

Réhabilitation énergétique et mobilité urbaine

Étude de la contrainte patrimoniale
au regard de celle de l'énergie
Deux quartiers à Rome et Paris

ÉTUDES



Nicoletta Trasi
Antonella Tufano

EDITIONS

LE MONITEUR

territorial éditions

Avant-propos

■ LE CONTEXTE DE LA RECHERCHE

L'étude présentée dans cet ouvrage est née dans le contexte du programme interdisciplinaire de recherche *Ignis Mutat Res. Penser l'architecture, la ville et le paysage au prisme de l'énergie*, qui était soutenu par le ministère de la Culture et de la Communication, et piloté par le Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère (BRAUP), en synergie avec le ministère de l'Écologie, du Développement durable, et de l'Énergie (MEDDE), la direction de la recherche et de l'innovation (DRI), et l'Atelier international du Grand Paris (AIGP). Ce consortium s'était élargi encore grâce au partenariat scientifique avec le département recherche et innovation de Veolia Environnement, et l'Institut pour la transition énergétique VeDeCoM.

Dans le cadre de l'appel de la troisième session, en 2013-2015, une équipe italo-française conduite par Nicoletta Trasi et Antonella Tufano a présenté une candidature à travers l'élaboration d'un projet scientifique, appelé *MORES mutant*, pour MObilité et Réhabilitation Énergétique du bâti, scénarios *mutant*. Ce projet focalisait l'attention sur la transition énergétique et les nouveaux scénarios urbains dans la ville historique, en s'appuyant sur deux cas d'étude choisis à Rome et à Paris. Leur projet a été retenu.

■ LES OBJECTIFS

Le programme interdisciplinaire de recherche *Ignis Mutat Res. Penser l'architecture, la ville et le paysage au prisme de l'énergie* était né pour attirer l'attention des chercheurs sur la problématique énergétique, qui est toujours plus capitale et novatrice au regard de la tradition disciplinaire de l'architecture, de l'urbanisme et du paysagisme. Le lien critique entre environnement et énergie renforce une tendance qui appelle à revisiter notre activité de conception et de construction d'espaces de vie par la « culture de l'énergie », en accord avec le Protocole de Kyoto (1997), et les incitations anticipatrices du Club de Rome avec le rapport Meadows (1972) et le rapport Stern (2006). Tous s'accordent sur une politique de réduction drastique de la consommation d'énergie et de dématérialisation des procédures productives, le renforcement des politiques

sociales, et, finalement, le changement des modes de vie. On sait bien que la consommation énergétique, qui est révélatrice d'une qualité de vie, coïncide avec les aires urbaines, et c'est donc dans les villes que la problématique énergétique atteint son niveau critique maximal, raison pour laquelle notre équipe a décidé de réfléchir sur les villes existantes, parce que c'est là que le défi y est le plus fort. D'ailleurs, si la civilisation urbaine ne réussit pas sa transformation au travers d'un sens renouvelé de la problématique énergétique concernant les modes d'habiter, de se mouvoir, de produire et de consommer, tout autre scénario semble bien faible au regard des enjeux contemporains en matière de durabilité.

Le programme interdisciplinaire de recherche *Ignis Mutat Res. Penser l'architecture, la ville et le paysage au prisme de l'énergie* invitait donc la communauté scientifique à jeter une lumière nouvelle sur les relations complexes posées par le concept d'énergie. Pour ce faire, il fallait interroger autant la production de l'espace habité et de ses pratiques que la lecture des environnements (passés, présents et futurs) avec des outils nouveaux, des vocabulaires transformés, des méthodes innovantes, et peut-être encore balbutiantes. Si les siècles qui nous ont précédés permirent l'apologie des matériaux nouveaux, le XXI^e siècle pourrait se lire en termes d'énergie.

■ LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

La problématique générale de la consultation interrogeait les modes de vie dans leurs différentes échelles à l'égard des formes architecturales, urbaines et paysagères, et à travers le prisme de l'énergie. Pour y répondre, notre équipe a abordé les sujets de la réhabilitation du bâti urbain et de la mobilité urbaine, à travers les trois échelles macro, méso, micro. La problématique suggérait aussi que les directions de recherche puissent interroger les conditions et les scénarios énergétiques du stock bâti actuel, pensé non comme une masse inerte (patrimoniaire ou non) à équiper, mais tel un corps vivant bâti, en pleines évolutions typologique et morphologique en fonction de nouveaux paramètres.

En outre, une des clefs ouvrant les perspectives de la transition énergétique serait associée aux nouvelles

représentations de la mobilité urbaine offertes, mais aussi créées, par les citoyens. La recherche devait ainsi s'orienter vers la compréhension du rôle que joue le paramètre énergétique dans l'émergence de nouveaux comportements liés à la culture de la mobilité. Pour ce faire, notre équipe a autant profité des contributions de sociologues et de socio-anthropologues que de celles d'ingénieurs experts en mobilité urbaine.

La consultation encourageait à alimenter les travaux par les productions cognitives des sciences physiques et des sciences de l'ingénierie ; notre équipe a ainsi intégré des ingénieurs experts en physique thermique, ainsi qu'un docteur en chimie et physique, et expert en thermodynamique de la ville, membre de la *Enel foundation/Energy for knowledge*¹, la Enel étant le partenaire industriel de l'équipe. Pour les sciences humaines et sociales, nous avons accueilli dans l'équipe des sociologues et des philosophes. Enfin, en phase de validation des acquis, nous avons consulté des ingénieurs thermiciens, tant à Rome qu'à Paris.

Un des critères pour la sélection des candidatures était la constitution efficace et crédible d'une équipe de recherche

à l'identité plurielle, et donc, Nicoletta Trasi, en tant que mandataire de la recherche, a composé un groupe de travail interdisciplinaire et international. La dimension interdisciplinaire a été assurée dans l'équipe par la présence aussi bien des compétences propres aux disciplines de la transformation de l'espace : architecture, urbanisme, paysagisme, aménagement du territoire, que des sciences de l'ingénieur, des sciences humaines et sociales et des sciences de l'environnement. La dimension internationale a été assurée grâce à la présence de membres italiens et français, et s'est révélée essentielle pour mener cette recherche.

■ LE DÉROULEMENT DE LA RECHERCHE

Cette logique transcalaire (macro-méso-micro) et interdisciplinaire a très bien fonctionné (fig. AP.I). Au début de la deuxième année, le changement d'une partie des membres des équipes a été nécessaire pour renforcer certaines compétences : on a privilégié la composante de l'ingénierie thermique et énergétique, et on a donc intégré dans les équipes française et italienne des ingénieurs

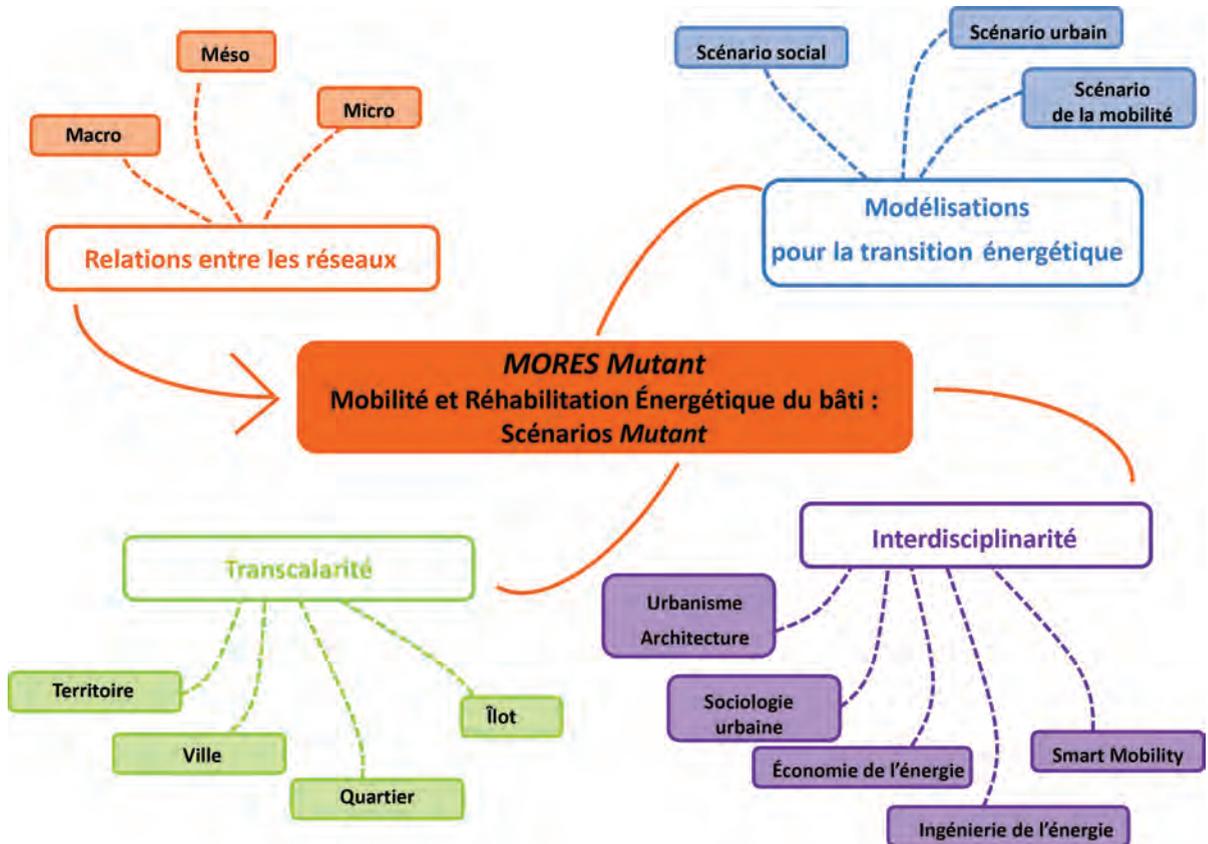


Fig. AP.I La méthodologie de travail
Élaboration graphique : M. Veltcheva

experts en calculs et simulations dynamiques, pour mieux relier les questions relatant la théorie, l'histoire et les techniques de production de l'environnement construit, avec la problématique énergétique dans sa dimension concrète (calculs, etc.).

Quant à l'organisation du travail, dans la première année nous avons réalisé l'analyse des dynamiques inhérentes au bâti, au social et à la mobilité, prélevées dans deux cas d'étude, les quartiers Flaminio à Rome et Jussieu à Paris, pour obtenir un modèle réel de fonctionnement actuel (fig. AP.2).

Dans la deuxième année, à partir du diagnostic, nous avons rédigé des fiches avec les criticités – éléments potentiels d'amélioration de l'édifice, et donc de projet – du point de vue énergétique (bâti, mobilités, pratiques socio-anthropologiques), et défini des classes de criticités. Puis, nous avons défini de nouvelles potentialités du point de vue énergétique (bâti, mobilités), et prévu les interventions pour améliorer la performance énergétique à l'échelle du quartier (fig. AP.3).

Pendant les deux années, l'évolution du travail était sillonnée par des séminaires périodiques prévus par le ministère de la Culture et de la Communication à Paris, avec les experts du comité de pilotage et du comité scientifique. En parallèle, nous avons organisé des rencontres à Rome, à la faculté d'Architecture de l'université Sapienza, au sein du laboratoire de recherche LACA (*Laboratorio di architettura e controllo ambientale*), avec tous les membres italiens et français de l'équipe, ainsi qu'à Paris, au sein du groupe d'études et de recherches philosophie, architecture, urbain (GERPHAU) de l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-La Villette (ENSAPLV), pour partager les réflexions sur les deux cas d'étude, et pour vérifier l'avancement du travail.

Ces réflexions partagées ont été enrichies aussi par la participation à différents colloques ou séminaires externes au ministère de la Culture et de la Communication sur les différents sujets de la transition énergétique, auxquels les deux directrices de cet ouvrage, Nicoletta Trasi et Antonella Tufano, ont participé.

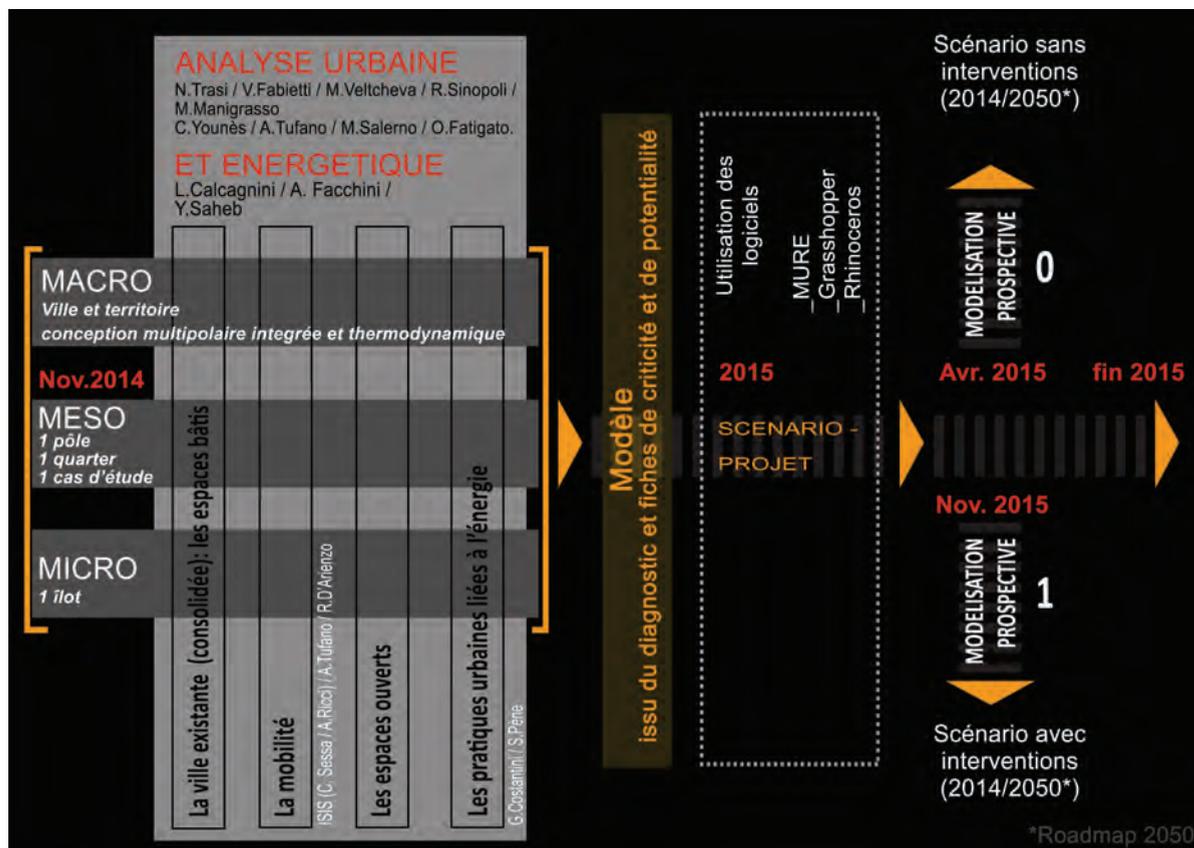


Fig. AP.2 Phasage de la recherche – année I
Élaboration graphique : R. Sinopoli

Ce *work in progress* de la recherche *MORES mutant* a été sélectionné parmi les travaux de recherche pour le colloque « Réussir la transition énergétique : quelles dynamiques de changement ? », qui s'est tenu à l'université de Lille en janvier 2015.

Une fois terminée l'analyse concernant le quartier Flaminio à Rome, à travers les trois volets préfixés du départ – analyse

sociologique, analyse de la mobilité, et analyse des morpho-typologies des îlots et des espaces ouverts –, et le quartier Jussieu à Paris, où il a été question d'observer d'une part les comportements énergétiques, et, d'autre part, d'établir les polarités permettant les croisements scalaires, pendant la deuxième année, nous avons fait une mise en parallèle, plutôt qu'une comparaison, entre Rome et Paris.

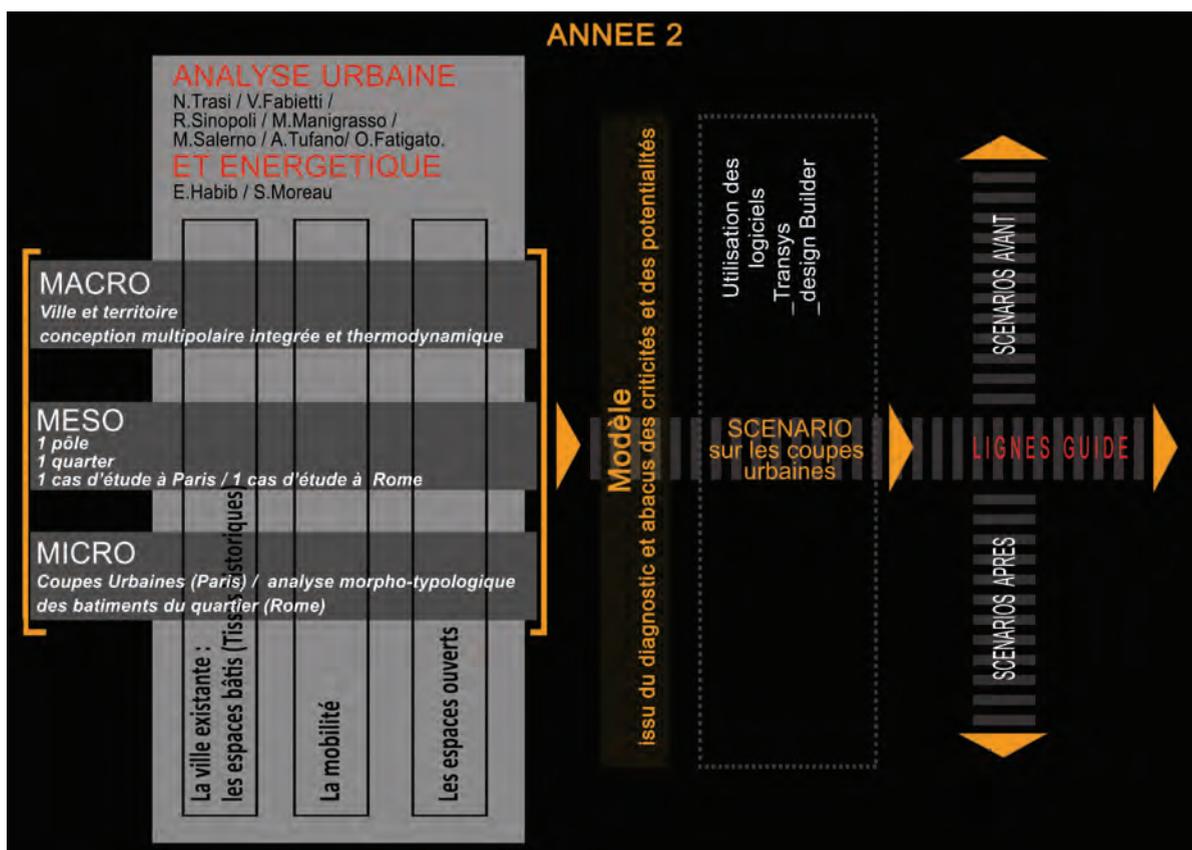


Fig. AP.3 Phasage de la recherche – année 2

Élaboration graphique : R. Sinopoli

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont, avant tout, à l'architecte urbaniste Panos Mantziaras, directeur du Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère, à la Direction générale des patrimoines du ministère de la Culture et de la Communication lors du lancement du programme de recherche *Ignis Mutat Res*. Il nous a toujours encouragés, et, par son entremise, nous avons pu bénéficier des avis précieux des experts du comité scientifique composé de Jean-Pierre Péneau, architecte (ENSA Tunis), André Guillerme, ingénieur (CNAM), et Valérie Wathier (DRI-MEDDE), qui, dans les séminaires consacrés à chaque équipe, nous ont orientés vers une approche empirique, dont l'originalité a été un vrai défi méthodologique. Ensuite, bien sûr, nos remerciements vont à tous

les membres de l'équipe² qui ont contribué à cette étude, dont une partie est rattachée au laboratoire de recherche LACA de la faculté d'Architecture de Rome Sapienza, et l'autre au laboratoire de recherche GERPHAU de l'ENSA-PLV. Outre les chercheurs, nous remercions les professionnels experts qui nous ont accompagnés.

Et *last but not least*, nos remerciements vont au DiAP (Dipartimento di Architettura e Progetto) de la Sapienza, mandataire de l'équipe par le biais de la professeure Nicoletta Trasi ; et les services administratifs de l'ENSA-PLV, établissement associé, qui ont rendu possible le bon déroulement de la recherche coordonnée en France par Antonella Tufano.

Nicoletta TRASI et Antonella TUFANO

NOTES

1 La *Enel foundation energy for knowledge* est la section de l'Enel – la société nationale d'électricité – qui s'occupe de la partie « culturelle » en organisant des colloques, finançant de la recherche, etc.

2 À Rome : Gianluca Bocchi (philosophe), Laura Calcagnini (architecte), Emiliano Carnielo (ingénieur), Gianfrancesco Costantini (sociologue), Valter Fabietti (architecte urbaniste), Angelo Facchini (physicien chimiste), Emanuele Habib (ingénieur), Michele Manigrasso (architecte urbaniste),

Andrea Ricci (ingénieur), Carlo Sessa (statisticien), Raffaele Sinopoli (architecte), Maria Veltcheva (architecte)

À Paris : Alexandre Brugnoli (spécialiste TIC), Mathieu Fernandez (ingénieur), Orfina Fatigato (architecte), Sophie Moreau (architecte-ingénieure), Sophie Pène (anthropologue), Yamina Saheb (ingénieure), Maria Salerno (architecte), Chris Younès (philosophe), Filippo Pasini (étudiant en architecture), Aurore Pfister (ingénieure).

Sommaire

Avant-propos	5	3.4. Le rôle des habitants dans la rénovation énergétique de leur quartier	96
Énergie, architecture et urbanités : une approche interdisciplinaire et un regard croisé France-Italie	13	4. Actions pour la transition énergétique	103
Présentation des sites	15	4.1 Adoption de politiques pour la transition énergétique	103
Croisements	19	4.2 La transition énergétique et la mobilité à l'échelle macro	109
Partie I		Bilan de l'étude romaine : quelques idées pour la transition énergétique dans les villes existantes	113
Le quartier Flaminio à Rome		Finalités de la recherche	113
1. Rechercher un périmètre d'étude	23	Des améliorations à chaque échelle	113
1.1. Les points d'intérêts du quartier Flaminio	23	La mobilité	114
1.2 Un quartier au cœur d'une programmation stratégique	28	Partie 2	
2. Typologies du bâti et simulations des performances énergétiques	35	Le 5^e arrondissement de Paris	
2.1 Raisonner par coupes urbaines : patrimoine et rénovation énergétique	35	5. Points de vue sur la question énergétique	117
2.2 Caractéristiques énergétiques du quartier Flaminio et méthodes d'analyse énergétique	39	5.1 L'invention d'une méthode de recherche	117
2.3. Le quartier Flaminio : typologies du bâti et performances énergétiques	42	5.2 Le point de vue politique	119
2.4 Simulations des performances énergétiques du bâti du Flaminio à partir de ses caractéristiques morpho-typologiques	45	5.3 Le point de vue de la recherche scientifique	123
2.5 Performances énergétiques, espaces ouverts et mobilités	61	6. Définir les enjeux : cas d'étude, hypothèses et outils	127
3. Envisager la rénovation énergétique du quartier Flaminio	71	6.1 La transition énergétique, entre patrimoine et scénarios innovants	127
3.1 Le quartier Flaminio de 1900 à aujourd'hui	71	6.2 L'échantillon urbain et l'équilibre énergétique de la ville : une étude en coupe entre la Seine et la rue Monge	133
3.2. Propositions de réaménagement du bâti	76	6.3 Les outils : travail transcalaire et en coupe	136
3.3 Les espaces ouverts du quartier Flaminio, rôle énergétique et mobilité	82		

7. L'énergie et l'existant : une expérimentation de design social et environnemental dans le site	139	Conclusion	187
7.1 Contexte	139	Transitions énergétique et écologique dans les tissus urbains historiques : bilan, enseignements et perspectives de recherche	187
7.2 Méthode d'observation	140	Impacts urbains	187
7.3 Dispositifs urbains	145	L'échelle bâtie	187
7.4 Les images du flux	149	Les mobilités urbaines	190
7.5 Les rythmes	152	Préconisations finales pour les deux quartiers	191
7.6 Synthèse	154		
8. L'expérimentation en coupe : du bâtiment à l'échelle urbaine	155	Postface	
8.1 L'analyse énergétique	155	<i>De 2015 à 2019 : les évolutions et l'état des lieux actuel</i>	193
8.2 Co-génération (coupe D-D) : description et analyse de projet de la coupe urbaine sur la rue Buffon	157	Annexes	
8.3 Photosynthèse urbaine (coupe B-B) : description et analyse de projet de la coupe urbaine sur la rue Monge	167	Annexe 1	
8.4 Projeter le socle (coupe C-C) : description et analyse de projet du groupe de logements de Paris Habitat sis rue Geoffroy-Saint-Hilaire	176	Tableaux des caractéristiques morpho-typologiques du bâti du Flaminio	199
		Annexe 2	
		Tableaux des caractéristiques des rues et de leur végétalisation	213
		Annexe 3	
		Éléments sociaux du quartier Flaminio	219
		Annexe 4	
		L'expérimentation en coupe : le quartier Jussieu	225
Bilan de l'étude parisienne : des projets pour un « retour à la ville »	185	Glossaire	245
Faire un projet pour l'énergie à l'échelle urbaine	185	Bibliographie	249
D'une cartographie à l'autre, du programme au projet	185		

Énergie, architecture et urbanités : une approche interdisciplinaire et un regard croisé France-Italie

Le titre de la recherche fait référence à la célèbre phrase prononcée par Cicéron contre Catilina : « *O tempora o mores !* ». Nous l'avons reprise à notre compte pour suggérer le fait que les coutumes, les habitudes, changent, ce qui se dit en latin « *mores mutant* », et, tout particulièrement, les comportements énergétiques.

En conséquence, les scénarios de la vie urbaine changent, d'où le sous-titre titre de cette recherche : Scénarios *mutant* que l'on peut aussi lire comme l'acronyme des questions au cœur de notre problématique : la MOBilité et la REhabilitation énergétique du bâti ont un impact sur ces scénarios urbains.

Dans le cadre de ce travail de recherche, nous avons considéré la ville comme un ensemble de systèmes : systèmes thermodynamique, technologique, sociale, économique, culturel en interaction continue à beaucoup d'échelles spatiales et temporelles différentes. Dans cette perspective, la ville peut être décrite comme un polysystème, dont les composantes particulières sont à leur tour des systèmes complexes. On peut considérer un système comme étant complexe, lorsque la quantité et la qualité de relations des réseaux entre les composants qui le définissent produisent un comportement global qui existe en fonction des lois d'interaction de ses parties, mais qu'on ne peut pas déduire de celles-ci. Chaque système complexe est donc à la fois un système qui émerge à partir des réseaux d'interaction entre plusieurs sous-systèmes, et qui est conditionné, en qualité de sous- système, par les comportements de systèmes situés aux niveaux supérieurs de la hiérarchie. En effet, les villes sont des systèmes ouverts qui vivent et se développent grâce à des flux matériels, énergétiques et informationnels. Tous ces facteurs nous poussent à considérer les villes comme des systèmes évolutifs caractérisés par une omniprésence du changement et d'une coévolution continue avec les habitants.

L'objet de cette étude est de définir, par le biais des analyses morphologique et typologique de différents établissements

urbains, le potentiel de transformation du bâti dans le cadre de la transition énergétique, et de comprendre comment innover le langage architectural en fonction des mutations sociales stimulées par cette dernière. L'hypothèse centrale de notre travail est donc que le projet d'architecture peut jouer un rôle majeur dans la construction de la ville sobre, à la condition de l'entendre comme un « dispositif de transformation urbaine », qui mobilise non seulement la connaissance des éléments techniques, mais aussi leur transformation en éléments symboliques, imaginaires et poétiques. À travers cette métamorphose, nous avons proposé deux expérimentations, ou mieux, des laboratoires de projet, où nous avons pu vérifier la manière dont la capacité d'invention du projet, en complément des connaissances techniques, peut contribuer à inventer des formes urbaines sobres.

La mobilité, qui joue également un rôle central, a plutôt été traitée comme un postulat : la mobilité, en milieu urbain, est conditionnée par les propriétés du bâti et par les modes de vie des résidents. Elle a ainsi été utilisée comme une variable de changement pour les différents scénarios de projet.

Jusqu'à ce jour, on a pu modéliser la consommation d'énergie du bâti, mais non pas celle de l'habitant, ni l'énergie consommée et produite dans les relations entre l'habitant et le bâti. Rome et Paris semblaient les meilleurs cas d'étude, car il s'agit de deux villes caractérisées par leur tissu historique et patrimonial, ainsi que par la possibilité de comparer les systèmes législatifs de protection. Nous avons donc porté notre attention sur la contrainte patrimoniale au regard de la contrainte énergétique : comment faire dialoguer les critères esthétiques et culturels avec les critères énergétiques et environnementaux ?

L'objectif stratégique a été d'encourager un changement dans les modalités de production et de gestion de l'énergie, car, actuellement, la production est concentrée, tandis que la demande est répandue et diffuse ; notre ambition a donc été de comprendre s'il est possible d'avoir une

production diffuse, qui accompagne la demande ponctuellement (fig. I.1).

La méthode de la recherche a été *bottom up*. À partir de cas d'étude, on a tenté d'identifier un modèle théorique et un outil de maîtrise d'œuvre énergétique des constructions et de la mobilité. Cette entrée a permis d'avoir une double approche : déductive et inductive.

D'une part, à partir de quelques hypothèses en matière de théorie, nous avons construit des critères possibles d'observation pour savoir si, et comment, nous pouvons réellement impacter de manière positive l'évolution de la ville. Il faut lire dans ce sens la volonté d'avoir une approche philosophique pour guider le travail. S'inscrire dans une philosophie de l'énergie permet de se placer dans un domaine d'observation nouveau, où la prise en compte d'un aléa lié au comportement individuel est aussi importante que les approches quantitatives et techniques. Dans un premier temps de la recherche, nous avons réalisé l'analyse des dynamiques inhérentes au bâti, au social et à la mobilité, prélevées dans deux cas d'étude choisis à Rome et à Paris,

pour obtenir comme résultat un modèle réel de fonctionnement actuel.

Par la suite, des fiches de présentation des immeubles et des espaces extérieurs ont été réalisées, pour mettre en évidence les criticités du point de vue énergétique (bâti, mobilités, pratiques socio-anthropologiques).

Pour ce faire, il fallait penser un système urbain complexe, durable, où plusieurs éléments théoriques et concrets entrent en jeu. En d'autres termes, il fallait comprendre la relation entre les échelles macro, méso, et micro, considérées comme un processus de projet non-linéaire, et qui correspond à la transcalarité entre territoire, ville, quartier, et îlot.

La transition énergétique a donc été abordée à travers la composante socio-anthropologique, la gestion politique et la gestion réglementaire, ainsi que la composante spatiale (urbaine-architecturale-mobilité). Il s'agit d'une méthodologie à plusieurs entrées, nécessitant des compétences interdisciplinaires, pour arriver à produire des « Scénarios pour la ville du futur », qui puissent refléter cette complexité.

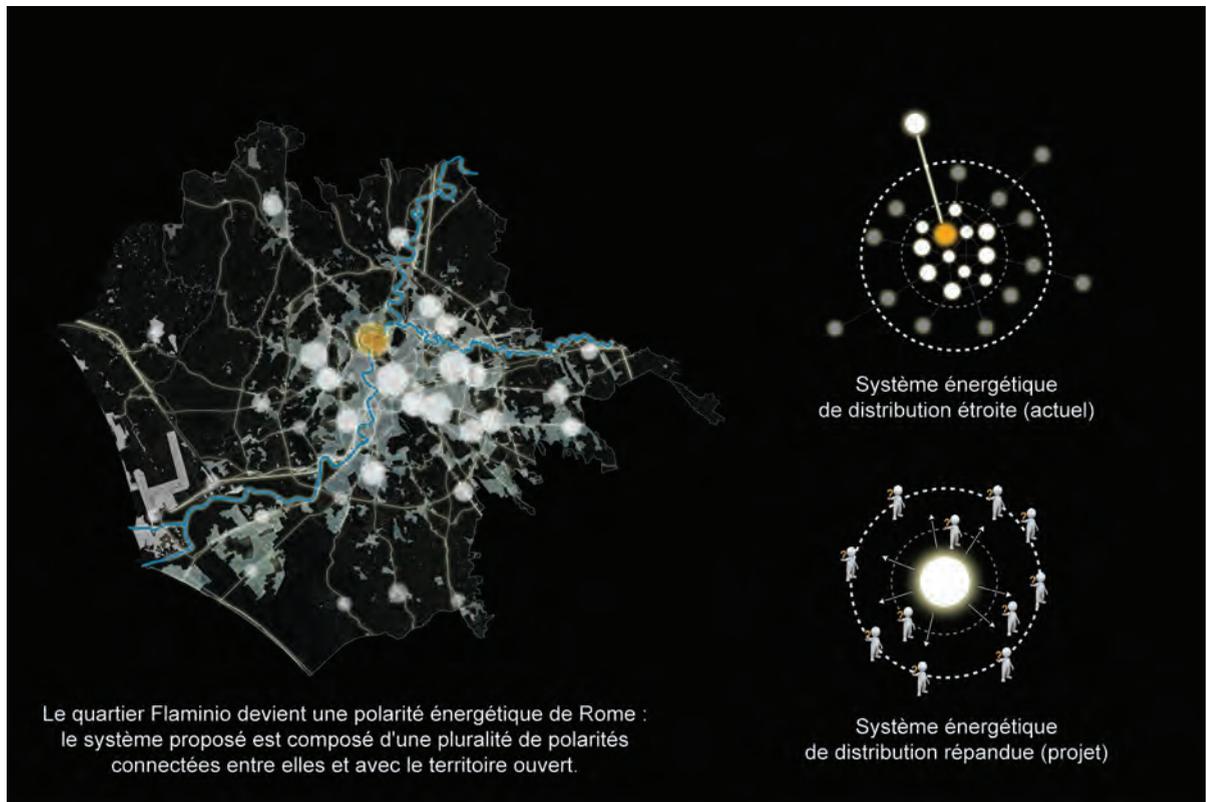


Fig. I.1 Échelle macro : la ville de Rome et son territoire ouvert

Élaboration graphique de M. Manigrasso

À partir de ces hypothèses générales, comme dans toute confrontation avec le terrain, des adaptations ont été nécessaires dans la méthodologie de la recherche.

À Rome, à l'échelle macro s'impose une vision multipolaire, où le quartier Flaminio est un des nœuds importants. La recherche s'est donc orientée, à l'échelle micro de l'îlot, à étudier la morphologie des bâtiments pour voir comment ces édifices peuvent devenir eux-mêmes « producteurs d'énergie », et donc « lieux de production diffusée », par exemple, en utilisant les cours internes des îlots ou bien les façades. À l'échelle méso du quartier, la recherche s'est penchée, par exemple sur l'utilisation des vides urbains, ou bien d'une partie des espaces verts, etc. Cette énergie « produite » pourrait être stockée et utilisée, par exemple, pour alimenter, en partie, la mobilité électrique, donc, dans une vision intégrée de l'aménagement du territoire, de l'énergie, de l'urbain et des transports.

À ces éléments s'ajoute la possibilité d'utiliser les fiches d'information sur les caractéristiques des édifices non seulement comme manière d'effectuer une observation fine (*monitoring*), ou de mettre à la disposition d'un concepteur (qu'il s'agisse d'un maître d'œuvre ou d'un maître d'ouvrage) une base d'informations complète, mais surtout comme outil opérationnel, ayant la capacité de faire visualiser les consommations de la ville et des scénarios en fonction de différents choix de projet.

C'est dans ce sens que s'est développée l'hypothèse parisienne, car le quartier de Jussieu, et plus particulièrement le nœud compris entre la gare d'Austerlitz et le Jardin des Plantes, présentait moins des retombées à l'échelle macro, ce qui caractérise Rome, que des possibilités de démultiplier les effets du local ou hyper local entre entités physiques : places et cours privatives, rééquilibrage énergétique entre grands équipements et immeubles résidentiels, etc.

Pour ce faire, la base du système d'information géographique de l'Atelier parisien d'urbanisme (APUR), augmentée des données recueillies sur le terrain, a permis de développer une interscalarité visible, et, à partir des points plus « forts en potentiels », les fiches ont permis des actions à l'échelle méso.

En résumant, à partir des mêmes hypothèses, les caractéristiques de chaque quartier ont conduit à un développement différent du traitement systémique : macro, méso, micro à Rome, tandis qu'à Paris, en partant de ces trois échelles, et en s'appuyant sur le traitement de la « coupe urbaine », on a travaillé davantage sur les processus qui rendent possible l'interscalarité.

Ces logiques transcalaire – cet adjectif désigne le traitement en coupe – et interdisciplinaire ont de toute manière un besoin d'être confortées par l'ingénierie thermique et

énergétique. C'est pourquoi des bureaux d'études nous ont soutenus par des calculs et simulations dynamiques, pour mieux relier les techniques de production de l'environnement construit avec la problématique énergétique dans sa dimension concrète (calculs, etc.).

■ PRÉSENTATION DES SITES

Flaminio : Rome

Le quartier Flaminio a été analysé selon les trois volets préfixés du départ : analyse sociologique, analyse de la mobilité, et analyse des morpho-typologies des îlots et des espaces ouverts.

Pour les deux premières, nous avons analysé le quartier Flaminio entièrement. Par contre, pour l'analyse des morpho-typologies urbaines, nous l'avons concentrée sur deux transects* urbains choisis le long des axes principaux du quartier. Ces deux faisceaux sont le boulevard Tiziano et la rue Flaminia, qui se trouvent en parallèle en partant du Tibre, et aboutissent au cœur du centre de Rome sur les places Flaminio et du Peuple, ainsi que la rue Guido Reni, qui part du Tibre pour arriver au parc de Villa Glori.

Les raisons du choix de ces deux périmètres résident dans les aspects bien évidemment liés à la mobilité, mais aussi dans les aspects liés à la présence de toutes les morpho-typologies urbaines, et toutes les fonctions présentes dans le Flaminio.

Pendant nos *brainstormings* et pendant notre travail d'analyse sur site, nous avons identifié trois points d'intérêt, et défini ainsi trois problématiques.

Le cas particulier de l'étude de Rome part de la théorie urbaine « *città storica consolidata* »¹, c'est-à-dire la ville stratifiée, soient les parties de la ville développées dans la première moitié du XX^e autour de son cœur historique. Le Plan régulateur général (PRG) de Rome donne une définition précise du quartier Flaminio : il s'agit de tissu en expansion du XX^e siècle, à typologie définie et à moyenne ou haute densité d'habitation. Cette partie de la ville s'est développée principalement dans la période après la Seconde Guerre mondiale. Le PRG de Rome prévoit des interventions sur les bâtiments en suivant le concept de la « continuité » ; l'objectif étant de stimuler des processus vitaux de changement dans le respect des valeurs morphologiques et fonctionnelles du quartier.

Une question centrale de notre recherche à Rome a été de chercher à comprendre si la transition énergétique est une politique stratégique, c'est-à-dire imposée par le haut, ou plutôt un « phénomène », c'est-à-dire un dispositif décisionnel qui dérive du bas. Cette question entraîne deux sous-questions : si cette transition n'est pas une politique

stratégique, alors quels instruments peut-on donner aux décideurs pour pouvoir transformer les actions spontanées provenant des citoyens en stratégie, ou, mieux encore, comment pouvoir soutenir les actions collectives ? Si on découvre que la transition énergétique est une politique stratégique, alors comment les décisions prises modifient les comportements des citoyens ?

Avant tout, pour saisir s'il s'agit de l'une ou de l'autre hypothèse, on a décidé d'utiliser trois macro-indicateurs avec des sous-indicateurs, que l'on a appelés « paramètres ».

Le premier macro-indicateur étant la propension à l'innovation énergétique – ce qui semble correspondre au « phénomène » –, nous avons individué pour le moment trois paramètres :

- la propension comportementale, c'est-à-dire des individus. Pour interroger ce paramètre, on a fait passer des entretiens à des catégories spécifiques d'individus (familles, administrateurs de bâtiments, associations, etc.), et croisé, pour compléter le cadre, les profils de consommations avec les données de l'Institut italien des statistiques (ISTAT), comme l'âge du chef de famille, le nombre d'enfants, etc. ;
- la propension physique des bâtiments (époque de construction, enveloppe, épaisseur des murs, typologie de couverture, typologie de fenêtres, etc.) et des espaces ouverts (matériaux de la surface de pavage, comme la pelouse ou l'asphalte, typologie de l'éclairage public, hauteur et typologie des arbres, etc.). Même procédure pour les espaces de la mobilité ;
- la propension cognitive. Pour cela, on a commencé par vérifier s'il existait un vocabulaire de l'énergie, et une sémiologie urbaine de l'énergie.

Le deuxième macro-indicateur correspond au concept de thermodynamique urbaine appliquée à l'échelle du quartier. Plusieurs recherches à l'échelle macro de villes et de territoires avaient été menées, mais pas encore à l'échelle du quartier, d'où le grand intérêt à expérimenter cette approche. Les paramètres correspondants sont encore en phase d'expérimentation.

Le troisième macro-indicateur est l'activation de politiques stratégiques, comme la création d'une zone à énergie limitée (ZEL). Pour cet indicateur, nous avons individué pour le moment treize paramètres :

- incitations économiques, procédurales, ou législatifs, entre autres, pour rendre plus efficaces du point de vue énergétique les bâtiments, et donc, agir sur les couvertures, sur l'isolement des murs, sur les fenêtres, etc. ;
- incitations économiques, procédurales, législatifs, entre autres, pour utiliser les sources d'énergie alternatives renouvelables, écologiques, etc. ;

- prescriptions pour réduire les consommations individuelles, comme les horaires d'allumage et de fermeture du chauffage des bâtiments d'habitations, la thermorégulation, etc. ;
- introduction de pratiques de mobilité collective, comme le taxi partagé, les *car to go* ou *car sharing*, etc. ;
- réalisation de réseaux de service pour la mobilité électrique, comme la vérification dans le quartier de points de recharge pour les véhicules électriques, etc. ;
- limitation de la mobilité privée, comme la vérification dans le quartier de la présence de zones à trafic limité², etc. ;
- mesures de contrôle des émissions, comme le radon³, et réduction de la consommation électrique des bâtiments publics ;
- « politiques des horaires », soit l'alternance des horaires d'accès et de sortie aux fonctions collectives, ou la création d'une sorte de « plan des horaires » ;
- cogénération ;
- traitement environnemental des espaces publics, comme la compensation environnementale, par exemple, pendant la réalisation des chantiers, etc. ;

Par la suite, chaque paramètre a été quantifié de zéro (absence) à cinq (présence complète) ; trois représente la présence partielle.

Ces valeurs, utilisées pour la *città storica* (§ 3.4.4, fig. 3.23), ne se réfèrent pas à chaque bâtiment, mais elles ont comme paramètre les tissus urbains ; les bâtiments représentent une différence d'échelle, et aussi une différence des formes et des contenus à protéger : les îlots de forme compacte, les façades en ligne sur rue, les îlots à échiquier – vides et pleins alternent selon une grille carrée –, ou encore des îlots plus denses, ceux avec cours intérieures, etc.

Le choix d'un cas d'étude dans la « *città storica consolidata* » provient du fait qu'en étant moins flexible et moins prête à recevoir les transformations, elle comporte un modèle pour une intervention plus soignée et plus stratégique. Les interventions qui pourront se réaliser devront nécessairement être des interventions « d'étalonnage » de l'existant, parce qu'on ne peut pas faire des interventions radicales, tandis que dans les zones de banlieue, bien qu'en partie déjà consolidées, les marges de manœuvres peuvent être majeures.

En s'appuyant sur cette analyse, chaque ville est toujours une partie intégrale de multiples réseaux, où l'on peut distinguer plusieurs niveaux, et où l'on peut établir des hiérarchies ordonnées, par exemple des niveaux les plus bas aux niveaux les plus hauts. Ainsi, on peut passer d'une échelle microscopique à une échelle macroscopique, en traversant une échelle mésoscopique. Ces échelles et leur utilité sont décrites au chapitre I.

Jussieu : Paris 5^e

Dans la recherche *MORES mutant*, pour l'observation du terrain parisien, le 5^e arrondissement, nous sommes partis des mêmes principes : il existe une relation entre les aspects morpho-typologiques, les comportements urbains et la manière dont l'énergie se manifeste dans la ville : la mobilité, entendue comme épiphénomène qui synthétise la relation possible entre ces deux aspects, était donc un indicateur de modifications possibles et non seulement un aspect technique.

Quelques choix théoriques peuvent être approfondis dès à présent. La manière abductive permet de poser d'autres questions qui caractérisent le cas d'étude en France. Par exemple, au regard de l'Italie, nous avons constaté que, dans notre analyse, il fallait non seulement intégrer le discours de l'État et les politiques existantes – notamment celles en lien avec la transition énergétique et les morphologies des territoires, par exemple, la loi Royal, ou les applications spécifiques à Paris du Plan climat énergie, ou encore le volet 2 de l'îlot de chaleur urbaine –, et avoir une connaissance du cadre européen, mais aussi intégrer le privé. Il s'agit d'une spécificité française, car la politique d'État est conduite avec des acteurs privés de l'énergie ou dont l'État n'est plus actionnaire majoritaire (EDF-GDF-VEOLIA).

Un autre exemple est constitué par le cadre législatif en matière de patrimoine, notamment dans ce quartier, qui se trouve dans le périmètre de Notre-Dame de Paris, et le besoin d'adaptation des bâtiments aux contraintes énergétiques.

Ces éléments théoriques donnent un cadre et permettent de développer des hypothèses, mais, en même temps, il est possible d'utiliser cette contrainte pour voir comment un certain « confort psychologique » offert par la qualité esthétique des bâtiments et la qualité de vie de l'arrondissement amoindrit les besoins d'isolation parfaite des bâtiments.

D'autre part, l'observation de terrain est un instrument de connaissance, à la condition de se donner les moyens de l'entendre comme tel. Nous avons donc inscrit notre recherche dans une volonté de lectures anthropologique et morphologique, à laquelle s'ajoute une enquête de terrain sur les évolutions du quartier.

Dans l'étude – tant à Rome qu'à Paris – l'approche morpho-typologique a été centrale ; à Paris, plus particulièrement, elle s'est concentrée sur les espaces « blancs » de la carte urbaine : entre autres les interstices, certains espaces ouverts, les parkings, ou sur les éléments non représentables en plan, comme par exemple les caves ou les usages du souterrain.

Dès la première année, nous avons intégré les connaissances sur les îlots de chaleur urbains développées dans le cadre

de notre partenariat avec l'Atelier parisien d'urbanisme, pour inventer un dispositif de projet qui a été testé lors du *workshop* de février 2014, que nous avons intitulé « design environnemental et social ». Ce titre permettait d'entendre la ville comme un élément complexe, où l'existant – aux sens matériel et immatériel – est à considérer dans sa globalité. Le second *workshop*, au mois de février 2015, sur le « travail en coupe », a permis de considérer l'immeuble comme une entité physique dont les implications vont au-delà de l'emprise volumétrique de surface : l'immeuble est un pivot urbain avec des ramifications dans le sous-sol, et des relations avec l'atmosphère (ciel) et l'environnement naturel. Et, de la même manière, l'apport des fiches complexes qui nourrissent le système d'information géographique dans cette phase a été très expérimental, car nous avons essayé de mesurer les variables qui permettent de rendre compte du potentiel de variation de ces critères dans une maquette évolutive.

Comme nous l'avons souligné dans l'introduction au cas d'étude français, le quartier de Jussieu permettait de faire cohabiter plusieurs éléments : patrimoine, forte circulation pendulaire, grands réseaux de transport, diversités des bâtiments, et, au regard de l'échantillon choisi, diversité sociologique. Ces éléments permettaient la triple analyse :

- physique, c'est-à-dire les morphologies urbaines et les interventions dans les typologies architecturales ;
- socio-anthropologique, avec un volet sur la sémiologie et les lexiques de l'énergie ;
- des mobilités, notamment la mobilité immobile, qui fonctionne comme clé d'observation des mutations du quartier.

Ce premier volet d'analyse a constitué notre base transcalaire de travail. Nous avons alors délimité notre échantillon à deux axes, et plus particulièrement cinq coupes de travail qui nous paraissaient pouvoir être répliquées dans des villes comparables : des zones centrales de ville capitales, de taille et densité, patrimoine, flux, mixité des usages et des usagers similaires.

À partir de deux axes routiers de différent impact, les rues Monge et Buffon, l'observation s'est portée sur deux nœuds d'importance de flux et d'usages différents, et sur un échantillonnage urbain ciblé, grâce à un choix des îlots-type, puis à un travail sur la coupe, pour les époques et les typo-morphologies qui ont été analysées plus loin dans ce même ouvrage.

D'autre part, nous avons inscrit notre travail dans le cadre législatif en matière de patrimoine, pour ce quartier où la notion de « construire dans le construit » est presque un impératif, de même que le besoin d'adaptation des bâtiments aux contraintes énergétiques. Ainsi, la dynamique

entre ces deux cadres nous a permis de sortir l'outil de projet de son caractère anecdotique, et de retrouver des « pistes pour des stratégies de projet ». La relation interscalaire a assumé ici une très grande importance, et elle a constitué le fil rouge de l'expérimentation. En effet, durant la première année, on a essayé d'analyser de manière particulière le « potentiel énergétique » de la ville, en utilisant les notions de gisement énergétique, énergie fatale, stockage énergétique, pour poser les bases d'une « cartographie énergétique ». À partir de cela, nous avons observé comment les interventions de projet à « échelle unique » (urbain, architecture, etc.) ne résistaient pas à la preuve du terrain, et, afin d'obtenir un vrai travail significatif énergétiquement, il fallait croiser différents thèmes, disciplines et échelles.

Nous soulignons ici la relation entre ces terrains et des thèmes généraux abordés dans la première partie. Par exemple, la coupe sur les laboratoires du musée d'Histoire naturelle rue Buffon, avec des immeubles des XIX^e siècle ou XX^e siècle protégés, peut offrir une piste d'observation pour deux projets innovants : l'un qui s'appuie sur le potentiel des laboratoires de recherche, et l'autre, qui transforme le lieu radicalement en proposant une construction nouvelle. Cette double hypothèse porte en soi une question patrimoniale : comment régénérer des quartiers de centre-ville qui subissent de fortes pressions immobilières ?

Le travail en coupe sur les logements sociaux des années 1960, rue Santeuil, a servi quant à lui à réfléchir à la place et au rôle que les bailleurs sociaux jouent comme agents d'expérimentation pour des réhabilitations dans des ensembles modernes.

Le travail sur les manières d'habiter, conduit en s'appuyant sur des observations de terrain, a permis d'observer non seulement des acteurs déjà bien identifiés dans les mutations de comportement énergétique, qui sont les copropriétaires ou le propriétaire d'un immeuble, et les locataires au travers de leurs relations avec ces derniers ; le travail a aussi mis en lumière la nécessité d'élargir la sensibilisation aux habitants des immeubles haussmanniens pour parvenir à une intégration des problématiques énergétiques, tout en conservant la problématique patrimoniale. Dans d'autres situations, il a aussi été question de deux autres profils : d'une part, la population de chercheurs dans les laboratoires rue Buffon, et, d'autre part, les personnes qui fréquentent des lieux indicateurs d'innovation (associations pour le maintien d'une agriculture paysanne et biologique, associations de sensibilisation à l'environnement) comme les porteurs d'un discours innovant.

La question centrale qui a porté cette phase du travail a été : quelle est la capacité d'un tissu urbain, d'un immeuble, d'une population choisie d'absorber la modification proposée ?

Notre objectif a été de constituer des critères à partir des clés d'entrée, qui permettent de mesurer la propension physique d'une morpho-typologie/de la mobilité/des comportements sobres à intégrer cette volonté de réduction énergétique.

Pour l'aspect physique, nous avons proposé deux types de fiches sur les six cas d'étude : les fiches A, complètes, sur les sections choisies, et les fiches B, avec l'enveloppe urbaine des immeubles contigus, en indiquant la hauteur, les étages, les matériaux. Sur les fiches ont été indiqués :

- l'année, l'enveloppe, les ouvertures, les matériaux, les destinations, etc. ;
- les critères à faire varier, puis les bilans, ou mieux, les gisements énergétiques de chaque bâtiment.

Pour les comportements, nous avons fait l'hypothèse d'un *homme unidirectionnel*, c'est-à-dire que nous avons décomposé la complexité en plusieurs comportements, et avons fait varier un seul critère à la fois : combien de douches et que fais-je de l'eau ? À quelle température je me chauffe ? Cet exemple permet, entre autres, de mesurer des critères à l'intérieur du logement. Pour chaque exemple, on a pris un cas d'étude, fait la moyenne (interne-externe), et obtenu une « valeur du potentiel de changement des comportements » par personne.

Pour la mobilité, nous avons proposé un changement de paramètre, testé avec des enquêtes. Par exemple, concernant la disparition du parking à la faveur d'autolib, nous sommes partis de ces questions : quelles sont les réactions et les vrais comportements ? L'incitation forcée fonctionne-t-elle mieux que celle par appropriation du sujet en discussion ?

Ces éléments de projet et d'analyse ont pu donner lieu à des critères d'évaluation selon des profils. Ces éléments à la base des profils ont été ajoutés comme des hypothèses de projet.

L'acquis le plus important de cette recherche a résidé dans la conscience qu'un projet sobre demande toujours une inventivité particulière, qui se niche dans les détails et ne fait pas de grandes gesticulations qui altèrent le cadre urbain. Notre objectif a donc moins été l'aspect « ré-applicable » de la démarche que la constitution de quelques « critères de projet ».

Nous avons développé ici, dans le cas d'étude parisien, plus particulièrement les enseignements que nous avons pu tirer des expérimentations de projet, à l'échelle urbaine et à celle du bâtiment. Ces deux étapes, séparées dans l'expérimentation, sont conçues comme « un seul moment de projet », dans le sens où notre hypothèse centrale était que la pensée du projet avec l'énergie est essentiellement interdisciplinaire, interscalaire et transcalaire.

■ CROISEMENTS

Ainsi, au-delà des différences méthodologiques nécessaires au regard de la diversité des territoires et de leurs modes de gestion, il demeurerait en commun une problématique, qui a été centrale dans les deux sites : les questions du patrimoine et de l'énergie vécues comme des contraintes dans la conception architecturale peuvent-elles se transformer en leviers d'invention d'un langage architectural sobre et en lien avec les questions de l'esthétique de la ville ?

L'importance d'une politique publique qui encourage des usages et pratiques urbaines sobres, notamment en matière de mobilité et de nouvelles destinations des espaces publics, est centrale. Dans la recherche, nous avons considéré cet élément central comme une des variables pour l'efficacité d'une politique sobre. Or, avec l'accélération de la crise climatique, il est devenu évident qu'il s'agit d'un facteur qui joue un rôle important dans la définition même de la forme urbaine. Ainsi, l'intervention architecturale peut l'accompagner pour le rendre plus performant.

Enfin, une des questions partagées était celle de la possibilité à voir les effets du potentiel énergétique du bâtiment à l'échelle territoriale. Cet enjeu est central, car il permet de construire une thermodynamique urbaine qui s'appuie sur la diversité des échanges pour créer non pas un équilibre, mais une régulation dynamique. Ce changement s'est avéré majeur, car il s'agit de passer d'une vision territoriale et urbaine pensée à l'échelle large, à une vision qui part de quelques polarités pour créer, dans l'idéal, des chaînes d'effets vertueux. Dans ce sens, l'architecture joue un rôle important, car elle peut accompagner ce développement ponctuel.

Ces croisements ont été observés au prisme de nos deux territoires, et aussi de nos différentes cultures urbaines, et ont donné lieu à des conclusions, tirées en 2016, qui ont montré leur actualité au regard des recherches suivantes, sur lesquelles nous reviendrons.

La capacité à calculer le potentiel énergétique de l'immeuble dans un maillage territorial plus large montre que l'approche thermodynamique de la ville joue un rôle majeur, et le bâtiment se révèle une clé de voûte.

NOTES

1 Le PRG actuel de la ville de Rome donne la définition suivante pour la *città consolidata* : les tissus de la ville consolidée sont définis comme l'ensemble de plusieurs îlots, reconvertibles à règles homogènes d'établissement urbain, à la subdivision du sol, à l'aménagement et au rapport avec les tracés routiers, définis par les instruments du PRG intervenus à partir du PRG de 1931.

Ils sont partagés en trois types : tissus d'expansion du XX^e siècle avec une typologie définie et une densité moyenne, tissus d'expansion du XX^e siècle avec une typologie définie et une haute densité, et tissus d'expansion du XX^e siècle avec une typologie libre.

2 En Italie, les zones à trafic limité (ZTL) sont des zones situées dans certaines parties de la ville, par exemple dans les centres historiques, afin de

limiter le trafic aux véhicules (généralement des voitures plus anciennes) situés en dessous une classe d'émissions spécifique, une date d'approbation et un poids.

3 Le radon est un agent cancérigène qui augmente le risque de cancer du poumon. Le radon est généré d'une manière particulière dans les roches d'origine volcanique, telles que les laves, la pouzzolane, les tufs, le granit et le porphyre. La pollution par le radon se produit principalement dans certaines régions du Latium (et donc Rome) et de la Campanie en raison de l'utilisation de matériaux de construction d'origine volcanique (principalement du tuf). Les murs libèrent du radon, ce qui augmente la contamination déjà élevée de l'intérieur des bâtiments. La Lombardie, le Frioul et le Piémont sont également particulièrement exposés.

Rechercher un périmètre d'étude

I.1. LES POINTS D'INTÉRÊTS DU QUARTIER FLAMINIO

I.1.1 Une complexité majeure

Le Plan régulateur général (PRG) de Rome donne une définition précise du quartier Flaminio : il s'agit de tissus en expansion du XX^e siècle, développés autour du cœur historique de la ville, à typologie définie et à moyenne ou haute densité d'habitation (fig. I.1). Cette partie de la ville s'est développée principalement dans la période après la Seconde Guerre mondiale. Le PRG de Rome prévoit des interventions sur les bâtiments en suivant le concept de la « continuité » ; l'objectif étant de stimuler des processus vitaux de changement dans le respect des valeurs morphologiques et fonctionnelles du quartier.

Les interventions de réhabilitation dans ce lieu devront nécessairement être des interventions « d'étalonnage » de l'existant, parce qu'on ne peut pas faire des interventions radicales, contrairement à ce qui pourrait se faire dans des zones de banlieue, bien qu'en partie déjà consolidées, où les marges de manœuvre peuvent être majeures. Le quartier Flaminio a donc été choisi pour sa complexité.

Par ailleurs, la ville est un ensemble de systèmes complexes, qui comprennent les écosystèmes urbains et biologiques, les flux d'énergie, des matériaux et noologiques*1, les échelles microscopique, mésoscopique et macroscopique, et enfin la thermodynamique. Notre défi est de comprendre le fonctionnement de tous ces systèmes, si nous voulons présenter aux villes du futur une perspective de soutenabilité.



Fig I.1 Arrondissements (en italien « municipio ») de Rome

En zoom : le quartier Flaminio à Rome, dans le 2^e arrondissement, et dans une boucle du Tibre

Source : Google Maps

LE PLAN RÉGULATEUR GÉNÉRAL

Le premier Plan régulateur général (PRG), l'équivalent français du Plan local d'urbanisme, daté de 1873, n'a jamais été mis en œuvre, mais Viviani, président du Conseil, l'a repris dix ans plus tard, en 1883, modifié, adapté et intégré. Après 26 ans, Sanjust di Teulada élabore un nouveau PRG immédiatement approuvé : nous sommes en 1909 et l'instrument a sa propre raison d'être, avec toutefois des choix d'approche discutables.

Puis les années de rationalisme, avec les architectes Piacentini et Giovannoni, sont appelées à proposer un nouveau

design urbain : nous sommes en 1931. Immédiatement approuvé et financé en 1932, cet instrument s'avère adéquat. Les années de la Seconde Guerre mondiale mettent un terme à l'ascension urbaine de la capitale. L'après-guerre produit des formes d'arrogance de la construction et donc, entre variantes et modifications, le Plan est en grande partie oublié.

En 1954, la Commission de traitement technique (CET) élabore un nouveau plan basé sur les orientations générales définies par le conseil municipal. Néanmoins, en

1958, le Conseil lui-même a rejeté cet instrument.

Malheureusement, le grand plan de 1962 est bientôt soumis à la variante du Plan régulateur de 1967 (exécutive en 1974), dont le choix le plus important fut la création du GRA (équivalent du périphérique parisien) autour de Rome. En 1995 les hypothèses opérationnelles du « plan de 62 » sont définitivement transformées. Après de longues années d'examen, de discussions, d'évaluations, le nouveau PRG a été adopté en 2003 et approuvé en 2008. Il est toujours en vigueur.

I.1.2 Les échelles d'analyse du quartier

Chaque ville est toujours une partie intégrante de multiples réseaux, où l'on peut distinguer plusieurs niveaux, et où l'on peut établir des hiérarchies ordonnées, par exemple des niveaux les plus bas aux niveaux les plus hauts. Ainsi, on peut passer d'une échelle microscopique à une échelle macroscopique en passant par une échelle mésoscopique, que nous détaillons ci-dessous. Chacune permet une analyse du tissu urbain originale.

L'**échelle microscopique** est celle du bâtiment (photo I.1). À ce niveau, on s'intéresse au bâtiment d'habitation et à ses équipements. Il est possible de mener une analyse typo-morphologique : typologie et taille des cours internes d'îlots, type et épaisseur de la façade, type de toits, présence ou absence de parkings en sous-sol, mais aussi hauteur,

occupation rez-de-chaussée, classement de l'immeuble, destination de l'immeuble, analyse des occupants, année de construction, état de conservation. La relation entre l'espace public et privé, ainsi que la fonction des espaces intermédiaire peuvent y être également abordés.

L'**échelle mésoscopique** est celle du quartier (fig. I.2 à I.5). Entre les échelles microscopique et mésoscopique, on peut évidemment situer toutes les unités signifiantes du quartier, du point de vue fonctionnel aussi bien que symbolique.

À ce niveau, les différentes échelles du végétal (parc, square, alignements, etc.) apparaissent bien, ainsi que la place pouvant être prise par les usagers et leurs pratiques. Des données quantitatives concernant les surfaces bâties, et les surfaces vertes, les distances entre les bâtiments, ou encore le nombre de logements par îlot peuvent y être recueillies.



Photo I.1 Un îlot (échelle micro)

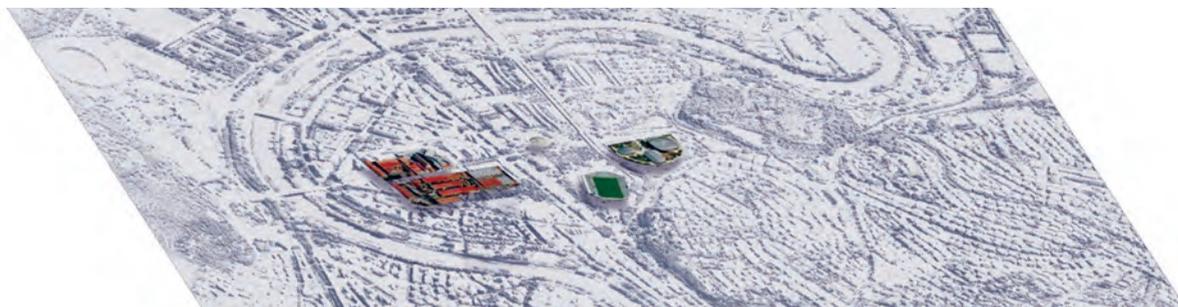


Fig 1.2 Les bâtiments remarquables du quartier Flaminio (échelle méso)
Élaboration graphique : R. Sinopoli



Fig 1.3 Les bâtiments résidentiels, les écoles et les édifices religieux (échelle méso)
Élaboration graphique : R. Sinopoli



Fig 1.4 Les espaces verts, le fleuve et les équipements sportifs le long du Tibre (échelle méso)
Élaboration graphique : R. Sinopoli

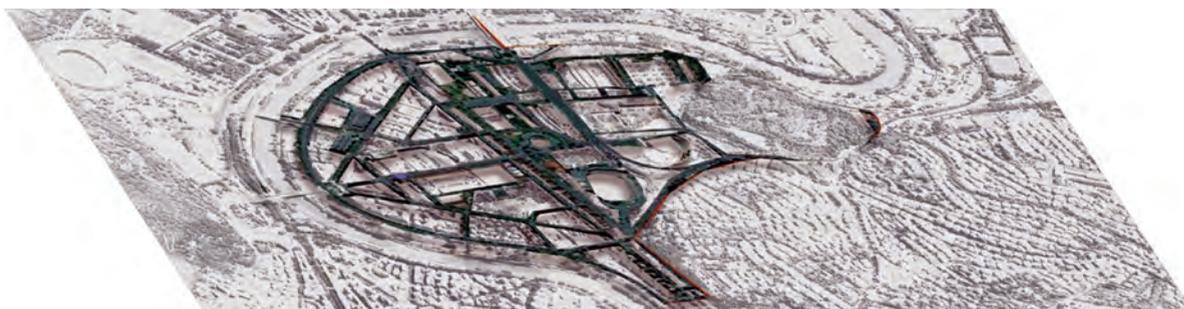


Fig 1.5 Les nœuds de la mobilité et la voirie, avec les rues, les places, les parkings (échelle méso)
Élaboration graphique : R. Sinopoli

Par ailleurs, il est possible de lister les fonctions des édifices, que ces derniers soient résidentiels ou mixtes (résidentiel, commercial, bureaux, etc.), mais aussi de déterminer les fonctions du rez-de-chaussée; ou encore d'analyser le rapport façade/rue et la perméabilité entre les îlots.

L'**échelle macroscopique** est celle de la zone urbanisée, avec la ville et ses environs (fig. 1.6) . Entre les échelles mésoscopique et macroscopique, on peut situer évidemment tous les sous-systèmes signifiants de la ville, du point de vue fonctionnel aussi bien que symbolique.

L'**échelle super macroscopique** est celle des réseaux entre les villes, aussi bien sur le plan territorial que sur le plan institutionnel. Dans notre exemple, cette échelle comprend les réseaux que Rome, en tant que capitale de l'État italien, entretient avec les autres villes italiennes, aussi bien qu'avec les autres capitales, sur les plans

économique et culturel, ou concernant certaines affinités typologiques.

L'**échelle hyper macroscopique** est celle de l'extension de ces réseaux sur les plans continental aussi bien que global.

À l'aide de ces échelles, on suit aisément les modalités du fonctionnement des villes dans des espaces et des temps concrets, modalités qui sont fondées sur de multiples processus de choix et de décision, dans une interconnexion intime avec les modalités d'interaction entre les individus et leurs activités.

1.1.3 Le point de vue thermodynamique

L'amélioration du bilan énergétique du quartier dans la ville, les évolutions locale et globale de la ville, et le rôle que le quartier Flaminio joue et pourra jouer dans le

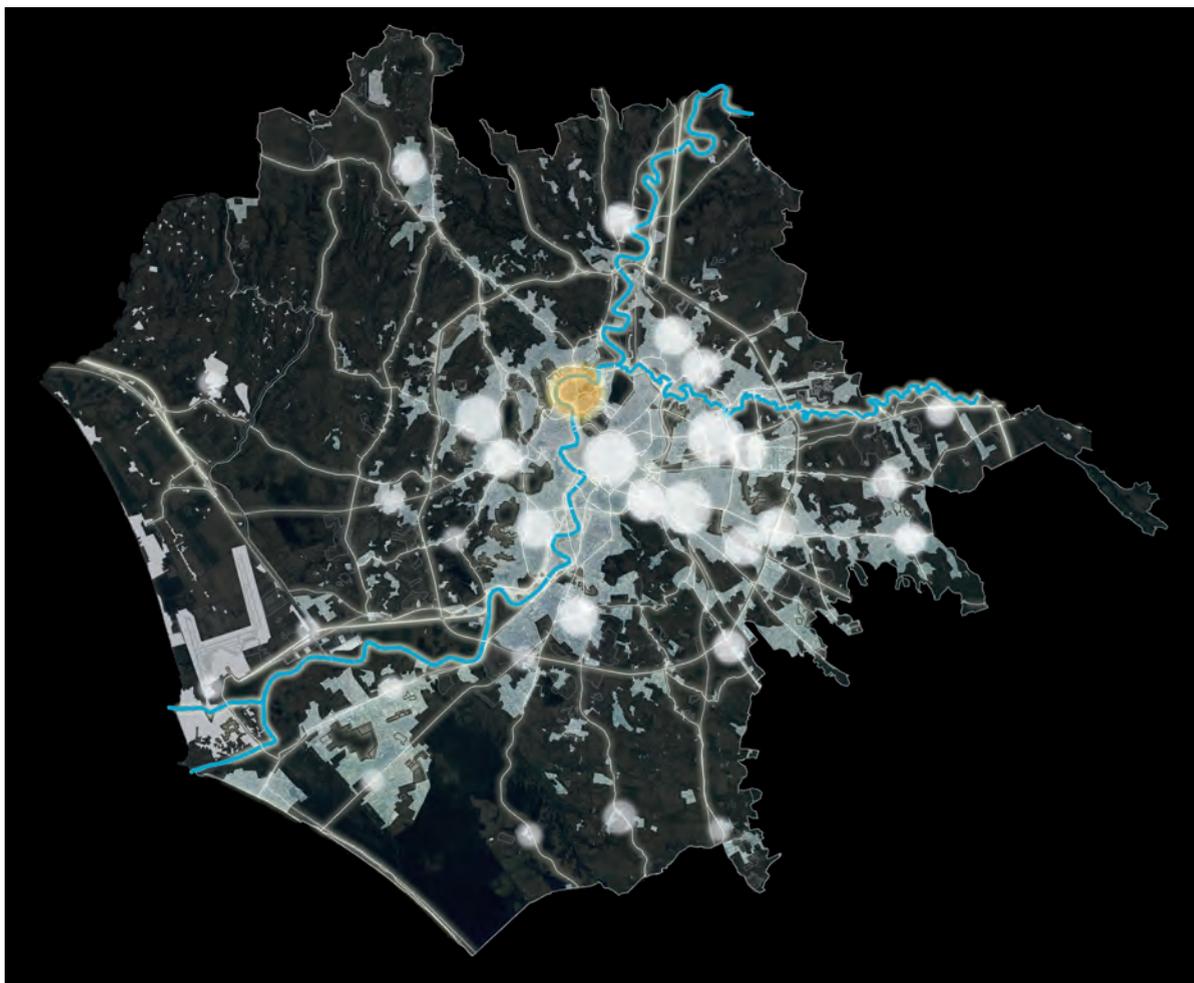


Fig 1.6 La ville de Rome et son territoire ouvert (échelle macroscopique)

Élaboration graphique : M. Manigrasso

fonctionnement global de Rome sont des points qui peuvent être abordés d'un point de vue thermodynamique (fig. 1.7 et 1.8).

En particulier, les observations d'ordres méthodologique et épistémologique sont importantes pour préciser les spécificités que le quartier Flaminio joue sur le plan global de la

ville de Rome en tant que zone de connexion et de superposition de flux et de réseaux dans les différentes zones de Rome. On aura aussi pour tâche de préciser comment ce travail concernant les spécificités identitaires du quartier Flaminio peut aider **l'évolution des moyens de transport public** dans le quartier et dans la ville de Rome.

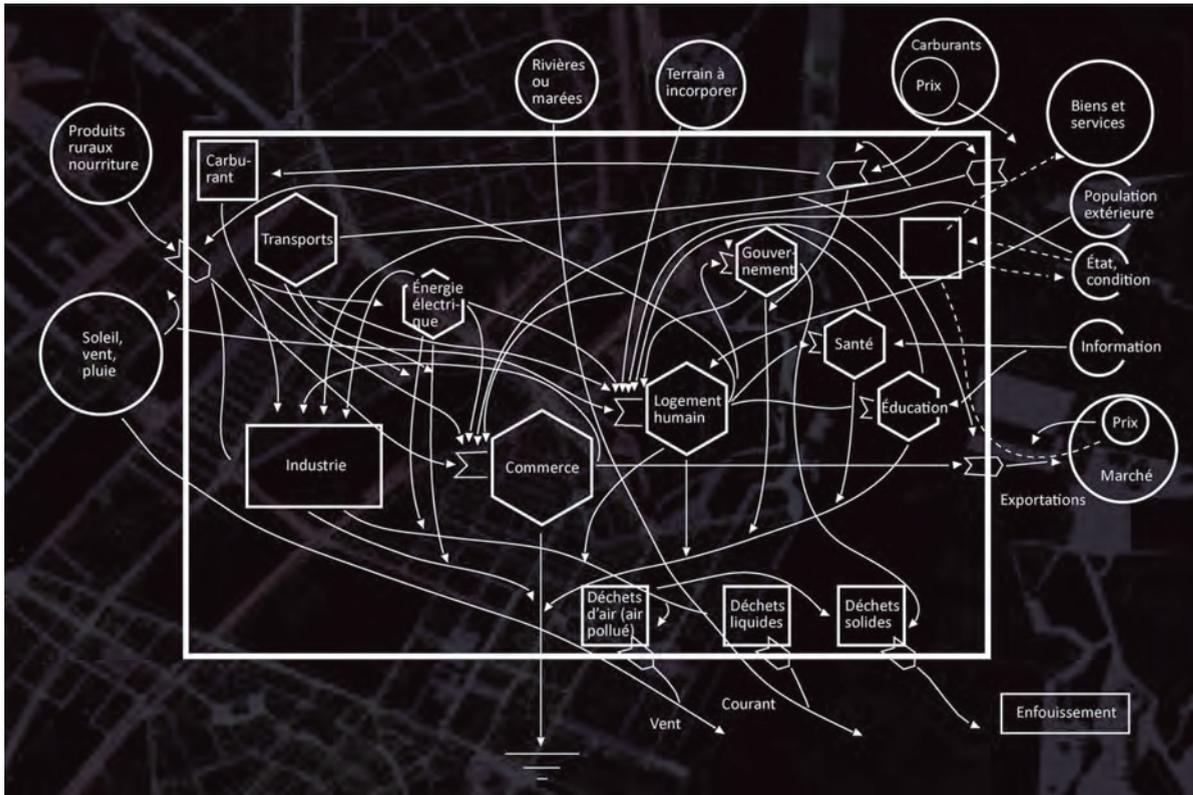


Fig 1.7 Flux émergétiques* d'un système urbain

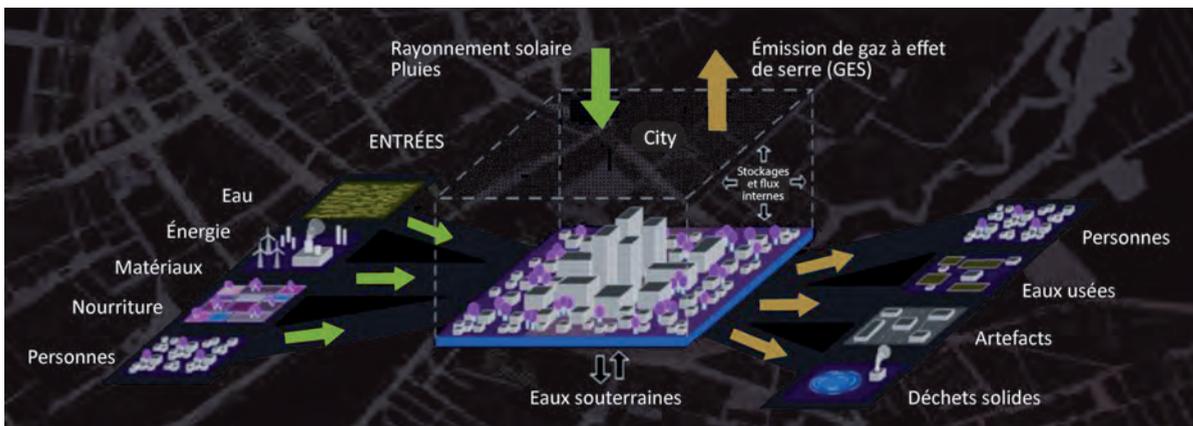


Fig 1.8 Métabolisme urbain

I.2 UN QUARTIER AU CŒUR D'UNE PROGRAMMATION STRATÉGIQUE²

I.2.1 Le plan régulateur général (PRG) de Rome

L'une des questions les plus importantes qui se sont posées lors de l'élaboration du programme de recherche a été l'identification d'un contexte dans lequel effectuer les analyses concernant la **transition énergétique**.

L'objectif de la recherche imposait deux critères principaux de sélection : le premier relatif à la **consommation énergétique** à l'échelle du contexte, et donc, une motivation de type « thématique » ; le second relatif à la possibilité réelle de réaliser des actions en mesure de consentir la transition, c'est-à-dire un ensemble d'actions permettant de **réduire, graduellement mais durablement, le caractère « énergivore » de portions de la ville**.

Le premier critère imposait de collecter des informations difficiles à obtenir de manière préventive, permettant de calibrer le programme de recherche. Il était donc nécessaire de recueillir une information *proxy* (« intermédiaire ») des données énergétiques en mesure d'orienter le choix dans une optique de tentative, à confirmer ensuite à travers une analyse plus détaillée des données. On a estimé que la présence importante de **grands équipements urbains** pouvait dans une certaine mesure satisfaire cette première nécessité.

Le second critère imposait un choix substantiellement lié aux mécanismes de gouvernement urbain, en mesure de garantir un processus décisionnel réaliste permettant de gouverner des choix qui ont un caractère stratégique et *top-down*. Une première possibilité de réponse à ce critère était de lier ce choix à des caractères purement administratifs

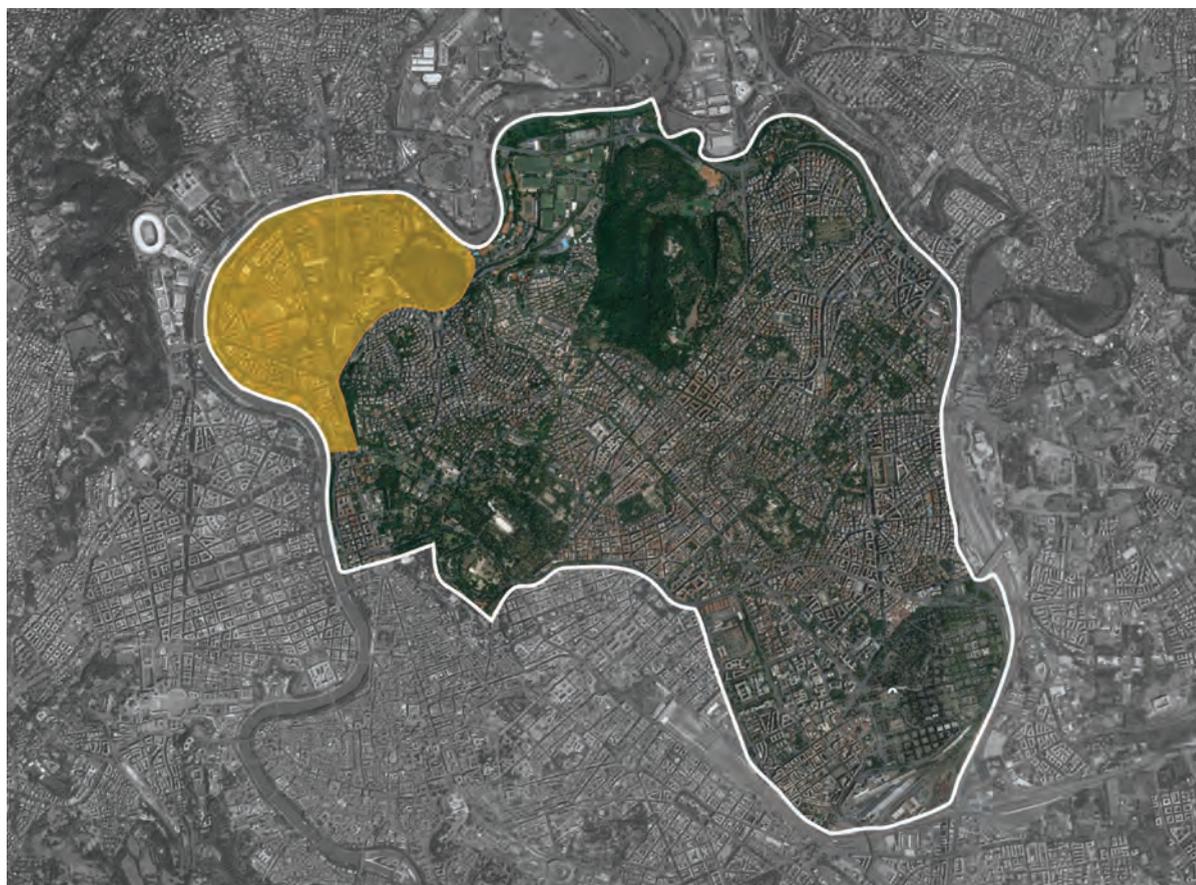


Fig. I.9 La ligne blanche délimite le 2^e arrondissement et la zone jaune le quartier Flaminio
Élaboration graphique : M. Manigrasso

(les organes de gouvernement à l'échelle sous-communale, les mairies), ce qui aurait garanti « administrativement » le gouvernement des actions utiles aux fins de la transition énergétique. Toutefois, en dépit de la congruence apparente de ce choix, il existait un autre type de caractéristique de ce critère au moins aussi important : la nécessité que le périmètre du contexte de l'étude soit lié à des **secteurs opérationnels déjà définis dans les outils de gouvernement du territoire urbain**, dont la signification assume une valeur stratégique assurément plus importante et cohérente avec celle de la transition énergétique visée. C'est le moment de rappeler brièvement le rôle du quartier Flaminio dans la pyramide interscalaire de la planification urbaine de la ville de Rome.

Le quartier Flaminio (fig. 1.9), sélectionné pour développer notre analyse à l'échelle urbaine, participe à différents niveaux de planification et de programmation de la ville de Rome et est investi d'un processus décisionnel caractérisé par un fort contenu stratégique. Depuis 2003, l'année de l'adoption du nouveau **plan régulateur général de Rome**, les pratiques décisionnelles de l'administration communale se caractérisent par le souci d'effectuer des choix partagés et pouvant être réalisés selon le principe de la subsidiarité, à travers une mise en œuvre par niveaux intégrés. Le processus d'innovation méthodologique et disciplinaire à la base du nouveau PRG se base sur la définition des objectifs stratégiques du nouveau plan urbanistique, établis dans des décisions de planification générale, et se poursuit à travers toute une **série d'actes de planification** mis en œuvre en conséquence.

En d'autres termes, le nouveau plan détermine « les grands invariants », qui, dans la discipline urbanistique, assument un caractère structurel, sur lesquels est organisée la **transformation urbaine** (échelle macro) ; c'est autour d'elles que sont définies les politiques **diffuses de requalification des tissus urbains**. Pour ces **portions de ville** (échelle méso), le plan, par le biais d'actes de planification de détail, définit les règles et les procédures sous la forme d'indications spécifiques avec un contenu fortement opérationnel, qui ont pour rôle d'orienter également les **interventions ponctuelles** (échelle micro). Le nouveau plan abandonne donc la traditionnelle « planification par zones homogènes » en articulant la ville en tissus et centralités. C'est en fonction de ces derniers, définis selon une logique fonctionnelle et non administrative (arrondissements) que sont établies les **ressources territoriales disponibles** (équipements et fonctions importantes, installations et services collectifs, espaces construits typologiquement homogènes, systèmes de naturalité*, etc.) et les **objectifs** à atteindre selon une approche interscalaire.

1.2.2 Les niveaux de planification

Le PRG de 2008 fait du cadre complexe de programmation stratégique/projet urbain l'un des principaux parcours pour la spécification de ses prévisions. Les indications stratégiques du nouveau PRG pour le quartier Flaminio sont contenues principalement dans trois documents de planification spécifiques, qui identifient les thèmes et les problématiques environnementaux et urbains situés le long de l'axe principal nord-sud de la ville.

Cette approche sur trois niveaux prend forme dans trois documents de planification spécifiques.

Au **niveau macroscopique**, on trouve le **cadre de programmation stratégique Flaminio-Forums impériaux-EUR**. Les cadres de programmation stratégique sont contenus dans les informations indicatives. Ils ont une valeur programmatrice et comprennent le matériel finalisé aux projets urbains et constructifs en application du PRG. La figure 1.10 reproduit synthétiquement en orange le projet unitaire Flaminio-Forums impériaux-EUR, tandis qu'en vert sont indiquées les transversalités « vertes », qui sont toujours liées au Tibre

Le parcours Flaminio-Forums impériaux-EUR est marqué par quatre interventions urbaines parmi les plus importantes réalisées au XX^e siècle : le Forum Italique, la zone archéologique centrale, la rue Christophe Colomb et l'EUR. Elles furent très importantes pour la reconnaissance de l'identité moderne de Rome en tant que capitale. Plus récemment, de nouvelles « centralités urbaines », ainsi définies dans le PRG, y ont été ajoutées : l'auditorium de Renzo Piano, le musée d'architecture du Flaminio MAXXI, les fouilles archéologiques des Forums impériaux, l'hôtel et le centre d'affaires sur la rue Christophe Colomb, ainsi que le centre de congrès de Fuksas à l'EUR.

Au **niveau mésoscopique**, on trouve le **projet urbain Flaminio-Forum Italique**. L'article 16 des normes techniques d'actuation (liées au PRG) indique que : « Le projet urbain est une procédure finalisée à la définition des projets prévus dans le PRG, en rapport avec les parties de la ville intéressées directement ou indirectement par des interventions urbaines importantes ; cette procédure permet, en confrontant également des solutions alternatives, le contrôle de la durabilité urbanistique, environnementale, économique et sociale des initiatives proposées, qui doivent assurer des standards élevés de qualité urbaine, environnementale et de participation démocratique. 2. La procédure du projet urbain est obligatoire pour la définition des interventions dans les centralités métropolitaines et urbaines ; cette procédure peut également être utilisée pour les cadres de valorisation de la ville historique, ainsi que pour les finalités citées dans l'art. 12, alinéa 7 ».

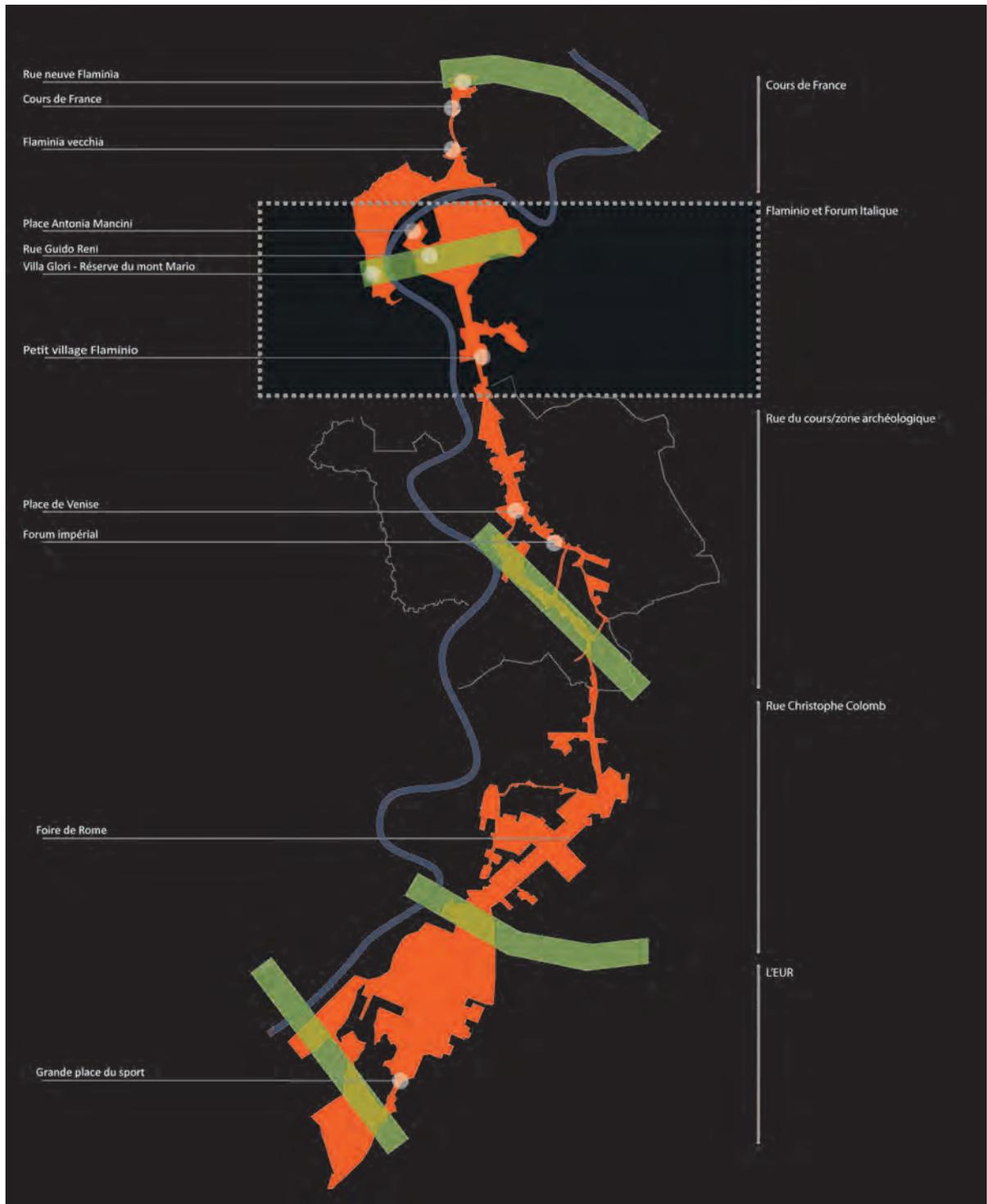


Fig. I.10 Programmation stratégique Flaminio-Forums impériaux-EUR
 Élaboration graphique : M. Manigrasso

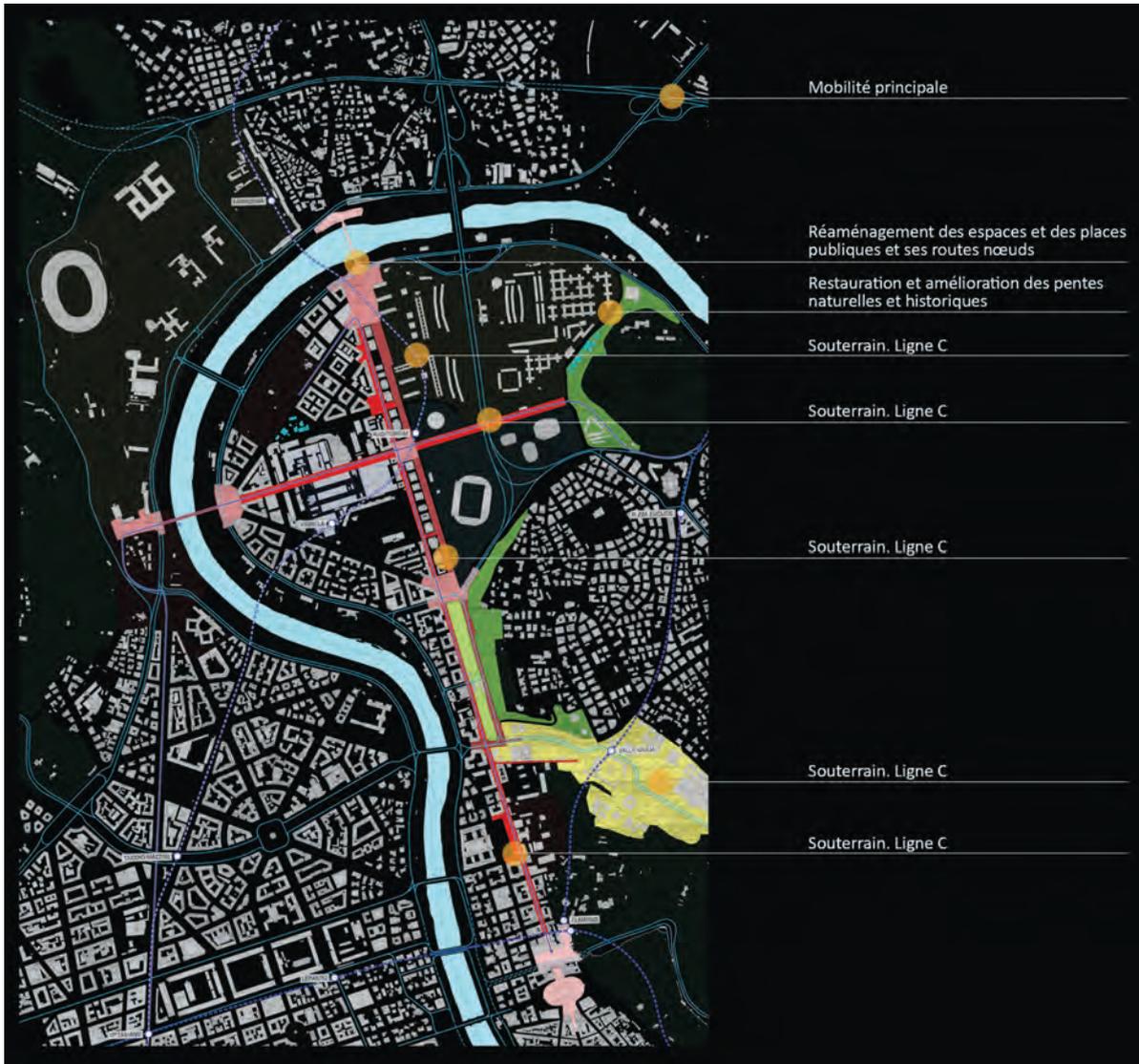


Fig. I.11 Projet urbain Flaminio–Forum Italique

Élaboration graphique : M. Manigrasso

Les contenus du projet urbain sont définis dans l'article 15, alinéa 10 des normes techniques d'actuation (NTA).

Au **niveau microscopique** (comme cadre de référence pour chacune des interventions constructives et infrastructurelles), on trouve les **Progetti-Norma** (comme les ZAC en France), qui affrontent dans le détail les problématiques particulières des systèmes unitaires (portions de municipalités), en fournissant des solutions, des orientations de transformation et d'organisation, ainsi que des règlements visant spécifiquement à gérer tant les travaux à caractère conservatif que les véritables travaux de restructuration.

Les « **systèmes urbains unitaires** » (fig. I.12) compris dans le périmètre du Projet urbain Flaminio à soumettre au Progetto-Norma sont les suivants :

- axe historique place du Peuple-pont Milvius ;
- axe Monte Mario–villa Glori ;
- secteur du Village olympique ;
- secteur de la place Mancini ;
- secteur du Forum Italicum–ministère des Affaires étrangères ;
- Petit Village Flaminio ;
- vallée Giulia ;
- zones naturelles ;
- bords et rives du Tibre.

C'est donc en suivant ce parcours décisionnel intégré et interscalaire qu'il a été possible d'adhérer au second critère pour la sélection du contexte de l'étude.

Pour résumer, les critères de sélection de l'aire du projet sont :

- l'identification d'un contexte vraisemblablement énergivore ;
- l'identification d'un cadre, articulé en portions homogènes que sont les systèmes unitaires, pour lequel il est possible d'élaborer des lignes directrices d'intervention, finalisées à accélérer la transition énergétique, à appliquer à l'échelle micro.

À ces considérations principales s'ajoutent celles liées au caractère morphologique : typologies des bâtiments présents dans le quartier (un vaste éventail, également d'un point de vue constructif), périmètre naturel fourni par l'anse du Tibre, présence de vastes espaces urbains enclavés dans le tissu urbain. Auxquelles s'ajoute, enfin, le rôle de *hub* de la mobilité publique (la place Mancini est le terminus de nombreux moyens de transport publics) et privée (l'aire prise en considération représente le débouché naturel de la mobilité nord-sud, à travers la rue Flaminia et la rue Cassia, vers le centre-ville et vers le quartier Prati, avec une forte concentration d'activités du secteur tertiaire) (fig. 1.11).

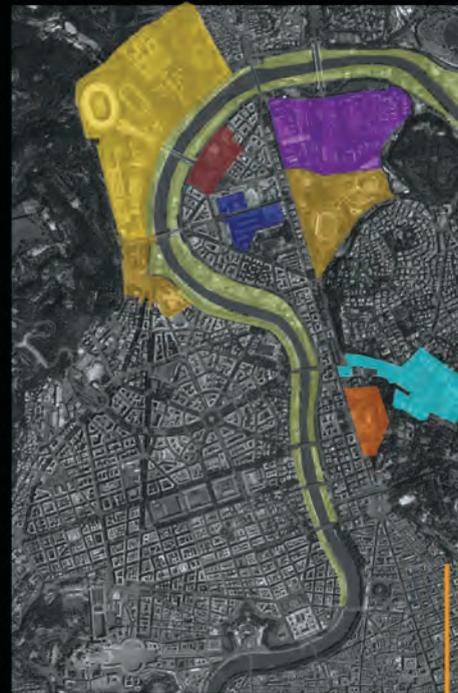
NOTES

1 Tous les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire.

2 Valter Fabietti a contribué à la rédaction de cette section.



Systèmes urbains unitaires



Objectifs et stratégies

- Forum Italique
- Directrice Mont Mario-Villa Glori
- Axe historique Place du Peuple-Pont Milvius
- Rives et berges du Tibre
- Farnesina Ministère des Affaires étrangères
- Pentes et marges naturalistes
- Village Olympique
- Place Mancini
- Petit Village Flaminio
- Vallée Giulia

- Auditorium-Parc de la musique. Amélioration des espaces ouverts avec l'introduction de fonctions de divertissement.
- Casernes de rue Guido Reni. Nouvelle définition de la typologie fonctionnelle et morphologique de l'équipement existant.
- Village Olympique. Récupération du complexe avec réaménagement des espaces ouverts et les services publics locaux.
- Forum Italique. Amélioration et introduction de fonctions compatibles.
- Vallée Giulia. Récupération et régénération de Vallée Giulia pour améliorer la 'valle dei musei'.
- Petit village Flaminio. Réaménagement et réutilisation de l'existant; amélioration des espaces ouverts ; introduction de nouvelles fonctions collectives.
- Place Mancini. redéfinition des fonctions et de la morphologie de la place, charnière urbaine entre le Forum Italique et rue Guido Reni.
- Rives et berges du Tibre. Réaménagement des rives du Tibre pour le jeu et pour le sport.

Fig. 1.12 Systèmes urbains unitaires – périmètres et objectifs
Élaboration graphique : M. Manigrasso

7 L'énergie et l'existant : une expérimentation de design social et environnemental dans le site

7.1 CONTEXTE

7.1.1 La figure de l'habitant

Dans le cadre de la recherche, nous avons eu l'occasion de développer un programme d'**expérimentation pédagogique** à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris La Villette (ENSAPLV). Il s'agissait de profiter des acquis de recherche pour créer une connexion avec la pédagogie, et un travail sur une partie du 5^e arrondissement. L'hypothèse émise était que la ville est composée par ses habitants, ses usagers, ses bâtiments, ses voies de circulation, ses espaces ouverts, qu'ils soient naturels ou artificiels, ainsi que sa relation au ciel et à son sous-sol. En bref, que l'énergie est une expression du vivant, mais aussi de tout l'existant et de sa capacité à créer des synergies.

Lorsqu'on cherche à sortir des logiques purement formelles, on s'engage dans un échange avec les praticiens qui peut être très riche, mais très risqué, car il est presque impossible de mesurer les effets d'une démarche immatérielle sur le cadre bâti. Nous avons tenté cette expérimentation en partant de deux notions qui s'entrecroisaient : **design social** et **design environnemental**. Il s'agissait d'un premier transfert de connaissances de la recherche au terrain. Le résultat nous permet d'établir des figures urbaines, davantage que des solutions de projet, qui peuvent être engagées comme piste d'exploration pour la « fabrique de la ville sobre ».

Nous insistons ici sur notre inscription dans une logique d'écologie urbaine, dont le facteur central à reconsidérer est l'« influence des logiques culturelles », trop souvent écartées, face à des manières technologiques de résoudre les problèmes environnementaux. Ces logiques culturelles se matérialisent entre autres par des comportements, des éléments matériels de patrimoine, ou encore le partage des espaces publics, qui sont des éléments factuels souvent regardés comme des « éléments mineurs », et surtout, dont on néglige les interactions.

À côté des savoirs technique et technocratique, il importe donc de positionner la **figure de « l'habitant »**, de l'individu, qui construit par touches, de manière

partielle, imparfaite, un savoir. En observant et analysant ces **comportements**, on peut déduire certains changements du mode de vie actuel, et tenter de les interroger pour savoir comment on voudra vivre l'en-commun dans le projet à venir.

7.1.2 Invention d'une nouvelle figure urbaine

L'échange des cultures matérielle et immatérielle au profit d'une société dynamique et évolutive a permis l'émergence d'un intérêt pour les thèmes holistiques*, qui embrassent l'énergie comme une forme globale, mais cet échange a aussi déterminé une certaine **standardisation dans les modes de vie**, dont le reflet sont l'espace architectural et le paysage urbain. Ceci a engendré une « perte » de valeur socioculturelle, et, par conséquent, d'identité territoriale. Notre hypothèse est que la société technologique, numérique, et, peut-être, virtuelle, peut s'adapter aux besoins d'une société qui a son propre système de langages culturel, social, patrimonial, économique et environnemental, à la condition d'identifier son propre territoire.

Dans l'aménagement des espaces extérieurs de la ville, un des enjeux majeurs nous a semblé être la possibilité non seulement de retrouver sa « bulle », au sens de l'anthropologue Edward Twitchell Hall (1971)¹, mais aussi son espace personnel, au sens de Sommer (2003)², c'est-à-dire les prolongements physique et psychologique de son corps sur son territoire. De ce fait, une innovation et un développement de l'identité territoriale s'imposent à travers les langages social, culturel, économique, politique et environnemental, en vue de l'**invention d'une nouvelle figure urbaine**.

7.1.3 Design social et rôle du designer

Le design social est une stratégie de conception permettant de concevoir non seulement des objets, des images et des espaces, mais aussi d'accompagner des pratiques, des services, des comportements et des attitudes. Ce n'est qu'à travers un **système de conception** qui s'appuie sur les langages matériel, immatériel et mental, que le designer peut réussir la conception d'un espace, d'un logement, ou d'un

territoire en cohérence avec les environnements social, culturel, économique et technologique.

Le design social aide à **réduire l'écart entre le designer et l'occupant du territoire**, à humaniser le système des logements et l'environnement, et, par conséquent, de valoriser le territoire, souligner ses héritages, mais aussi encourager les nouvelles manières de vivre l'espace. Cette alliance permet d'instaurer, à travers le design global, un développement local. Pour faire du design social un levier de comportements sobres, il est nécessaire d'inventer un langage créatif et compréhensible, où l'existant ne se heurte pas aux innovations. De cette manière, la technologie proposée n'est plus vue comme une ingénierie, mais comme un véritable éco-design.

7.2 MÉTHODE D'OBSERVATION

7.2.1 Changement de point de vue et objectifs de l'étude

La prise de conscience des problèmes énergétiques a conduit à la création de nombreuses dispositions incitant à la sobriété. À l'échelle du bâtiment notamment, les dispositifs normatifs ont donné lieu à des inventions ou innovations technologiques qui permettent de « prendre la mesure » de la consommation, et de la réduire.

Des études comportementales appliquées **au logement** ont permis de constater l'existence d'une relation entre la modification physique des lieux et les changements de comportement. Par exemple, l'amélioration thermique des bâtiments et les effets ressentis induisent un changement de comportement sur les consommations.

Lorsqu'il est question de la ville, cette piste du design social nous encourage à partir de l'échelle urbaine pour chercher à visualiser « l'équilibre thermodynamique urbain ». Souvent, à l'échelle de la ville et du territoire, le problème énergétique est abordé par le macro (exploitation des carburants, impact de la mobilité automobile, déchets radioactifs, sols pollués, etc.), en soulignant l'impact de ces éléments artificiels sur la biosphère. Le laboratoire urbain est donc regardé à travers cette **lunette macro**, qui paraît **difficilement conciliable avec l'action individuelle**, celle de chaque habitant. Le contexte d'une recherche, moins contrainte par le temps qu'une étude professionnelle, nous a permis, d'une part, de tenter d'observer si et comment on pouvait « emboîter » les projets d'échelle différents, et, d'autre part, de démarrer les hypothèses de projet non pas à partir du « construit », mais en observant les espaces urbains ouverts pour imaginer leurs potentialités de projet. Nous avons donc choisi d'approfondir l'étude des « espaces du vivant » pour indiquer les espaces ouverts, publics ou

privés, où l'énergie se manifeste tant par la **force du naturel** (éléments végétaux, gestion des eaux, biodiversité) que par celle **dépensée par les êtres qui habitent ou traversent ces espaces**.

L'hypothèse que nous avons abordée est qu'à la **micro-échelle des espaces du vivant de la ville** se joue la même relation entre, d'une part, des formes architecturales et urbaines, et, d'autre part, les signes qui peuvent inciter à des comportements autres.

Le travail à l'ENSAPLV intitulé « Énergie 0-transitions énergétiques »³ a été marqué par la présentation de la manière dont le **vivant**, de la photosynthèse à la décomposition organique, contribue aux **cycles sobres de l'énergie**, et comment les comportements des individus sensibilisés à cette approche encouragent ce dispositif cyclique. Cette entrée est accompagnée par la réflexion sur les **îlots de chaleur urbains**⁴, et, dans le versant plus social, par la psychologie environnementale appliquée au milieu urbain pour mesurer les **impacts des aménagements sur les comportements durables**⁵, et afin d'obtenir une relation directe avec l'aménagement, par une explication de la manière dont un acteur public opère en matière de design environnemental pour contribuer à de **nouvelles pratiques**.

7.2.2 Identification des acteurs de l'énergie

Le dispositif a été fondé sur une première phase de repérage et d'analyse des éléments physiques identifiables comme des « acteurs » de l'énergie :

- caractères constitutifs des sites ;
- approfondissement sur un secteur, avec une **lecture fine des éléments morpho-typologiques** ;
- éléments de nature (fleuve, canal, bois, etc.) ;
- **espaces vides** (friches, etc.) ;
- systèmes de **gestion des eaux** ;
- dispositifs végétaux ou d'aménagement qui encouragent des **mobilités douces** ;
- dispositifs naturels ou d'aménagement qui contribuent à la **biodiversité** ;
- dispositifs incitatifs de pratiques de type **compostage** ;
- pratiques de sensibilisation sur l'**agriculture urbaine** ;
- présence de luminaires et bornes d'**information interactives** ;
- possibilité de **créer de l'énergie et l'utiliser dans les réseaux** (cogénération) ;
- comportements induits par certains aménagements en matière de **transport** ;
- espaces possibles de **rencontre** et de **partage de connaissances**.

7.2.3 Exemple d'analyse et croisement avec la fiche QGIS

Dans cette phase, nous étions en interaction entre la recherche conduite au sein de l'équipe et l'expérimentation pédagogique de projet. Ainsi, les chercheurs ont commencé à enrichir les informations existantes sur les bases de données de l'Apur, en imaginant les critères qui manquaient pour pouvoir observer les impacts climatiques de certains choix urbains. Par exemple, l'importance des matériaux n'était pas prise en compte, ni les modénatures et les autres éléments qui créent du relief (et du coup de l'ombre portée) sur les bâtiments. Cette réflexion a été également portée sur les espaces ouverts, qui sont – à tort – souvent entendus comme des espaces vides. Ainsi, il fallait inclure les objets mobiliers présents, mais aussi les présences végétales, celles faisant partie du projet, mais aussi les formes spontanées. Pour chaque parcelle, a été créée une fiche qui synthétisait ces éléments. Les étudiants ont donc effectué une observation fine pour compléter ces éléments et – aussi – pour identifier des éléments qui n'étaient pas pris en compte.

La première étape a été le relevé des façades (fig. 7.1), avec une importance particulière accordée à la représentation des éléments végétaux, d'habitude absents dans les relevés d'espaces. En effet, ces éléments végétaux jouent un rôle

important non seulement dans la perception visuelle, mais aussi dans le ressenti des ambiances.

À partir de ce premier relevé, selon les emplacements, des fiches (fig. 7.2) ont été réalisées pour constituer un recensement capillaire des éléments qui composent l'espace urbain : matériaux artificiels (nature, etc.) ; éléments du végétal ; éléments mobiliers, etc.

L'imbrication urbaine ayant un impact climatique important, comme le montrent les études de l'îlot de chaleur urbain, la place Monge a été prise en compte dans sa totalité volumétrique urbaine, c'est-à-dire en regardant également les immeubles mitoyens, ou ceux qui l'entourent au-delà des voies la limitant (fig. 7.3). Pour avoir cette perception totale, d'autres fiches ont énuméré non seulement les matériaux de façade des immeubles, mais également les éléments architecturaux de façade, et ont précisé des éléments concernant la toiture, c'est-à-dire celle qu'on peut appeler la cinquième façade de la ville.

Une fois ces fiches réalisées, avec l'accompagnement d'un informaticien spécialiste de la cartographie, à partir de la base de données de l'Apur et d'une représentation cartographique, nous avons créé des « greffes » pour intégrer les éléments du recensement des matériaux. Ainsi, la carte s'est transformée en un « plan des potentialités de projet », car chaque fiche indique les éléments présents, et ceux qui pourraient être améliorés (fig. 7.4).

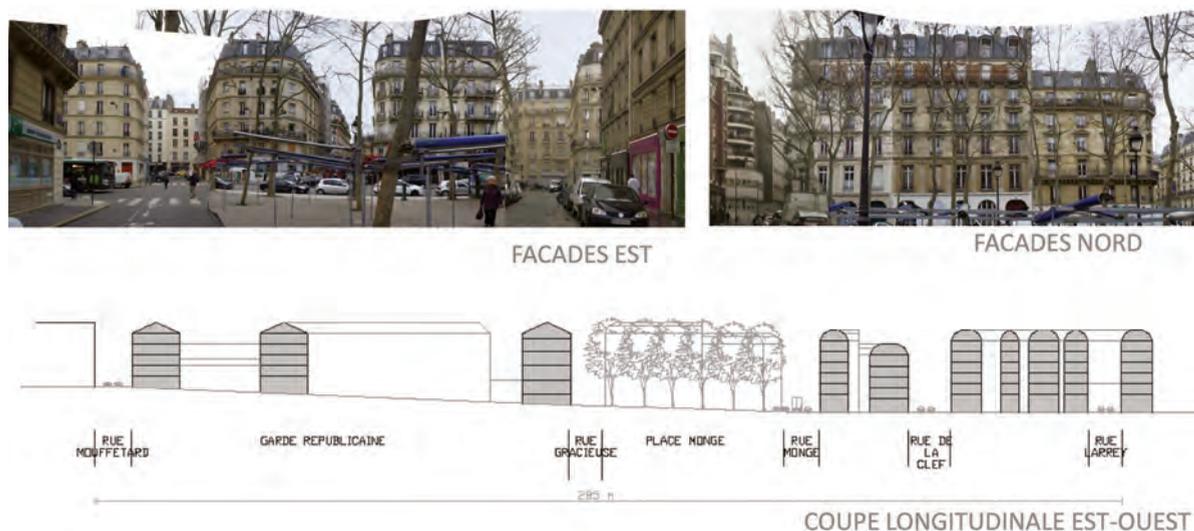


Fig. 7.1 Coupe sur la place Monge
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014

ESPACE PUBLIC							
Identification		Matériaux sol	Objets et Dispositifs	Végétaux	Stationnement	Pistes de vélos	Photos
Place Monge	Place	asphalte et ronds de granité autour de certains lampadaires et de la fontaine, pavés de verre près de la bouche de métro	fontaine centrale	Alignement d'arbustifs de 25m de haut. Grilles de protection.	Stationnement autour de la place	Piste de vélo autour de la place en sens inverse du fond de circulation	 Asphalte  Pavé de verre
			lampadaires sur pieds				
bornaires attachés aux façades							
2 cabines téléphoniques							
Borne de recyclage de verre							
2 Sorties de métro							
Boîte aux lettres							
Boîte à journaux							
Boîte d'alimentation en eau							
Coctail edf							
meublier du marché							
	Route	bitume					
Rue Monge	Route	bitume	Postelles, Abrisbus	Végétaux au pieds des immeubles	Stationnement près de la place et borne de taxi en face	Piste de vélo	 Granit  Dalle de granit
	Trottoir	dalles et pavé de granit					
Rue Dolomieu	Trottoir	asphalte	Vélos	Balcons fleuris	Stationnement moto	En sens inverse de la circulation	 Dalle de granit
	Route	bitume					
Rue Malus	Trottoir	asphalte	Postelles	Végétaux au pieds des immeubles	Des deux côtés de la rue	En sens inverse de la circulation	 Pavé de granit
	Route	bitume	Parcmètres				
Rue Larrey	Trottoir	asphalte puis pavé de granité	Parcmètres	Végétaux au pieds des immeubles	Des deux côtés de la rue	En sens inverse de la circulation	 Pavé de granit
	Route	bitume	Alignement vélos				
	Trottoir	asphalte	Boîte aux lettres				
Rue Lacépède	Route	bitume	luminaires attachés aux façades	Végétaux au pieds des immeubles			 Végétation
	Route	bitume					
Rue du Puits de l'Herminette	Trottoir	asphalte	luminaires attachés aux façades	Végétaux au pieds des immeubles	Des deux côtés puis d'un seul côté	En sens inverse de la circulation	
	Route	bitume	Parcmètres				
Rue de la Clef	Trottoir	asphalte	luminaires attachés aux façades	Végétaux au pieds des immeubles	Des deux côtés puis d'un seul côté	En sens inverse de la circulation	
	Route	bitume	Parcmètres				

Fig. 7.2 Fiche représentant les matériaux de la Place Monge

Identification plan	Observation du bâti									
	1	2 et 3	4	5 (Garde Républicaine)	6	7	8	9	10	
Époque	1850	fin 19e	début 20e	début 19e	début 19e	1950	1950	1950	1950	
Hauteur	6+6c	6+5c	6+5c	6+2	6+2	6+4+2c	6+5c	6+5c	6+5c	
Facade	facade haussmannienne typique. Colonnades autour des fenêtres. Balcons filants au 2e et 5e étages	6c et 4-1 accolés au 4-2 de l'immeuble haussmannien. Copie de 3	6c très haut	Soubassement boisage	Soubassement boisage	Balcons filants 6-4 et balcon 6-2	Balcons 6-2 et 6-5	Balcons filants en 6-2 et 6-5. Balcons en 6-3 et 6-4	Balcons filants en 6-2 et 6-5. Balcons en 6-3 et 6-4	
Matériaux	Pierre de taille	Pierre, brique au 6+5	Arrière en brique	Pierre de taille et tuile terre cuite	Pierre et tuile ardoise	Pierre, terre ardoise et zinc	Pierre et ardoise	Pierre et ardoise	Pierre et ardoise	
Type d'ouverture	Ouvertures hautes et régulières	Grandes fenêtres		Grandes fenêtres en pierre		Fenêtres hautes et régulières	Fenêtres hautes et régulières	Fenêtres hautes et régulières	Fenêtres hautes et régulières	
Toiture	Toiture en ardoise	Toiture en ardoise	Toiture en ardoise	Toiture en tuile	Ardoise	Toiture en zinc	Toiture ardoise	Toiture ardoise	Toiture ardoise	
Cave	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui			
Densité										
Orientation	Sud	Sud	Ouest	Ouest	Ouest	Sud	Sud	Est	Est	
Plat										
Pente	légère pente	légère pente	légère pente	mon						
Environnement direct	Place Monge, vue sur les platanes		en retrait par rapport à l'alignement	Place, square de la rue Orfila, rue Mouffeted	Place et passage privé qui donne sur rue Mouffeted	Place Monge	Place et Rue Monge	Place et Rue Monge	Place et Rue Monge	
Type	Haussmannien			Case classique à l'entresol	Neo-classique	Haussmannien	Haussmannien	Haussmannien	Haussmannien	
Plain pied	BNP Paribas en rdc	Pressing et banque au rdc	Restaurant en rdc			Laverie en rdc	Pharmacie en rdc	Quincaillerie et Bar/Tabac/juif	Banque et Bar/Tabac/ Café en rdc	
Filots et/ou porche				Porche qui donne sur la cour						
Végétaux	Pots fleuris au dernier étage						Lierre accroché au balcon entre fenêtre, pots fleuris,			



Fig. 7.3 Fiches réalisées sur les immeubles des rues adjacentes la place Monge

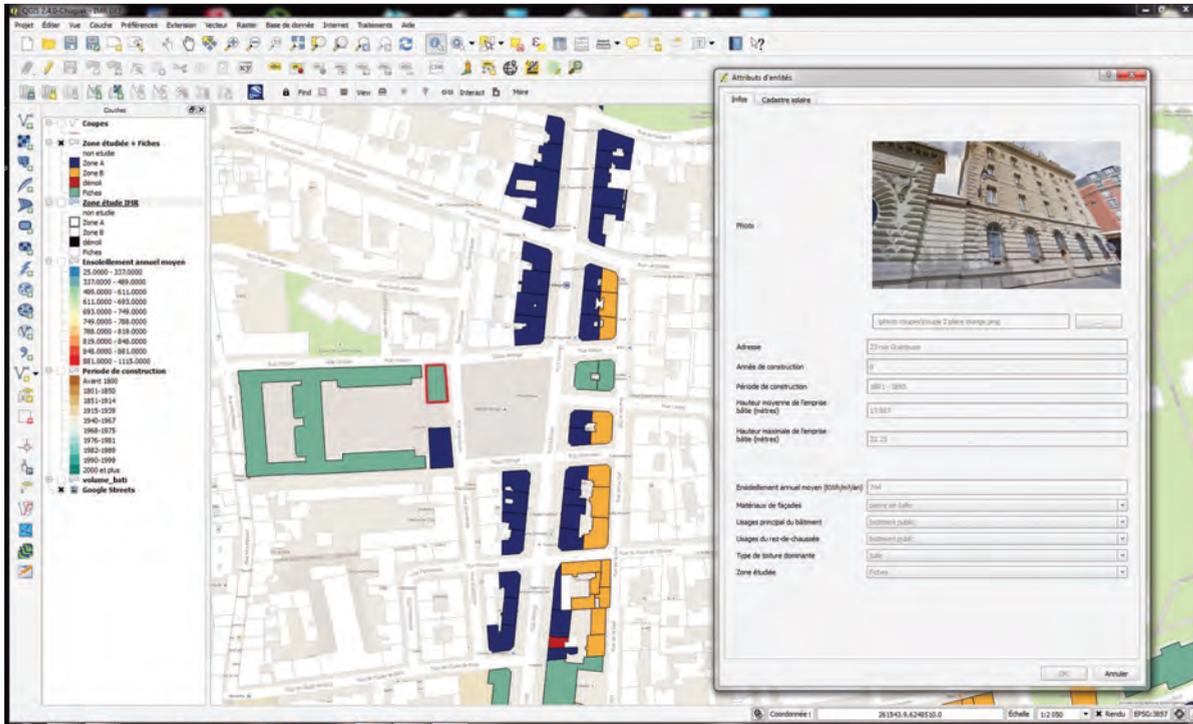


Fig. 7.4 Exemple d'une carte et d'une fenêtre pop-up portant les informations sur les matériaux et les caractéristiques des immeubles.

7.2.4 Définition des clefs d'entrée de chaque projet : dispositifs urbains, flux et rythmes

Ce travail de collecte des données et d'analyse a abouti à un repérage qui contribue à :

- porter un **regard sur la matière vivante**, pour souligner la relation entre les éléments naturels et la production d'énergie ;
- analyser quelques effets de **l'exploitation de l'énergie** dans les territoires et ses **impacts environnementaux** ;
- ouvrir la réflexion à **l'ingénierie de l'énergie** et son **impact sur les stratégies urbaines** ;
- souligner la place croissante des **dispositifs participatifs** dans la mise en œuvre des mesures de sobriété énergétique.

À partir de ce travail, les clés d'entrée de chaque projet ont été des travaux sur :

- les **dispositifs urbains** ;
- les **flux** ;
- les **rythmes**.

Il a été nécessaire d'avancer par « morceau urbain », en tentant à chaque fois de réunir un maximum de coprésences (bâti de diverses typologies ; usages multiples des édifices ; voiries de différente importance ; présence végétale structurée ou diffuse, etc.) pour superposer les différentes analyses

et parvenir à une « ambiance* d'ensemble » du secteur étudié. Le Jardin des Plantes, par exemple, est mis en évidence par sa végétalisation, et deux îlots haussmanniens montrent leur caractère « ouvert et végétal », non perceptible de l'extérieur (fig. 7.5). C'est l'occasion de souligner la transformation de ces cours d'immeubles, autrefois entièrement

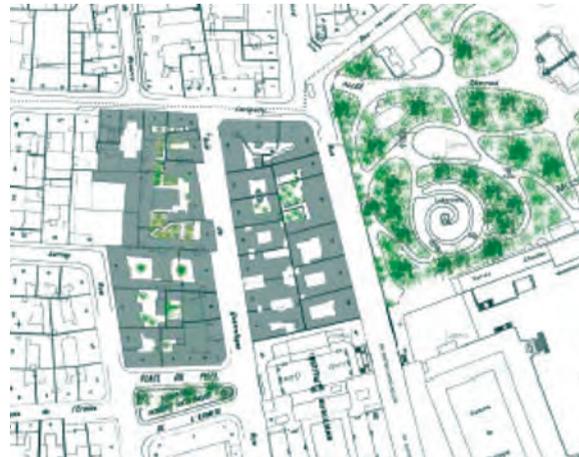


Fig. 7.5 Zones vertes : absence de végétation sur rue, sauf celle du Jardin des Plantes
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014



Photo 7.1 Réverbération du bruit de la rue sur le mur du Jardin des Plantes, et proposition de végétalisation le long de la rue Geoffroy-Saint-Hilaire

Les effets attendus par cette intervention ne sont pas seulement techniques, mais aussi incitatifs, afin de se réappropriation des axes de circulation trop bruyants, et les investir avec des mobilités douces ou d'autres possibilités d'usage collectif, notamment en proposant la diminution des parkings de stationnement sur voie publique. Ainsi, à partir des différentes figures urbaines, il est possible d'identifier des « **critères de projet** », qui peuvent être conservés pour l'expérimentation sur les coupes urbaines précises.

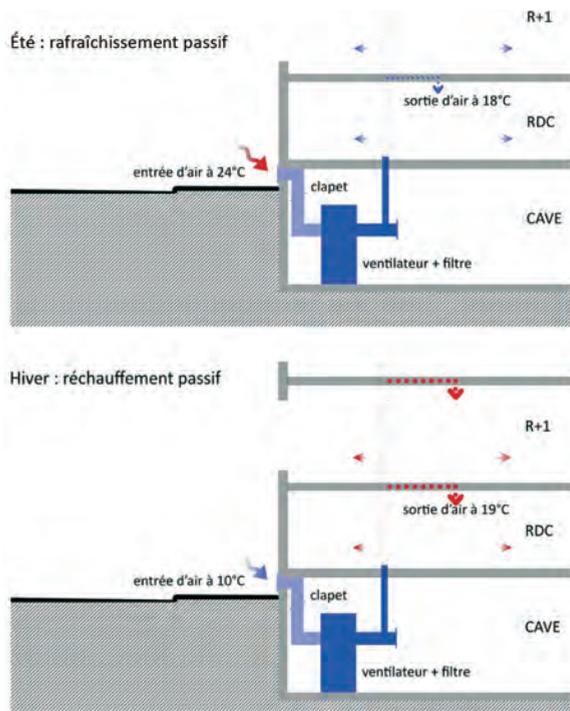


Fig. 7.8 Sous-sol : système de ventilation passive
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014

7.3 DISPOSITIFS URBAINS

7.3.1 Utilisation des caves et végétalisation des cours intérieures

Les nombreuses cours dans les immeubles peuvent servir à des usages alternatifs, comme celui de participer à l'utilisation des caves pour rafraîchir ou chauffer selon les saisons (fig. 7.8). Ce dispositif traditionnel de régulation thermique de l'immeuble pourrait davantage être utilisé ; en effet, la température des caves reste stationnaire, alors que les parties en surface subissent des variations importantes. Un travail d'observation a été conduit pour identifier la présence de caves et imaginer leur double rôle : le premier à l'échelle du bâtiment (ce qui a été développé dans les propositions de projet effectuées dans les travaux réalisés en 2015), et le second à l'échelle de l'îlot, en tentant de connecter ces éléments à l'urbanisme souterrain des réseaux existants, par exemple.

La végétalisation des cours intérieures d'immeubles a constitué une autre proposition de dispositif urbain. En effet, elle contribue à diminuer les effets des îlots de chaleur (fig. 7.9). De plus, elle peut également améliorer les performances des sous-sols, car le végétal a un effet naturel d'atténuation de la chaleur.

Ces pistes sont aussi approfondies par d'autres projets, qui abordent un collectif appartenant à un seul opérateur social.

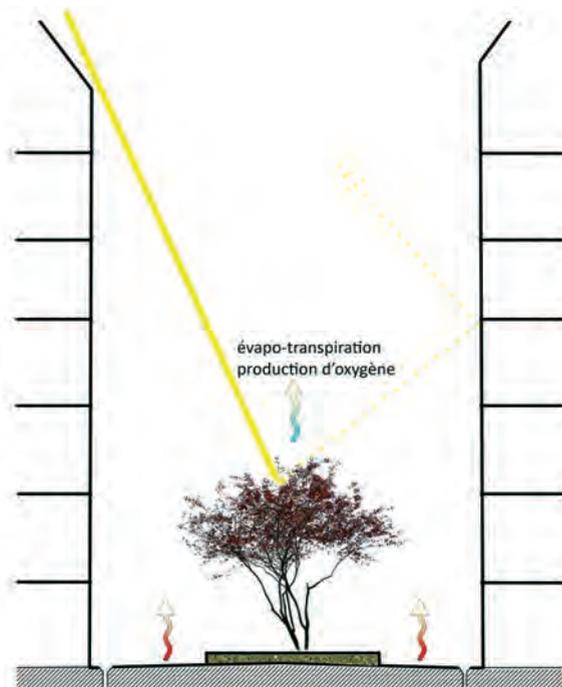
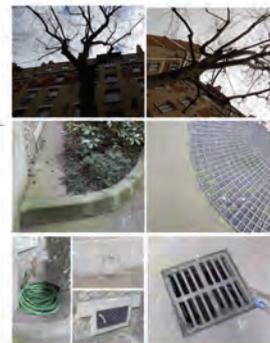


Fig. 7.9 Cour intérieure plantée : réduction de l'effet d'îlot de chaleur et évapo-transpiration
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014

Niveau haut	entrée	soubassement	au dessus du soubassement	niveau soubassement	niveau haut
brique	brique	enduit	Pierre	Pierre	brique
					



Et les arbres ...



et les dispositifs de végétation...

Emboîtement et végétation soignée. La nature reprend ses droits...

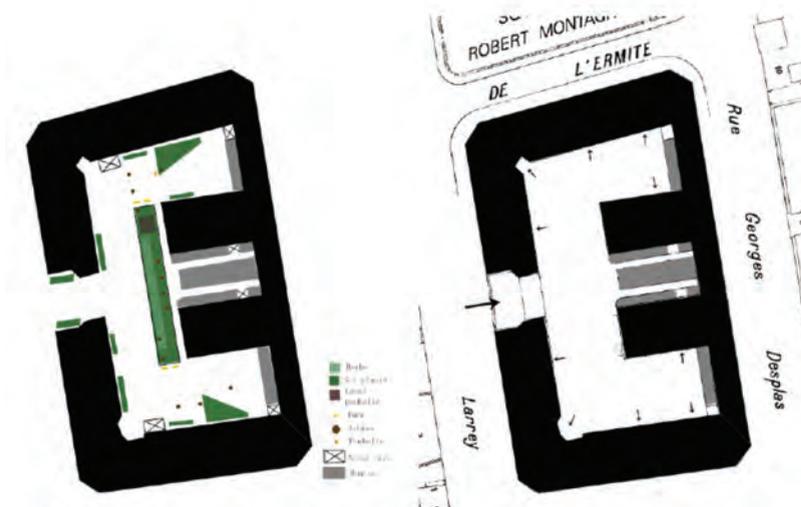


Fig. 7.10 Étude des matériaux constituant l'îlot
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014

Par exemple, dans ce quartier aux habitations haussmanniennes, qui donnent une image homogène, se trouve un immeuble d'habitation à bon marché (HBM), dont la façade en brique présente plusieurs éléments décoratifs. Autant les variations de la façade que les typologies des cours végétalisés ont été utilisées comme support de projet, pour tirer profit de la présence d'espaces ouverts pour végétaliser davantage, et créer un maillage avec le reste du quartier.

Dans un premier temps, il a donc été effectué un repérage des matériaux qui composent les cinq façades des bâtiments, c'est-à-dire que les couvertures ont également été répertoriées (fig. 7.10). Au sol, outre les matériaux minéral et végétal, des objets mobiles, comme les grilles d'égouts, ont été retranscrits dans les tableaux. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble de la complexité présente dans un seul îlot.

Outre ces recensements des espaces visibles, l'attention s'est portée sur les espaces interstitiels, donc non seulement la présence des caves déjà évoquées, mais aussi les espaces sans définition exacte dans les termes des architectes (fig. 7.11). Ces espaces, parfois ombragés, sont

LES IMMEUBLES D'HABITATION À BON MARCHÉ (HBM)

Les immeubles d'habitation à bon marché ont été développés par des acteurs privés à la fin du XIX^e siècle, avant de faire l'objet d'un vaste programme de construction des pouvoirs publics au début du XX^e siècle, comme la « couronne rose » de la ville de Paris, située le long des boulevards circulaires. Dans cette étude, l'immeuble se situant entre la rue Larrey et la rue Desplas a fait l'objet d'une inscription patrimoniale⁶.

intéressants, car, eux aussi pourraient être « pensés » comme des régulateurs thermiques de l'îlot, au lieu d'être des « délaissés ».

7.3.2 Utilisation des figures d'interface : sols

Un des aspects de ces dispositifs est, outre la proximité et la continuité nécessaire entre végétal et minéral, un effet croisé entre **initiative individuelle** et **aménagements de l'espace public**.

La relation entre ces deux éléments a été illustrée par l'analyse conduite sur la place Monge. Outre des interventions



Fig. 7.11 Étude des espaces interstitiels
Source : ENSAPLV – workshop Énergie 0, 2014

Réhabilitation énergétique et mobilité urbaine

L'objet de cette étude est d'analyser les rapports entre l'architecture, les sciences de l'ingénieur et l'énergie, notions clés des problématiques environnementales. Celle-ci explore la relation entre les systèmes énergétiques et l'environnement en soutenant des recherches sur la qualité énergétique des bâtiments, des villes et des paysages.

Les terrains d'étude choisis sont les quartiers de Flaminio à Rome et Jussieu à Paris, ces zones se caractérisant par un tissu historique et patrimonial comparable.

En tenant compte de la mobilité en milieu urbain, conditionnée par les propriétés du bâti et par les modes de vie des résidents, l'étude définit, par le biais de l'analyse morphologique et typologique de différents établissements urbains, le potentiel de transformation architectural du bâti dans le cadre de la transition énergétique – à l'échelle d'un îlot, d'un quartier et d'un bâtiment.

Elle démontre que les modalités de production et de gestion de l'énergie doivent changer : en effet, actuellement la production est concentrée et la demande diffuse ; à court terme, la production doit être au plus proche de la demande, même à l'échelle du quartier. Elle doit être stockée et utilisée au plus proche de sa production, par exemple pour alimenter, en partie, la mobilité électrique.

L'étude est née dans le contexte du programme interdisciplinaire de recherche *Ignis Mutat Res. Penser l'architecture, la ville et le paysage au prisme de l'énergie*, soutenu par le ministère de la Culture et de la Communication, et piloté par le Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère (BRAUP), en synergie avec le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), piloté par la direction de la recherche et de l'innovation (DRI), l'Atelier international du Grand Paris (AIGP), Veolia Environnement et IEED VeDeCoM.

Nicoletta Trasi est architecte, elle a obtenu un CEAA en *Projet et Théories de l'architecture* et un DEA à Paris I Panthéon-Sorbonne. Docteur de recherche, maître de conférences en *Conception architecturale et urbaine* à la faculté d'Architecture de la Sapienza (Rome), elle est membre du Collège des enseignants du doctorat en *Architecture - Théories et Projet* et directrice du mastère international en *Management du projet d'architecture complexe* (Sapienza, ETSAV, ENSAPVS, HafenCity Universität). Elle a publié plusieurs livres en Italie et en France, et obtenu le Prix du livre d'architecture 2002.

Antonella Tufano est architecte urbaniste, elle a obtenu un DEA de l'EHESS sur les *Théories du paysage* et un autre en *Théorie de l'architecture*. Docteur de l'EHESS et habilitée à diriger des recherches (Paris 8 et CNAM), elle a publié plusieurs articles dans des revues françaises et étrangères. Elle enseigne à l'ENSAPLV, est chercheur au MAACC UMR MAP et chercheur associé de l'équipe HT2S/CNAM.

Extrait du sommaire

Énergie, architecture et urbanités : une approche interdisciplinaire et un regard croisé France-Italie.

Partie 1 ► Le quartier Flaminio à Rome. Rechercher un périmètre d'étude. Typologies du bâti et simulations des performances énergétiques. Envisager la rénovation énergétique du quartier Flaminio. Actions pour la transition énergétique. Quelques idées pour la transition énergétique dans les villes existantes.

Partie 2 ► Le 5^e arrondissement de Paris. Points de vue sur la question énergétique. Définir les enjeux : cas d'étude, hypothèses et outils. L'énergie et l'existant : une expérimentation de design social et environnemental dans le site. L'expérimentation en coupe : du bâtiment à l'échelle urbaine. Des projets à échelle urbaine : le « retour à la ville ».

La transition énergétique dans les villes existantes : préconisations finales pour les deux quartiers.

De 2015 à 2019 : évolutions et état des lieux.

ISBN 978-2-281-14316-4



9 782281 143164

EDITIONS

LE MONITEUR