanges de calories entre les différents programmes du quartier a retenu notre attention. A partir d'une idée imaginée par le bureau d'études en environnement collaborant avec l'architecte-coordonateur et reprise et développée par l'AMO environnemental missionné par le pilote du projet, un dialogue compétitif a été mis en place. Cette procédure visait à étudier la faisabilité technique, économique et juridique d'un tel système géré par un opérateur énergétique commun à tous les programmes de l'opération. Malgré son efficacité énergétique et sa faisabilité technique, ce système mutualisé a soulevé des réticences auprès des investisseurs et plusieurs obstacles juridiques ont été identifiés.

Finalement l'ensemble des bâtiments des deux opérations a été raccordé au réseau de chaleur, les bâtiments tertiaires et les commerces uniquement au réseau de froid. Ayant connaissance du projet de la Ville de Paris d'organiser la mutation du territoire Paris Nord Est, l'opérateur parisien de chaud y a vu l'opportunité de s'implanter dans un nouveau territoire et d'acquérir de nouveaux clients. Les travaux du tramway T3b ont été l'occasion pour la CPCU d'installer une nouvelle canalisation structurante à un coût raisonnable. Par ailleurs, l'opérateur a décidé de créer une boucle d'eau chaude pour desservir les nouveaux quartiers et de forer un puits de géothermie profonde pour l'alimenter. Ainsi, ce projet s'intègre dans la politique, impulsée par la Ville de Paris, de diversification du mix énergétique de l'opérateur de chauffage urbain vers les ENR&R, lui permettant de bénéficier notamment d'avantages fiscaux. Si le réseau de chaleur alimenté par le puits de géothermie constituait une solution d'approvisionnement en chaleur intéressante pour les opérateurs immobiliers des deux opérations d'aménagement, les promoteurs de bureaux de la ZAC Claude Bernard ont souhaité également être desservis par le réseau de froid. Une collaboration entre les deux opérateurs énergétiques a alors été lancée, aboutissant à la mise en place d'un système permettant de valoriser au mieux la chaleur issue du puits de géothermie. La possibilité de raccorder les bâtiments tertiaires des deux opérations au réseau de froid a convaincu la SAS ParisNordEst d'abandonner la procédure de dialogue compétitif pour désigner un opérateur énergétique unique, d'autant que l'aménageur de la ZAC Claude Bernard, membre de la SAS, avait tout intérêt à ce que les deux réseaux puissent se réaliser. En effet, sans les bâtiments de l'opération Macdonald, la rentabilité économique des deux nouveaux réseaux aurait été mise à mal, et les projets compromis.

La [Figure 58](#), permet de resituer dans le temps les grandes étapes du projet urbain Paris Nord Est et l'articulation temporelle entre les opérations Claude-Bernard, Macdonald et le projet des opérateurs de chaud et de froid urbains. Ce sont bien des projets distincts, ayant des logiques propres, qui ont trouvé des intérêts communs sur un territoire en mutation.

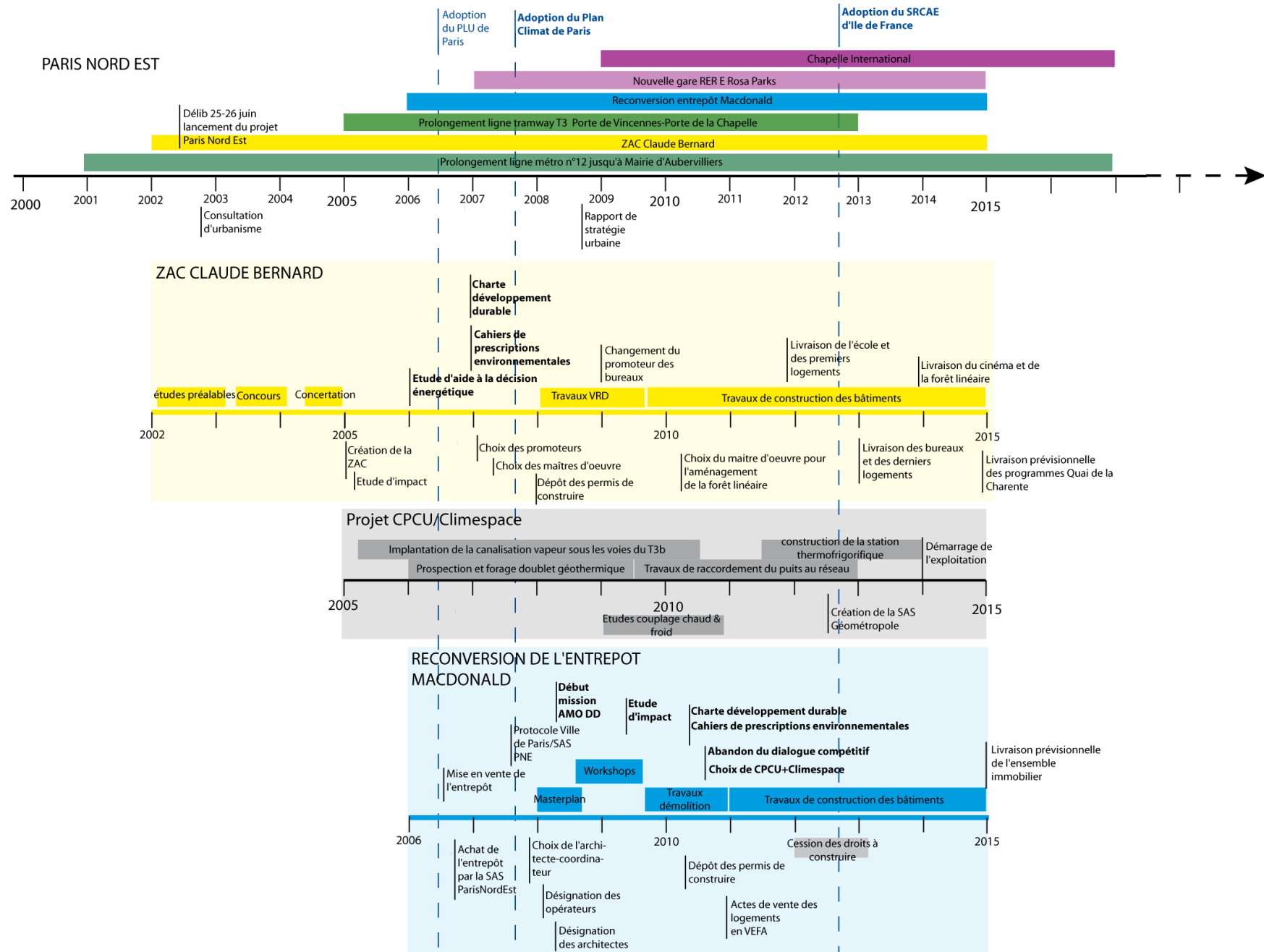


Figure 58. Chronologie simplifiée du projet Paris Nord Est, en bleu figurent les événements relatifs au contexte parisien et en gras ceux concernant l'énergie ou le climat

PARTIE 3.

ANALYSE COMPARATIVE

Après avoir présenté dans la [PARTIE 2](#) chacun des projets que nous avons étudiés individuellement, nous abordons dans cette partie la dernière étape de notre étude : l'analyse comparative. En nous appuyant sur les résultats de cette comparaison des trois projets urbains parisiens, nous proposerons dans un dernier chapitre des pistes de réflexion et d'actions pouvant contribuer à la bonne mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains.

Dans le [CHAPITRE 8](#), nous nous concentrerons sur les procédures rencontrées dans les trois projets urbains pour encadrer la qualité énergétique. Avant de présenter chacune de ces démarches dans le détail, nous reviendrons sur les facteurs d'émergence des préoccupations énergétiques, que la comparaison de l'histoire de chacun des projets nous a permis de mettre en évidence. La performance énergétique dans les projets urbains est encadrée par la réglementation nationale, les documents de planification locaux, mais aussi par des prescriptions spécifiques formulées par les aménageurs à l'aide d'AMO à destination des opérateurs immobiliers. Un système d'engagement contractuel entre l'opérateur immobilier et l'aménageur permet de garantir le respect des prescriptions environnementales. Les labels et certifications énergétiques et environnementales des bâtiments complètent l'arsenal des procédures d'encadrement de la performance énergétique des bâtiments. Nous verrons ensuite que l'ensemble de ces démarches sont mises en œuvre au sein des opérations d'aménagement composant les projets urbains. Les enjeux de l'énergie sont, à l'exception du projet Clichy-Batignolles, absentes des réflexions stratégiques menées à l'échelle du grand projet urbain ou de son territoire environnant. A Paris-Rive Gauche où un aménageur unique assure la conduite du projet urbain, une charte de développement durable est apparue en cours de projet. Enfin, nous nous intéresserons aux procédures d'évaluation de la qualité énergétique, quasi inexistantes à l'échelle des opérations d'aménagement ou des projets urbains.

Dans le [CHAPITRE 9](#), nous nous intéresserons à la place accordée aux enjeux de l'énergie dans les choix de conception urbaine et architecturale dans les trois projets urbains. Pour cela, nous confronterons nos observations aux résultats de notre étude bibliographique sur le lien entre ville et énergie restitués au premier chapitre de cette thèse. Nous comparerons dans un deuxième temps les prescriptions énergétiques contenues dans les cahiers de prescriptions environnementales de six opérations d'aménagement (deux par projet urbain). Dans un troisième temps, nous comparerons l'organisation de l'approvisionnement en énergie dans les trois projets urbains. Cette comparaison nous permettra de mettre en évidence trois démarches distinctes, mettant en scène l'opérateur immobilier, l'aménageur, ou encore l'opérateur énergétique lui-même et un territoire d'études plus ou moins étendu. Développer une solution d'approvisionnement mutualisée et reposant sur l'implantation d'unités de production d'énergies renouvelables prend du temps, il est donc important d'articuler ce projet énergétique avec la temporalité du projet urbain.

Les observations faites tout au long de cette thèse et en particulier au cours de l'analyse comparative nous ont amenés à défendre dans le [CHAPITRE 10](#) l'idée d'une stratégie énergétique territoriale, qui se matérialiserait dans les projets urbains. Nous commencerons par exposer les éléments capables de faciliter la prise en compte des enjeux énergétiques dans les projets urbains : l'évaluation de la qualité énergétique, des méthodes de conception partagée et l'intervention d'experts en énergétique. Ensuite nous nous attacherons à définir ce que nous entendons par « stratégie locale de l'énergie » et à en justifier la pertinence. La mise en œuvre d'une telle stratégie nécessite, selon nous, la création d'un acteur dédié au sein de la municipalité ou à l'échelle de la métropole ou encore à un échelon territorial qu'il reste à définir. Cette dernière hypothèse nous amène à proposer la création

Partie 3. Analyse comparative

de bassins énergétiques gérés par des agences de l'énergie dédiées, à l'image des agences de l'eau. Dans un dernier temps, nous suggérerons de recourir au cadre théorique de la sociologie de l'innovation pour identifier les obstacles à lever pour faire évoluer les pratiques des acteurs des projets urbains vers une meilleure intégration des enjeux énergétiques.

CHAPITRE 8. LA CONDUITE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES TROIS PROJETS URBAINS

Dans ce chapitre, nous avons souhaité comparé l'ensemble du processus d'apparition et de prise en compte des enjeux énergétiques dans la conduite des trois projets urbains. Notre ambition est d'identifier si la prise de conscience des enjeux de l'énergie a amené les acteurs de ces projets à mettre en place de nouvelles procédures. Dans un premier temps nous reviendrons sur les différents facteurs qui ont, selon nous, contribué à l'émergence de ces préoccupations énergétiques dans les trois projets (1). Puis, nous exposerons l'ensemble des moyens employés par la maîtrise d'ouvrage d'une opération d'aménagement pour s'assurer de la construction de bâtiments énergétiquement efficaces (2). Dans un troisième temps, nous tâcherons de replacer les différents documents participant à l'encadrement de la qualité énergétique d'un projet urbain en fonction des échelles où ils sont produits et ceux auxquels ils s'appliquent, de façon à mettre en évidence les échelles délaissées (3). Enfin, nous nous intéresserons aux procédures d'évaluation de la qualité énergétique mises en place dans l'ensemble des projets étudiés (4).

1. EMERGENCE DES PREOCCUPATIONS ENERGETIQUES DANS LES PROJETS URBAINS PARISIENS

Nous avons pu voir dans la [partie 2](#), que les préoccupations énergétiques sont apparues dans les projets dans des situations différentes et selon des processus différents. Le [Tableau 18](#) répertorie les différents facteurs qui ont contribué à l'émergence des enjeux énergétiques dans chacun des trois projets, leur manifestation propre et par quoi cela s'est traduit. Nous observons certains facteurs communs tels que la diffusion des préceptes du développement durable parmi les acteurs de l'aménagement et de la construction, le rôle moteur d'un acteur en particulier ou l'adoption du plan climat. Dans les trois projets, c'est une combinaison de facteurs qui a amené les acteurs conduisant les projets urbains ou les opérations d'aménagement les composant à prendre en compte les enjeux énergétiques et climatiques dans la conception.

Le projet Clichy-Batignolles est le seul pour lequel les préoccupations énergétiques ont été considérées en tant que telles à l'échelle du grand projet urbain. Pour les deux autres projets, les enjeux énergétiques n'ont pas été différenciés d'une approche globale de développement durable. Selon les acteurs de Paris Rive Gauche et Paris Nord Est, se préoccuper des enjeux de l'énergie était dans l'air du temps, allant de pair avec la montée en puissance du développement durable dans le monde de l'aménagement. Parce que l'énergie est une thématique phare du discours sur le développement durable, les maîtres d'ouvrage d'une opération urbaine peuvent difficilement passer outre, les collectivités locales notamment. Faire attention aux consommations énergétiques du projet est alors considéré comme une injonction, de la même manière que le développement durable dans son ensemble ([Demazière, 2009](#)).

Tableau 18. Facteurs d'émergence des préoccupations énergétiques dans les trois projets et leur traduction

| | | Paris Rive Gauche | Paris Nord Est | Clichy-Batignolles |
|---|---|--|--|---|
| Facteurs d'apparition des enjeux énergétiques dans le projet urbain | Préoccupation dans l'air du temps | Bâtiments énergétiquement performants en train de devenir la norme | Un argument commercial Une injonction politique | |
| | Facteur externe ayant orienté les réflexions urbaines | Réflexion de la Ville de Paris sur les hauteurs | | Candidature de la ville de Paris pour accueillir les JO de 2012 |
| | Volonté politique | | | Volonté d'exemplarité environnementale |
| | Adoption du plan climat | | Concomitance des études urbaines et de la rédaction du plan climat pour la ZAC Claude Bernard | Concomitance des études urbaines et de la rédaction du plan climat spécifique pour Clichy-Batignolles |
| | Ambition portée par un acteur | Certification iso 14001 de l'aménageur Engagement de l'urbaniste en faveur du développement durable | Engagement de l'aménageur dans une démarche de développement durable, sur demande de la Ville de Paris | Caractère militant du BET ayant réalisé les études énergétiques |
| Traduction dans le projet | Des objectifs chiffrés | | Consommation énergétique des bâtiments de la ZAC Claude Bernard | Production d'ENR, Emissions de CO2 Consommation énergétique des bâtiments |
| | Des engagements | Charte de développement durable de l'aménageur | Charte de développement durable de l'aménageur | Charte de développement durable de l'aménageur |

Au vu des témoignages que nous avons recueillis, la performance énergétique des bâtiments est en passe de devenir une norme dans le monde de l'immobilier neuf, dans la mesure où elle est devenue un argument commercial pour les promoteurs. La performance énergétique est également un sujet désormais politiquement incontournable : « *c'est devenu un discours que chaque politique se doit de porter* » (PNE, urbaniste-coordonateur, le 15/10/2012). Cette injonction s'est toutefois plutôt exprimée à l'échelle du bâtiment et à l'échelle de l'opération d'aménagement, plutôt qu'à l'échelle du grand projet urbain. La justification de l'action par une mode « développement durable » que les acteurs opérationnels se doivent de suivre est moins présente dans le projet Clichy-Batignolles. La justification y est plus politique. Les élus parisiens ont souhaité faire de Clichy-Batignolles un quartier exemplaire sur le plan environnemental. Cette intention politique s'est forgée lors de la candidature parisienne à l'accueil des Jeux Olympiques de 2012, comme une stratégie pour convaincre le comité olympique. Bien que la Ville de Paris n'ait pas été retenue pour les jeux olympiques, l'intérêt pour les préoccupations environnementales a perduré et s'est même vu renforcé lors de l'élaboration du plan climat. Bien que le territoire Paris Nord Est fasse également partie du projet pour l'accueil des Jeux Olympiques de 2012, les études ont plutôt mis en lumière les problématiques d'accessibilité du site

et sa position géographique stratégique. Comme pour le secteur Masséna-Bruneseau (PRG), c'est donc un élément externe au projet urbain lui-même, ici la candidature aux jeux olympiques, qui a orienté les réflexions urbaines à Clichy-Batignolles vers une meilleure qualité environnementale et donc énergétique. Les réflexions menées par la Ville de Paris sur l'éventualité de construire des bâtiments de grande hauteur ont en effet fortement influencé la conception urbaine à Masséna-Bruneseau. Les recherches sur cette nouvelle forme urbaine au sein du territoire parisien ont amené l'architecte-urbaniste à faire particulièrement attention aux interactions entre les bâtiments de grande hauteur, les autres bâtiments et le quartier environnant. Ainsi la performance énergétique et le confort thermique sont apparus comme des éléments essentiels à la qualité du projet.

Dans tous les cas, un acteur du projet a promu dans la conduite du projet une ambition environnementale particulière. A PRG, outre l'aménageur qui s'est engagé dans une certification environnementale (ISO 14001) de ses actions et qui a nommé pour ce faire un chargé de l'environnement, l'urbaniste coordinateur du secteur Masséna-Bruneseau a pris l'initiative de faire appel à un bureau d'études spécialisé en environnement et notamment reconnu sur le plan de l'énergie, Transsolar. La SEMAVIP, aménageur de la ZAC Claude-Bernard et des deux ZAC à Clichy-Batignolles, a adopté sur incitation de la Ville de Paris un système de management environnemental⁷⁶. L'aménageur a recruté à cette occasion un chargé du développement durable. La ZAC Claude Bernard démontre une ambition nouvelle de l'aménageur en matière d'environnement : les objectifs énergétiques fixés dépassent les niveaux réglementaires, des procédures innovantes d'encadrement environnementale et énergétique de la qualité des projets sont mises en place par l'aménageur. Outre la certification ISO 14001 de l'aménageur, les bureaux d'ingénierie en charge des études environnementales ont joué un grand rôle à Clichy-Batignolles. Engagés et militants, ceux-ci ont argumenté en faveur d'objectifs énergétiques et climatiques particulièrement ambitieux : d'une part, Thierry Salomon, co-fondateur d'Izuba Energie, le bureau d'étude en charge des questions énergétiques sur Clichy-Batignolles, est président de l'association NégaWatt depuis 2003 et d'autre part, Tribu, le bureau d'études chargé de la coordination des études environnementales sur le projet, a été fondé par l'un des pionniers de la conception éco-responsable des bâtiments et des territoires, Alain Bornarel. Ces personnalités semblent avoir sensiblement joué un rôle dans la définition de l'ambition énergétique du projet, son orientation, comme certains acteurs nous l'ont fait remarquer :

« Thierry Salomon. C'est quelqu'un d'intéressant, un peu militant. Il milite un peu sur son terrain. [...] C'est finalement lui et ses études qui ont fixé le niveau d'exigence du plan climat. A partir de ses études, l'image du quartier a été orientée » (Clichy-Batignolles, urbaniste, le 07/11/2012)

Ce choix d'experts aux personnalités plutôt militantes démontre une certaine volonté de la Ville de Paris de s'engager en faveur de l'environnement et de l'afficher. Rappelons qu'à partir de 2001, la Mairie de Paris est pour la première fois dirigée par une équipe municipale composée d'élus du Parti Socialiste et des Verts. Il y avait donc deux adjoints écologistes entre 2001 et 2008 : Yves Contassot, adjoint chargé de l'environnement, de la propreté, des espaces verts et du traitement des déchets et Denis Baupin, adjoint chargé des transports, de la circulation, du stationnement et de la voirie. Dans les trois projets, l'intérêt des questions environnementales a donc été défendu par au moins un acteur identifié, plus ou moins militant.

⁷⁶ Dix-sept sociétés d'économies mixtes parisiennes ont signé en 2007 une charte de développement, « les engagements des sociétés d'économie mixte de la Ville de Paris ».

Enfin, la concomitance entre les études urbaines des ZAC de Clichy-Batignolles et la rédaction du plan climat a également joué en faveur de la recherche d'objectifs de performance énergétique dépassant la réglementation alors en vigueur. Comme pour la ZAC Claude Bernard (PNE), même si la volonté d'exemplarité sur le plan énergétique était déjà exprimée par les acteurs du projet, l'inscription dans le plan climat d'objectifs spécifiques à ces opérations a permis de mobiliser l'ensemble des parties prenantes et a renforcé la légitimité des exigences de l'aménageur. Contrairement à la SEMAVIP, la SEMAPA, aménageur de la ZAC PRG, ne semble pas être consciente de cette capacité que peut avoir un aménageur à exiger des opérateurs immobiliers des efforts sur les aspects énergétiques. Peut-être qu'avec des objectifs spécifiques à l'opération dans le plan climat, l'aménageur se serait senti plus légitime pour fixer des exigences en matière de performances énergétiques des bâtiments et de couverture des besoins énergétiques par des énergies renouvelables et de récupération. D'ailleurs, des objectifs chiffrés de consommation énergétique et de production d'ENR&R ont été fixés uniquement dans les ZAC Claude Bernard, Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles. L'ensemble des opérations des trois projets étudiés ici a en revanche fait l'objet d'engagements en matière de qualité énergétique formulés au sein de chartes de développement durable.

2. LES MOYENS EMPLOYÉS POUR S'ASSURER DE LA PERFORMANCE ÉNERGETIQUE DU PROJET : RÉGLEMENTER, PRESCRIRE, CONTRACTUALISER

Plusieurs procédures sont mises en œuvre dans les projets urbains parisiens pour assurer la qualité énergétique du quartier projeté. La performance énergétique des bâtiments est encadrée par la réglementation thermique d'une part et par le plan climat d'autre part. Le plan climat vise également à réduire les consommations énergétiques de l'éclairage public, à diversifier le mix énergétique de la compagnie parisienne de chauffage urbain et à développer la production d'énergies renouvelables sur le territoire parisien. Plus récemment, le SRCAE a défini l'ambition régionale en matière d'énergie et de climat. En plus de la réglementation nationale et de ces plans locaux, les démarches de certifications des performances environnementales et énergétiques (normes, certifications, labels, concours, appels à projets...) participent à l'amélioration des pratiques de conception et de management des opérations d'aménagement et de construction. La labellisation des performances énergétiques permet notamment aux aménageurs de contrôler le niveau d'efficacité énergétique des bâtiments construits sur leurs opérations. En complément, les aménageurs rédigent des cahiers de prescriptions environnementales à destination des maîtres d'ouvrage des opérations immobilières. Le respect de ces prescriptions fait l'objet d'un contrat entre l'aménageur et les maîtres d'ouvrages.

2.1. INCITER ET RÉGLEMENTER : LE PLAN CLIMAT DE PARIS ET LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Comme pour tous les projets immobiliers, les bâtiments construits dans le cadre d'une opération d'aménagement se doivent de respecter la réglementation thermique. Comme nous l'avons vu dans le chapitre 3, les objectifs de la réglementation thermique sont régulièrement renforcés. Cette mise à jour régulière incite clairement les acteurs de l'immobilier à anticiper l'adoption de la prochaine réglementation. Nous avons réellement observé un courant d'évolution des pratiques en faveur de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Bien que certains aménageurs jugent encore indispensable

l'encadrement réglementaire de la performance énergétique des bâtiments, d'autres considèrent que la conception de bâtiments économes en énergie est en voie de devenir un standard.

Dans toutes les opérations étudiées, le plan climat constitue une donnée d'entrée pour les projets de bâtiments lancés depuis 2007. Toutes les opérations de construction ou de rénovation sont concernées par les objectifs de consommation énergétique du bâti inscrit dans le plan climat. Le caractère incontournable de ces objectifs énergétiques ressort bien des témoignages que nous avons recueillis. Les acteurs considèrent ces objectifs comme « une donnée d'entrée », une obligation :

- « Les prescriptions environnementales sur le bâtiment, sincèrement, on ne s'est pas posé beaucoup plus de questions que le respect du plan climat. Au démarrage, il y avait le plan climat qui était obligatoire. » (PNE, opération Macdonald, MOA, le 11/12/2012)
- « De toute façon, il y a le plan climat. », « l'obligation du respect du plan climat » (PRG, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

Toutefois, l'appréhension des objectifs du plan climat par l'aménageur de la ZAC Paris Rive Gauche nous a étonnés, comparée aux témoignages que nous avons collectés sur les deux autres projets urbains. En effet, les responsables du secteur Masséna-Bruneseau considèrent l'objectif de consommation du Plan Climat pour les bâtiments neufs, non pas comme un objectif à atteindre *a minima* mais plutôt comme un idéal vers lequel la performance énergétique des bâtiments doit tendre : « Le Plan Climat détermine un certain nombre d'objectifs qui sont recherchés, qui ne sont pas des éléments qui sont à atteindre *a minima*, mais qui sont des objectifs à rechercher. » (PRG, aménageur, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012). Dans la mesure où des immeubles de grande hauteur vont être construits dans le secteur Bruneseau, nous pouvons comprendre pourquoi l'aménageur prend quelques précautions quant à la portée des objectifs du Plan Climat. Il n'est pas évident d'assurer un tel niveau de performance énergétique dans un IGH. Cet exemple illustre bien le statut ambivalent du Plan Climat : pour de nombreux professionnels de l'aménagement et du bâtiment c'est une obligation, pour d'autres ce n'est qu'un document politique, sans valeur juridique. Concrètement, le Plan Climat n'est pas un document juridiquement opposable, c'est un document définissant la politique de transition énergétique et climatique engagée par la Ville de Paris. Le Plan Climat a donc pour objectif de mobiliser les acteurs de son administration et de son territoire, plus que de les contraindre. Pourtant le Plan Climat précise que le non-respect de ses objectifs ne peut être justifié que par une impossibilité technique qui doit être démontrée par un bureau d'études techniques indépendant (Mairie de Paris, 2007). Cependant les conséquences du non-respect des dispositions du Plan Climat ne sont pas précisées, nous verrons plus loin que seul le respect de la réglementation thermique peut conditionner l'attribution d'un permis de construire.

Le respect de l'objectif de consommation énergétique des bâtiments (neufs ou en rénovation) du Plan Climat pose quelques difficultés inhérentes à des problèmes de définition de cet objectif. Si cet objectif chiffré donne corps à un engagement politique en faveur des économies d'énergie, les conditions techniques de sa mise en œuvre sont plus incertaines. Tout d'abord c'est un objectif générique, qui s'applique à l'ensemble des bâtiments construits sur le territoire parisien, sans distinction de programme. Or il existe un grand nombre de programmes spécifiques (équipement sportif, cinéma, IGH, etc.) pour lesquels cet objectif est difficilement atteignable. Par exemple le respect du Plan Climat pour la réalisation du cinéma dans la ZAC Claude Bernard a posé de

nombreuses difficultés, 50 kWh/m².an est un objectif particulièrement ambitieux pour ce type de programme, comme nous l'a expliqué l'aménageur :

« On est en train de faire un cinéma sur Claude Bernard, un cinéma à 50kWh ça n'existe juste pas en fait! Parce que voilà, il y a des contraintes techniques telles que voilà c'est pas possible, on n'arrive au mieux à faire 200 en faisant vraiment tous les meilleurs efforts, quoi. Et c'est plutôt 400 ou 500 en temps normal. [...] il y a énormément de process électriques, qui sont très très consommateurs. Il y a une obligation de climatiser qui... on a du mal à développer des solutions naturelles parce qu'il y a des contraintes acoustiques très importantes. [...] Et tout ça, évidemment les gens qui ont voté au Conseil de Paris avec toute la meilleure volonté du monde, ils ont pas pensé à ça, quoi. Donc à un moment, il faut arriver à mettre ça en œuvre concrètement, euh et donc ça veut dire parfois moduler les exigences parce que voilà, on sait que sinon on est dans une impasse quoi » (PNE, aménageur ZAC Claude-Bernard, juillet 2011).

La définition du mode de calcul de l'objectif du Plan Climat pose également question. La consommation en énergie primaire totale du bâtiment doit être calculée suivant les méthodes de calcul de la réglementation thermique, bien que celles-ci évoluent à un rythme différent du Plan Climat. Depuis l'adoption du Plan Climat en 2007, les objectifs de la réglementation thermique ont été renforcés et les modes de calcul modifiés. De plus, le respect de l'intégralité des modalités de calcul de la réglementation thermique n'est pas exigé dans le Plan Climat, comme le montre l'exemple du coefficient de conversion en énergie primaire de la chaleur issue du réseau CPCU alimenté par le puits de géothermie à Paris Nord Est. Comme nous l'avons expliqué dans le [CHAPITRE 7](#), bien que non reconnu par la réglementation thermique, le coefficient de conversion en énergie primaire utilisé par l'AMO environnement facilite le respect de l'objectif de consommation énergétique des bâtiments du Plan Climat. Enfin, comme pour la réglementation thermique les postes de consommation devant être pris en compte dans le calcul ne font pas l'unanimité. En particulier la non prise en compte de la consommation énergétique des ascenseurs dans les projets d'immeuble de grande hauteur pose question à de nombreux professionnels.

Au vu des témoignages que nous avons pu collecter, nous considérons que la définition des objectifs de consommation énergétique du Plan Climat mériterait d'être différenciée en fonction des programmes des opérations de construction et les modalités de calcul précisées. Ainsi le Plan Climat serait plus facile à mettre en œuvre par les professionnels du bâtiment. Par ailleurs, il nous paraît nécessaire d'éclaircir le statut du document. Le rendre juridiquement opposable serait le meilleur moyen pour assurer son respect. Toutefois, il ne pourra devenir un document opposable tant que la faisabilité de l'atteinte des objectifs de consommation énergétique pour l'ensemble des programmes concernés n'a pas été démontrée. Pour remédier à ces problématiques de règle de calcul des consommations, la version révisée du Plan Climat en 2012 préconise l'obtention du label BBC-Effinergie+, qui fournit une méthode d'évaluation de la performance des projets immobiliers ([Mairie de Paris, 2012](#)).

La réglementation thermique et le Plan Climat sont importants lors des concours architecturaux et pour l'obtention du permis de construire. Lors du concours, la commission technique est chargée de donner un avis au jury sur les différents projets concourants. Sur la base des esquisses et de la stratégie proposée par chacune des équipes pour améliorer la performance énergétique du futur bâtiment, la commission vérifie si les projets imaginés pourront atteindre l'objectif du Plan Climat. Toutefois l'avis formulé par la commission technique n'est pas systématiquement suivi par le jury du

concours, généralement composé d'élus, d'architectes renommés et de citoyens ou d'associatifs. Or comme nous l'a expliqué le bureau d'étude en charge de la coordination environnementale de la ZAC Clichy-Batignolles, il peut se révéler compliqué de modifier après le concours un projet architectural qui a séduit le jury. En effet, cela suppose de reprendre le projet avec les maîtres d'œuvre, qui sont plus ou moins sensibles aux préoccupations énergétiques. De plus, il est désormais nécessaire de joindre au dossier de demande de permis de construire une attestation relative à la performance énergétique du futur bâtiment (ANNEXE 6. Attestation de la qualité énergétique du bâtiment à joindre au dossier de demande de permis de construire). A travers ce document, le demandeur atteste qu'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie a bien été réalisée (pour les bâtiments de plus de 1000 m²) et que la réglementation thermique a bien été prise en compte dans la conception du projet immobilier. Les choix d'approvisionnement en énergie doivent ensuite être justifiés à partir des résultats de la dite étude de faisabilité, conformément à l'article R.11-22-1 du code de la construction et de l'habitation. Il est également nécessaire de définir la « valeur de la consommation d'énergie du bâtiment, compte tenu des systèmes pressentis pour les usages de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, d'éclairage et d'auxiliaires, déduction faite de la production locale d'électricité à demeure, en kWh d'énergie primaire par m² et par an » et le coût annuel d'exploitation associé. Pour justifier la conformité du projet immobilier à la réglementation thermique, les données suivantes doivent être fournies : surface du bâtiment, besoin bioclimatique conventionnel, besoin bioclimatique maximal de référence, la surface des baies vitrées et le mode de recours à une source d'énergie renouvelable envisagé.

Parmi les trois projets urbains étudiés, seul Clichy-Batignolles a fait l'objet d'un encart particulier dans le Plan Climat de Paris en 2007. Ainsi c'est le seul des trois projets pour lesquels des objectifs en termes de production d'énergies renouvelables ont été définis en plus d'objectifs de performance énergétique du bâti renforcés. Ces objectifs spécifiques ont eu un effet mobilisateur et ont amené les équipes conduisant le projet urbain à conduire toutes les études nécessaires pour tenter d'atteindre ces ambitieux objectifs (80% d'énergie renouvelable pour l'approvisionnement en chaleur des bâtiments et compensation des consommations énergétiques des bâtiments par de la production locale d'électricité photovoltaïque), contrairement aux autres projets où les actions se sont concentrées sur la performance énergétique du bâti :

«Je n'ai pas le sentiment qu'il y ait eu un regard spécifique Plan climat. D'autant que le Plan Climat, tel qu'on le perçoit nous... D'une part sur PRG, il ne dit rien. Sur Clichy-Batignolles, il dit beaucoup et il va très loin, mais sur PRG il ne dit rien. A la limite, le Plan Climat sur PRG, ça va se limiter à la consommation des bâtiments. C'est à peu près ce qu'ils imposent à toute construction à Paris. Rénovation : 80 kW/h et construction neuve, 50 kW/h. Le Plan Climat en tant que tel n'a pas été à mon sens un facteur d'évolution du projet» (PRG, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

La ZAC Claude Bernard a également été visée par le Plan Climat. Pour cette opération aussi des objectifs de production d'énergies renouvelables ont été fixés. Bien que ces objectifs aient été définis en amont de la rédaction du Plan Climat, leur inscription dans le document politique a renforcé leur légitimité et aidé l'aménageur à mobiliser les maîtres d'ouvrage.

Ainsi, la réglementation thermique et le Plan Climat jouent un rôle structurant pour la qualité des projets immobiliers. La performance énergétique fait partie des critères examinés par la commission

technique lors des concours d'architecture. Le respect de cette exigence de diminution des consommations énergétiques du bâti est contrôlé lors de la demande de permis de construire. En plus de l'efficacité énergétique du bâti, le recours aux énergies renouvelables doit avoir été étudié. En revanche, le Plan Climat n'a un effet structurant à l'échelle du projet d'aménagement uniquement lorsque celui-ci contient un encart dédié à l'opération précisant des objectifs spécifiques allant au-delà de la performance énergétique du bâtiment. Nous verrons plus loin, que ces objectifs ont amené les acteurs du projet urbain à appréhender plus en profondeur la question de l'approvisionnement énergétique du futur quartier.

2.2. PRESCRIRE : LA CHARTE DE DEVELOPPEMENT DURABLE, LES ETUDES ET LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES

En complément de la réglementation thermique et du Plan Climat, les aménageurs mettent en place des procédures spécifiques pour encadrer la qualité environnementale des bâtiments au sein de leurs opérations d'aménagement. Ils produisent alors un ensemble de documents pour s'assurer que les différents acteurs intervenant dans le cadre de l'opération d'aménagement (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, etc.) s'engagent dans une démarche de qualité environnementale et en particulier énergétique. Pour ce faire, les aménageurs se font assister par un bureau d'étude spécialisé en environnement. Ensemble ils rédigent une charte de développement durable et des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable (CPEDD). L'AMO environnement produit les études environnementales sur lesquelles s'appuient les prescriptions énergétiques. La rédaction de CPEDD est largement répandue dans les opérations d'aménagement parisiennes. En effet, les six opérations que nous avons pu étudier dans le cadre de cette thèse disposent de tels documents.

La charte de développement durable répertorie les engagements que l'ensemble des intervenants de l'opération doivent respecter en matière de développement durable en adéquation avec les préoccupations de l'aménageur. La rédaction d'une charte de développement durable a pour finalité d'informer sur les enjeux de développement durable et de mobiliser les acteurs intervenant sur l'opération d'aménagement. Lorsque l'aménageur est certifié ISO 14001, la rédaction de cette charte et le suivi de son application tout au long de l'opération font partie du Système de Management Environnemental que l'aménageur a mis en place dans le cadre de sa certification. La charte contient généralement l'ensemble des engagements en matière de développement durable de l'aménageur, mais également les objectifs à atteindre pour chacune des thématiques à aborder dans l'opération. Certains aménageurs, comme sur l'opération Macdonald (PNE), vont plus loin en identifiant les acteurs en mesure de répondre aux objectifs de la charte. La SEMAPA (PRG) a dans le cadre de sa certification ISO 14001 adopté en 2001 une charte pour l'environnement. Cette charte recense les différents engagements de l'aménageur dans les domaines de l'eau, des déchets, du sol et du sous-sol, de l'énergie, du bruit, des déplacements, du paysage urbain et de la gouvernance. Dans la charte de développement durable de la ZAC Claude Bernard (PNE), datant de 2007, la problématique énergétique apparaît dans l'axe consacré à l'optimisation des ressources naturelles. Deux enjeux sont identifiés, le premier concerne la réduction des consommations énergétiques et la valorisation des énergies alternatives, le second s'intéresse à la qualité de vie des occupants avec l'objectif « préserver le confort thermique et visuel des riverains » (SEMAVIP, 2007). La charte de développement durable, adoptée par la Société par Action Simplifiée (SAS) ParisNordEst pour l'opération Macdonald (PNE) est structurée en cinq axes : « économiser les ressources énergétiques ;

réduire les impacts négatifs liés aux futurs ouvrages ; assurer la fonctionnalité, la qualité et le confort des espaces extérieurs ; garantir un cadre de vie confortable et agréable aux futurs usagers ; donner une dimension économique et sociale à l'opération » (ParisNordEst, 2009). A Clichy-Batignolles aussi une charte de développement durable a été rédigée par la SEMAVIP avec l'aide du bureau d'étude Tribu. Une charte a également été signée avec l'Établissement Public du Palais de Justice de Paris (EPJP). Par cette dernière, l'établissement public s'est engagé à respecter et mettre en œuvre les objectifs de développement durable de la ZAC Clichy-Batignolles.

Les AMO sont également missionnés par les aménageurs pour conduire des études environnementales à partir desquelles des prescriptions énergétiques pourront être formulées. Ces études se différencient des études d'impact. Plutôt que d'évaluer l'impact d'un projet, ces études vont mettre en évidence les contraintes et les opportunités environnementales du site qu'il est nécessaire de prendre en compte dans la conception du projet urbain et a fortiori des projets architecturaux. A partir de l'ensoleillement et de l'exposition du site aux vents dominants, le bureau d'étude analyse la faisabilité des objectifs de performance des bâtiments souhaitée par l'aménageur. Ainsi ces études aident l'aménageur à définir des objectifs de consommation énergétique des bâtiments réalistes et des prescriptions environnementales pertinentes.

A Paris Rive Gauche de telles études sont demandées par l'aménageur depuis que le bureau d'études Transsolar en a réalisé une sur le secteur Masséna-Bruneseau. Si l'étude environnementale menée sur le secteur Masséna-Bruneseau était une initiative de l'architecte-coordonateur Yves Lion et de son bureau d'études, la SEMAPA a depuis commandé des études équivalentes pour les secteurs Tolbiac-Chevaleret et Austerlitz Sud. Sur Claude Bernard, l'étude d'aide à la décision énergétique avait pour objectif de déterminer différents scénarios de recours aux énergies renouvelables, d'en déterminer la faisabilité technico-économique, et d'en estimer l'impact environnemental selon trois niveaux de performance. L'objectif de couverture des consommations énergétiques par des énergies renouvelables a ensuite été inscrit dans le cahier de prescriptions. L'opération Macdonald se différencie des autres opérations, dans la mesure où la marge de manœuvre sur l'orientation des bâtiments et des espaces publics à construire était particulièrement réduite du fait de la conservation de l'entrepôt. Une étude d'ensoleillement a néanmoins été réalisée. En matière d'approvisionnement énergétique, la faisabilité de mettre en place un système mutualisé d'échange de calories à l'échelle de l'opération profitant de la proximité de programmes mixtes, a été étudiée. Sur les ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles, les études environnementales ont été réparties suivant les thématiques abordées par différents bureaux d'études spécialisés. Ainsi Izuba s'est chargé d'étudier la faisabilité de recourir localement à des énergies renouvelables, Hespul et Amoes ont étudié le potentiel de production d'électricité photovoltaïque du projet et Tribu a réalisé un diagnostic environnemental du site (ensoleillement, vents, etc.).

Les CPEDD, rédigés par l'aménageur et son Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) complètent l'ensemble des prescriptions à respecter par les maîtres d'ouvrage et leurs équipes de maîtrise d'œuvre dans le cadre d'un projet immobilier réalisé sur le territoire d'une opération d'aménagement (plan masse, fiches de lots, cahiers des charges, cahiers de prescriptions architecturales et paysagers, etc.). Ils contiennent généralement des objectifs plus ou moins chiffrés et des actions à mettre en œuvre de façon à améliorer la performance environnementale du futur bâtiment. Nous détaillerons dans le [CHAPITRE 9](#) le contenu des CPEDD en matière énergétique des opérations que nous avons étudiées.

2.3. LES CERTIFICATIONS ET LABELS : UN MOYEN POUR LE MAITRE D'OUVRAGE DE GARANTIR LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DE SON BATIMENT

Les maitres d'ouvrage des opérations immobilières, publics ou privés, ont compris l'intérêt de construire des bâtiments labellisés économes en énergie et certifiés respectueux de l'environnement. Si l'aménageur et la collectivité cherchent à encadrer la qualité énergétique des bâtiments construits dans le cadre de leurs opérations d'aménagement, ils n'ont pas besoin d'imposer les certifications et labels à atteindre. Ce sont les maitres d'ouvrage qui décident eux même des certifications et labels énergétiques qu'ils souhaitent viser, dans la mesure où ce sont eux qui paient la procédure de certification. Pour des projets à promotion privée, c'est le marché qui détermine les certifications et les labels les plus valorisants. Jusqu'à l'entrée en vigueur de la RT 2012, le label BBC prédominait pour les programmes de logements. Pour ce qui est des projets de logements sociaux, l'attribution des subventions publiques est conditionnée par l'obtention de certifications données (Habitat & Environnement et Qualitel). Pourtant, les deux certifications environnementales sont redondantes, comme nous l'a expliqué l'AMO des opérations logements de Macdonald :

« Les bailleurs sociaux demandent en plus une certification Qualitel. Ce qui nous semble un peu bête, mais les subventions sont faites pour avoir H&E et Qualitel. Sachant que H&E, c'est la base Qualitel + les prestations environnementales. Ils sont obligés de payer deux fois des coûts de certification à un organisme pour rien. Si on ne vise qu'H&E, on a tout le Qualitel, sauf peut-être deux critères qui diffèrent. » (PNE, opération Macdonald, AMO environnement lots logements, le 22/05/2013)

Ainsi, les aménageurs et promoteurs/bailleurs n'ont pas de difficulté à se mettre d'accord sur le niveau d'exigence des certifications et labels à obtenir, du moment que les objectifs de la réglementation thermique et du Plan Climat sont respectés. Bien que les CPEDD définissent les certifications environnementales et/ou les labels énergétiques que les projets de bâtiments doivent obtenir, ceux-ci ne peuvent être considérés comme des prescriptions. Si la sélection du label est à la discrétion du maitre d'ouvrage, l'aménageur peut néanmoins définir les cibles devant être privilégiées. Pour l'aménageur, la procédure de certification garantit le suivi et l'évaluation du projet immobilier par un tiers.

Dans le cas d'une opération privée, les économies d'énergies ne sont pas uniquement valorisées à travers les économies sur la facture énergétique que l'utilisateur pourra potentiellement réaliser mais aussi à travers la « valeur verte » générée. La valeur verte correspond à la valeur nette additionnelle dégagée sur le marché immobilier par la labellisation de la bonne qualité énergétique, environnementale ou sanitaire d'un actif immobilier (Cerqual, 2011). Dans le cas d'un immeuble de bureau, l'achat d'un immeuble labellisé économe en énergie peut contribuer à l'image verte de l'entreprise qui se porte acquéreur. Par ailleurs les investisseurs gestionnaires, comme les bailleurs sociaux commencent eux à adopter un raisonnement en coût global, c'est-à-dire qu'ils prennent en compte les économies sur la facture énergétique des occupants. Par exemple, la RIVP entend réduire de 25% les charges de ses locataires (RIVP, 2012).

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 3, il existe à l'échelle du quartier des démarches d'évaluation de la durabilité. Bien que certaines opérations aient été présentées au concours Ecoquartier du

ministère ou à l'appel à projets Nouveaux Quartiers Urbains (NQU) organisé par la région Ile-de-France, ces démarches ne nous ont pas semblé structurantes pour les projets qui y participent. En revanche, l'engagement dans ces démarches témoigne de la volonté de la maîtrise d'ouvrage de démontrer la durabilité exemplaire de leur opération et de l'afficher.

Les opérations Clichy-Batignolles et « Quartier Claude-Bernard – Macdonald » ont été lauréates en août 2009 de la seconde session de l'appel à projets NQU. La ville de Paris a donc reçu une subvention régionale de 6 105 450 euros pour le projet Clichy-Batignolles et une subvention de 3 793 920 euros pour le « Quartier Claude-Bernard – Macdonald »⁷⁷. Le montant de la dotation est calculée en fonction du nombre de programmes de logements prévus dans l'opération et bonifiée (jusqu'à 120%) en fonction de l'évaluation du jury des réponses apportées par les projets lauréats à chacun des 17 objectifs du cahier des charges et de l'effort d'innovation (Région Ile-de-France, 2010). En plus de la subvention, les services de la Région Ile-de-France s'engagent à suivre les opérations lauréates et à accompagner les porteurs de projet dans l'amélioration des points faibles identifiés par la commission technique. Un dossier de candidature pour le concours Ecoquartier du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a également été rédigé pour le projet Clichy-Batignolles en 2009. Cette démarche vise à identifier les projets d'écoquartiers exemplaires et a abouti en 2012 à la mise en place d'un label.

La participation à ce type de démarche a lieu alors que l'opération est déjà bien lancée. Par conséquent, la rédaction du dossier de participation à ces appels à projet a plus pour objectif de valoriser des actions en faveur du développement durable déjà engagées ou du moins prévues que d'aider les acteurs conduisant ces opérations à définir des objectifs et à mettre en œuvre les actions pour y répondre. Ce sont des évaluations ponctuelles qui répondent à un besoin de communication et de valorisation des actions innovantes ou exemplaires mises en œuvre en matière de développement durable. Les acteurs que nous avons interrogés sur la prise en compte des enjeux énergétiques dans la conduite du projet urbain n'ont d'ailleurs pas fait de référence particulière à ces démarches. En revanche, il est clair que l'intérêt de la participation à l'appel à projets NQU pour les porteurs de projets réside dans l'obtention d'une subvention permettant de financer une partie du surinvestissement des solutions de développement durable. L'intérêt de ces démarches d'évaluation selon nous se situe plutôt dans la mise en réseau des acteurs de l'aménagement et dans la circulation des retours d'expérience, comme le montre la création des clubs en plus des appels à projets (club Ecoquartier et Club NQU). Les démarches d'évaluation et de labellisation des quartiers durables ne jouent donc pas à l'échelle du projet urbain un rôle comparable à celui joué par les certifications et labels environnementaux et énergétiques dans les opérations de construction immobilière.

2.4. LA CONTRACTUALISATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

Certains aménageurs annexent les CPEDD au contrat de cession de terrain, afin de s'assurer que les prescriptions environnementales seront effectivement mises en œuvre dans les projets de construction. La SEMAVIP a initié ce procédé de contractualisation du respect des prescriptions environnementales sur la ZAC Claude-Bernard et l'a reconduit sur les ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles. Cette pratique a ensuite été reprise par le nouvel aménageur de la ZAC Clichy-

⁷⁷ Les lauréats des trois premières sessions de l'appel à projets NQU ainsi que le montant des subventions reversées par la Région Ile-de-France sont visibles sur le site d'Ekopolis à l'adresse suivante : <http://www.ekopolis.fr/amenager/appels-a-projet-NQU>

Batignolles, Paris Batignolles Aménagement. Sur l'opération Macdonald les CPEDD ont aussi fait l'objet d'un engagement contractuel avec les opérateurs immobiliers.

En amont de la signature, comme pour n'importe quel contrat, le cahier des prescriptions environnementales est analysé et amendé par les services juridiques de chacune des parties. Au cours de cette phase de négociation, qui peut durer plusieurs mois, l'ambition de l'aménageur peut potentiellement être revue à la baisse. Dans la mesure où les maîtres d'ouvrage souhaitent obtenir une certification et/ou un label énergétique, le risque de voir les objectifs de performance énergétique diminuer reste limité. Cependant une fois que le contrat de cession de terrain est signé par tous, il n'est plus possible de modifier le niveau d'exigence ou la nature d'une prescription. En d'autres termes tout est figé à partir de cette signature :

« À la fin, on a un peu perdu ce côté moteur sur des aspects environnementaux. Aussi parce qu'une fois que les CPE sont signés par tout le monde, déjà, ça n'a pas été simple, tout le monde a repris les CPE, a dit : ok on signe, mais la virgule ici, on va la mettre plutôt là... Ça a été vu par tous les juristes. Donc, une fois que c'est signé, c'est signé et ils ne feront rien de plus. » (PNE, opération Macdonald, AMO DD, le 17/07/2013)

Jusqu'à la signature du contrat de cession de terrain, le bureau d'étude assistant l'aménageur sur les questions environnementales peut faire des propositions, orienter les AMO des opérations de construction sur des solutions innovantes. Après, les objectifs à atteindre et les préconisations à respecter deviennent incontournables parce que contractuelles.

Sur les ZAC Claude-Bernard, Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles, l'aménageur a également inclus dans la promesse de vente une clause de séquestre financier⁷⁸. Cette clause doit garantir l'obtention par les opérateurs des certifications HQE demandées et l'atteinte des objectifs de consommation énergétique et de recours aux énergies renouvelables (SEMAVIP, 2012). C'est la conclusion de l'organisme certificateur des bâtiments qui, à la livraison, va permettre de lever ou non les séquestres financiers.

La procédure de contractualisation de la performance énergétique des bâtiments dans une opération d'aménagement à Paris est schématisée sur la [Figure 59](#). Deux procédures parallèles sont mises en place. La première consiste à annexer les CPEDD au cahier des charges de cession de terrain et implique l'aménageur et son AMO développement durable ainsi que le maître d'ouvrage de l'opération immobilière et son AMO. Les premiers acteurs sont chargés de définir les prescriptions, les seconds de les faire appliquer dans leur projet. La procédure complémentaire consiste à réaliser un séquestre financier lors de la signature des promesses de vente entre l'aménageur et le maître d'ouvrage. Le séquestre financier est levé lorsque le label ou la certification est décerné par l'organisme certificateur au maître d'ouvrage. Annexer les prescriptions environnementales et de développement durable n'est pas spécifique aux opérations étudiées mais est une procédure assez répandue dans les opérations d'écoquartier, comme par exemple sur le projet de Kronsberg à Hannover ([Souami, 2009b](#)).

⁷⁸ Comme nous l'avons expliqué dans les chapitres consacrés à PNE et Clichy-Batignolles, la procédure de séquestre financier consiste à bloquer une somme d'argent que l'opérateur immobilier pourra récupérer lors de la livraison du bâtiment à conditions que les prescriptions environnementales de l'aménageur aient bien été respectées. Le contrôle du respect des prescriptions environnementales passent généralement par la certification environnementale et/ou la labellisation énergétique du bâtiment par un auditeur extérieur.

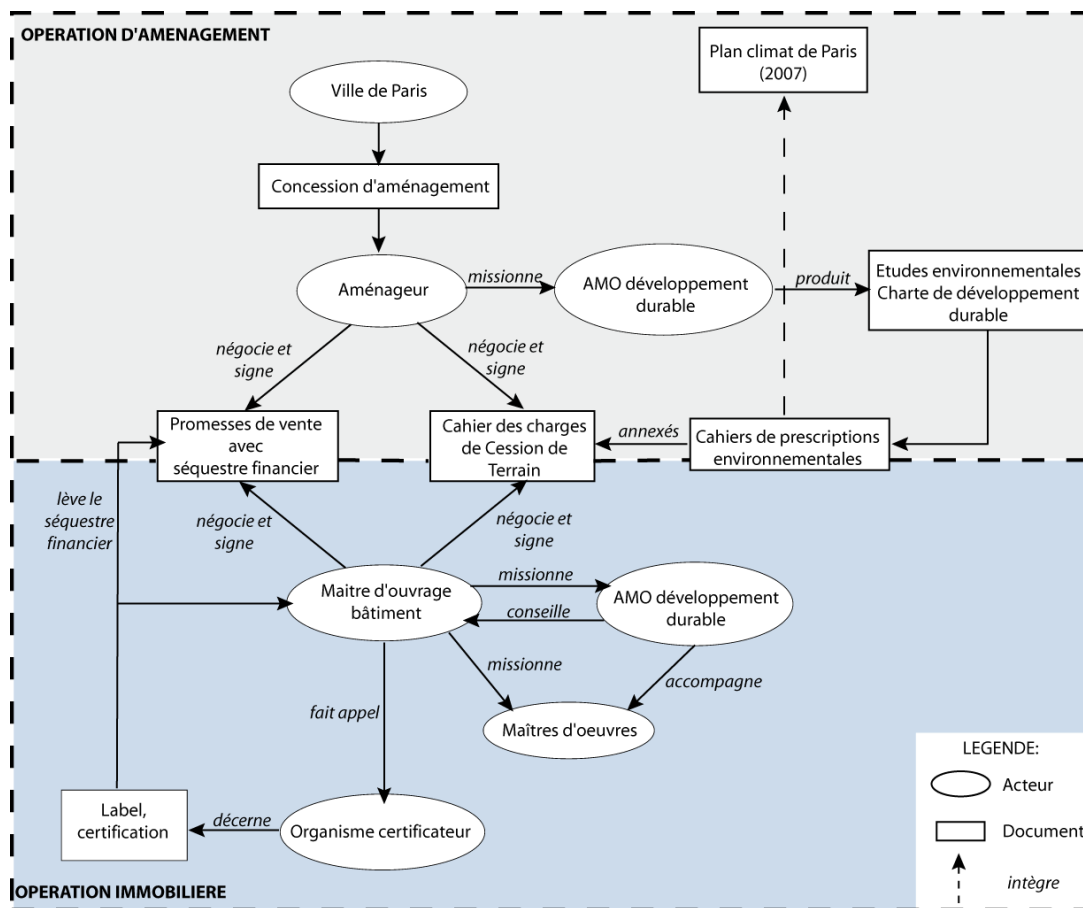


Figure 59. Procédure de contractualisation de la performance énergétique des bâtiments dans une opération d'aménagement

En résumé, le législateur et le Conseil de Paris s'assurent que les bâtiments neufs respectent un certain niveau de consommation énergétique à travers la réglementation thermique d'une part et le Plan Climat d'autre part. Sur certaines opérations, les élus parisiens ont également formulé des objectifs quant au recours aux énergies renouvelables et à la performance des services urbains d'éclairage et de collecte des ordures ménagères. Dans le cadre d'une opération d'aménagement, l'aménageur complète l'encadrement de la qualité énergétique de son projet en rédigeant une charte de développement durable, en faisant réaliser des études environnementales et en définissant des prescriptions environnementales. Pour s'assurer que ces prescriptions sont effectivement respectées, l'aménageur demande à ce que le maître d'ouvrage s'engage contractuellement et a même dans certains cas recours à un système de séquestre financier pouvant être débloqué après la livraison du bâtiment. De leur côté les maîtres d'ouvrage des opérations de construction immobilière cherchent à obtenir la certification de leur projet, qui peut être valorisée sur le marché immobilier. Il semble donc que la performance énergétique des bâtiments soit largement encadrée lors d'une opération d'aménagement.

3. ECHELLES DE PRISE EN COMPTE DES QUESTIONS ENERGETIQUES DANS LES TROIS PROJETS URBAINS

Après avoir identifié les documents participant à l'encadrement de la qualité énergétique d'un projet urbain, nous avons cherché à mettre en évidence les échelles de territoire auxquelles les préoccupations énergétiques sont prises en considération. Pour chacun des projets urbains, nous avons donc classé les documents identifiés dans la section précédente en fonction de l'échelle à laquelle ils sont produits et celle à laquelle ils s'appliquent. Les échelles de territoire considérées dans cette analyse comprennent l'échelle du projet urbain, les opérations ou secteurs d'aménagement composant le projet urbain et l'échelle du bâtiment. Ces trois échelles, qui avaient été identifiées dès le début de notre étude se révèlent pertinentes pour chacun des trois projets urbains que nous avons analysés. Au cours de notre enquête, une quatrième échelle est apparue : l'échelle du territoire dans lequel le projet urbain doit s'insérer. Ce grand territoire peut être considéré pour définir l'identité du futur quartier, travailler les synergies entre le territoire de projet et le territoire environnant et choisir les sources d'énergie qui approvisionneront le quartier.

Cet exercice de classification en fonction des échelles spatiales a été mise en œuvre pour chacun des cas étudiés et a abouti à la réalisation de différents schémas.

La [Figure 60](#) présente les documents relatifs à l'énergie, produits ou s'appliquant au projet urbain Paris Rive Gauche. Ce schéma nous permet de montrer que tous les documents se préoccupent de la performance énergétique des bâtiments. Même si le SRCAE ne s'applique pas directement à l'échelle du bâtiment, il fixe un objectif régional d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Si la RT et le Plan Climat fixe des objectifs de consommation énergétique valables pour n'importe quel bâtiment parisien, les études énergétiques et les CPEDD réalisés dans les derniers secteurs de la ZAC visent explicitement à accompagner le maître d'ouvrage et son équipe de maîtrise d'œuvre pour optimiser la performance énergétique de son bâtiment. Toutefois, les études énergétiques ont aussi pour objectif d'aider l'architecte coordinateur à améliorer le confort thermique des espaces publics et à réfléchir aux formes urbaines limitant les impacts d'un bâtiment sur l'autre, comme dans le cas de Masséna-Bruneseau. Par ailleurs, seule l'échelle du territoire du Sud-Est parisien n'est ni concernée ni porteuse des préoccupations énergétiques. Néanmoins ce n'est pas une caractéristique propre à la question de l'énergie, étant donné que nous n'avons identifié aucun document stratégique produit à cette échelle. Le seul document qui définit entre autres l'ambition du projet urbain en matière d'énergie est la charte pour l'environnement rédigée par l'aménageur pour l'ensemble de la ZAC Paris Rive Gauche. La politique environnementale de l'aménageur se structure autour du système de management environnemental mis en place depuis 2001 dans le cadre de la certification Iso 14001 de la ZAC puis de l'aménageur lui-même. La charte pour l'environnement doit être mise en œuvre à toutes les échelles opérationnelles du projet, à savoir les secteurs d'aménagement et les bâtiments.

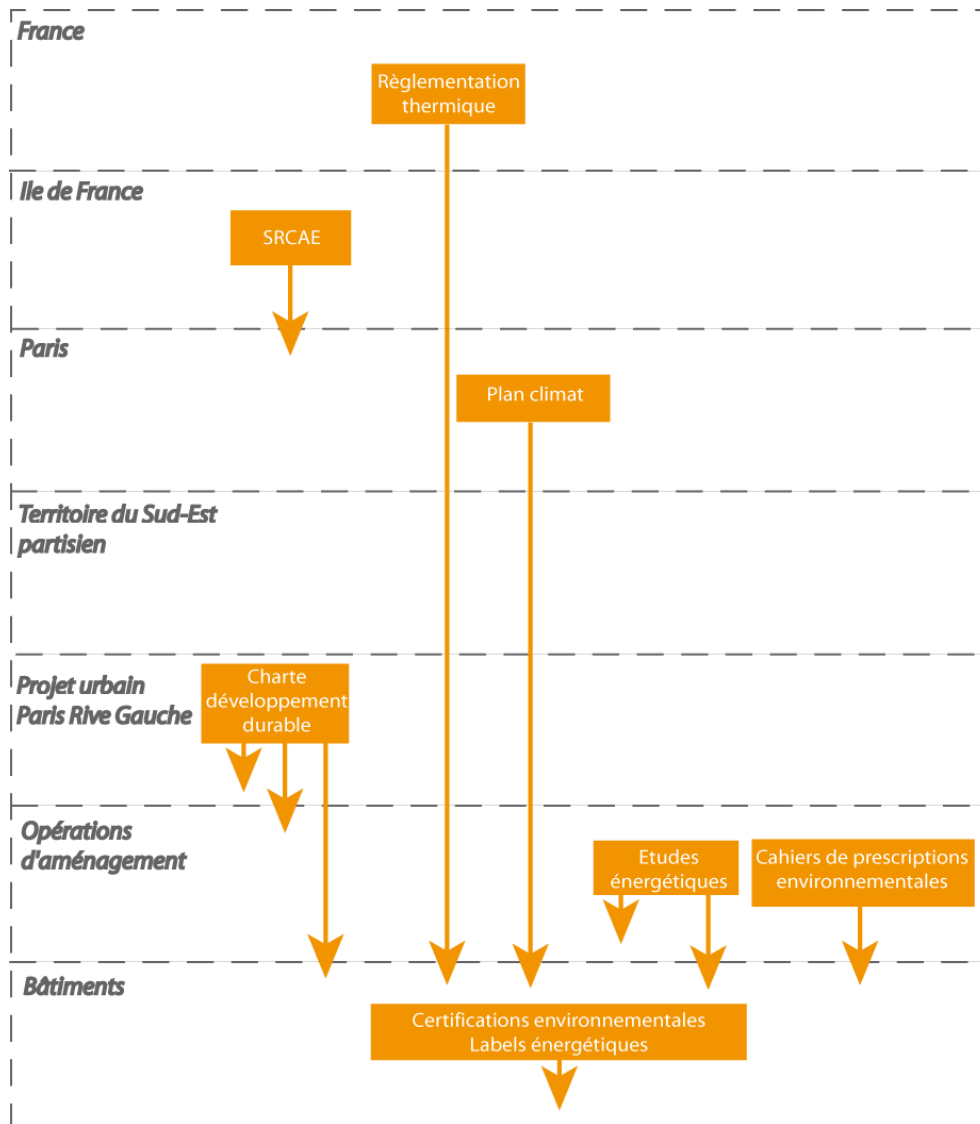


Figure 60. Documents relatifs à l'énergie en fonction des échelles spatiales de construction du projet Paris Rive Gauche

Appliquée à Paris Nord Est, cette démarche de classification a abouti à la [Figure 61](#). Ici encore, le bâtiment est au centre des préoccupations. Ce schéma met en évidence que l'énergie et le climat ne font pas parties des préoccupations des acteurs à l'échelle du « projet urbain Paris Nord Est » et à celle du « territoire du Nord-Est parisien ». A ces échelles, les acteurs ne semblent pas avoir formulé d'attente particulière en matière de performance énergétique. Les acteurs intervenant à ces deux échelles sont la Ville de Paris en tant que maîtrise d'ouvrage urbaine du projet urbain, l'architecte-urbaniste chargé de la conception urbaine d'ensemble, les collectivités locales riveraines et les instances chargées de la politique des transports principalement. Dans le rapport de stratégie urbaine de l'urbaniste coordinateur, les enjeux énergétiques n'apparaissent pas expressément, mais sont ponctuellement sous-entendus à propos de la conservation des entrepôts Ney et Macdonald, qui est une « solution plus écologique quant à la quantité de déchets de construction qu'engendrerait leur démolition », ou la création d'une nouvelle typologie de bâtiments mutables et plus durables ([Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes et al., 2008](#)). Si le lien avec les préoccupations n'est pas au premier abord évident, celui-ci a été explicité par les acteurs que nous avons rencontrés (cf. [CHAPITRE 7](#)): outre l'économie des déchets de construction, la conservation de l'entrepôt permettrait de limiter la consommation d'énergie grise. Les économies d'énergie et la lutte contre le changement climatique transparaissent également sans toutefois être citées lors des propositions pour développer des mobilités douces et des alternatives à la voiture. L'énergie ne fait pas non plus partie des thématiques abordées lors des ateliers d'échange entre les équipes techniques de Paris et de Plaine Commune. Quatre thématiques ont été traitées : la logistique et le fret, le grand paysage (trame verte, trame bleue, espace public), la vie urbaine, et enfin la centralité et les transports en commun. La performance énergétique ne figure donc pas dans les thématiques évoquées. Il est intéressant de noter qu'aucun des acteurs interrogés n'associe aux questions énergétiques les projets d'amélioration de l'accessibilité en transports en commun ou le développement des mobilités douces, qui font pourtant l'objet d'une part importante des réflexions conduites à ces grandes échelles. Les enjeux associés à la mobilité sur ce secteur relèvent d'enjeux sociaux liés au désenclavement du territoire. Ces projets de transports en commun ou de mobilité douce ne sont pas valorisés sous l'angle des économies d'énergie ou de la lutte contre le changement climatique dans les éléments de communication. Il faut toutefois rappeler que ce territoire était très peu peuplé avant le projet urbain, de nouveaux habitants ne sont arrivés que fin 2011 avec la livraison des premiers logements sur la ZAC Claude Bernard. Au vu de l'ampleur des problèmes d'accessibilité des habitants du quartier, on peut comprendre que l'intérêt énergétique de ces projets ne constitue pas leur préoccupation première.

En revanche, la qualité énergétique apparaît à l'échelle des opérations d'aménagement à travers les chartes de développement durable, les études énergétiques et les CPEDD. D'ailleurs les objectifs de la ZAC Claude-Bernard en matière de performance énergétique et de couverture des consommations par des énergies renouvelables locales ont fait l'objet d'un encart spécifique dans le Plan Climat de 2007. C'est dans les opérations d'aménagement que les aménageurs identifient l'énergie comme un enjeu de qualité de leur projet et font appel à des experts pour les accompagner dans la définition d'une ambition et sa mise en œuvre tout au long de l'opération. Les certifications environnementales et les labels énergétiques permettent également de guider les maîtres d'ouvrage des opérations de construction lors de la conception de leur bâtiment.

Par conséquent, les enjeux de l'énergie ont émergé à l'échelle des opérations d'aménagement et ont principalement été mis en œuvre à l'échelle des bâtiments. Les documents exprimant des

prescriptions relatives à l'énergie sont produits à l'échelle des opérations d'aménagement et font référence à la réglementation nationale (la Réglementation Thermique) et au Plan Climat de la Ville de Paris.

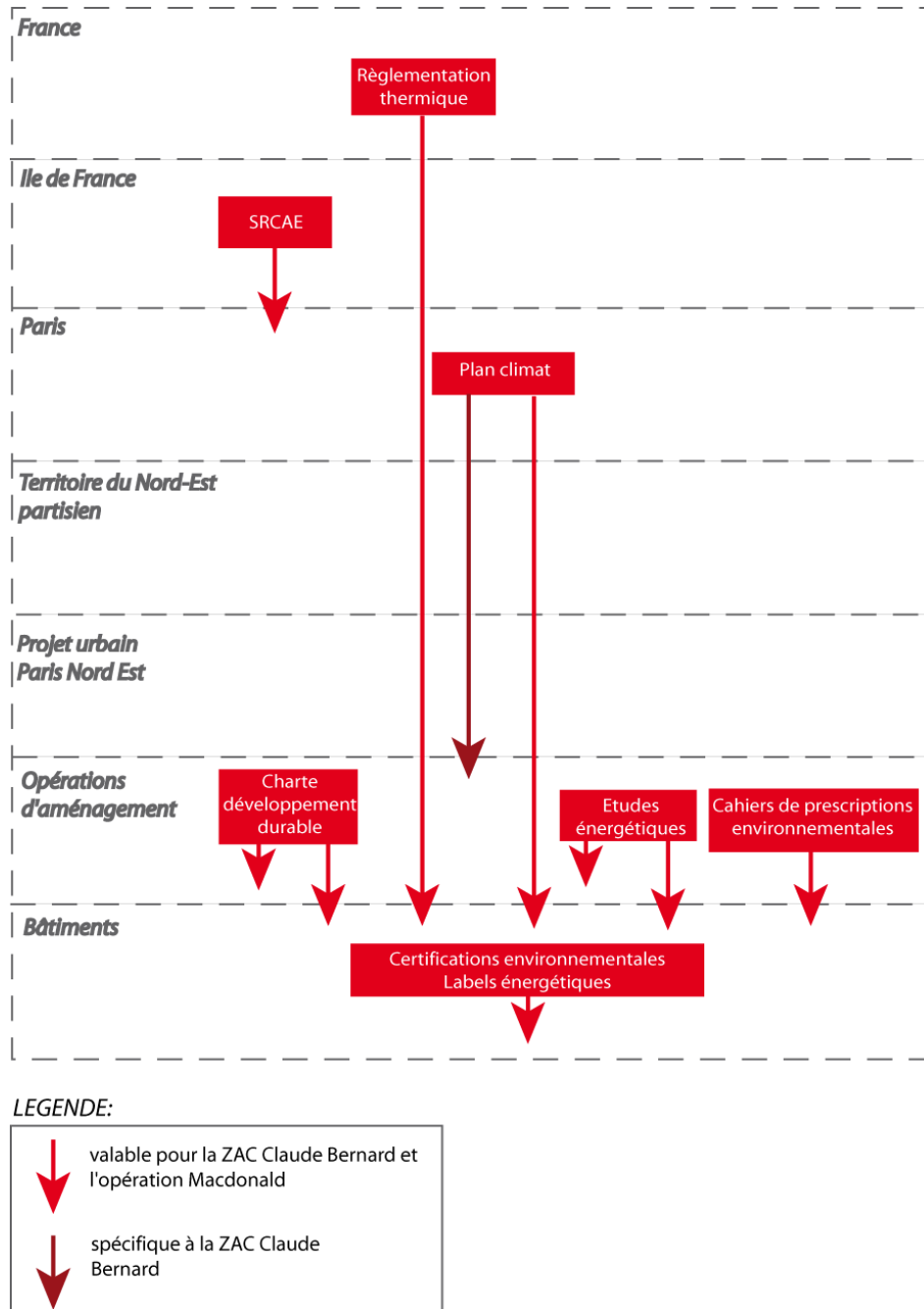


Figure 61. Documents relatifs à l'énergie en fonction des échelles spatiales de construction du projet Paris Nord Est

En classant les documents de Clichy-Batignolles ayant trait à l'énergie en fonction des échelles spatiales auxquelles ils sont produits et celles auxquelles ils s'appliquent, nous avons obtenu la [Figure 62](#). Si les bâtiments demeurent la cible privilégiée de ces documents, l'énergie a fait l'objet d'une réflexion stratégique à l'échelle des opérations d'aménagement d'une part et du projet urbain d'autre part. Les conditions favorables à la performance énergétique des bâtiments sont étudiées par les AMO à l'échelle des opérations d'aménagement dans des diagnostics environnementaux (ensoleillement, vents, etc.). L'efficacité énergétique des bâtiments est encadrée par les prescriptions de la réglementation thermique, du Plan Climat et des CPEDD.

Les objectifs spécifiques au secteur Clichy-Batignolles inscrits dans le Plan Climat sur la base des premières études menées par Izuba énergies pour la ZAC Cardinet-Chalabre, font apparaître l'échelle du projet urbain. L'aménageur du secteur Saussure n'a pas souhaité poursuivre ces objectifs spécifiques, considérant l'objectif de production locale d'électricité photovoltaïque incompatible avec la densité de programme très élevée de son opération. Contrairement aux deux opérations de la Ville de Paris (ZAC Cardinet-Chalabre et ZAC Clichy-Batignolles), seuls l'objectif de production électricité photovoltaïque et le raccordement au réseau de collecte pneumatique des déchets ne sont pas mis en œuvre sur le secteur Saussure. Les bâtiments ont finalement été raccordés au réseau de chaleur alimenté par la géothermie. Si les études sur l'approvisionnement énergétique ont pris en compte l'ensemble du projet urbain Clichy-Batignolles, comme nous le détaillerons plus loin, elles ont été commandées et réalisées à l'échelle de l'opération d'aménagement. Mis à part le plan climat, aucun document stratégique en matière énergétique n'a été produit à l'échelle du projet urbain par les acteurs parties prenantes.

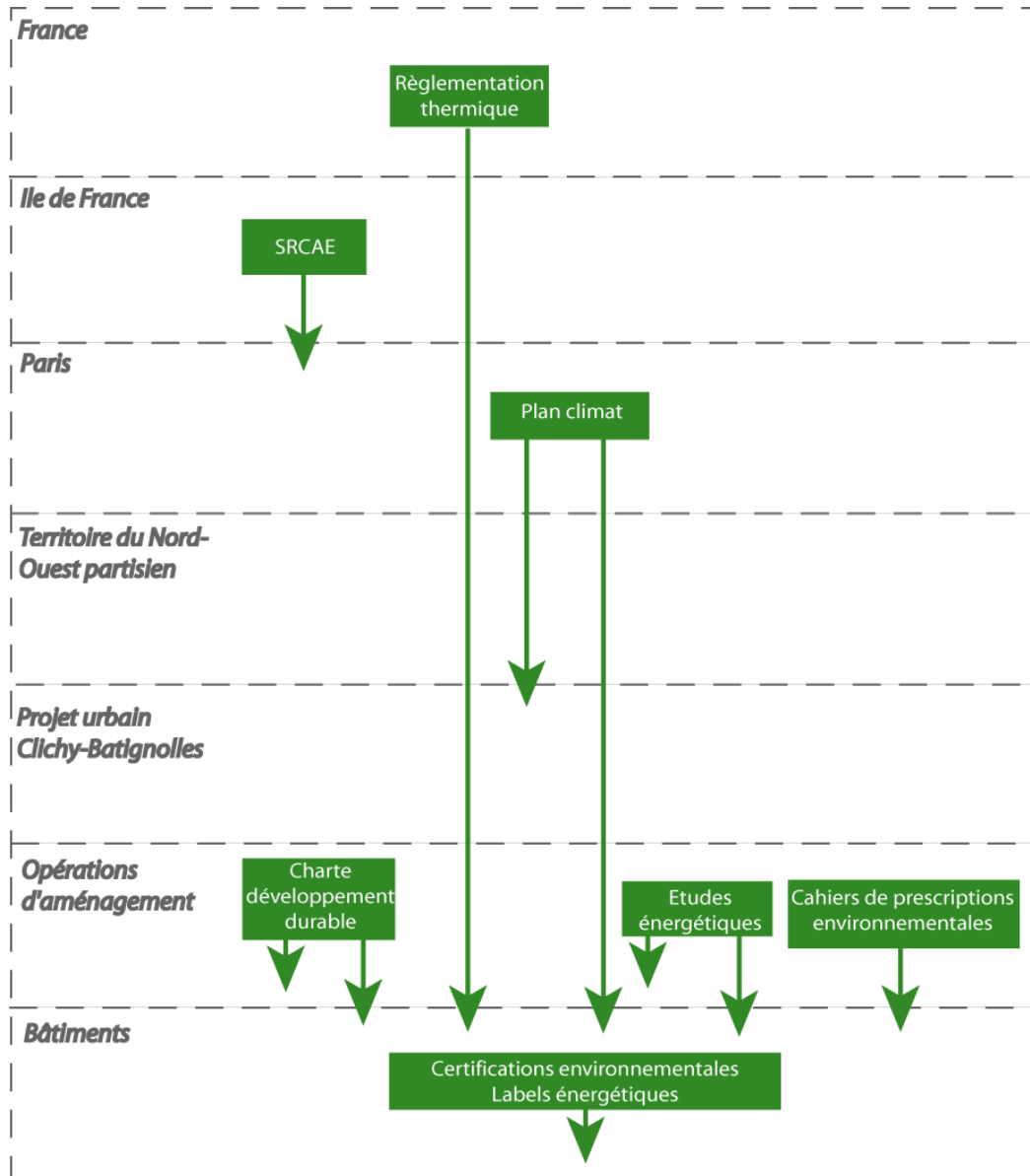


Figure 62. Documents relatifs à l'énergie en fonction des échelles spatiales de construction du projet Clichy-Batignolles

La compilation des trois schémas précédents (Figure 60, Figure 61, Figure 62) à travers un nouveau schéma, qui met en évidence les échelles où sont pris en considération les enjeux de l'énergie dans les projets urbains parisiens et les échelles où ceux-ci sont négligés.

Comme le montre la Figure 63, la grande majorité des documents ayant trait à l'énergie cible la performance des bâtiments qui seront construits dans le cadre des projets urbains. La performance énergétique des bâtiments est ciblée par la réglementation thermique, le Plan Climat de Paris et par les certifications environnementales et les labels énergétiques. Outre ces documents, les CPEDD développés à l'échelle des opérations/secteurs d'aménagement par l'aménageur avec l'aide d'un bureau d'étude spécialisé en environnement ont pour objectif en matière d'énergie de limiter les consommations énergétiques du bâti, conformément aux documents susnommés, et d'accompagner ou d'orienter le maître d'ouvrage dans le choix des énergies alimentant son bâtiment. En définitive les pratiques actuelles d'encadrement de la performance énergétique varient peu d'un projet à l'autre : l'aménageur rédige une charte de développement durable ayant pour but de mobiliser les différents acteurs intervenant sur son opération urbaine, et fait appel à un bureau d'étude spécialisé pour réaliser des études énergétiques permettant de définir les préconisations que les maîtres d'œuvre devront prendre en compte lors de la conception des projets architecturaux.

L'énergie n'est pas considérée comme un enjeu stratégique à l'échelle du projet urbain à l'exception du projet Clichy-Batignolles où, sous l'impulsion d'un bureau d'étude, des objectifs ambitieux de consommation énergétique et de recours aux énergies renouvelables ont été définis et inscrits dans le Plan Climat. Néanmoins, le fait que le Plan Climat contienne un encart spécifique à Clichy-Batignolles n'a pas empêché l'aménageur du lotissement Saussure de se détacher de ces objectifs. Si l'ambition énergétique du projet urbain avait été définie à l'origine en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, quelle que soit la nature de l'opération publique ou privée, ces objectifs auraient été mis en œuvre par tous. La réalisation de cette hypothèse suppose cependant qu'un bureau d'études énergétiques ait pu être mandaté à l'échelle du projet urbain.

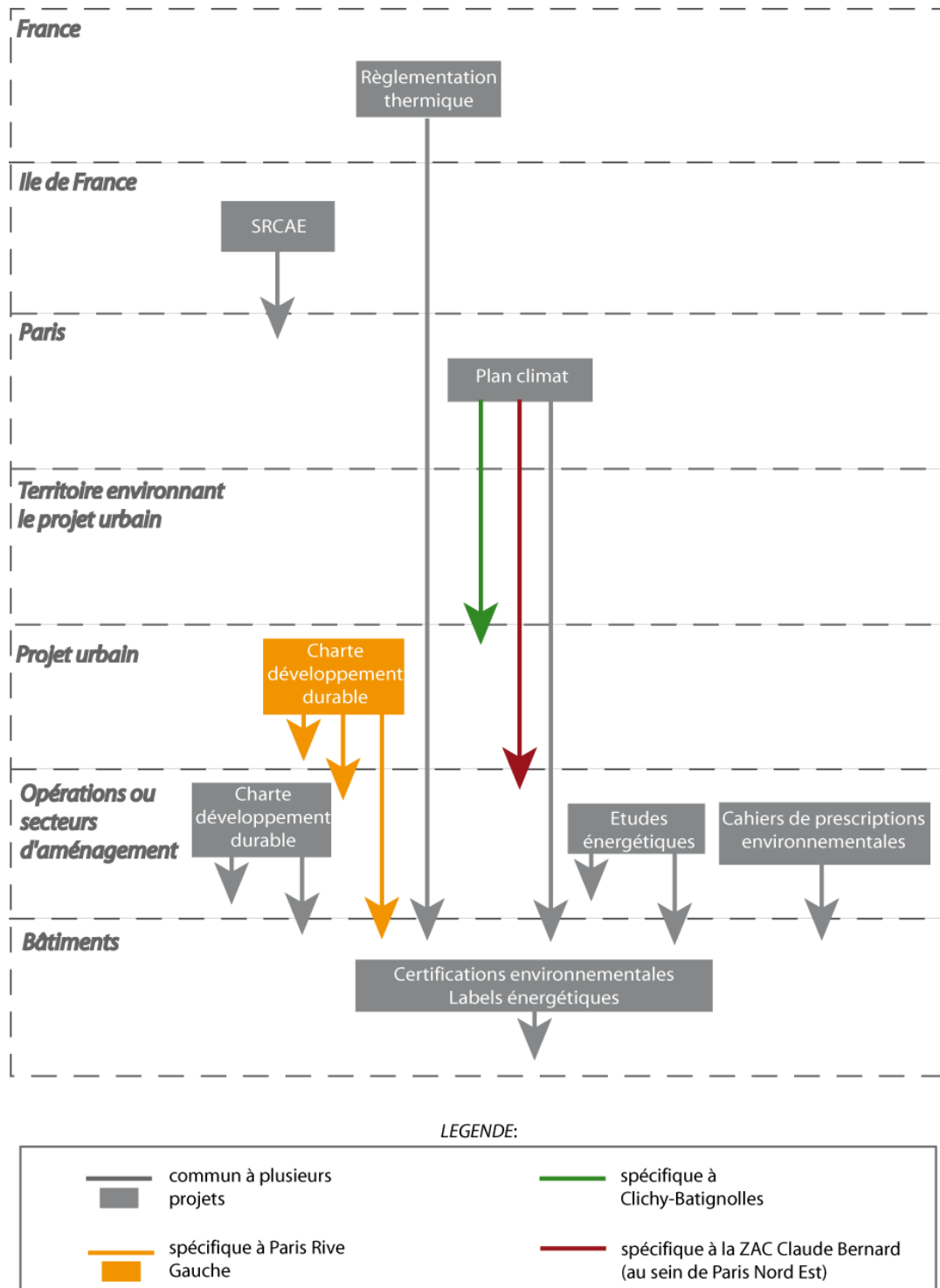


Figure 63. Echelles de production et d'application des documents relatifs à l'énergie dans les trois projets urbains parisiens

4. UNE EVALUATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES PROJETS URBAINS ENCORE QUASI INEXISTANTE

4.1. SEULE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES PROJETS IMMOBILIERS FAIT L'OBJET D'UN SUIVI

En plus de formuler des prescriptions, l'aménageur et son AMO environnement mettent en place une procédure de suivi de la qualité environnementale des projets immobiliers. Le déroulement du suivi environnemental des projets est inscrit dans les CPEDD. D'une opération à l'autre, les procédures mises en place se ressemblent. Des données doivent être fournies et des indicateurs remplis aux étapes successives d'une opération immobilière, c'est-à-dire le concours, l'Avant-Projet Sommaire (APS), l'Avant-Projet Définitif (APD) ou la demande de permis de construire, le chantier et la livraison. Nous nous concentrons ici sur le suivi de la performance énergétique des projets, bien que la procédure de suivi s'intéresse à l'ensemble des éléments caractéristiques de la qualité environnementale. Lors du concours, il est demandé aux maîtres d'œuvre concourants de décrire les solutions envisagées pour assurer la performance énergétique du futur bâtiment avec plus ou moins de précision, d'une opération d'aménagement à l'autre. A Masséna-Bruneseau (PRG), la description du projet doit comprendre les caractéristiques thermiques de l'enveloppe, le concept énergétique imaginé pour atteindre les objectifs du Plan Climat et le résultat des études de solarisation. Sur le secteur Tolbiac-Chevaleret (PRG), l'ensemble des solutions retenues pour assurer la performance énergétique du projet doit être décrit lors du concours, puis justifié lors du rendu des APS. Les études relatives à l'approvisionnement énergétique du bâtiment sont exigées lors de la constitution du dossier de demande de permis de construire. L'ensemble des données fournies doivent ensuite être mises à jour à chaque étape clé de l'opération immobilière. Le bureau d'études fournit un tableau d'indicateurs, qui doit être complété lors des différentes échéances dans les opérations Clichy-Batignolles et Macdonald (PNE). Néanmoins, le tableau ne doit être rempli à Macdonald qu'à seulement trois étapes, à savoir le concours, la demande de permis de construire et la livraison. Mettre en place un tableau de suivi des projets a permis au bureau d'études Tribu de proposer des indicateurs simplifiés de consommation de l'énergie grise et de contribution à l'îlot de chaleur urbain. Ainsi ce type de suivi se révèle complémentaire des procédures de labellisation énergétique et de certifications environnementales dans lesquelles les maîtres d'ouvrage engagent leur opération. Le cahier de prescription de la ZAC Claude Bernard est par ailleurs le seul à demander un bilan des consommations énergétiques deux ans après la livraison du bâtiment.

A la livraison, les projets sont audités par les organismes indépendants de certification et de labellisation. L'obtention de la certification environnementale et du label énergétique est un moyen de confirmer auprès de l'aménageur la qualité du bâtiment. L'audit consiste en majeure partie à vérifier que les engagements annoncés ont bien été réalisés. Le label BBC Effinergie comprend également un test d'étanchéité à l'air. Afin de s'assurer de l'obtention du label, des tests d'étanchéité à l'air sont ainsi réalisés durant le chantier :

« Dans le label BBC, il y a une notion d'étanchéité à l'air importante. On doit non seulement avoir une performance thermique sur le papier, mais également, on est assujéti à des tests d'étanchéité à l'air en fin d'opération. Par mesure de précaution, on en fait à la fin du clos couvert

pour être sûr que ce qui est mis en œuvre fonctionne » (PNE, opération Macdonald, Promoteur logements, le 04/01/2013)

Sur l'opération Macdonald, l'AMO a en plus organisé avec l'entreprise générale des ateliers de mises en œuvre spécifiques, durant lesquels les éléments devant être réalisés avec précaution pour préserver les caractéristiques thermiques du bâti font l'objet d'une démonstration et de mesures :

« On y va et on dit : comment est-ce qu'on pose la menuiserie ici ? On fait un compte rendu détaillé. On va prendre des photos sur l'étape de pose de la menuiserie pas à pas. Ensuite, on va venir faire un premier test d'étanchéité à l'air sur ce premier témoin, dans lequel on va faire une recherche approfondie de fuite et se dire : voilà comment on a posé, suivant les règles de l'art, et on constate qu'il y a quand même des fuites. D'où ça vient ? A nous d'identifier d'où ça peut venir et se dire : cette action corrective, il va falloir qu'on l'applique sur l'ensemble des logements qu'on va faire au-dessus » (PNE, opération Macdonald, AMO environnement lots logements, le 22/05/2013).

Cette démarche a notamment permis de vérifier la qualité des menuiseries qui ne correspondaient pas aux critères de choix exigés par l'AMO :

« Il y a des menuiseries qui ne répondaient pas au classement qu'on avait demandé. On a demandé à l'entreprise de fabriquer des boîtes en béton et de monter ses façades avec les menuiseries voulues, et qu'on fasse les premiers tests d'étanchéité à l'air sur ces boîtes, pour voir si on pouvait valider ou pas le principe. La réponse était oui. Les menuiseries n'avaient pas le classement minimum qu'on avait imposé au marché. On leur a dit : si vous respectez une bonne mise en œuvre, ça peut marcher, puisque les tests le prouvent » (PNE, opération Macdonald, AMO environnement lots logements, le 22/05/2013).

Mesurer les consommations des bâtiments en phase d'exploitation est nécessaire aux yeux des différents experts que nous avons rencontrés. Si l'intérêt de mesurer les consommations réelles est partagé par nombre d'acteurs, la question de l'acteur en position d'exiger ou de réaliser ces mesures reste ouverte sur les opérations que nous avons étudiées. En effet, les acteurs qui interviennent lors de la conduite de projet d'aménagement et même de projet immobilier sont voués à se retirer une fois l'opération livrée. Seuls les investisseurs gestionnaires restent présents sur le quartier après la livraison de l'opération d'aménagement (bailleurs sociaux, services techniques de la ville en charge des services urbains des déchets, de la voirie, de l'éclairage public, etc. et les gestionnaires de réseaux). Ni l'aménageur, ni le maître d'ouvrage des opérations immobilières ne sont aptes à mesurer les consommations réelles. Seul le propriétaire semble en posture de vérifier les factures relatives à la vie de son bien immobilier ou de ses locataires :

« On n'a rien prévu. Le label, c'est à la livraison. Le promoteur livre, il assure son service après-vente et il est amené à disparaître. Après, si le propriétaire le veut, c'est assez simple à faire. Il peut comparer ses niveaux de facture. Et il y a des compteurs calorifiques qui sont installés, il est facile de faire les mesures si le propriétaire veut les faire » (PNE, opération Macdonald, Promoteur logements, le 04/01/2013).

« En phase gestion, de quel droit on va aller voir une copropriété où le maître d'œuvre nous avait annoncé qu'on serait Plan Climat à 50 kW/h, de quel droit je vais contacter le syndic pour lui demander quelles sont les dépenses du bâtiment, essayer de faire un calcul énergétique sur les

consommations réelles du bâtiment ? C'est une propriété privée. On a un sérieux problème à l'échelle des opérations d'aménagement de retour en phase gestion, ce qui est quand même fondamental pour pouvoir analyser la pertinence de ce qui a été fait. [...] Très clairement, la question de tout ce suivi de la vie des immeubles dans le temps, c'est une question de temps et de moyens à y consacrer. Et à ma connaissance, on ne les a pas. Sauf côté DPA⁷⁹ sur les équipements publics » (PRG, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

« Après, on n'a pas de pouvoir d'aller demander un contrôle au bout de deux ans pour voir si ça continue de fonctionner. Aucun pouvoir légal pour vérifier les consommations des bâtiments deux ans après la livraison. [...] C'est la cuisine interne des maîtres d'ouvrage. Nous, on n'est plus là. On n'est plus dans le jeu. Une fois qu'ils ont livré leur bâtiment, on va y passer de temps en temps, parce qu'on a quelques commerces qui sont des volumes dans les bâtiments qui appartiennent encore à la SEMAPA, mais on n'a aucun moyen de contrôler les choses. Si ce n'est à revenir vers eux parce qu'ils n'ont pas fini le truc comme on l'avait demandé. Ou parce qu'on avait convenu que le cœur d'îlot serait traversé et que finalement, la grille est tout le temps fermée. Mais c'est tout. On ne rentre pas dans les bâtiments, on ne rentre plus. Ce n'est plus de notre ressort. Mais on a quand même blindé un certain nombre de choses dans la consultation pour avoir un minimum. Après, il faut aussi que les maîtres d'ouvrage et les gens qui habitent jouent le jeu ». (PRG, aménageur, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012).

Si l'aménageur n'est pas en mesure de mener lui-même les contrôles des factures énergétiques une fois le bâtiment en exploitation, la nécessité de ce type de mesure peut être inscrite dans les cahiers de prescriptions, annexés aux cahiers des charges de cession de terrains. Dans ce cas, le maître d'ouvrage s'engage à réaliser les contrôles après un laps de temps défini dans le CPEDD. C'est du moins la procédure qui a été adoptée sur la ZAC Claude Bernard.

Outre les bailleurs sociaux, qui en tant que gestionnaires ont intérêt à suivre les consommations de leurs immeubles et à capitaliser les retours d'expériences pour des opérations futures, les bureaux d'études spécialisés en environnement ou en énergie sont intéressés par ces valeurs réelles. Alto Ingénierie, AMO développement durable sur les lots de logements de l'opération Macdonald nous a expliqué avoir instrumenté un immeuble de bureaux de la ZAC Rungis où un bilan des consommations énergétiques du bâtiment était demandé dans les CPEDD de la ZAC. Pour respecter cet engagement le bureau d'études a proposé au promoteur avec qui il collabore régulièrement d'aller plus loin en installant des instruments de mesures et un système de relevé automatisé des données relatives au fonctionnement thermique du bâtiment : retrofit des stores électriques, mesure du flux solaire reçu en façade, données sur les heures d'occupation des bureaux, consommations d'éclairage par rapport à la luminosité extérieure, etc. Les données de la gestion technique du bâtiment sont envoyées automatiquement et numériquement au bureau d'études, ce qui évite à l'exploitant de devoir transmettre régulièrement ces données :

« On a une mission de suivi pendant deux ans de cette opération. Et on l'a instrumenté de manière extrêmement détaillée. [...] on a demandé une station solaire, un suivi de la gestion des stores pour se dire : on a des stores électriques, il y a certaines zones qui sont pilotées automatiquement. On a demandé que la GTB⁸⁰ puisse relever les informations sur le flux solaire

⁷⁹ Direction du Patrimoine et de l'Architecture de la Ville de Paris

⁸⁰ Gestion technique du bâtiment. L'appellation GTB⁸⁰ renvoie au système informatique permettant de gérer l'ensemble des équipements d'un bâtiment.

perçu sur la façade, l'état d'ouverture du store avec sa position précise en fonction des heures de la journée, si on est occupé ou non à l'intérieur du bureau avec la détection de présence. Tous ces points pour définir un profil de fonctionnement sur deux ans, de gestion automatisée des stores et de comparer ça sur plusieurs zones d'étude avec une gestion manuelle. Ce qu'on étudie aussi sur d'autres zones. Il me tarde d'avoir ces données. Pareil sur les consommations d'éclairage par rapport à la luminosité extérieure. On met des sondes de luminosité sur des zones d'étude en extérieur du bâtiment, en intérieur, avec la consigne de niveau de lux. Et suivre ça au pas de temps horaire pendant deux ans. On a instrumenté une GTB du bâtiment pour recevoir directement ici des documents de manière automatique. On a des missions, on a des suivis sur lesquels l'exploitant s'en fout de se dire : "on doit envoyer des documents à Alto Ingénierie". C'est le dernier de ses soucis. Si c'est automatisé, contractualisé, ça se fait tout seul. [...] Il y avait un cahier des charges, on a voulu aller un peu plus loin. On a proposé ça à Icade bureaux, qui sont aussi très motivés là-dessus. [...] Tout le monde était de bonne volonté pour que ça fonctionne bien, même l'entreprise générale. Ils demandent un bilan des consommations à + 2 ans. Mais ils ne demandent pas forcément tout ce que je viens de dire. [...] C'est plutôt nous en tant qu'AMO et BET qui avons poussé pour se dire : on propose des choses avec Icade depuis plusieurs années, ça serait pertinent de suivre ça parce qu'on va expliquer derrière qu'on a des dérives. Plus on fait des moyens de suivi fins, plus on va se dire : on avait estimé tant, on arrive à tant. Ok, mais est-ce que le bâtiment est occupé à 50 %, à 100 % ? Toutes ces inconnues. [...] C'est extrêmement intéressant parce qu'on continue à construire, mais on ne se pose pas trop de questions sur comment ça vit, comment ça se comporte, comment on doit optimiser. Pour moi, les missions suivi en exploitation, ça devrait être indispensable, ça devrait être lié dans le contrat, puisqu'il y a la notion du bail vert⁸¹ qui est arrivée, pour les bâtiments de plus de 2 000 m², qui doit lier le bailleur et le locataire, avec une revue des consommations énergétiques » (PNE, opération Macdonald, AMO environnement lots logements, le 22/05/2013).

Cet exemple démontre qu'il est possible de faire des campagnes de mesures sur des bâtiments en phase d'exploitation, dès lors que l'ensemble des parties prenantes, c'est-à-dire aménageur, maître d'ouvrage et bureau d'études ont conscience du potentiel de valorisation de telles données sur la réalisation de projets futurs. Ces démarches de suivi approfondi, qui ont un coût non négligeable demeurent toutefois ponctuelles. S'inscrivant dans une logique de capitalisation de l'expérience en vue de l'innovation, celles-ci ne sont pas destinées à être systématisées.

4.2. L'ÉVALUATION GLOBALE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE OU CLIMATIQUE DU PROJET URBAIN RESTE À DÉVELOPPER

Évaluer la performance énergétique d'un projet urbain suppose avant tout que des objectifs aient été définis. Il est également nécessaire que des indicateurs existent pour mesurer le respect des dits objectif et qu'un acteur soit chargé de procéder à l'évaluation. Parmi les trois projets urbains que nous avons analysés, aucune démarche d'évaluation de la performance énergétique globale du projet n'est pour l'heure planifiée. Clichy-Batignolles est le seul projet urbain pour lequel des objectifs énergétiques ont été fixés. Toutefois, comme nous l'avons vu au [CHAPITRE 7](#), les objectifs à

⁸¹ En application de la Loi Grenelle II n°2010-788 du 12 juillet 2010, les baux des locaux de plus de 2 000 m² de bureaux ou de commerces ont pour obligation de contenir une annexe environnementale appelée bail vert. Ce document précise les caractéristiques des équipements et systèmes du bâtiment et leurs consommations en énergie, en eau et la quantité de déchets générés. Les informations relatives à la qualité environnementale des locaux sont ainsi partagées entre propriétaires et locataires.

atteindre et les limites du système concerné ne sont pas définis suffisamment distinctement pour établir des indicateurs. Les AMO environnement des opérations Clichy-Batignolles et Macdonald nous ont fait part de leur intérêt pour une démarche d'évaluation de la performance énergétique à la livraison du projet, sans que les conditions de mise en œuvre de cette évaluation ne soient toutefois définies. Déterminer la couverture réelle des besoins énergétiques du quartier par les énergies renouvelables et de récupération produites localement supposerait de mesurer les consommations réelles de chacun des bâtiments du quartier.

Nous avons comparé dans cette thèse trois projets urbains en termes de prise en compte des préoccupations énergétiques et climatiques. Notre démarche ne visait pas à évaluer les projets mais à comprendre comment de telles préoccupations sont aujourd'hui abordées dans des projets de grande envergure. Cependant, il aurait été intéressant de mettre en perspective nos observations sur la conduite de ces opérations avec une évaluation de la qualité énergétique de ces projets. Il faudrait pour ce faire, avoir une grille d'évaluation commune de ces projets.

De 2010 à 2013, la Ville de Paris a procédé à l'évaluation développement durable de certaines de ses opérations d'aménagement. Le bureau d'études LesEnR a eu pour mission d'auditer une vingtaine d'opérations d'aménagement sur la base du tableau de bord du référentiel « un aménagement durable pour Paris » (Jégou et al., 2012). Le tableau de bord est renseigné directement par le chef de projet de l'opération. Le protocole d'évaluation mis en place par le bureau d'études comprenait quatre étapes. Dans un premier temps le bureau d'études procède au recueil des données auprès du chef de projet (tableau de bord, charte de développement durable, CPEDD). Dans un second temps, le bureau d'études rencontre le chef de projet et l'aménageur et procède à une visite du site. L'entretien a pour finalité de passer en revue l'historique de la démarche de développement durable mise en place au sein de l'opération et des difficultés rencontrées, mais aussi les indicateurs du tableau de bord qui n'ont pas ou mal été renseignés. L'entretien est ensuite synthétisé par le bureau d'études en concertation avec les acteurs rencontrés et le remplissage du tableau de bord finalisé. L'évaluation se conclut par la production d'une fiche reprenant les points forts et les points faibles de l'opération, ainsi que le diagramme radar obtenu à partir des indicateurs du tableau de bord. A l'issue des trois ans, une dizaine d'opérations ont été évaluées.

Parmi les trois projets urbains que nous avons étudiés, seule la ZAC Claude-Bernard a fait l'objet d'une telle évaluation. Cependant, la Ville de Paris ne souhaite pas communiquer le résultat de ces évaluations. Si ces évaluations sont utiles en interne pour capitaliser l'expérience et faire évoluer les pratiques d'une opération à l'autre, il est moins aisé pour les élus de valoriser ces informations qui pourraient mettre en évidence des succès. Par ailleurs la procédure d'évaluation et les indicateurs employés ne font pas l'unanimité au sein des équipes de la direction de l'urbanisme. Nous ne pouvons donc pas compter sur ces évaluations pour comparer les différentes opérations que nous avons approchées au cours de notre enquête de terrain. Par ailleurs, ces évaluations ne concernent que les opérations sous maîtrise d'ouvrage Ville de Paris, les opérations Saussure et Macdonald ne sont donc pas couvertes par cette démarche.

Si la mission d'évaluation du bureau d'études n'a pas pour le moment été reconduite, une plateforme numérique est néanmoins mise en place pour permettre à chaque chef de projet de renseigner les indicateurs du tableau de bord en ligne au fur et à mesure de l'avancement de l'opération. Ainsi la démarche initiale d'évaluation ponctuelle se transforme en outils de suivi de l'opération. L'idée

d'évaluer les projets n'a pas pour autant été abandonnée. En effet, le tableau de bord a été mis à jour de façon à se rapprocher de la grille d'évaluation du label EcoQuartier du ministère. Toutes les opérations de la Ville de Paris seront désormais labellisées EcoQuartier. La plateforme d'évaluation permettra aux chefs de projets de suivre la performance de leur opération et ainsi de mieux préparer le dossier de labellisation. La ZAC Claude Bernard a d'ores et déjà été écolabellisée en 2013, les ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet Chalabre sont, elles, candidates à une labellisation commune en 2014. Par ailleurs, la Ville envisage de lancer un marché pour effectuer des mesures de la performance environnementale et la durabilité des opérations après la livraison. Les opérations Claude Bernard et Fréquel-Fontarabie feront l'objet des premières campagnes de mesures.

Ainsi la Ville de Paris démontre une volonté d'évaluer la performance de ses opérations d'aménagement. Ces retours d'expériences lui permettront de prendre du recul sur les actions déjà menées et éventuellement de faire évoluer ses pratiques sur les opérations actuelles et futures. Ces procédures d'évaluations récentes ont besoin de temps pour que les pratiques se stabilisent et que la démarche d'évaluation fasse partie intégrante de la conduite des opérations d'aménagement. Les informations nécessaires à la comparaison de la durabilité des opérations d'aménagement parisiennes ne sont toutefois pas aujourd'hui disponibles. La labellisation EcoQuartier permettra à l'avenir de comparer les performances obtenues d'une opération à l'autre.

5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 8

Notre étude comparative des pratiques relatives à l'énergie dans les trois projets urbains nous a permis de mettre en évidence les facteurs ayant contribué à l'émergence des enjeux énergétiques dans ces dits projets et l'ensemble des procédures qui ont été mises en place pour y répondre.

Nous avons constaté que la prise de conscience des acteurs d'un projet urbain se fait progressivement et souvent par le relais de personnalités convaincues, engagées. Outre la prise de conscience de notre société et l'injonction à la ville durable qui incitent les acteurs de l'immobilier à améliorer la performance énergétique des bâtiments en projet, l'évolution réglementaire et notamment la concomitance des études urbaines et la rédaction du plan climat dans certaines opérations d'aménagement ont incité les acteurs à se positionner. Par ailleurs, les acteurs d'un projet urbain peuvent être amenés à se préoccuper de la performance énergétique de leur projet sous l'impulsion d'une politique externe au projet urbain lui-même, comme par exemple une candidature pour l'accueil d'un événement international tel que les jeux olympiques ou une réflexion sur le développement d'une forme urbaine nouvelle pour le tissu parisien (bâtiments de grande hauteur).

Nous nous sommes interrogés sur l'existence d'une gouvernance spécifique de la qualité énergétique dans les projets urbains. Les questions de performance énergétique sont appréhendées « classiquement » par les acteurs de l'aménagement et de la construction. Les procédures mises en place pour garantir la construction d'un quartier énergétiquement performant sont similaires aux autres procédures « qualité ». En plus de s'appuyer sur les réglementations nationales et locales, la maîtrise d'ouvrage de l'opération d'aménagement définit des objectifs de performance qui sont inscrits dans une charte de développement durable signée par l'ensemble des acteurs intervenant sur l'opération et déclinés sous forme de prescriptions. La nouveauté consiste à inviter les opérateurs immobiliers à s'engager contractuellement à respecter les prescriptions environnementales de

l'opération et à obtenir la certification environnementale et/ou le label énergétique choisis conjointement.

Analyser la mise en place de ces procédures de qualité énergétique en fonction des échelles de territoires considérées nous a permis de mettre en évidence que celles-ci ne sont mises en œuvre qu'à partir de l'échelle de l'opération ou du secteur d'aménagement et toutes visent la performance énergétique des bâtiments. Le projet urbain Paris Rive Gauche se distingue des deux autres cas, du fait que le périmètre d'intervention de l'aménageur est indifférencié de celui du projet urbain. Ainsi, la charte de développement durable rédigée par l'aménageur de la ZAC concerne à la fois l'ensemble du projet, les secteurs d'aménagement et les bâtiments. Par ailleurs des objectifs spécifiques de qualité énergétique ont été formulés et inscrits dans le Plan Climat de Paris en 2007 uniquement pour le projet urbain Clichy-Batignolles et la ZAC Claude Bernard (PNE). Des études énergétiques sont toutefois réalisées à l'échelle des opérations ou des secteurs d'aménagement.

Enfin, nous nous sommes intéressés aux procédures de suivi et d'évaluation de la performance énergétique des projets. Sur les projets urbains que nous avons analysés, les procédures d'évaluation mises en place ne concernent que les bâtiments. L'évaluation de la performance énergétique est réalisée dans le cadre du processus de labellisation des bâtiments et consiste en une évaluation théorique des consommations énergétiques d'une part et en une vérification de la mise en œuvre effective des solutions techniques annoncées d'autre part. Aucune procédure d'évaluation des consommations réelles n'est réalisée une fois le bâtiment en exploitation. En dehors des bailleurs sociaux et des investisseurs gestionnaires, aucun acteur participant à l'opération d'aménagement continue à être présent sur le quartier après la livraison et n'a donc de légitimité pour mesurer les consommations énergétiques des bâtiments. A titre exceptionnel, des bâtiments peuvent être instrumentés afin de permettre aux bureaux d'études de mieux connaître le comportement thermique d'un bâtiment, permettant ainsi à l'aménageur, aux opérateurs immobiliers et bureaux d'études impliqués de bénéficier d'informations utiles à l'amélioration de projets futurs. Seulement, aucune expérience de ce type n'a, à notre connaissance, eu lieu sur les trois projets urbains que nous avons étudiés. A l'échelle des opérations d'aménagement, la Ville de Paris a pris conscience de la nécessité d'évaluer la qualité environnementale de ses opérations. Après l'évaluation de quelques opérations d'aménagement sur la base de son référentiel « un aménagement durable pour Paris », la Ville de Paris envisage de faire labelliser ses opérations d'aménagement EcoQuartier, le label du ministère. La grille d'évaluation du référentiel parisien a été adaptée pour se rapprocher de la grille du label EcoQuartier et une plateforme numérique est mise en place pour accompagner les chefs de projet à la direction de l'urbanisme dans leur démarche de suivi du développement durable et préparer le dossier de labellisation. L'évaluation de la performance énergétique n'est pas distinguée des autres critères de durabilité d'une opération et ne fait donc pas l'objet d'une procédure spécifique. Evaluer la performance énergétique d'une opération nécessiterait de définir systématiquement des objectifs énergétiques accompagnés d'indicateurs de suivi. De cette manière, définir des objectifs énergétiques prendrait tout son sens et faciliterait, selon nous, la mobilisation et l'accompagnement des différents acteurs d'un projet urbain sur ces enjeux. Toutefois, cet effort de définition d'objectifs mesurables ne doit pas amener la maîtrise d'ouvrage à formuler des objectifs de moyens qui risqueraient d'annihiler la capacité d'innovation des maîtres d'œuvre (cf. [CHAPITRE 10, section 1.2](#)).

CHAPITRE 9. ENJEUX ENERGETIQUES : QUELLES INCIDENCES SUR LES CHOIX DE CONCEPTION ET D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ?

Après avoir identifié les procédures mises en place pour répondre aux enjeux de l'énergie dans les trois projets urbains, nous cherchons dans ce chapitre à déterminer l'importance donnée à ces enjeux dans les choix de conception. Dans un premier temps nous nous intéressons aux choix de conception urbaine pour apprécier l'influence des préoccupations énergétiques sur le dessin du plan masse (1.1) et la conception de l'éclairage public (1.2). Nous discuterons ensuite du recours dans les trois projets urbains aux leviers d'amélioration de la qualité énergétique d'un quartier (1.3) que nous avons identifiés dans le CHAPITRE 2. Dans un second temps, nous comparerons les prescriptions formulées dans les opérations d'aménagement pour encadrer les projets architecturaux (2). La comparaison reposera autant sur les méthodes de prescription (2.1) que sur leur contenu (2.2). Dans un troisième temps, nous comparerons les démarches de détermination des énergies approvisionnant les bâtiments en chaleur mises en œuvre dans les trois projets urbains (3.1). Cette comparaison nous amènera à réfléchir aux acteurs coordonnant cette question de l'approvisionnement énergétique des projets urbains (3.2) et à la temporalité de ces projets de développement des énergies renouvelables et de leur système de distribution (3.3).

1. LA PORTEE DES PREOCCUPATIONS ENERGETIQUES DANS LES CHOIX DE CONCEPTION URBAINE

1.1. LA CONCEPTION DU PLAN MASSE : CONTEXTE URBAIN VS OPTIMISATION ENERGETIQUE

Sur l'ensemble des trois projets urbains, les bureaux d'études interviennent systématiquement une fois qu'un premier plan de masse a été dessiné. La conception d'un plan de masse est un long processus auquel le bureau d'étude spécialisé en environnement prend part mais après les premières esquisses. En effet, une fois le site identifié et le programme défini par la Ville de Paris, une consultation d'urbanisme est lancée. A travers la sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, l'apparence du futur quartier, son fonctionnement, son paysage sont retenus. Ce n'est qu'une fois le premier plan masse réalisé que le découpage opérationnel est fait, que les opérations d'aménagement sont créées. Une fois que l'aménageur a été retenu ou constitué – dans le cas de l'opération Macdonald, aucun aménageur n'a été désigné par la Ville de Paris, il y a eu création de la SAS ParisNordEst – les appels d'offre pour les missions d'études peuvent être lancés. Dans ce cadre, les études environnementales et l'analyse bioclimatique du projet urbain ne peut donc pas être réalisées plus tôt. Il est toutefois nécessaire de nuancer notre propos, les trois projets urbains ne s'étant pas déroulés de façon tout à fait similaire.

Si dans tous les cas, le dessin urbain précède la création de la ou des opérations d'aménagement, le contenu et le niveau de détail de ce dessin diffèrent d'un projet à l'autre. En effet, à Paris Rive Gauche et Paris Nord Est, les consultations urbaines à l'échelle du projet urbain ont eu pour objet de

constituer les grandes lignes de celui-ci, les axes principaux, les grands partis pris. Le plan masse a été plus finement travaillé par d'autres maitres d'œuvre à l'échelle des opérations d'aménagement à Paris Nord Est ou des secteurs d'aménagement à Paris Rive Gauche. Néanmoins, les bureaux d'études sont, quel que soit le projet urbain, missionnés par les aménageurs. Le projet urbain Clichy-Batignolles est quant à lui conçu par une équipe unique de maitrise d'œuvre et réalisé dans trois opérations d'aménagement. Pour chacune de ces opérations, l'aménageur missionne des assistants à maitrise d'ouvrage spécialisés en environnement, ce qui signifie qu'à priori le plan masse est analysé par des bureaux d'études, opération par opération. Si le bureau d'études spécialisé en énergie a été missionné successivement sur les deux ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles, ce n'est pas le cas des autres bureaux d'études spécialisés. Les études environnementales visant à évaluer le plan masse en termes d'ensoleillement, d'exposition aux vents dominants saisonniers et au bruit n'ont pas été menées par les mêmes experts. Du côté Saussure, la conception du plan masse s'est faite un peu différemment. Lorsque la procédure de lotissement a été lancée, le plan masse n'était que partiellement esquissé : François Grether avait mis en avant la nécessité de penser la mutation du territoire en synergie de part et d'autre des voies ferrées mais tant qu'aucune opération d'aménagement n'avait démarré, il n'avait pas fait de proposition détaillée de plan masse. De nombreuses difficultés techniques relatives au positionnement du site en contrebas de plusieurs mètres du boulevard Pereire ont rapidement été mises en évidence. La SNEF a donc été obligée de retravailler le plan du lotissement avec François Grether et son équipe. Une fois repensé, le plan masse du lotissement a été validé par la direction de l'urbanisme, les cabinets d'élus et enfin les élus avant d'être présenté en réunion de concertation.

Dans ces études, l'expert analyse les propositions des concepteurs et leur soumet des modifications censées améliorer la qualité environnementale du projet. Les modifications restent toutefois marginales, le plan masse n'étant jamais totalement remis en question. Les réflexions portent plutôt sur l'épaisseur des bâtiments, l'implantation des bâtiments les plus hauts, etc. Le tracé des voiries et des grands espaces ne semble pas pouvoir être modifié au nom de la performance énergétique des bâtiments. Il n'y a que dans le secteur Masséna-Bruneseau où les études énergétiques et climatiques ont réellement participé à la réflexion sur le dessin de la forme urbaine, son influence sur la performance énergétique des bâtiments et le confort thermique des espaces publics. Si Transsolar est intervenu après qu'un premier plan masse ait été proposé, il a néanmoins accompagné l'architecte coordinateur dans sa réflexion sur les hauteurs. Cette réflexion, qui a finalement pris presque dix ans, a pris des formes différentes – consultation d'urbanisme et mission d'architecte-coordinateur, ateliers grande hauteur – mais le bureau d'études a continué à travailler aux côtés de l'architecte-coordinateur. Parmi toutes les opérations que nous avons étudiées, le secteur Masséna-Bruneseau est le seul où le bureau d'études spécialisées en environnement fait partie de l'équipe de maitrise d'œuvre. Dans les autres cas, le bureau d'études est missionné par l'aménageur en tant qu'assistant à maitrise d'ouvrage. Nous pouvons supposer qu'en prenant Transsolar dans son équipe de maitrise d'œuvre Yves Lion était plus à même d'être ouvert aux conseils et critiques de son expert.

Les possibilités de mise en œuvre des préceptes du bioclimatisme apparaissent relativement faibles dans de tels projets urbains. En effet, les trois sites de projet sont en quelques sortes des enclaves entourées de quartiers existants. Le tracé des voiries et des espaces publics est donc contraint par le maillage alentours, la topographie du site et la densité du programme à construire. Il est nécessaire

d'articuler la question de la qualité énergétique d'un quartier avec ces contraintes et les autres enjeux de l'aménagement parfois contradictoires :

« Est-ce que cette ambition énergétique est rentrée en opposition avec d'autres ambitions ?

Tout à fait. Il faut faire attention où on veut aller. Il ne faut pas prendre en compte une seule cible. Il faut bien croiser toutes les cibles. Par exemple, l'aspect énergétique, pour être concret, on pourrait dire : on oriente le bâtiment de telle manière, on fait des petites fenêtres parce que sinon, il y a des déperditions énergétiques. On ne met pas de terrasse parce qu'il faut couvrir de panneaux photovoltaïques. En perdant de vue d'autres aspects qui sont le fonctionnement urbain, qui fait qu'on ne peut pas forcément orienter le bâtiment d'une certaine manière parce que si on veut créer des liens avec le reste du quartier, la voirie est forcément dans un sens et pas dans un autre. Donc le bâtiment n'est pas toujours idéalement orienté. » (Clichy-Batignolles, aménageur Saussure, le 07/11/2012).

En définitive, l'énergie apparaît dans l'ensemble des projets, même à Clichy-Batignolles, comme un critère de plus à prendre en compte dans la conception urbaine, mais en aucun cas comme un critère dominant, comme le montre ces extraits d'entretiens :

« On a une constructibilité qu'on souhaite atteindre et on demande une faisabilité qui prenne en compte les questions énergétiques, les questions de vent, les questions d'ombre portée sur le patrimoine existant et sur le patrimoine à réaliser, les questions de traitement d'eaux pluviales, de comment on peut les récupérer ou pas et ce qu'on peut en faire. Tout un tas de critères rentre en ligne de compte. Et les transports, les transports en commun, les espaces verts à mettre en place... Mais la question énergétique n'est pas dominante à ma connaissance. Il y a trop de facteurs imbriqués qui impactent les uns sur les autres. Si on veut des espaces verts, forcément, il y a des endroits où on ne construit pas. Est-ce qu'on construit un peu plus haut ailleurs ou on construit un peu moins ? Ça fait tout un tas de questions à réfléchir et à organiser, qui font que la question énergétique est une question, mais ça ne reste qu'une question » (PRG, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

« En termes d'orientation plutôt solaire – puisque ça a un impact sur la consommation – on est quand même d'abord dans une problématique urbaine avant d'être dans une problématique solaire. On n'est pas dans un schéma héliocentriste qui refait surface aujourd'hui, de manière un peu primaire, sur le thème nord-sud, quel que soit le site géographique d'ailleurs. On a l'impression qu'il y a un retour à quelques théories urbaines un peu éculées. On n'est pas dans cette logique. » (Clichy-Batignolles, urbaniste, le 07/11/2012).

La performance énergétique peut même être lésée en raison de contraintes de programmation, comme ce fut le cas à Clichy-Batignolles lorsque le déplafonnement des hauteurs a été décidé pour respecter au mieux le programme du projet urbain malgré l'implantation de la Cité Judiciaire au nord du site :

« Le bureau qui avait travaillé sur la production énergétique en général, Izuba, avait expliqué que les 50 m étaient plus consommateurs, et qu'en plus, ils offraient moins de surface pour les panneaux photovoltaïques. Donc moins performants. Mais ça n'a pas été déterminant. » (Clichy-Batignolles, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

1.2. LA CONCEPTION D'UN ECLAIRAGE PUBLIC ECONOMOME EN ENERGIE : L'EXCEPTION DE CLICHY-BATIGNOLLES

Sur les trois projets urbains que nous avons étudiés, Clichy-Batignolles est le seul où une réflexion sur l'efficacité énergétique de l'éclairage public a été menée. A Paris Rive Gauche, l'aménageur nous a expliqué que dans la mesure où les espaces publics étaient rétrocédés à la Ville de Paris il ne pouvait déroger à la règle et devait donc réaliser des espaces publics en continuité avec les espaces publics environnants. A Paris Nord Est, aucune réflexion particulière n'a été menée à notre connaissance ni à l'échelle du grand territoire, ni à celle des opérations d'aménagement. Etant donné que l'urbaniste-coordonateur du projet urbain Paris Nord Est considère les enjeux énergétiques comme des problématiques d'ingénierie de petite échelle et non de grande échelle, nous pouvons comprendre pourquoi une telle réflexion n'a pas été menée.

Toutefois, il nous semble y avoir plusieurs explications au fait qu'un projet d'éclairage public innovant ait réussi à voir le jour à Clichy-Batignolles.

Premièrement, à Clichy-Batignolles, un concepteur d'éclairage public était présent au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine dès les premières esquisses. Ce n'était pas une demande expresse de la Ville de Paris mais le fruit d'une collaboration de longue date entre l'urbaniste, le paysagiste et le concepteur lumière. En accord avec l'ambition politique de faire de Clichy-Batignolles un « écoquartier innovant et exemplaire », l'éclairagiste a axé son travail de conception sur les économies d'énergies. Les difficultés rencontrées par l'éclairagiste pour faire valider son projet auprès des services techniques de la Ville de Paris tiennent à des problèmes de communication au sein des services. Si les personnes à la tête des services de l'urbanisme et de la voirie étaient bien au fait du caractère exceptionnel du projet Clichy-Batignolles de par son ambition environnementale, les personnes en charge du suivi de la réalisation des espaces publics ne semblaient pas être au courant. L'ambition environnementale du projet urbain n'était du moins pas une raison suffisante pour qu'ils autorisent un projet ne respectant pas la règle usuelle sur les niveaux d'éclairage des espaces publics parisiens.

Deuxièmement, les problématiques de continuité de l'espace public et de son système d'éclairage entre le projet et les voiries existantes sont peu présentes à Clichy-Batignolles. Le projet constitue plutôt une enclave au sein de laquelle il était possible de rompre avec les systèmes d'éclairage parisiens classiques. En effet, les limites du projet sont bien identifiées, c'est un nouveau quartier avec une identité propre, qui s'organise autour d'un grand parc. Il était donc aisé de jouer sur les niveaux d'éclairage aux abords du parc et sur les voies situées entre le parc et les immeubles. Seuls les avenues et boulevards en limite du projet doivent être traités en continuité de l'espace public existant. Par conséquent, la mise en place de système d'éclairage public innovant est exclue sur les grands axes délimitant le projet urbain dans son environnement. Toutefois, il aurait été envisageable de diminuer les niveaux d'éclairage de manière similaire sur les plus petites voies comprises au sein des différentes opérations d'aménagement du projet Paris Nord Est ou au sein des secteurs Masséna Bruneseau ou Tolbiac Chevaleret de la ZAC Paris Rive Gauche, opérations qui ont démarré à la même époque que Clichy-Batignolles.

Depuis que le projet d'éclairage public de Clichy-Batignolles a été validé, la règle parisienne a évolué. En charge d'autres projets dans Paris, l'éclairagiste a pu constater que les services de la Ville de Paris

n'ont plus d'hésitation à valider un projet prévoyant d'éclairer les voiries à 10 Lux (au lieu de 20 Lux de l'ancienne règle parisienne), les trottoirs à 7,5 Lux (au lieu 10-15 Lux) ou à installer des LED. En matière d'éclairage public, l'écoquartier Clichy-Batignolles a effectivement servi d'expérimentation, puisque les nouvelles technologies et les nouvelles normes d'éclairement peuvent désormais être étendues à l'ensemble du territoire parisien. Si la gestion dynamique de l'éclairage public (adaptation de l'éclairement au cours de la nuit en fonction de la fréquentation) a été jugée sur Clichy-Batignolles trop innovante pour les parisiens, trop en rupture avec le système d'éclairage parisien classique, la Ville de Paris est en voie de mettre en place un système de télégestion de l'ensemble de son parc. Bien que le système de télégestion installé depuis les armoires électriques ne soit pour le moment appréhendé que pour faciliter la maintenance, cette évolution des mentalités ouvre la voie à des systèmes de gestion dynamique de l'éclairage.

1.3. DE NOMBREUX LEVIERS URBAINS D'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE D'UN QUARTIER IMPLICITEMENT ACTIVÉS

Avant que ne soient décidées les formes urbaines, la maîtrise d'œuvre s'applique à implanter les différents programmes à construire sur le site, à définir les différents espaces et le fonctionnement général du quartier, dont les principaux flux de circulation. Pour répartir les programmes sur le site du projet, plusieurs critères sont pris en considération tels que l'exposition au bruit, la localisation de la station de transport en commun. Ces critères guident, dans la mesure du possible, le choix d'implantation des programmes, sachant qu'il faut également prendre en considération les caractéristiques du site, sa topographie, le tracé des voiries existantes. La finalité première du dessin urbanistique reste le respect du programme défini par la collectivité, malgré tous ces paramètres à prendre en considération. L'exposition au bruit des parcelles apparaît relativement bien prise en compte dans les choix de répartition des programmes. Ainsi les bureaux seront préférentiellement situés dans les zones les plus exposées au bruit et à la pollution et les logements dans les zones les moins exposées, l'idée étant que les immeubles de bureaux puissent servir d'écrans antibruit pour les logements. C'est ce principe qui a été mis en œuvre dans les ZAC Claude Bernard et Clichy-Batignolles. A Paris Rive Gauche cette logique n'apparaît pas aussi clairement, ce qui peut s'expliquer par le changement progressif du programme de l'opération et la volonté de couvrir le plus possible les voies ferrées pour en réduire les nuisances. Cette logique de répartition des programmes répond avant tout à des préoccupations de confort acoustique et non de sensibilité des usagers à ouvrir leurs fenêtres pour ventiler naturellement leur appartement. A Clichy-Batignolles où le recours à un système de climatisation actif a été interdit dans les cahiers de prescriptions de l'aménageur, l'exposition au bruit et à la pollution de l'air des immeubles de bureaux s'est révélée problématique. Il a fallu que les AMO environnement des opérations immobilières prennent ce critère en compte lors du développement du système de rafraîchissement passif.

La mixité fonctionnelle à l'échelle du quartier fait partie de la rhétorique de développement durable de chacun des trois projets urbains. Si un temps l'ambition à Paris Rive Gauche était de créer un quartier tertiaire, ce temps est révolu depuis un moment, et le projet se caractérise par une mixité fonctionnelle relativement importante. Dans les trois projets il y a notamment une volonté de conserver sur place des activités telles que le tri des déchets ou la production de ciment pour éviter des déplacements routiers supplémentaires liés à un repositionnement de ces activités sur des territoires moins denses, et plus excentrés.

Un certain nombre de critères et de contraintes sont prises en compte lors du dessin urbanistique. Voici ceux dont les acteurs nous ont fait part lors de notre enquête :

- Les apports solaires,
- L'exposition aux vents,
- La compacité du bâti,
- L'épaisseur des bâtiments,
- La présence du végétal,
- La récupération et le traitement des eaux pluviales,
- L'accessibilité aux stations de transport en commun et les liaisons avec les quartiers environnants,
- Le confort des lieux de vie extérieure et intérieure,
- Le paysage et les ambiances,
- La constructibilité visée et autorisée,
- Circulations piétonnes,
- La mémoire du site, la préservation et l'intégration du patrimoine existant dans le projet,
- Les caractéristiques physiques du site (topographie, nuisances, pollutions)
- Le maillage des voiries existantes.

Parmi ces critères de conception, plusieurs influent sur la performance énergétique du quartier. Profiter des apports solaires est le levier qui revient le plus souvent dans la bouche des acteurs lorsqu'on les interroge sur les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la performance énergétique de leur projet. Pour ce faire, ils jouent sur l'orientation des bâtiments (placer les logements au sud) et des rues, ou encore sur le prospect afin de limiter les ombres portées d'un bâtiment sur un autre ou sur les espaces publics :

Sur la solarisation, on a visé l'objectif d'avoir un minimum de 2 heures de soleil par jour au 21 décembre. Un travail a été fait par héliodon et évaluation solaire sur les volumes 3D du plan masse. On a estimé le nombre d'heures sur les façades orientées favorablement au soleil. On a notamment travaillé sur les orientations des bâtiments, sur leur implantation, sur les masses portées. Ce sont les aspects qui concernent les bâtiments. » (Clichy-Batignolles, AMO DD, le 30/11/2012).

L'orientation et l'espacement des bâtiments sont également pensés de manière à créer les conditions nécessaires à la ventilation naturelle des bâtiments.

Sur l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, des études ont été menées pour préciser comment profiter de la mixité fonctionnelle pour mettre en place un système d'échanges de calories entre des programmes aux besoins complémentaires. Toutefois les études n'ont pas été menées jusqu'au bout, puisque le raccordement des bâtiments aux réseaux de chaleur et de froid a été préféré à cette solution innovante. Il était également conseillé par Transsolar au maître d'ouvrage du lot B3A du secteur Masséna-Bruneseau d'étudier les potentialités de mutualisation énergétique entre les programmes des deux immeubles de grandes hauteurs. Mais il ne semble pas que des études dans ce sens aient effectivement été réalisées. En revanche l'aménageur n'a pas tiré parti à Paris Rive Gauche de la densité de population et du programme de l'opération d'aménagement pour développer une solution mutualisée d'approvisionnement en chauffage et en froid. La CPCU et

Climespace ont néanmoins trouvé opportun d'étendre leur réseau pour desservir quelques bâtiments, la présence initiale d'une canalisation structurante pour le réseau de chaleur parisien a facilité cette démarche. Dans les derniers secteurs de la ZAC, les AMO environnement ont conseillé aux maîtres d'ouvrage des opérations immobilières, d'étudier les potentiels de mutualisation énergétique. A Paris Nord Est, ce sont les opérateurs qui ont profité de la densité de programmes prévus dans les opérations d'aménagement de la ZAC Claude Bernard et de Macdonald pour créer de nouveaux réseaux.

En ce qui concerne les leviers permettant d'inciter les usagers à privilégier les modes de déplacements doux, seule la création de pistes cyclables est largement utilisée dans les trois projets urbains. La connectivité de la trame urbaine a été exploitée à Paris Nord Est, lorsqu'il a été décidé de créer une passerelle piétons et vélos au-dessus du périphérique, permettant de relier le futur pôle multimodal au pôle commercial et tertiaire du Millénaire à Aubervilliers. Une partie de l'entrepôt Macdonald a également été détruite pour créer une place urbaine, créer une voie piétonne et laisser passer le tramway. Ainsi, l'impression d'immensité de l'entrepôt est réduite, le quartier prend une dimension plus urbaine, même s'il faut du temps pour un piéton aujourd'hui pour traverser l'entrepôt.

La couleur et la réflectivité des revêtements de sols extérieurs ont été prises en compte à Clichy-Batignolles pour lutter contre l'îlot de chaleur urbain d'une part et réduire les besoins d'éclairage public d'autre part.

A partir de ce recensement des critères de conception énoncés par les acteurs rencontrés lors des entretiens, nous avons relevé plusieurs critères qui correspondent aux leviers urbains que nous avons identifiés dans la littérature scientifique comme ayant une incidence sur la performance énergétique d'un quartier. Rappelons toutefois que ces leviers ne font pas tous l'unanimité de la communauté scientifique, certains sont même fortement discutés. Notre démarche n'a pas eu pour finalité de sélectionner les leviers les plus pertinents pour améliorer la qualité énergétique d'un quartier, mais seulement de faire un échantillonnage des leviers potentiels.

Le [Tableau 19](#) reprend les leviers identifiés dans la littérature et dans les études de cas, précise leur contribution à l'amélioration de la qualité énergétique du quartier et dans quelle mesure ceux-ci sont pris en compte dans chacun des trois projets urbains. Ce tableau repose sur notre interprétation des logiques de conception dont nous ont fait part les acteurs au cours des entretiens. Ces logiques nous ont bien souvent été exposées dans des termes simples bien loin des formulations que l'on peut trouver dans la littérature scientifique. Pour un aperçu plus fin et plus exhaustif des critères de conception utilisés pour améliorer la performance énergétique d'un projet urbain, il faudrait diffuser un questionnaire auprès des maîtrises d'œuvre urbaines d'un grand nombre de projets. Notre travail ne permet pas non plus de définir le poids de chacun des critères dans les choix de conception, les acteurs nous ont simplement fait part de leurs impressions générales quant à la place donnée à l'énergie dans les choix de conception urbaine (voir plus haut). Ce tableau n'en demeure pas moins un premier aperçu des pratiques des équipes de maîtrises d'œuvre urbaines dans trois grands projets parisiens actuels.

La plupart des variables identifiées dans la littérature scientifique sont effectivement prises en compte dans le dessin urbanistique. L'action sur ces variables n'est toutefois que rarement justifiée

par la volonté d'améliorer la performance énergétique du quartier. Les variables relatives au maillage des rues en sont un bon exemple. Bien que le lien entre la densité et la connectivité des rues n'ait pas été particulièrement cité dans les entretiens, il nous paraîtrait faux d'affirmer que ces critères ne font pas partie de la réflexion de la maîtrise d'œuvre urbaine. Dessiner le maillage des rues suivant la présence des stations de transports en commun et la nature des programmes nous paraît être au cœur du métier d'urbaniste. Les déplacements doux nous semblent bien intégrés aux réflexions urbaines, même si, en dehors de la création de pistes cyclables, elles ne sont que peu mises en avant. La végétalisation des espaces publics participe avant tout à la qualité du cadre de vie dans un milieu urbain. Les parcs et jardins font parties des aménités qu'un projet urbain se doit de fournir aux habitants et usagers du territoire. Mis à part à Clichy-Batignolles où l'AMO environnement a mis en place un indicateur simplifié de contribution à l'îlot de chaleur urbain (ICU), la lutte contre l'ICU nous semble constituer un argumentaire construit a posteriori.

Protéger les espaces extérieurs des vents dominants pour en améliorer le confort thermique est un critère de conception que nous n'avions pas relevé lors de notre revue de la littérature scientifique. Le rôle de l'albédo des revêtements de sols extérieurs dans la réduction des besoins en éclairage public n'était pas non plus apparu lors de notre recherche bibliographique, bien que le lien paraisse évident.

Par conséquent l'étude des trois projets urbains nous a permis de prendre conscience que la place des préoccupations énergétiques dans les choix de conception urbaine était tout à fait relative. Les leviers d'amélioration de la performance énergétique ne constituent que des critères de conception parmi d'autres. Il est d'ailleurs difficile d'évaluer le poids de chacun des nombreux critères dans un dessin urbanistique. C'est une réflexion globale et transversale qui est menée par la maîtrise d'œuvre urbaine pour tenter de trouver des compromis entre divers critères environnementaux, urbains, et d'importantes contraintes de sites et de programmation. L'analyse du plan masse par des bureaux d'études spécialisés en environnement ou en énergie n'aboutit qu'à des modifications marginales du dessin. S'il paraît plus facile de critiquer un premier plan masse pour mettre en évidence ces défauts en matière énergétique, il semble difficile de se détacher d'une « image » pour laquelle la maîtrise d'œuvre a été sélectionnée.

Tableau 19. Prise en compte dans les trois projets des variables identifiées dans la littérature scientifique, influençant la qualité énergétique d'un territoire urbain (légende : Ø pas pris en compte, X pris en compte, ? notre enquête ne permet pas de conclure à la prise en compte de cette variable)

| Leviers de conception urbaine | Lien avec la performance énergétique d'un quartier urbain | Paris Rive Gauche | Paris Nord Est | Clichy-Batignolles |
|--|--|-------------------|----------------|--------------------|
| Mixité fonctionnelle | Besoins de déplacements | X | X | X |
| Densité de population | Potentiel de mutualisation de la production et de la distribution énergétique | | X | X |
| | Potentiel de développement des transports en commun | X | X | X |
| Contiguïté du bâti | Limiter les pertes thermiques du bâti | ? | X | ? |
| Orientation des façades | Profiter des apports solaires, faciliter la ventilation naturelle des bâtiments | X | X | X |
| Proportion de volumes passifs du bâti | Profiter des apports solaires | X | ? | ? |
| Prospect | Profiter des apports solaires, faciliter la ventilation naturelle des bâtiments | X | X | X |
| Densité de rues | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | ? | ? | ? |
| Intensité des rues | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | ? | ? | ? |
| Connectivité de la trame urbaine | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | X | X |
| Surface dédiée aux modes de déplacements doux | Inciter les usagers à privilégier les modes de déplacement doux | X | X | X |
| Compacité fonctionnelle | Potentiel de mutualisation énergétique | X | X | |
| Echelle de production énergétique | Potentiel de mutualisation de la production et de la distribution énergétique et efficacité de la production locale d'énergie renouvelable | | X | X |
| Exposition au bruit et à la pollution de l'air des bâtiments | Inciter les occupants à ventiler et à rafraîchir naturellement leurs locaux | X | X | X |
| Végétation | Ombrage et rafraîchissement de l'air | X | X | X |
| Exposition aux vents | Préserver le confort thermique des espaces extérieurs | X | X | X |
| Albédo des revêtements de sol extérieurs | Réduction des besoins d'éclairage public | | | X |
| | Lutte contre l'îlot de chaleur urbain | | | X |

2. L'ARCHITECTURE CONTRAINTÉ PAR LES PRECONISATIONS ÉNERGETIQUES : COMPARAISON DES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS

Nous avons comparé les cahiers de prescriptions environnementales rédigés dans chacun des projets urbains étudiés dans cette thèse. En effet, la qualité énergétique des bâtiments n'est pas encadrée à l'échelle du projet urbain mais à l'échelle des opérations d'aménagement ou des secteurs d'aménagement le composant. Pour chacun des trois projets urbains, nous nous sommes procurés deux cahiers de prescription :

- Tolbiac Chevaleret et Masséna - Bruneseau, pour la ZAC Paris Rive Gauche ;
- Macdonald et ZAC Claude Bernard, pour Paris Nord Est ;
- Saussure et ZAC Clichy-Batignolles pour Clichy – Batignolles.

La [Figure 64](#) rappelle la localisation dans les trois projets urbains des opérations ou des secteurs d'aménagement, dont nous avons comparé les cahiers de prescriptions. Mis à part le cahier de prescription de la ZAC Claude Bernard, tous les documents que nous avons analysés ont été écrits après l'adoption du Plan Climat de Paris en 2007, comme le montre la [Figure 65](#).

Bien qu'il n'y ait pas d'obligation à prescrire la qualité environnementale des bâtiments construits dans le cadre d'une opération d'aménagement, nous constatons que c'est une pratique largement répandue. Au sein de toutes les opérations d'aménagement en cours depuis le milieu des années 2000, des prescriptions environnementales ont été formulées à destination des maitres d'ouvrage des opérations de construction. Dans la mesure où cette démarche n'est pas obligatoire, le contenu des documents de prescriptions environnementales n'est régi par aucune loi.

Ces cahiers de prescriptions sont rédigés par un assistant à maîtrise d'ouvrage spécialisé en environnement pour le compte de l'aménageur de l'opération urbaine, à l'exception du document produit pour le secteur Masséna-Bruneseau. En effet, dans ce dernier cas, le cahier de prescriptions environnementales a bien été rédigé par un bureau d'études spécialisé en environnement, mais cette mission a été réalisée dans le cadre de sa participation à l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine et non directement pour le compte de l'aménageur. A Masséna-Bruneseau, comme nous avons pu l'expliquer dans le chapitre 5, ce sont les Ateliers Lion qui ont fait appel au bureau d'études Transsolar. Les prescriptions sont formulées une fois que le plan masse de l'opération a été défini par l'urbaniste ou l'architecte-coordonateur. Ces prescriptions complètent sur le plan environnemental le cahier des charges des opérations immobilières. Elles viennent décliner concrètement les orientations et objectifs environnementaux contenus dans la charte de développement durable adoptée par les aménageurs. Il y a donc une seule et unique charte pour l'ensemble du projet Paris Rive Gauche, alors que pour Paris Nord Est ou Clichy-Batignolles, chaque opération d'aménagement a sa propre charte. Les cahiers de prescription précisent les actions à mettre en œuvre ou les objectifs concrets à atteindre pour que les projets immobiliers soient en accord avec la charte. La rédaction de la charte de développement durable fait généralement partie de la mission de l'AMO environnement. Sur l'opération Paris Rive Gauche, la charte a été écrite dans le cadre de la certification Iso 14001 de l'aménageur avec l'aide d'un AMO, dont la mission a pris fin avec l'obtention de la certification. Les prescriptions environnementales sont fixées sur la base des résultats de l'étude environnementale que le bureau d'étude a réalisée au préalable.

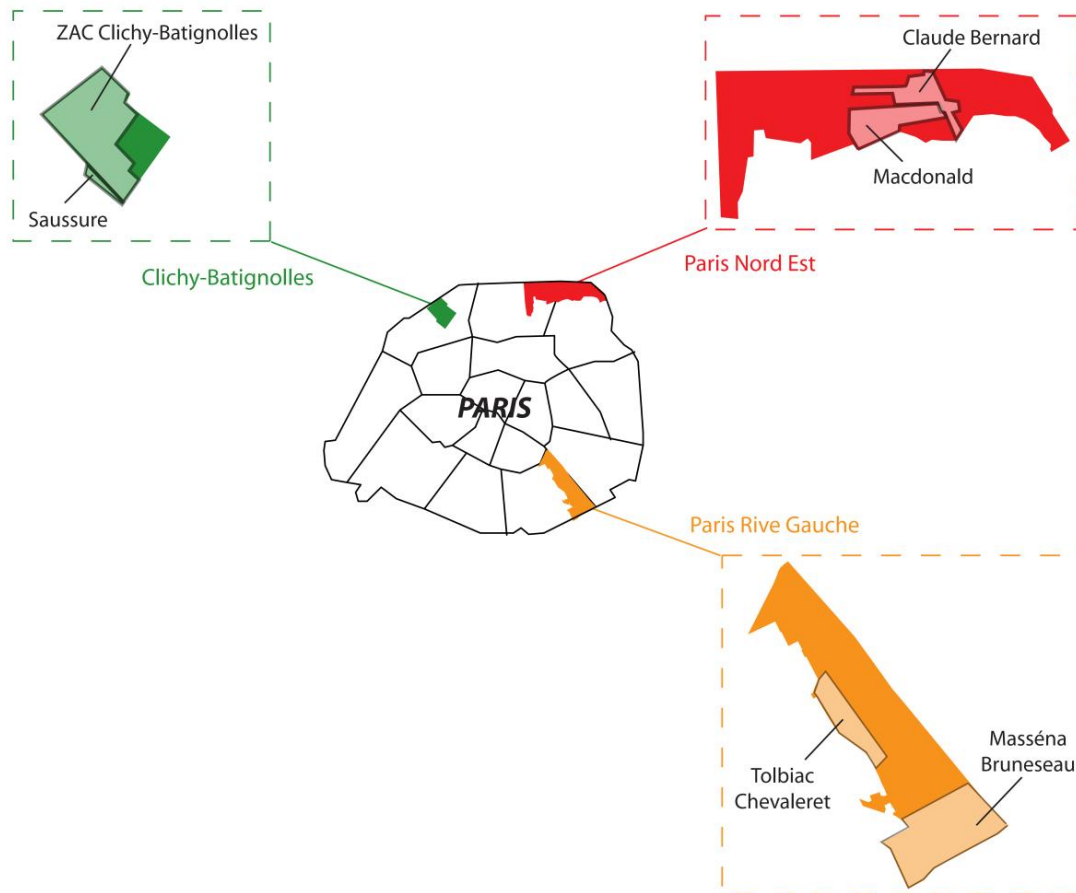


Figure 64. Localisation des six opérations ou secteurs d'aménagement dont nous avons comparé les cahiers de prescriptions environnementales

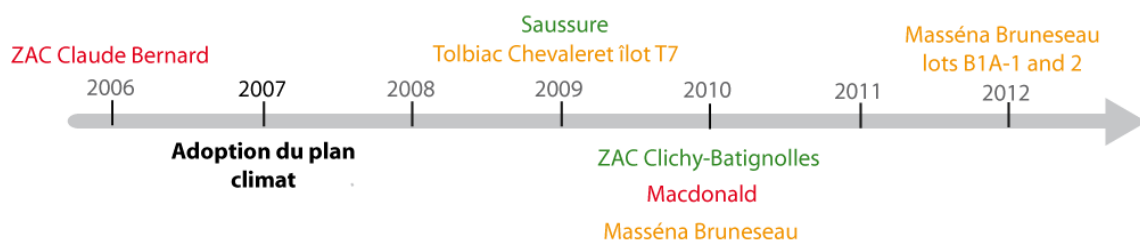


Figure 65. Positionnement dans le temps des différents cahiers de prescriptions environnementales étudiées et du plan climat de Paris

Les exigences environnementales peuvent être établies pour un ensemble de lots identifiés (ZAC Clichy-Batignolles), ou suivant la fonction des futurs bâtiments. Pour la moitié des opérations analysées (reconversion de l'entrepôt Macdonald, ZAC Claude Bernard et lotissement Saussure), les prescriptions ont été définies suivant la fonction du bâtiment (logements, bureaux, commerces). Pour le secteur Masséna-Bruneseau, des prescriptions ont été formulées pour l'ensemble du secteur et par des fiches de lots environnementales. Une démarche similaire a été mise en place pour le secteur Tolbiac Chevaleret, où les prescriptions générales sont complétées par des prescriptions spécifiques à chaque îlot.

Nous avons donc fait le choix de comparer les prescriptions environnementales formulées pour :

- Les bâtiments résidentiels de la ZAC Claude Bernard (Cap Terre & SEMAVIP, 2006), de l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald (Agence Franck Boutté Consultants & ParisNordEst, 2010) et Saussure (COTEBA & SNEF, 2009);
- L'îlot 3.4 de la ZAC Clichy-Batignolles (SEMAVIP et al., 2010) et l'îlot T 7 du secteur Tolbiac Chevaleret (Iosis Conseil & SEMAPA, 2009);
- Les lots B1A-1 et 2 du secteur Masséna Bruneseau (Transsolar et al., 2012).

Dans cette comparaison, nous nous concentrons sur les prescriptions relatives à la performance énergétique du bâtiment ou à la production d'énergies renouvelables. Cette étude a fait l'objet d'un article en cours de publication dans le Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (Tardieu, Colombert, Diab, & Blanpain, 2014).

2.1. L'AMBITION ET LE DEGRE DE PRESCRIPTION

Les bâtiments de la ZAC Claude Bernard doivent consommer 20 % de moins que l'objectif requis par la réglementation thermique 2005⁸². Pour tous les autres cahiers de prescriptions, l'objectif de consommation énergétique des bâtiments correspond à l'objectif fixé par le Plan Climat de Paris, soit 50 kWh_{ep}/m² an. La consommation du bâtiment doit être calculée selon les règles de calcul de la réglementation thermique 2005 alors en vigueur et doit prendre en compte la consommation des postes suivants : chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire (ECS), ventilation, éclairage et auxiliaires. Les prescriptions sur la ZAC Clichy-Batignolles vont plus loin. En effet, l'objectif de consommation totale du bâtiment est décliné par poste de consommation suivant la fonction du futur bâtiment. Par exemple, pour les bâtiments résidentiels, les objectifs sont les suivants:

- C_{ep} chauffage ≤ 14 kWh_{ep}/m² an
 - C_{ep} rafraîchissement = 0 kWh_{ep}/m² an
 - C_{ep} ECS ≤ 20 kWh_{ep}/m² année
 - C_{ep} électricité spécifique ≤ 45 kWh_{ep} / m² an
 - Les usages domestiques privés $C_{ep} \leq 65$ kWh_{ep} / m² a
- C_{ep} : Consommation en énergie primaire
ECS: Eau chaude sanitaire

Seuls deux cahiers de prescriptions contiennent des objectifs d'émissions de GES (Macdonald et Masséna-Bruneseau). Le niveau d'émissions à respecter est exprimé en mètre carré pour l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, alors que pour Masséna-Bruneseau le taux d'émission de GES

⁸² Soit 104 kWh_{ep}/m²/an pour un bâtiment chauffé par des énergies fossiles et 200 kWh_{ep}/m²/an pour un chauffage électrique (pompes à chaleur y compris).

doit être pris en compte pour choisir l'énergie de chauffage, sans qu'aucun objectif chiffré ne soit donné.

Des objectifs quantifiés de production d'énergie renouvelable sont inscrits dans les cahiers de prescriptions de la ZAC Claude Bernard, de l'opération Macdonald et de ZAC Clichy- Batignolles. Dans les deux premiers cas, la production d'énergies renouvelables doit atteindre 25 % de la demande en énergie finale. L'eau chaude sanitaire des bâtiments de l'opération Macdonald doit être produite par des panneaux solaires à hauteur de 30%. S'il n'y a pas d'objectif en matière de production d'énergie solaire thermique dans la ZAC Clichy- Batignolles, les bâtiments de l'îlot 3.4 doivent produire et injecter sur le réseau électrique 96MWh(e)⁸³ par an. En revanche, aucun objectif n'a été fixé pour le lotissement Saussure, dont l'aménageur n'a pas souhaité poursuivre les objectifs spécifiques au projet urbain Clichy-Batignolles du plan climat. Dans cette opération, l'installation de panneaux solaires thermiques est seulement recommandée.

Le raccordement des bâtiments au réseau de chaleur est demandé chaque fois que possible pour les bâtiments de la ZAC Clichy-Batignolles et Saussure et est expressément exigé pour les bâtiments de la ZAC Claude Bernard et de l'opération Macdonald. Comme nous l'avons vu dans le [CHAPITRE 7](#), les promoteurs n'ont pas accueilli avec enthousiasme cette injonction, les prix de la connexion au réseau et de la sous-station étant élevés. Les promoteurs d'opération immobilière sur les deux opérations de Paris Rive Gauche (Masséna-Bruneseau et Tolbiac-Chevaleret) n'ont été ni incités, ni obligés à choisir une énergie ou une solution de chauffage spécifique. Ils ont simplement été contraints de conduire des études comparant les différentes sources d'énergie disponibles sur le site. Les critères de la comparaison sont donnés dans le document relatif à Masséna-Bruneseau. Notons que des réseaux de chaleur, alimentés par des puits de géothermie ont été déployés pour approvisionner en chaleur les bâtiments des quatre opérations où le raccordement au réseau est exigé par l'aménageur (la ZAC Claude Bernard et l'opération Macdonald d'une part, et la ZAC Clichy-Batignolles et le lotissement Saussure d'autre part). Un réseau de chaleur CPCU dessert également la ZAC Paris Rive Gauche, mais celui-ci ne bénéficie pas d'un taux intéressant d'énergie renouvelable, contrairement aux deux autres.

Après cette première comparaison, nous ne pouvons pas tirer de conclusion sur une évolution temporelle des façons de prescrire la qualité énergétique des bâtiments dans ces six opérations urbaines. La seule évolution notable concerne l'objectif de consommation énergétique totale par bâtiment, qui est passée à 50kWh/m².an après l'adoption du plan climat. Aucune évolution sensible ne peut être observée en ce qui concerne les objectifs de production d'énergies renouvelables. Il semble également n'y avoir aucune stratégie commune entre deux opérations appartenant à un même projet urbain. Le seul aspect partagé entre les opérations d'un même projet est l'exigence de raccordement des bâtiments au réseau de chaleur urbain lorsque celui-ci est en cours de construction et possède un mix énergétique favorable aux énergies renouvelables.

A la lecture des six documents, nous avons distingué cinq types de prescriptions relatives à la qualité énergétique des bâtiments: soit un objectif quantifié à atteindre est donné, soit la mise en œuvre d'une action précise est exigée, soit il est fait référence à une norme ou à un référentiel, soit il est recommandé de développer une solution dans un but donné mais sans que le moyen d'y parvenir soit


⁸³ Comme nous l'avons expliqué au chapitre 7, cet objectif de production d'électricité photovoltaïque a été fixé par l'AMO spécialisé à partir de la volumétrie indicative de l'urbaniste, et en fonction de l'ambition du plan climat de compenser les consommations électriques des équipements des bâtiments par la production photovoltaïque, et en tenant compte de la capacité de production moyenne des panneaux disponibles sur le marché.

clairement explicité, soit il est demandé de réaliser une étude. D'après nous, ces types de prescriptions peuvent être classés selon leur degré de prescription, c'est-à-dire avec un degré de contrainte plus ou moins grand sur le travail de conception de la maîtrise d'œuvre. Exiger la mise en œuvre d'actions précises est la manière la plus contraignante d'encadrer la qualité énergétique d'une construction, celle qui laisse le moins de marge de manœuvre aux maîtres d'œuvre. Les actions exigées peuvent concerner la conception du bâti, les choix de matériaux ou d'équipements. Dans le cas d'objectifs quantifiés ou de normes à respecter, le maître d'œuvre a la liberté de choisir le moyen à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif. De cette façon, un niveau de performance minimum est assuré, tandis qu'avec de simples recommandations, il n'y a aucune garantie de réussite. Avec ce genre de prescriptions, seuls les paramètres nécessaires à prendre en compte dans le processus de conception sont précisés, comme par exemple : « concevoir l'éclairage extérieur selon les usages ». Exiger des études techniques permet de s'assurer que les concepteurs vont prendre une décision éclairée. Les cinq types de prescriptions sont répertoriés dans le [Tableau 20](#) suivant leur degré de prescription, du plus prescriptif au moins prescriptif.

Afin de comparer les stratégies de prescription adoptées par les différents bureaux d'études, nous avons évalué la répartition en pourcentage de tous les types de prescriptions énergétiques par document, en dénombrant les prescriptions de chacun. La [Figure 66](#) présente la répartition de ces différents types de prescriptions rédigées pour chacune des six opérations étudiées. Cette figure nous permet de constater que certains documents sont nettement plus prescriptifs que les autres. Avec 82% de recommandations, le cahier de prescriptions de l'opération Macdonald fait figure d'exception. En effet, il est le seul à n'exiger la mise en œuvre d'aucune action précise. Par ce parti pris, l'Agence Franck Boutté Consultants, AMO de la SAS ParisNordEst, laisse une grande marge de manœuvre aux maîtres d'œuvre. La complexité de l'opération du fait de l'imbrication des différents programmes pourrait justifier ce choix. D'autant plus que la conception des différents lots est déjà contrainte par le cahier des charges des certifications environnementales dans lesquelles les maîtres d'ouvrage ont engagé leurs opérations. Dans la moitié des opérations (Masséna-Bruneseau, Tolbiac-Chevaleret, et ZAC Claude Bernard), la majorité des prescriptions sont des actions précises à mettre en œuvre. Si la proportion d'actions prescrites est moins importante (32%) dans le cahier de prescriptions de la ZAC Clichy-Batignolles, elles sont compensées par un grand nombre d'objectifs quantifiés (49%).

En dehors du recours relatif à la préconisation d'actions précises à mettre en œuvre, nous ne distinguons pas de logique d'évolution dans le temps dans la manière d'encadrer la qualité énergétique des bâtiments dans ces opérations d'aménagement parisiennes. En revanche, nous remarquons qu'il n'y a pas de stratégie partagée entre les secteurs d'aménagement d'une même ZAC ou les opérations d'aménagement composant un même projet urbain.

Tableau 20. Les différents types de prescriptions, classés selon leur degré de prescription

| Degré de prescription | Type de prescription | Exemple de formulation |
|---|--------------------------------|--|
|  | Recommandation | « Développer un concept pour minimiser la consommation énergétique pour la ventilation des locaux techniques. » |
| | Etude à réaliser | « Etudier la faisabilité d'une production collective d'eau chaude sanitaire solaire » |
| | Norme à respecter | « La cible 7 du référentiel « Bâtiments tertiaires – Démarche HQE 2006 » devra être dans un souci de performance » |
| | Objectif quantifié à atteindre | « Puissance maximale des ventilateurs = 0,6W/m ³ /h » |
| | Action à mettre en œuvre | « Systématiser l'utilisation de thermostat d'ambiance avec horloge à programmation » |

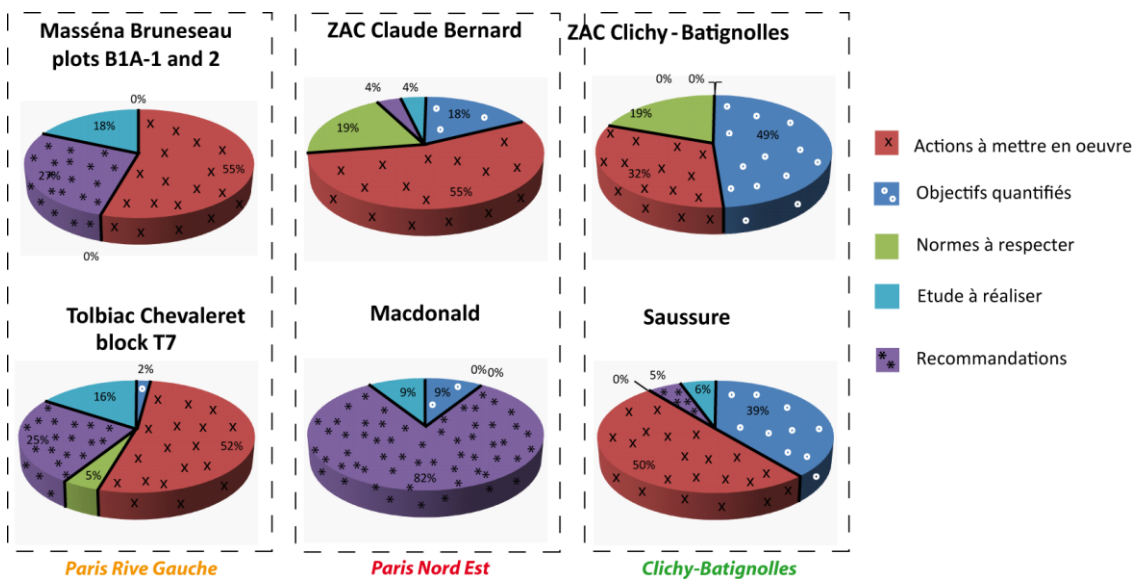


Figure 66. Les différents types de prescriptions faites dans les six opérations et leurs répartitions

Maintenant que nous avons comparé les méthodes de prescriptions employées dans les différentes opérations, intéressons-nous au contenu des prescriptions : les leviers à activer pour améliorer la qualité énergétique d'un bâtiment font-ils l'unanimité d'un bureau d'étude à l'autre ?

2.2. LE CONTENU DES PRESCRIPTIONS

Nous avons comparé les paramètres identifiés dans les cahiers de prescriptions environnementales pour assurer la qualité énergétique du bâtiment. Pour ce faire, nous avons mis en évidence huit leviers de conception sur lesquels les bureaux d'étude conseillent d'agir (Tableau 21). Ces huit leviers sont apparus après un travail de regroupement en catégories des paramètres ciblés par les cahiers de prescriptions. Nous avons réparti les prescriptions de chaque cahier suivant les huit catégories de paramètres, et calculé leur répartition en %. Nous avons ainsi obtenu la Figure 67.

Tableau 21. Les huit leviers de conception identifiés dans les cahiers de prescriptions environnementales analysés

| Leviers de conception | Cibles |
|--|---|
| L'architecture | Forme et orientation du bâtiment |
| L'enveloppe | Performance thermique de l'enveloppe |
| Le confort des occupants et les besoins en énergie | Préconisations relatives au confort thermique et visuel des occupants |
| Les équipements | Caractéristiques des équipements de ventilation, d'éclairage, de chauffage, etc. |
| L'approvisionnement énergétique | Source de l'énergie de chauffage ou production d'énergies renouvelables |
| Matériaux | Caractéristiques environnementales des matériaux de construction (énergie grise, émissions de GES, etc.) |
| Les espaces extérieurs | Qualité des espaces extérieurs |
| Le suivi des consommations énergétiques | Equipements prévus pour aider les occupants à suivre et maîtriser leur consommation d'énergie ou leurs émissions de GES |

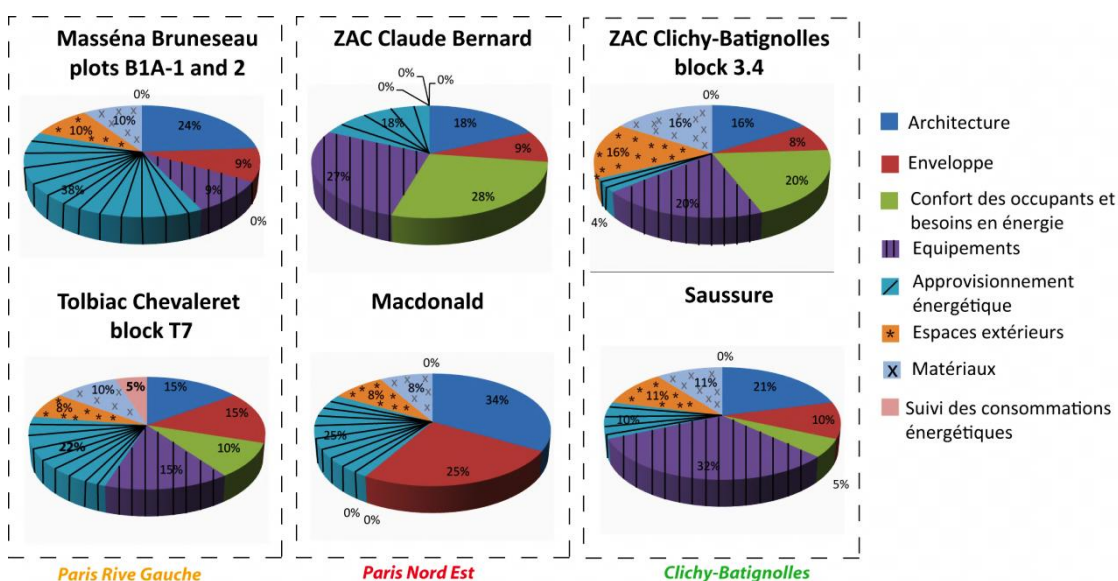


Figure 67. Les paramètres ciblés dans les cahiers de prescriptions pour assurer la qualité énergétique des bâtiments

Dans la mesure, où les opérations se déroulent dans une unité de temps relativement commune (6 ans seulement séparent le plus ancien cahier de prescriptions du plus récent) sur un territoire équivalent (même environnement climatique, même municipalité et sites aux problématiques comparables), nous nous attendions à une certaine similitude sur la nature des prescriptions énergétiques. Or, notre comparaison démontre que les leviers d'amélioration de la qualité énergétique des bâtiments sont nombreux et varient d'un cahier de prescriptions à l'autre. En effet, sur les 60 paramètres dénombrés, seul un paramètre est partagé par les cahiers de prescriptions de toutes les opérations (l'installation de panneaux solaires sur les toits pour produire de l'eau chaude sanitaire) et 10 paramètres uniquement apparaissent dans la majorité des documents étudiés. Un tiers des paramètres permettant d'améliorer la qualité énergétique des bâtiments relevés dans les cahiers de prescriptions n'apparaît que sur une opération. Chaque bureau d'études semble privilégier une stratégie de préconisation propre ne mettant pas en œuvre les mêmes leviers.

Comme le montre la Figure 67, la distribution des catégories de paramètres pris en compte dans les cahiers de prescriptions environnementales est très disparate. Chaque bureau d'étude semble avoir ses propres préoccupations. Certains insistent sur un paramètre en particulier, tels que l'approvisionnement énergétique pour Masséna Bruneseau ou les caractéristiques des équipements pour Saussure. A l'inverse, pour Tolbiac Chevaleret le cahier des prescriptions couvre de manière quasi équivalente l'ensemble des paramètres de conception. Tolbiac Chevaleret est la seule opération où l'installation d'équipements de suivi de la consommation d'énergie pendant la durée de vie du bâtiment est préconisée. Les cahiers de prescriptions des deux opérations du projet Clichy-Batignolles suivent le même plan, ils couvrent par conséquent les mêmes thématiques. Dans ces deux documents, chaque thématique est abordée en trois étapes : « exigences fondamentales », « exigences bioclimatiques et architecturales », et « exigences techniques détaillées ». La prescription énergétique sur le secteur Masséna Bruneseau est intéressante, parce que les prescriptions faites dans les fiches de lot sont très différentes de celles faites dans le cahier de recommandations concernant l'ensemble du secteur. Par exemple, une grande partie des recommandations sur l'ensemble du secteur concernent les caractéristiques des équipements, alors que dans les fiches de lot l'accent est mis sur l'approvisionnement en énergie. De même, les prescriptions relatives à la qualité des espaces extérieurs et des matériaux de construction ne figurent que dans la fiche de lot, tandis que celles concernant le confort et les besoins énergétiques disparaissent.

Pour chaque levier, les paramètres sur lesquels agir ou à prendre en compte dans la conception sont plus ou moins partagés par les différents cahiers de prescriptions :

- **Architecture.** En ce qui concerne l'architecture, les paramètres largement utilisés sont : l'orientation du bâtiment, l'accès à la lumière naturelle, la ventilation naturelle et l'installation de protections solaires. Prendre en considération l'exposition aux vents d'hiver n'est recommandé qu'à Masséna Bruneseau, la rose des vents du site est fournie pour l'été et pour l'hiver. Si l'orientation du bâtiment doit être optimisée dans la plupart des projets, seuls les cahiers de prescriptions de Masséna Bruneseau et de la ZAC Clichy- Batignolles exigent de considérer l'ensoleillement hivernal. L'impact des futurs bâtiments sur leur environnement local, en particulier les ombres créées sur d'autres bâtiments, n'est mentionné que dans les prescriptions pour l'îlot T 7 de Tolbiac Chevaleret.

- **Enveloppe du bâtiment.** Veiller à la performance thermique des vitrages est la seule préconisation partagée par l'ensemble des cahiers de prescriptions à l'exception de celui de la ZAC Claude Bernard. Les prescriptions pour l'enveloppe du bâtiment sont particulièrement détaillées pour Tolbiac Chevaleret uniquement. Ce cahier de prescriptions préconise d'agir à la fois sur la déperdition des parois, sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, sur le traitement des ponts thermiques, sur l'optimisation de l'inertie thermique, sur la transmission lumineuse et la performance thermique des vitrages. Nous pouvons supposer que l'isolation des parois n'est pas systématiquement inscrite dans les cahiers de prescriptions parce qu'elle est généralement la première mesure mise en place par les maîtres d'œuvre.
- **Confort des usagers et besoins énergétiques.** Aucun paramètre n'apparaît dans la majorité des cahiers de prescriptions. En revanche, trois sont partagés par la moitié des cahiers de prescriptions : la durée de l'éclairage, la durée de chauffe et la température intérieure d'inconfort en été. Le confort thermique en hiver n'apparaît que pour la ZAC Claude Bernard et la ZAC Clichy- Batignolles. La durée de ventilation mécanique est un paramètre identifié dans la ZAC Clichy-Batignolles uniquement.
- **Approvisionnement en énergie.** L'installation de panneaux solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire est systématiquement prescrite, alors que l'installation de panneaux photovoltaïques est mentionnée dans 2/3 des opérations (Tolbiac Chevaleret, Macdonald, Saussure et Masséna Bruneseau) et n'est obligatoire que dans la ZAC Clichy-Batignolles. Etudier la faisabilité d'installer des unités de production d'énergie renouvelable est exigé pour Tolbiac Chevaleret et Masséna Bruneseau, alors que le raccordement au système de chauffage urbain n'est pas exigé. Les systèmes à comparer pour le chauffage sont les pompes à chaleur sur aquifères ou sur sondes verticales, l'échange de calories entre les bureaux et les logements, et le raccordement au réseau de chauffage urbain. La mutualisation énergétique ne figure toutefois que dans la fiche de lot du B 3A de Masséna-Bruneseau qui, de par sa grande hauteur et sa mixité fonctionnelle est particulièrement adaptée au développement de ce type de solution. La récupération de la chaleur sur les eaux grises et l'implantation d'éoliennes, bien qu'annoncées par l'AMO comme à priori inappropriées, doivent également être étudiées sur les lots de Masséna-Bruneseau. En revanche sur Tolbiac Chevaleret , le recours à l'énergie éolienne est clairement rejeté .
- **Performance des équipements et des matériaux.** Les prescriptions relatives au choix des équipements sont plutôt bien détaillées pour Tolbiac Chevaleret, ZAC Clichy-Batignolles et Saussure. Elles concernent le type de ventilation mécanique contrôlée, sa puissance et son débit d'air. Les systèmes de climatisation doivent également être évités et remplacés par des solutions passives. L'installation d'un système de chauffage collectif est recommandée dans trois opérations. Prêter attention aux impacts environnementaux des matériaux est recommandé dans toutes les opérations sauf la ZAC Claude Bernard, alors que la durabilité et la facilité d'entretien des équipements sont recommandées dans la moitié des opérations seulement (Tolbiac Chevaleret, ZAC Clichy-Batignolles et Saussure). L'énergie grise des matériaux doit être calculée pour la ZAC Clichy-Batignolles, une formule de calcul simplifiée étant fournie par le bureau d'études. Le cahier de prescriptions de Masséna Bruneseau précise qu'il faut limiter l'empreinte carbone des matériaux de construction en choisissant des matériaux à faible énergie grise. Les matériaux locaux doivent être privilégiés selon les cahiers de prescriptions du secteur Tolbiac Chevaleret et de la ZAC Clichy-Batignolles.
- **Espaces extérieurs.** La végétalisation des espaces extérieurs est identifiée uniquement dans le cahier de prescription de la ZAC Claude Bernard, projet permettant d'améliorer en été le

confort thermique. Les seules préconisations relatives aux espaces extérieurs dans les secteurs Tolbiac Chevaleret et Masséna Bruneseau concernent la protection contre le vent.

- **Suivi de la consommation d'énergie.** Comme écrit plus haut, l'installation de compteurs intelligents permettant aux usagers d'assurer le suivi de leur consommation énergétique est préconisée uniquement sur les bâtiments du secteur Tolbiac Chevaleret.

En écoutant les acteurs des opérations en question, nous avons l'impression que les préconisations énergétiques pour les bâtiments étaient relativement similaires d'un projet à un autre. A travers ce travail de comparaison systématique des documents formalisant les prescriptions énergétiques dans six opérations d'aménagement parisiennes, nous nous sommes rendus compte qu'il y avait en réalité d'importantes variations d'une opération à l'autre. Les variations concernent autant le degré de prescription adopté dans la rédaction que le contenu même des prescriptions. La plupart des AMO préfère prescrire des actions précises. Le bureau d'études ayant rédigé le cahier de prescriptions pour l'opération Macdonald fait le choix inverse. L'architecture, l'enveloppe du bâtiment et l'approvisionnement en énergie sont les seules préoccupations figurant dans tous les cahiers de prescriptions. Il semble, contrairement aux apparences, que les pratiques de conception énergétique des bâtiments ne soient pas encore stabilisées. Chaque bureau d'études a sa propre méthode de travail. La SEMAVIP nous avait confié en 2011 avoir quelque peu repris la main sur ce travail de rédaction des prescriptions environnementales du fait de ces partis pris propres à chacun des bureaux d'études :

« On a une assistance à maîtrise d'ouvrage par opération. Mais en fait chacun a un peu ses quilles, ses petits dadas. Du coup comme maintenant on a quand même différentes d'opérations, on était aussi aménageur de Clichy Batignolles pendant longtemps, où il y a aussi des exigences très élevées, donc entre Claude Bernard, Macdonald et Clichy Batignolles, mêmes d'autres opérations comme Ourcq, etc. , on commence à avoir un peu de recul sur ce qui est bien, ce qui est pas bien, ce qui marche pas. Donc en fait on a repris un peu la main sur la rédaction de ces cahiers des charges, même s'ils restent toujours finalisés par les AMO parce qu'à un moment il faut une prérogative technique pour dire qu'est ce qui est possible ou pas. Notamment on impose la trame du cahier des charges » (SEMAVIP, juillet 2011).

Notre étude comparative confirme les observations de Lam et al. (2011) sur les pratiques de management environnemental des opérations de construction. Leur enquête auprès des différentes parties prenantes de la construction immobilière à Hong Kong montre que les critères de qualité environnementale employés varient d'un acteur à l'autre. Les bureaux d'études évoluant dans un environnement concurrentiel, il n'est pas étonnant qu'ils cherchent à se démarquer les uns des autres pour remporter des appels d'offre. Peut-être faudrait-il distinguer également les stratégies de prescription, c'est-à-dire d'encadrement de projets immobiliers réalisés par d'autres acteurs, des stratégies mises en œuvre par les bureaux d'études en tant que maîtrise d'œuvre. En ce sens, les points mis en avant dans les cahiers de prescriptions ne correspondent peut-être pas aux plus importants mais à ceux généralement moins soignés dans les projets architecturaux. Certaines solutions sont tellement évidentes que certains bureaux d'études peuvent juger inutile de les rappeler dans les cahiers de prescriptions. Il est par exemple évident que tous les bureaux d'études connaissent le rôle primordial que joue l'isolation de l'enveloppe dans la performance thermique d'un bâtiment. Nous pouvons supposer alors que lorsque l'isolation est absente des prescriptions, cela ne signifie pas que l'AMO a négligé ce levier mais qu'il souhaite que d'autres solutions, peut-être moins évidentes, soient explorées. Il serait intéressant de compléter cette étude en interrogeant les bureaux d'études sur leurs pratiques d'une part, et en comparant les prescriptions énergétiques formulées par un même bureau d'études

mais pour des opérations d'aménagement différentes, d'autre part. Ainsi, la compréhension du processus de définition de la stratégie d'amélioration des performances énergétiques des bâtiments adopté par les bureaux d'études pourrait être approfondie et la part relative aux spécificités de chaque opération mise en évidence.

Le fait que les cahiers de prescriptions varient entre deux opérations d'un même projet urbain montre que les bureaux d'études n'ont eu aucune directive commune. Ainsi la performance énergétique des bâtiments ne fait pas partie de la stratégie de mutation du territoire définie à l'échelle du projet urbain, même à Clichy-Batignolles où les élus ont formulé des objectifs énergétiques et climatiques pour l'ensemble du secteur. L'analyse du rapport de stratégie urbaine du projet Paris Nord Est a déjà mis en évidence l'absence de préoccupation en matière énergétique à cette échelle d'intervention.

3. L'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE DES PROJETS URBAINS

3.1. DES APPROCHES DISPARATES

La comparaison des trois projets urbains a mis en évidence des processus variés de détermination de l'énergie de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments. Les échelles considérées et les acteurs intervenant dans le choix des ressources en énergie d'un quartier varient d'un projet à l'autre, comme le montre la [Figure 68](#) : le bâtiment pour Paris Rive Gauche, l'opération d'aménagement pour Paris Nord Est, le projet urbain et le territoire environnant pour Clichy-Batignolles.

A Paris Rive Gauche, bien que l'aménageur coordonne l'ensemble de la ZAC, il n'y a pas eu de réflexion sur l'approvisionnement énergétique de l'ensemble du quartier en mutation. La réflexion sur l'approvisionnement énergétique se fait à l'échelle du bâtiment, chaque maître d'ouvrage fait son choix indépendamment des autres. Toutefois, sur les secteurs de la ZAC où un bureau d'études a été missionné par l'aménageur pour formuler des prescriptions environnementales, il est demandé aux maîtres d'ouvrage de réaliser des études comparatives des différentes solutions énergétiques disponibles sur le territoire. Sur Paris Nord Est, cette comparaison a été menée à l'échelle de chacune des opérations d'aménagement par l'assistant à maîtrise d'ouvrage spécialisé en environnement. La solution d'approvisionnement énergétique adoptée par les aménageurs et plus ou moins imposée aux opérateurs immobiliers est le raccordement aux réseaux urbains de chaleur et de froid (dans le cas des immeubles de bureaux) en cours de déploiement. Toutefois, les opérateurs de réseaux de chaleur et de froid urbains ont considéré l'ensemble du territoire concerné par les opérations d'aménagement dans leur stratégie d'extension de leur réseau et de diversification de leur mix énergétique. A Clichy-Batignolles, une approche territoriale a été menée pour faire le choix de la source d'approvisionnement en chaleur du quartier. Dans la mesure où des objectifs de couverture par les énergies renouvelables des besoins énergétiques du futur quartier ont été inscrits dans le plan climat, l'aménageur des deux ZAC a fait étudier les différentes ressources d'énergies renouvelables ou de récupération disponibles sur le site ou à proximité. Le territoire considéré dans ces études énergétiques a dépassé le périmètre des opérations d'aménagement concernées, et même l'échelle du projet urbain, puisque l'hypothèse du forage d'un puits de géothermie dans le Dogger a amené l'aménageur à rechercher des consommateurs potentiels dans le territoire environnant le projet.

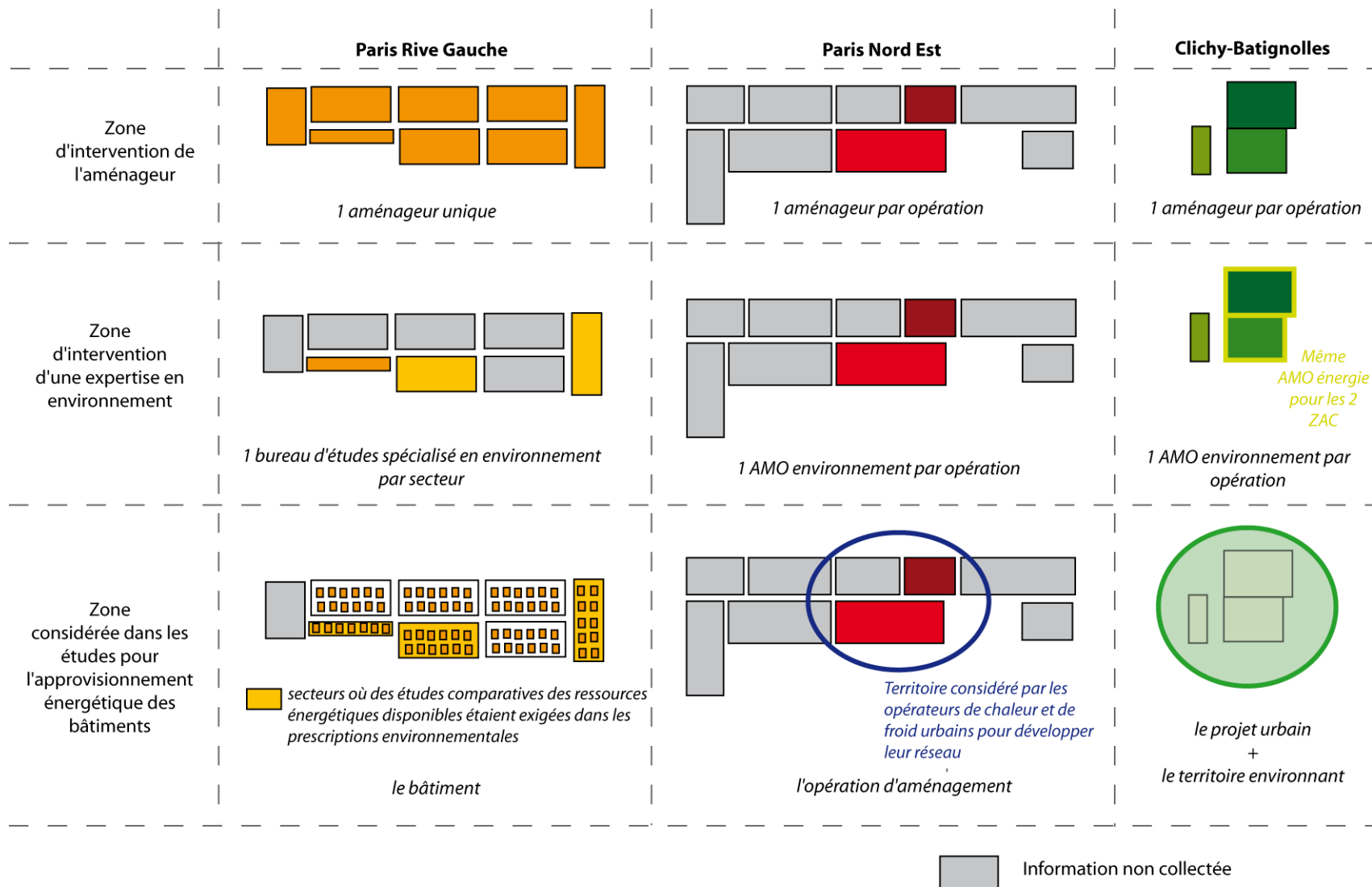


Figure 68. Périmètres considérés lors du choix de l'approvisionnement énergétique dans les trois projets parisiens

PARIS RIVE GAUCHE : S'ASSURER QUE CHAQUE MAITRE D'OUVRAGE AURA LE CHOIX DE LA SOURCE D'ENERGIE ALIMENTANT SON BATIMENT EN CHALEUR

Dans la ZAC Paris Rive Gauche, l'aménageur s'assure que les opérateurs immobiliers ont la possibilité de choisir l'énergie qui approvisionnera en chaleur et en électricité leur immeuble. En amenant les réseaux énergétiques, l'aménageur remplit bien son rôle de viabilisation des terrains en vue de la construction de projets immobiliers. Conformément aux principes de libre concurrence, chaque maître d'ouvrage est laissé libre de choisir l'énergie et le système d'approvisionnement en chaleur, en froid et en électricité de son futur bâtiment. Dans cette situation, le maître d'ouvrage, si l'on en croit la théorie de la rationalité économique, devrait faire le choix de la solution nécessitant le moins d'investissement de sa part, sans que cela affecte le prix de valorisation de son bien sur le marché immobilier. Le territoire Paris Rive Gauche est desservi par :

- Le réseau CPCU dont la chaleur est issue du centre de valorisation des déchets ménagers du SYCTOM situé de l'autre côté du boulevard périphérique à Ivry-sur-Seine⁸⁴ ;
- Le réseau de cogénération CPCU (secteur Masséna) ;
- Le réseau de froid Climespace alimenté par la centrale de Bercy sur la rive droite de la Seine ;
- Le réseau électrique ;
- Le réseau de gaz.

Les maîtres d'ouvrage ont donc le choix de se raccorder ou non à ces différents réseaux. Ils peuvent également installer des panneaux solaires fournissant une partie de l'eau chaude sanitaire du bâtiment ou des panneaux photovoltaïques dont l'électricité produite sera réinjectée sur le réseau.

Si c'est toujours au maître d'ouvrage de faire le choix de l'énergie alimentant son bâtiment en chaleur, en froid et en électricité, celui-ci doit désormais s'appuyer sur une étude comparative. Cette demande apparaît par exemple dans les fiches de lot environnementales faites par le bureau d'études Transsolar pour les bâtiments du secteur Bruneseau à partir de 2011. Conformément à l'évolution de la réglementation, les fiches de lot environnementales demandent que plusieurs solutions d'approvisionnement en énergie du bâtiment soient comparées. Cette analyse comparative doit prendre en compte les performances et les caractéristiques intrinsèques de chacune des solutions, leurs rendements, les émissions de CO₂ associées (Transsolar et al., 2012). Cette démarche comparative doit amener le maître d'ouvrage à faire un choix éclairé, mais ne garantit pas que la solution la plus respectueuse sera pour autant retenue. Au préalable, le bureau d'études membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre des Ateliers Lion avait identifié plusieurs ressources qui méritaient d'être étudiées : la géothermie, le raccordement au réseau de chaleur urbain, le solaire, l'installation de panneaux solaires thermiques, de panneaux photovoltaïques et d'éoliennes (Transsolar et al., 2012).

Suite à la collaboration entre les Ateliers Lion et le bureau d'études Transsolar sur le secteur Masséna-Bruneseau, l'aménageur a missionné sur les derniers secteurs de la ZAC des bureaux d'études en environnement pour réaliser des études environnementales, rédiger des prescriptions et des préconisations à destination des maîtres d'ouvrage des opérations de bâtiment et de leur équipe de maîtrise d'œuvre. Ce travail d'analyse et de préconisations en matière énergétique a donc été mis en

⁸⁴ Depuis 1941, il existe une canalisation de la CPCU transportant de la vapeur d'Ivry-sur-Seine à Austerlitz (Raoult, 2008). La chaleur alimentant le réseau avant d'être fournie par l'usine d'incinération provenait de la centrale électrique d'Ivry.

œuvre dans les derniers secteurs de la ZAC à être aménagés : Bruneseau, Tolbiac-Chevaleret et Austerlitz sud. Toutefois l'expertise à laquelle fait appel l'aménageur n'a pas pour but de faire le choix de la meilleure solution énergétique à la place du maître d'ouvrage bâtiment, mais bien de s'assurer que celui-ci fait un choix en connaissance de causes. Le choix des ressources énergétiques et du type d'installation se fait donc toujours bâtiment par bâtiment, comme le montre la [Figure 68](#).

PARIS NORD EST : ACCOMPAGNER LA STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DES OPERATEURS ENERGETIQUES

Le raccordement des immeubles de la ZAC Claude Bernard et de l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald est le fruit de la rencontre de la réflexion des aménageurs de ces deux opérations et des opérateurs de chauffage et de froid urbain. D'une part, les opérateurs énergétiques cherchent à étendre leur réseau respectif et d'autre part les aménageurs cherchent à approvisionner les bâtiments de leur opération en chaleur et/ou en froid.

La réflexion sur l'approvisionnement en chaleur et en froid du territoire Paris Nord Est répond à une problématique de confrontation de l'offre et de la demande pour des opérateurs énergétiques qui veulent étendre leurs réseaux et le « verdir ». Elle s'inscrit donc dans une perspective de développement économique d'entreprises et non dans une politique d'aménagement d'un territoire en mutation. Les projets d'aménagement urbain représentent l'arrivée de clients potentiels pour les opérateurs de réseaux. Fonctionnant à l'origine au charbon, la CPCU a peu à peu diversifié les sources d'approvisionnement en énergie de son réseau, fioul, incinération des déchets ménagers, géothermie, cogénération ([Raoult, 2008](#)). Dans un contexte où le prix du fioul ne cesse d'augmenter, l'opérateur de chauffage urbain a intérêt à augmenter la part des énergies renouvelables et de récupération dans son mix énergétique. La ressource géothermale étant particulièrement abondante en Ile-de-France, la CPCU a donc exploré l'hypothèse de déployer un réseau dans le nord-est parisien alimenté par la géothermie. La prévision des travaux du tramway constituait une occasion à ne pas rater pour installer une nouvelle canalisation structurante à un coût maîtrisé.

Suite à l'étude énergétique menée par son AMO, l'aménageur de la ZAC Claude Bernard s'est engagé à couvrir 25% des besoins énergétiques de la ZAC par des énergies renouvelables. Dans cette perspective, l'aménageur avait tout intérêt à ce que le projet de la CPCU d'un réseau alimenté par la géothermie profonde voit effectivement le jour. La SEMAVIP s'est donc assurée que les prix de raccordement aux réseaux de chaleur des bâtiments de la ZAC soient les mêmes pour tous les lots et suffisamment compétitifs pour que les opérateurs immobiliers aient intérêt à retenir cette solution de chauffage. En ce qui concerne l'approvisionnement en froid des bâtiments de bureaux, c'est l'opérateur immobilier qui a demandé à ce que le réseau de froid Climespace desserve l'opération. C'est dans ce contexte que Climespace et la CPCU ont étudié la possibilité de coupler la production de chaleur et de froid.

Sur l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, la SAS ParisNordEst a souhaité que tous les lots de l'opération soient alimentés par la même source de chaleur pour limiter les contraintes techniques. En effet, l'imbrication des programmes dans cette opération de reconversion d'un bâtiment existant rend particulièrement complexe la gestion des interfaces entre les différents lots et donc la conception de tout équipement traversant les lots tels que tuyaux de chauffage, gaines de ventilation, etc. Il s'agissait pour la maîtrise d'ouvrage de l'opération de simplifier le plus possible la question de

l'approvisionnement en chaleur des différents bâtiments. Le raccordement au futur réseau de chaleur urbain a rapidement été identifié comme une solution possible. Toutefois, la question du rafraîchissement des bureaux et des commerces n'était pas résolue. L'installation de groupes froid en toiture prenant beaucoup de place, elle ne séduisait pas les investisseurs. Exploiter l'écart de température entre l'air ambiant et le sous-sol a été envisagé mais rapidement écarté en raison de l'importante pollution du sous-sol. Une autre solution plus innovante proposée par le bureau d'études ENplus, membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre auprès de l'agence OMA consistait à exploiter la forte mixité et promiscuité des programmes pour mettre en place des échanges thermiques entre les programmes aux besoins complémentaires (bureaux/logements par exemple). Bien que le bureau d'études ait quitté le projet, cette solution a été étudiée. La SAS ParisNordEst a demandé à Icade Gestec de conduire un dialogue compétitif devant aboutir à la désignation d'un opérateur énergétique commun aux différents lots, gérant le système de mutualisation énergétique imaginé par ENplus et affiné par l'Agence Franck Boutté Consultants. Bien que cette solution soit particulièrement performante en termes d'émissions de GES et d'économies d'énergie, la SAS ParisNordEst a préféré abandonner les études de faisabilité lorsque Climespace et CPCU ont annoncé s'être associés pour assurer la livraison de chaleur et de froid issus de l'exploitation du puits de géothermie voisin. Cette dernière solution, plus classique pour les opérateurs immobiliers, permettait de passer outre les questions juridiques et les craintes relatives à la gestion mutualisée. Le raccordement des bâtiments de l'opération Macdonald préservait également la faisabilité économique du couplage des réseaux de chaud et de froid et de leur livraison sur le territoire de Paris Nord Est. La SEMAVIP, membre de la SAS ParisNordEst mais également aménageur de la ZAC Claude Bernard n'avait donc aucun intérêt à ce que les bâtiments de bureaux de la ZAC ne soient pas desservis par le dit réseau de froid :

« On a poussé ce choix, à la fois pour des raisons environnementales et aussi, en tant que coordonnateur du projet, d'un point de vue technique, plus on simplifie les interfaces, mieux c'est. Les deux étaient convergents. On a poussé aussi cette solution qui nous semblait bien plus simple à plein d'égards. Quelque part, il y a toujours une casquette publique, même si c'est un projet privé. Ça s'est fait au moment où Climespace avait son projet, et si Macdonald ne se raccordait pas, ça risquait de compromettre la viabilité économique de tout le projet, y compris pour les bureaux. Comme on était aménageur de Claude Bernard de l'autre côté, ça ne nous amusait pas du tout que le projet capote à cause de Macdonald qui ne se raccordait pas. C'était difficile, on était un peu schizo parce que d'un côté, c'est un projet public, et de l'autre, c'est un projet privé. Mais c'est quand même la même société qui pilotait les deux, dans des cadres juridiques complètement différents. Le maître d'ouvrage, d'un côté, c'est la Sem directement, titulaire d'une concession d'aménagement sur Claude Bernard ; de l'autre côté, c'est une société privée, partenariale, dans laquelle la SEMAVIP n'a que 20 %. Ce ne sont pas les mêmes conditions. En tout cas, il y avait un intérêt à ce que ce projet se concrétise. On a tout fait pour que ça se fasse, dans un rôle de facilitateur. On n'a forcé la main de personne. On a fait l'interface entre Climespace et les opérateurs pour qu'ils arrivent à clarifier les structures de coût, à se mettre d'accord sur des coûts acceptables de part et d'autres. Et après, sur plein d'interfaces techniques, mais c'est normal, c'est le travail de coordination technique du projet. » (PNE, Ancien chargé de mission développement durable à la SEMAVIP, le 21/08/2012).

Il fallait donc garantir la faisabilité économique du déploiement des deux réseaux et de leur alimentation par la géothermie. L'abandon du système de mutualisation énergétique à Macdonald au profit du raccordement aux réseaux urbains de chaud et de froid s'est fait donc en partie au nom de la préservation de la « performance globale du quartier » (IcadeGestec, 2010, p. 7). Ce choix a ensuite été inscrit dans les cahiers de prescriptions que les maîtres d'ouvrage se sont engagés contractuellement à

respecter. Les opérateurs immobiliers pour qui le raccordement au réseau de chaleur et de froid est plus coûteux qu'une solution électrique ont le sentiment que la SAS ParisNordEst les a contraints à approuver ce choix. En réalité, comme le reste du contenu du cahier des charges, le raccordement aux réseaux urbains de chaleur et de froid a dû faire l'objet de négociations. Toutefois, la marge de négociation des opérateurs immobiliers était peut-être restreinte, tout du moins à leurs yeux.

L'approvisionnement énergétique du territoire Paris Nord Est n'a donc pas été étudié dans le cadre du projet urbain. Ce n'est pas une question posée lors des études urbaines menées par l'urbaniste coordinateur pour constituer sa stratégie urbaine. C'est à l'échelle des opérations d'aménagement ZAC Claude Bernard et Macdonald, que les aménageurs⁸⁵ ont souhaité réfléchir à l'approvisionnement en énergie pour le chauffage et le refroidissement de l'ensemble des futurs bâtiments. Les aménageurs ont ainsi joué un rôle d'interface entre les opérateurs énergétiques et les opérateurs immobiliers. Ils ont notamment négocié le montant des droits de raccordement aux réseaux, bien que certains opérateurs immobiliers estiment qu'ils auraient été mieux placés pour négocier que les aménageurs. Néanmoins, la stratégie de développement des opérateurs de réseaux de chaud et de froid urbains s'apparente à une approche territoriale : les besoins futurs du territoire ont été évalués et le recours à une énergie renouvelable a été exploré (la géothermie). Cette approche territoriale n'a pas été menée par les acteurs du projet urbain, intégrée aux réflexions de mutation du territoire Paris Nord Est, mais répond aux besoins d'un acteur privé. Le caractère externe au projet urbain de la CPCU nous a été à plusieurs reprises rappelé par les acteurs de Paris Nord Est et des opérations Claude Bernard et Macdonald. Ces personnes semblent considérer la CPCU comme un acteur privé guidé par sa propre logique économique. Celles-ci n'ont en effet jamais mentionné la présence de la Ville de Paris au sein de l'actionnariat de la compagnie. Les interviewés nous ont simplement fait part du soutien politique dont bénéficie le chauffage urbain sur le territoire parisien. Ce sont donc bien deux logiques distinctes qui se sont rencontrées et non pas un projet d'approvisionnement en chaleur (puis en froid) qui a été mené de manière intégrée au projet urbain. Ainsi, l'exploitation de la géothermie par CPCU et Climespace peut être considérée comme une opportunité offerte par le territoire et non créée dans le projet.

CLICHY-BATIGNOLLES : TROUVER LA SOLUTION PERMETTANT DE RESPECTER LES OBJECTIFS DE RECOURS AUX ENERGIES RENOUVELABLES DU PLAN CLIMAT

Contrairement aux deux autres projets urbains, plusieurs scénarios d'approvisionnement en chaleur ont été explorés pour le projet urbain Clichy-Batignolles à l'initiative de l'AMO énergie mandaté sur la première ZAC. En effet, Izuba énergies a pris le parti lors des études commandées par la SEMAVIP pour la ZAC Cardinet-Chalabre de considérer l'ensemble du territoire de projet afin d'évaluer les potentiels de réduction des consommations énergétiques des bâtiments et le taux envisageable de couverture des besoins par des énergies renouvelables produites localement. L'ambition de la Ville de Paris de faire de Clichy-Batignolles un écoquartier expérimental était déjà présente. Ces premières études ont permis de fixer des objectifs que le Conseil de Paris a décidé de reprendre dans le Plan climat de 2007. Après l'adoption du Plan climat, les études ont été lancées pour la ZAC Clichy-Batignolles. Izuba énergies a été à nouveau mandaté par la SEMAVIP pour réaliser les études énergétiques de la nouvelle ZAC. La volonté de dépasser les frontières de l'opération d'aménagement pour réfléchir aux questions d'énergie a été confortée par l'aménageur en renouvelant la mission d'études à Izuba énergies. Comme nous

⁸⁵ Par abus de langage, nous assimilons la SAS ParisNordEst maître d'ouvrage de l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald à un aménageur. Son rôle de portage, de coordination de l'opération et d'aménagement des voiries jouxtant l'entrepôt s'apparente effectivement selon nous au rôle d'un aménageur.

l'avons vu dans le [CHAPITRE 6](#), plusieurs sources d'énergies renouvelables et de récupération ont été identifiées dans les études énergétiques :

- La géothermie (pieux géothermiques, sondes géothermales, forages sur la nappe de l'aquifère de l'Eocène, forages dans l'Albien et forages dans le Dogger),
- Le bois,
- La récupération de chaleur sur les eaux usées,
- Le solaire thermique,
- Le solaire photovoltaïque.

Parmi toutes ces solutions, seules les faisabilités des hypothèses de la géothermie et du solaire photovoltaïque ont été étudiées en profondeur. En matière de photovoltaïque, un bureau d'études spécialisé a été missionné pour répartir l'objectif de production sur les différents lots des deux ZAC à partir des faisabilités de construction de l'urbaniste. Pour ce qui est de la géothermie, deux hypothèses ont été étudiées en détail : la géothermie de l'Albien et la géothermie du Dogger. Des études de faisabilité technico-économiques ont été menées dans les deux cas. Outre la faisabilité technique des forages et l'intérêt en termes de couverture des besoins énergétiques des bâtiments de l'opération, les études ont mis en évidence des conditions de rentabilité de l'investissement très différentes d'une solution à l'autre. Contrairement au puits de géothermie dans l'Albien, le puits dans le Dogger nécessite pour être rentable, un nombre de clients supérieurs à ceux attendus dans l'ensemble du projet urbain. L'aménageur a donc été amené à chercher des immeubles pouvant être potentiellement raccordés à la boucle d'eau chaude alimentée par la géothermie profonde au-delà de son périmètre d'intervention. Malgré ses recherches, l'aménageur n'a pas trouvé de clients potentiels suffisants. Pour ce qui est de la solution dans l'Albien, l'aménageur a dû, avec le soutien de la Ville de Paris trouver le moyen de financer les travaux de forage et d'obtenir l'accord d'Eaux de Paris, pour qui la nappe de l'Albien représente une source en eau potable de secours. Dans ce processus d'étude de l'approvisionnement en énergies renouvelables ou de récupération du projet urbain, l'aménageur occupe une place centrale. C'est lui qui, à la recherche de la solution optimale, mobilise les opérateurs de réseaux et les acteurs du territoire environnant pour contourner les obstacles à la réalisation d'une boucle de chaleur alimentée par la géothermie profonde de l'Albien ou du Dogger.

Cependant, environ un an après les études menées pour la ZAC Clichy-Batignolles, le Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement (STEA) de la Ville de Paris est apparu pour proposer un projet concret de récupération de chaleur sur les eaux usées. Fort d'une expérimentation à petite échelle, le STEA a jugé le site de Clichy-Batignolles propice à une expérimentation du système à grande échelle. Dans cette logique expérimentale, le service technique a mené des études de faisabilité en parallèle des études menées au sein du projet urbain par l'aménageur et son bureau d'études spécialisé. Pour le STEA, le projet Clichy-Batignolles situé à proximité de deux importants collecteurs d'eaux usées présente plusieurs intérêts pour une telle expérimentation. D'une part, le service avait pour projet depuis plus de vingt ans de construire une nouvelle canalisation reliant les deux collecteurs pour faciliter leur entretien. Entreprendre ces travaux serait l'occasion d'installer le nouveau système de récupération de chaleur. Ainsi le coût des travaux pourrait être mutualisé et les subventions potentielles augmentées. D'autre part, le projet urbain Clichy-Batignolles représente un grand nombre de clients potentiels, facilement raccordables à une boucle d'eau chaude. En tant que gestionnaire de réseau le STEA suit une logique en partie comparable à celle de la CPCU et Climespace sur le territoire Paris Nord Est, à la différence près que les opérateurs énergétiques cherchent, eux, à faire du profit. A Clichy-Batignolles, le STEA cherche

à améliorer les conditions d'entretien de son réseau et à le valoriser, à Paris Nord Est, CPCU et Climespace cherchent à développer leurs réseaux et diversifier leurs sources d'approvisionnement énergétique. Dans les deux cas ce sont des acteurs externes à la logique d'aménagement qui proposent à l'aménageur une solution d'approvisionnement en énergie pour leur opération.

En définitive, l'hypothèse d'un puits de géothermie dans le Dogger a été abandonnée faute de clients potentiels suffisants, et le choix entre un puits de géothermie dans l'Albien et la récupération de chaleur sur les eaux usées a été tranché par le Maire de Paris en faveur de l'Albien. En attendant que le choix de la source de chaleur soit fait, le système de distribution, lui, avait été acté et réalisé : une boucle d'eau chaude. En distinguant le choix de la source du mode de distribution, les travaux de réalisation du réseau ont pu être réalisés dans les temps et les bâtiments conçus en conséquence :

« Pour l'instant, ce qui est réalisé sur le terrain, c'est une boucle d'eau chaude. Son alimentation jusqu'à maintenant n'était pas déterminée. Dans un premier temps, avant qu'on ait mis en place le système qu'on a choisi, elle va être alimentée par réseau vapeur CPCU, avec un transformateur qui va nous mettre en boucle de chaleur, etc. » (Clichy-Batignolles, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012)

La question de la couverture des besoins énergétiques du futur quartier Clichy-Batignolles par des énergies renouvelables et de récupération est notable pour plusieurs raisons. Parce que d'une part, plusieurs scénarios d'approvisionnement en énergie ont été comparés, et d'autre part parce que le périmètre opérationnel de l'aménagement a été dépassé lors de ces études. Plusieurs logiques se sont par ailleurs confrontées : celles de l'aménageur mobilisant les acteurs du territoire pour s'assurer que la boucle d'eau chaude qui desservira le futur quartier sera bien alimentée par une source d'énergie renouvelable ou de récupération et celles d'un opérateur de réseau considérant le projet urbain comme une opportunité pour valoriser son réseau. Contrairement à Paris Rive Gauche ou Paris Nord Est où le choix de l'approvisionnement en chaleur mettait en jeu les opérateurs immobiliers, les opérateurs énergétiques et éventuellement l'aménageur, à Clichy-Batignolles, ce choix a finalement été fait par le politique en plus d'avoir mobilisé ces mêmes acteurs.

3.2. DES ACTEURS QUI ADAPTENT LEURS PRATIQUES A CETTE PROBLEMATIQUE NOUVELLE DE PRODUCTION LOCALE D'ENR&R

Désormais le territoire urbain n'est pas seulement vu comme un lieu de consommation d'énergies, mais aussi comme un site éventuel de production. Il s'agit donc, en plus d'améliorer les performances énergétiques du futur quartier, de mettre en évidence les potentiels de production d'énergies renouvelables et de récupération, d'en assurer les conditions d'exploitation et de distribution en fonction du programme à construire et de ses besoins spécifiques en énergie. Cette question de la production d'ENR&R vient complexifier la question de l'approvisionnement en énergie d'un bâtiment dans une opération d'aménagement. Notre étude a mis en évidence trois acteurs qui aujourd'hui d'un projet à l'autre, se chargent de sélectionner les énergies approvisionnant le ou les bâtiment(s) et de décider de leur vecteur de distribution : l'opérateur immobilier, l'opérateur énergétique, l'aménageur. Suivant l'acteur qui mène cette réflexion, les énergies et les dispositifs de production d'ENR&R envisagés varient.

L'OPERATEUR IMMOBILIER

Le choix de l'approvisionnement énergétique revient jusqu'à récemment à l'opérateur immobilier. En effet, il est censé être libre de choisir la ou les énergies pour le bâtiment qu'il fait construire en fonction des possibilités offertes par le site. Dans cette configuration, l'aménageur amène plusieurs réseaux énergétiques pour préserver cette liberté de choix de l'opérateur immobilier. C'est cette capacité à proposer différents réseaux énergétiques aux promoteurs que l'aménageur de la ZAC Paris Rive Gauche mettait en avant au début des années 2000. Le panel des dispositifs de production d'énergies renouvelables ou de récupération de chaleur est restreint à l'échelle d'un bâtiment (panneaux solaires ou photovoltaïques en toiture ou en façade si l'orientation du bâti le permet, pompes à chaleur, pieux géothermiques, ventilation double flux avec récupération de chaleur, etc.) et ces technologies ont des niveaux de production limités. De plus, l'investissement dans ce type de dispositifs n'est pas aisément valorisable pour l'opérateur. En effet pour obtenir un label énergétique ou respecter les objectifs de la réglementation thermique, jouer sur les performances thermiques du bâtiment peut se révéler suffisant. Couvrir les besoins du bâtiment par des énergies renouvelables apparaît alors marginal, ce qui amène la plupart des opérateurs à faire le choix de solutions simples et demandant un investissement relativement faible, comme les panneaux solaires thermiques. Cette configuration est loin d'être optimale, car elle ne permet pas d'atteindre des niveaux intéressants de couverture des besoins énergétiques d'un quartier par des ENR&R. La conduite du projet d'aménagement est dans ce cas simplement adaptée à ce nouvel enjeu et non revue en profondeur. Ce point de vue est partagé par le législateur puisque celui-ci a étendu l'obligation de réaliser une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie aux opérations d'aménagement comme le stipule l'Article L 128-4 du code de l'urbanisme créé par la Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement :

« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

L'OPERATEUR DE RESEAU ENERGETIQUE

Les stratégies d'investissement des opérateurs énergétiques sont mues par un objectif de rentabilité technico-économique et reposent sur un dispositif technique lourd ayant sa logique propre. Etendre un réseau de chaleur ou créer une nouvelle boucle d'eau chaude représente un investissement conséquent et des travaux importants. Ainsi une opération d'aménagement est une opportunité à saisir pour un opérateur de réseau de chaleur urbain, puisqu'une opération d'aménagement est synonyme de travaux sur la voirie et de nouveaux besoins énergétiques. Les intérêts de l'opérateur de chauffage urbain ne correspondent pas nécessairement aux intérêts du morceau de ville en mutation. Réseau énergétique et aménagement urbain sont deux logiques distinctes d'appréhension du territoire s'appuyant sur deux corps de métiers et sur deux expertises spécifiques.

Bien que présentant des opportunités de mise en œuvre pour la transition énergétique des territoires urbanisés, le réseau de chaleur présente les caractéristiques d'un « Large Technical System » (économies d'échelles et demande croissante) qui apparaissent en contradiction avec « une série d'enjeux connexes propres au secteur de l'énergie : concurrence de l'approvisionnement énergétique,

principe de libre choix des usagers, risque de contradictions avec les mesures d'efficacité énergétique développées en bout de chaîne au niveau des bâtiments » (Rocher, 2013, p. 31). L'exemple de Paris Nord Est montre que la mise en place d'un réseau de chaleur peut venir concurrencer le développement de solutions énergétiques innovantes de plus petite échelle. Le raccordement d'un bâtiment à un réseau de chaleur a également tendance à figer sa performance énergétique. En effet, réduire la demande en calories des bâtiments raccordés à un réseau de chaleur risquerait de mettre à mal le modèle économique du distributeur.

Outre les opérateurs de réseaux de chaleur, l'ensemble des entreprises de distribution de l'énergie semble vouloir se positionner. Les opérateurs de réseaux énergétiques développent de nouvelles offres adaptées à ces nouvelles questions que se posent les collectivités et les aménageurs. Au détour de conférences, nous avons, au cours de cette recherche, découvert les offres proposées par les grands opérateurs énergétiques aux collectivités. Ces opérateurs se positionnent auprès des collectivités locales pour les accompagner au cours de leur opération d'aménagement sur les questions d'approvisionnement en énergie du futur quartier. Ces opérateurs de réseaux réalisent les études visant à identifier les sources d'énergie potentielles, les différentes solutions technologiques associées et l'organisation de l'approvisionnement des bâtiments et équipements en chaleur. Par exemple, l'entreprise Gaz Réseau Distribution France (GrDF) s'est associée à l'Association des Directeurs d'Entreprises Publiques Locales (ADEPL) pour développer un guide pratique et méthodologique à destination des aménageurs pour les guider sur les questions énergétiques (ADEPL, GrDF, & Indiggo, 2013). Si la méthode proposée dans ce guide nous paraît pertinente, les solutions proposées mettent en avant les bienfaits des solutions impliquant le réseau de gaz. En proposant son expertise d'énergéticien aux aménageurs, l'entreprise de distribution en profite pour promouvoir les solutions innovantes qu'elle développe pour accompagner les collectivités dans leurs projets de recours aux énergies renouvelables dans leurs opérations urbaines. La construction de la stratégie énergétique d'un territoire revient à la collectivité et doit par conséquent s'extraire des stratégies d'entreprise de l'énergie. Si l'expertise d'un opérateur énergétique est réelle, elle est comme toute expertise partielle, il revient donc aux collectivités publiques locales de définir leur stratégie territoriale de l'énergie en toute indépendance. Il est primordial que plusieurs scénarios énergétiques contrastés soient comparés, chaque réseau, chaque solution énergétique présente des avantages et des inconvénients qu'il est nécessaire d'explorer en fonction des caractéristiques d'un territoire donné et de l'économie du projet urbain. Nous partageons donc l'observation de Souami (2007), selon laquelle une entreprise de distribution de l'énergie, même municipale, ne peut constituer une « maîtrise d'ouvrage intégrée » de l'énergie sur l'ensemble d'une ville. Les opérateurs énergétiques ont néanmoins un rôle à jouer : imaginer des solutions innovantes de stockage de l'énergie adaptées au milieu urbain (Souami, 2009a) et développer les potentiels de synergie entre les différents réseaux énergétiques et les autres réseaux (eau, transports).

L'AMENAGEUR

Nous avons constaté que les aménageurs cherchent de plus en plus à maîtriser l'approvisionnement énergétique des bâtiments de leurs opérations (ZAC Claude Bernard, opération Macdonald, ZAC Cardinet-Chalabre et ZAC Clichy-Batignolles). Dans la mesure où l'aménageur prend la responsabilité opérationnelle, intellectuelle et financière d'une opération d'aménagement (Reysset, 1997), sa tâche évolue nécessairement dès lors que la finalité de l'aménagement évolue. C'est ce qui est en train, selon nous, de se passer sur les questions énergétiques et climatiques. Avant que n'émergent ces préoccupations dans la fabrique urbaine, l'aménagement d'un quartier avait pour finalité de « disposer

avec ordre les habitants, les activités, les constructions, les équipements et les moyens de communication» sur un territoire donné pour reprendre les termes de [Merlin & Choay \(2009\)](#). Désormais, il est question de poursuivre ces actions tout en assurant les conditions d'une consommation réduite d'énergie et d'une production maximale d'énergies renouvelables et de récupération en milieu urbain. Ces deux enjeux de l'énergie sont traités selon des modalités distinctes. La performance énergétique des ensembles bâtis fait l'objet d'une procédure de qualité indistinctement des autres enjeux du développement durable. C'est l'aménageur qui met en place avec l'aide d'un bureau d'études spécialisé une procédure prescriptive à destination des opérateurs immobiliers et de leurs équipes de maîtrise d'œuvre. L'aménageur cherche ainsi à sensibiliser les acteurs intervenant sur l'opération d'aménagement, à les mobiliser à travers un engagement qui désormais est contractuel. Le rôle de l'aménageur n'a donc pas réellement évolué avec cette question de l'efficacité énergétique, dans la mesure où il poursuit son rôle de coordination de l'action et de responsable de la conduite opérationnelle, intellectuelle et financière du projet.

En plus de viabiliser les terrains à urbaniser, c'est à dire d'amener les réseaux et de réaliser la voirie, il doit assurer la coordination du projet de développement d'unités de production d'énergies renouvelables et de récupération permettant d'alimenter le futur quartier. Hier, l'aménageur s'assurait, comme nous avons pu le voir à Paris Rive Gauche, que les opérateurs immobiliers sur le secteur d'aménagement aient effectivement la possibilité de faire le choix de la ressource énergétique alimentant son bâtiment. Aujourd'hui, il guide les opérateurs immobiliers dans ce choix, voire le fait à leur place, afin d'assurer la meilleure couverture possibles des besoins énergétiques du futur quartier par une production locale d'énergies renouvelables. L'aménageur devient ainsi le relais entre les opérateurs énergétiques et les opérateurs immobiliers, coordonne les études énergétiques nécessaires à l'évaluation des potentiels énergétiques du territoire de projet, et définit avec l'aide de bureaux d'études l'ambition énergétique de l'opération.

L'aménageur remplit une nouvelle mission en matière d'approvisionnement en énergie. Toutefois, tous les aménageurs ne sont pas prêts à contraindre les autres acteurs intervenant sur l'opération d'aménagement. La SEMAPA par exemple semble réticente à l'idée d'imposer des prescriptions énergétiques à un opérateur immobilier. Les opérateurs immobiliers disposent ainsi d'une plus grande marge de manœuvre. Nous avons l'impression que le fait que la SEMAPA ait eu, à un certain moment, quelques difficultés à trouver des promoteurs prêts à mener un projet immobilier sur l'opération Paris Rive Gauche a marqué ses équipes. La relation de l'aménageur avec les promoteurs immobiliers semble rester emprunte de cette histoire.

De plus, l'aménageur de la ZAC Paris Rive Gauche ne bénéficie pas du soutien du plan climat. Comme nous l'avons vu précédemment, l'inscription d'objectifs énergétiques spécifiques à une opération d'aménagement complétant la préconisation relative à la consommation énergétique des bâtiments donne une légitimité, une crédibilité supplémentaire à l'aménageur auprès des acteurs intervenants sur la dite opération.

Si l'aménageur est l'acteur qui aujourd'hui semble prendre en mains la coordination des actions relatives à l'approvisionnement énergétique, nous pouvons nous demander s'il est le mieux placé pour effectuer cette mission. En effet, la prise en mains de la mise en œuvre de la transition énergétique dans les quartiers en mutation par un aménageur présente quelques limites relatives à sa légitimité d'action et à ses compétences internes. Tout d'abord, définir une stratégie énergétique ne fait pas à

priori parti des compétences de l'aménageur. Au mieux, l'aménageur comprend dans ses équipes un chargé du développement durable ou de l'environnement. La SEMAVIP a par exemple recruté en 2008 un « chargé de mission développement durable » devant veiller à la mise en œuvre d'une démarche de développement durable dans les opérations de la SEM. Il semble que ce soit l'ambition environnementale de la Ville de Paris pour le secteur Clichy-Batignolles qui ait incité la direction de la SEMAVIP à créer un nouveau poste dédié aux questions de développement durable. Voici l'étendue de sa mission :

« Face à l'enjeu majeur que constitue la mise en œuvre de prescriptions de développement durable, la SEMAVIP s'était dotée, en interne et dès la phase amont du projet, d'un poste transversal de « chargé de mission développement durable » qui travaillait en priorité sur l'opération Clichy Batignolles. Le chargé de mission développement durable avait pour missions d'animer la démarche environnementale de l'opération, de coordonner les expertises externes, de veiller à la prise en compte des critères de développement durable à toutes les étapes de l'opération (études techniques préalables, marchés et appels d'offres, commercialisation des charges foncières, concours, études de conception, travaux, etc.) et d'accompagner l'élaboration du Plan d'Actions d'Amélioration de l'opération. » (Mairie de Paris & SEMAVIP, 2009c)

L'aménageur peut donc avoir des difficultés à peser le pour et le contre des propositions des maîtres d'œuvre et des bureaux d'études environnementaux, malgré l'aide des services techniques de la Ville de Paris comme nous l'a confié la SEMAPA :

« Le problème, c'est la capacité des structures comme nous, aménageurs, de pouvoir comprendre ce qu'on nous propose. Si on n'a pas un référent énergie qui connaît un peu la RT, tous ces trucs-là, on est candide. [...] Mais au bout du compte, je ne sais pas si vraiment on comprend bien ce qu'on nous vend » (PRG, aménageur, Responsable Environnement, le 20/09/2012).

« Transsolar est le prestataire d'Atelier Lyon. Et Atelier Lyon est notre prestataire. On vise tous les documents, on juge de la pertinence. On a beaucoup d'échanges avec la ville sur les fiches de lot architecturales, environnementales. Mais ils ne remettent pas en question les choix techniques parce qu'ils n'ont pas les compétences. Et nous non plus, on ne les a pas. Nous, on nous explique et on essaie de peser le pour et le contre des propositions. On devient plus ou moins des sachants, mais on ne l'était pas à la base » (PRG, aménageur, secteur Masséna-Bruneseau, le 04/10/2012).

Dans la mesure où le périmètre d'intervention d'un aménageur est à priori amené à être de plus en plus restreint – les acteurs des projets Paris Nord Est et Clichy-Batignolles nous ont fait comprendre qu'il n'y aurait plus de ZAC aussi étendue qu'à Paris Rive Gauche, la procédure étant jugée trop rigide pour pouvoir faire face aux aléas d'une opération de long terme – l'aménageur n'apparaît pas être en position évidente pour intervenir sur l'ensemble d'un projet urbain et encore moins légitime pour en dépasser les limites.

L'intervention de l'aménageur sur le territoire est également bornée dans le temps, puisque sa mission s'arrête après la livraison de l'opération d'aménagement dont il a la charge. Or, les questions soulevées par l'énergie ne sont pas closes à la livraison de l'opération, bien au contraire. Dans la mesure où l'ensemble de l'approvisionnement en énergie et notamment en chaleur repose sur des consommations théoriques, la phase d'exploitation se révèle déterminante pour la qualité énergétique. Suivant les usagers, leurs comportements, les consommations énergétiques vont varier, ce qui induit un certain

nombre d'ajustements du côté de la production. Il est donc nécessaire d'évaluer à plusieurs échéances la performance énergétique des bâtiments et le respect des objectifs en énergies renouvelables dans la couverture des besoins en énergie du quartier. Il serait ainsi intéressant que l'acteur qui s'occupe de la définition et de la réalisation de la stratégie énergétique au cours du projet urbain puisse aussi en assurer le suivi au cours de la vie du quartier. Cet acteur pourrait être garant du bon fonctionnement énergétique du quartier et rechercher des solutions en cas de non-respect des objectifs initiaux. L'exemple de Solarvip montre que la gestion d'installation d'unités de production énergétiques décentralisée sur des propriétés privées est un véritable enjeu qui mérite d'être pris en charge par un acteur spécifique et pérenne.

Si ces différents acteurs se sont adaptés pour tenter de répondre à ce nouvel enjeu de production locale d'ENR&R, nous avons mis en évidence les limites de cette adaptation. A notre avis, aucun de ces trois acteurs n'est en position de conduire un projet d'approvisionnement en ENR&R d'un quartier en devenir. Cette problématique nouvelle dans un projet urbain nécessite, selon nous, d'introduire un nouvel acteur capable de coordonner au sein d'un projet urbain un projet d'approvisionnement en ENR&R. Par ailleurs, il apparaît pertinent de découpler le choix des ressources énergétiques du vecteur de distribution de chaleur, comme cela a été fait à Clichy-Batignolles. Le choix de ce vecteur de distribution doit pouvoir répondre aux orientations définies en amont dans la stratégie énergétique et être adapté à la programmation et aux contraintes techniques du projet urbain. Ainsi la coordination du projet d'aménagement et du projet énergétique se trouverait facilitée. Le choix du vecteur de distribution de la chaleur s'intègre aux problématiques classiques de l'aménagement, c'est-à-dire l'amenée des réseaux sur un terrain à viabiliser. Ce choix suppose de décider du degré de centralisation, de mutualisation de l'approvisionnement en chaleur. Si ce choix est effectué à l'échelle du projet urbain ou même à l'échelle de l'opération d'aménagement, il devra s'imposer aux maîtres d'ouvrage des opérations de bâtiments. Le phasage d'un projet d'aménagement urbain ne permet pas d'impliquer l'ensemble des opérateurs immobiliers dans ce choix qui a pourtant une incidence sur l'économie de leur projet. Ce rôle de sélection et de mise en œuvre du système de distribution de la chaleur peut ainsi revenir à l'aménageur, en cohérence avec la stratégie énergétique, avec le concours des opérateurs immobiliers et de la maîtrise d'œuvre urbaine.

3.3. UNE REFLEXION A MENER LE PLUS EN AMONT POSSIBLE ET EN CONSIDERANT UN TERRITOIRE ELARGI

L'échelle considérée pour le choix de l'énergie approvisionnant les bâtiments d'un nouveau quartier semble ainsi passer de l'échelle du bâtiment à l'échelle de l'aménagement, voire à l'échelle du territoire de projet. A Clichy-Batignolles seulement, le bureau d'études missionné par l'aménageur des ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles a considéré l'ensemble du projet urbain pour imaginer les scénarios d'approvisionnement en énergie. Comme nous l'avons expliqué plus haut, d'une technologie à l'autre, le nombre de clients potentiellement alimentés en chaleur peut varier fortement. Augmenter le périmètre pris en compte dans les études énergétiques revient donc à potentiellement augmenter le nombre de solutions énergétiques pouvant être mises en place. A partir des solutions techniques identifiées par son AMO, l'aménageur des deux ZAC est allé à la recherche d'entreprises pouvant être intéressées par la réalisation et l'exploitation des dites solutions techniques et est sorti du périmètre du projet urbain pour trouver des clients supplémentaires. Ainsi le territoire environnant a été considéré pour rechercher des débouchés potentiels et non pour rechercher une source d'énergie renouvelable ou de récupération.

Par ailleurs, nous ne partageons pas le point de vue de l'urbaniste coordinateur du projet Paris Nord Est, pour qui les questions énergétiques sont des problématiques technologiques de « petite échelle ». Lors de notre entrevue, l'urbaniste a nettement distingué son travail de conception urbaine de grande échelle du travail d'ingénieur de petite échelle, le premier relevant d'une approche transversale de développement durable et le second d'une logique de choix technologique. Nous estimons bien au contraire que le choix des sources énergétiques approvisionnant le futur quartier oblige à passer à une échelle plus grande de réflexion, du bâtiment à l'opération d'aménagement, et de l'opération d'aménagement au projet urbain. L'exemple du développement des réseaux de chaleur et de froid sur le territoire de Paris Nord Est illustre bien, à notre sens, ce besoin d'un regard à plus grande échelle. Le choix de raccorder les bâtiments de l'opération Macdonald aux réseaux de chaud et de froid urbains, privilégie une logique territoriale (faire bénéficier le plus grands nombre de bâtiments d'une chaleur en partie issue de la géothermie) au détriment d'une solution innovante plus locale (circonscrite au bâtiment de Macdonald). Il est intéressant de noter que le choix d'un système d'alimentation en chaleur ou en froid peut mettre en concurrence les intérêts de projets à des échelles de territoire différentes.

Ainsi, la question de l'énergie, qui pourrait à priori être réduite à une question d'ingénierie de petite échelle, se doit d'être considérée comme une véritable question urbaine. D'ailleurs au terme de notre entretien avec l'urbaniste de Paris Nord Est, celui-ci nous a fait remarquer qu'une manière de traiter ces questions énergétiques à l'échelle du projet urbain pourrait être d'anticiper le développement d'une « *technologie à venir, mais qui aujourd'hui ne fait pas sens* », afin de pouvoir l'adapter ensuite à l'échelle du territoire (*PNE, urbaniste-coordinateur, le 15/10/2012*). Selon lui, l'effort d'anticipation sur les systèmes énergétiques pourrait alors être comparable à ce qui est fait sur les réseaux de transports en commun, où lors de la mise en place d'une ligne de bus à haut niveau de service, sa conversion éventuelle en ligne de tramway est anticipée et sa faisabilité dès lors préservée.

Nous avons remarqué à travers cette étude comparative que le choix des énergies alimentant les bâtiments arrive très tardivement dans l'avancement du projet urbain. Lorsque le choix des énergies revient au maître d'ouvrage des bâtiments, comme à Paris Rive Gauche, celui-ci est dépendant de la temporalité de l'opération de construction, mais indépendant de l'avancée du restant de l'opération urbaine. Aucune solution mutualisée n'est alors envisageable, seuls les réseaux déjà sur place peuvent être tirés jusqu'à un nouveau bâtiment. Des solutions complémentaires individuelles peuvent néanmoins être installées, telles que les panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques ou des solutions exploitant les calories du sous-sol (puits canadien, pieux ou sondes géothermiques, pompes à chaleur, etc.).

Même dans le cas où l'aménageur prend en main la question de l'approvisionnement énergétique de son opération, le choix définitif des énergies approvisionnant les bâtiments est fait alors que les travaux sont déjà bien commencés. La faisabilité économique de nouveaux réseaux étant dépendante du nombre de clients potentiels, l'avancée du projet est subordonnée au choix énergétique des opérateurs immobiliers. Un projet de déploiement d'un nouveau réseau, et de surcroît de forage d'un puits de géothermie comme ce fut le cas à Paris Nord Est et à Clichy-Batignolles, prend du temps. Huit ans se sont écoulés entre les premiers travaux de forage du puits de géothermie dans le Dogger de Paris Nord Est et la mise en service de la sous-station approvisionnant les réseaux CPCU et Climespace. Les études nécessaires au développement d'unités de production d'énergies renouvelables ou de récupération prennent du temps. Or une fois qu'un projet urbain passe à l'opérationnel, que les opérations immobilières sont lancées, le rythme s'accélère. Si les études de faisabilité des scénarios

d'approvisionnement en énergies ne sont pas lancées avant, elles auront du mal à suivre le rythme de l'opération urbaine. C'est ce qui s'est passé pour les études sur la récupération de chaleur sur les eaux usées pour le secteur Clichy-Batignolles :

« On a fait un certain nombre d'études. On a eu quelques soucis, parce que le chantier de Clichy-Batignolles avançait et n'attendait pas nos études pour avancer. Ils nous mettaient des délais trop courts pour faire nos études » (Ville de Paris, STEA, le 11/07/2013).

Il n'est pas rare que certains bâtiments soient livrés avec une solution de chauffage temporaire, remplacée par un raccordement au réseau de chaleur lorsque celui-ci est livré comme ce fut le cas sur la ZAC Claude-Bernard. En effet, les réseaux de chaud et de froid urbains ont été mis en service alors que l'ensemble des programmes construits sur le site de l'ancien hôpital étaient déjà livrés. A Clichy-Batignolles, les surcoûts liés à un choix tardif de la source de chaleur alimentant les bâtiments de l'opération ont été limités en découplant le choix du mode de distribution de la chaleur du choix de la source énergétique. Dans un premier temps une boucle d'eau chaude ainsi qu'un poste de livraison s'occupant de la transformation de la vapeur en eau chaude ont été construits afin de permettre l'alimentation par la vapeur du réseau classique de la CPCU. Lorsque les bâtiments sont directement raccordés au réseau vapeur de la CPCU, le poste de livraison est situé dans le bâtiment lui-même, alors que dans le cas de la boucle d'eau chaude, ce poste de livraison est commun aux différents bâtiments du quartier. Les premiers bâtiments livrés ont donc été directement raccordés à la boucle d'eau chaude. En attendant la mise en service du puits de géothermie dans l'Albien, la boucle était alimentée par la vapeur provenant du réseau CPCU déjà existant sous l'avenue de Clichy. Dès les premières études énergétiques, il a été mis en évidence que seule une solution mutualisée permettrait d'atteindre les objectifs de recours aux énergies renouvelables du Plan climat. En procédant ainsi, le changement de la source alimentant le réseau en chaleur n'a pas d'incidence concrète sur le bâtiment, à partir du moment où le raccordement du bâtiment à une boucle d'eau chaude a été intégré dans les calculs de conception :

« Vous ne serez pas relié à la boucle...

Si, il y a quand même la boucle CPCU, la boucle thermique et aussi CPCU qu'ils vont passer en géothermie. On sera relié. Les calculs en tiennent compte. Ça représente des petites contraintes sur les températures de rejet d'eau chaude, après chauffage, eau chaude sanitaire. Ce sont des choses un peu nouvelles sur la géothermie CPCU.

La géothermie arrivera quand ? Votre bâtiment sera t'il livré avant ?

Il sera livré avant, mais le réseau qui passe est compatible. La géothermie-CPCU est toujours couplée avec la vapeur CPCU. [...] Après, je ne sais pas si l'usine est faite. Je ne pense pas. En tout cas, ils demandent à ce qu'on tienne compte de leurs futures contraintes.

Il y aura quoi comme énergie en attendant ?

C'est le CPCU classique, la vapeur classique. On est relié. Après, c'est juste la fourniture d'énergie qui sera produite naturellement. » (Clichy-Batignolles, entreprise de travaux du lot E4, le 29/10/2012).

De l'autre côté des voies ferrées, le raccordement des bâtiments du lotissement Saussure à la nouvelle boucle d'eau chaude alimentée par le puits de géothermie est conditionné à la livraison du nouveau pont de franchissement des voies en plus de la date de mise en service du réseau. En attendant que les bâtiments puissent être desservis par la boucle d'eau chaude, la chaleur proviendra d'une chaufferie gaz collective :

« On a pris des dispositions avec CPCU. On va installer une chaufferie provisoire au gaz sur l'opération, qui va permettre d'alimenter les immeubles dès leur livraison. Les premiers immeubles seront livrés fin 2013. Ensuite, ça sera raccordé au réseau CPCU. Sachant que dès le départ, c'est une alimentation en eau chaude basse température qui est conforme à la température du réseau définitif. Ça suppose qu'il n'y a aucune modification à faire à l'intérieur des bâtiments. C'est simplement le raccordement du réseau. La chaufferie provisoire sera supprimée et le réseau sera raccordé par eau chaude sur le réseau géothermique de Clichy Batignolles, qui sera en service dès que le pont sera terminé » (Clichy-Batignolles, aménageur Saussure, le 07/11/2012).

Sur l'opération Macdonald le choix de la SAS ParisNordEst de relier les bâtiments aux réseaux CPCU et Climespace a été acté alors que les travaux de démolition partielle de l'entrepôt étaient en cours.

Afin d'éviter l'apparition de surcoût suite à l'installation d'unités de production d'énergies renouvelables ou de récupération, il est nécessaire, de les anticiper pour mieux les intégrer aux schémas de déploiement des réseaux et dans la conception des bâtiments. Le raccordement des panneaux photovoltaïques des bâtiments d'une opération doit notamment être pris en compte lors de la conception du réseau électrique, comme nous l'a expliqué Solarvip :

« Sur Clichy Batignolles, on a par exemple fait venir ERDF aux ateliers, pourtant en APS, très en amont, sur la question du raccordement des installations photovoltaïques. Le raccordement des installations, c'est une vraie question. Du coup, c'était le rôle de l'aménageur de l'organiser. Parce que ça a des impacts derrière sur le schéma du réseau électrique de distribution. On ne conçoit pas un réseau de la même manière si on n'est que consommateur ou si on est consommateur et producteur. Compte tenu du volume de photovoltaïque prévu sur Clichy, on a un réseau très différent de ce qu'ERDF a l'habitude de voir à Paris. Sur Claude Bernard, il y a un peu de photovoltaïque, mais c'est marginal. Ceci étant, sur Claude Bernard, la question n'avait pas été anticipée, et même si ce n'était pas grand-chose, ça a quand même posé des difficultés pour raccorder l'installation. Ça a coûté finalement cher parce qu'il a fallu modifier le schéma, alors que c'est un quartier neuf et que ça venait d'être fait. On ne voulait pas refaire ça. On s'est dit qu'il fallait prendre le truc très en amont pour éviter d'avoir à faire/défaire des choses. » (Solarvip, le 09/07/2013).

En conclusion, il paraît nécessaire pour assurer une couverture importante des besoins énergétiques d'un quartier nouveau par des énergies locales renouvelables ou de récupération d'étudier les besoins du projet urbain et d'explorer les potentialités offertes par le territoire à l'intérieur du périmètre d'aménagement mais aussi au-delà. Il est primordial de comparer plusieurs sources d'énergies et de construire des scénarios d'approvisionnement. Si nombre de ressources énergétiques peuvent être complémentaires, certaines peuvent entrer en concurrence. En effet, sur l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald, l'installation de panneaux solaires thermiques n'était pas compatible avec le raccordement des bâtiments au réseau de chaleur, les panneaux étant les plus productifs en été, c'est-à-dire lorsque la CPCU a du mal à valoriser sa chaleur. Pour éviter les surcoûts, il est nécessaire que ces

études soient menées le plus en amont possible. Comme les projets de transports en commun, les projets de développement d'unités de production énergétique ont leur propre temporalité tout en ayant besoin d'être synchronisés avec le projet urbain qu'ils alimenteront. Un moyen de gérer à moindre coût cette différence de temporalité consiste à découpler, le choix du mode de distribution de la chaleur, du choix de la source énergétique.

4. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 9

En définitive, l'incidence des enjeux de l'énergie apparaît relativement restreinte sur les choix de conception énergétiques alors que l'architecture des bâtiments fait l'objet d'un grand nombre de prescriptions au sein des opérations d'aménagement. L'enjeu de développement des énergies renouvelables a amené les aménageurs à comparer différents scénarios d'approvisionnement en énergie, et les opérateurs à développer des unités de production alternative sur un territoire en mutation urbaine.

Il semble que la marge de manœuvre des experts en énergie dans le dessin urbain soit limitée. Le dessin urbanistique est un compromis entre un grand nombre de variables : les caractéristiques du site (la topographie, les caractéristiques mécaniques de son sol, l'exposition aux nuisances, etc.), le programme de l'opération, le maillage avec les voiries des quartiers alentours, les attentes des politiques, les préoccupations paysagères, les règles du plan local d'urbanisme, etc. Les préoccupations relatives à l'énergie et au climat viennent complexifier un peu plus les choix d'implantation des bâtiments et des espaces publics. La participation des experts arrive assez tardivement dans le processus de conception urbaine. Le dessin urbain n'est alors modifié qu'à la marge ; il est difficile de remettre en question un projet qui a eu l'approbation des élus.

Bien que les solutions permettant de rendre l'éclairage public plus économe soient nombreuses, il n'y a qu'à Clichy-Batignolles qu'un projet innovant d'éclairage public a été conduit. Contrairement aux autres projets, l'éclairage public du secteur Clichy-Batignolles a été conçu en rupture avec le restant du territoire parisien. Ce parti pris a amené le concepteur lumière au sein de la maîtrise d'œuvre urbaine à convaincre les services techniques de la ville du bien-fondé de la recherche d'économies d'énergie sur un projet qui se veut exemplaire sur le plan environnemental. Les échanges ont été longs mais pas vains, puisque la Ville de Paris accepte désormais des projets prévoyant l'installation de LED et des niveaux d'éclairage inférieurs à la règle jusqu'alors en vigueur. Dans ce projet qui a eu des répercussions sur l'ensemble du territoire parisien, l'ambition politique de faire un écoquartier exemplaire et la détermination de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine ont joué un rôle déterminant.

Il s'avère difficile de décomposer les choix de conception urbaine en différentes variables. Il semble que les leviers d'amélioration de la qualité énergétique que nous avons identifiés dans la littérature scientifique soient implicitement activés par les maîtres d'œuvre urbains. Ces variables font parties intégrantes de la palette de choix que doit faire un urbaniste. Agir sur ces variables n'influence pas uniquement la qualité énergétique du territoire. Cette liste de variables ne peut donc constituer un guide pour les concepteurs urbains mais pourrait en revanche être traduites en indicateurs et ainsi permettre aux bureaux d'études de mesurer régulièrement l'impact énergétique des choix de conception. Les concepteurs prendraient ainsi conscience de l'influence de leurs choix sur la performance énergétique du futur quartier et de sa capacité à produire des énergies renouvelables.

La comparaison des cahiers de prescriptions environnementales des six opérations d'aménagement nous a permis de percevoir la diversité des méthodes adoptées par les différents bureaux d'études en environnement et des maîtres d'ouvrage pour lesquels ils travaillent. Le degré de prescription est plus ou moins fort, certains bureaux d'études n'hésitant pas à imposer, en plus des objectifs, les moyens techniques de les atteindre, d'autres, au contraire, laissent une grande marge de manœuvre aux équipes de conception. Nous avons noté que les cahiers de prescriptions varient d'une opération à l'autre même au sein d'un même projet urbain. La performance énergétique des bâtiments ne fait donc pas l'objet d'une stratégie commune sur l'ensemble d'un projet urbain mais dépend des priorités de chacun des aménageurs et de leur AMO.

Par ailleurs, le choix de la source énergétique approvisionnant en chaleur les bâtiments est fait selon des processus variés et à des échelles spatiales distinctes. A Paris Rive Gauche le choix de l'énergie approvisionnant le bâtiment en chaleur revient au maître d'ouvrage de chaque opération immobilière. A Paris Nord Est les opérateurs de chaud et froid urbains ont étendu leur réseau dans le territoire concerné par le projet urbain. Chaque aménageur, après avoir comparé différentes solutions d'approvisionnement, a finalement demandé aux opérateurs immobiliers de raccorder leur bâtiment au réseau de chauffage et de froid (pour les bureaux et les commerces). A Clichy-Batignolles, la question de l'approvisionnement en énergie a également été prise en main par un aménageur, la SEMAVIP (puis PBA) concessionnaire des deux ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles. Le périmètre considéré dans cette réflexion a dépassé celui du projet urbain. De plus, le choix du système de distribution a été découplé du choix de la ressource énergétique, ce qui a permis de lancer la réalisation de la boucle d'eau chaude avant que ne soit arrêté le choix de la source de chaleur. Si aucune source énergétique n'a été recherchée dans le territoire environnant le projet urbain, l'aménageur a recherché des bâtiments pouvant potentiellement être raccordés à une boucle d'eau chaude alimentée par un puits de géothermie dans le Dogger. Cette comparaison des approches de l'approvisionnement énergétique des bâtiments montre que plus l'échelle considérée augmente, plus les scénarios d'approvisionnement envisageables se multiplient.

Produire des ENR&R localement pour approvisionner en énergie les bâtiments d'un futur quartier constitue un important bouleversement des pratiques d'aménagement. Nous avons observé que trois acteurs ont adapté leurs pratiques à ce nouvel enjeu : les opérateurs immobiliers dans un premier temps, puis les opérateurs énergétiques et enfin les aménageurs. Cependant ces acteurs, qui se sont positionnés pour prendre en main ce nouvel enjeu, ne nous paraissent pas les plus adaptés. Il serait selon nous nécessaire de faire appel à un nouvel acteur qui serait en mesure de décider des énergies qu'il est possible et souhaitable d'être produites pour approvisionner l'ensemble du futur quartier. Ainsi lorsque le contexte le permet, le choix des sources en énergie pourrait être dissocié du choix du vecteur de distribution de la chaleur : après avoir identifiées les ressources énergétiques potentiellement mobilisables, fait une première sélection de celles-ci, le choix entre un système de distribution mutualisé ou décentralisé pourrait être réalisé. Sur la base de ces premières études, le projet de distribution de l'énergie pourrait être dissocié du projet d'implantation d'énergies renouvelables et géré par l'aménageur.

En plus de changer d'échelle, il est nécessaire d'anticiper le plus possible cette question. Plus la réflexion sur l'approvisionnement en énergie du futur quartier est menée en amont du projet urbain, plus son intégration au processus d'aménagement sera possible et plus les opportunités de mutualisation des solutions d'approvisionnement et de distribution seront nombreuses. De plus, nous

avons constaté qu'un projet d'unité de production d'énergies renouvelables ou de récupération nécessite plusieurs années d'études et de réalisation, l'enjeu devient donc la coordination du calendrier du projet d'aménagement avec celui du projet énergétique pour éviter le plus possible la mise en place de solutions temporaires.

CHAPITRE 10. VERS LA MISE EN ŒUVRE D'UNE STRATEGIE ENERGETIQUE DANS LES PROJETS URBAINS

Dans ce dernier chapitre nous rassemblons les différentes conclusions que notre étude comparative des pratiques en matière d'énergie dans les projets urbains Paris Rive Gauche, Paris Nord Est et Clichy-Batignolles nous a permis d'esquisser. A partir de ces observations, nous formulons plusieurs pistes de réflexion qui pourraient participer à la mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains. Il nous semble tout d'abord qu'il existe plusieurs ingrédients, plusieurs pratiques qui pourraient favoriser la prise en compte des enjeux de l'énergie dans les projets urbains : l'évaluation, le développement de méthode de conception partagée et l'intégration d'une expertise auprès des acteurs conduisant le projet urbain dans son ensemble (1). Notre analyse des trois projets parisiens nous amène par ailleurs à envisager que soit définie et mise en œuvre une stratégie énergétique locale (2). Nous pensons que les enjeux énergétiques devraient être considérés lors de la définition de la stratégie de mutation du territoire. Développer une stratégie énergétique, c'est-à-dire définir des orientations stratégiques traduites en objectifs accompagnés de critères et d'indicateurs, nous semble pertinent pour mobiliser les acteurs du projet urbain et assurer la qualité énergétique du quartier en devenir. La constitution de cette stratégie énergétique locale doit émaner en partie des élus et s'appuyer sur un ensemble de données territoriales. Il apparaît par ailleurs nécessaire de désigner un acteur du territoire en charge de ce management stratégique de l'énergie (3). Enfin, il nous semble que les conditions nécessaires au changement de pratiques et à la recomposition du système d'acteurs induits par la mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains pourraient être éclairées par les théories de la sociologie de l'innovation (4).

1. FACILITER LA PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS LES PROJETS URBAINS

1.1. LA NECESSAIRE EVALUATION DE LA QUALITE DES INVESTISSEMENTS EN MATIERE D'ENERGIE

Maitriser la demande en énergie des bâtiments et des services urbains et développer des unités de production d'énergies renouvelables et de récupération représentent un coût d'investissement non négligeable. Les acteurs que nous avons rencontrés nous ont rappelé que bien souvent le coût de l'investissement dans des solutions innovantes sur le plan énergétique constituait un frein à l'action. Toutefois, selon les acteurs, l'impact des choix de conception et de matériaux en faveur de la performance énergétique sur le coût de la construction d'un bâtiment est plus ou moins relativisé. Bien que ces questions de coût de constructions concernent uniquement les opérateurs immobiliers, elles ont des conséquences sur le bilan financier des opérations d'aménagement :

« La question économique est celle des constructeurs qui doivent payer des bâtiments plus chers pour atteindre les objectifs. Quand ils paient des bâtiments plus chers, le terrain vaut moins cher. Si le bâtiment vaut plus cher, le terrain vaut moins cher. Donc, ça a une répercussion sur le bilan. C'est une décision, un choix politique assumé, aussi bien par les techniciens que par les élus. Il faut faire

avec. Il est difficile à évaluer, l'impact. On pourrait l'évaluer sur une opération, mais il y a une telle évolution du coût du foncier... De toute façon, on ne se pose pas cette question. Il y a des objectifs à atteindre, portés par la Ville de Paris. On se donne les moyens d'atteindre ces objectifs. Et si ça passe par une altération du niveau des droits à construire, c'est assumé. » (PRG, aménageur, Direction de la programmation et de l'urbanisme, le 20/09/2012).

La recherche par la Ville de Paris d'une meilleure performance énergétique des bâtiments neufs doit donc s'accompagner du niveau d'investissement nécessaire. Selon certains acteurs, il n'est pas utile de faire supporter à la collectivité le surinvestissement relatif à la performance énergétique puisque ce surcoût est absorbé par le marché immobilier, du moins à Paris :

« C'est le problème des opérateurs, pour tout ce qui est performance énergétique de leur bâtiment. Toutes les opérations privées, ça fait partie du bilan des promoteurs. Le marché du logement à Paris le supporte encore parce que c'est un marché où les coûts de sortie sont monstrueux, même si le foncier est très cher. Finalement, ça reste marginal sur des coûts à la fois de foncier et d'acquisition qui sont énormes. Donc, je pense que c'est absorbé naturellement. Pour tous les logements sociaux, ce sont des équilibres de bilan et la Ville est appelée dans l'équilibre de ce bilan. » (Clichy-Batignolles, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 27/07/2012).

Toutefois, répercuter sur le prix de sortie d'un bâtiment le coût de la performance énergétique n'est pas accepté par tous. L'Agence Frank Boutté Consultants s'oppose par exemple à la recherche maximale de performance énergétique des bâtiments neufs et propose à la place de prendre en compte le rapport entre gain énergétique et effort économique, de façon à ne pas mettre en œuvre des solutions qui coûtent chères mais qui ne contribuent que faiblement à la performance énergétique du bâti (Borne, 2011).

Le coût de la performance énergétique des logements sociaux est supporté en partie par la collectivité. Plusieurs subventions sont subordonnées à l'obtention d'un label énergétique et d'une certification environnementale. Les surcoûts sur le poste travaux induits par la recherche d'une meilleure performance énergétique sont pour les opérateurs immobiliers privés également compensés par des dispositifs fiscaux avantageux (Renauld, 2012).

Les investissements en faveur de l'efficacité énergétique dans les services urbains ou pour le développement d'unités de production d'ENR&R sont en partie supportés par la collectivité. Au regard de l'état actuel des finances publiques, ce type d'investissement ne semble pas pouvoir être généralisé à toutes les opérations d'aménagement de la Ville de Paris. L'intérêt expérimental des quelques opérations exemplaires sur le plan de l'environnement et en particulier de l'énergie ne semble pas pouvoir être retiré à l'avenir sur d'autres opérations. Par exemple, des opérations comme Clichy-Batignolles ou la ZAC Pajol pour lesquelles la Ville de Paris a consenti d'importants investissements en faveur de la qualité environnementale et de la performance énergétique ne pourraient être lancées dans le contexte actuel de crise des finances publiques :

« Pajol va très loin, quand on voit le tableau de bord développement durable, le truc de cotation est super bon. Mais des opérations à ce prix-là, on n'en refera pas de sitôt. Ça va qu'elle a été décidée sur la mandature d'avant. Aujourd'hui, une opération comme celle-là ne se déciderait pas. Il y aurait trop de blocages financiers. C'est un juste équilibre à trouver. On va me dire : sur le long terme, financièrement, c'est intéressant. Certes ! Mais c'est le budget d'aujourd'hui qui paie les

investissements. Donc c'est compliqué.» (PRG, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 23/08/2012).

Se pose alors la question de l'intérêt d'expérimenter des solutions à la reproductibilité limitée. D'ailleurs reproduire une solution technique n'a de sens que si son efficacité a été évaluée, mesurée. Dans la mesure où les procédures d'évaluation sont encore très limitées et que les objectifs énergétiques n'ont pas vocation à être évalués, aucune préconisation ne peut être tirée de ces expérimentations. Bien que l'enjeu de la transition énergétique dépasse largement le cadre de la construction neuve, les opérations d'aménagement constituent un lieu d'expérimentation indispensable, à condition que leurs performances soient réellement évaluées et qu'un bilan de ces expériences soit réalisé, comme nous l'a fait remarquer l'ancien responsable développement durable de la SEMAVIP :

« J'ai l'impression qu'on se focalise beaucoup sur l'énergie, à juste titre. Je peux rappeler que le neuf ne représente qu'une toute petite partie de l'enjeu et que le vrai enjeu est sur l'existant. Là, on parle d'aménagement, donc de constructions neuves qui ont une vocation d'exemplarité. Il ne faut pas non plus jeter le bébé avec l'eau du bain, ça justifie quand même qu'on se pose des vraies questions et qu'on fasse école, notamment sur les grandes opérations d'aménagement. Si ce n'est pas là qu'on essaie d'expérimenter et de tester, on ne sera jamais capable de le faire. Ces opérations ont un rôle à jouer là-dedans, même si ça coûte un peu. Il faut se dire que c'est de l'argent investi dans une activité d'intérêt général. A condition qu'on organise le bon retour d'expérience, et là-dessus, on a encore beaucoup de boulot. On ne le fait pas systématiquement et je pense qu'il est indispensable de le faire si on veut justifier l'énergie et l'argent public qu'on y investit, pour faire l'exemplarité. La moindre des choses, c'est de bien organiser le retour d'expérience et qu'il soit public, largement partagé, y compris pour les échecs, il ne faut pas forcément en avoir peur » (Ancien chargé de mission DD à la SEMAVIP, le 21/08/2012)

Il paraît primordial de dépasser les approches de labellisation qui n'évalue qu'une performance présumée d'une opération et non la performance réelle des bâtiments et des aménagements une fois en exploitation. Bien que nous ayons relevé l'apparition de quelques initiatives d'évaluation des performances énergétiques des projets, les données obtenues, les retours d'expérience ne sont pas valorisés. Partager les retours d'expérience, les difficultés rencontrées, les déconvenues permettrait à un grand nombre de professionnels d'améliorer leurs pratiques d'une part, et permettrait de renforcer la légitimité des investissements supplémentaires en faveur de la qualité énergétique des opérations de construction et d'aménagement d'autre part.

1.2. LA CONCEPTION PARTAGÉE : UNE PRATIQUE PROMETTEUSE POUR AMÉLIORER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE D'UN QUARTIER

Un mode de conception partagée des bâtiments a été adopté sur la ZAC Claude Bernard, sur l'opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald et sur le secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles. Cette méthode de conception consiste à faire travailler de concert les équipes de différents lots et de les réunir régulièrement de manière à ce que chaque équipe prenne en considération les projets environnants dans le dessin de son propre projet. Cette méthode de travail présente plusieurs avantages, notamment en matière de performance énergétique des bâtiments, mais aussi quelques limites que nous tâcherons d'exposer dans cette section.

Après avoir décrit le déroulé des ateliers de conception du secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles au [CHAPITRE 6](#) et des workshops de l'opération Macdonald au [CHAPITRE 7](#), mettons maintenant en évidence les points communs et les différences entre ces deux expériences. Les informations dont nous disposons sur les workshops qui ont eu lieu à Macdonald ont été recueillies au cours des entretiens, alors que nous avons pu en plus des entretiens, assister à plusieurs ateliers de conception de la phase 2 du secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles. Notre aperçu des ateliers de Clichy-Batignolles est par conséquent plus complet. Si les deux pratiques peuvent apparaître assez similaires au premier abord, nous verrons toutefois qu'elles présentent des différences non négligeables. Le [Tableau 22](#) permet de comparer les deux méthodes.

Dans les deux cas, l'organisation, la planification et l'animation de telles sessions suppose une charge de travail considérable pour l'aménageur, l'architecte-coordonateur ou la maîtrise d'œuvre urbaine. Chaque séance traite d'une thématique donnée, définie à l'avance (façades, qualité environnementale, usages, etc.). A Clichy-Batignolles, c'est la directrice de l'APUR, Dominique Alba, qui se charge d'animer les séances. Ce choix est intéressant, l'APUR n'étant pas une partie prenante directe du projet, bien qu'elle ait produit des études au démarrage du projet urbain. Dominique Alba représente un œil extérieur, elle a une très grande connaissance du territoire parisien et de ses projets comme du site Clichy-Batignolles. Ses interventions nous sont apparues être un réel plus pendant les séances, elle n'hésite pas à questionner les équipes, à critiquer les propositions et même faire des suggestions. Le rôle de l'architecte-coordonateur semble nettement plus central à Macdonald – puisqu'il est le garant de l'ensemble du projet – qu'à Clichy-Batignolles, où la maîtrise d'œuvre urbaine apparaît comme un commentateur parmi les autres. Si il a son mot à dire, il n'est pas le seul, l'aménageur et la Ville de Paris prennent également part aux critiques. Alors qu'à Macdonald l'architecte-coordonateur, la SEMAVIP et les AMO prennent part aux décisions d'ordre technique et architectural, la SAS ParisNordEst semble plutôt se concentrer sur les aspects de faisabilité financière, juridique et calendaire. C'est un mode de travail qui demande un investissement personnel important de la part de tous les intervenants. Le rythme soutenu des réunions oblige les concepteurs à faire évoluer leur projet entre deux séances et nécessite des réunions avec leur maître d'ouvrage entre chacune des séances. A Clichy-Batignolles il faut d'un atelier à l'autre préparer des visuels, un discours sur la thématique en question et préparer une maquette au 1/500^{ème}, puis au fur et à mesure de l'avancement des projets au 1/200^{ème} ainsi qu'une modélisation numérique.

Tableau 22. Comparaison des Workshops ayant eu lieu sur l'opération Macdonald avec les ateliers de conception du secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles

| | Workshops de l'opération Macdonald | Ateliers de conception du secteur ouest de la ZAC Clichy-Batignolles |
|----------------------------------|---|---|
| Participants | Architecte coordinateur SAS ParisNordEst et ses AMO Maitres d'ouvrage délégués Architecte de chacun des lots | MOE et MOA de chacun des lots et leurs AMO environnement Aménageur Maitrise d'œuvre urbaine APUR Ville de Paris |
| Fréquence | 1 par mois au démarrage puis 2 par mois, avec de nombreux échanges de mails entre chaque réunion | 1 par semaine en phase esquisses puis 1 toutes les 2-3 semaines en phase APS avec des réunions supplémentaires sur des points donnés en cas de besoin |
| Durée totale | 1 an et demi environ | 1 an environ |
| Raisons d'adoption de la méthode | Accélérer le processus de conception pour une opération particulièrement complexe et au calendrier serré | « Ambition collective » de la Ville de Paris Technicité accrue de la construction sur dalle |
| Objectifs | Garantir la coordination technique de l'opération, la continuité physique du projet d'un lot à l'autre S'assurer que le masterplan soit effectivement respecté dans tous les lots Etudier et valider toute modification demandée par une équipe donnée afin de maîtriser les répercussions sur les autres lots voire l'ensemble de l'opération | Assurer la cohérence entre des projets aux enjeux et au planning communs Eviter la sélection de projets architecturaux par les jurys de concours ne prenant pas en compte les remarques de la commission technique Eviter que le dernier projet d'un secteur soit contraint par les choix des projets précédents Rationaliser les échanges |
| Organisation | Workshops thématiques décidés et planifiés à l'avance par l'architecte coordinateur et la SEMAVIP | Ateliers thématiques décidés et planifiés par l'aménageur Rendus aux phases d'esquisses, d'APS et d'APD permettant aux AMO urbains d'évaluer les projets et présentations des projets en comité de pilotage aux élus |
| Animateurs | L'architecte-coordinateur et la SEMAVIP | L'APUR et l'aménageur |
| Intérêts | Méthode adaptée à la complexité du projet et sa spécificité Permet d'assurer des échanges continus entre les différentes parties prenantes Etudier et comparer plus facilement des solutions alternatives Faire émerger des solutions partagées et innovantes Possibilité de faire évoluer l'ensemble du projet à partir de demandes individuelles des opérateurs | Contraintes de phasage dépassées Contrôle renforcé des projets immobiliers par les services techniques de la Ville de Paris Echanges directs entre les AMO urbains et les équipes permettant une meilleure compréhension des prescriptions environnementales Chaque équipe prend conscience de l'incidence de son projet sur les projets voisins Souple Suivi plus serré |
| Limites | Discussion impliquant un grand nombre d'acteurs en même temps Longues négociations Lourd investissement financier et humain Réculte des informations par l'AMO de l'opération auprès des différentes équipes reste difficile | Chronophage pour l'aménageur Apparition tardive des « points durs » Lourde charge de travail pour les architectes |

Les ateliers à Clichy-Batignolles ont été l'occasion pour les équipes réunies de réfléchir à la création d'espaces partagés d'un nouveau genre. Ces espaces pouvant compenser un manque de place dans les logements, devenir des lieux de rencontre entre les habitants, fournir des équipements dont l'usage est collectif. Chaque équipe a alors imaginé des espaces tels que des terrasses végétalisées accessibles, des cuisines partagées, une chambre d'amis pouvant être réservée par l'ensemble des habitants de l'immeuble, un espace de co-working au rez-de-chaussée d'un immeuble de bureaux, une conciergerie de quartier, etc. Sur cette thématique des usages, les ateliers ont constitué un lieu de libre expression et de création des architectes et de leurs maîtres d'ouvrages. Sur certains lots, nous avons remarqué que les maîtres d'ouvrage se révélaient être d'intéressantes forces de proposition en la matière. La créativité n'est plus uniquement l'apanage des architectes, chacun des membres d'équipes a l'opportunité de participer au processus créatif. Si sur ces questions d'usages, les ateliers se sont révélés être un bon espace de réflexion, d'innovation, nous n'avons pas ressenti cette dynamique sur les questions de performances énergétiques. En effet, sur ces aspects, les ateliers nous sont apparus plus comme un mode de suivi renforcé des projets qu'un moyen de stimuler l'innovation. Bien que ce mode de travail facilite les échanges entre les équipes et l'AMO environnement de la ZAC, l'existence d'un CPEDD très prescriptif nous est apparu constituer un obstacle à une dynamique créative. Mis à part l'interdiction du recours à un procédé de climatisation actif qui a poussé les équipes à imaginer des solutions alternatives avec leurs AMO, les échanges portaient essentiellement sur la compréhension des nombreuses dispositions du CPEDD. En phase d'esquisses, l'enjeu principal en matière d'énergie était l'orientation des projets et l'ensoleillement des façades. Sur cette question d'accès des locaux à la lumière naturelle et d'ensoleillement des toitures voire des façades pour assurer la production d'électricité photovoltaïque exigée par l'aménageur, les ateliers se révèlent très bénéfiques. En effet ils permettent aux équipes de mesurer l'impact des choix d'implantation des volumes d'un projet sur ses voisins. Ainsi, les discussions autour de la maquette sont l'occasion pour les participants de critiquer les autres projets, de retourner les maquettes. Outre le dialogue entre les équipes, l'AMO modélise l'ensoleillement de l'ensemble du secteur sur la base des volumétries fournies par les architectes. Conduire ces modélisations au fur et à mesure des ateliers permet aux équipes de modifier leur projet et de tester différentes alternatives.

En définitive, la conception partagée semble une méthode opportune pour gérer la complexité technique d'un projet et les interfaces entre les différents projets immobiliers mais aussi de contourner des contraintes de phasage d'un projet d'aménagement. Pour les maîtres d'ouvrage, cette manière de faire représente un moyen intéressant de limiter les risques de refus de permis de construire, lorsque la sous-direction des études et règlement ou un juriste spécialisé en droit de l'urbanisme participe aux ateliers. Ce mode d'échanges quasi-continus entre les acteurs du projet d'aménagement et des projets immobiliers apporte de la souplesse. Les réunions de travail ouvrent un espace de négociation entre les prescripteurs, c'est-à-dire l'aménageur et la Ville de Paris ou le maître d'ouvrage de l'ensemble de l'opération avec les acteurs en charge de la réalisation des projets. Toutefois, suivant la nature du cahier des charges, sa rédaction, cet espace de négociation apparaît plus ou moins évident. A Clichy-Batignolles, même si l'AMO environnement de la ZAC nous a assuré que les équipes pouvaient proposer des alternatives aux préconisations du CPEDD ou être en dessous des objectifs fixés, les quelques tentatives de négociation des objectifs auxquelles nous avons assistées ont été clairement déclinées. Toutefois, celles-ci ont eu lieu au début du projet, l'AMO devait estimer que les équipes n'avaient pas encore suffisamment cherché de solutions. Néanmoins, la présence de l'AMO environnement aux tables rondes assure une personnification des CPEDD. En d'autres termes, il est plus facile de comprendre des prescriptions, de s'approprier l'esprit, l'ambition d'un CPEDD en

interagissant avec l'expert plutôt que d'avoir uniquement un document écrit à interpréter seul. Néanmoins, cette méthode de conception peut s'avérer chronophage et éprouvante pour les professionnels qui y participent, du fait du rythme de travail soutenu qu'elle instaure et de l'effort que chacun doit fournir pour écouter et se faire comprendre par chacun des nombreux interlocuteurs. Lors de notre entretien avec un membre de l'équipe de l'architecte-coordonateur, notre interviewé a commencé en réaction à la thématique de notre recherche à insister sur l'énergie humaine dépensée pour mener à bien le projet de reconversion de l'entrepôt Macdonald. Cette anecdote est révélatrice de la complexité de ce projet et de la charge de travail induite par les workshops. Ainsi, il est primordial que tous les acteurs jouent le jeu de la communication et du dialogue ouvert et régulier. Il semblerait qu'à Macdonald la communication entre les bureaux d'études environnementales et l'AMO de l'ensemble de l'opération n'ait pas été facilitée par cette méthode de travail.

Cette méthode de travail nous semble constituer une bonne opportunité pour améliorer la qualité énergétique des projets, à condition que les sessions deviennent un réel espace de créativité sur les questions énergétiques. Il serait intéressant de chercher dans la littérature relative aux processus créatifs, au management de l'innovation, les conditions favorables à la créativité afin d'étudier des moyens d'améliorer ces méthodes de travail collaboratif. Cette perspective de recherche nous semble intéressante, elle nécessiterait d'être réalisée dans un autre cadre que cette thèse. Il serait par exemple intéressant d'étudier comment les théories du design thinking peuvent participer à l'amélioration de cette méthode de conception partagée. Certains chercheurs de l'EIVP ont organisé dans le cadre du projet de recherche ADAPTATIO des ateliers de travail avec les parties prenantes de l'aménagement à Paris sur les questions d'adaptation au changement climatique. L'expérience accumulée par nos collègues pourrait être utilisée pour réfléchir aux possibilités d'évolution de cette pratique d'ateliers. Nous retiendrons seulement ici que cette méthode de travail apparaît prometteuse pour permettre une conception bioclimatique des bâtiments et rechercher à atteindre des objectifs ambitieux de performance énergétique. Ce mode de conception semble favorable à une logique d'écoconception des bâtiments, parce qu'elle installe un processus de conception dans lequel le recours à des outils de simulation prend tout son sens. En effet, des outils d'analyse de cycle de vie tels que ceux que nous avons utilisés dans des travaux antérieurs à cette thèse, demandent un travail conséquent et long de recueil des données et de modélisation. Si les projets sont modélisés au fur et à mesure de leur avancement, ils deviennent alors utiles pour comparer des alternatives et assurer le suivi de la qualité environnementale d'un projet.

1.3. L'INTEGRATION D'UN EXPERT EN ENERGIE DANS LA CONDUITE DU PROJET

URBAIN

L'EXPERT EN ENERGIE, UN ACTEUR ESSENTIEL DES OPERATIONS IMMOBILIERES ET D'AMENAGEMENT

Nous n'avons observé l'intervention d'aucun expert en énergie ni même en environnement à l'échelle des projets urbains que nous avons étudiés dans cette thèse. L'expertise énergétique n'est généralement pas différenciée de l'expertise environnementale voire de l'expertise en développement durable. Ces bureaux d'études spécialisés en environnement ou plus largement en développement durable sont mobilisés à l'échelle des opérations ou des secteurs d'aménagement par les aménageurs ou plus rarement par les maîtres d'œuvre urbains. A l'échelle des opérations immobilières aussi, des bureaux d'études spécialisés interviennent pour s'assurer de la certification environnementale ou la

labellisation énergétique du projet auprès de la maîtrise d'ouvrage et/ou de la maîtrise d'œuvre. La contribution de ces experts en environnement à la conception du projet urbain et architectural est relativement variée : production d'études pour mettre en évidence les impacts environnementaux d'un choix de conception, sensibilisation des parties prenantes, propositions et préconisations d'actions.

En effet, en plus de contribuer à la mise en évidence des effets des choix de conception sur la performance énergétique du projet d'aménagement, ils participent à la sensibilisation des différents acteurs d'un projet et peuvent même orienter l'ambition environnementale de celui-ci. Comme l'ont montré les travaux de recherche de [Joël Idt \(2009\)](#), le schéma selon lequel les politiques définissent l'orientation de l'action urbaine et les techniciens l'appliquent, recouvre une réalité bien plus ambivalente : en plus d'étudier la faisabilité d'un projet émanant du politique, les techniciens peuvent constituer une force de propositions. Nous avons vu qu'à Clichy-Batignolles, les conclusions de l'étude menée par le bureau d'études Izuba énergies pour la ZAC Cardinet-Chalabre ont été reprises par le politique et inscrites comme objectifs à atteindre sur l'ensemble du secteur de projet Clichy-Batignolles dans le plan climat. L'expert peut donc jouer un rôle central dans la définition de l'action urbaine. A Masséna-Bruneseau (PRG) encore, le bureau d'études Transsolar a joué un rôle moteur auprès, tant de la maîtrise d'œuvre que de la maîtrise d'ouvrage urbaine, puisqu'il a amené l'urbaniste à prendre en considération les impacts environnementaux du déplafonnement des hauteurs des bâtiments et a incité l'aménageur à encadrer les projets immobiliers en rédigeant des cahiers de prescriptions environnementales. Bien que les propositions du bureau d'études n'aient pas toujours convaincu la maîtrise d'ouvrage urbaine, elles ont participé à la dynamique de conception d'un projet performant sur le plan énergétique :

« Transsolar est demandeur du maximum d'éléments, et qu'on puisse recourir à toutes les solutions. Voir si on peut récupérer l'énergie sur les eaux grises, etc. Plus on peut en faire, plus Transsolar est content, parce que ça va plutôt dans le bon sens. » (PRG, architecte-coordonateur du secteur Masséna-Bruneseau, le 28/09/2012).

Seulement, les propositions et analyses de l'expert ne sont pas systématiquement adoptées par les élus. A Clichy-Batignolles, le même bureau d'études consulté sur la question de l'implantation d'un immeuble de grande hauteur (IGH) au nord de la ZAC Clichy-Batignolles, a formulé des préconisations à l'issue de son étude qui n'ont pas été suivies. Ces préconisations, comme nous l'avons exposé dans le [CHAPITRE 6](#), portaient sur l'orientation et la hauteur du bâtiment de façon à limiter les ombres portées sur les bâtiments environnants existants ou projetés et limiter les déperditions thermiques et les besoins énergétiques du bâtiment lui-même.

L'expertise énergétique a un rôle à jouer pour démontrer l'intérêt de la mise en place d'une technologie nouvelle ou la pertinence des prescriptions contraignant le travail de la maîtrise d'œuvre. C'est la démonstration de l'expert qui peut convaincre les acteurs, parties prenantes du projet, et les faire adhérer à la démarche de transition énergétique. Il est alors indispensable que la maîtrise d'ouvrage et son AMO fixent des objectifs clairement définis et réalistes et qu'ils fassent preuve d'une certaine pédagogie auprès des équipes devant les mettre en œuvre. Sans quoi, les équipes de maîtrise d'œuvre risquent de se démobiliser et décrédibiliser à la fois la maîtrise d'ouvrage et la qualité de l'expertise de son AMO. Les experts peuvent aussi être appelés pour reconstruire a posteriori un choix politique ([Idt, 2009](#)). Nous avons rencontré deux exemples dans notre enquête : la conservation de l'entrepôt

Macdonald au nom de l'économie des ressources, la mise en place d'un réseau d'aspiration pneumatique des déchets à Clichy-Batignolles.

Comme l'a souligné [Souami \(2008\)](#), l'expert spécialisé en environnement ou en développement durable peut intervenir dans une opération d'aménagement soit auprès de la maîtrise d'ouvrage, soit au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine. Parmi les projets que nous avons étudiés, seule l'équipe de maîtrise d'œuvre en charge du secteur Masséna Bruneseau (PRG) comprenait un bureau d'études spécialisé en environnement. Dans les projets de bâtiments, il n'est pas rare de voir la maîtrise d'ouvrage faire appel à un AMO environnement et de voir l'architecte également s'entourer d'un bureau d'études spécialisé en environnement. Bien que nous ne l'ayons pas rencontrée dans nos études de cas, cette même configuration pourrait se retrouver à l'échelle urbaine. Précisons que d'un projet à l'autre, les bureaux d'études peuvent se retrouver en mission auprès de la maîtrise d'ouvrage ou auprès de la maîtrise d'œuvre. Nous proposons de comparer les avantages et les inconvénients de ces trois configurations possibles ([Tableau 23](#)). Cette comparaison, fondée sur l'observation de l'intervention des bureaux d'études en environnement dans les opérations d'aménagement nous permet de réfléchir à l'éventualité de faire appel à l'échelle du projet urbain à une telle expertise d'une part et aux conditions de son intervention d'autre part.

Tableau 23. Les positionnements possibles de l'expertise environnementale dans une opération d'aménagement et les avantages et inconvénients qu'ils présentent

| Position de l'expert en environnement | Avantages | Inconvénients |
|--|---|--|
| Assistant de l'aménageur | Auprès de la maîtrise d'ouvrage, l'expert bénéficie de son autorité, son point de vue sera respecté par le reste des acteurs de l'opération | Mission à durée déterminée à la fin de laquelle doit être fait un nouvel appel d'offre. L'ensemble du projet risque donc de ne pas être suivi par le même expert. |
| Membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine | L'ensemble du projet peut être suivi par le même bureau d'étude, sans condition d'appel d'offre à chaque fin de contrat L'expert est intégré dès le départ au processus de conception urbaine, il peut donc orienter le dessin du plan masse | La maîtrise d'ouvrage n'a pas les compétences pour juger de la pertinence des propositions du bureau d'étude, ni pour évaluer la qualité scientifique et technique des études produites. |
| Expertise double : un assistant de l'aménageur et un bureau d'étude spécialisé en environnement auprès du maître d'œuvre | Les propositions de la maîtrise d'œuvre et de son expert sont évaluées par la maîtrise d'ouvrage avec l'aide de son AMO. | Risque de dialogue controversé entre experts échappant à la maîtrise d'ouvrage. |

MISSIONNER UN EXPERT AUPRES DE LA MAITRISE D'OUVRAGE URBAINE ?

Lorsque le bureau d'études est missionné par l'aménageur, il bénéficie d'une grande liberté et profite de la position d'autorité de l'aménageur pour faire des propositions qui devront ensuite être respectées et mises en œuvre par l'ensemble des acteurs de l'opération :

« C'était une phase très intéressante, ça permettait même d'être plus efficace qu'en étant maîtrise d'œuvre puisqu'on avait un peu plus d'autorité. On a été écouté un peu plus fortement que quand on est directement dans le sein de la maîtrise d'œuvre où on peut être très bien écouté, mais parfois aussi... Ce n'est pas la même position. Là, on avait l'appui de la SAS de ParisNordEST. C'était assez confortable pour affirmer ce qu'on avait envie d'affirmer. » (PNE, opération Macdonald, AMO DD, le 17/07/2013).

C'est donc pour le bureau d'études l'occasion d'innover, d'expérimenter à une échelle relativement importante des principes de conception ou des technologies. Nous avons vu dans le [CHAPITRE 9](#), que chaque bureau d'études semble avoir des stratégies propres pour améliorer la performance énergétique d'un bâtiment, il en est de même pour l'aménagement. En effet, les bureaux d'études défendent des moyens d'actions différents pour mettre en œuvre la transition énergétique et inventent des concepts nouveaux d'aménagement et d'architecture. Il n'est pas rare de voir ces propositions faire l'objet d'articles dans la presse spécialisée. Une fois la maîtrise d'ouvrage convaincue de l'intérêt de ses propositions, aucun obstacle autre que technique ne peut à priori se présenter. En revanche, les partis pris adoptés par le bureau d'études peuvent, dans le cas d'une opération d'aménagement publique, être potentiellement remis en question à la fin du contrat d'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO). Ces missions d'AMO sont, conformément aux règles relatives à la maîtrise d'ouvrage publique, délimitées dans le temps, et à chaque fin de contrat l'attribution du marché est rouverte à la concurrence. Sur la ZAC Clichy-Batignolles par exemple, le bureau d'études Tribu n'a pas remporté le second appel d'offre pour la mission d'AMO environnement coordinateur. C'est le bureau d'études Indiggo qui a pris sa suite. La continuité du suivi et de l'orientation stratégique s'en trouve inévitablement affectée. Dans le cas présent, le nouveau bureau d'études s'est donc retrouvé à devoir s'assurer de la bonne application d'un cahier de prescriptions environnementales et de développement durable qu'il n'avait pas rédigé. Nous avons noté quelques difficultés d'appropriation des CPEDD et de la méthode de suivi, d'autant que le bureau d'étude Tribu avait mis en place des indicateurs simplifiés d'énergie grise ou de contribution à l'îlot de chaleur urbain.

L'organisation par projet au sein de la direction de l'urbanisme donne une légitimité d'action supplémentaire au chef de projet urbain, bien qu'appartenant à la sous-direction de l'aménagement. Comme l'a montré Joël Ildt dans sa thèse, le chef de projet à la direction de l'urbanisme entretient une relation privilégiée avec son élu de tutelle en dehors du circuit hiérarchique, et sert ainsi d'interface entre cet élu et les autres directions techniques de la Ville, voire directement avec leurs élus de tutelle respectifs (Ildt, 2009). A Paris, les élus ont d'ailleurs selon l'auteur une capacité d'intervention directe dans l'action menée par les techniciens (Ildt, 2009). En entourant d'un bureau d'études spécialisées en énergie le chef de projet urbain, les enjeux de la transition énergétique seraient portés au cœur du pilotage de l'action urbaine. Le portage technique serait assuré par un acteur identifié, dont le rôle serait comparable à celui des assistants à maîtrise d'ouvrage intervenant aujourd'hui à l'échelle des opérations d'aménagement. Toutefois, son intervention serait délimitée dans le temps selon des modalités contractuelles. La vision énergétique du projet ne serait donc pas portée par le même bureau d'étude tout au long du projet. Or, la comparaison des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable nous a permis de remarquer que chaque bureau d'étude, fort de sa propre expérience, met en œuvre des stratégies de prescriptions différentes, faisant appel à des méthodes de travail différentes et mettant l'accent sur des leviers d'actions différents. La stratégie énergétique pourrait alors connaître des bouleversements en cours de projet. Cette inconstance de l'action est à relativiser puisqu'un changement d'équipe municipale ou de directive politique bouleverserait

également les partis pris d'une stratégie de transition énergétique. La mise en œuvre de la transition énergétique serait également circonscrite dans l'espace au projet urbain.

EXIGER UN EXPERT ENERGETIQUE AU SEIN DE LA MAITRISE D'ŒUVRE URBAINE ?

Lorsque la maîtrise d'œuvre urbaine comprend un expert en environnement, son expertise peut être mieux intégrée au processus de conception. En effet, les collaborations au sein des équipes de maîtrise d'œuvre sont généralement étroites, le concepteur et les bureaux d'études travaillant régulièrement ensemble. Le concepteur est donc, au fur et à mesure des projets, imprégné de l'expertise de ses collaborateurs. D'autant que l'expert est alors présent aux côtés du concepteur dès les premières esquisses, le projet peut donc dès le départ être orienté suivant une perspective d'économie d'énergie. Dans cette configuration, l'expert peut accompagner l'urbaniste ou l'architecte sur toute la durée du projet, sans condition de mise en concurrence. Seulement, il est nécessaire que la maîtrise d'ouvrage soit en mesure d'apprécier les résultats des études et la pertinence des propositions du dit bureau d'études. Il semble qu'à Masséna-Bruneseau (PRG), une proposition du bureau d'études ait été mal comprise. En effet, la suggestion du bureau d'études Transsolar d'installer une chaufferie bois pour alimenter en chaleur les bâtiments du secteur Masséna-Bruneseau a été considérée comme complètement insensée par l'aménageur.

« On a proposé de la tri-génération bois, c'est-à-dire d'avoir des chaufferies qui utilisent du bois, et qui sont capables d'utiliser d'autres choses si jamais il n'y a pas la ressource en bois. Pour Transsolar, c'était le moyen de faire que les immeubles de grande hauteur puissent éventuellement être beaucoup moins consommateurs que ce qu'ils sont maintenant. [...] A Paris, il y a une difficulté : la chaufferie bois était jusqu'à récemment interdite, dans Paris intra-muros. Il y a les difficultés de perception liées à la pollution quand les chaufferies sont mal réglées, les particules, etc. Et la question non négligeable qui est celle de l'approvisionnement et du stockage. Je ne parle pas de l'approvisionnement, la ressource, mais la venue de camions avec les stères de bois, surtout pour des immeubles de grande hauteur. Ce qui fait que cette question du bois n'a pas du tout été vue positivement. Aussi avec l'épuisement de la ressource. [...] Ce qui fait qu'entre le stockage, les particules, l'approvisionnement, etc., ça a plutôt été vu comme une proposition insensée que comme quelque... Transsolar était assez convaincu de ça. Nous, on a du mal à évaluer si c'était une bonne option ou quelque chose de complètement ridicule » (PRG, architecte-coordonateur du secteur Masséna-Bruneseau, le 28/09/2012).

Ce désaccord a même amené le responsable environnement de la SEMAPA à remettre en question les qualités d'expertise du bureau d'études, pourtant reconnu par de nombreux professionnels en France comme à l'étranger :

« Je n'ai rien contre ces gens, mais quand on voit qu'ils faisaient la promotion du chauffage au bois à Paris, sans prendre en compte le plan de protection de l'atmosphère de l'Ile-de-France ! Ils parlent pour des petites cellules, pas pour des gros bâtiments. On se pose la question. Transsolar, ce sont des gens connus... » (PRG, aménageur, Responsable Environnement, le 20/09/2012).

Précisons, que le responsable environnement de l'aménageur n'a pas de formation en environnement mais présente un intérêt certain pour les questions d'environnement ce qui a amené sa direction à le nommer à ce poste.

Sur cet exemple, la Ville de Paris pourrait dorénavant exiger que la maîtrise d'œuvre urbaine en charge du dessin, tant stratégique que physique du ou des futurs quartiers, comprenne un bureau d'études spécialisé en environnement. Au même titre que le groupement de maîtrise d'œuvre urbaine peut comprendre un paysagiste ou un concepteur lumière, elle pourrait comprendre un expert en énergie. Nous avons vu avec le projet Paris Nord Est que la maîtrise d'œuvre urbaine joue un rôle clé dans la conduite d'un projet à l'action fragmentée (Idt, 2009). En effet, l'urbaniste semble être le garant de la coordination d'ensemble du projet urbain. Alors que les responsables de projets dans les directions techniques de la Ville se succèdent et que les élus changent au cours d'un même projet urbain, le concepteur urbain, lui, reste. Affranchie des contraintes de marchés publics, la coopération entre l'urbaniste et le bureau d'études pourrait elle aussi perdurer. Cette participation de l'expert au travail de conception urbaine pourrait amener celui-ci à orienter le projet dès les premières réflexions et pas seulement intervenir à la marge à partir d'un premier plan masse. L'énergie pourrait alors faire partie intégralement de la stratégie d'aménagement.

LES DEUX ?

Dans le cas d'une double expertise, l'une auprès de la maîtrise d'ouvrage et l'une au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre, l'AMO est là pour aider la maîtrise d'ouvrage à évaluer la pertinence des propositions de la maîtrise d'œuvre pour répondre aux orientations et objectifs qu'elle aura définis. Les approches des différents bureaux d'études peuvent ainsi être confrontées, ce qui peut amener à des propositions innovantes mais aussi à des débats d'experts, des controverses. Le risque est alors grand que ce débat entre experts échappe tant à la maîtrise d'ouvrage qu'à la maîtrise d'œuvre. Selon le bureau d'études Transsolar, cette configuration a également tendance à compliquer la communication entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, le dialogue se faisant entre experts interposés, guidés par des intérêts divergents. En effet, cette configuration encore inexistante ou peu répandue pour les opérations d'aménagement est fréquente voire systématique pour les opérations immobilières. De manière caricaturale, il semble qu'à cette échelle les intérêts s'opposent entre une maîtrise d'ouvrage qui souhaite voir son projet labellisé et/ou certifié alors que l'architecte défend son design. Les bureaux d'études se retrouvent donc au cœur de ces négociations, représentant chacune des parties et devant ajuster les variables techniques en conséquence.

Par définition, une expertise est portée par des techniciens spécialistes dont l'analyse d'une problématique se fait dans un référentiel partiel, ce qui permet ainsi d'évaluer une partie des effets possibles d'une action publique (Idt, 2009). Les arguments apportés par les experts au regard de leur domaine d'expertise constituent donc des arguments parmi d'autres pour orienter l'action. Il revient au pilote de projet de faire la synthèse des différentes expertises. Si l'énergie est une problématique de développement durable qui comporte des incidences dans divers secteurs, comment un expert peut-il être en mesure d'évaluer l'ensemble de ces incidences ? Est-ce à l'expert de porter un regard transversal ou revient-t-il au pilote de projet de faire appel aux connaissances et aux outils de l'expert pour ponctuellement l'éclairer sur l'une ou l'autre de ces incidences ? En d'autres termes, il paraît essentiel que les pilotes d'un projet d'aménagement urbain soient conscients de l'ensemble des enjeux soulevés par la transition énergétique pour qu'ils sachent quand mobiliser les experts.

2. DEFINIR ET METTRE EN ŒUVRE UNE STRATEGIE LOCALE DE L'ENERGIE

2.1. FAIRE DE L'ENERGIE UNE DIMENSION STRATEGIQUE DU PROJET URBAIN

Nous avons vu dans le [CHAPITRE 1](#) que penser la transition énergétique à l'échelle du quartier présente plusieurs avantages comparé à une intervention à l'échelle du bâtiment. En changeant d'échelle, les leviers d'action se multiplient : en plus des actions relatives à la composition du bâtiment (ses matériaux, ses équipements, etc.), il est possible de profiter de la densité de programmes et de la mixité des fonctions pour limiter les besoins de déplacements ou mettre en place des solutions de production et/ou de distribution de chaleur mutualisée. Le dessin urbanistique est aussi l'occasion de favoriser le recours des usagers à des modes de déplacements doux, de favoriser l'accès au soleil et à la lumière naturelle des bâtiments, ou encore de créer un environnement favorable à la ventilation et au rafraîchissement naturel. C'est également l'occasion de penser les synergies entre les différents postes de consommation et de production d'énergie sur un même territoire ainsi qu'entre les réseaux énergétiques ou non. Ce changement d'échelle permet aussi de s'intéresser, au-delà de la performance énergétique du bâti, aux besoins énergétiques des services urbains, tels que l'éclairage public, la collecte des déchets, ou encore la desserte en transports en commun.

Bien qu'il soit en théorie opportun d'aborder les problématiques énergétiques à l'échelle du quartier, notre étude a mis en évidence que ces préoccupations ne sont que marginalement intégrées au processus de conception d'un projet urbain. A travers notre enquête, nous n'avons identifié aucun acteur porteur des préoccupations énergétiques à l'échelle des projets urbains, ni au sein de la maîtrise d'ouvrage urbaine ni au sein de la maîtrise d'œuvre urbaine. Les acteurs que nous avons rencontrés ne nous ont pas non plus fait échos d'engagement particulier pour les enjeux de l'énergie de la part des élus. Ce n'est qu'à l'échelle des opérations/secteurs d'aménagement et de construction que des acteurs sont spécifiquement missionnés (cf. section précédente).

Parmi les trois projets que nous avons comparés, Clichy-Batignolles est le seul pour lequel des objectifs énergétiques ont été formulés pour l'ensemble du projet urbain. Toutefois, c'est le bureau d'études spécialisé en environnement qui a convaincu la maîtrise d'ouvrage de l'intérêt de considérer l'ensemble du territoire de projet pour définir l'ambition énergétique du projet, soit les trois opérations d'aménagement. Malgré l'inscription de ces objectifs spécifiques au secteur Clichy-Batignolles dans le plan climat, ceux-ci n'ont pas été intégralement suivis dans le lotissement Saussure. La définition d'objectifs énergétiques n'a pas non plus été accompagnée de la mise en place d'une procédure d'évaluation de leur mise en œuvre effective dans le projet. Le projet d'implantation d'un immeuble de grande hauteur au nord de la ZAC Clichy-Batignolles pour accueillir les locaux du futur palais de justice de Paris démontre par ailleurs que la définition d'objectifs énergétiques ne constitue pas une barrière à la réalisation de décision allant à l'encontre de ces engagements pour la performance énergétique. Pour les deux autres projets, aucun document et aucun acteur ne font état d'une réflexion sur la performance énergétique du futur quartier ou de son approvisionnement en énergie. A Paris Nord Est, où une stratégie urbaine a été formulée, l'énergie ne fait pas partie des enjeux identifiés comme structurants pour la mutation de ce vaste territoire. Aucune orientation sur les conditions de mise en œuvre de la transition énergétique n'est alors partagée par les acteurs des différentes opérations d'aménagement. En revanche, le document stratégique se positionne sur la question des trames vertes et bleues, préoccupation elle aussi relativement récente. Fixer des objectifs énergétiques pour des projets urbains comme Paris Rive Gauche ou Paris Nord Est pose une difficulté supplémentaire par rapport à Clichy-

Batignolles. En effet, de par la taille de ces territoires et par la durée de ces projets, la mutation urbaine est plus complexe à organiser. A Clichy-Batignolles, l'ensemble du projet sera livré dans un laps de temps relativement court contrairement à Paris Rive Gauche, où les livraisons s'échelonnent sur trente ans, ou encore à Paris Nord Est où les dates de lancement de certaines opérations d'aménagement sont encore incertaines. Autrement dit, sur des projets à si long terme, les objectifs énergétiques fixés au démarrage du projet risquent d'être rapidement dépassés, le rythme de l'action urbaine étant plus lent que le rythme d'évolution des réglementations ou de progression des techniques et des technologies énergétiques. Néanmoins, ce n'est pas une raison suffisante pour ne pas fixer des objectifs. Il suffit simplement que ces objectifs soient revus en temps voulu. De toute façon, les orientations stratégiques d'un projet urbain sont souvent révisées lors d'un changement de majorité aux élections municipales. Même si ces objectifs énergétiques ne sont pas immuables, ils sont indispensables à la mobilisation des acteurs du projet urbain sur les enjeux énergétiques.

Avant de définir des objectifs énergétiques, il nous semble nécessaire d'élaborer une stratégie énergétique. A l'image de ce qu'a observé [Souami \(2009a\)](#) dans les projets de quartiers durables, définir une stratégie énergétique pourrait revenir à préciser l'acceptation du « territoire énergétique » dans la conduite du projet urbain. L'auteur a identifié trois conceptions distinctes portées par des acteurs différents, que sont la « conception idéale », la « conception opérationnelle » et la « conception évaluative de légitimation »⁸⁶. Si aucune de ces conceptions ne l'emporte dans les opérations étudiées par l'auteur, nous suggérons que le « territoire énergétique » soit défini collectivement en phase amont des projets urbains. Il s'agirait de définir les déterminants de la qualité énergétique d'un quartier urbain, c'est-à-dire de répondre à des questions telles que : le futur quartier doit-il tendre vers l'autonomie énergétique ? Faut-il que chaque poste de consommation d'énergie du territoire soit le plus efficace en énergie ? Quelles solidarités énergétiques entre le quartier et les territoires environnants ? Faut-il contraindre les usages ? Quelles sont les frontières du territoire énergétiques ? La qualité énergétique comprend-elle les déplacements ? Quelles ressources énergétiques exploiter ?... Cette réflexion stratégique devrait alors être complétée par la détermination d'objectifs, de critères et d'indicateurs d'évaluation. Stratégie énergétique, objectifs à atteindre, critères et indicateurs d'évaluation seraient ensuite régulièrement réinterrogés, et revus si besoin est. L'important est qu'à tout moment du projet urbain, les différentes parties prenantes aient une référence, des objectifs et un vocabulaire commun, afin que l'action urbaine puisse être coordonnée en matière énergétique.

Par ailleurs, toutes les problématiques soulevées par la réflexion sur la transition énergétique ne sont pas abordées au sein des projets urbains que nous avons étudiés. La maîtrise de la demande énergétique dans les bâtiments demeure la première cible des acteurs de l'aménagement, et donc celle qui fait l'objet de plus d'encadrement, de procédures de suivi. La question de la couverture des besoins du futur quartier par des énergies renouvelables et de récupération (ENR&R) produites localement est

⁸⁶ Selon la « conception idéale » portée par certains militants, le territoire du projet fonctionne en autonomie, il est fait abstraction des liens avec le territoire environnant, comme si seul le territoire de projet existait. La conception opérationnelle émerge lors des discussions et prises de décision nécessaires à l'avènement du projet. Dans ce cas, seule la performance du territoire au sein du périmètre défini est visée, l'optimisation énergétique de chacune des composantes au sein de ce territoire y contribue : « La recherche de la performance de chaque composante est supposée conduire à l'optimisation du périmètre et passe par l'exploitation même des liens avec le reste du territoire » ([Souami, 2009a, p. 72](#)). La dernière conception du territoire se manifeste lors de l'évaluation des performances énergétiques du projet. Evaluer la performance énergétique d'un projet suppose de définir un périmètre d'étude, de mesure. Ainsi le territoire du projet est isolé de son environnement même-si celui-ci l'alimente en énergie.

émergente et fait l'objet de diverses approches, comme nous l'avons montré au [CHAPITRE 9](#). Enfin, la question de la réduction de l'énergie grise des matériaux de construction et des équipements, ou encore de la réduction de la consommation d'énergie dans la phase chantier fait l'objet d'actions ponctuelles et non d'un plan d'action coordonné sur l'ensemble d'un projet d'aménagement, ni même de bâtiment. Des solutions alternatives à la route d'approvisionnement des matériaux de construction ou d'évacuation des déchets de chantier sont parfois adoptées lorsque le site offre des opportunités de transport fluvial ou ferroviaire adaptées, comme ce fut le cas pour l'opération Claude Bernard (PNE). Sur la ZAC Clichy-Batignolles, cette préoccupation apparaît au travers d'un indicateur simplifié imaginé par l'AMO environnement Tribu que les MOE doivent calculer pour chacun des bâtiments du projet. Si à Macdonald (PNE), la conservation de l'entrepôt a été justifiée a posteriori par des économies d'énergie grise, ce parti pris n'a pas été poursuivi dans le projet d'aménagement, ni au niveau du choix des matériaux et équipements, ni au niveau de l'organisation du chantier. A Paris Rive Gauche, les actions mises en place se limitent à inciter les MOE à privilégier des matériaux français, sans qu'aucun calcul ne soit effectué pour vérifier la pertinence au cas par cas de ces choix.

Aucun mode de gouvernance spécifique à l'énergie n'a été mis en place dans ces trois projets. La problématique de la maîtrise des besoins énergétiques est traitée séparément de la question des ENR&R ou encore de l'énergie grise – lorsque des actions existent. Seul l'encart du plan climat spécifique à Clichy-Batignolles considère simultanément la question de la consommation et de la production en énergie. L'objectif de performance énergétique est ensuite intégré à la procédure d'encadrement d'un projet de construction d'un bâtiment dans une opération d'aménagement, à savoir la rédaction d'un cahier des charges spécifiques à la qualité environnementale du bâtiment. L'apparition de cet objectif n'a pas d'incidence sur la chaîne d'acteurs mobilisés outre le recours à des spécialistes en environnement : l'aménageur et son AMO environnement, le promoteur et son AMO, le MOE et son BET environnement et un auditeur externe déterminant l'obtention de la certification et/ou du label. Si cette pratique semble relativement stabilisée d'un projet à l'autre, la chaîne d'acteurs impliqués dans la question de l'approvisionnement en énergie du futur quartier varie d'un projet à l'autre. Enfin, les enjeux sociaux et environnementaux soulevés par la mise en œuvre de la transition énergétique en milieu urbain ne sont pas ou seulement partiellement abordés. La transition énergétique n'est donc pas appréhendée dans sa globalité et dans toute sa complexité dans les projets urbains, ni même dans les opérations d'aménagement qui les composent.

2.2. « REPOLITISER » LA QUESTION DE L'ÉNERGIE LOCALEMENT

Si la performance énergétique des bâtiments est à priori équivalente d'un projet à l'autre – celle-ci étant régie par la réglementation thermique et les objectifs du plan climat de Paris – la part des énergies renouvelables et de récupération dans l'énergie consommée par ces quartiers varie. Bien que nous ne disposons pas de données chiffrées, dans la mesure où aucune évaluation n'est faite à l'échelle du quartier, nous pouvons affirmer qu'à Paris Rive Gauche la part de couverture des besoins énergétiques par les énergies renouvelables et de récupération sera plus faible que dans les deux autres projets même dans les secteurs Masséna-Bruneseau et Tolbiac Chevaleret. A Clichy-Batignolles et Paris Nord Est, les bâtiments seront approvisionnés en chaleur issue de la géothermie. Alors qu'à Paris Rive Gauche, aucune solution mutualisée de production d'énergie renouvelable ou de récupération n'est projetée sur ces secteurs et seuls 23,5% des bâtiments du secteur Masséna-Bruneseau prévoyaient en 2012 d'installer des panneaux solaires pour couvrir une part des besoins en eau chaude sanitaire, pour l'installation de panneaux photovoltaïques ce chiffre descend à 6% ([SEMAPA & Ecopass ISO 14001](#),

2012). A l'inverse, l'installation de panneaux photovoltaïques sur les bâtiments des ZAC Cardinet Chalabre et Clichy-Batignolles est systématique, un objectif de production d'électricité ayant été fixé dans les cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable. Malgré les difficultés rencontrées par le marché du photovoltaïque pouvant mettre en péril la rentabilité économique des installations, les objectifs de production ont été maintenus.

Le caractère expérimental de l'opération urbaine et son ambition environnementale mis en avant dans les documents de communication donnent une image d'écoquartier au projet Clichy-Batignolles. Cette image oriente les acteurs qui souhaitent intervenir sur le projet, notamment les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre d'opération immobilière et les entreprises de travaux : la qualité environnementale et énergétique de toute proposition doit être mise en avant. Toutefois cette communication autour de l'exemplarité de l'opération sur le plan énergétique et environnemental risque de mettre en exergue son caractère non reproductible sur le restant du territoire (Souami et al., 2006).

Le projet Clichy-Batignolles est le seul des trois projets pour lequel l'ensemble des acteurs est sensibilisé aux enjeux de l'énergie et du climat. L'inscription des objectifs énergétiques pour le secteur Clichy-Batignolles dans le plan climat en 2007, a conféré à ces objectifs une légitimité politique. Ce document politique permet à la maîtrise d'ouvrage urbaine et à l'aménageur des deux ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet Chalabre de mobiliser les acteurs sur les enjeux énergétiques, de justifier les investissements voués à la qualité énergétique et faire de l'énergie une des dimensions fondamentales du projet d'aménagement. Comme nous l'a expliqué le chef de projet Clichy-Batignolles à la direction de l'urbanisme, le plan climat a poussé les acteurs du projet à « aller au bout des études » de façon à se rapprocher le plus possible des objectifs du plan climat. Il a également donné la légitimité nécessaire à l'aménageur pour encadrer la qualité énergétique des projets immobiliers et imposer des contraintes de conception fortes telles que le raccordement au réseau de chaleur, l'installation de panneaux photovoltaïques ou encore l'interdiction de recourir à des systèmes de rafraîchissement actifs. La maîtrise d'ouvrage urbaine et l'aménageur ont ainsi joué sur le statut ambivalent du plan climat, pour donner le pouvoir d'un règlement urbain à un document uniquement politique.

A l'inverse l'aménageur de la ZAC Paris Rive Gauche ne situe pas son projet dans le même cadre de valeurs, il met en avant les contrastes entre son projet et celui de Clichy-Batignolles. Des dispositifs mis en avant dans le projet Clichy-Batignolles comme les panneaux photovoltaïques sont considérés sur l'opération Paris Rive Gauche comme disgracieux, inappropriés dans le paysage parisien et doivent donc être le moins visibles possibles. A Paris Nord Est, l'absence d'engagement pour la qualité énergétique des politiques sur l'ensemble du projet urbain semble être contrebalancée par la volonté des aménageurs et des opérateurs énergétiques de faire preuve d'innovation. Ces entreprises font de leur engagement en faveur de la qualité énergétique un avantage comparatif. Précisons qu'un acteur comme la SEMAVIP a intérêt à faire valoir ses qualités d'aménageurs et sa capacité à être proactif sur des thématiques comme l'énergie si elle souhaite remporter d'autres opérations dans le secteur.

Bien que la légitimité technique s'efface dans le plan climat au profit d'une légitimité politique – peu d'acteurs connaissent l'origine des objectifs du plan climat pour Clichy-Batignolles – ce document renforce la crédibilité des techniciens, comme nous l'a affirmé un membre du Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement de la Ville de Paris :

« Est-ce que ça peut avoir eu un impact, le fait que ce soit inscrit dans le plan climat ? »

Oui, clairement. Ça veut dire que quand il y a encore possibilité de faire des choix, ça peut faire pencher la balance d'un côté ou de l'autre. Sur Bercy-Charenton, que fait un aménageur quand il démarre, ou comment on fait pour lui vendre le fait qu'il doit utiliser cette solution, on lui dit : plan climat, c'est marqué dedans. Et tout de suite, on a de la crédibilité. Bien sûr que ça marche » (Ville de Paris, STEA, le 11/07/2013)

Par ailleurs, la complexité de la question de la transition énergétique, les contradictions possibles entre les enjeux qu'elle soulève exige une intervention du politique. En d'autres termes, les choix techniques même s'ils ne sont pas réalisés directement par lui, doivent relever de la responsabilité du politique, et ainsi être débattus dans l'espace public local. Au vu de la contradiction possible entre la recherche d'une meilleure performance énergétique et les normes de sécurité, les logiques des gestionnaires ou des investisseurs, les nombreux impacts environnementaux, etc., il n'est pas possible d'effectuer un bilan total des incidences des choix de conception ou de technologies. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire que ces questions soient tranchées en fonction des orientations prioritaires définies par les élus. L'expert ne peut assumer de tels choix, seul le politique, les élus peuvent le faire. Nous avons vu que l'enjeu de couverture des besoins énergétiques par des ENR&R produites localement nécessite de renouveler les solutions techniques jusque-là mises en place dans les opérations d'aménagement. Les collectivités doivent ainsi participer à ce renouvellement en devenant « commanditaire-animateur-incitateur » de l'innovation technique énergétique (Souami et al., 2006).

L'engagement des élus sur les enjeux de l'énergie ne peut se limiter à des prises de position ponctuelles sur des projets donnés. En engageant une stratégie énergétique sur l'ensemble de son territoire, les élus municipaux peuvent espérer en retirer des bénéfices. En effet, l'engagement d'une stratégie de transition énergétique des villes peut, en plus des bénéfices économiques et écologiques attendus, constituer une opportunité pour les élus locaux de gagner en autonomie et affirmer leur existence sur la scène internationale en répondant à des enjeux globaux (Emelianoff, 2013). Cette « repolitisation » des enjeux énergétiques permettra également aux citoyens de participer au dessein de leur ville, l'énergie ayant une influence tant sur le paysage urbain, les formes urbaines, les modes d'habiter, les services urbains que sur les déplacements.

Cette « repolitisation » de la question de l'énergie, cette mise en débat politique devrait permettre aux usagers, aux citoyens de prendre part au dessein énergétique de leur quartier, de leur ville. Dans la mesure où la mise en œuvre de la transition énergétique peut venir modifier, moduler tant l'architecture, le paysage urbain que les modes d'habiter et de se déplacer, il est indispensable que la mise en œuvre locale de la transition énergétique fasse l'objet d'un débat citoyen. D'autant que le rapprochement des unités de production énergétique des points de consommation pose la question de la cohabitation entre des fonctions d'habitats et d'industries, d'acceptabilité de la gêne et des risques qui en découlent. L'enjeu réside également dans le rapport entre renouvellement des techniques, impératif de sobriété énergétique et usages.

De plus, Vincent Renaud a dans sa thèse, consacrée aux écoquartiers français (Renaud, 2012), montré que les usages étaient idéalisés par les concepteurs, puisque des mécanismes étaient mis en œuvre pour inciter les usagers à adopter les comportements ainsi construits. L'auteur propose le terme « figure implicite » pour désigner l'ensemble des hypothèses définies par les acteurs du projet d'aménagement sur l'utilisation des objets qu'ils fabriquent. Cette « figure implicite » peut devenir « explicite » si celle-ci est communiquée aux nouveaux arrivants sous la forme d'outils pédagogiques. Or

l'auteur a observé que le face à face entre les technologies écologiques installées dans ces écoquartiers et les usagers tournent au duel, les habitants rusant, contournant ou bricolant au quotidien les nouveautés techniques qui leur sont imposées. Outre les questionnements relatifs à l'acceptabilité de telles contraintes sur les usagers, ce décalage entre les usages idéalisés des concepteurs et les comportements réels adoptés par les usagers pose la question de la réalité de la performance énergétique de ces opérations d'aménagement pourtant labellisées.

Si les acteurs de l'aménagement semblent conscients de l'existence de ce décalage entre consommations énergétiques théoriques et réelles, ils paraissent dépassés par cette situation, estimant seulement que les comportements des usagers échappent à leur contrôle :

« On annonce des choses, mais la mise en perspective de la réalité de la performance à laquelle on parvient par rapport à celle qu'on recherchait et dont on a fait la promotion, c'est quand même un exercice qui n'est pas si facile que ça. [...] Nos collègues de la direction de la DPA le vivent en direct, puisqu'ils sont constructeurs. Ça a l'air d'être quelque chose qu'ils ont du mal à gérer. Et il n'y a pas de raison que s'ils ont du mal à gérer, les aménageurs, les promoteurs ne rencontrent pas des difficultés de même ordre. Il y a une forte ambition. Techniquement, on a certainement les moyens de parvenir à tenir ces objectifs, même quand ils sont très contraignants. Mais après, il y a des conséquences qu'on ne maîtrise pas complètement. L'attestation du service fait ou de la performance n'est pas complètement acquise. On ne peut pas facilement en faire la démonstration » (PNE, Ville de Paris, Direction de l'urbanisme, le 15/12/2012).

Ils ne semblent pas réaliser que ce décalage résulte d'un processus d'idéalisation des usages qu'ils mettent eux-mêmes en place. Le témoignage ci-dessus est assez révélateur de la foi d'un grand nombre de professionnels et d'élus dans les technologies et les techniques qui se traduit par un recours privilégiées à des solutions techniques ou des équipements au fonctionnement parfois complexes et contraignantes pour les usagers. Les bâtiments énergétiquement performants actuellement construits ont en effet tendance à contraindre le comportement des usagers. Par exemple, avec une ventilation double flux, l'ouverture des fenêtres doit être évitée. Dans certains bâtiments de bureaux, l'ouverture des fenêtres n'est donc pas possible. Ainsi, l'utilisateur est souvent désigné comme le « maillon faible » de la performance énergétique des bâtiments. Outre les contraintes d'usages, ce sont les normes de confort qui, comme à Clichy-Batignolles, sont redéfinies dans le cadre de l'opération d'aménagement. En effet, en interdisant le recours à un système de rafraîchissement actif dans les immeubles de bureaux, l'aménageur modifie les critères de confort actuels dans l'immobilier tertiaire.

Si les comportements des usagers et les normes de contraintes sont prédéterminés et imposés par les concepteurs, les économies potentiellement réalisées par les usagers ne sont que rarement calculées et prises en compte dans le choix des solutions techniques. Pourtant, un moyen de prendre en compte l'occupant du futur bâtiment lors de la conception est de chercher à anticiper les charges qu'il aura à payer. Une telle étude a été réalisée pour les logements de l'opération Macdonald. Les charges d'un bâtiment classique ont été comparées aux charges d'un bâtiment BBC. Cet exercice a permis de démontrer au promoteur que l'effort sur la performance thermique du bâtiment permettait de réduire le coût du chauffage collectif d'un pourcentage non négligeable :

« Un syndic nous a fait quelque chose d'assez intéressant : une projection des charges d'un bâtiment classique et d'un bâtiment BBC sur la copropriété, qui montre que le bâtiment BBC permet de réduire le coût du chauffage collectif d'un pourcentage assez important. [...] Je crois qu'on est sur

des économies potentielles, au bout d'un an, de 12 à 15 %, ce qui n'est pas neutre. On a mis cette étude en avant auprès des bailleurs pour leur montrer qu'il y avait un intérêt fort à passer en BBC, au-delà de la subvention de l'Etat.» (PNE, opération Macdonald, Promoteur logements, le 04/01/2013).

En revanche, un bureau d'étude sur la même opération a déploré le fait que le coût pour l'utilisateur n'entre pas assez en compte lors du choix du système de chauffage d'un immeuble. Le raccordement au réseau de chauffage urbain peut se révéler une solution plus onéreuse pour l'utilisateur qu'une solution de chauffage individuelle au gaz. L'étude d'approvisionnement imposée depuis 2007 pour les bâtiments de plus de 1000m², permet de mettre en avant ce critère.

« On a fait une étude d'approvisionnement en énergie sur ce projet. [...] On l'a fait, sachant que la solution imposée était celle-ci. Le seul truc, c'est que cette étude pouvait servir pour dire au maître d'ouvrage : attention parce que la tarification imposée par CPCU – parce qu'ils sont imposés avec la prime fixe ou la tarification au kW installé – c'est beaucoup trop élevée par rapport à une solution gaz qui coûterait moins cher à l'utilisateur. Il y a une donnée assez importante là-dessus : la production de l'eau chaude sanitaire solaire. La certification H&E impose une règle de dimensionnement. Elle définit des règles de dimensionnement et dit : vous avez tant de logements standards, vous devez arriver à telle puissance si vous avez tel volume. En fonction de si on est en instantané, semi-instantané, accumulation, semi-accumulation, on fait des calculs et on voit qu'on arrive à telle puissance. CPCU, vu qu'en règle générale, ils ont tout intérêt à passer en instantané parce qu'ils vont installer un échangeur plus gros avec plus de kW et mettre un volume plus petit, du coup ils vont avoir une prime au kW installé, une tarification qui va être beaucoup plus importante. C'est en ce cas que cette étude d'approvisionnement en énergie permet de dire : non, on fait une petite approche en coût global en disant que ça va coûter + 30 % sur la facture énergétique pour le client final. » (PNE, opération Macdonald, AMO environnement lots logements, le 22/05/2013).

Si les économies d'énergie escomptées par les efforts de performance thermique réalisés lors de la conception du bâtiment sont mises en avant auprès des investisseurs propriétaires, l'incidence du raccordement d'un bâtiment à un réseau de chauffage urbain sur la facture de l'occupant entre encore peu en ligne de compte lors du choix du système d'approvisionnement en chaleur par le promoteur ou l'aménageur.

« Ils ont fait un bilan des consommations énergétiques cinq ans après et c'est le double de ce qui était prévu. C'est mieux que ce qu'on faisait il y a dix ans, il n'y a pas de doute. [...] Mais ça nous fait parfois rigoler quand on voit ce qu'ils annoncent comme résultats potentiels. Quand on lit les conseils, plus personne n'a le droit de brancher une cafetière, d'ouvrir une fenêtre, de faire quoi que ce soit. C'est vrai que dans des conditions où les gens ne vivent pas, on aura des super consommations. Sauf que les gens vivent dedans ! » (Ville de Paris, STEA, le 11/07/2013, à propos du bâtiment de la DEVE avenue de France).

Ainsi, considérer l'énergie comme stratégique dans le projet urbain doit passer par une mise en débat, un engagement du politique. Cette nécessaire « repolitisation » peut profiter aux élus locaux d'une part, ainsi qu'au citoyen usager. Se pose alors la question de l'échelle adéquate pour définir une stratégie énergétique : le projet urbain est-il une échelle pertinente ?

2.3. INTEGRER LA STRATEGIE ENERGETIQUE DU PROJET URBAIN DANS UNE APPROCHE TERRITORIALE

Si nous avons montré l'intérêt de dépasser l'échelle de l'opération immobilière pour mettre en œuvre des actions en matière d'énergie, il ne s'agit pas simplement de changer d'échelle mais de mettre en place une approche territoriale intégrée de l'énergie. Considérer l'énergie comme une dimension stratégique du projet urbain ne doit pas amener les maîtres d'ouvrages et concepteurs à isoler l'aire du projet du restant du territoire. Il est nécessaire de dépasser le périmètre opérationnel de l'opération d'aménagement ou du projet urbain pour explorer les ressources et les besoins énergétiques du territoire, comme le montre l'exemple de Clichy-Batignolles. Il paraît également indispensable de créer des synergies, entre le futur quartier et les quartiers existants environnants pour lesquels la mise en œuvre de travaux de rénovation énergétique est un défi de taille pour la collectivité. C'est cette idée de solidarité énergétique entre quartier neuf, énergétiquement performant et quartiers existants à rénover que défend l'ingénieur-architecte Franck Boutté et son bureau d'études auprès des maîtrises d'ouvrage urbaine qui l'emploient (Groueff, 2013).

La différence de nature de la réflexion urbanistique et énergétique semble remettre en question la pertinence d'un périmètre d'intervention partagé selon Souami (2007) :

« L'action d'aménagement et de développement urbain considère un espace structuré par des frontières administratives et juridiques (de propriété), agencé en surfaces pouvant accueillir des usages qui, eux, influent sur les questions énergétiques. La conception technique de l'énergie aborde le territoire comme un espace complexe où circulent des flux dont l'origine et la destination importent moins que leur grandeur et leur bilan final. Il s'agit donc d'une approche systémique qui considère des phénomènes diffus et non des surfaces ».

Définir et mettre en œuvre une politique énergétique territoriale nécessite une approche transversale des systèmes énergétiques territoriaux (Chanard, 2011). Cette transversalité doit être, selon l'auteure, à la fois horizontale, c'est-à-dire dépasser les thématiques et les domaines d'action, et verticale, c'est à dire être partagée entre les différentes échelles de gestion d'un territoire. Le caractère multi-échelle de la réalisation de la transition énergétique au sein des projets urbains a été mis en évidence dans notre étude. Une grande variété de solutions techniques répondant aux enjeux de la transition énergétique concerne des échelles urbaines différentes. Ces solutions techniques peuvent avoir des intérêts complémentaires mais aussi parfois concurrentiels d'une échelle à l'autre. Elles sont par ailleurs développées au sein de projets distincts par des acteurs différents et se déroulent en parallèle, ou se succèdent dans le temps. A Paris Nord Est par exemple, le projet d'« écosystème thermique » pour l'opération Macdonald était incompatible avec le projet de réseaux chauffage et de froid urbains alimentés par la géothermie profonde. Mettre en place une stratégie de l'énergie suppose composer avec les directives régionales et nationales, comprendre des choix technologiques cohérents entre les différents échelons de son propre territoire. Il s'agirait alors d'être en capacité de comparer des technologies de plus ou moins grande échelle et d'orienter le choix des acteurs concernés (opérateurs immobiliers, opérateurs énergétiques, aménageurs, etc.). La comparaison, réalisée par Emelianoff (2013), des stratégies de transition énergétiques adoptées à Hanovre (Allemagne) et Växjö (Suède) fait apparaître l'influence d'échelles bien supérieures à l'échelle urbaine. D'une part, les actions mises en place dans les villes sont dépendantes des politiques régionales, nationales et européennes et d'autre part les villes cherchent à influencer sur les choix de politique énergétique nationale et exister sur la scène

internationale à travers leur adhésion à des réseaux de villes transnationaux tels que ICLEI, Climate Challenge ou Energy Cities.

Si la réalisation d'une stratégie énergétique dans le projet urbain suppose d'intégrer des réflexions, des enjeux, des acteurs appartenant à des échelles de territoire aussi variées, il est également nécessaire d'appuyer cette réflexion stratégique sur des données territoriales. Seulement, il n'existe pas de bases de données régionales relatives ni à la consommation énergétique ni à la production et aux potentiels de valorisation suffisamment fines pour analyser la structure et la dynamique énergétique d'une région (Chanard, 2011). Si les données disponibles, de par leur manque de précision, ne permettent pas d'établir une stratégie énergétique régionale, comment pourraient-elles appuyer le développement d'une stratégie énergétique à l'échelle d'une ville ou d'un quartier ? Outre le manque de bases de données publiques contenant des données pertinentes à l'échelle locale, le partage des données entre les concessionnaires de réseaux énergétiques et les communes propriétaires de ces réseaux est souvent problématique (Chanard, 2011). L'auteure a relevé cinq difficultés relatives à la collecte de données à l'échelle régionale :

- Hétérogénéité des données ;
- Insuffisance des données à échelle fine ;
- Rétention d'information de certains opérateurs énergétiques ;
- Obstacles au partage des données du consommateur ;
- Cloisonnement de l'information (entre institutions, entre niveaux de décision, entre territoires limitrophes, etc.).

Les données émanant des études techniques réalisées lors d'une opération urbaine doivent également participer à la constitution de la connaissance énergétique du territoire.

Les ressources énergétiques d'un territoire ont une durée de vie limitée, il est donc important de mettre à jour régulièrement les données qui leur sont consacrées. Les sources de chaleur fatale ont notamment une durée de vie incertaine, dépendante de l'activité émettrice de chaleur, et de l'efficacité énergétique du dispositif technique en question. Par exemple, un data-center peut fermer ou connaître une amélioration technologique qui diminuera ses pertes de chaleur et par conséquent causer la disparition de la ressource en chaleur. La collecte des données énergétiques du territoire doit donc s'accompagner d'une veille technologique afin d'anticiper, de prévenir la disparition de ce type de ressources. À l'inverse le progrès technologique pourrait également être à l'origine de nouveaux gisements énergétiques.

L'APUR a récemment décidé de combler ce manque de données pour le territoire parisien. Le 10 juillet 2013, elle a réuni les acteurs publics ou privés, parties prenantes à la transition énergétique de la métropole parisienne dans le but de rassembler les études et les propositions pour une stratégie énergétique locale (APUR, 2013). La plateforme ainsi constituée permettrait de poser les bases d'un « PLU thermique ». Cette démarche répond à la préconisation du SRCAE, qui préconise que les « documents d'urbanisme et de programmation des collectivités » traduisent les objectifs du schéma régional en matière de réduction des besoins énergétiques et de qualité de l'air (Région Ile-de-France, 2012). Identifier et repérer géographiquement les ressources énergétiques disponibles sur le territoire métropolitain, mesurer les besoins et cartographier l'ensemble de ces données est effectivement un préalable indispensable à la définition d'une stratégie locale de l'énergie. Outre les données sur la

consommation, la production et les potentiels de valorisation énergétique, la définition d'une stratégie locale de l'énergie suppose de disposer de données environnementales, démographiques et socio-économiques du territoire concerné (Chanard, 2011).

Toutefois, constituer un document d'urbanisme dédié à l'énergie ne nous semble pas la solution la plus pertinente pour mettre en place une stratégie énergétique locale. En effet, les procédures d'adoption et de mise à jour d'un document comparable à un PLU sont lourdes et longues et ne paraissent donc pas compatibles avec le rythme de l'innovation technologique et constitueraient une source de complication supplémentaire pour la réalisation des projets urbains. Nous partageons le point de vue de Ascher (1995) selon lequel il est préférable de mettre en place un management urbain stratégique plutôt qu'une planification urbaine. Ce changement de méthode suppose l'existence d'un organisme pérenne ayant la capacité et la légitimité de « concevoir la planification et l'urbanisme, non comme des moments (les procédures d'élaboration) et des documents (les schémas et les plans), mais comme des fonctions permanentes d'élaboration, et de réélaboration des dispositifs nécessaires pour réaliser le projet de cité ». Reste à savoir quel acteur pourrait endosser ce rôle de management stratégique de l'énergie en ville.

3. DESIGNER UN ACTEUR EN CHARGE DU MANAGEMENT DE LA STRATEGIE ENERGETIQUE LOCALE

Si la problématique de l'énergie dans les projets urbains ne se limite pas à la question de l'approvisionnement en énergie, c'est celle qui bouscule le plus les pratiques des aménageurs et des opérateurs immobiliers. Toutefois, il nous paraît nécessaire, comme nous l'avons exposé précédemment, de considérer la question de l'énergie dans sa globalité, dans toute sa complexité. Nous défendons l'idée d'une approche territorialisée et stratégique de l'énergie dans le projet urbain, dont un acteur serait garant tout au long du projet et au-delà. Si nous ne partageons pas la dénomination adoptée par Taoufik Souami de « maîtrise d'ouvrage énergétique », nous partageons son questionnement : « Comment construire une maîtrise d'ouvrage énergétique territoriale capable de concevoir les géométries variables de ces services énergétiques dans un même espace, en fonction de ses spécificités et de ses transformations ? » (Souami, 2009a).

Nous pensons que cet acteur, en mesure de prendre en charge le management stratégique local de l'énergie, reste à inventer, tout du moins dans le contexte parisien que nous avons étudié. Il peut s'agir selon nous d'un acteur bénéficiant d'une certaine expertise énergétique (interne ou externe), dont les fonctions comprendraient :

- La collecte des données territoriales indispensables à la définition d'une stratégie locale de l'énergie,
- L'accompagnement des élus dans cet exercice de définition des orientations énergétiques stratégiques, notamment dans l'organisation du débat citoyen,
- La définition en accord avec les élus d'objectifs énergétiques spécifiques au projet urbain,
- La formulation de critères et d'indicateurs d'évaluation pertinents,
- La construction de scénarios énergétiques contrastés à partir des données collectées et complétées par les études techniques nécessaires,

- La coordination des acteurs parties prenantes d'un projet urbain avec les acteurs territoriaux de l'énergie (opérateurs énergétiques, exploitants des ressources énergétiques, propriétaires des lieux d'implantation des dispositifs de production d'ENR&R, etc.),
- L'évaluation à intervalle régulier de la qualité énergétique de l'opération urbaine même après sa livraison,
- L'engagement si besoin du renouvellement de la stratégie.

Cette liste de fonctions, non exhaustive, permet néanmoins de mieux appréhender le rôle de management stratégique local de l'énergie que nous imaginons. Quel que soit l'acteur à qui est confiée cette mission énergie, celui-ci doit être capable d'intégrer les échelons territoriaux inférieurs, en cohérence avec les échelons supérieurs, du bâtiment au grand territoire. Trois acteurs peuvent selon nous être envisagés pour assurer la mise en œuvre de la transition énergétique dans le projet urbain :

- une direction nouvelle dédiée aux questions énergétiques,
- la métropole,
- un nouvel organisme à l'image des agences de l'eau.

Cette liste de propositions n'est pas exhaustive et notre recherche n'a pas la prétention de désigner l'acteur le plus à même de prendre en charge la réalisation de la transition énergétique des villes. Chacune de ces positions comportent des avantages et des inconvénients. Nous allons tâcher d'en discuter quelques-unes.

3.1.1. UNE DIRECTION MUNICIPALE DE L'ENERGIE ?

La création d'une nouvelle direction en charge de la transition énergétique supposerait dans un premier temps la désignation d'un nouveau portefeuille, toute direction à la Ville de Paris étant sous tutelle d'un élu. Ce détail, qui peut apparaître comme un détail organisationnel, est en réalité primordial, puisque cela signifie qu'en plus d'être portées par une équipe de techniciens, les préoccupations énergétiques seraient discutées directement auprès des autres élus, notamment auprès de l'adjoint en charge de l'urbanisme. Ainsi, l'énergie pourrait être traitée à niveau égal avec les autres problématiques (portées par les autres directions) dans la définition des stratégies d'aménagement. Une telle direction aurait également l'avantage d'avoir un périmètre d'intervention étendu sur l'ensemble du territoire parisien, elle serait donc à même de gérer les interactions entre les projets urbains et les territoires existants sujets à la rénovation énergétique. Elle coordonnerait ainsi l'ensemble des actions de maîtrise de la demande de l'énergie dans les quartiers existants et en devenir, et aurait comme responsabilité de valoriser au mieux les ressources énergétiques du territoire parisien. Cette direction pourrait alors être chargée de la collecte, de la mise à jour et de l'exploitation des données décrivant le territoire, tant sur l'angle des ressources, des consommations, que des unités de production et des réseaux de distribution. En chargeant une nouvelle direction des questions énergétiques, il serait possible de s'affranchir des limites temporelles de l'action par projet et donc d'avoir un acteur en position d'évaluer les performances énergétiques du quartier neuf après sa livraison. Cette direction serait ainsi en mesure de réaliser les ajustements nécessaires et faire face aux problématiques de gestion posées par les nouveaux équipements et leur appropriation par les occupants. Puisque plusieurs municipalités comportent des directions en charge de l'énergie, il serait intéressant de compléter notre recherche par une étude comparative du rôle de celles-ci. Les conditions de leur intervention et leur incidence dans la définition des objectifs énergétiques des projets urbains, et la conduite de la transition énergétique

dans ces territoires de projet pourraient ainsi être analysées. A Dunkerque, un tel service a été créé au sein de la municipalité, celui-ci a pour mission de traduire en actions les orientations générales définies par la collectivité. A travers la coordination des différentes actions de la collectivité et la mise en place de liens avec les services et professionnels de l'aménagement et de l'énergie, ce service s'apparente à une maîtrise d'ouvrage territoriale de l'énergie (Souami et al., 2006). Il est aussi envisageable de dépasser les limites communales, puisque le territoire énergétique et notamment la répartition des ressources sont indépendants des limites administratives.

3.1.2. UNE COMPÉTENCE ENERGIE POUR LA METROPOLE ?

Il semble que les réflexions actuelles sur la définition des prérogatives de la métropole amènent les acteurs de l'énergie et de l'aménagement, scientifiques ou opérationnels, à doter la métropole d'une compétence énergie. La Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (loi n°2014-58 du 14 janvier 2014) confie à la métropole du Grand Paris les compétences relatives à :

- L'aménagement de l'espace métropolitain (PLU, opérations d'aménagement d'intérêt métropolitain, etc.),
- Le développement et l'aménagement économique, social et culturel,
- La politique locale de l'habitat (plan métropolitain de l'habitat et de l'hébergement, amélioration du parc immobilier existant, résorption de l'habitat insalubre, etc.),
- La politique de la ville (dispositifs contractuels de développement urbain, de développement local et d'insertion économique et sociale...),
- La protection de l'environnement et du cadre de vie (lutte contre la pollution de l'air et les nuisances sonores, soutien aux actions de maîtrise de l'énergie, plan climat-énergie territorial, etc.)⁸⁷

Au vu de l'ampleur des compétences transférées à la métropole, il nous paraît pertinent qu'elle soit également chargée de définir la stratégie énergétique. Pour que la métropole puisse définir une stratégie énergétique, il faudrait qu'en plus d'intervenir sur le penchant production de la problématique de l'énergie. L'article 12 de la présente loi stipule d'ailleurs que :

« La métropole du Grand Paris définit et met en œuvre des programmes d'action en vue de lutter contre la pollution de l'air et de favoriser la transition énergétique, notamment en améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments et en favorisant le développement des énergies renouvelables et celui de l'action publique pour la mobilité durable ».

Dans cette perspective il serait intéressant que la mission de coordination des réseaux de chaleur confiée par la loi de transition énergétique aux communes ou intercommunalités soit également transférée à la métropole. D'ailleurs les métropoles sont désormais compétentes en matière de concession de la distribution publique d'électricité et de gaz ni en matière de création, d'aménagement, d'entretien et gestion des réseaux de chaleur et de froid urbains. Cette compétence n'a néanmoins pas

⁸⁷ Pour plus d'informations sur la métropole du Grand Paris se rendre sur le site qui lui est dédiée à l'adresse suivante : <http://www.ile-de-france.gouv.fr/gdparis>

encore été adoptée concernant la métropole du Grand Paris⁸⁸. Bien que le projet de loi de transition énergétique adopté à l'Assemblée Nationale en octobre 2014 prévoit la mise en place d'un service public local de la chaleur et du froid communal ou intercommunal, il pourrait être intéressant que celui-ci devienne métropolitain :

« L'article 57 reconnaît un service public communal de chaleur et de froid et en promeut le développement, en particulier dans l'optique de développer la part d'énergie renouvelable et de récupération dans les réseaux de chaleur et de froid. Il vise à consolider le rôle des collectivités (communes et intercommunalités) en réaffirmant leur rôle d'autorité organisatrice du service public de distribution de chaleur, et en prévoyant la réalisation d'un « schéma directeur » du réseau de chaleur, qui permet d'organiser et de planifier le développement efficace et durable du réseau, en évaluant le potentiel de densification, d'extension et, d'interconnexion des réseaux du territoire, ainsi que le potentiel de développement de la part des énergies renouvelables et de récupération » (exposé des motifs du projet de loi de transition énergétique).

L'échelle métropolitaine apparaît particulièrement intéressante pour créer des synergies entre les réseaux énergétiques et développer un schéma directeur des réseaux de chaleur. Planifier et gérer le service de chauffage urbain à l'échelle de l'agglomération permettrait de développer les connexions entre les réseaux pour renforcer la continuité de service en cas de maintenance ou de panne, et diversifier le mix énergétique (Rocher, 2013). La communauté urbaine du Grand Lyon est progressivement en train de se saisir de la compétence énergie. Si dans un premier temps cette compétence se limite à la politique de soutien à la maîtrise de la demande en énergie et à la préparation d'un schéma directeur des réseaux de chaleur, à terme le Grand Lyon devrait devenir une « autorité organisatrice en électricité éventuellement en gaz, ce qui lui donnerait le statut d'autorité concédante auprès des opérateurs des différents services énergétiques » (Rocher, 2013, p. 26). Par ailleurs, détenir cette compétence donnerait selon l'auteure les moyens à la métropole de mettre en œuvre une approche intégrée d'urbanisme, des transports et des réseaux énergétiques, tout en contribuant à limiter les disparités sociales entre les territoires (égalité tarifaire pour tous les bénéficiaires) (Rocher, 2013).

La métropole de Toulouse présente un autre exemple de constitution d'une stratégie métropolitaine de l'énergie, qui mérite d'être remarqué. La métropole a créé en 2012 une autorité organisatrice de l'énergie, qui « définit, met en place et coordonne la stratégie énergétique territoriale » (Toulouse Métropole Communauté Urbaine, 2013). L'autorité organisatrice de l'énergie sert ainsi d'expertise et d'appui technique auprès des communes membres sur leurs projets urbains et leurs opérations d'aménagement. Un Conseil métropolitain de l'énergie, rassemblant autour de la métropole « les élus et partenaires publics institutionnels, les entreprises de l'énergie, le milieu universitaire et scientifique, les usagers et le milieu associatif » a également été créé (ibid.). Ces institutions correspondent bien à ce que nous désignons par management stratégique territorial de l'énergie.

⁸⁸ Du fait de la remise en question du découpage territorial des différents syndicats techniques existants que cette mesure implique, nous pensons qu'il faudra encore un certain nombre de débats entre les acteurs territoriaux pour que cette compétence soit transférée à la métropole du Grand Paris.

3.1.3. UNE AGENCE DE L'ENERGIE ?

La création d'une nouvelle échelle de gestion spécifique à l'énergie, accompagnée d'une agence spécifique pourrait également être envisagée. A l'image des bassins versants gérés par les agences de l'eau, une autre piste consisterait à créer des bassins énergétiques. Les bassins versants correspondent à un territoire aux caractéristiques topologiques et hydrologiques particulières dans lequel « fonctionne un système solidaire d'échanges et de circulation des eaux » (Merlin & Choay, 2009). Les agences de l'eau ont ainsi pour mission de planifier et gérer l'utilisation des ressources en eaux. Pour ce faire, elles sont en charges des études et de la rédaction des plans pluriannuels d'utilisation de l'eau, de la coordination entre les ministères et les collectivités locales concernées, ainsi que de la participation aux travaux qu'elles planifient. Un bassin énergétique correspondrait alors à un espace de gestion des ressources énergétiques suivant la répartition territoriale des ressources (égalité des territoires), des besoins et des réseaux. Les organismes publics en charge de ces bassins énergétiques auraient plusieurs missions, dont :

- Identifier les ressources énergétiques d'un territoire et les potentiels de récupération de la chaleur fatale,
- Identifier les besoins actuels et projeter les besoins futurs,
- Recenser et cartographier les réseaux énergétiques et les systèmes de chauffage,
- Planifier l'exploitation des ressources en fonction des besoins actuels et projetés du territoire, et les travaux en conséquence,
- Gérer les synergies entre les réseaux,
- Planifier le développement des « smart grids ».

La politique de ces agences de l'énergie serait définie comme pour les agences de l'eau par un comité représentant les différentes parties prenantes concernées. Dans le cas de l'énergie, ces parties prenantes comprennent au moins les producteurs d'énergie, les représentants des collectivités locales en charge de la politique d'aménagement, les propriétaires et les exploitants des réseaux énergétiques, les représentants des usagers. Planifier par exemple l'exploitation de la géothermie en maîtrisant la localisation des puits assurerait une meilleure préservation de la ressource et limiterait les inégalités territoriales.

Une telle agence de l'énergie apparaît constituer un organisme plus souple que la métropole et donc mieux adapté pour définir et mettre en œuvre une stratégie locale de l'énergie. Néanmoins, il reste à définir la notion de bassin énergétique et en particulier ses contours.

Si nous avons esquissé ici quelques-uns des intérêts et des limites de chacun de ces acteurs dans la réalisation de la transition énergétique du territoire parisien et surtout de ses futurs quartiers, des recherches spécifiques mériteraient d'être conduites. Il serait par exemple intéressant de trouver si de tels acteurs existent dans d'autres municipalités ou collectivités locales et de comparer leurs prérogatives, leurs marges de manœuvre, leur intervention dans les projets urbains et les jeux d'acteurs qui se dessinent en conséquence.

4. CONSTITUER UN RESEAU D'ACTANTS AUTOUR DE LA QUALITE ENERGETIQUE DU TERRITOIRE DE PROJET

Les conditions nécessaires au changement de pratiques et à la recomposition du système d'acteurs induits par la mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains pourraient être éclairées par les théories de la sociologie de la traduction⁸⁹. En effet, selon [Amblard et al. \(2007\)](#), toute démarche de changement dans des systèmes d'action organisée pourrait s'inspirer des principes de la sociologie de la traduction développée par Michel Callon⁹⁰ et Bruno Latour pour l'analyse empirique des controverses sociotechniques. L'une des originalités de cette sociologie consiste à considérer sur un pied d'égalité les acteurs, humains, et les objets, les non-humains, en proposant la dénomination d'actant⁹¹. La problématique que nous avons abordée dans cette thèse de renouvellement des pratiques du projet urbain en vue de la transition énergétique des villes, s'apparente selon nous à la problématique du changement dans les entreprises pour lesquelles ces théories semblent pouvoir s'appliquer : une problématique d'ordre sociotechnique supposant la modification de l'organisation du système d'action qu'est le projet urbain et l'adjonction de technologies nouvelles productrices d'énergie.

La constitution, la consolidation et le rallongement du réseau sont les étapes essentielles au changement. [Amblard et al.\(2007\)](#) listent plusieurs conditions devant être remplies pour que ces étapes se réalisent⁹². Parmi celles-ci, plusieurs ne semblent pas aujourd'hui en capacité d'être remplies dans le cadre des projets urbains. Si la problématique de l'énergie paraît identifiée, le traducteur capable de porter cette problématique pour réunir le collectif est aujourd'hui inexistant ou mal désigné. C'est dans cette perspective que nous venons de faire des propositions d'acteurs. La constitution du réseau en lui-même, la convergence des actants, ne nous paraît pas évidente dans le cadre d'un projet urbain. En effet, comme nous l'avons montré, les techniques et technologies sollicitées en matière d'énergie le sont par des acteurs variés au sein de projets distincts, autant dans l'espace (à des échelles de territoire

⁸⁹ Ce courant est appelé sans distinction sociologie de l'innovation, sociologie de la traduction ou sociologie des réseaux socio-techniques.

⁹⁰ L'article de Michel Callon « Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc » paru en 1986 dans la revue *Année sociologique* vol XXXVI constitue l'un des textes fondateur de cette sociologie.

⁹¹ Cette notion d'actant a été proposée par Bruno Latour en 1989 dans un ouvrage intitulé *La science en action* paru chez La Découverte.

⁹² Ces conditions sont :

- L'analyse du contexte, des actants en présence, c'est-à-dire tant les acteurs que les « non-humains », de leurs intérêts, de leurs enjeux et de leurs degrés de convergence ;
- La problématisation, qui permet sous l'impulsion d'un acteur légitime de réunir le collectif autour d'une problématique ;
- La définition d'un point de passage obligé, lieu ou phase de convergence des actants ;
- La désignation de porte-paroles, représentant chacun des actants dans les négociations ;
- Les investissements de forme pour produire des intermédiaires réduisant le nombre de porte-paroles, augmentant leur homogénéité et donc la complexité ;
- Le développement des intermédiaires (information, argent, êtres humains et leurs compétences, etc.) mettant en relation, reliant les entités du réseau ;
- L'enrôlement et la mobilisation des acteurs, c'est-à-dire leur donner un rôle, une tâche précise pour consolider le réseau ;
- Le rallongement du réseau du centre vers la périphérie, en multipliant les entités qui le composent de façon à assurer son irréversibilité ;
- La vigilance afin de préserver l'existence du réseau ;
- La transparence, condition indispensable à une relation de confiance entre les acteurs.

différentes) que dans le temps (multitude de projets aux temporalités propres qui souvent se succèdent). Comment dans ces conditions, constituer un réseau solide et durable ? Par ailleurs, la désignation des porte-paroles des acteurs concernés, des énergies potentiellement produites, des dispositifs techniques de production d'énergies ou de maîtrise de la demande énergétique, etc. est aujourd'hui inexistante. Les dispositifs techniques bénéficient rarement de porte-paroles. Par exemple, l'installation de panneaux solaires en centre urbain dense est souvent jugée inadaptée tant au contexte local qu'à la crise de l'énergie. Les panneaux photovoltaïques sont considérés comme des « gadgets » ou encore des « artifices » par les acteurs en charge des opérations d'aménagement que nous avons étudiées. A Clichy-Batignolles, il semble que le choix pour le photovoltaïque soit perçu par les acteurs opérationnels comme un choix purement politique sans justification technique, en particulier dans un contexte où l'investissement n'a plus d'intérêt économique. Dans ce cas précis, il est pertinent de nommer un porte-parole des panneaux photovoltaïques capable de produire les intermédiaires nécessaires à relier ces dispositifs techniques aux autres actants. L'intervention de l'AMO spécialisé, en charge de la définition de l'objectif de production d'électricité photovoltaïque en fonction de la volumétrie indicative de l'urbaniste et de sa répartition sur chacun des lots, ou la création de Solarvip sont des exemples d'intermédiaires sollicités à Clichy-Batignolles. Il faudrait donc poursuivre la recherche afin de réfléchir aux moyens concrets de lever ces freins à la constitution du réseau et donc au changement des pratiques dans les projets urbains en matière d'énergie.

5. SYNTHÈSE ET CONCLUSION DU CHAPITRE 10

Notre étude a mis en évidence trois opportunités pour faciliter la prise en compte des enjeux de l'énergie dans les projets urbains :

- Le développement et la valorisation de l'évaluation de la qualité énergétique des projets et des réalisations,
- Le recours à des méthodes de conception partagée réunissant plusieurs équipes de conception autour de l'aménageur et de son expert en environnement,
- L'intégration d'une expertise énergétique auprès des acteurs conduisant le projet urbain dans son ensemble.

Les acteurs que nous avons rencontrés évoquent les coûts de l'investissement dans des technologies énergétiquement performantes comme un frein à la mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains. Selon nous, le manque de procédures d'évaluation de la qualité énergétique des projets et des quartiers créés constitue un frein bien plus important. En effet, si la conception de projets économes en énergie et alimentés par des énergies renouvelables et de récupération représente un surinvestissement, il nous paraît indispensable que l'intérêt énergétique de ces investissements soit démontré. Une telle démonstration suppose de définir des objectifs qui peuvent être évalués, d'organiser les procédures d'évaluation notamment après la livraison des opérations, de partager ces retours d'expérience auprès de l'ensemble des professionnels impliqués et de les communiquer au grand public. Sans une telle démonstration il paraît difficile de mobiliser les acteurs des projets urbains d'une part et d'avoir le soutien des habitants, usagers d'autre part.

Une nouvelle pratique de conception des projets immobiliers est apparue dans quelques-unes des opérations d'aménagement que nous avons étudiées : les ateliers de conception ou les workshops. Cette méthode de travail, qui consiste à réunir les équipes menant des projets immobiliers voisins au

cours de séances de travail collectif régulières dès la réalisation des esquisses, constitue selon nous un exercice intéressant pour améliorer la performance énergétique d'un morceau de quartier. La conception simultanée et concertée de plusieurs lots permet de limiter les ombres portées d'un bâtiment à l'autre et d'optimiser leur orientation et leur volumétrie. Toutefois, les retours d'expérience montrent que les bénéfices d'une telle démarche en termes d'optimisation énergétique sont pour le moment assez limités. Il nous a effectivement semblé à Clichy-Batignolles, que les ateliers de conception ne permettaient que moyennement de stimuler la créativité des architectes et des bureaux d'études spécialisés en environnement sur les questions de performance énergétique du bâti, contrairement à d'autres thématiques. Cette méthode de travail n'en demeure pas moins prometteuse. Il serait intéressant de chercher dans l'abondante littérature relative aux processus créatifs et à leur management comment créer au sein de ces sessions les conditions de travail nécessaires à stimuler la créativité des concepteurs sur cet enjeu de l'énergie.

Intégrer une expertise énergétique dans la conduite du projet urbain nous paraît intéressant. Reste à savoir s'il est préférable de positionner cette expertise auprès de la maîtrise d'ouvrage urbaine, ou au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine ou bien les deux. D'après ce que nous avons observé dans les opérations d'aménagement, chaque configuration présente ses avantages et inconvénients. Nos travaux de recherche ne nous permettent pas de conclure quant à la position la plus pertinente de l'expertise énergétique parmi les acteurs coordonnant le projet urbain dans son ensemble.

Par ailleurs, l'analyse des trois projets urbains nous amène à défendre l'idée de l'élaboration d'une stratégie locale de l'énergie. Il nous paraît essentiel que soient définis les déterminants de la qualité énergétique d'un quartier pour chaque projet urbain. Une fois ces déterminants définis, ils doivent être traduits en objectifs, accompagnés de critères et d'indicateurs d'évaluation. Même si au cours d'un projet urbain, ces objectifs sont revus, il est important qu'à tout moment du projet ceux-ci soient connus et partagés par l'ensemble des acteurs intervenant sur le projet. Il serait insensé de vouloir figer des objectifs énergétiques pour l'intégralité d'un projet urbain qui se réalisera sur plusieurs dizaines d'années alors que les réglementations, les technologies continuent d'évoluer à un rythme très rapide. Aborder la problématique de l'énergie dans sa globalité permettrait notamment de ne pas négliger certains de ces aspects comme la maîtrise de l'énergie grise, l'énergie consommée lors des travaux pour le déplacement des matériaux et l'évacuation des déchets de construction ou encore le coût énergétique des déplacements des usagers du futur quartier. Mener une stratégie de l'énergie supposerait également la mise en place d'une gouvernance spécifique visant notamment à coordonner l'ensemble des actions mises en œuvre tant au niveau du bâtiment, des services urbains que de la phase travaux, à organiser le suivi et l'évaluation de la stratégie, et à gérer les interfaces avec les autres enjeux de l'aménagement. Il est primordial selon nous que la réflexion stratégique et la définition des objectifs énergétiques reposent sur l'engagement des élus locaux, parce que la réalisation de la transition énergétique pourrait potentiellement influencer sur le quotidien des citoyens, l'architecture des bâtiments et des quartiers, le paysage urbain. L'intégration d'unités de production énergétique en milieu urbain peut également soulever des questions d'acceptabilité de risques industriels. Il est donc important que les politiques – et à travers eux les citoyens – décident du futur énergétique de leur territoire. L'élaboration de la stratégie énergétique constituerait ainsi une première étape vers une meilleure prise en compte des usages dans la conception du quartier et de ses bâtiments et par là même participerait à l'amélioration de la performance énergétique réelle de ces projets et non plus théorique. De plus, définir la stratégie énergétique d'un projet urbain suppose de dépasser l'échelle du projet urbain dont les limites répondent à une logique d'aménagement et pas nécessairement au fonctionnement

énergétique du territoire. Il faudrait donc développer une approche territoriale de l'énergie, où le projet urbain participerait à la concrétisation d'une stratégie locale. Développer une telle approche nécessite de disposer de données caractérisant les ressources énergétiques potentielles du territoire mais aussi les besoins de ce territoire en énergie. C'est un ensemble de données territoriales (environnementales, démographiques, socioéconomiques) qu'il est essentiel de collecter. L'APUR a récemment engagé ce travail de collecte de données pour le territoire parisien dans le but de constituer un PLU thermique.

Plus que constituer un document de planification énergétique, il est fondamental selon nous de désigner un acteur en mesure de réaliser un management stratégique de l'énergie pour reprendre l'expression de [Ascher \(1995\)](#). Dans cette perspective, nous évoquons trois acteurs qui pourraient jouer ce rôle : une direction municipale, la métropole ou une agence de l'énergie. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour comparer de manière approfondie ces trois propositions et mettre en évidence leur bien-fondé.

Enfin, une piste reste à explorer si l'on souhaite mettre en place les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'une stratégie énergétique dans le projet urbain : la constitution du réseau d'actants. La sociologie de la traduction peut, selon [Amblard et al., 2007](#), être appliquée pour accompagner la conduite du changement dans les entreprises. L'organisation d'un projet urbain présentant certaines similitudes avec une entreprise et la transition énergétique s'apparentant à une problématique sociotechnique, il nous paraît opportun de s'inspirer des théories développées entre autres par Michel Callon et Bruno Latour. Un premier aperçu nous a permis d'identifier au moins trois obstacles qui restent à lever pour arriver à construire, consolider et rallonger un réseau d'actants sur la problématique de l'énergie : la constitution d'un traducteur, dont nous avons discuté plus haut, la désignation de porte-paroles capables, pour que soient représentés les différents acteurs et technologies concernées par la transition énergétique du territoire en question, et l'organisation de leur rencontre dans un processus de projet séquentiel et multi-échelle.

CONCLUSION GENERALE

Dans le but d'appréhender les conditions de mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains, nous avons étudié trois projets conduits par la Ville de Paris sur son territoire : Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles et Paris Nord Est. Pour ce faire, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs avec les acteurs participant à la conduite de ces trois projets : direction de l'urbanisme de la Ville de Paris, agences de maîtrise d'œuvre urbaine, aménageurs, bureaux d'études spécialisés en environnement, promoteurs, architectes, entreprises de travaux. Au cours de ces entretiens, nous avons cherché à comprendre l'histoire de chacun des projets, la logique qui a présidé à la conception ainsi que la place qui a été réservée aux enjeux énergétiques. Suivant la méthode de théorisation ancrée, nous avons fait évoluer notre questionnement au fur et à mesure des entretiens. Une analyse qualitative des discours ainsi recueillis et des documents techniques auxquels nous avons pu accéder nous a permis de reconstituer l'histoire énergétique de chacun des trois projets, de mettre en évidence leurs spécificités. Nous avons ensuite, à travers la comparaison de ces cas, identifié les freins et les catalyseurs à l'intégration des préoccupations énergétiques dans ces trois projets. C'est à partir de ces observations que nous avons formulé des pistes d'actions pouvant permettre de faciliter la réalisation d'une stratégie de l'énergie dans les projets urbains.

A partir d'une revue de la littérature scientifique sur le lien entre ville et énergie, nous avons relevé des paramètres sur lesquels il est possible de jouer lors de la conception d'un projet urbain pour améliorer la qualité énergétique d'un morceau de ville. Ce travail bibliographique nous a permis de prendre conscience qu'il existe des leviers urbains, architecturaux, technologiques et comportementaux pour assurer la performance énergétique d'un morceau de ville. Il est possible d'activer ces différents leviers lors de la mise en œuvre d'un projet urbain. En effet, la mutation d'un territoire s'organise lors d'un projet urbain selon une approche globale, plurisectorielle et multi-échelle. C'est en ce sens que le projet urbain constitue un cadre adapté à l'appréhension de la problématique de la transition énergétique. Néanmoins, comme nous l'avons vu sur les trois projets que nous avons étudiés, il est difficile d'extraire les facteurs qui ont participé aux choix de conception dans la mesure où ces variables n'influent pas uniquement sur la performance énergétique du quartier. Le dessin urbain doit en effet répondre à un grand nombre de contraintes, relevant tant des caractéristiques physiques du site, que du contexte urbain dans lequel le futur quartier doit s'inscrire, des règles d'urbanisme, ou des attendus de la maîtrise d'ouvrage urbaine en termes de programme, de paysage ou de qualité environnementale. Nous avons observé que le bureau d'études spécialisées en environnement, n'intervient qu'à la marge sur le dessin urbain. En effet, il entre généralement en scène qu'après qu'un premier plan masse ait été dessiné, voire même adopté par la maîtrise d'ouvrage urbaine. Lorsque les grandes lignes d'un projet urbain ont déjà séduit le jury, généralement composé d'élus, d'architectes-urbanistes et de personnalités qualifiées, il paraît difficile pour l'expert en énergétique urbaine de remettre en question les choix d'implantation ou de forme urbaine. Néanmoins, il pourrait être intéressant qu'une grille d'indicateurs soit développée pour accompagner l'urbaniste dans son geste ou que celui-ci soit dès le départ assisté d'un bureau d'études en environnement. Nous nous sommes d'ailleurs interrogés sur la place et le rôle de l'expert en énergie dans un projet urbain : celui-ci peut intervenir soit en tant qu'assistant à la maîtrise d'ouvrage urbaine, soit auprès de l'urbaniste au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, soit encore dans les deux positions. Chacune de ces configurations présente des avantages et des inconvénients, l'important selon nous est que l'expert dispose d'une marge de manœuvre suffisante pour modifier le projet ou du moins que le pilote du projet urbain puisse avoir connaissance de l'incidence de ses choix en matière de performance énergétique.

De nombreux outils réglementaires ou non sont d'ores et déjà à disposition des collectivités locales, des professionnels de l'aménagement et de la construction pour développer des projets économes en énergie et favoriser le développement des ENR&R. D'après nos études de cas, le renforcement régulier des objectifs de consommation énergétique de la réglementation thermique et l'existence de labels et certifications énergétiques et environnementales ont largement contribué à mobiliser les acteurs de la construction autour de l'efficacité énergétique des bâtiments. Limiter la consommation énergétique des bâtiments semble être devenu courant dans le secteur de la construction, voire même une norme. Le plan climat que la Ville de Paris a adopté en 2007 joue lui un rôle plus ambivalent. Pour certains acteurs du territoire parisien, celui-ci s'apparente à un règlement auquel il n'est pas envisageable de déroger, un minima à respecter, alors que pour d'autres il ne constitue qu'un idéal vers lequel il faut tendre. Quoi qu'il en soit, le plan climat incite les acteurs de l'aménagement et de la construction à faire attention à la performance énergétique des bâtiments qu'ils construisent sur le territoire parisien. En ce qui concerne les projets urbains, le plan climat ne joue un rôle structurant au-delà du bâtiment que lorsque celui-ci précise des objectifs spécifiques à certaines opérations d'aménagement, comme pour Clichy-Batignolles ou la ZAC Claude Bernard. Dans ce cas, les objectifs concernent, outre la consommation énergétique des bâtiments, la couverture des besoins en énergie par des énergies renouvelables. Cependant la formulation de ces objectifs énergétiques mériterait d'être plus claire et accompagnée de critères et d'indicateurs d'évaluation. La mise en place de procédures de suivi et d'évaluation du respect des objectifs de qualité énergétique dans ces opérations urbaines paraît cruciale pour justifier notamment l'investissement dans des solutions énergétiquement performantes. Si ces objectifs émanent d'études énergétiques commandées par les aménageurs de ces opérations, leur inscription dans le plan climat donne la légitimité suffisante à l'aménageur pour exiger des parties prenantes un effort, un soin particulier à apporter aux enjeux de l'énergie. Sur Clichy-Batignolles par exemple, l'ensemble des parties prenantes est informé de l'ambition énergétique particulière du projet, véhiculée par le plan climat et par l'appellation « écoquartier », et joue ainsi le jeu de la qualité énergétique.

L'énergie ne constitue pas un élément structurant de la stratégie d'aménagement dans les projets urbains que nous avons analysés. A l'exception de Clichy-Batignolles, qui bénéficie d'un encart spécifique dans le plan climat de 2007, aucun document, aucun acteur ne porte les questionnements énergétiques dans la conduite du projet urbain. Ce n'est que sous l'impulsion d'un aménageur, c'est à dire au cours du passage à l'opérationnel du projet urbain au sein d'opérations d'aménagements se réalisant dans un temps plus court, que les enjeux de l'énergie sont traduits en objectifs de maîtrise de la demande en énergie. Des procédures d'encadrement de la qualité énergétique des constructions sont alors mises en place par les aménageurs à destination des maîtres d'ouvrage des opérations immobilières. Les actions sont majoritairement tournées vers l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. L'encadrement de la qualité énergétique des bâtiments fait l'objet d'une procédure relativement classique de gouvernance de la qualité. Autrement dit, l'énergie n'est qu'une thématique supplémentaire au sein d'une démarche qualité des bâtiments, qui amène l'aménageur à définir des prescriptions que les opérateurs immobiliers s'engagent contractuellement à respecter. Ainsi, l'aménageur fait appel à un bureau d'études environnementales pour l'accompagner dans ce processus (études préalables, rédaction du cahier de prescriptions environnementales). L'opérateur immobilier missionne lui aussi un assistant à maîtrise d'ouvrage en environnement ou développement durable pour l'aider à répondre aux prescriptions de l'aménageur et à remplir les conditions nécessaires à l'obtention des labels et/ou certifications qu'il valorisera sur le marché de l'immobilier. Il arrive que l'architecte fasse également appel à un bureau d'études spécialisées en environnement. Clichy-

Batignolles est le seul projet dans lequel une réflexion sur l'efficacité énergétique a dépassé le cadre du bâtiment, puisqu'un système d'éclairage public économe en énergie a été installé. C'est le concepteur lumière collaborant avec l'urbaniste qui est à l'initiative de cet effort de réduction de la consommation énergétique de l'éclairage public dans ce quartier voulu exemplaire sur le plan environnemental par les élus. Malgré cet engagement politique, il a fallu convaincre les services techniques de la Ville de Paris de faire exception à la règle parisienne. Grâce à la persévérance de ce professionnel de l'éclairage public, la règle parisienne des niveaux d'éclairage a pu évoluer et être dorénavant conforme à la nouvelle réglementation européenne. Réduire les consommations énergétiques des bâtiments est donc relativement bien intégré aux pratiques, contrairement à l'enjeu de maîtrise des consommations d'énergie grise, qui n'est que très partiellement abordé dans les trois projets parisiens.

Par ailleurs, la problématique de l'approvisionnement en énergie du quartier et sous-couvert la question de la production d'énergies renouvelables est abordée selon des approches disparates d'un projet urbain à l'autre. A Paris Rive Gauche, c'est l'opérateur immobilier qui a toute liberté pour choisir la source de chaleur (énergie et mode de chauffage) pour son bâtiment, alors que sur les ZAC Clichy-Batignolles et Cardinet Chalabre, c'est l'aménageur qui a coordonné les études de faisabilité et la Ville de Paris qui a décidé de la source d'énergie approvisionnant le quartier par le biais d'un réseau de chauffage urbain. Paris Nord Est présente un cas de figure un peu différent puisque ce sont les opérateurs de chauffage et de froid urbains qui ont choisi d'étendre leurs réseaux dans un secteur de Paris concerné par un projet urbain. Mus par leur volonté d'augmenter la part d'énergie renouvelable dans leurs mix énergétiques pour tendre vers l'objectif du plan climat et bénéficier d'une fiscalité avantageuse, ces opérateurs ont fait le choix d'implanter un puits de géothermie sur ce territoire. Après avoir comparé différentes solutions d'approvisionnement, les aménageurs ont demandé aux opérateurs immobiliers de raccorder leur bâtiment aux réseaux de chaleur et de froid⁹³. L'échelle considérée lors de la détermination de l'énergie et du vecteur d'approvisionnement en chaleur ne dépasse pas le périmètre du projet urbain, sauf dans le cas du projet Clichy-Batignolles où guidés par l'ambition du plan climat, l'aménageur a, avec l'aide de son AMO, comparé différents scénarios d'approvisionnement en énergies renouvelables. Néanmoins, c'est l'AMO énergie qui a dès le départ jugé qu'il était pertinent de considérer l'ensemble des trois opérations d'aménagement pour mettre en place un système mutualisé d'approvisionnement en chaleur. Après une première sélection de sources d'énergies renouvelables potentiellement mobilisables, le choix du vecteur de distribution a été fait. Deux projets ont ensuite été menés en parallèle, le développement d'un réseau de chaleur basse température d'une part et la recherche de sources d'énergies renouvelables permettant de répondre à l'objectif du plan climat compatible avec les besoins énergétiques et l'économie du projet. Plus le territoire considéré pour déterminer le système d'approvisionnement en chaleur est étendu, plus les scénarios énergétiques envisageables se multiplient.

Le développement d'unités de production d'énergies renouvelables et de récupération en milieu urbain est ainsi porteur d'importants bouleversements des manières de faire des acteurs des projets urbains. L'aménageur par exemple, dont le rôle se limitait jusque-là à assurer les bonnes conditions de consommation de l'énergie sur le futur quartier doit dorénavant valoriser le potentiel de production énergétique du territoire pour assurer une part importante d'énergies renouvelables et de récupération dans le mix énergétique du futur quartier. Cette problématique de l'approvisionnement en énergie mérite selon nous d'être intégrée à une approche stratégique de l'énergie menée à l'échelle du

⁹³ Seuls les bâtiments tertiaires et les commerces sont connectés au réseau de froid urbain.

territoire. Lors d'un projet urbain, les implications de cette stratégie énergétique territoriale sur le projet devraient ainsi être identifiées dès les études préalables. Ainsi, l'aménageur gèrerait le projet de distribution de l'énergie sur le futur quartier, tandis qu'un nouvel acteur aurait pour responsabilité de maîtriser la stratégie énergétique du territoire et donc le choix des ressources à exploiter pour le projet urbain.

L'ensemble des observations faites à partir des trois études de cas nous a amené à nous interroger sur les moyens à mettre en œuvre pour assurer l'apparition d'une vision stratégique de la transition énergétique du territoire parisien. Adopter une stratégie de l'énergie suppose de dissocier la question de l'énergie de celle de l'aménagement, de façon à appréhender le territoire sans se limiter au périmètre d'un projet urbain, et de charger un acteur territorial de la mise en œuvre de la transition énergétique. Il s'agirait alors de préciser collectivement l'acceptation du territoire énergétique, pour reprendre l'expression de [Taoufik Souami \(2009a\)](#), c'est-à-dire de s'interroger sur les ressources énergétiques qu'il est envisageable d'exploiter dans le milieu urbain, de décider s'il faut tendre vers l'autonomie énergétique du territoire ou au contraire renforcer les solidarités entre les territoires périphériques et le centre-ville, etc. Appréhender la transition énergétique comme une dimension stratégique du territoire serait l'occasion d'une mise en politique de cette problématique par les élus locaux. Les bouleversements tant sur le paysage que sur les modes de vie qui peuvent résulter de la mise en œuvre de la transition énergétique au sein des villes méritent, selon nous, un débat citoyen. Dans chaque projet urbain de la collectivité ces orientations stratégiques seraient ensuite déclinées en objectifs, critères et indicateurs d'évaluation. Ces objectifs pourront évoluer au cours du temps, l'important est qu'à tout moment d'un projet urbain, l'ensemble des parties prenantes partage des objectifs énergétiques et un vocabulaire communs. Une stratégie territoriale de l'énergie doit s'appuyer sur un ensemble de données réelles caractérisant l'offre et la demande en énergie du territoire. Il est également nécessaire qu'un acteur territorial soit responsable de celle-ci. Le même acteur pourrait être à la fois chargé de collecter et mettre à jour régulièrement les données territoriales, de définir la stratégie énergétique et de s'assurer de mesurer sa mise en œuvre. Nous avons évoqué dans cette thèse trois acteurs susceptibles d'adopter cette fonction : une direction municipale spécifique, la métropole, une agence de l'énergie. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer la pertinence de chacune de ces propositions. Plusieurs municipalités ont d'ores et déjà une direction consacrée aux questions de l'énergie. Enquêter dans ces villes permettrait de mettre en évidence les apports et les limites de l'existence d'une telle direction notamment sur la performance énergétique et le pilotage des projets urbains. Cette analyse pourrait également être menée pour explorer l'incidence sur les projets urbains d'un management stratégique de l'énergie par la métropole. Il semble que la métropole lyonnaise constitue un cas d'étude intéressant. Quant à l'idée de créer des agences de l'énergie à l'image des agences de l'eau, il faudrait avant tout être capable de définir la notion de bassin énergétique et notamment d'établir l'unité territoriale adaptée à l'existence d'une telle instance.

Par conséquent, cette recherche exploratoire mérite d'être étendue à d'autres villes, et le spectre des acteurs interrogés nécessite d'être élargi notamment aux élus locaux. Il serait intéressant de prolonger cette étude en questionnant les élus parisiens sur leur compréhension des enjeux énergétiques et d'échanger avec eux sur le rôle qu'ils pourraient jouer dans la mise en œuvre de la transition énergétique dans les projets urbains. Ces rencontres seraient également l'occasion de comprendre pourquoi d'un projet à l'autre, l'accent est plus ou moins mis sur ces préoccupations énergétiques. Le positionnement des opérateurs énergétiques dans le dessein des projets urbains constitue, selon nous, une autre piste de recherche à explorer. Enfin, la sociologie de la traduction ouvre de nouvelles

perspectives de recherche et un cadre théorique dont nous pourrions nous inspirer pour mettre en évidence d'autres obstacles à surmonter dans l'organisation et le déroulement d'un projet urbain en vue de la mise en œuvre de la transition énergétique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abrial, S., Debizet, G. & Symes, M. (2008). De la "construction durable" à l'émergence de nouveaux modes de collaboration entre élus locaux et professionnels: leadership et cadres d'actions en France et au Royaume-Uni. In *Le développement urbain durable saisi par les sciences sociales - Colloque international*. St Etienne.
- ADEME. (2009). *Construire et mettre en oeuvre un Plan Climat-Energie Territorial* (228 p.).
- ADEME. (2011a). *Les chiffres clés du bâtiment édition 2011* (97 p.).
- ADEME. (2011b). *Vous construisez, vous rénovez? Pour votre logement, pensez aux certifications et labels* (20 p.).
- ADEME. (2013). *Les chiffres clés du bâtiment édition 2013* (92 p.).
- ADEME & CSTB. (2010). *Bilan carbone appliqué au bâtiment. Guide méthodologique* (56 p.).
- ADEPL, GrDF & Indiggo. (2013). Aménagement durable. La prescription énergétique en 9 questions.
- Agence Franck Boutté Consultants & ParisNordEst. (2010). *Reconversion des entrepôts Macdonald - Logements* (p. 23). Paris.
- AIE. (2008). *World energy outlook* (578 p.). Paris: IEA Publications.
- AIE. (2012a). *Key World Energy Statistics* (82 p.).
- AIE. (2012b). *World Energy Outlook 2012. Résumé* (15 p.). Paris: IEA Publications.
- AIE. (2013). *CO₂ Emissions from fuel combustion . Highlights*. (138 p.).
- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants. *Environmental Pollution*, 116, (pp. 119–126).
- Akbari, H., Pomerantz, M. & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), (pp. 295–310). doi:10.1016/S0038-092X(00)00089-X
- Akbari, H. & Taha, H. (1992). The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four canadian cities. *Energy*, 17(n°2), (pp.141–149).
- AlQahtany, A., Rezgui, Y. & Li, H. (2013). A proposed model for sustainable urban planning development for environmentally friendly communities. *Architectural Engineering and Design Management*, 9(3), (pp. 176–194). doi:10.1080/17452007.2012.738042
- Alyami, S. H. & Rezgui, Y. (2012). Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, 5, (pp.52–62). doi:10.1016/j.scs.2012.05.004
- Amblard, H. Bernoux, P., Herreros, G., & Livian, Y.-F. (2007). *Les nouvelles approches sociologiques des organisations* (Troisième ., p. 298). Paris: Editions du Seuil.

- Antoni, J., Flety, Y. & Vuidel, G. (2009). Vers des indicateurs locaux de performance énergétique : les étiquettes énergétiques territoriales, (pp. 1–24).
- APUR. (1990). L'aménagement du secteur Seine Rive Gauche. *Paris Projet, numéro 29* (199 p.).
- APUR. (2004). *Projets d'aménagement du secteur Nord-Est de Paris* (23 p.). Paris.
- APUR. (2013). *Une plateforme pour un PLU thermique* (23 p.). Paris.
- Arab, N. (2004). *L'activité de projet dans l'aménagement urbain. Processus d'élaboration et modes de pilotage*. Thèse: aménagement et urbanisme. Ecole nationale des ponts et chaussées (509p.)
- Arab, N. (2007a). À quoi sert l'expérience des autres? "Bonnes pratiques" et innovation dans l'aménagement urbain. *Espaces et Sociétés* n°131 (pp. 33 - 47) .
- Arab, N. (2007b). Activité de projet et aménagement urbain: les sciences de gestion à l'épreuve de l'urbanisme. *Management & Avenir, 12*(2), (pp. 147–164). doi:10.3917/mav.012.0147
- Ascher, F. (1995). *Métapolis ou l'avenir des villes* (347 p.). Odile Jacob.
- ATHENA Energie. (2013). *SHS et énergie* (95 p.).
- Augiseau, V. (2012). Quelles relations entre formes urbaines et énergie? In ASPECT 2050 (Ed.), *Etat de l'art en Europe: apports et limites des plans climats à l'aune des connaissances scientifiques* (pp. 8–23). CSTB; Université Paris-Est.
- Augiseau, V., Belziti, D., Alessandrini, J., Allen, B., Bonetti, M., Defrance, J., ... Salagnac, J. (2011). *Recensement et analyse d'indicateurs pour l'évaluation des EcoQuartiers* (119 p.).
- Avitabile, A. (2005). *La mise en scène du projet urbain. Pour une structuration des démarches* (325 p.). L'Harmattan Villes et entreprises.
- Azhar, S., Carlton, W. A., Olsen, D. & Ahmad, I. (2011). Building information modeling for sustainable design and LEED (R) rating analysis. *Automation in construction, 20*(2, SI), (pp. 217–224). doi:10.1016/j.autcon.2010.09.019
- Balsells, M., Barroca, B., Diab, Y. & Becue, V. (2013). Urban design contribution to neighbourhood flood resilience: proposition of a model analysis. In *International Conference on Flood Resilience: Experiences in Asia and Europe* (11 p.). Exeter, United Kingdom.
- Bardou, M. (2009). Politiques publiques et gaz à effet de serre. *Ethnologie Française, 39*(4), (pp. 667-676). doi:10.3917/ethn.094.0667
- Barles, S. (2007). *Mesurer la performance écologique des villes et des territoires : Le métabolisme de Paris et de l'Île-de-France* (98p.). Paris.
- Bauer, A. (2001). Paris-Rive gauche : l'aménageur adopte une charte pour l'environnement. *Les Echos, 22 Février* [En ligne : http://www.lesechos.fr/22/02/2001/LesEchos/18348-136-ECH_paris-rive-gauche---l-amenageur-adopte-une-charte-pour-l-environnement.htm].
- Béal, V., Gauthier, M. & Pinson, G. (Eds.). (2011). *Le développement durable changera-t-il la ville? Le regard des sciences sociales* (461 p.). Publication de l'Université de Saint -Etienne.

- Beture Infrastructure. (2003). *Etude d'impact du dossier de modification de l'acte de création de la ZAC Paris Rive Gauche*.
- Beture Infrastructure, SEMAVIP & Ville de Paris. (2005). *Étude d'impact relative au périmètre Claude Bernard Est - Canal Saint-Denis - Quai de la Charente document final* (145 p.).
- Bilan d'émissions de GES 2011*. (2011) (7 p.). Paris.
- Blanc, M. (2010). Métiers et professions de l'urbanisme : l'ingénieur, l'architecte et les autres. *Espaces et Sociétés*, 142(2), (pp.131–150). doi:10.3917/esp.142.0131
- Blanchard, O. & Menanteau, P. (2012). Quels systèmes énergétiques pour les écoquartiers en Europe? Un essai de typologie. In *1ères Journées Internationales de la Sociologie de l'Energie*. Toulouse:.
- Borne, E. (2011). Energie positive: du bâtiment au territoire, une utopie réalisable? Interview de Franck Boutté. *Le Courrier de L'architecte*, (mars), (5 p.).
- Boulla, A. (2014, February 7). RT2012 : à l'impossible nul n'est tenu ? *Le Moniteur Du Bâtiment et Des Travaux Publics*, (pp. 1–2).
- Bourdic, L. & Salat, S. (2012). Building energy models and assessment systems at the district and city scales : a review. *Building Research & Information*, 40(4), (pp.518–526).
- Bourdic, L., Salat, S. & Nowacki, C. (2012). Assessing cities: a new system of cross-scale spatial indicators. *Building Research & Information*, 40(5), (pp. 592–605). doi:10.1080/09613218.2012.703488
- Bourdin, A. & Lenouar, N. (2001). *Paris-Rive-Gauche naissance d'un quartier?* (161 p.).
- Bouvier, G. (2005). *Les collectivités locales et l'électricité. Territoires, acteurs et enjeux autour du service public local de l'électricité en France* (géographie). Université Paris VIII.
- Boyko, C. T. & Cooper, R. (2011). Clarifying and re-conceptualising density. *Progress in Planning*, 76(1), (pp. 1–61). doi:10.1016/j.progress.2011.07.001
- Brevan, C. & Paul, P. (2000). *Une nouvelle ambition pour les villes De nouvelles frontières pour les métiers* (178 p.).
- Brion, M. (Commissaire enquêteur), & Demant, M.-F. (Commissaire enquêteur suppléant). (2010). *Enquête publique portant sur la révision simplifiée du Plan Local d'Urbanisme de Paris, relative au projet d'aménagement de la Z.A.C. Paris Rive Gauche, secteur Masséna-Bruneseau à Paris 13ème arrondissement* (Dossier N°E09000010/75) (125 p.). Paris.
- Bynum, P., Issa, R. R. A. & Olbina, S. (2013). Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction. *Journal of construction engineering and management-ASCE*, 139(1), 24–34. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000560
- Cap Terre & SEMAVIP. (2006). *ZAC "Claude Bernard - Quai de la Charente - Canal Saint-Denis" Paris Nord Est/19ème. Cahier des prescriptions environnementales - Logements* (27 p.). Paris.
- CapTerre. (2006). *Etude d'aide à la décision énergétique* (20 p.). Paris.

- Cariou, R., Le Dû, S. & Ronez, B. (2011). *Réseaux de chaleur et outils de l'urbanisme* (21 p.).
- Carpentier, E. (2011). les objectifs assignés aux documents d'urbanisme après la loi "Grenelle 2." *Revue de Droit Immobilier*, (pp. 68–77).
- Cerqual. (2011). *Etude économique sur la valeur verte de l'immobilier de logements - La valeur verte dans le résidentiel : une réalité aujourd'hui?* (88 p.). Paris.
- Certu. (2010a). *La densité urbaine* (pp. 4–5).
- Certu. (2010b). Schémas régionaux de raccordement au réseau électrique des énergies renouvelables. *Décryptage Grenelle Energie et Climat*, (2 p.).
- Certu. (2011a). Coefficient d'occupation des sols et énergie. *Décryptage Grenelle Bâtiments et Urbanisme*, (2 p.).
- Certu. (2011b). Plan Climat Énergie Territorial. *Décryptage Grenelle Energie et Climat*, (3 p.).
- Certu. (2011c). Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie. *Décryptage Grenelle Energie et Climat*, (3 p.).
- Certu. (2011d). Verdissement et renforcement des schémas de cohérence territoriale. *Décryptage Grenelle Bâtiments et Urbanisme*, (4 p.).
- Chanard, C. (2011). *Territoire et énergie : politiques locales, échelles d'intervention et instruments de mobilisation, de connaissance et d'action*. Thèse: géographie. Université de Franche-Comté (309 p.).
- Chanard, C., Robert, M. & de Sède-marceau, M. (2011). Politique énergétique et facteur 4: instruments et outils de régulation à disposition des collectivités. *Développement Durable et Territoires, Mars 2011* (15 p.). Retrieved from <http://developpementdurable.revues.org/8776>
- Charlot-Valdieu, C. & Outrequin, P. (2007). *Développement durable et renouvellement urbain. Des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie dans nos quartiers* (296 p.). L'Harmattan.
- Charlot-valdieu, C. & Outrequin, P. (2011). *L'urbanisme durable - Concevoir un écoquartier* (2ème édit., 312 p.). Le Moniteur Editions.
- Chevalier, J.-M. (2004). *Les grandes batailles de l'énergie* (472 p.). Editions Gallimard.
- Clastres, C. (2011). Smart grids: Another step towards competition, energy security and climate change objectives. *Energy Policy*, 39(9), (pp. 5399–5408). doi:10.1016/j.enpol.2011.05.024
- Climespace. (2011). Dossier de candidature. In International Energy Agency (Ed.), *2nd Global district energy climate awards* (15 p.).
- Collectif Effinergie. (2012). *Tableau de bord de la labellisation BBC-Effinergie* (9 p.). Paris.
- Collet, P. (2011, June 20). La réglementation thermique de 1974 à aujourd'hui. *Actu-Environnement*. [En ligne : <http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/energie-batiment-rt2012/historique-reglementation-thermique.php4>].

- Colombert, M., de Chastenet, C., Diab, Y., Gobin, C., Herfray, G., Jarrin, T., ... Trocmé, M. (2011). Analyse de cycle de vie à l'échelle du quartier: un outil d'aide à la décision? Le cas de la ZAC Claude Bernard à Paris (France). *Environnement Urbain Urban Environment*, 5, (pp. 1–21).
- Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain. (2007). *Rapport annuel 2007* (101 p.). Paris.
- Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain. (2012). *Rapport annuel 2012. EPPO Bulletin* (Vol. 42, 102p.). Paris. doi:10.1111/epp.2605
- Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain & Climespace. (2011). *Chaleur et froid renouvelables avec la géothermie à Paris Nord-Est* (2 p.). Paris.
- Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain & Climespace. (2012). Projet de géothermie Paris Nord Est (PNE) / Villette. In *Les journées de la géothermie* (10 p.). Paris.
- Conseil de Paris. Délibération AUC 02-083 du 24 et 25 juin 2002 (2002).
- Convention de concession entre la Ville de Paris et la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, Convention du 10 décembre 1927.* (2012) (32 p.). Paris.
- Cornil, T. (2002). Un processus de conception continu. *Urbanisme, hors-série*(juillet-août).
- COTEBA & SNEF. (2009). *Cahier des Prescriptions Environnementales et de Développement Durable Logements* (17 p.). Paris.
- Coutard, O. & Rutherford, J. (2013). Vers l'essor des villes "post-réseaux": infrastructures, innovation sociotechnique et transition urbaine en Europe. In J. Forest & A. Hamdouch (Eds.), *L'innovation face aux défis environnementaux de la ville contemporaine* (à paraître., Vol. 2013). Presses Polytechniques Universitaires Romandes.
- Debizet, G. (2012). Bâtiment et climat : la guerre des normes n'aura pas lieu. *Métropolitiques*, (pp.1–5).
- Debizet, G. & Symes, M. (2009). Expertise and Methodology in Building Development : A Franco-British Comparison Design for Sustainable. *Sustainable Urban Development*, 4(2008), (pp. 197–228).
- Demazière, C. (2009). L'injonction au développement durable , quelles incidences sur la conduite du projet urbain ? In *Les vertus de l'interdisciplinarité*. Les cahiers de l'IATEUR (pp. 503–512).
- Deshayes, P. (2012). Le secteur du bâtiment face aux enjeux du développement durable : logiques d'innovation et/ou problématiques du changement. *Innovations*, 37(1), (219p.). doi:10.3917/inno.037.0219
- Desjardins, X. (2011). Pour l'atténuation du changement climatique, quelle est la contribution possible de l'aménagement du territoire ? *Cybergeo*, (pp.1–21). doi:10.4000/cybergeo.23531
- Desjardins, X. & Llorente, M. (2009). *Revue de la littérature scientifique sur le lien entre les formes d'organisation territoriale , les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre Quelle contribution de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire à l'atténu* (123 p.).
- Devillers, C. (1996). Le projet urbain. *Les Mini P.A.*, n°2, (20p.).

- Direction générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction. (2000). *Loi solidarité et renouvellement urbains. Des nouveaux outils pour les collectivités locales* (17 p.). La Défense.
- Direction générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction. (2006). *Réglementation thermique 2005 - Des bâtiments confortables et performants* (8 p.).
- Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France. (2010). *Avis de l'autorité environnementale sur le projet de reconversion de l'entrepôt Macdonald à Paris XIXème* (6 p.). Paris.
- Droege, P. (2008). Urban energy transition: an introduction. In P. Droege (Ed.), *urban energy transition - from fossil fuels to renewable power* (pp. 1–14). Elsevier.
- Duhayon, J.-J., Pages, A. & Prochasson, F. (2002). *La densité : concept, exemples, mesures. Eclairages sur le concept de densité et sur les différents usages de ses mesures.* (88 p.).
- Dussapin&Leclercq Architectes Urbanistes, Agence TER Paysagistes, Saunier&associés BET & Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris. (2008). *Projet Paris Nord-Est: Rapport de stratégie urbaine* (pp. 1–70). Paris.
- Eau de Paris. (2014). Puits de secours et Géothermie dans la ZAC Batignolles : une nouvelle étape [En ligne : <http://www.eaudeparis.fr/lespace-culture/actualites/actualite/news/puits-de-secours-et-geothermie-dans-la-zac-batignolles-une-nouvelle-etape/?L=0&cHash=cd5b2d6d96a74f4af4710bbb0e5f78c8>]. (Consulté le 25 février 2014).
- Ecoiffier, M. (1998). Sans sa pièce centrale, le projet de ZAC Rive gauche est absurde. La balafre d'Austerlitz. Une dalle devait couvrir les voies ferrées, il manque l'argent pour la construire - Libération. *Libération*, 25 novembre [En ligne : [file:///C:/Users/Charlotte.tardieu/Documents/THESE/terrains/Paris Rive Gauche/Lib%C3%A9ration 25 novembre 1998.htm](file:///C:/Users/Charlotte.tardieu/Documents/THESE/terrains/Paris%20Rive%20Gauche/Lib%C3%A9ration%2025novembre1998.htm)].
- Emelianoff, C. (2004). Les villes européennes face au développement durable : une floraison d'initiatives sur fond de désengagement politique. *Cahiers Du PROSES*, n°8, (27p.).
- Emelianoff, C. (2007). Les villes européennes face au changement climatique. Une rétrospective. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, 103(La ville dans la transition énergétique), (pp. 159–169).
- Emelianoff, C. (2013). Local Energy Transition and Multilevel Climate Governance: The Contrasted Experiences of Two Pioneer Cities (Hanover, Germany, and Vaxjo, Sweden). *Urban Studies*, 51(7), 1378–1393. doi:10.1177/0042098013500087
- Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power & Energy Magazine*, (janvier/ février), (pp. 18–28). doi:10.1109/MPE.2009.934876
- Fernandez, A. (2009). Paris Rive Gauche : de l'enclave industrielle au quartier bobo. *Traits Urbains*, n°28(janvier-février), (pp.46–49).
- Frébault, J. (2005). La montée en puissance de la maîtrise d'ouvrage urbaine et ses conséquences dans la conduite des projets. In *La maîtrise d'ouvrage urbaine* (18 p.).

- Frébault, J., Bérard, E., Michaux, P., Poidevin, J.-L., Ousset, B., Rouillard, A. & Schmitt, S. (2005). *La maîtrise d'ouvrage urbaine. Réflexions sur l'évolution des méthodes de conduite des projets à partir des travaux du Club ville-aménagement* (147 p.). Paris.
- Garreau, L. (2012). La méthode enracinée. *Revue Internationale de Psychosociologie, Année XVII*(44), 89. doi:10.3917/rips.044.0089
- Garreau, L. & Bandeira-de-Mello, R. (2010). *La théorie ancrée en pratique: vers un dépassement de la tension entre scientificité et créativité dans les recherches basées sur la théorie ancrée?*. Luxembourg: AIMS.
- Gey, A. (2012). Les apports d'une « mécanologie » de la ville. *Flux*, 2(n°88), (pp.47–59).
- GIEC. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I,II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (103 p.). Genève.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Hawthorne. Sociology.
- Godinot, S. (2011). Les plans climat énergie territoriaux :voies d'appropriation du facteur 4 par les collectivités et les acteurs locaux ? *Développement Durable et Territoires*, 2(1 (mars 2011)), (pp.1–16).
- Gossement, A. (2014). Solaire : abrogation prochaine du bonus européen du tarif d'achat. *Blog Gossement Avocats* [En ligne : <http://www.arnaudgossement.com/archive/2014/02/28/solaire-abrogation-prochaine-du-bonus-europeen-du-tarif-d-ac-5310304.html>] (Consulté le 2 mars 2014).
- Grand Projet de Renouvellement Urbain. (2013) [En ligne : http://www.paris.fr/politiques/vie-de-quartier/grand-projet-de-renouvellement-urbain-g-p-r-u/rub_6144_stand_612_port_13817] (Consulté le 20 novembre 2013).
- Grandjean, A., Dalle, N., Darmois, G., Durtol, J., Ginieis, F., Martial, J., ... Zélem, M.-C. (2011). *Maîtriser l'énergie Un projet énergétique pour une société responsable et innovante* (140 p.).
- Grenier, A. (2007). Ville et énergie. Spécificités et complexité de la question en France. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, 103(La ville dans la transition énergétique), (pp. 128–136).
- Groueff, S. (2013). De quoi la transition énergétique est-elle le nom? *Urbanisme, Hors série*(juin), (pp. 34–35).
- Groupe de travail sur les hauteurs. (2007). *Synthèse des travaux des ateliers porte de la Chapelle (18ème), Bercy-Poniatowski (12ème) et Masséna-Bruneseau (13ème)* (21 p.). Paris.
- Groupes de travail I et II du GIEC. (2012). *Rapport spécial du GIEC - Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique - résumé à l'intention des décideurs* (32 p.).
- Guigou, J.-L. (1999). Tout ce qu'il faut savoir sur la Loi Voynet. *La Lettre de La Délégation À L'aménagement Du Territoire et À L'action Régionale*, (supplément au N°167), (pp. 1–12).

- Hamman, P. & Blanc, C. (2009). *Sociologie du développement durable urbain. Projets et stratégies métropolitaines françaises* (260 p.). Bruxelles: P.I.E. Peter Lang.
- Hansen, J.-P. & Percebois, J. (2010). *Energie. Economie et politiques* (1st ed., 779 p.). Bruxelles: Editions De Boeck Université.
- Hayot & Sauvage. (2000). *Le projet urbain. Enjeux, expérimentations et professions* (La Villett.). Paris.
- Heiselberg, P., Brohus, H., Hesselholt, A., Rasmussen, H., Seinre, E., & Thomas, S. (2009). Application of sensitivity analysis in design of sustainable buildings. *RENEWABLE ENERGY*, 34(9), (pp.2030–2036). doi:10.1016/j.renene.2009.02.016
- Hespul & Izuba énergies. (2009). *ZAC Clichy-Batignolles études de scénarios énergétiques - Analyse du potentiel photovoltaïque* (pp. 1–17).
- Hledik, R. (2009). How Green Is the Smart Grid? *The Electricity Journal*, 22(3), (pp.29–41). doi:10.1016/j.tej.2009.03.001
- Hui, S. C. . (2001). Low energy building design in high density urban cities. *Renewable Energy*, 24(3-4), (pp. 627–640). doi:10.1016/S0960-1481(01)00049-0
- Icade Arcoba. (2008). Reconversion des entrepôts Mcdonald, propositions environnementales.
- Icade Gestec. (2010). *Projet de contrat de partenariat pour l'exploitation énergétique du futur ensemble immobilier Macdonald. Synthèse des enseignements du projet* (7 p.). Paris.
- Idt, J. (2009, April). *Le pilotage des projets d'aménagement urbain: entre technique et politique*. Thèse: aménagement et urbanisme. Université Paris VIII (558 p.).
- Idt, J. (2012). Le temps de la réalisation des projets urbains : une fabrique a posteriori des enjeux politiques de l'action collective. *Géocarrefour*, 87(2), (12 p.).
- Iddigo & Paris Batignolles Aménagement. (2014). *Secteur Ouest phase 2 - Analyse d'enseillement Janvier 2014* (18 p.).
- Ingallina, P. (2001). *Le projet urbain*. (128 p.). Presses Universitaires de France.
- Iosis Conseil & SEMAPA. (2009). *Secteur Tolbiac Chevaleret. Cahier des prescriptions environnementales Ilot T7* (37 p.). Paris.
- Izuba énergies. (2008). Références étude urbanistique énergétique ZAC Cardinet Chalabre à Paris - Mission d'étude en phase de programmation pour le choix et la mise en place des solutions énergétiques.
- Izuba énergies. (2009). *ZAC de Clichy Batignolles études de scénarios énergétiques - Analyse comparative intégrant le Nouveau Palais de Justice de Paris (NPJP) et la Direction Régionale de la Police Judiciaire (DRPJ)* (27 p.).
- Izuba énergies. (2012). Références étude urbanistique énergétique ZAC Clichy-Batignolles à Paris - Mission d'étude en phase de programmation pour le choix et la mise en place des solutions énergétiques.

- Jancovici, J.-M. (2004). L'homme et l'énergie, des amants terribles. *Revue Des Anciens Élèves de l'Ecole Polytechnique* [En ligne: http://www.x-environnement.org/index.php?option=com_content&view=article&id=54%3Aenergieenvironnement&catid=36%3Ajaune-rouge&Itemid=41&limitstart=1].
- Jeannot, G. (2005). *Les métiers flous. Travail et action publique.*(193 p.) Toulouse: Octares Editions.
- Jégou, A., About de Chastenet, C., Augiseau, V., Guyot, C., Judéaux, C., Monaco, F.-X. & Pech, P. (2012). L'évaluation par indicateurs : un outil nécessaire d'aménagement urbain durable? *Cybergeo*. doi:10.4000/cybergeo.25600
- Jegouzo, Y. (2012). Le droit de la ville saisi par le développement durable. In *Séminaire Développement durable et économie de l'environnement de l'IDDRI*. Paris.
- Jista, B. (2007). *La maîtrise d'ouvrage urbaine des projets iconiques métropolitains. Etude de trois cas à travers la gestion de la programmation urbaine : Ile de Nantes-*. Ecole nationale des ponts et chaussées.
- Kaya, Y. (1990). *Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios*. Paris.
- Keirstead, J. (2013). Conceptualizing urban energy systems. In J. Keirstead & N. Shah (Eds.), *Urban energy systems. An integrated Approach* (pp. 14–25). Routledge.
- Kertesz, C. (2012). Normalisation, certification, labellisation... De quoi parle-t-on? In *gèmes Assises HQE*. Paris.
- Klotz, L. (2010). Cognitive biases in energy decisions during the planning, design, and construction of commercial buildings in the United States: an analytical framework and research needs. *Energy Efficiency*, 4(2), (pp. 271–284). doi:10.1007/s12053-010-9089-z
- Laigle, L. (Ed.). (2009). *Vers des villes durables. Les trajectoires de quatre agglomérations européennes* (278 p.). PUCA.
- Laigle, L. & Matthys, A. (2012). Vers une approche dynamique des interactions entre formes urbaines, mobilité et GES. In ASPECT 2050 (Ed.), *Etat de l'art en Europe : apports et limites des plans climats à l'aune des connaissances scientifiques* (pp. 44–141). CSTB; Université Paris-Est.
- Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Chau, C. K., Poon, C. S., & Chun, K. P. (2011). Environmental management system vs green specifications: how do they complement each other in the construction industry? *Journal of Environmental Management*, 92(3), (pp. 788–95). doi:10.1016/j.jenvman.2010.10.030
- Le Dû, S. (2011). *Réseaux de chaleur et lois Grenelle* (25 p.).
- Le procédé Degrés Bleus séduit la ville de Paris. (2011). *L'eau, L'industrie, Les Nuisances*, (341p.) [En ligne : http://www.revue-ein.com/archives-actus/840/Le_proc%3%A9d%3%A9_Degr%3%A9s_Bleus_s%3%A9duit_la_ville_de_Paris/?r ech_globale=%2BLYONNAISE+%2BDES+%2BEAUX+%2BFrance].
- Leblond, P. (2013). *L'essentiel de la RT 2012 - Obligations et mise en oeuvre de la réglementation thermique* (191 p.). Paris: Editions Le Moniteur; Dunod.

- Lee, W. L. (2013). A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes. *Energy and Buildings*, 62(0), (pp. 403–413). doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.014
- Lee, W. L. & Burnett, J. (2008). Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED. *Building and Environment*, 43(11), (pp. 1882–1891). doi:10.1016/j.buildenv.2007.11.007
- Lemale, J. (2012). *La géothermie* (320 p.). Dunod.
- Lenfle, S. & Midler, C. (2003). Management de projet et innovation. In P. Mustar & H. Penan (Eds.), *L'encyclopédie de l'innovation* (pp. 49–69). Paris: Economica.
- Les engagements des sociétés d'économie mixte de la Ville de Paris en faveur de développement durable* (charte signée le 10 octobre 2007). (2007) (15 p.). Paris.
- Lévy, J. & Lussault, M. (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (1128p.) Belin.
- Lewis, M. (2004). Integrated design for sustainable buildings. *ASHRAE JOURNAL*, 46(9).
- Lucan, J. (2012). *Où va la ville aujourd'hui? Formes urbaines et mixités* (205 p.). Paris: Editions de la Villette.
- Magent, C. S., Korkmaz, S., Klotz, L. E. & Riley, D. R. (2009). A Design Process Evaluation Method for Sustainable Buildings. *Architectural Engineering and Design Management*, 5(1), (pp. 62–74). doi:10.3763/aedm.2009.0907
- Magnin, G. (2010a). Vers des villes à basse consommation d'énergie et haute qualité de vie pour tous. *La Revue Durable*, 38(juin-juillet-août), (pp. 32–35).
- Magnin, G. (2010b). Vers la ville à basse consommation énergétique et haute qualité de vie. *Liaison Energie -Francophonie*, 86(1), (pp. 35–38).
- Maignant, G. (2005). Compacité et forme urbaine, une analyse environnementale dans la perspective d'un développement urbain durable. In *Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance* (pp. 1–17). Lausanne.
- Mairie de Paris. (2006). Paris nord est - orientations d'aménagement 18ème-19ème arrondissements. In *PLU* (4 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2007). *Plan climat de paris - Plan de lutte contre le réchauffement climatique* (40 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2009). *L'effort de la collectivité parisienne en matière de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et d'efficacité énergétique (Bleu Plan Climat 2009)* (39 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2010a). *L'effort de la collectivité parisienne en matière de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et d'efficacité énergétique (Bleu Plan Climat 2010)* (50 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2010b). *Plan Local d'Urbanisme - Révision simplifiée secteur Masséna-Bruneseau 13ème arrondissement. Rapport de présentation* (Approuvée par Délibération 2010 DU 82-2° du Conseil de Paris en dates des 15 et 16 novembre 2010) (59 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2010c). *Référentiel un aménagement durable pour Paris* (5ème édit., 114 p.). Paris.

- Mairie de Paris. (2011). *PLU - Révision simplifiée secteur Clichy-Batignolles 17ème arrondissement approuvé par délibération 2011 DU 122_2° du Conseil de Paris en dates des 11 et 12 juillet 2011 - Rapport de présentation* (24 p.). Paris.
- Mairie de Paris. (2012). Les Grandes orientations du Plan Climat Energie de Paris, actualisation 2012. Paris.
- Mairie de Paris. (2014). Quand les poubelles se font la "malle" par les souterrains [En ligne : http://www.paris.fr/accueil/environnement/quand-les-poubelles-se-font-la-malle-par-les-souterrains/rub_9654_actu_140522_port_23775]. (Consulté le 5 mars 2014).
- Mairie de Paris & Bilan Carbone. (2011). *Paris - Bilan Carbone 2009 - Rapport technique* (103 p.). Paris.
- Mairie de Paris, Paris Batignolles Aménagement & Mairie du 17ème. (2012). *Éco quartier exemplaire 2012* (4 p.). Paris.
- Mairie de Paris & SEMAVIP. (2009a). *Candidature à l'appel à projet Nouveaux Quartiers Urbains* (pp. 1–92). Paris.
- Mairie de Paris & SEMAVIP. (2009b). *Ecoquartier Clichy Batignolles Paris 17ème - Dossier de réponse au concours écoquartier* (42 p.). Paris.
- Mairie de Paris & SEMAVIP. (2009c). *Projet Clichy Batignolles - Candidature à l'appel à projet nouveaux quartiers urbains août 2009* (92 p.). Paris.
- Mairie de Paris, SEMAVIP & Mairie du 17ème. (2009). *Compte-rendu de la réunion publique du 4 décembre 2009 sur la modification de la ZAC et la révision simplifiée du PLU* (24 p.). Paris.
- Maizia, M. (2002). Modélisation et systèmes urbains : une construction difficile, (1), (10p.).
- Maizia, M. (2008). Energie, réseaux et formes urbaines. *Cahiers de l'IAURIF*, n°147(février 2008), (pp. 174–179).
- Maizia, M., Houdant, H., Joliton, D., Rimmel, L., Menard, R., Berge, S., ... Lerolles, H. (2010). *Les gisements du développement urbain: analyse quantitative à l'horizon 2050 des consommations énergétiques et des émissions de CO2 des tissus urbains* (197 p.).
- Marette, C. & Lemasson, M. (2011). *Enquête publique relative à la Révision Simplifiée du Plan Local d'Urbanisme de la Ville de Paris sur le secteur Clichy-Batignolles (75017) - Rapport d'enquête & avis motivé du commissaire enquêteur* (285 p.). Paris.
- Marique, A., Penders, M. & Reiter, S. (2013). From Zero Energy Building to Zero Energy Neighbourhood. Urban form and mobility matter. In W. Lang (Ed.), *PLEA 2013 - 29th conference, sustainable architecture for a renewable future* (pp. 1–6). Munich, Germany.
- Marique, A.-F. & Reiter, S. (2012). A method for evaluating transport energy consumption in suburban areas. *Environmental Impact Assessment Review*, 33(1), (pp. 1–6). doi:10.1016/j.eiar.2011.09.001
- Masbounji, A., Bouton, A., Boutté, F., Dupont, F., & Petitjean, A. (2014). *L'énergie au coeur du projet urbain* (ville-amén., 159 p.). Le Moniteur.

- Mauvaise semaine pour l'opération urbaine "Paris Rive Gauche." (1998). *Archicool*, 25 octobre. [En ligne : file:///C:/Users/Charlotte.tardieu/Documents/THESE/terrains/Paris Rive Gauche/25 10 1998 Mauvaise semaine pour l'op%C3%A9ration urbaine Paris Rive Gauche .htm].
- Menanteau, P. (2013). Trois schémas de production de chaleur? Réflexion sur les variables pour des scénarios prospectifs. In G. Debizet (Ed.), *Projet de recherche Ecoquartier NEXUS Energie - Rapport intermédiaire n°2* (pp. 119–133).
- Mérenne-Schoumaker, B. (2011). *Géographie de l'énergie : Acteurs, lieux et enjeux* (279 p.). Belin.
- Merlin, P. & Choay, F. (2009). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* (963 p.). Presses Universitaires de France.
- Midler, C. (1993). *L'auto qui n'existait pas - Management des projets et transformation de l'entreprise* (216 p.). Dunod.
- Mindali, O., Raveh, A. & Salomon, I. (2004). Urban density and energy consumption: a new look at old statistics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(2), (pp. 143–162). doi:10.1016/j.tra.2003.10.004
- Mission Interministerielle de l'Effet de Serre. (2004). *Plan Climat* (88 p.).
- Mitchell, G. (2005). First Draft , August 2005 Urban development, form and energy use in buildings : a review for the solutions project 1, (August), (28p.).
- Molina, G. (2012). Lutte contre le changement climatique : les acteurs de l ' aménagement entre coopération , reconversion et concurrence. *Métropolitiques*, (4p.).
- Monette, F. & Beckers, B. (2012). solar potential and solar impact. In B. Beckers (Ed.), *solar energy at urban scale* (pp. 311–333). ISTE Ltd et John Wiley & Sons Inc.
- Moutarde, N. (2013). Le secteur Ouest de la ZAC Clichy-Batignolles se dessine *Le Moniteur Du Bâtiment et Des Travaux Publics*, 30 mai. [En ligne : <http://www.lemoniteur.fr/133-amenagement/article/actualite/21400314-le-secteur-ouest-de-la-zac-clichy-batignolles-se-dessine#21400332>].
- N., J. (2014). La RT 2012 fait encore des vagues. *Le Moniteur Du Bâtiment et Des Travaux Publics*, pp. 1–2.
- Naudet, Y. (2014). *Enquête publique relative au projet de recherche de gîte géothermique basse température à l'Albien, à Paris 17ème arrondissement (ZAC Clichy-Batignolles) - Rapport d'enquête, conclusions et avis* (24 p.). Paris.
- Négawatt. (2011). *Scénario négaWatt 2011* (28 p.).
- Nexus énergie. (2011). [En ligne : <http://www.nexus-energy.fr/>] (Consulté le 8 July 2013).
- Nez, H. (2012). De l'expertise associative à la constitution d'un contre-pouvoir. Action collective et concertation à Paris Rive Gauche. *Espaces et Sociétés*, 151(3), (pp. 139–154). doi:10.3917/esp.151.0139

- Novarina, G., Cogato Lanza, E., Vayssière, B., Ambrosino, C., Roux, J.-M. & Sadoux, S. (2007). Villes européennes contemporaines en projets. In *Echelles et temporalités des projets urbains* (pp. 73–94).
- OMA. (2008). *Cahiers des prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales* (78 p.). Paris.
- Orfeuil, J.-P. & Soleyret, D. (2002). Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance? *Recherche Transports Sécurité*, 76, (pp. 2008–221).
- Owens, S. (1986). *Energy, planning and urban form* (116 p.). London: Pion Limited.
- Paillé, P. (1994). L'analyse par théorisation ancrée. *Cahiers de Recherche Sociologique*, (23), (pp. 147-181). doi:10.7202/1002253ar
- Paris Batignolles Aménagement. (2013). *L'Atelier de conception de Clichy-Batignolles premier bilan d'une expérience novatrice de conception urbaine- Septembre 2013* (13 p.). Paris.
- Paris Batignolles Aménagement, TRIBU, IZUBA énergies, ENERTECH, HESPUL, AMOES, ... OGI. (2012). *ZAC Clichy-Batignolles -Paris 17ème secteur Ouest - Lot O8 - Cahiers des prescriptions environnementales et de développement durable* (29 p.). Paris.
- Paris Rive Gauche: une opération unique en France. (2002). *Urbanisme, hors-série*(juillet-août).
- ParisNordEst. (2009). *La reconversion de l'entrepôt MACDONALD, une opération exceptionnelle. Dossier de presse* (42 p.). Paris.
- Pelloux, P. (2005). Clichy-Batignolles, le renouveau d'une emprise sous-utilisée. *Paris Projet*, 36-37, (pp. 110–120).
- Pinheiro-Croisel, R. (2013). *Innovation et éco-conception à l'échelle urbaine : émergence et modèles de pilotage pour un aménagement durable*. Thèse. Ecole nationale supérieure des mines de Paris.
- Pinson, G. (1999). Projets urbains et construction des agglomérations. Echelles fonctionnelles et politiques. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, N°82, (pp. 130–139).
- Pison, G. (2011). Sept milliards d'êtres humains aujourd'hui, combien demain ? *Population et Sociétés, octobre*(482), (pp. 1–4).
- Plan bâtiment durable. (2014). *Loi alur et performance energetique* [En ligne : <http://www.planbatimentdurable.fr/loi-alur-et-performance-r196.html#COS>].
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). (2009). *Annuaire du PNUE. Avancées scientifiques et développements dans notre environnement en mutation* (70 p.).
- Poeuf, P. & Conter, J. (2012). Projet de géothermie Paris Nord Est (PNE) / Villette. In *Les journées de la géothermie* (10 p.). Paris.
- Poupeau, F.-M. (2013). Simples territoires ou actrices de la transition énergétique? Les villes françaises dans la gouvernance multi-niveaux de l'énergie. *Urbia*, (n°15 Mutation écologique et transition énergétique. Vers la ville intelligente?), (pp. 73–86).

- Pouthier, A. (2012). La plus grande centrale solaire photovoltaïque de Paris mise en service. *Le Moniteur Du Bâtiment et Des Travaux Publics*.
- Pouyanne, G. (2004). Des avantages comparatifs de la ville compacte à l'interaction forme urbaine-mobilité . Méthodologie et premiers résultats. *Les Cahiers Scientifiques Du Transport*, n°45, (pp. 49–82).
- Préfet de la Région Ile-de-France. (2011). *Avis de l'autorité environnementale sur le projet de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) Clichy-Batignolles à Paris* (8 p.). Paris.
- Prévoit, M., Bentayou, G., Chatelan, O., Desage, F., Gardon, S., Linossier, R. & Eric, M. M. (2008). Les agences d'urbanisme en France Perspectives de recherches pluridisciplinaires et premiers résultats autour d'un nouvel objet. *Métropoles*, 3, (42p.).
- Programme "Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012." (2012). *Retours d'expériences dans les bâtiments à basse consommation & risques de non-qualité - résultats 2011* (65 p.).
- Prost, R. (Ed.). (2003). *Projets architecturaux et urbains. Mutation des savoirs dans la phase amont*. (174 p.). PUCA.
- RAMAU - Réseau activités et métiers de l'architecture et de l'urbanisme. (2011) [En ligne : <http://www.ramau.archi.fr/spip.php?article47>] (Consulté le 31 July 2013).
- Raoult, M. (2008). *Histoire du chauffage urbain* (p. 357). Paris: L'Harmattan.
- Ratti, C., Baker, N. & Steemers, K. (2005). Energy consumption and urban texture. *Energy and Buildings*, 37(7), (pp. 762–776). doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.010
- Région Ile-de-France. (2010). Règlement de l'appel à projets "Nouveaux Quartiers Urbains."
- Région Ile-de-France. (2012). *Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie de l'Ile-de-France - Mémento à l'usage des collectivités* (40 p.).
- Remande, C. (2007). Guide d'application de la norme européenne éclairage public EN13201. *Lux*, septembre/(n°244), (pp. 1–8).
- Renauld, V. (2012). *Fabrication et usage des écoquartiers français. Eléments d'analyse à partir des quartiers De Bonne (Grenoble), Ginko (Bordeaux) et Bottière-Chénaie (Nantes)*. Thèse: géographie, aménagement, urbanisme. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- Reysset, P. (1997). *Aménager la ville* (150 p.). Paris: Editions S.
- Rezaie, B. & Rosen, M. a. (2012). District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements. *Applied Energy*, 93, (pp. 2–10). doi:10.1016/j.apenergy.2011.04.020
- RFR Eléments, Transsolar, Ateliers Lion architectes urbanistes, & SEMAPA. (2003). *Etude pour la prise en compte du développement durable ZAC Seine Rive Gauche, Quartier Masséna-Bruneseau*.
- RIVP. (2012). Plan Climat Maîtrisons les charges ! *Echos de La RIVP*, n°08(octobre-décembre), (pp. 6–8).
- Rocher, L. (2013). Le chauffage urbain dans la transition énergétique : des reconfigurations entre flux et réseau. *Flux*, 2(n°92), (pp. 23–35).

- Roderick, Y., Mcewan, D., Wheatley, C. & Alonso, C. (2009). Comparison of energy performance assessment between leed , breem and green star. In *Eleventh International IBPSA Conference* (pp. 1167–1176). Glasgow.
- Rougeron, H. & Blanc, S. (2010). *Les outils d'évaluation et d'aide à la conception des projets d'aménagement* (18 p.).
- Rougeron, H. & Stalla-Bourdillon, E. (2012). *ZAC Claude-Bernard, Paris 19, Retour d'expérience* (28 p.).
- Rutherford, J. (2013a). The Vicissitudes of Energy and Climate Policy in Stockholm: Politics, Materiality and Transition. *Urban Studies*, 51(7), (pp. 1449-1470) doi:10.1177/0042098013500088
- Rutherford, J. (2013b). Transitions énergétiques urbaines. In R. Mosseri & C. Jendel (Eds.), *L'énergie à découvert* (pp. 1–4). Paris: CNRS Editions.
- Rutherford, J. & Coutard, O. (2013). Urban Energy Transitions : Places, Processes and Politics of Socio-technical Change. *Urban Studies*, 51(7), (pp. 1353-1377). doi:10.1177/0042098013500090
- Sablière, P. (2010). Les énergies renouvelables et les plans locaux d'urbanisme. *AJ Collectivités Territoriales*, (pp. 13–18).
- Salat, S., Celnik, S., Nowacki, C. & Vialan, D. (2009). *Etude de la relation entre consommation d'énergie et paramètres de forme urbaine*.
- Salat, S. & Nowacki, C. (2010). De l'importance de la morphologie urbaine dans l'efficacité énergétique des villes. *Liaison Energie -Francophonie*, 86(1), (pp. 141–146).
- Secrétariat général du débat national sur la transition énergétique. (2013). Le dossier du débat national sur la transition énergétique. (92p.) Paris.
- SEMAPA. (2001). *Charte pour l'environnement, Paris Rive Gauche, un quartier pour l'environnement*.
- SEMAPA & Ecopass ISO 14001. (2012). *Guide du système de management environnemental 2012-2015* (169 p.). Paris.
- SEMAVIP. (2007). *Charte développement durable* (17 p.). Paris.
- SEMAVIP. (2009). *ZAC Clichy Batignolles études de scénarios énergétiques - Rapport synthétique principal* (pp. 1–19). Paris.
- SEMAVIP. (2012). Claude Bernard. In *Atelier "La performance énergétique à l'épreuve de la contractualisation"* (33 p.). Paris: Agence Parisienne du Climat.
- SEMAVIP, OGI, TRIBU, IZUBA, ENERTECH, HESPUL, ... Atelier François Grether Jacqueline Osty. (2010). *Cahier des Prescriptions Environnementales et de Développement Durable (logements, commerces, groupe scolaire, Gymnase) Lot 3.4* (25 p.). Paris.
- Senly, D. (1999). Paris rive gauche images, réseaux et financement de l'aménagement. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, (n°82), (pp. 25–35).
- Shah, N., & Keirstead, J. (2013). the growing importance of urban energy systems. In J. Keirstead & N. Shah (Eds.), *Urban energy systems. An integrated Approach* (pp. 3–13). Routledge.

- Simonet, G. (2011). *Enjeux et dynamiques de la mise en oeuvre de stratégies d'adaptation aux changements climatiques en milieu urbain : les cas de Montréal et Paris*. Université du Québec à Montréal; Université Paris Ouest Nanterre La Défense.
- Soler-Couteaux, P. (2011a). Contribution du droit de l'urbanisme à la réalisation du Grenelle en matière immobilière. *Revue de Droit Immobilier*, (pp. 8–17).
- Soler-Couteaux, P. (2011b). Le plan local d'urbanisme "Grenelle" : un arbre qui cache la forêt. *Revue de Droit Immobilier*, (pp. 89–97).
- Souami, T. (2007). L'intégration des technologies énergétiques dans l'action urbaine. Eclairages théoriques d'expériences européennes. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, n°103, (pp. 6–17).
- Souami, T. (2008). Le développement durable change-t-il le monde des urbanistes ? *Les Annales de La Recherche Urbaine*, n°104, (pp. 19–27).
- Souami, T. (2009a). Conceptions et représentations du territoire énergétique dans les quartiers durables. *Flux*, n°76-77, (pp. 71–81).
- Souami, T. (2009b). *Ecoquartiers, secrets de fabrication. Analyse critique d'exemples européens* (208 p.). Paris: Editions les Carnets de l'info.
- Souami, T., Traisnel, J., Belziti, D., Maizia, M., Kasdi, I., Lelièvre, M., ... Berson, F. (2006). *Stratégies Énergétiques des Collectivités Locales : Aménagements et Techniques* (pp. 1–164).
- Stemmers, K. (2003). Energy and the city: density, buildings and transport. *Energy and Buildings*, 35(1), (pp. 3–14). doi:10.1016/S0378-7788(02)00075-0
- Stephan, A., Crawford, R. H., & de Myttenaere, K. (2011). Towards a more holistic approach to reducing the energy demand of dwellings. *Procedia Engineering*, 21, (pp. 1033–1041). doi:10.1016/j.proeng.2011.11.2109
- Streblor, J.-P. (2011). Grenelle 2 et SCOT: des ambitions renforcées et une présence plus forte de l'Etat. *Revue de Droit Immobilier*, (pp. 78–84).
- Strømmand-Andersen, J. & Sattrup, P. a. (2011). The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains. *Energy and Buildings*, 43(8), (pp. 2011–2020). doi:10.1016/j.enbuild.2011.04.007
- Subrémon, H. (2010). Le climat du chez-soi. *Ethnologie Française*, 4(4), (pp. 707–714). doi:10.3917/ethn.104.0707
- Taburet, A. (2012). *Promoteurs immobiliers privés et problématiques de développement durable urbain*. Thèse: géographie sociale et régionale. Université du Maine.
- Tardieu, C., Colombert, M., Diab, Y. & Blanpain, O. (2013). Vers un traitement transversal de la problématique énergétique dans les projets urbains: analyse du projet Paris Nord Est. Etude de la relation urbanisme/bâti/transport. In *Formes urbaines et développement durable*. Tours: Editions du CTHS.

- Tardieu, C., Colombert, M., Diab, Y. & Blanpain, O. (2014). Analysis of the prescriptions for energy quality buildings in three Parisian urban development projects. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*. (à paraître)
- Terrin, J.-J. (2009). *Conception collaborative pour innover en architecture. Processus, méthodes, outils* (164 p.). Paris: L'Harmattan.
- Theys, J. & Emelianoff, C. (2001). Les contradictions de la ville durable. *Le Débat*, 113, (pp. 122–135).
- Toulouse Métropole Communauté Urbaine. (2013). *Autorité Organisatrice de l'Énergie (AOEn)* (16 p.). Toulouse.
- Transsolar, Ateliers Lion architectes urbanistes & SEMAPA. (2010). *Cahier des charges et recommandations environnementales secteur Masséna Bruneseau* (25 p.). Paris.
- Transsolar, Ateliers Lion architectes urbanistes & SEMAPA. (2012). *Fiche environnementale des lots B1A-1 et 2. Secteur Bruneseau* (28 p.). Paris.
- Trebilcock, M. (2009). Integrated Design Process: New paradigms in sustainable architecture. *ARQUITETURA REVISTA*, 5(2), (pp. 65–75). doi:10.4013/arq.2009.52.01
- Treiner, J. (2010). Pour un catastrophisme raisonné : réflexion sur l'identité de Kaya. *Natures Sciences Sociétés*, 17(4), (pp. 402–405). doi:10.1051/nss/2009054
- Tsiomis, Y. (2007). Le projet comme vision du monde à travers les échelles et le temps. In *Echelles et temporalités des projets urbains* (pp. 9–27). Paris: Jean Michel Place.
- United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: the 2014 revision, Highlights* (pp. 1–32). New York.
- Vakili-Ardebili, A. & Boussabaine, A. H. (2010). Ecological Building Design Determinants. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(2), (pp. 111–131). doi:10.3763/aedm.2008.0096
- Verhage, R., Menez, F., Lorenzi, E., Devisme, L., Geppert, A., Bourdin, V. & Leroy, M. (2012). *Apprentissage du développement urbain durable et changement des pratiques professionnelles : Expériences à Lyon, Nantes, Reims, Grenoble - Rapport final* (102 p.).
- Verpraet, G. (2005). *Les professionnels de l'urbanisme. Socio-histoire des systèmes professionnels de l'urbanisme* (p. 214). Paris: ED. Economica.
- Vidalenc, E., Theys, J., Allio, C. & Waisman, H. (2013). Les villes dans la transition post carbone: un essai d'articulation entre prospective et modélisation. *Urbia*, (n°15 Mutation écologique et transition énergétique. Vers la ville intelligente?), (pp. 177–192).
- Ville de Paris. (2007). *Modification du PLU approuvée les 12 et 13 novembre 2007 sur le secteur Clichy Batignolles - Rapport de présentation* (12 p.). Paris.
- Vilmin, T. (2008). *L'aménagement urbain en France* (216 p.). Certu.
- Vrenegoor, R., Hensen, J. & de Vries, B. (2008). Review of existing energy performance calculation methods for district use. In *IBPSA-NVL* (8 p.). Eindhoven, Netherland.

- Yopez-Salmon, G. (2011). *Construction d'un outil d'évaluation environnementale des écoquartiers: vers une méthode systémique de mise en oeuvre de la ville durable*. Université Bordeaux 1.
- Zeinal Hamedani, A. & Huber, F. (2011). A comparative study of DGNB, LEED and BREEAM certificate systems in urban sustainability. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 155, (pp. 121–132).
- Zimmerer, K. S. (2011). New Geographies of Energy: Introduction to the Special Issue. *Annals of the Association of American Geographers*, 101(4), (pp. 705–711). doi:10.1080/00045608.2011.575318
- Zuindeau, B. (Ed.). (2010). *Développement durable et territoire* (517 p.). Villeneuve d'Ascq: Septentrion Presses universitaires.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------------|
| PREAMBULE | III |
| REMERCIEMENTS | V |
| SOMMAIRE | VII |
| ACRONYMES | XI |
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| <i>La fabrique urbaine à l'heure de la transition énergétique</i> | 3 |
| <i>Comprendre les pratiques à l'œuvre dans les projets urbains en matière d'énergie</i> | 4 |
| <i>Organisation du mémoire</i> | 5 |
| PARTIE 1. DE L'IMPERATIF DE TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES A L'ETUDE DES PRATIQUES A L'ŒUVRE DANS LES PROJETS URBAINS | 7 |
| CHAPITRE 1. LA TRANSITION ENERGETIQUE DES VILLES : CONTEXTE, ENJEUX, LEVIERS D'ACTION | 11 |
| 1. <i>Le défi de la transition énergétique</i> | 11 |
| 1.1. Le contexte énergétique mondial : raréfaction des ressources et changement climatique | 11 |
| 1.2. Les politiques envisagées en réponse à la crise énergétique et climatique | 14 |
| 2. <i>La transition énergétique des villes : une question complexe</i> | 18 |
| 2.1. Les enjeux de l'énergie en ville | 18 |
| 2.2. La transition énergétique des villes : une problématique de développement durable | 21 |
| 2.3. Des systèmes énergétiques urbains complexes..... | 23 |
| 3. <i>Les leviers d'amélioration de la qualité énergétique des villes dans la littérature scientifique</i> | 25 |
| 3.1. Densifier les villes : la solution aux économies d'énergie ? | 25 |
| 3.2. Décentraliser les systèmes énergétiques urbains et multiplier les unités de production ? | 31 |
| 3.3. Intégrer l'énergie dans les choix urbanistiques..... | 34 |
| Les déterminants de la performance énergétique du bâti : des leviers urbanistiques..... | 34 |
| Considérer la question de l'énergie à l'échelle du quartier fait apparaître d'autres leviers | 36 |
| 3.4. Qualité énergétique des villes : des leviers urbains, architecturaux, technologiques et comportementaux | 41 |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 1</i> | 43 |
| CHAPITRE 2. LE PROJET URBAIN : UNE OPPORTUNITE POUR CONSTRUIRE DES VILLES ECONOMES EN ENERGIE ET POST-CARBONES ? | 47 |
| 1. <i>La contribution des villes à la politique énergétique et climatique</i> | 47 |
| 1.1. Quelle marge de manœuvre ? | 48 |
| 1.2. Des villes pionnières | 49 |
| 2. <i>Le projet urbain : un mode d'action urbaine répandu, qui doit s'inscrire dans la transition énergétique des villes</i> | 52 |
| 2.1. Une alternative au plan..... | 52 |
| 2.2. Une pratique plus qu'une notion théorique | 54 |
| 2.3. Une activité de conception collective et négociée..... | 55 |
| 2.4. Un processus itératif | 58 |
| 3. <i>Des projets urbains de plus en plus complexes</i> | 62 |
| 3.1. Multiplication des parties prenantes | 62 |
| 3.2. Besoin de structuration et d'évaluation des démarches de projet | 64 |

| | |
|---|-----|
| 4. Synthèse et conclusion du chapitre 2..... | 65 |
| CHAPITRE 3. LES OUTILS EXISTANTS POUR METTRE EN ŒUVRE LA TRANSITION ENERGETIQUE AU SEIN DES VILLES... | 67 |
| 1. Les outils de planification urbaine | 67 |
| 1.1. Aperçu des lois qui ont favorisé l'intégration des enjeux énergétiques et climatiques dans la planification du territoire..... | 67 |
| 1.2. Modifications apportées aux documents d'urbanisme par la Loi Grenelle 2 en faveur de l'énergie et du climat | 70 |
| Les dispositifs du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) | 70 |
| Les dispositifs du Plan Local d'Urbanisme (PLU)..... | 71 |
| 1.3. Tour d'horizon des documents de planification spécifiques et des mesures créés par les Lois Grenelle | 72 |
| Le bilan de GES | 72 |
| Le Plan Climat- Energie Territorial (PCET)..... | 72 |
| Le Schéma Régional du Climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) | 74 |
| Le Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables | 77 |
| L'étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables | 77 |
| La procédure de classement des réseaux de chaleur | 77 |
| 1.4. Efficacité de l'intégration des enjeux énergétiques et climatiques dans les outils de planification territoriaux..... | 78 |
| 2. La performance énergétique des bâtiments : Réglementation thermique (RT), certifications et labels | 80 |
| 2.1. Le renforcement de la réglementation thermique : de la RT 1974 à la RT 2012..... | 80 |
| 2.2. L'énergie au cœur des démarches volontaires de certification des bâtiments..... | 82 |
| 3. Outils d'accompagnement et d'évaluation de la qualité énergétique des opérations d'aménagement | 85 |
| 4. Synthèse et conclusion du chapitre 3..... | 88 |
| CHAPITRE 4. PROBLEMATIQUE, POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE ET METHODE..... | 91 |
| 1. Construction des questions de recherche | 91 |
| 1.1. Observations initiales..... | 91 |
| 1.2. Définition du Sujet | 93 |
| 1.3. Questions de recherche | 94 |
| 2. Energie et projet urbain : un objet d'étude au carrefour de différentes recherches..... | 95 |
| 2.1. Energie : territoire, usages et politiques | 95 |
| 2.2. L'étude des processus de projets urbains et de ses acteurs | 96 |
| 2.3. La fabrication urbaine à l'aune du développement durable | 97 |
| 2.4. Optimisation environnementale de la conception architecturale et urbaine..... | 98 |
| 2.5. Energie et projets d'aménagement urbain | 99 |
| 3. Décrire les pratiques à l'œuvre dans les projets urbains pour faire face aux enjeux de l'énergie | 101 |
| 3.1. Une démarche inductive inspirée de la théorie enracinée | 101 |
| 3.2. Une comparaison entre trois projets urbains parisiens | 101 |
| 3.3. Trois échelles d'analyse : projet urbain, opérations d'aménagement et « objets urbains » | 105 |
| 3.4. Une démarche qualitative..... | 105 |
| Des entretiens semi-directifs avec les acteurs des trois projets urbains..... | 106 |
| Participation à des conférences ou des réunions | 108 |
| Les documents produits dans le cadre des projets..... | 108 |
| Les sources de seconde main | 109 |
| 3.5. Déroulement de l'enquête..... | 109 |
| 4. Synthèse et conclusion du chapitre 4..... | 110 |

**PARTIE 2. L'INTEGRATION DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS LES PROJETS URBAINS PARISIENS
PARIS RIVE GAUCHE, CLICHY-BATIGNOLLES ET PARIS NORD EST..... 113**

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE 5. PARIS RIVE GAUCHE : ADAPTATION D'UN PROJET URBAIN AUX NOUVELLES EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES ET ENERGETIQUES..... | 117 |
| 1. <i>Un vaste projet urbain dont les premières études remontent à la fin des années 1970</i> | 119 |
| 1.1. Les premières études | 119 |
| 1.2. L'organisation du projet sous forme de ZAC : Plan d'Aménagement de Zone (PAZ) et découpage en secteurs..... | 121 |
| 1.3. Un quartier qui prend vie progressivement..... | 124 |
| 2. <i>Emergence des préoccupations environnementales dans le projet urbain</i> | 129 |
| 2.1. La certification iso 14001 de l'aménageur : réponse à une campagne de presse négative | 129 |
| 2.2. Evolution des pratiques de l'aménageur depuis la certification | 131 |
| 2.3. Des préoccupations « dans l'air du temps » devenues incontournables pour les derniers secteurs de la ZAC..... | 133 |
| 3. <i>Masséna-Bruneseau : Une ambition environnementale portée par la maîtrise d'œuvre urbaine et le débat sur la hauteur</i> | 135 |
| 3.1. Créer des espaces de vie confortables dans un environnement contraint | 136 |
| 3.2. L'énergie, un argument avancé lors du débat sur les hauteurs lancé par la municipalité parisienne ... | 139 |
| 3.3. Conséquences du déplafonnement des hauteurs du secteur Masséna-Bruneseau | 142 |
| Encadrement de la performance énergétique des bâtiments | 145 |
| 4. <i>Une modification relative des manières de faire au cours du projet de ZAC</i> | 147 |
| 4.1. Poids des préoccupations énergétiques dans la conception urbaine et architecturale..... | 147 |
| 4.2. Experts et labels pour faire face au manque d'expertise de l'aménageur | 151 |
| 5. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 5</i> | 152 |
| CHAPITRE 6. CLICHY-BATIGNOLLES : UN PROJET DE RECONVERSION D'EMPRISES FERROVIAIRES A FORTE AMBITION ENVIRONNEMENTALE..... | 157 |
| 1. <i>Le projet urbain, son ambition, ses évolutions</i> | 159 |
| 1.1. Un site ferroviaire à reconverter : des premières études au projet de village olympique pour les jeux de 2012 | 159 |
| 1.2. Le parti d'aménager retenu et l'organisation opérationnelle du projet urbain | 161 |
| 1.3. Réaliser un « éco-quartier exemplaire » : une ambition inscrite au plan climat de Paris de 2007 | 165 |
| 1.4. L'arrivée de la Cité judiciaire sur la ZAC : modification du programme et déplafonnement ponctuel des hauteurs..... | 168 |
| 2. <i>Application opérationnelle de la démarche environnementale</i> | 174 |
| 2.1. Une intégration relative des préoccupations énergétiques dans la conception urbaine..... | 174 |
| 2.2. Découpage opérationnel et expertise environnementale | 176 |
| 2.3. Des cahiers de prescriptions environnementales et de développement durable précis et contraignants | 178 |
| 3. <i>L'approvisionnement en chaleur du secteur : plusieurs pistes explorées pour atteindre les objectifs du plan climat</i> | 181 |
| 3.1. Les premières études : identifier les potentialités du site en matière d'ENR | 181 |
| 3.2. La géothermie : albien ou dogger ?..... | 185 |
| 3.3. La récupération de la chaleur sur les eaux usées | 187 |
| 3.4. L'arbitrage du Maire de Paris..... | 189 |
| 4. <i>Mise en œuvre de l'objectif de production photovoltaïque</i> | 192 |
| 4.1. De l'évaluation du potentiel de production PV au suivi des opérations : le rôle des AMO énergie..... | 192 |
| 4.2. L'apparition d'un nouvel acteur : SOLARVIP | 195 |

| | |
|--|------------|
| 5. <i>Eclairage public et collecte des déchets : quelle prise en compte des enjeux énergétiques ?</i> | 199 |
| 5.1. Installation d'un système d'éclairage public économe en énergie | 199 |
| 5.2. Expérimentation de la collecte pneumatique des déchets sur les ZAC Cardinet-Chalabre et Clichy-Batignolles | 204 |
| 6. <i>Evolution de la méthode de conception des projets immobiliers dans la ZAC Clichy Batignolles : quel intérêt pour l'énergie ?</i> | 206 |
| 6.1. Les limites de la méthode "classique" du secteur Est | 207 |
| 6.2. Les ateliers de conception du secteur Ouest | 209 |
| 7. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 6</i> | 216 |
| CHAPITRE 7. PARIS NORD-EST : PLACE DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS UN PROJET URBAIN MULTI-EHELLES | 219 |
| 1. <i>Un projet multi-échelles</i> | 222 |
| 1.1. Conduite du projet : initiation, réflexions et passage à l'opérationnel | 222 |
| 1.2. identification des échelles de construction du projet | 228 |
| 2. <i>Le puits de géothermie : un projet énergétique indépendant du projet urbain</i> | 229 |
| 2.1. Privilégier le réseau de chaleur alimenté par des énergies renouvelables et de récupération : un objectif local et régional | 230 |
| 2.2. L'extension du réseau CPCU dans le nord-est parisien | 231 |
| 2.3. Le puits de géothermie de Paris Nord Est et la boucle d'eau chaude desservant la ZAC Claude Bernard | 233 |
| 2.4. Le réseau de froid urbain Climespace | 237 |
| 2.5. Le couplage du réseau de froid au réseau de chaleur à Paris Nord Est | 240 |
| 3. <i>La ZAC Claude Bernard : première opération de Paris Nord Est</i> | 241 |
| 3.1. Déroulé de l'opération d'aménagement..... | 241 |
| 3.2. Les exigences environnementales : ambition et procédures de suivi | 244 |
| 4. <i>La reconversion de l'entrepôt Macdonald</i> | 248 |
| 4.1. Une opération hors du commun | 248 |
| 4.2. Conservation de l'entrepôt : les économies de ressources et d'énergie comme justification..... | 252 |
| 4.3. Le masterplan, la charte de développement durable et les cahiers de prescriptions environnementales | 254 |
| 4.4. Un grand nombre de parties prenantes..... | 259 |
| 4.5. La coordination des différents projets immobiliers | 260 |
| 4.6. Le suivi de la qualité énergétique du projet : l'exemple des vitrages | 261 |
| 4.7. L'approvisionnement énergétique du complexe immobilier | 262 |
| 5. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 7</i> | 268 |
| PARTIE 3. ANALYSE COMPARATIVE | 271 |
| CHAPITRE 8. LA CONDUITE DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES TROIS PROJETS URBAINS | 275 |
| 1. <i>Emergence des préoccupations énergétiques dans les projets urbains parisiens</i> | 275 |
| 2. <i>Les moyens employés pour s'assurer de la performance énergétique du projet : réglementer, prescrire, contractualiser</i> | 278 |
| 2.1. Inciter et réglementer : le plan climat de Paris et la réglementation thermique..... | 278 |
| 2.2. Prescrire : la charte de développement durable, les études et les cahiers de prescriptions environnementales | 282 |
| 2.3. Les certifications et labels : un moyen pour le maître d'ouvrage de garantir la performance énergétique de son bâtiment | 284 |
| 2.4. La contractualisation de la performance énergétique | 285 |
| 3. <i>Echelles de prise en compte des questions énergétiques dans les trois projets urbains</i> | 288 |
| 4. <i>Une évaluation de la performance énergétique des projets urbains encore quasi inexistante</i> | 296 |

| | |
|---|-----|
| 4.1. Seule la performance énergétique des projets immobiliers fait l'objet d'un suivi | 296 |
| 4.2. L'évaluation globale de la performance énergétique ou climatique du projet urbain reste à développer | 299 |
| 5. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 8</i> | 301 |
| CHAPITRE 9. ENJEUX ENERGETIQUES : QUELLES INCIDENCES SUR LES CHOIX DE CONCEPTION ET | |
| D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ? | 303 |
| 1. <i>La portée des préoccupations énergétiques dans les choix de conception urbaine</i> | 303 |
| 1.1. La conception du plan masse : contexte urbain vs optimisation énergétique | 303 |
| 1.2. La conception d'un éclairage public économe en énergie : l'exception de Clichy-Batignolles | 306 |
| 1.3. De nombreux leviers urbains d'amélioration de la performance Énergétique d'un quartier implicitement activés | 307 |
| 2. <i>L'architecture contrainte par les préconisations énergétiques : comparaison des cahiers de prescriptions</i> | 312 |
| 2.1. L'ambition et le degré de prescription | 314 |
| 2.2. Le contenu des prescriptions | 318 |
| 3. <i>L'approvisionnement énergétique des projets urbains</i> | 322 |
| 3.1. Des approches disparates | 322 |
| Paris Rive Gauche : s'assurer que chaque maître d'ouvrage aura le choix de la source d'énergie alimentant son bâtiment en chaleur | 324 |
| Paris Nord Est : accompagner la stratégie de développement des opérateurs énergétiques..... | 325 |
| Clichy-Batignolles : trouver la solution permettant de respecter les objectifs de recours aux énergies renouvelables du Plan climat | 327 |
| 3.2. Des acteurs qui adaptent leurs pratiques à cette problématique nouvelle de production locale d'ENR&R | 329 |
| L'opérateur immobilier..... | 330 |
| L'opérateur de réseau énergétique..... | 330 |
| L'aménageur | 331 |
| 3.3. Une réflexion à mener le plus en amont possible et en considérant un territoire élargi | 334 |
| 4. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 9</i> | 338 |
| CHAPITRE 10. VERS LA MISE EN ŒUVRE D'UNE STRATEGIE ENERGETIQUE DANS LES PROJETS URBAINS..... | 341 |
| 1. <i>Faciliter la prise en compte des enjeux énergétiques dans les projets urbains</i> | 341 |
| 1.1. La nécessaire évaluation de la qualité des investissements en matière d'énergie | 341 |
| 1.2. La conception partagée : une pratique prometteuse pour améliorer la performance énergétique d'un quartier | 343 |
| 1.3. L'intégration d'un expert en énergie dans la conduite du projet urbain | 347 |
| L'expert en énergie, un acteur essentiel des opérations immobilières et d'aménagement | 347 |
| Missionner un expert auprès de la maîtrise d'ouvrage urbaine ? | 349 |
| Exiger un expert énergétique au sein de la maîtrise d'œuvre urbaine ? | 351 |
| Les deux ? | 352 |
| 2. <i>Définir et mettre en œuvre une stratégie locale de l'énergie</i> | 353 |
| 2.1. Faire de l'énergie une dimension stratégique du projet urbain..... | 353 |
| 2.2. « Repolitiser » la question de l'énergie localement | 355 |
| 2.3. Intégrer la stratégie énergétique du projet urbain dans une approche territoriale | 360 |
| 3. <i>Désigner un acteur en charge du management de la stratégie énergétique locale</i> | 362 |
| 3.1.1. Une direction municipale de l'énergie ? | 363 |
| 3.1.2. Une compétence énergie pour la métropole ? | 364 |
| 3.1.3. Une agence de l'énergie ? | 366 |
| 4. <i>Constituer un réseau d'actants autour de la qualité énergétique du territoire de projet</i> | 367 |
| 5. <i>Synthèse et conclusion du chapitre 10</i> | 368 |

| | |
|--|------------|
| CONCLUSION GENERALE | 371 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 379 |
| TABLE DES MATIERES..... | 397 |
| TABLE DES FIGURES | 403 |
| TABLE DES TABLEAUX | 406 |
| ANNEXES | 409 |
| <i>ANNEXE 1. Energie : quelques définitions utiles</i> | <i>411</i> |
| <i>ANNEXE 2. Les conditions réglementaires relatives aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie</i> | <i>413</i> |
| <i>ANNEXE 3. Nom et fonction des acteurs des trois projets urbains cités dans la thèse.....</i> | <i>415</i> |
| <i>ANNEXE 4. Coupe du sous-sol du bassin parisien : couches géologiques et aquifères</i> | <i>417</i> |
| <i>ANNEXE 5. Tableau des nouvelles prescriptions parisiennes en éclairage public (juin 2012).....</i> | <i>419</i> |
| <i>ANNEXE 6. Attestation de la qualité énergétique du bâtiment à joindre au dossier de demande de permis de construire</i> | <i>421</i> |
| RÉSUMÉ..... | 425 |
| ABSTRACT | 426 |

TABLE DES FIGURES

| | |
|---|-----|
| FIGURE 1. EVOLUTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES FINALES PAR USAGES SUIVANT LES SCENARIOS TENDANCIEL (A GAUCHE) ET NEGAWATT (A DROITE) EN TWH (SOURCE NEGAWATT, 2011)..... | 16 |
| FIGURE 2. BILAN CARBONE DU TERRITOIRE PARISIEN HORS VISITEURS (MAIRIE DE PARIS & BILAN CARBONE, 2011) . | 20 |
| FIGURE 3. L'ENERGIE, UNE PROBLEMATIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE..... | 21 |
| FIGURE 4. ILLUSTRATIONS DES TROIS MODES DE REPRESENTATION PHYSIQUE DES FLUX ENERGETIQUES EN VILLE.... | 24 |
| FIGURE 5. LES DIFFERENTS FACTEURS INFLUENÇANT LA PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT ET LEUR DEGRE DE CONTRIBUTION (RATTI ET AL., 2005)..... | 34 |
| FIGURE 6. REPARTITION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES (ENERGIE OPERATIVE, ENERGIE GRISE ET ENERGIE DE TRANSPORT) DES MENAGES POUR DES LOGEMENTS AUX PERFORMANCES ENERGETIQUES VARIEES SUIVANT LEUR LOCALISATION EN PERIURBAIN OU EN CENTRE URBAIN..... | 37 |
| FIGURE 7. POTENTIELS DE REDUCTION DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS, DE L'ENERGIE GRISE ET DE LA MOBILITE ET DE PRODUCTION D'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE (ORDRES DE GRANDEUR) (SOURCE : ADEME & CSTB, 2010)..... | 37 |
| FIGURE 8. LA DYNAMIQUE DE LA SITUATION DE PROJET SELON MIDLER (1993)..... | 59 |
| FIGURE 9. EXEMPLES DE REPRESENTATION D'UN PROJET SOUS FORME DE MASTERPLAN (EN HAUT) ET DE PLAN MASSE (EN BAS)..... | 61 |
| FIGURE 10. LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET LEURS LIENS DE COORDINATION (CERTU, 2011C)..... | 79 |
| FIGURE 11. LES TROIS CAS ETUDIES | 102 |
| FIGURE 12. SCHEMA DE LA METHODE DE RECHERCHE ADOPTEE DANS CETTE THESE | 111 |
| FIGURE 13. LOCALISATION DU PROJET PARIS RIVE GAUCHE..... | 117 |
| FIGURE 14. VU AERIENNE DU SECTEUR DANS LES ANNEES 1980 (APUR, 1990)..... | 118 |
| FIGURE 15. LE QUARTIER PARIS RIVE GAUCHE ET SES RUES, ET SES STATIONS DE TRANSPORT EN COMMUN..... | 118 |
| FIGURE 16. LES SECTEURS D'AMENAGEMENT DE LA ZAC PARIS RIVE GAUCHE..... | 123 |
| FIGURE 17. REPARTITION EN 2014 DU PROGRAMME SUR L'ENSEMBLE DE LA ZAC PARIS RIVE GAUCHE..... | 127 |
| FIGURE 18. MASSENA-BRUNESEAU : ETAT INITIAL ET PROJET D'YVES LION, LAUREAT DE LA CONSULTATION EN 2002 (SOURCE : ECOLE D'ARCHITECTURE DE PARIS-BELLEVILLE)..... | 137 |
| FIGURE 19. PROPOSITIONS DES CONCEPTEURS A L'ISSUE DES ATELIERS GRANDE HAUTEUR A MASSENA-BRUNESEAU (SOURCE : MAIRIE DE PARIS)..... | 141 |
| FIGURE 20. LE PROJET D'AMENAGEMENT DES ATELIERS LION APPROUVE PAR LE CONSEIL DE PARIS (MAIRIE DE PARIS, 2010B) | 143 |
| FIGURE 21. EXEMPLES DE SIMULATION REALISEE PAR LE BUREAU D'ETUDES TRANSSOLAR POUR LE PROJET MASSENA-BRUNESEAU (MAIRIE DE PARIS, 2010B)..... | 145 |
| FIGURE 22. CHRONOLOGIE SIMPLIFIEE DU PROJET PARIS RIVE GAUCHE ET ZOOM SUR LE SECTEUR MASSENA-BRUNESEAU, EN BLEU FIGURENT LES EVENEMENTS RELATIFS AU CONTEXTE PARISIEN ET EN GRAS CEUX CONCERNANT L'ENERGIE OU LE CLIMAT | 153 |
| FIGURE 23. SCHEMA REPRESENTANT LES FACTEURS D'EVOLUTION DES PRATIQUES VERS UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ENERGETIQUES DANS LA ZAC PARIS RIVE GAUCHE ET DANS LE SECTEUR MASSENA-BRUNESEAU..... | 154 |
| FIGURE 24. LOCALISATION DU PROJET CLICHY-BATIGNOLLES | 157 |
| FIGURE 25. VUE DU SECTEUR CLICHY-BATIGNOLLES AVEC LES RUES ET LES ACCES EXISTANTS (SOURCE : GOOGLE EARTH, 2014)..... | 158 |

| | |
|--|-----|
| FIGURE 26. VUE AERIENNE DE LA GARE DES BATIGNOLLES AVANT LES TRAVAUX D'AMENAGEMENT (SOURCE: PELLOUX, 2005) | 158 |
| FIGURE 27. PLAN DU VILLAGE OLYMPIQUE PROPOSE PAR FRANÇOIS GREETHER ET JACQUELINE OSTY EN 2004 (SOURCE: PELLOUX, 2005) | 161 |
| FIGURE 28. CARTE TOPOGRAPHIQUE DU SITE CLICHY-BATIGNOLLES (SOURCE : FR.TOPOGRAPHIC-MAP.COM) | 162 |
| FIGURE 29. LE PLAN DE MASSE DU PROJET URBAIN CLICHY-BATIGNOLLES 2009 (SOURCE: MAIRIE DE PARIS & SEMAVIP, 2009B) | 163 |
| FIGURE 30. COMPARAISON DES OMBRES PORTEES AU SOLSTICE D'HIVER A 15H DES QUATRE SCENARIOS D'IMPLANTATION DU NOUVEAU PALAIS DE JUSTICE DE PARIS SUR LE LOT 5.2. DE LA ZAC CLICHY-BATIGNOLLES PAR IZUBA ENERGIES (VUE DU LOGICIEL ALCYONE) (SOURCE: IZUBA ENERGIES, 2009) | 169 |
| FIGURE 31. LOCALISATION DES ILOTS SUSCEPTIBLES DE RECEVOIR DES EMERGENCES A 50M D'APRES MAIRIE DE PARIS ET AL. (2009) | 172 |
| FIGURE 32. VUE D'ENSEMBLE DU PROJET CLICHY-BATIGNOLLES EN 2013 (MOUTARDE, 2013)..... | 173 |
| FIGURE 33. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE RECUPERATION DE CHALEUR SUR LES EAUX USEES INSTALLE RUE DE WATTIGNIES DANS LE 12 ^{EME} ARRONDISSEMENT DE PARIS ("LE PROCEDE DEGRES BLEUS SEDUIT LA VILLE DE PARIS," 2011) | 188 |
| FIGURE 34. LOCALISATION DU DOUBLET GEOTHERMIQUE DANS L'ALBIEN SUR LE PLAN DE L'OPERATION CLICHY-BATIGNOLLES (SOURCE: NAUDET, 2014, P. 33)..... | 191 |
| FIGURE 35. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE CHAUFFAGE A PARTIR DE LA GEOTHERMIE MIS EN PLACE SUR LE SECTEUR CLICHY-BATIGNOLLES (SOURCE: MAIRIE DE PARIS, PARIS BATIGNOLLES AMENAGEMENT, & MAIRIE DU 17EME, 2012) | 191 |
| FIGURE 36. L'IMMEUBLE QUINTESSENCE DE NEXITY ET SA CENTRALE SOLAIRE GEREE PAR SOLARVIP (SOURCE: POUTHIER, 2012) | 197 |
| FIGURE 37. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE COLLECTE DES DECHETS PAR ASPIRATION PNEUMATIQUE (MAIRIE DE PARIS ET AL., 2012) | 205 |
| FIGURE 38. LE DECOUPAGE DES OPERATIONS IMMOBILIERES : LANCEMENTS PAR LOT DANS LE SECTEUR EST ET LANCEMENT GROUPE EN DEUX PHASES DU SECTEUR OUEST D'APRES (PARIS BATIGNOLLES AMENAGEMENT, 2013) | 210 |
| FIGURE 39. DISCUSSION AUTOUR DE LA MAQUETTE AU 1/200 DE LA PHASE 1 DU SECTEUR OUEST (SOURCE: PARIS BATIGNOLLES AMENAGEMENT, 2013) | 212 |
| FIGURE 40. CHRONOLOGIE SIMPLIFIEE DU PROJET URBAIN CLICHY-BATIGNOLLES, EN BLEU FIGURENT LES EVENEMENTS RELATIFS AU CONTEXTE PARISIEN ET EN GRAS CEUX CONCERNANT L'ENERGIE OU LE CLIMAT | 218 |
| FIGURE 41. LOCALISATION DU PROJET PARIS NORD EST | 219 |
| FIGURE 42. PERIMETRE DU PROJET URBAIN PARIS NORD EST, ET LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU SITE A L'ETAT INITIAL | 221 |
| FIGURE 43. LA FUTURE ACCESSIBILITE EN TRANSPORTS COLLECTIFS D'UN TERRITOIRE MORCELE PAR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT D'APRES PROJET PARIS NORD-EST: RAPPORT DE STRATEGIE URBAINE, 2008 | 221 |
| FIGURE 44. LES 9 OPERATIONS D'AMENAGEMENT DE PARIS NORD-EST D'APRES (DUSSAPIN&LECLERCO ARCHITECTES URBANISTES ET AL., 2008) | 227 |
| FIGURE 45. PLAN DU FONCIER EXISTANT SUR LE TERRITOIRE PARIS NORD EST (SOURCE : DUSSAPIN&LECLERCO ARCHITECTES URBANISTES ET AL., 2008) | 227 |
| FIGURE 46. MIX ENERGETIQUE DE LA VAPEUR LIVREE PAR CPCU EN 2007 ET 2012 (SOURCES: COMPAGNIE PARISIENNE DU CHAUFFAGE URBAIN, 2007, 2012) | 231 |
| FIGURE 47. PLAN DU RESEAU CPCU (SOURCE: WWW.CPCU.FR CONSULTE LE 27/12/13) | 233 |

| | |
|--|-----|
| FIGURE 48. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT D'UN PUIT DE GEOTHERMIE DANS LE DOGGER APPROVISIONNANT UN RESEAU DE CHALEUR URBAIN (SOURCE : BRGM)..... | 234 |
| FIGURE 49. PLAN DU RESEAU CLIMESPACE (SOURCE: WWW.CLIMESPACE.FR CONSULTE LE 28/12/13)..... | 238 |
| FIGURE 50. SCHEMA DE PRINCIPE DE LA CENTRALE DE PRODUCTION DE CHAUD ET FROID A PARTIR DE LA GEOTHERMIE (SOURCE : COMPAGNIE PARISIENNE DU CHAUFFAGE URBAIN & CLIMESPACE, 2012)..... | 241 |
| FIGURE 51. ZAC CLAUDE BERNARD: DONNEES CLES (SOURCE : ROUGERON & STALLA-BOURDILLON, 2012)..... | 242 |
| FIGURE 52. EVOLUTION DU PLAN MASSE DE LA ZAC CLAUDE BERNARD (SOURCE : DUSSAPIN&LECLERCO)..... | 243 |
| FIGURE 53. LES NIVEAUX DE PERFORMANCE SELON LES CIBLES HQE EXIGES PAR L'AMENAGEUR DE LA ZAC CLAUDE BERNARD (SOURCE : CAP TERRE & SEMAVIP, 2006)..... | 246 |
| FIGURE 54. L'ENTREPOT MACDONALD EN 2006 (SOURCE : MAIRIE DE PARIS & SEMAVIP, 2009)..... | 249 |
| FIGURE 55. MIXITE ET IMBRICATION DES PROGRAMMES DE L'OPERATION MACDONALD..... | 251 |
| FIGURE 56. SCHEMAS DE PRINCIPE DE L'EVIDEMENT DE L'ENTREPOT ET DE LA CONSTRUCTION D'UNE SUPERSTRUCTURE (SOURCE: OMA, 2008)..... | 255 |
| FIGURE 57. L'INFLUENCE DU COEFFICIENT CPCU SUR LES PERFORMANCES ENERGETIQUES DES LOGEMENTS (SOURCE : ICADE ARCOBA, 2008, P. 17)..... | 258 |
| FIGURE 58. CHRONOLOGIE SIMPLIFIEE DU PROJET PARIS NORD EST, EN BLEU FIGURENT LES EVENEMENTS RELATIFS AU CONTEXTE PARISIEN ET EN GRAS CEUX CONCERNANT L'ENERGIE OU LE CLIMAT..... | 270 |
| FIGURE 59. PROCEDURE DE CONTRACTUALISATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS DANS UNE OPERATION D'AMENAGEMENT..... | 287 |
| FIGURE 60. DOCUMENTS RELATIFS A L'ENERGIE EN FONCTION DES ECHELLES SPATIALES DE CONSTRUCTION DU PROJET PARIS RIVE GAUCHE..... | 289 |
| FIGURE 61. DOCUMENTS RELATIFS A L'ENERGIE EN FONCTION DES ECHELLES SPATIALES DE CONSTRUCTION DU PROJET PARIS NORD EST..... | 291 |
| FIGURE 62. DOCUMENTS RELATIFS A L'ENERGIE EN FONCTION DES ECHELLES SPATIALES DE CONSTRUCTION DU PROJET CLICHY-BATIGNOLLES..... | 293 |
| FIGURE 63. ECHELLES DE PRODUCTION ET D'APPLICATION DES DOCUMENTS RELATIFS A L'ENERGIE DANS LES TROIS PROJETS URBAINS PARISIENS..... | 295 |
| FIGURE 64. LOCALISATION DES SIX OPERATIONS OU SECTEURS D'AMENAGEMENT DONT NOUS AVONS COMPARE LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES..... | 313 |
| FIGURE 65. POSITIONNEMENT DANS LE TEMPS DES DIFFERENTS CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES ETUDIEES ET DU PLAN CLIMAT DE PARIS..... | 313 |
| FIGURE 66. LES DIFFERENTS TYPES DE PRESCRIPTIONS FAITES DANS LES SIX OPERATIONS ET LEURS REPARTITIONS..... | 317 |
| FIGURE 67. LES PARAMETRES CIBLES DANS LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS POUR ASSURER LA QUALITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS..... | 319 |
| FIGURE 68. PERIMETRES CONSIDERES LORS DU CHOIX DE L'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE DANS LES TROIS PROJETS PARISIENS..... | 323 |

TABLE DES TABLEAUX

| | |
|---|-----|
| TABLEAU 1. PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES SOURCES D'ÉNERGIE D'APRES MERENNE-SCHOUMAKER (2011) (INCIDENCE : +FAIBLE ++IMPORTANTE +++TRES IMPORTANTE)..... | 13 |
| TABLEAU 2. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA DENSITE URBAINE EN MATIERE D'ÉNERGIE D'APRES BOYKO & COOPER (2011) ET (HUI, 2001) | 29 |
| TABLEAU 3. CARACTERISTIQUES DES RESEAUX INTELLIGENTS COMPAREES AUX RESEAUX CLASSIQUES EXISTANTS D'APRES (FARHANGI, 2010)..... | 32 |
| TABLEAU 4. INFLUENCE DE DIFFERENTES VARIABLES DE PLANIFICATION URBAINE SUR LA DEMANDE EN ENERGIE DU TERRITOIRE D'APRES (OWENS, 1986 TRADUIT PAR AUGISEAU, 2012) | 40 |
| TABLEAU 5. EXEMPLES DE VARIABLES SUR LESQUELLES JOUER POUR AMELIORER LA PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN QUARTIER URBAIN ET LE TYPE DE LEVIER QU'ELLES CONSTITUENT | 42 |
| TABLEAU 6. LES PARTIES PRENANTES D'UN PROJET D'AMENAGEMENT ET LEUR ROLE D'APRES REYSSET (1997)..... | 57 |
| TABLEAU 7. LES GRANDES CARACTERISTIQUES DES TROIS CAS D'ÉTUDE..... | 104 |
| TABLEAU 8. LES ACTEURS INTERVIEWES POUR LES TROIS ETUDES DE CAS SELON LEUR FONCTION ET LEUR ECHELLE D'INTERVENTION (X : ACTEUR RENCONTRE, CASE GRISEE : ABSENCE D'ACTEUR)..... | 107 |
| TABLEAU 9 ÉVOLUTION DU PROGRAMME PREVISIONNEL DE LA ZAC ENTRE 1991 ET 2009 (D'APRES NEZ, 2012, P. 144)..... | 125 |
| TABLEAU 10. LES SIX RECOMMANDATIONS SUR LES IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR (IGH) INTERESSANT L'ÉNERGIE (D'APRES MAIRIE DE PARIS, 2010). | 140 |
| TABLEAU 11. ÉVOLUTION DU PROGRAMME DE LOGEMENTS SUITE A L'IMPLANTATION DE LA CÎTE JUDICIAIRE (SOURCE: MAIRIE DE PARIS, SEMAVIP, & MAIRIE DU 17EME, 2009) | 170 |
| TABLEAU 12 OBJECTIFS DE CONSOMMATION ENERGETIQUE PAR POSTE POUR CHACUN DES PROGRAMMES (SOURCE CPEDD LOT 3,4, LOT O8, LOT O9)..... | 179 |
| TABLEAU 13. COMPARAISON DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION DE LA GEOTHERMIE POUR LE SECTEUR CLICHY-BATIGNOLLES D'APRES (SEMAVIP, 2009, P. 8-9), (+ FAIBLE, ++ MOYEN, +++ FORT, ++++ ELEVE)..... | 185 |
| TABLEAU 14. SOLUTIONS D'OPTIMISATION PROPOSEES PAR IZUBA ENERGIES ET HESPUL ET LEUR GAIN POTENTIEL D'APRES (HESPUL & IZUBA ENERGIES, 2009) | 193 |
| TABLEAU 15. DATES ET THEMES DES ATELIERS DE CONCEPTION DES ESQUISSES ET DES AVANT PROJETS SOMMAIRES DE LA PHASE 2 DU SECTEUR OUEST (D'APRES LE PROGRAMME DES ATELIERS ENVOYE PAR PBA)..... | 213 |
| TABLEAU 16. SOLUTIONS TECHNIQUES POUR AMELIORER LES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DES PLOTS MIXTES (SOURCE : NOTICES ENVIRONNEMENTALES DES PERMIS DE CONSTRUIRE, 2008) | 247 |
| TABLEAU 17. COMPARAISON DES DEUX SOLUTIONS D'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE ETUDIEES POUR L'OPERATION MACDONALD | 266 |
| TABLEAU 18. FACTEURS D'ÉMERGENCE DES PREOCCUPATIONS ENERGETIQUES DANS LES TROIS PROJETS ET LEUR TRADUCTION..... | 276 |
| TABLEAU 19. PRISE EN COMPTE DANS LES TROIS PROJETS DES VARIABLES IDENTIFIEES DANS LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE, INFLUENÇANT LA QUALITE ENERGETIQUE D'UN TERRITOIRE URBAIN (LEGENDE : Ø PAS PRIS EN COMPTE, X PRIS EN COMPTE, ? NOTRE ENQUETE NE PERMET PAS DE CONCLURE A LA PRISE EN COMPTE DE CETTE VARIABLE) | 311 |
| TABLEAU 20. LES DIFFERENTS TYPES DE PRESCRIPTIONS, CLASSES SELON LEUR DEGRE DE PRESCRIPTION | 317 |
| TABLEAU 21. LES HUIT LEVIERS DE CONCEPTION IDENTIFIES DANS LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES ANALYSES..... | 318 |

| | |
|--|-----|
| TABLEAU 22. COMPARAISON DES WORKSHOPS AYANT EU LIEU SUR L'OPERATION MACDONALD AVEC LES ATELIERS DE CONCEPTION DU SECTEUR OUEST DE LA ZAC CLICHY-BATIGNOLLES..... | 345 |
| TABLEAU 23. LES POSITIONNEMENTS POSSIBLES DE L'EXPERTISE ENVIRONNEMENTALE DANS UNE OPERATION D'AMENAGEMENT ET LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS QU'ILS PRESENTENT | 349 |
| ENCADRE 1. DESCRIPTION DU FUTUR SECTEUR SEINE RIVE GAUCHE TEL QU'IL ETAIT IMAGINE EN 1990..... | 121 |
| ENCADRE 2. LES OBJECTIFS D'AMENAGEMENT ADOPTES PAR LE CONSEIL DE PARIS LES 24 ET 25 JUIN 2002..... | 224 |

ANNEXES

ANNEXE 1. ENERGIE : QUELQUES DEFINITIONS UTILES

Physiquement, l'énergie se définit comme la capacité d'un système à produire un travail. Son unité est le Joule. Il existe sur Terre différentes sources d'énergie, certaines renouvelables d'autres non. Les énergies non-renouvelables sont par définition disponibles en quantités limitées et épuisables à l'échelle humaine. Les énergies fossiles sont donc non renouvelables. Les énergies fossiles regroupent le charbon, le pétrole et le gaz naturel, ainsi que les énergies fossiles non conventionnelles telles que les schistes bitumineux, les sables bitumineux, les hydrates de méthane, les gaz de schiste. Ces combustibles sont composés essentiellement de carbone et d'hydrogène pour le gaz et le pétrole. Leur combustion permet de de la chaleur et émet du dioxyde de carbone, contribuant ainsi au réchauffement climatique. La chaleur dégagée lors de la combustion peut être utilisée pour produire de l'électricité (centrales thermiques). L'énergie nucléaire fait également partie des énergies non-renouvelables puisque le stock d'uranium est limité. Les stocks en énergies fossiles sont inégalement répartis dans le monde. Selon les chiffres du CREDEN de 2007, 46% des réserves prouvées en pétrole sont détenus par l'Arabie Saoudite, le Canada et l'Iran ; la Russie, l'Iran et le Qatar détiennent 60% des réserves prouvées en gaz naturel ; et 53% des réserves prouvées en charbon sont sur les territoires américain, russe et chinois. De plus, 56% des réserves prouvées en uranium sont détenues par l'Australie, le Kazakhstan et le Canada (Hansen & Percebois, 2010). Cette répartition inégale des ressources en énergies fossiles en font un objet potentiel de rivalités et de tensions entre les Etats.

Les énergies renouvelables sont, elles, présentent sous forme de flux ou sous forme de stock renouvelable à l'échelle humaine (la biomasse). Il existe un certain nombre d'énergies renouvelables disponibles sur la planète : les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz (Secrétariat général du débat national sur la transition énergétique, 2013). Parfois les énergies de récupération sont distinguées des énergies renouvelables. Dans ce cas, les énergies de récupération correspondent à l'énergie produite lors d'un processus ou présente dans un produit, qui, sans la mise en place d'un processus de récupération serait perdue. Par exemple, la chaleur résiduelle issue de l'incinération des déchets ménagers, ou la chaleur des eaux usées, le gaz produit par la méthanisation des déchets organiques, la chaleur émise par les data-center ou les centrales de climatisation.

L'énergie issue de ces différentes sources doit être extraite ou transformée, transportée et distribuée avant d'être consommée. Il faut donc distinguer l'énergie finale de l'énergie primaire. L'énergie primaire est l'énergie brute, non transformée (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire) (Secrétariat général du débat national sur la transition énergétique, 2013). L'énergie finale correspond à l'énergie livrée au consommateur et utilisée par lui pour se chauffer, se déplacer, etc. Dans la mesure où la transformation de l'énergie primaire en énergie finale engendre des pertes, la quantité d'énergie finale est nécessairement inférieure à la quantité d'énergie primaire comptabilisée (Hansen & Percebois, 2010). Enfin, l'énergie réellement disponible à la sortie des équipements utilisateurs d'énergie est appelée énergie utile. Cette énergie peut prendre la forme de chaleur, force motrice, vapeur, ou lumière (Hansen & Percebois, 2010). Les principales sources d'énergie et la distinction entre les différents types d'énergie sont schématisées au sein de la figure suivante :

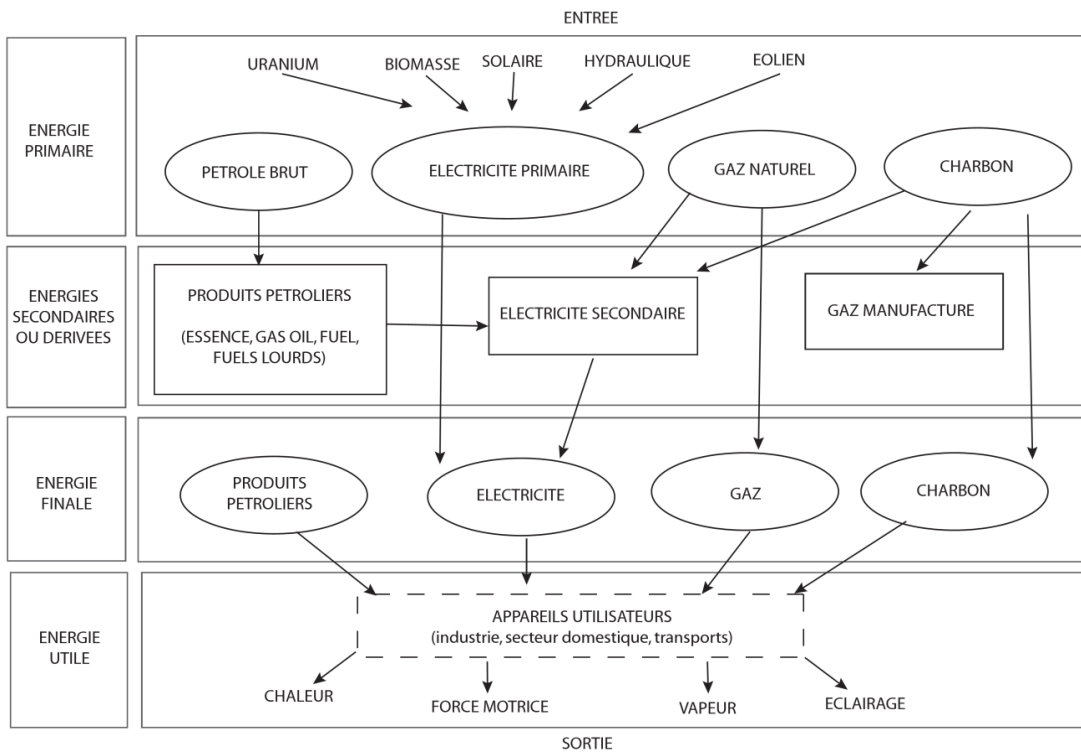


Schéma simplifié du système énergétique (source: Hansen & Percebois 2010)

ANNEXE 2. LES CONDITIONS REGLEMENTAIRES RELATIVES AUX ETUDES DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE

Extrait du code de la construction et de l'habitat modifié par le Décret n°2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique :

Article R111-22, Créé par [Décret n°2007-363 du 19 mars 2007 - art. 1 JORF 21 mars 2007](#)

La présente sous-section s'applique à la construction de tout bâtiment nouveau ou partie nouvelle de bâtiment ou à toute opération de construction de bâtiments, dont la superficie hors œuvre nette totale nouvelle est supérieure à 1 000 m², à l'exception des catégories suivantes :

- a) Les constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation égale ou inférieure à deux ans ;
- b) Les bâtiments à usage agricole, artisanal ou industriel, autres que les locaux servant à l'habitation, qui ne demandent qu'une faible quantité d'énergie pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire ou le refroidissement ;
- c) Les bâtiments servant de lieux de culte ;
- d) Les extensions des monuments historiques classés ou inscrits à l'inventaire en application du code du patrimoine.

NOTA: Décret n° 2007-363 article 4, premier alinéa : " Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments ou parties de bâtiments ou aux opérations de construction de bâtiments dont la date de dépôt de la demande de permis de construire est postérieure au 31 décembre 2007 ".

Article R111-22-1, Créé par [Décret n°2007-363 du 19 mars 2007 - art. 1 JORF 21 mars 2007](#)

Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire, le maître d'ouvrage réalise une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux.

Cette étude examine notamment :

- le recours à l'énergie solaire et aux autres énergies renouvelables mentionnées par l'article 29 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 ;
- le raccordement à un réseau de chauffage ou de refroidissement collectif ou urbain, s'il existe à proximité du terrain d'implantation de l'immeuble ou de l'opération ;

- l'utilisation de pompes à chaleur et de chaudières à condensation ;
- le recours à la production combinée de chaleur et d'électricité.

Elle présente les avantages et les inconvénients de chacune des solutions étudiées, quant aux conditions de gestion du dispositif, aux coûts d'investissement et d'exploitation, à la durée d'amortissement de l'investissement et à l'impact attendu sur les émissions de gaz à effet de serre. Elle tient compte pour l'extension d'un bâtiment des modes d'approvisionnement en énergie de celui-ci.

Cette étude précise les raisons pour lesquelles le maître d'ouvrage a retenu la solution d'approvisionnement choisie.

NOTA: Décret n° 2007-363 article 4, premier alinéa : " Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments ou parties de bâtiments ou aux opérations de construction de bâtiments dont la date de dépôt de la demande de permis de construire est postérieure au 31 décembre 2007. "

Source : Légifrance

ANNEXE 3. NOM ET FONCTION DES ACTEURS DES TROIS PROJETS URBAINS CITES DANS LA THESE

Dans cette annexe, nous répertorions les différents acteurs intervenant dans les trois projets urbains étudiés dans cette thèse, auquel nous nous référons dans le texte. Ces tableaux ont pour objectif de faciliter la compréhension de notre analyse par le lecteur et non de faire une revue exhaustive des acteurs participant à la conduite de chacun des trois projets urbains.

Projet Paris Rive Gauche :

| opération | Acteur | Fonction dans le projet |
|---|---|---|
| ZAC Paris Rive Gauche dans son ensemble | Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris | Maitrise d'ouvrage urbaine, pilote du projet urbain |
| | SEMAPA | aménageur |
| Secteur Masséna-Bruneseau | Ateliers Lion | Architecte coordinateur |
| | RFR Eléments | BET environnement jusqu'en 2003 |
| Secteur Tolbiac-Chevaleret | Transsolar | BET environnement depuis 2003 |
| | Pierre Gangnet | Architecte coordinateur |
| | Iosis Conseil | AMO environnement |

Projet Clichy-Batignolles :

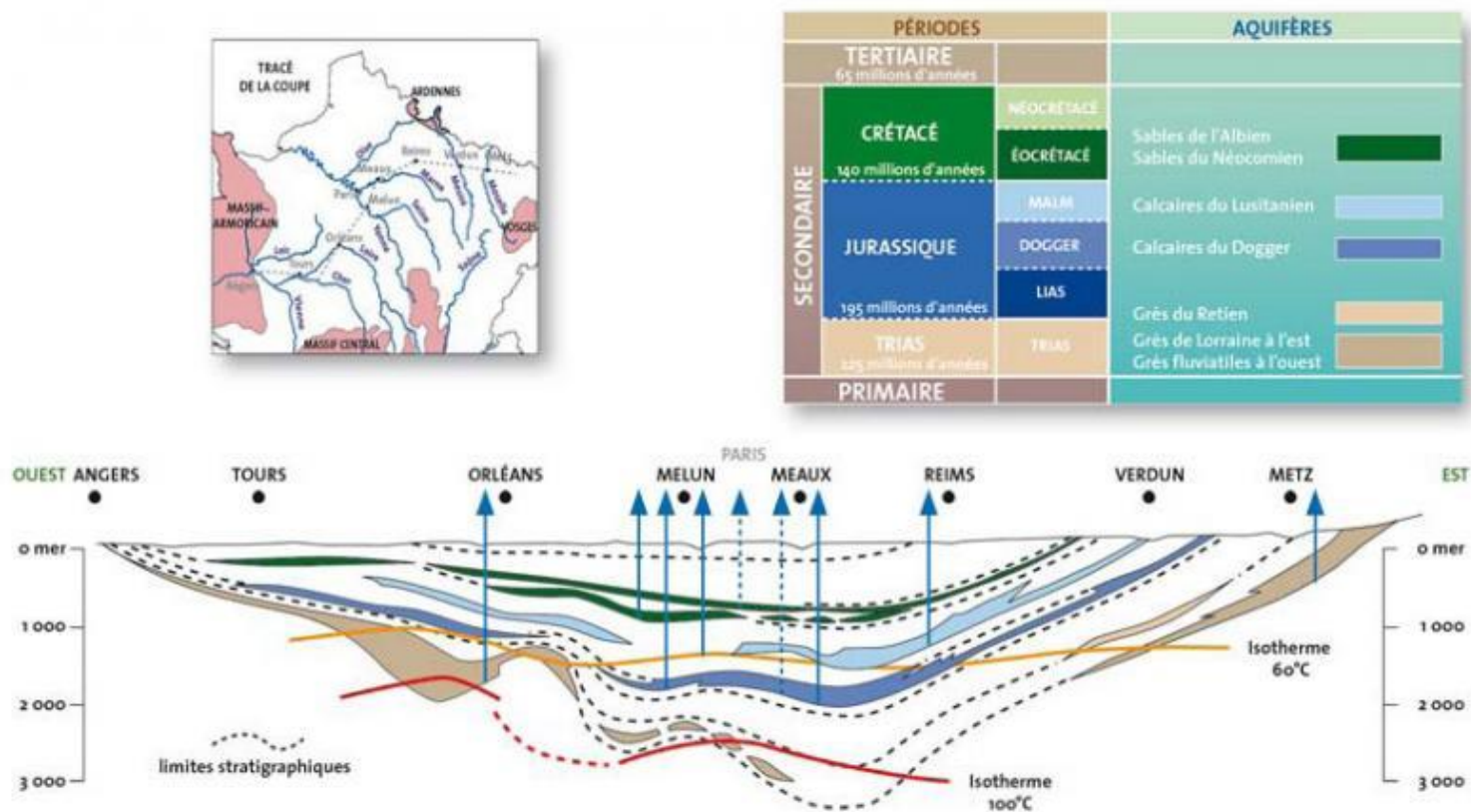
| opération | Acteur | Fonction dans le projet |
|--|---|---|
| Projet urbain Clichy-Batignolles dans son ensemble | Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris | Maitrise d'ouvrage urbaine, pilote du projet urbain |
| | Atelier François Grether | urbaniste |
| | Agence Jacqueline Osty | paysagiste |
| | OGI | VRD |
| | Concepto | Maitrise d'œuvre éclairage public |
| | Eau de Paris | Maitrise d'ouvrage du puits de géothermie dans l'Albien |
| ZAC Cardinet-Chalabre | CPCU | Opérateur chauffage urbain (boucle d'eau chaude) |
| | SEMAVIP | Aménageur jusqu'en 2010 |
| | Paris Batignolles Aménagement | Aménageur depuis 2010 |
| | Capterre | AMO développement durable |
| ZAC Clichy-Batignolles | Izuba, Hespul et Amoes | AMO énergies |
| | SEMAVIP | Aménageur jusqu'en 2010 |
| | Paris Batignolles Aménagement | Aménageur depuis 2010 |
| | Tribu | AMO développement durable jusqu'en 2013 |
| | Inddigo | AMO développement durable depuis 2013 |
| Lotissement Saussure | Izuba, Hespul et Amoes | AMO énergies |
| | Solarvip | Montage d'opérations photovoltaïques |
| | Une autre ville | Conseil en développement durable auprès de l'aménageur |
| Lotissement Saussure | SNEF | Aménageur du lotissement Saussure |
| | COTEBA | AMO développement durable |

Projet Paris Nord Est :

| opération | Acteur | Fonction dans le projet |
|---|---|--|
| Projet urbain Paris Nord Est dans son ensemble | Direction de l'urbanisme de la Ville de Paris | Maitrise d'ouvrage urbaine, pilote du projet urbain |
| | Dussapin&Leclercq puis François Leclercq architectes urbanistes | Urbaniste coordinateur |
| | Agence TER | paysagiste |
| | Saunier&Associés | BET |
| | CPCU | Maitrise d'ouvrage du puits de géothermie dans le Dogger, opérateur chauffage urbain |
| ZAC Claude-Bernard | Climespace | Opérateur froid urbain |
| | SAS Géoméropole | Exploitant du puits de géothermie et de la centrale de production de chaud et de froid |
| | SEMAVIP | Aménageur |
| | François Leclercq architectes urbanistes | Architecte coordinateur |
| Opération de reconversion de l'entrepôt Macdonald | Agence TER | paysagiste |
| | Capterre | AMO HQE et développement durable |
| | SAS ParisNordEST | Maitrise d'ouvrage |
| | OMA puis XDGA | Architecte coordinateur |
| | Enplus | BET développement durable |
| | Agence Franck Boutté Consultants | AMO développement durable |
| | SETEC | Coordination technique |
| Icade Gestec | Dialogue compétitif pour la désignation d'un opérateur énergétique unique | |
| Icade promotion logements | Maitrise d'ouvrage lots de logements | |
| Alto Ingénierie | AMO environnement pour les logements | |

ANNEXE 4. COUPE DU SOUS-SOL DU BASSIN PARISIEN : COUCHES GEOLOGIQUES ET AQUIFERES

Les couches géologiques formant le sous-sol du bassin parisien renferment des nappes d'eaux chaudes plus ou moins profondes. La nappe de l'albien (en vert foncé sur le graphique) est située jusqu'à 1000 m de profondeur et contient une eau dont la température à environ 30°C. La nappe du dogger plus profonde, comprise entre 1500 m et 2000 m de profondeur sous la capitale contient une eau à environ 60°C.



Crédits : ADEME – BRGM, source : <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/aquiferes-profonds-bassin-parisien>

ANNEXE 5. TABLEAU DES NOUVELLES PRESCRIPTIONS PARISIENNES EN ECLAIRAGE PUBLIC (JUIN 2012)

PRESCRIPTIONS PARISIENNES EN ECLAIRAGE PUBLIC

juin 2012

| TYPE DE VOIE | CLASSE D'ECLAIRAGE | SOURCE PRESCRITE | COEFFICIENT DE MAINTENANCE | INDICE DE PROTECTION VASQUE | NIVEAUX PHOTOMETRIQUES A RESPECTER |
|--|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| <i>Boulevard périphérique</i> | ME2 | SOHP | 0,85 (16000 heures) | IP : 66 verre ou PMMA | $1,5 \text{ cd/m}^2 \leq \bar{L} \leq 2 \text{ cd/m}^2$ $U_o \geq 0,4$ $U_i \geq 0,7$ |
| <i>Tous espaces à circulation automobile :</i> - voies rapides - voies de transit - desserte locale. | ME2 ou CE2* | SOHP | 0,85 (16000 heures) | IP : 66 verre ou PMMA | $1,5 \text{ cd/m}^2 \leq \bar{L} \leq 2 \text{ cd/m}^2$ $U_o \geq 0,4$ $U_i \geq 0,7$ * $20 \text{ lux} \leq \bar{E} \leq 27 \text{ lux}$ $U_o \geq 0,4$ |
| <i>Espaces piétonniers exclusifs :</i> - trottoirs - promenades - placettes | S3 | IM COSMO LED | 0,66 0,78 0,80 | IP : 66 PMMA ou PC | $7 \text{ lux} \leq \bar{E} \leq 10 \text{ lux}$ Pas de point E mini < 1,5 lux |
| <i>Espaces à priorité piétonne ouverts aux circulations douces :</i> - BUS ou TRAM - taxis - véhicules de sécurité - zones 30 - cyclistes | S2 | IM COSMO | 0,66 0,78 | IP minimum : IP 55 PMMA ou PC | $10 \text{ lux} \leq \bar{E} \leq 15 \text{ lux}$ Pas de point E mini < 3 lux |

* Classe applicable lorsque le calcul photométrique en luminance ne peut être envisagé : longueur de voie < 60 m ou place
 \bar{E} et \bar{L} étant respectivement l'éclairement moyen et la luminance moyenne maintenue dans le temps

ANNEXE 6. ATTESTATION DE LA QUALITE ENERGETIQUE DU BATIMENT A
JOINDRE AU DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

**Attestation à joindre au dossier de demande de permis de construire
pour les bâtiments neufs ou parties nouvelles de bâtiment**

(articles R. 431-16 i) du CU, R. 111-20-1 et R. 111-20-2 du CCH)

Je soussigné(e) :

Représentant(e) de la société

Située à :

Numéro Voie

Lieu-dit Localité

Code postal : BP : Cedex :

Agissant en qualité de maître d'ouvrage de l'opération de construction suivante :

Située à :

Numéro Voie

Lieu-dit Localité

Code postal : BP : Cedex :

Référence(s) cadastrale(s) :

Atteste que :

Selon les prescriptions de l'article L.111-9 du code de la construction et de l'habitation, au moment du dépôt de permis de construire :

- **Disposition 1** : l'opération de construction sus-citée a fait l'objet d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie (bâtiment de plus de 1 000 m²).
- **Disposition 2** : l'opération de construction sus-citée prend en compte la réglementation thermique.
- Disposition 3** : l'opération de construction consistant en une extension inférieure à 150m² SHONRT et 30% d'extension de la SHONRT existante ne nécessite pas la prise en compte de la réglementation thermique (cocher et aller directement en fin de document pour dater et signer).

Les éléments ci-après apportent les précisions nécessaires à la justification des dispositions 1 et 2.

DISPOSITION 1 : ETUDE DE FAISABILITE POUR LES BATIMENTS DE PLUS DE 1 000 M²

Après lecture des conclusions de l'étude de faisabilité, le maître d'ouvrage envisage les choix d'approvisionnement en énergie suivant : (écrire ci-dessous les conclusions de l'étude de faisabilité et la justification des choix d'approvisionnement, conformément à l'article R.111-22-1 du code de la construction et de l'habitation)

En particulier, pour le système pressenti après réalisation de l'étude de faisabilité, on précise les éléments suivants, issus de l'étude de faisabilité et conformément à l'article 3 de l'arrêté du 18 décembre 2007 :

Valeur de la consommation d'énergie du bâtiment, compte tenu des systèmes pressentis pour les usages de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, d'éclairage et d'auxiliaires, déduction faite de la production locale d'électricité à demeure, en kWh d'énergie primaire par m² et par an : (indiquer la valeur)

Coût annuel d'exploitation du bâtiment, compte tenu des systèmes pressentis pour les usages de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, d'éclairage et d'auxiliaires, déduction faite de la production locale d'électricité à demeure, en euros : (indiquer la valeur)

DISPOSITION 2 : REGLEMENTATION THERMIQUE

Chapitre 1 : Données administratives

Surface du bâtiment

Valeur de la surface hors œuvre nette au sens de la RT (SHONRT) en m² :
(indiquer la valeur)

Valeur de la surface habitable (Shab) en m² (maison individuelle ou accolée et bâtiment collectif d'habitation) : (indiquer la valeur)

Chapitre 2 : Exigence de résultat

Besoin bioclimatique conventionnel

Bbio : (indiquer la valeur)

Bbiomax : (indiquer la valeur)

Bbio < Bbiomax : (indiquer OUI ou NON)

Oui Non

Chapitre 3 : Exigences de moyen

Surface des baies y compris les portes (maison individuelle ou accolée et bâtiment collectif d'habitation)

Surface de baies, en m² (indiquer la valeur)

Surface de baies > 1/6 * surface habitable : (indiquer OUI ou NON)

Oui Non

Recours à une source d'énergie renouvelable (maison individuelle ou accolée)

Quel mode de recours à une source d'énergie renouvelable est envisagé ? (cocher la ou les cases appropriées)

Capteurs solaires thermiques d'a minima 2m² pour la production d'eau chaude sanitaire.....

Remarque : les capteurs solaires doivent être orientés au sud au sens de la réglementation thermique, soit selon une orientation comprise entre le sud-est et le sud-ouest en passant par le sud, y compris les orientations sud-est et sud-ouest

Raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération.....

Contribution des énergies renouvelables supérieur ou égale à 5kWhEP/(m².an)

Préciser les énergies renouvelables envisagées :

Solutions alternatives

Appareil électrique individuel de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique.....

Production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assurée par une chaudière à micro-cogénération à combustible liquide ou gazeux

Chapitre 4 : Energie renouvelable (excepté maison individuelle)

Quel mode de recours à une source d'énergie renouvelable est envisagé ? (cocher la ou les cases appropriées)

Capteurs solaires thermiques.....

Bois énergie.....

Panneaux solaires photovoltaïques.....

Raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupérations.....

Autres.....

Préciser :

Le :

Signature :

Dans le contexte actuel de renchérissement des ressources énergétiques et de lutte contre le changement climatique, les villes ont un rôle à jouer dans la nécessaire transition énergétique. Les enjeux tant économiques, sociaux et environnementaux soulevés doivent alors être intégrés aux pratiques de production et de renouvellement de la ville. Le projet urbain, en tant qu'action coordonnée et globale sur un territoire donné, représente selon nous une opportunité pour construire des villes économes en énergie et sans carbone. Notre revue de la littérature scientifique a en effet mis en évidence l'existence de leviers urbains et architecturaux pouvant être activés lors d'un projet urbain pour réduire les besoins énergétiques des villes et favoriser le recours aux énergies renouvelables et de récupération.

Nous avons donc choisi d'explorer les pratiques aujourd'hui à l'œuvre en matière d'énergie dans les projets urbains. Nous procédons de manière inductive et comparative à l'étude de trois cas parisiens, Paris Rive Gauche, Paris Nord Est et Clichy-Batignolles, afin de comprendre : Comment sont abordés les enjeux de l'énergie dans ces projets urbains ? Par quels acteurs sont-ils pris en charge ? Quelles actions sont mises en œuvre ? Quelles échelles spatio-temporelles sont considérées ? Notre analyse s'appuie donc sur des entretiens semi-directifs avec les acteurs de ces trois projets urbains, et sur l'ensemble des documents techniques auxquels nous avons pu accéder.

Après avoir décrit comment les enjeux de l'énergie ont été pris en compte dans chacun des trois projets urbains, nous comparons les procédures et les actions qui y ont été mises en place. Cette comparaison des pratiques nous permet d'affirmer que les enjeux énergétiques ne sont que peu ou prou pris en compte lors de la définition de la stratégie d'aménagement. A la vaste échelle du projet urbain, aucun acteur n'est porteur de ces enjeux et même lorsque des objectifs sont définis – ce qui est rare – ceux-ci relèvent plus du discours politique que de la définition d'une stratégie dont la mise en œuvre pourrait être évaluée. Les actions ciblent majoritairement la demande en énergie des bâtiments, négligeant d'autres économies d'énergie potentielles dans l'éclairage public ou les modes de déplacements par exemple. La performance énergétique du bâtiment est intégrée à une procédure de qualité environnementale relativement classique. En revanche, la question du développement des énergies renouvelables et de récupération amène les acteurs à considérer le territoire non plus comme un lieu uniquement de consommation énergétique mais aussi potentiellement producteur d'énergies. Cette étude conduit à nous interroger sur l'échelle adaptée à la définition et la mise en œuvre d'une stratégie énergétique ainsi qu'à l'acteur le mieux placé pour coordonner cette action.

Mots clés : Transition énergétique, projet urbain, Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles, Paris Nord Est

Conditions for the implementation of the energy transition in urban development projects: a case study analysis

Paris Rive Gauche, Paris Nord Est and Clichy-Batignolles (Paris, France)

In the context of rising energy costs and the fight against climate change, cities have a role to play in the energy transition. Urban development projects provide an excellent opportunity to design energy and carbon efficient cities since they consider the relationship between a set of urban objects consuming and producing energy. Our review of the scientific literature has indeed revealed the existence of urban and architectural levers that can be activated during an urban project to reduce energy needs of cities and promote the use of renewable energies. If the sustainable design and labeling processes of buildings are well documented, little research describes the practices of urban project holders to ensure high energy quality of buildings and districts.

We therefore propose to compare three urban large-scale projects led by the City of Paris: Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles and Paris Nord Est. Through a qualitative and comparative approach, we seek to understand actor interactions, to highlight the spatio-temporal logics and identify the design parameters used to ensure energy quality. Our analysis is based on semi-structured interviews with the actors of these three urban projects, and all the technical documents we could access.

After describing how energy issues have been taken into account in each of the three projects, we compare the procedures and actions that have been implemented. Based on our comparative analysis, we can argue that energy issues are not considered as strategic elements of the urban development process. Energy performance targets are rarely specified and mainly reflect political will rather than measurable goals. In other words, there is no performance assessment or monitoring process planned. Actions set up mainly focus on the reduction of building energy demand, ignoring other potential energy savings in street lighting or mobility. The energy performance of buildings is ensured through a relatively conventional environmental quality approach. However, covering the energy needs of new districts with local renewable energy constitutes an important factor of change in urban development practices. Urban developers now need to consider urban areas as potential energy producers instead of energy consumers. This study leads us to question the appropriate scale to define and implement an energy strategy for the urban fabric as well as the best actor to coordinate it.

Keywords: energy transition, urban development project, Paris Rive Gauche, Clichy-Batignolles, Paris Nord Est