
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

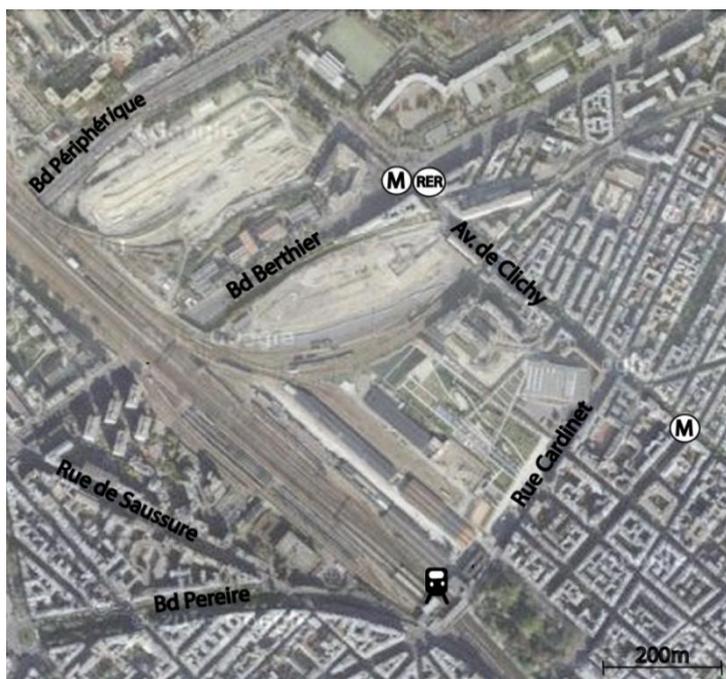


Figure 25. Vue du secteur Clichy-Batignolles avec les rues et les accès existants (Source : Google Earth, 2014)

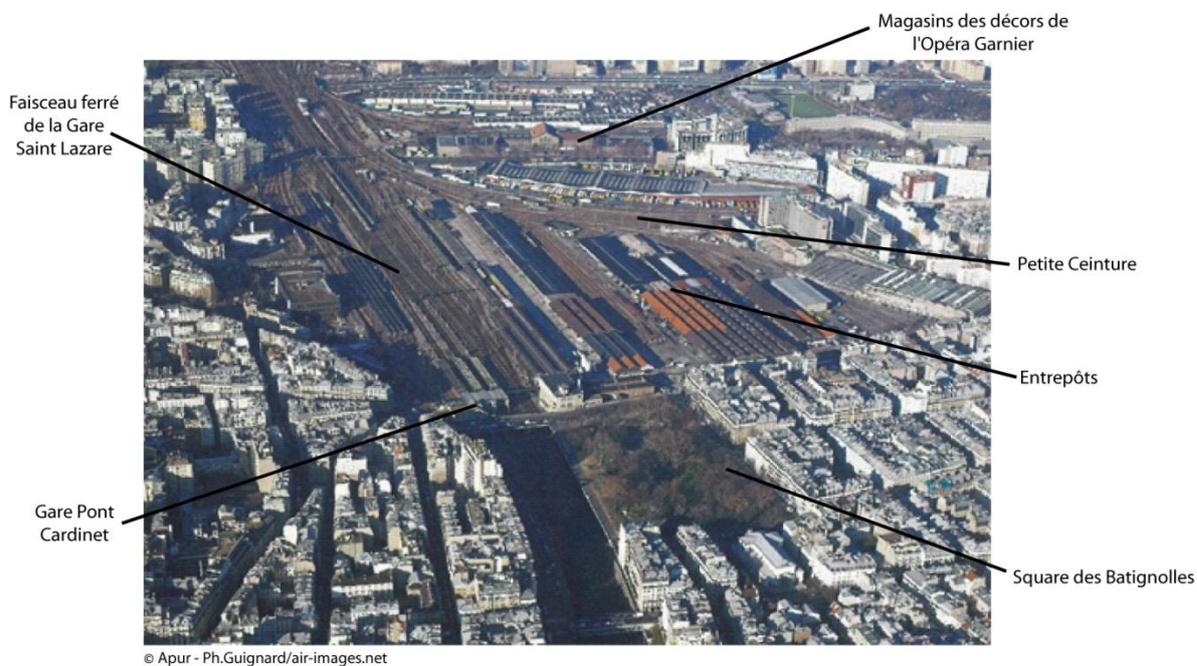


Figure 26. Vue aérienne de la gare des Batignolles avant les travaux d'aménagement (Source: Pelloux, 2005)

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 reconverter 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](#).

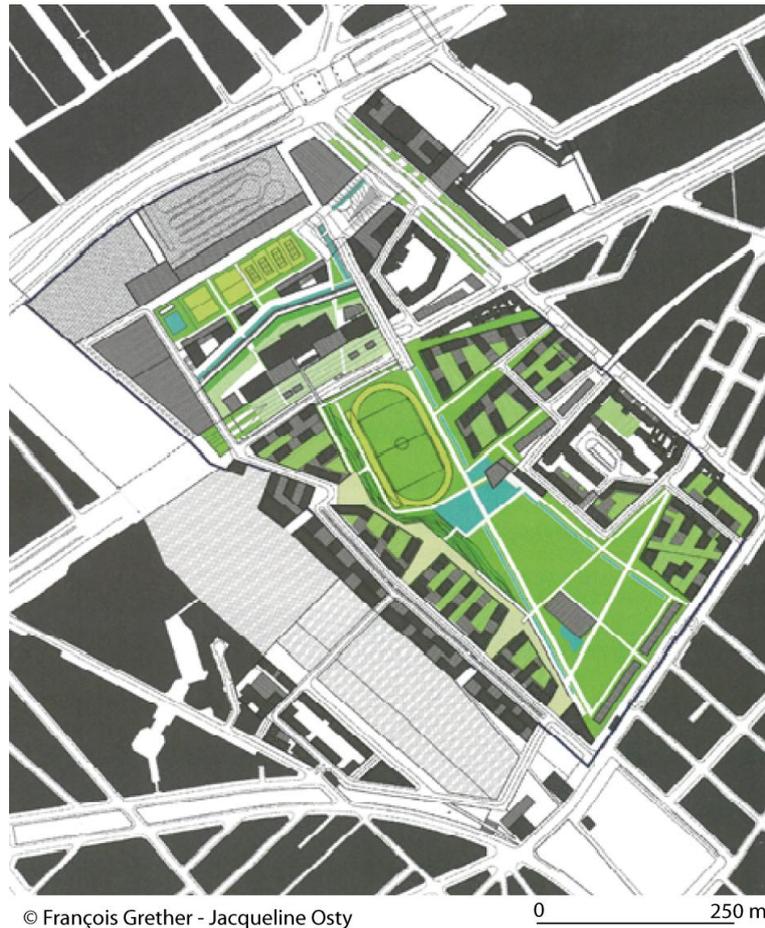


Figure 27. Plan du village olympique proposé par François Grether et Jacqueline Osty en 2004 (Source: Pelloux, 2005)

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

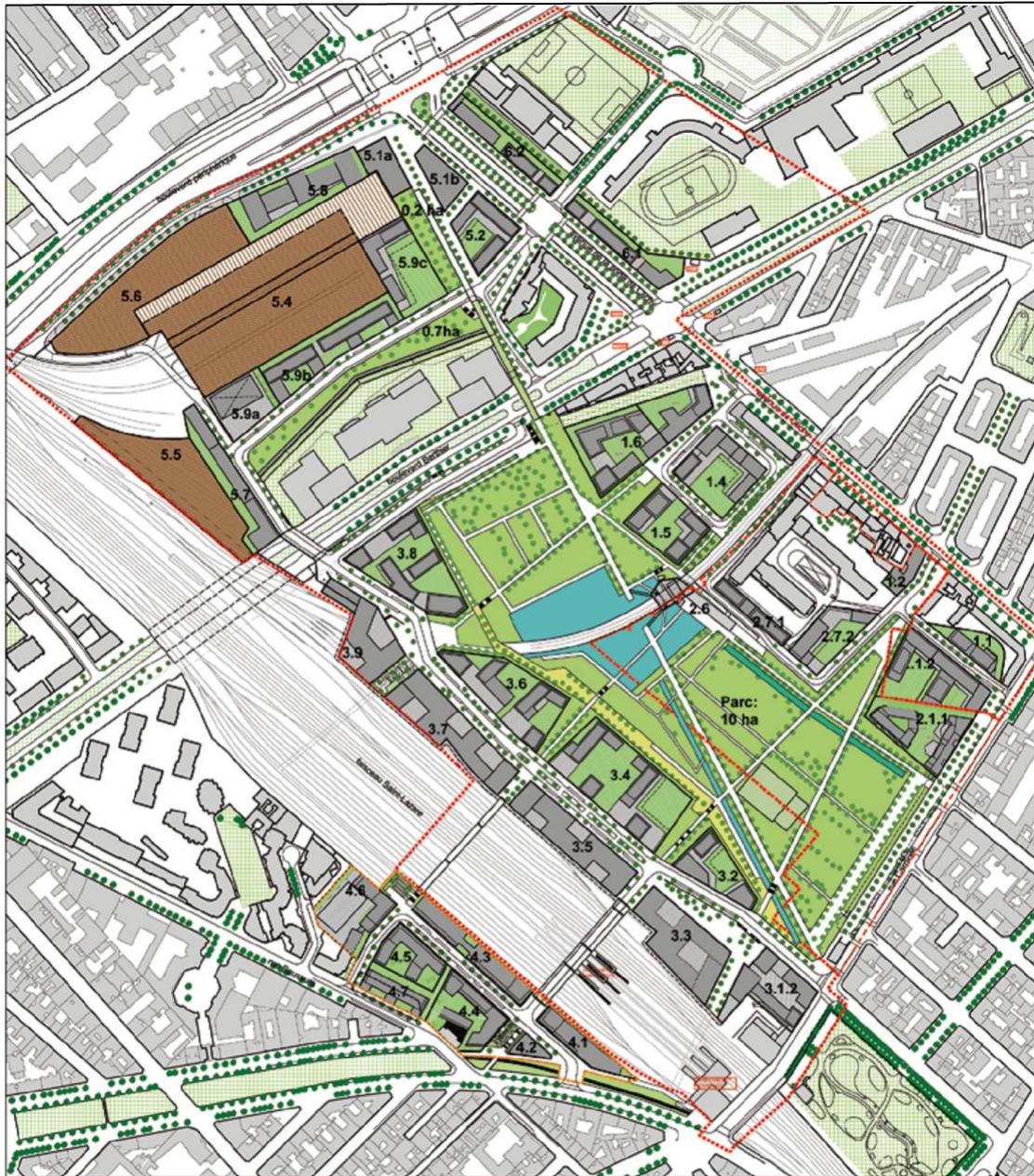
créées, une voie nord-sud entre les voies ferrées et le parc, des liaisons piétonnes Est-Ouest, et une diagonale à travers le parc reliant le Pont Cardinet et le square des Batignolles à la Porte de Clichy. Le parc se poursuit le long de ces liaisons dans les îlots bâtis. La Figure 29 présente le plan 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.

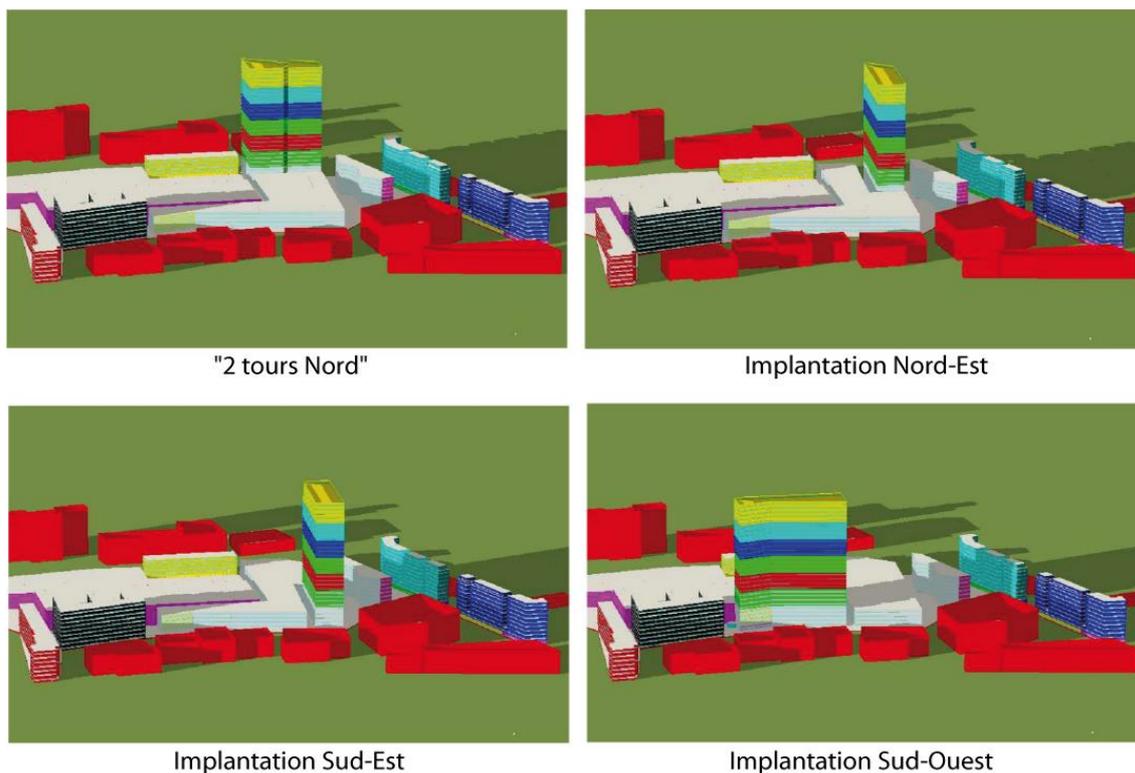


Figure 30. Comparaison des ombres portées au solstice d'hiver à 15h des quatre scénarios d'implantation du nouveau Palais de Justice de Paris sur le lot 5.2. de la ZAC Clichy-Batignolles par Izuba énergies (vue du logiciel Alcyone) (Source: Izuba énergies, 2009)

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.

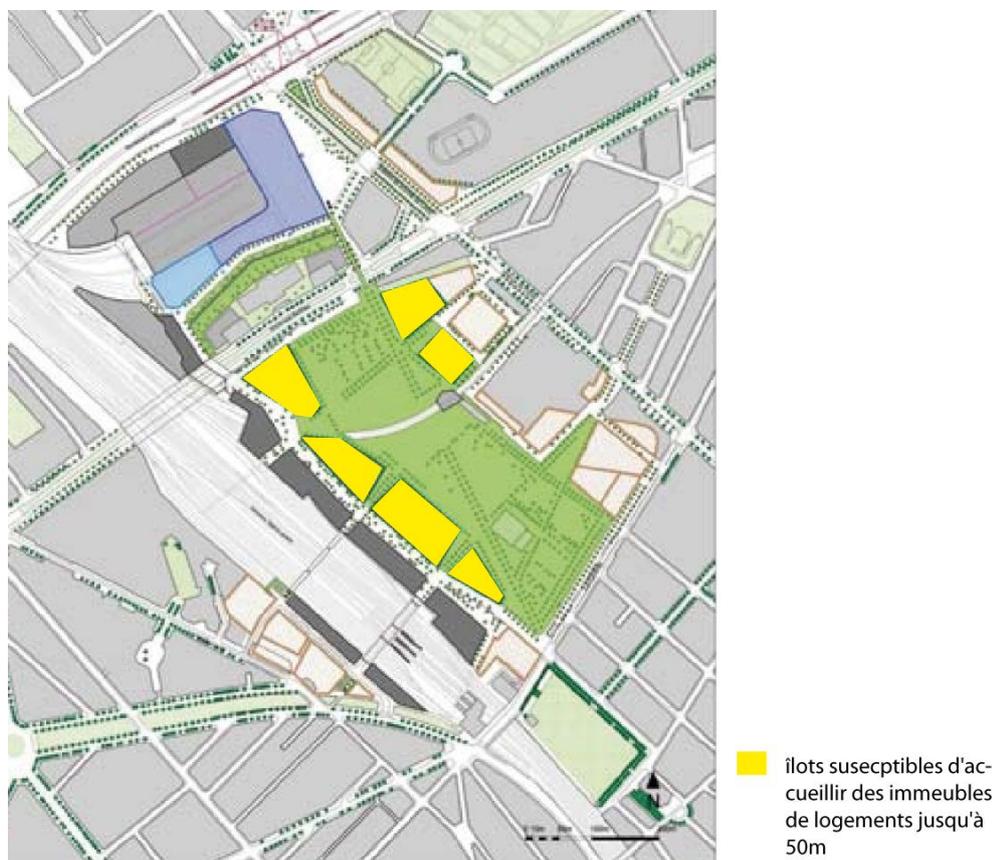


Figure 31. Localisation des îlots susceptibles de recevoir des émergences à 50m d'après Mairie de Paris et al. (2009)

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 légionnelle, 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 planter	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.

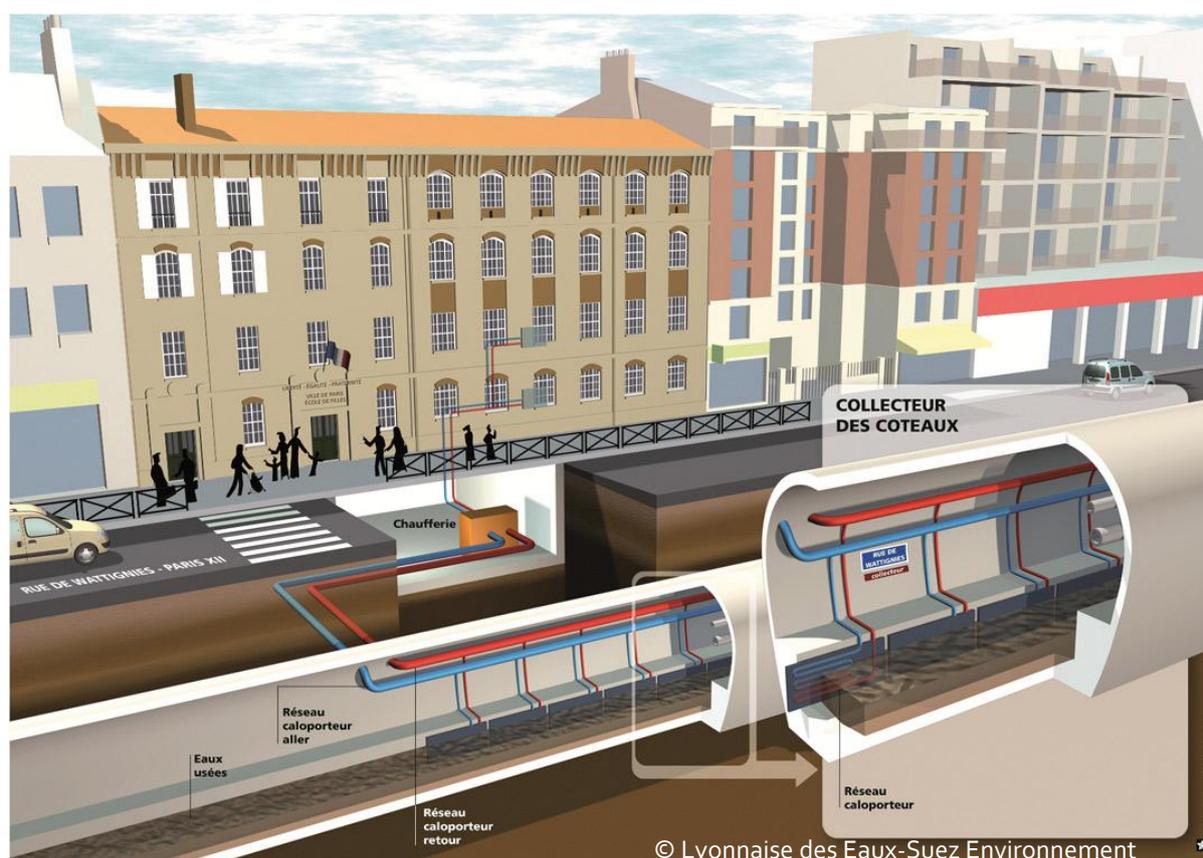


Figure 33. Schéma de fonctionnement du système de récupération de chaleur sur les eaux usées installé rue de Wattignies dans le 12^{ème} arrondissement de Paris ("Le procédé Degrés Bleus séduit la ville de Paris," 2011)

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.

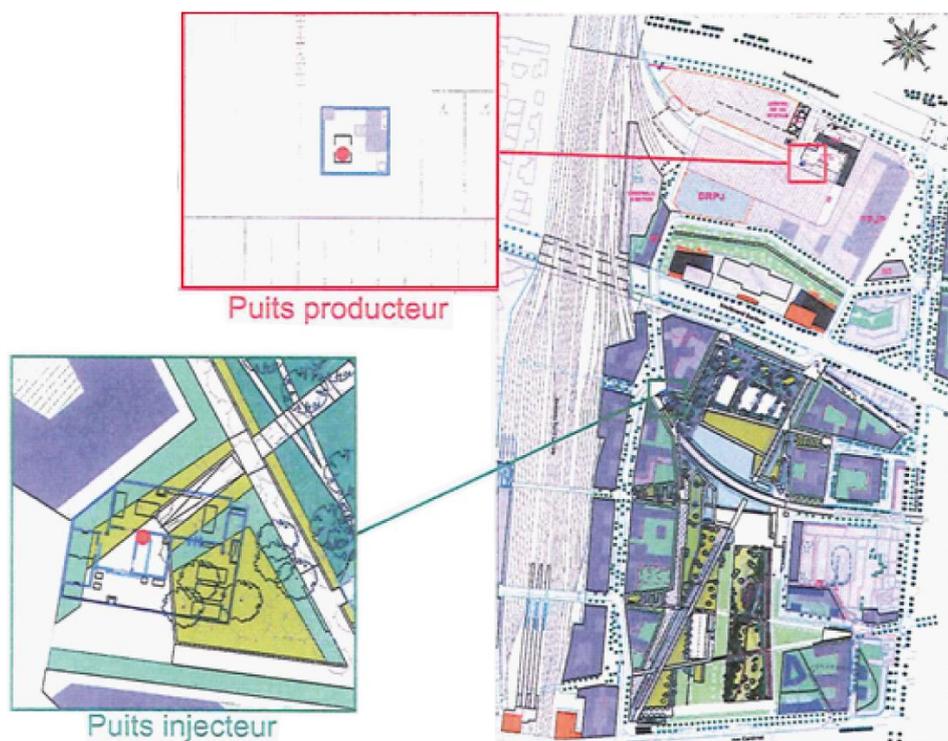


Figure 34. Localisation du doublet géothermique dans l'Albien sur le plan de l'opération Clichy-Batignolles (Source: Naudet, 2014, p. 33)

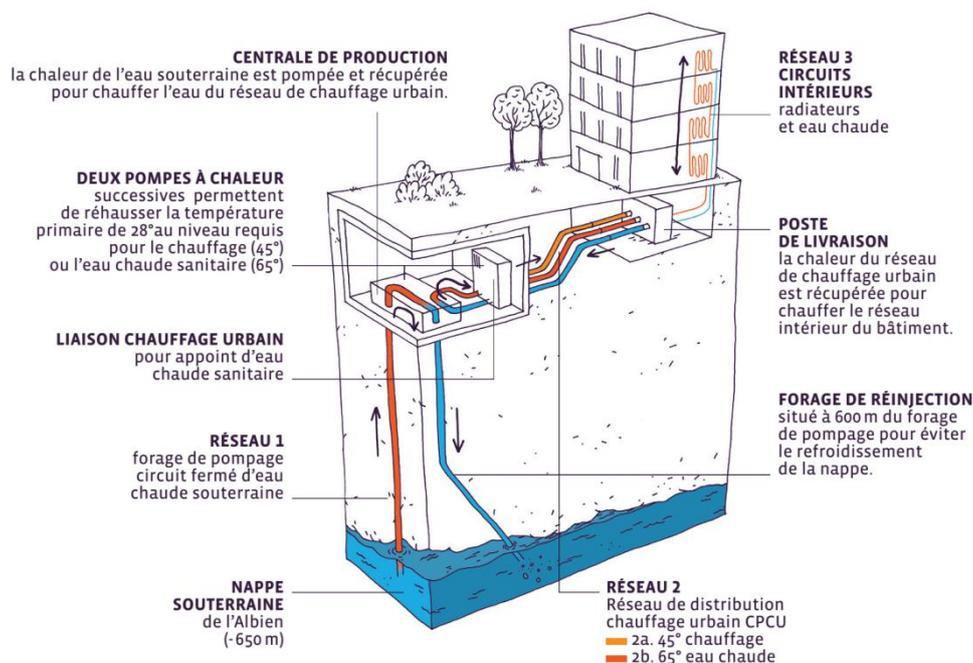


Figure 35. Schéma de fonctionnement du système de chauffage à partir de la géothermie mis en place sur le secteur Clichy-Batignolles (Source: Mairie de Paris, Paris Batignolles Aménagement, & Mairie du 17ème, 2012)

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 ENERGIE

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'éclairement 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'éclairement :

« 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'éclairement 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 vélib, 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.

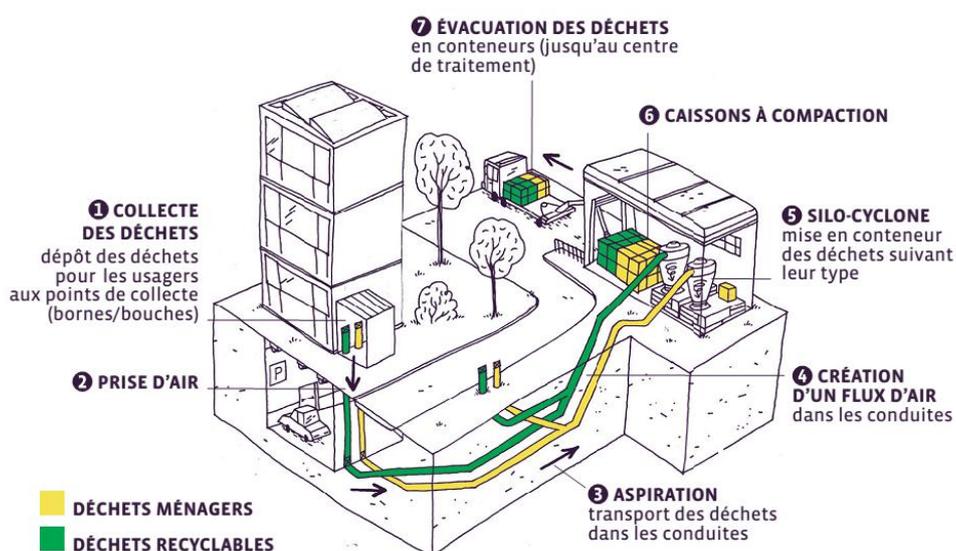


Figure 37. Schéma de fonctionnement du système de collecte des déchets par aspiration pneumatique (Mairie de Paris et al., 2012)

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).

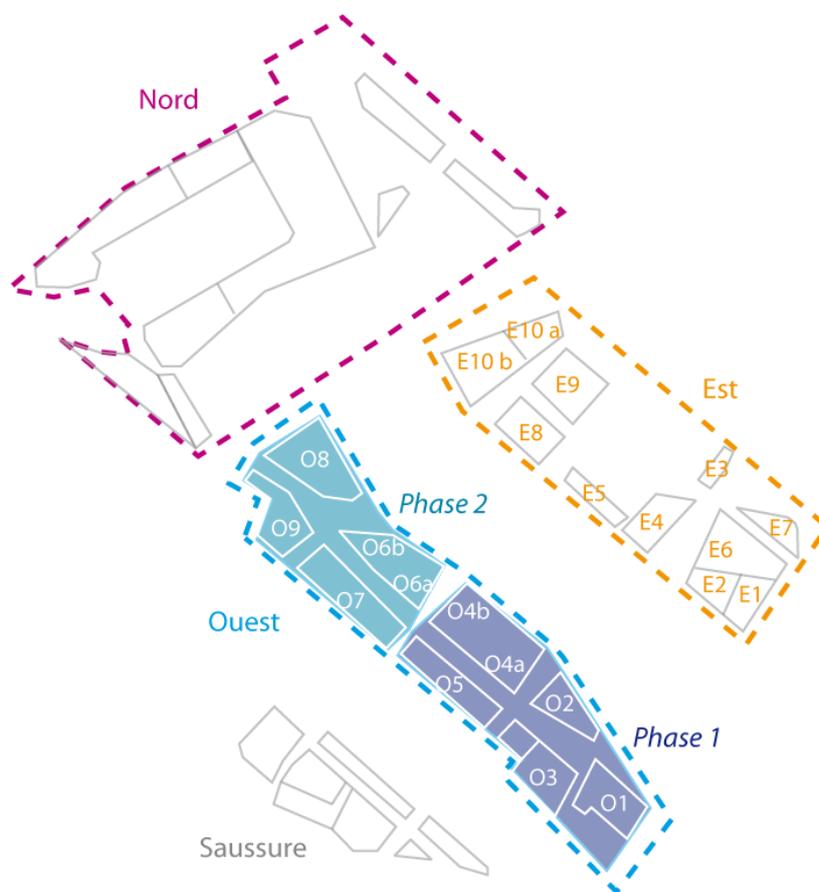


Figure 38. Le découpage des opérations immobilières : lancements par lot dans le secteur Est et lancement groupé en deux phases du secteur Ouest d'après (Paris Batignolles Aménagement, 2013)

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.

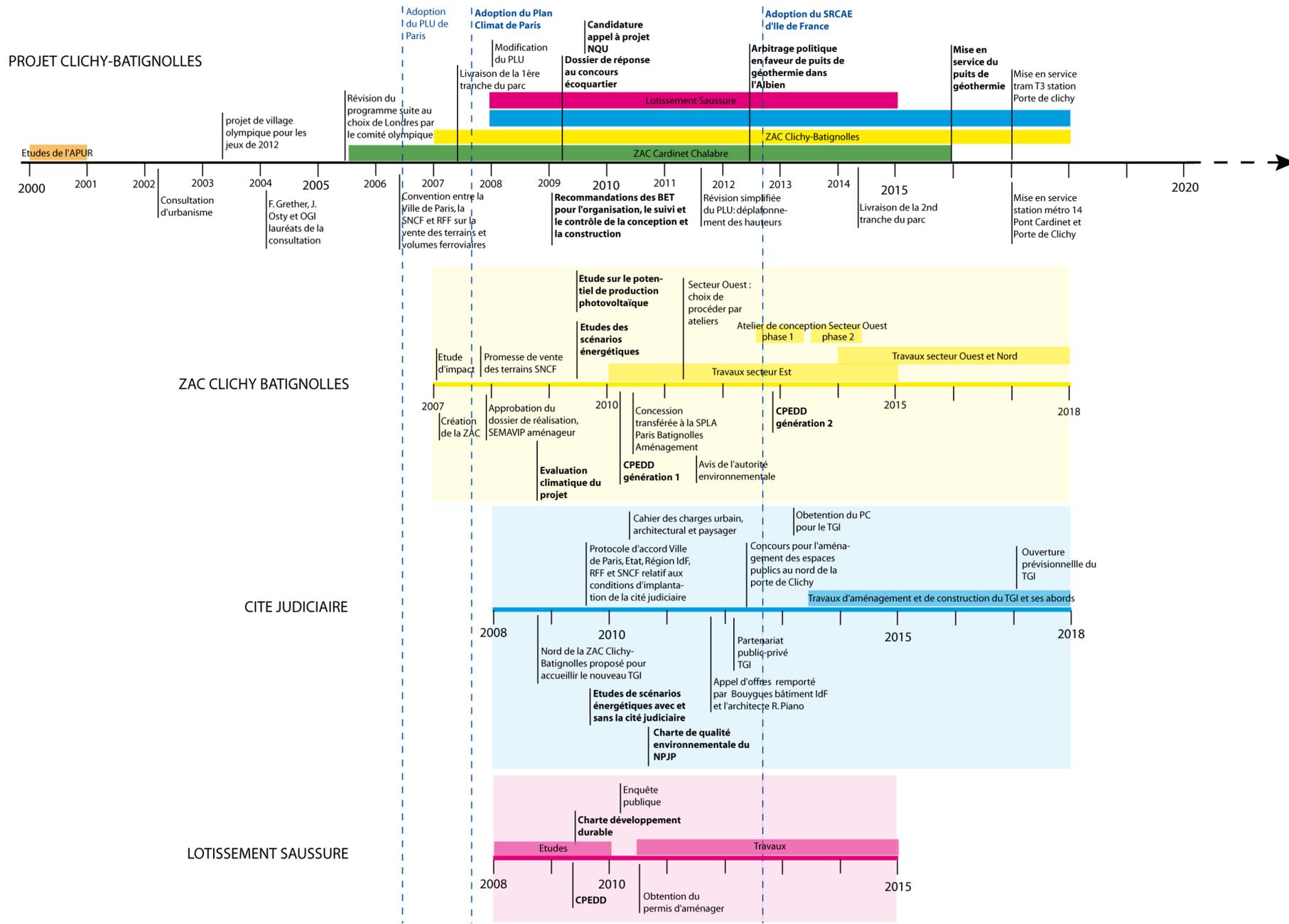


Figure 40. Chronologie simplifiée du projet urbain Clichy-Batignolles, en bleu figurent les événements relatifs au contexte parisien et en gras ceux concernant l'énergie ou le climat