

La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto

Consultation internationale de recherche et développement sur le grand pari de
l'agglomération parisienne

la ville "poreuse": état d'avancement du chantier 1

équipe Studio 08

Bernardo Secchi et Paola Viganò

STUDIO 08_ Bernardo Secchi e Paola Viganò

Alessia Calò, Dao Ming Chang, Teresa Cos, Nicolas Fonty, Alvise Pagnacco

IUAV, Doctorat en Urbanisme

Lorenzo Fabian, Emanuel Giannotti, Paola Pellegrini

PTV France

Frédéric Reutenauer

Florence Prybyla, Matthias Lenz

Ingenieurbüro Hausladen GMBH

Gerhard Hausladen, Josef Bauer, Jacobsen Cornelia

Cécile Bonnet, Robert Fröhler

MIT and P-REX

Alan Berger

Clemson and P-REX

Case Brown

MOX

Alfio Quarteroni, Piercesare Secchi

Carlo D'Angelo, Fabio Nobile, Fabio Della Rossa

EMU European Master in Urbanism

Michael Hadjistyllis, Birgit Hausleitner, Tiffany Fleur Ellen Hodgson, Kuanchung Huang, Samira Khorram Shahy, Hamed Khosravi Al Hosseini, Takumi Kimura, Eleni Anna Kotsikou, Dong Won Lim, Ana Alejandra Rafful Hernandez, Kaveh Rashidzadeh, Makarand Salunke, Ivan Dario Solano Doncel, Karen Patricia Spezini Stanley, Evelyn van Houtte, Bruna Vendemmia, Wim Wambecq, Alexander Wandl, Qinyi Zhang

Ce document profite des conférences aimablement données par Frédéric Gilli, Michel Meybeck, Guy Burgel, Mathieu Flonneau, Marie-Hélène Massot, Christian Moley et Evelyne Cohen lors du workshop Paris ville poreuse organisé par le EMU, avec le soutien du Ministère de la Culture et l'aide de James Njoo. L'équipe Studio 08 Bernardo Secchi et Paola Viganò les remercie tous très chaleureusement.

Toutes les photographies des pages de garde ainsi que celles des pages 8, 32, 64, 134 sont de Teresa Cos.

Prémisses

1. La ville «poreuse»: une stratégie cognitive pour la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après Kyoto et pour le Grand Paris

1.1 les métropoles du XXI^{ème} siècle

- inclusion/exclusion et développement durable
- porosité, connectivité, perméabilité et isotropie
- développement durable

1.2 comparaisons: la spécificité parisienne

- Le Grand Paris
- Hong Kong Central
- La North-Western Metropolitan Area
- Le Grand Paris et les autres métropoles

1.3 une stratégie cognitive

- la métropole pas à pas
- la métropole à vol d'oiseau
- les imaginaires et leur représentation
- les concepts comme outils et la définition opérationnelle des concepts principaux: porosité, compacité, perméabilité, connectivité, éponge, tuyau

2. La ville «poreuse», état d'avancement du chantier 1: scénarios

2.1 Scénario 0 *what...if...*: et si tous les projets envisagés étaient réalisés?

2.2. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto, scénario 1: une situation énergétique 100 % durable

- Scénario 1: une situation énergétique 100 % durable
- Etat des lieux énergétique en Ile-de-France
- Evaluation des potentiels énergétiques disponibles en Ile-de-France
- Détermination des objectifs
- Scénario réduction de la demande du secteur des bâtiments résidentiels
- Considérations plus générales sur la nécessité d'une planification globale
 - Exercice 1 : zones d'activités - énergie, densification, mixité
 - Exercice 2 : pavillonnaire - énergie, densification, mixité
 - Exercice 3 : grands ensembles - énergie, densification, mixité
- L'énergie et les émissions de gaz à effet de serre

2.3. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto, scénario 2 : vivre avec l'eau

- Vivre avec l'eau, vivre avec le risque
- De vastes wetlands dans le Grand Paris
- La Seine: la pression actuelle sur la ressource eau
- La pression existante sur les biotopes
- Un système de wetlands
- La construction des cartes

2.4. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto, scénario 3 : un système écologique et de loisirs fort dans le Grand Paris à partir du dross

- Le dross du futur et le Grand Paris
- Un système écologique et de loisirs fort dans le Grand Paris à partir du dross
- La construction des cartes

2.5. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto, scénario 4: d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal des transports en commun

- D'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal des transports en commun
- Scénarios de la porosité
- D'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal: des passages fluides d'une condition à l'autre

3. Conclusions: la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto et le Grand Paris

Tous les experts et une série de constats nous disent que le climat est en train de changer au niveau global et peut être radicalement: cela pose problème. L'évidence nous dit que les sources traditionnelles d'énergie deviennent toujours plus chères et que cela pose d'autres problèmes, comme les inégalités sociales qui deviennent toujours plus évidentes et profondes, comme la mobilité des hommes et des marchandises qui devient toujours plus difficile, ou la circulation des informations et des idées qui devient toujours moins sûre. Tous ces problèmes sont d'autant plus graves et difficiles à résoudre qu'ils ont lieu dans les grandes villes et métropoles. Réfléchir à la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après Kyoto n'est pas un jeu intellectuel. Cela veut dire, au contraire, se confronter à des thèmes hautement politiques, qui doivent mobiliser tous nos savoirs et toutes nos capacités imaginatives.

Ce n'est pas la première fois que la grande ville et la métropole se trouvent au centre de l'attention: il suffit de se souvenir des polémiques à propos du luxe dans la grande ville tout au long du XVIII^{ème} siècle ou des inquiétudes soulevées par la *Grossstad* dans la dernière partie du XIX^{ème} siècle. Chaque fois les problèmes de la grande ville ont mis en évidence une crise profonde du système social, économique et spatial; une crise de laquelle on est sorti par des changements profonds et radicaux à tous les niveaux. Ce n'est pas dit qu'une crise d'envergure comparable à celles du passé puisse se révéler dans les années à venir; peut être qu'elle tardera encore, mais on ne peut pas avoir de doutes: le monde est en train de changer et changera au cours du siècle tout juste commencé. Rappeler cela n'a pas pour but de dramatiser la situation actuelle; le but est plutôt de constater que dans le passé comme aujourd'hui on a eu souvent l'impression de ne pas arriver à bien comprendre la grande ville et la métropole, de ne pas disposer de principes et théories qui nous guident vers des solutions fiables.

On ne sait pas comment sera la métropole du XXI^{ème} siècle, ni comment sera en 2050 la métropole parisienne: le futur ne vient pas seulement à notre rencontre; on le construit chaque jour avec nos idées, nos politiques et nos projets. La métropole du XXI^{ème} siècle sera celle qu'on est en train de construire: Ce qu'aujourd'hui on peut et doit faire pour évaluer nos idées, nos politiques et nos projets c'est de construire des scénarios qui explorent la latitude des actions possibles et de leurs conséquences construisant une vision pour le futur de la métropole. Construire une vision est d'ailleurs la chose la plus importante si on veut donner une direction efficace à la gouvernance. Rien ne peut se réaliser en dehors d'un cadre de gouvernance correcte, mais discuter de gouvernance hors d'une vision suffisamment précise veut dire se limiter à faire de l'ingénierie institutionnelle.

Les différentes métropoles ne sont pas en compétition sur tous les terrains. Le Paris du XXI^{ème} siècle ne sera pas la même métropole que New York, Hong Kong ou la Delta region ou bien encore Londres, Berlin, Tokyo,... même si il devra se confronter aux mêmes problèmes dans toutes leurs déclinaisons: aux changements climatiques, aux inégalités sociales, aux problèmes de la mobilité. Chacun de ses problèmes trouvera une solution différente dans chaque métropole à partir de sa spécificité. La métropole parisienne, comme les autres, a sa propre spécificité; une spécificité qu'on retrouve dans son histoire, dans la situation actuelle et dans l'imaginaire collectif et individuel de ses habitants et décideurs. Son histoire future sera en partie marquée par cela. L'inertie de ces aspects, du passé et de l'imaginaire, est souvent très forte et peut devenir un obstacle au changement et à l'innovation. Prendre une distance critique avec l'histoire, la situation actuelle et les imaginaires traditionnels comme des idées reçues qu'ils véhiculent est souvent nécessaire pour explorer l'avenir.

Construire des scénarios répond justement à une exploration des réponses possibles aux problèmes actuels dans le cas de la métropole parisienne comme dans tout autre cas. *What...if...?* , «et si...?» un scénario c'est cela: une

interrogation du futur faite dans l'incertitude, mais c'est aussi une interrogation relative à un contexte précis. La même question peut recevoir une réponse éventuellement différente à Paris et à Tokyo. Voici la raison pour la quelle les deux chantiers de la métropole du XXI^{ème} siècle et de la métropole parisienne ne peuvent pas être séparés.

Les pages qui suivent, dédiées spécifiquement, mais non intégralement, au premier chantier, sont divisées en trois parties et chacune des parties en quelques chapitres.

La première partie, «la ville poreuse: une stratégie cognitive pour la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après Kyoto», essaie d'éclaircir notre approche en connaissance des situations et des problèmes métropolitains d'aujourd'hui et dans un futur possible.

Dans cette partie on suit l'itinéraire suivant:

- Paris, comme toutes les autres métropoles, devra se confronter dans le futur avec une série importante de problèmes: dans le premier chapitre on en propose une sélection qui nous pousse en suite vers la construction de différents scénarios;
- dans un deuxième chapitre on essaie de proposer un critère de comparaison avec d'autres métropoles qui mette en lumière la spécificité parisienne;
- lorsqu'on pense à cette spécificité on ne doit pas s'appuyer uniquement sur des images figées depuis longtemps. Le Grand Paris n'est pas la ville que les touristes viennent visiter, n'est pas même la ville qu'on trouve dans les images mentales de beaucoup de Parisiens; ce qui nous a amené à réfléchir sur différentes stratégies de connaissance de la métropole parisienne.

La deuxième partie «la ville poreuse: état d'avancement du chantier1: scénarios» est dédiée à l'illustration en cinq différents chapitres de cinq scénarios que l'on considère fondamentaux pour l'avenir de la ville poreuse et de la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après Kyoto. Le scénario «zero» construit par tous les projets aujourd'hui envisagés; le scénario d'une situation énergétique 100 % durable; le scénario de vastes *wetlands* (zones humides) dans le Grand Paris; le scénario d'un important système écologique et de loisir dans le Grand Paris à partir du dross; le scénario, enfin, du passage d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal du transport en commun.

La troisième partie, enfin, essaie de proposer les premières conclusions de nos recherches.

Tout au long du document on pourra voir que l'on a, dans notre approche, trois stratégies complémentaires: une stratégie de recherche, une stratégie de projet et une stratégie de représentation. Elles sont évidemment fortement liées bien que partiellement autonomes, le projet étant le fruit des recherches, la représentation étant thématifiée par les recherches et le projet. Il ne s'agit pas d'une séquence déductive ou, pire, d'une série d'applications successives, mais bien d'un va et vient.

Ce qui est fondamental dans la première stratégie c'est l'ordonnancement des thèmes proposés dans les documents qu'on a présentés lors de l'appel d'offre et qu'on détaille dans ce nouveau document avec notamment les apports spécifiques des différents participants de l'équipe. Egalement fondamental est l'apport des différents participants de l'équipe et des chercheurs invités aux entretiens organisés lors des *workshops* avec les étudiants du *European Postgraduate Master in Urbanisme* à Paris.

Ce qui est fondamental dans la deuxième stratégie c'est la conception du projet comme producteur de connaissances, comme exploration de scénarios éventuellement conflictuels ; comme outil pour détecter les relations entre les différentes situations, problèmes et opportunités.

Ce qui est fondamental dans la troisième stratégie c'est la conception du caractère pluridimensionnel de l'espace métropolitain ; la nécessité donc de le représenter par différents médias : maquettes, dessins, vidéos, photos, musique...



1. La ville «poreuse»: une stratégie cognitive pour la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après Kyoto et pour le Grand Paris





Notre hypothèse est qu'au cours du XXI^{ème} siècle toutes les métropoles devront résoudre des problèmes communs et que les solutions qu'elles pourront leur donner seront différentes justement à cause des différences de leurs structures institutionnelles, sociales, économiques et spatiales respectives.

inclusion/exclusion et développement durable

Dans les métropoles situées dans les parties les plus riches du globe, les problèmes majeurs à venir concerneront fort probablement les processus d'inclusion/exclusion et les politiques de développement durable. Les deux problèmes, c'est-à-dire les problèmes qui naissent du processus d'inclusion/exclusion et ceux qui naissent des politiques de développement durable, ne sont que les deux volets de la **nouvelle question urbaine**, de la question urbaine au XXI^{ème} siècle.

Notre idée est que leurs solutions requièrent une plus forte porosité, connectivité et perméabilité de la métropole et de ses parties, considérant que ces trois termes doivent être interprétés comme ayant une signification précise autant sur le terrain écologique, que sur le terrain social ou morphologique de la métropole et de ses parties.

porosité, connectivité, perméabilité et isotropie

La grande métropole parisienne, comme celles de Londres, de New York, de Hong Kong ou d'Amsterdam, est devenue non seulement lieu d'intégration sociale, mais toujours plus espace opaque de séparation, voir de marginalisation; kaléidoscope d'enclaves où «la misère du monde»¹ et les «Ghettos du Gotha»² se représentent; où s'opère une politique de la distinction³.

Une grande partie des problèmes de gouvernance métropolitaine dans une période d'inégalités croissantes, une grande partie des difficultés à se confronter avec le grand pari que les agglomérations métropolitaines posent depuis longtemps, vient des différentes structures sociales, économiques et physiques de leurs différentes parties, des politiques implicites ou explicites qui ont produit, à long terme, la morphologie sociale, économique et physique actuelle.

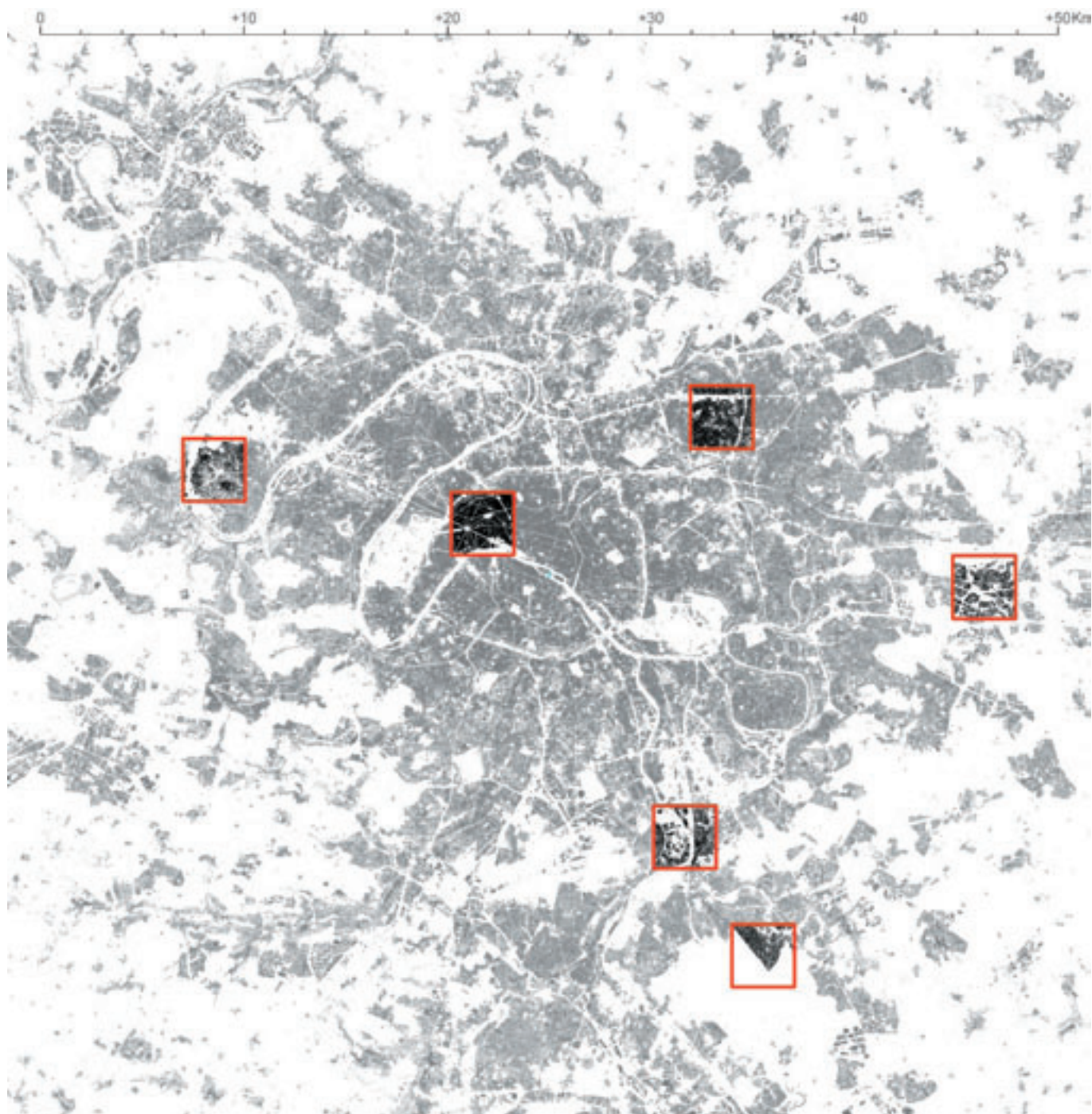
En ce sens, réfléchir sur Paris comme sur d'autres métropoles, devient significatif pour une réflexion plus générale sur la ville contemporaine et son avenir : sur le futur possible d'une ville caractérisée par une forte compacité, par des enclaves et des barrières, des centres et des périphéries stigmatisées, d'espaces et de lieux de qualité exceptionnelle et de lieux résiduels et oubliés.

Nos recherches mettent en évidence comment «compacité» et «porosité», catégories conceptuelles et analytiques qui nous aident au long des deux chantiers de recherche, peuvent contribuer à une nouvelle interprétation du territoire métropolitain et à la construction de son futur.

L'histoire des trois métropoles icônes et leur état actuel apparaissent, dans cette lumière, comme la coalescence et la mutation continue d'un espace physique et social, parfois opaque et impénétrable et parfois poreux. Le phénomène le plus important devient le mouvement continu des limites de la compacité et de la porosité, la percolation de l'une dans l'autre et la résistance opposée le long d'une série de structures linéaires qui les délimitent.

Une métropole socialement intégrée est une métropole sans barrières physiques, monétaires et imaginaires qui séparent, une métropole complètement désenclavée, poreuse, perméable, isotrope. L'isotropie, figure par excellence de la démocratie, devient la figure qui s'oppose à l'organisation pyramidale et hiérarchisée de la métropole radioconcentrique; et localement elle s'oppose aussi à la métropole multipolaire. L'isotropie est évidemment un état idéal auquel on peut tendre. En réalité le chemin vers l'isotropie est très difficile, mais il n'est pas impossible dans le long terme.

Nos recherches sur la porosité, la connectivité et la perméabilité montrent que l'obstacle majeur, encore une fois, est la difficulté de sortir d'un imaginaire pour lequel l'ordre, dans tous les domaines, coïncide avec la



les premiers cas d'études en région parisienne
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

hiérarchie: hiérarchie des espaces verts, des cours d'eau, des infrastructures de la mobilité, des lieux centraux et de la sociabilité, etc.

Paris, comme d'autres métropoles perd des habitants et les perd d'une manière sélective: ceux qui s'en vont sont des cadres dans la trentaine et la quarantaine ainsi que des retraités; ce qui devient, comme déjà cela l'a été à New York dans les années 60, une des causes de la crise financière des grandes métropoles. Ils s'en vont parce que la métropole n'est ni accueillante ni attractive.

Il ne s'agit pas seulement, à notre avis, de rendre le Grand Paris plus attrayant et accueillant par des opérations ponctuelles qui concernent les espaces publics et le bâti, bien que ces actions soient importantes, mais, à la base, de rendre la métropole perméable à tous, d'en augmenter la bio-diversité écologique et sociale. Ce qui est au fond l'idée du développement durable. Nos recherches montrent les énormes potentialités présentes en Ile-de-France, pour y mettre en oeuvre plus de porosités.

développement durable

Paris existe déjà, tout comme Hong Kong, la *North-Western Metropolitan Area* et toutes les autres métropoles du monde. Imaginer de superposer à ces métropoles des formes radicalement différentes, de partir d'une sorte de *tabula rasa* sur laquelle bâtir une ville où se représente notre idée de la société, de l'économie et de la structure du pouvoir futures, est en dehors du réel.

Cela ne veut pas dire qu'on ne doit pas assumer une distance critique par rapport à ce qui existe, au contraire. Cela veut dire que tout, sur le terrain social, de l'accessibilité, des espaces verts, des cours d'eaux, nous pousse vers une transformation importante de la métropole existante.

La métropole existante devient dans ce cas le support sur lequel implanter une série d'actions de transformation. Dans la deuxième partie du document on explore une série de scénarios qui partent du constat de l'importance des problèmes de gestion des eaux, de gestion de l'énergie et de l'accessibilité pour réfléchir différemment sur l'avenir et la forme de la métropole.



paris



hong kong central



north - western metropolitan area

1.2. comparaisons: la spécificité parisienne

Il y a aujourd'hui plusieurs *megacities*. Au XXI^{ème} siècle il n'y aura pas une, mais plusieurs *métropoles du XX^{ème} siècle*. Elles seront différentes non seulement par leurs dimensions et par le rôle principal qu'elles joueront dans le contexte politique international et global, mais aussi par les formes physiques, sociales, économiques et institutionnelles qui ont marqué leur histoire, qui marquent leur actualité et leur futur. En effet, il faut reconnaître que les villes, même les grandes métropoles, ne sont pas toutes égales. Mais dire que chaque métropole est et sera un cas spécifique et unique ne fait pas beaucoup avancer.

Ce qui devient intéressant c'est de construire une typologie probable des métropoles futures et essayer de comprendre comment les principaux problèmes communs à toute société future, au moins à toute société développée, se poseront dans les différentes situations. Construire une typologie et en dire les principaux traits veut dire travailler avec des hypothèses, pas avec des certitudes, mais le chercheur parcourt toujours ce chemin, *provando e riprovando*, en avançant des hypothèses et en les réfutant ou en les améliorant.

Les comparaisons ont d'habitude deux finalités: se donner des *targets* à atteindre d'un côté, «je veux être comme...»; détecter des spécificités de l'autre, «je suis différent de...». Il est évident que les deux types de comparaison sont en partie liés et complémentaires: «je veux être comme... tout en gardant ma spécificité».

Les villes et les métropoles ne sont pas en compétition sur tous les terrains. Selon chaque terrain elles sont en compétition avec des villes différentes. Le résultat de la compétition est l'innovation, l'invention d'un terrain et d'un rôle nouveau. L'Histoire, plus que les données statistiques, nous parle de cela: Bruges et les prémices de l'Orient marchand, Venise et la conquête de l'Orient, Anvers et l'âge de l'imprimerie, Gênes et l'art de spéculer, Amsterdam, Londres, Boston, New York, Los Angeles...¹

Les comparaisons qu'on propose ici concernent, en premier lieu, la forme physique et matérielle de chaque métropole. On sait bien qu'on pourrait utiliser, et on en utilisera dans la suite, d'autres critères; on sait également qu'on pourrait faire recours, comme d'habitude, à toute une série d'indicateurs et paramètres quantitatifs pour mesurer des distances entre les différentes métropoles, pour découvrir des primautés et des suprématies souvent ambiguës. La quantité de données à disposition de tout chercheur, bien qu'elles ne soient pas toujours fiables et comparables, est immense; mais dans la forêt des ressemblances et des différences on peut se perdre.

Si on veut réfléchir à l'avenir de nos métropoles dans la longue période et à leur capacité à réagir d'une manière innovante aux problèmes qu'on considère prioritaires aujourd'hui (du changement climatique, des inégalités sociales, de la mobilité), il faut se tenir, comme on le montrera, à ce qui est doué de la plus grande inertie. L'inertie plus que le changement nous donne la mesure du temps. Les valeurs monétaires sont volatiles, les activités et les techniques changent et se transforment radicalement au long d'un siècle, les populations migrent, se mêlent ou entrent en conflit, ce qui reste est en grande partie le dépôt physique et matériel des différentes générations différemment utilisé et interprété. Le patrimoine nous parle de cela.

On propose pour cette raison de comparer trois exemples extrêmes de villes contemporaines, trois «formes» de métropole fortement contrastées: la «ville compacte» tel que «Paris capitale du XIX^{ème} siècle», Londres ou Berlin, avec ses régions proches et plus lointaines; Hong-Kong, une «ville debout» telle que Bardamu, le protagoniste du *Voyage au bout de la nuit*, voyait New York dans les années 30 du XX^{ème} siècle et la «ville diffuse», telle que la *North-Western Metropolitan Area* entre Bruxelles, Rotterdam et Amsterdam, ou le territoire au nord de Milan et de Venise, une nouvelle forme de ville désormais présente dans plusieurs régions d'Europe et qui inquiète bon nombre d'Européens.

Il s'agit évidemment de trois icônes qui présentent un nombre de variantes presque infinies et toutes intéressantes: Paris, l'icône du XIX^{ème} siècle; le quartier des affaires de Hong Kong Central, traduction de l'icône new-yorkaise du XX^{ème} siècle et la «ville diffuse», icône probable du XXI^{ème} siècle. Ces trois



paris



hong kong central



north - western metropolitan area

icônes sont toutes contemporaines et bien qu'elles firent irruption dans notre expérience et dans nos imaginaires dans des époques différentes, elles ne construisent pas une séquence: on ne passe pas de l'une à l'autre. Surtout elles ne construisent pas le passé et le futur de chaque métropole. Paris n'est pas le passé de la «ville diffuse» et celle-ci ne sera pas le futur de Paris. Paris ne sera jamais, du moins pas dans le XXI^{ème} siècle, comme Hong-Kong ou comme la «ville diffuse». Elle est spécifique, comme Hong-Kong et la «ville diffuse» flamande hollandaise ou du nord de l'Italie.

Le Grand Paris

Dans la grande régularisation haussmannienne de Paris, pour utiliser les mots de Françoise Choay, le recours à une écriture uniforme de l'architecture construit un ordre spatial dominé par la figure de la continuité: l'ordre socio-spatial de la régularité et de la hiérarchie.

La grande masse des architectures et des individus disparaît, comme à Berlin, Milan, Londres ou Barcelone, dans la grande unification linguistique du XIX^{ème} siècle; elle s'homogénéise sur un fond de scène d'où n'émergent que les lieux de la sociabilité bourgeoise, ou ses monuments. La trame des espaces publics et toute une série de dispositifs spatiaux les mettent en évidence et en même temps cachent les cours et courettes où habitent les plus pauvres toujours plus repoussés vers la périphérie.

Mais au même titre, la singularité des différents objets d'architecture disparaît dans les immenses zones du secteur pavillonnaire riche, à l'ouest de la ville et du pavillonnaire pauvre à l'est.

Parsemés comme des cailloux dans le sable, dans cette marée de petites maisons avec des jardins toujours plus petits, les grands ensembles ont fait l'effort hardi d'établir une nouvelle architecture de la ville par des différences d'échelle plus que par un langage architectural différent, par la générosité des espaces publics, des rues, des parcs et des jardins, par une implantation du bâti claire, parfois rude et rigide, qui s'oppose soit à l'ordre haussmannien, soit au conformisme des secteurs pavillonnaires. Les grands ensembles, comme les *Großsiedlungen* en Allemagne et les *quartals* en Union soviétique, comme les quartiers de la «città pubblica» en Italie, constitués pour la plupart par des logements sociaux, proposent le dessin d'une ville qui ne nie pas ce qui existe, mais qui, en se construisant, essaie de représenter les instances de l'État providence. Il y avait de la rhétorique dans tout cela, comme on l'avait dans l'Opéra Garnier et dans les cathédrales du Moyen Âge auxquelles les grands ensembles ont été souvent comparés.

Le Paris haussmannien, les étendues du pavillonnaire, les grands ensembles, les faubourgs, les anciens villages, les grandes plateformes industrielles tout au long des chemins de fer, des rivières et des autoroutes, ou dispersées dans un espace urbain lieu d'expérimentations continues et disparates, les étendues de terrains agricoles sont les matériaux fondamentaux de la grande région habitée du Grand Paris.

Ce qui caractérise cette région francilienne c'est que ces matériaux sont parsemés dans le territoire, chacun suivant une logique devenue souvent désuète. Des industries à côté de l'eau ou des voies ferrées qui n'ont plus de relation avec elles, des projets interrompus, des objets qui ont perdu leur rôle et souvent aussi leur usage d'origine, approchés aujourd'hui d'une manière paratactique, un paysage fragmentaire qui nous surprend par sa variété apparemment déstructurée, en même temps que par la richesse des situations qu'il construit.

Hong Kong Central

À première vue, Hong-Kong, surtout dans sa partie centrale, est une *ville debout*, transposition de l'icône new-yorkaise dans le sud-est asiatique. En réalité, Hong Kong est beaucoup plus que cela. Situé sur une pente et organisé en mailles orthogonales, Hong Kong Central (le quartier des affaires de la ville) se



le paris haussmanien

le pavillonnaire

les grands ensembles

compose de trois couches superposées. Des ruelles piétonnes très étroites, en direction de la pente, forment la couche inférieure. On l'appelle la ville chinoise: des espaces urbains très vivants, des petits commerces, des marchandises exposées qui encombrant la rue, des marchés bruyants et animés. Immédiatement au-dessus et qui prend un peu de recul, la seconde couche est faite d'habitations et de bureaux situés dans des immeubles de quatre ou cinq étages; un espace quasi haussmannien qui forme la base de la troisième couche encore plus reculée, constituée de tours, parmi les plus hautes du monde, et qui sont parfois très belles.

Grâce à ces deux reculs, on accède à des passages et promenades à différents niveaux, à des jardins et des places; des escaliers, rampes et ascenseurs tirent parti de la pente et lient entre eux les différents niveaux. Tout cela enrichit énormément l'espace urbain: d'en bas, on obtient des vues dramatiques vers les grandes tours qui dominent; d'en haut, les grands objets sont espacés et on peut les admirer dans leur individualité; le socle des deux premières couches, en bas, s'homogénéise et devient leur support. Le paysage urbain de Hong Kong Central est construit par les relations spatiales entre ces trois couches ainsi que par les variations continues de leur emboîtement, déterminées en grande partie par leur intersection avec la pente.

Hong Kong Central a refusé l'idée de la *tabula rasa*, l'idée que pour construire la ville moderne, même lorsqu'elle se représente par de grandes tours, il est nécessaire, comme à Shanghai, de nier la ville d'aparavant. L'imbrication de ces trois *layers*, image de la complexité de la société contemporaine et de sa richesse, donne des suggestions très fortes à une politique de densifications souvent conçue d'une manière réductrice comme substitution du nouveau au préexistant.

La North-Western Metropolitan Area (NWMA)

Le *Flemish Diamond* et la *North-Western Metropolitan Area* sont une immense «città diffusa», une vaste région caractérisée par une forte dispersion qui compte d'importantes capitales européennes (Bruxelles), nationales (La Haye) ou régionales (Amsterdam, Anvers), nombre de sièges administratifs du secteur public comme du secteur privé, plusieurs zones d'activités et les deux plus importants ports d'Europe. Dans cette même «città diffusa», on trouve aussi de petites villes très connues pour leur histoire: «villes monde» selon les termes de Fernand Braudel, importants marchés du XV^{ème} siècle, parmi lesquelles Bruges, Anvers et Amsterdam, ou des villes comme Gand, Leuven, Mechelen, Maastricht, Aachen, Delft, Leyde, Haarlem, Utrecht ou Breda, plusieurs réalisations du Mouvement Moderne, de grands ensembles de l'après-guerre et, bien entendu, des zones anonymes et une marée de petites maisons unifamiliales avec leur petit jardin.

Cette grande région urbaine, comme la Vénétie ou la Lombardie italiennes ou d'autres régions d'Europe, n'est pas une collection de villes et de villages, mais une nouvelle forme de ville, une métropole différente de ses sœurs que sont Londres ou Paris. En l'absence d'un centre dominant avec sa propre périphérie, la région est plutôt un vaste espace habité à faible densité et haut niveau de bien-être collectif, toujours plus isotrope et utilisé par ses habitants dans son entièreté, un *campus* où, noyés dans la dispersion, on reconnaît des nœuds plus durs et plus denses: de grands établissements scolaires, universitaires ou sportifs, des hôpitaux, des sièges d'entreprises, des plateformes industrielles, etc.

La dispersion de la «città diffusa» se distingue de l'étalement de la banlieue américaine. Dans son arrière-plan idéologique, il n'y a pas Jefferson, le pastoralisme, Thoreau, Emerson ou Whitman; il n'y a pas Olmsted ou Wright, il n'y a pas de rêve américain, ce rêve d'un pays qui, pour la première fois dans l'histoire, construit une utopie basée sur la maison plutôt que sur la ville ou la nation.

Dispersion et diffusion ne sont pas inconnues en Ile de France et à son extérieur où des paysages villageois, ruraux ou forestiers attirent les familles des cadres et des retraités qui laissent Paris, sa congestion et ses tensions sociales.



north - western metropolitan area

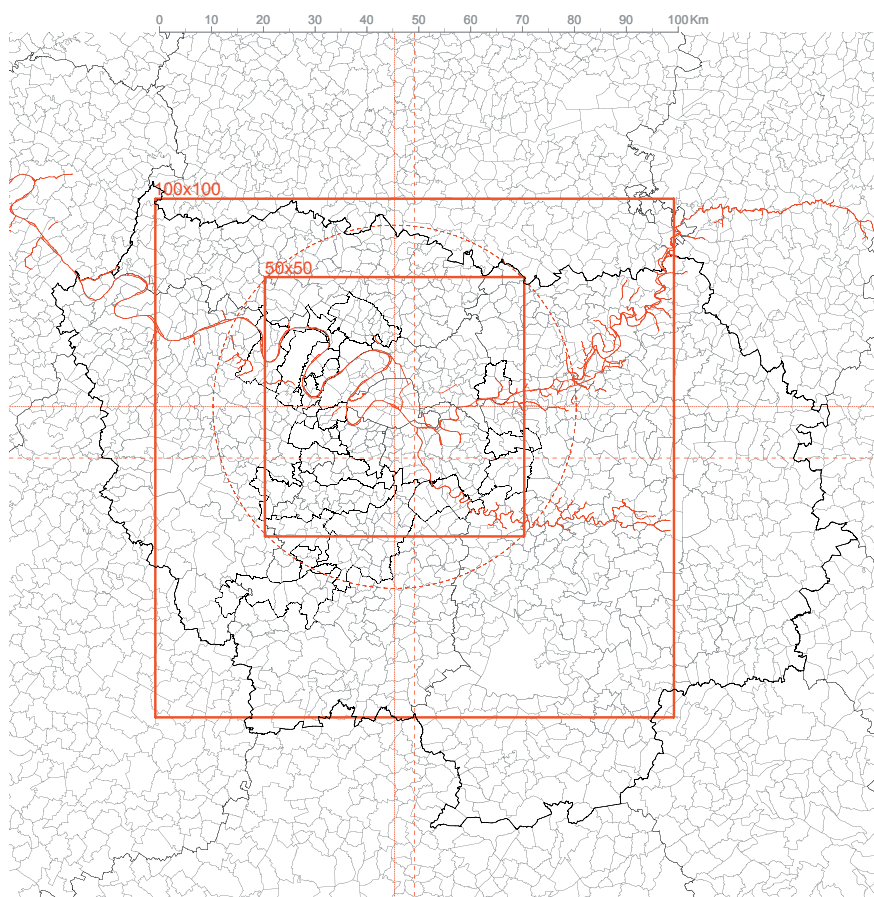
La dispersion du XX^{ème} siècle en Europe, dans une période de démantèlement progressif de l'État providence, résulte d'une recherche individuelle, surtout de la part des classes moyennes, de ce qu'Anthony Giddens appelle un bien-être positif, la manière dont une société presque complètement individualisée se représente. Mais même si elle diffère de l'*american dream*, la «ville diffuse» européenne utilise la plupart des matériaux de la banlieue américaine et en possède souvent les attributs.

Le Grand Paris et les autres métropoles

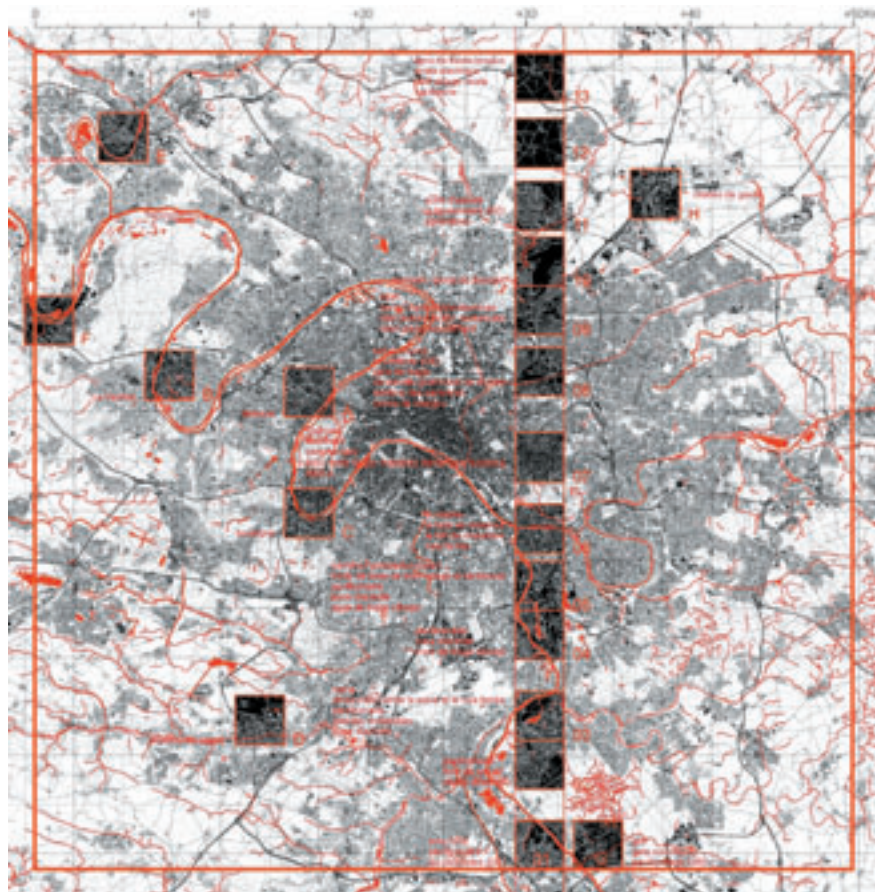
Comparer les différences n'est pas la même chose que comparer les similitudes. On ne sera jamais égal, mais quand même il y a toujours quelque chose à apprendre de ceux qui sont différents de nous.

De Hong-Kong on peut apprendre que des sauts d'échelles qui n'exigent pas la *tabula rasa* préventive, qui s'implantent sur un tissu existant, qui profitent de ce qui existe, peuvent construire un espace urbain plus riche que celui de Manhattan ou de Shanghai. Il ne s'agit pas seulement d'une richesse formelle, il ne s'agit pas seulement de l'esthétique de la ville mais, ce qui est encore plus important, de la mixité des activités et des populations. L'icône de Hong-Kong Central est contre tout «zonage». Hong-Kong nous invite aussi à réfléchir sur les limites de la densité. L'utilisation du transport public est très élevée à Hong-Kong, tandis que le recours à la voiture est très élevé dans la «ville diffuse». Mais, dans la densité de Hong-Kong l'espace de vie individuel, la dimension du logement, se réduit souvent au dessous de ce qu'on considère en Europe l'*existenz minimum*. De la ville diffuse on doit apprendre qu'il y a dans les sociétés contemporaines une forte aspiration à la *privacy* et à l'individualisation; que les valeurs de la proximité sociale et fonctionnelle ne sont pas partagées comme souvent on imagine; que face à la volatilité angoissante de la contingence, face à la rhétorique de la peur, plusieurs groupes sociaux s'enferment dans les niches protectrices de leur quartier et de leur village, jusqu'à la limite de la *gated community* où l'esprit communautaire est le produit artificiel d'un processus de sélection inclusive/exclusive.

On a dans le Grand Paris et dans les projets envisagés pour son avenir soit des zones d'extraordinaire densité, soit des *gated communities*; on a surtout des zones de forte et faible densité, des parties de ville qui se situent entre les deux extrêmes de Hong-Kong et de la «ville diffuse». Il faut regarder le Grand Paris avec des yeux divergents : d'un côté vers Hong Kong Central et de l'autre la North-Western Metropolitan Area.



la toile d'araignée des limites administratives
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



le "carré latin"
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

On a eu souvent, dans les années récentes, l'impression de ne pas comprendre la ville contemporaine. Si l'on observe la littérature, de tout genre, des derniers décennies on s'aperçoit facilement de cela: la même boulimie terminologique à laquelle on a fait recours en est une preuve: les adjectifs par lesquels on a essayé de qualifier le nouveau statut de la ville contemporaine sont devenus tellement nombreux qu'on ne sait plus dire à quoi ils correspondent vraiment, de quoi il parlent.

Ce n'est pas la première fois que cela arrive. A la fin du XVIII^{ème} siècle et à la veille de la «métropole impressionniste» et du mythe littéraire du «Paris capitale du XIX^{ème} siècle», deux infatigables piétons, Sébastien Mercier et Nicolas Edmé Rétif de la Bretonne, explorent une ville en train de passer de l'ancien régime à la modernité. Ils parcourent toutes les rues et ruelles de Paris, ils en décrivent le moindre recoin; ils décrivent les espaces et les gens qui les habitent, leur activités et les atmosphères. C'est la même stratégie cognitive, le même *close reading*, qu'utiliseront Georg Simmel, Sigfried Kracauer et Walter Benjamin à Paris et à Berlin à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème}, lors que la grande métropole apparaît de toute évidence comme la forme urbaine de l'avenir proche. Tout au long du XX^{ème} siècle la métropole, devenue mégapole, n'est plus seulement objet littéraire. Elle devient aussi l'objet de recherches systématiques pour plusieurs disciplines, pour les sciences politiques comme pour la sociologie, l'économie, l'architecture et l'urbanisme. Terrain d'expression de plusieurs formes artistiques: du théâtre à la vidéo, de la musique à la danse, les images des grandes métropoles entrent dans notre vie quotidienne et influencent nos comportements.

Dans des temps beaucoup plus courts nous avons fait le même exercice que Sébastien Mercier et Nicolas Edmé Rétif de la Bretonne, que Georg Simmel, Sigfried Kracauer et Walter Benjamin. Nous nous sommes mis dans la position de ceux qui ne connaissent pas a priori leur terrain de recherche, qui doivent même trouver les mots pour dire ce qu'ils observent. Nous avons gardé une distance critique de toute méthode d'analyse, de toute idée reçue, de toute image figée dans notre imaginaire comme dans l'imaginaire collectif et des chercheurs.

Notre stratégie cognitive est basée sur quatre chemins parallèles qu'on a développés dans un territoire de 100km x 100km et de 50km x 50km²: parcourir la métropole «pas à pas»; observer la même métropole «à vol d'oiseau»; étudier la stratification et le mélange de plusieurs imaginaires; extraire de tout ça une série de concepts à utiliser comme des outils pour la lecture et pour élaborer des configuration spatiale de la métropole.

la métropole pas à pas

Nous n'avons pas à notre disposition les temps de Sébastien Mercier, même pas les connaissances préalables à son entreprise ou aux études de Walter Benjamin. Nous avons fait comme les archéologues qui soupçonnent que dans un lieu ils pourraient découvrir des ruines, mais ne savent pas exactement où. Ils utilisent ce qu'on appelle le «carré latin». Il ne s'agit que d'une technique d'échantillonnage systématique d'une variable (ou d'un vecteur de variables) géo-référencées, c'est-à-dire d'une technique d'échantillonnage dans un milieu géo-statistique³.

En pratique on a imaginé une série de coupes Nord-Sud et Est-Ouest distantes de 3km.; le long de chaque coupe on a isolé des carrés de 3km x 3km et pour chaque carré on a fait, à l'aide des participants au **workshop Paris la ville poreuse** et par un travail de terrain, des relevés organisés selon les thèmes suivants: porosité sociale, porosité du matériel, porosité de fracture, porosité des espaces verts, perméabilité, connectivité.



1



2



3



4

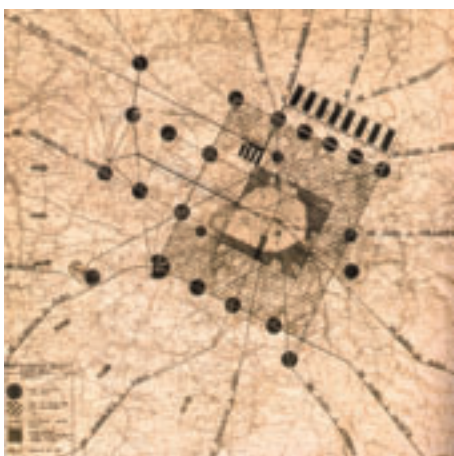


5

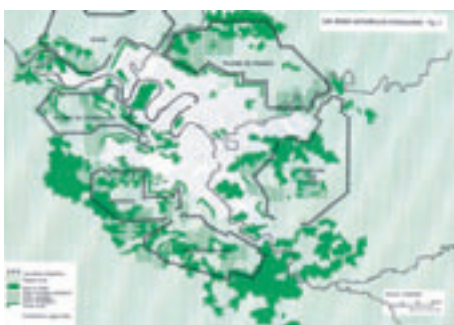
1. Eugène Atget Quai d'Anjou 1924.
2. Brassa Paris de nuit 1933.
3. Robert Doisneau Un bistro l'été (Arcueil) 1947-49
- 4/ 5. Denis Darzacq Sans titre (Nanterre) _2006



1903 – 1910 Eugène Hénard, études sur les transformations de Paris, PL.VII



1930, Auguste Perret, plan schématique du plus grand, Paris



1976 Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France SDAURIF



2008, Carte de destination générale des différentes parties du territoire SDRIF, Île de France

la métropole à vol d'oiseau

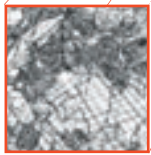
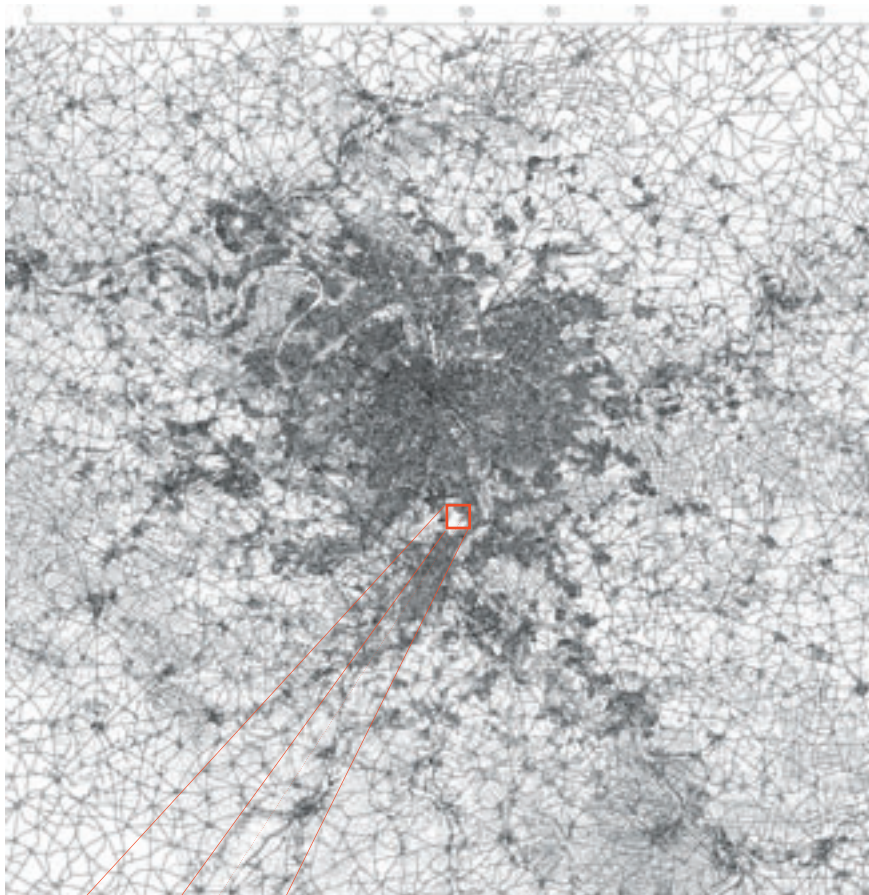
En même temps l'équipe a porté son regard sur le support territorial: les cours d'eau, les infrastructures de la mobilité, en particulier le transport public, mais aussi sur les zones industrielles désaffectées, les infrastructures abandonnées, les zones polluées, les lieux oubliés, les barrières qui les séparent de leur contexte et, par contraste, sur la compacité des zones où l'on reconnaît les résultats d'une politique, souvent implicite, d'exclusion et de distinction. Les cartes qu'on a produites donnent une première interprétation des différents degrés de porosité/compacité dans le Grand Paris.

Ces deux premiers chemins nous montrent un Grand Paris très différent de l'image traditionnelle qui y reconnaît un centre, une première couronne et une grande couronne. Cette image, bien enracinée dans l'imaginaire d'une partie des Parisiens et des touristes, de ceux qui observent le Grand Paris depuis une importante distance humaine et intellectuelle, ne correspond pas à nos observations (et pas seulement à cela). Le Grand Paris est beaucoup moins homogène à sa représentation par couronnes successivement plus distantes. Il nous apparaît différemment structuré d'un point de vue spatial, social et économique. Il n'est pas le paillason de Céline, mais, au contraire, il est riche d'une série de situations remarquables qui ne sont pas encore entrées à part entière dans l'imaginaire collectif.

les imaginaires et leur représentation

Il y a évidemment plusieurs représentations possibles d'une ville. Dans sa longue histoire, Paris, comme toute autre ville, a été représentée de différentes manières⁴. Le thème de la représentation a d'ailleurs une épaisseur extraordinaire: produit des imaginaires individuels et collectifs, des images mentales d'individus et groupes sociaux différents, la représentation, même la plus technique et apparemment la plus neutre et proche de la réalité, comme toute interprétation de l'existant, produit à son tour des nouvelles images qui lentement se déposent dans les imaginaires des différents individus, des différents groupes sociaux et de la collectivité.

Si on parcourt par exemple, comme on continue à faire, les images qui ont essayé de représenter Paris dans le dernier siècle (mais on pourrait remonter plus en arrière) à partir des grands photographes du début du siècle (Atget, Brassai, Doisneau, Kertész...), ou les images qui ont présidé, depuis un siècle, aux différents discours et aux différents projets et plans pour le Grand Paris (de Hénard à Jaussely, à Perret, jusqu'au plan vert régional et au plus récent schéma directeur de l'Ile de France), ou encore les images qu'on pourrait appeler les images underground proposées par des jeunes artistes de banlieue ; si on parcourt les images du Grand Paris révélées par les pratiques sociales observées de près par un travail de terrain, ou celles proposées par les touristes operators ; si on observe les images que les touristes amènent chez eux après leur visite de la ville, ou les vidéos qu'on peut trouver sur Youtube ; si on examine les cartes postales et les brochures de banlieues qui avec quelque ironie et provocation imitent celles des agences de tourisme, on s'aperçoit qu'il n'y a pas d'image qui représente la ville mieux qu'une autre. Ce qu'on peut observer est un faisceau d'images, souvent conflictuelles, qui nous parlent de la ville physique, sociale, économique et politique, de la ville perçue et de celle pratiquée au quotidien. Toute image spatiale est aussi et en même temps interprétation critique et projet. L'image, par exemple, d'une ville radioconcentrique, faite de couronnes successives et toujours plus lointaines qu'on retrouve dans la majorité des plans proposés pour la région parisienne, est l'image, apparemment neutre et historiquement consolidée¹, d'une hiérarchie: au centre ce qui a une valeur plus haute, à la marge au contraire ce qui est périphérique. Elle est en même temps image d'un ordre spatial et image d'un ordre social, image enfin d'une structure du pouvoir qu'on peut considérer comme dépassée. Ce qui nous amène à questionner et déstructurer les images consolidées devenues, à cause de leur inertie, des lieux communs qui ne permettent d'imaginer la ville autrement. A ces

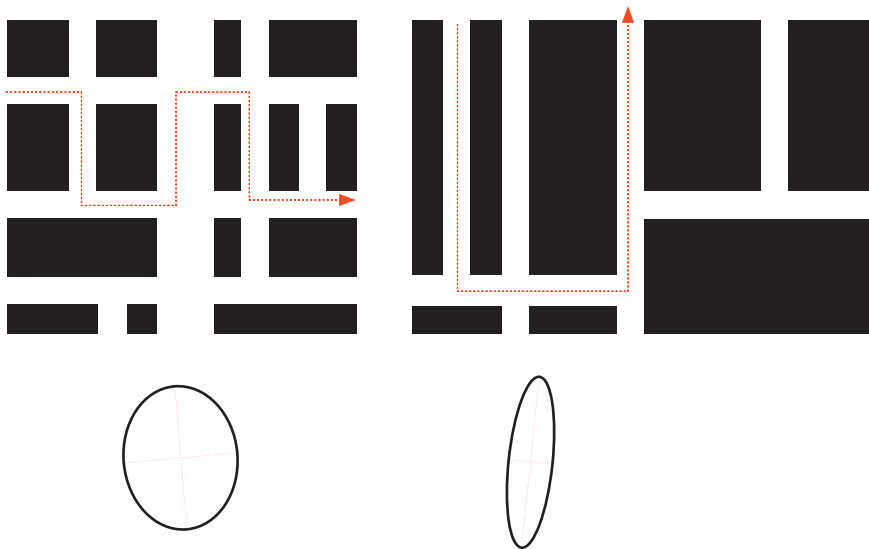


REV
microscopic elementary cell (REV) with flow on road network.

l'éponge

toutes les rues et les voies piétonnes, sans les autoroutes ni les routes de type autoroutier,
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Etant donné que la connectivité est un concept directionnel (si deux points sur une surface sont connectés, ils déterminent une direction possible dans le plan de déplacement), la perméabilité n'est pas seulement un nombre. En pratique, sur chaque point, la perméabilité est une grandeur qui associe une valeur numérique à chaque direction dans le plan tirée depuis ce même point. Cette valeur est d'autant plus haute que le déplacement dans le sens de cette direction est facile, rapide et privilégié. Pour cette raison, la perméabilité est définie par deux vecteurs principaux orthogonaux, qui identifient les directions de déplacement privilégiées dans la microstructure du REV. Il faut encore noter qu'il s'agit d'une grandeur macroscopique, définie en chaque point de la macro échelle, qui est pourtant obtenue à partir de la micro échelle au point considéré



Tissus avec différentes perméabilités. On utilise des ellipses pour représenter la directionnalité de la perméabilité: les directions correspondant aux axes majeurs sont les plus perméables, celles correspondant aux axes mineurs sont les moins perméables.

images on peut opposer des images différentes qui se superposent, se projettent et interagissent sur le support et avec le support offert par la matérialité de la ville existante.

Bien que l'histoire pèse, l'image radioconcentrique du Grand Paris ne correspond peut-être plus à la structure sociale et à la distribution des pouvoirs dans la région parisienne. La région francilienne ne peut plus être réduite à des couronnes proches et lointaines: le Paris haussmannien, grand monument du XIX^{ème}, plus riche que ce qu'on imagine habituellement, n'est qu'une partie du Grand Paris. A partir de l'après guerre et surtout des années 70 du XX^{ème} siècle de nouveaux pôles émergent, ce qui produit l'image d'une métropole multipolaire⁵. La région se diversifie, les équipements courants se dispersent, mais les disparités spatiales, porteuses d'inégalités, persistent et se renforcent⁶. Les déplacements qui ne concernent pas le centre de Paris augmentent, les premières *gated communities* apparaissent, soit dans le Paris haussmannien, soit dans le Grand Paris. Observée du point de vue du ressenti et des pratiques quotidiennes la région fonctionne à plusieurs échelles, ce qui produit une image qu'on pourrait appeler «une métropole archipel»⁷.

Métropole multipolaire et métropole archipel montrent que l'image de la métropole radioconcentrique, bien que fortement enracinée dans l'imaginaire collectif, est en évolution et que cette évolution va, malgré de fortes résistances, dans le sens d'une métropole toujours plus desserrée et poreuse.

les concepts comme outils et la définition opérationnelle des concepts principaux : porosité, compacité, perméabilité, connectivité, éponge, tuyau

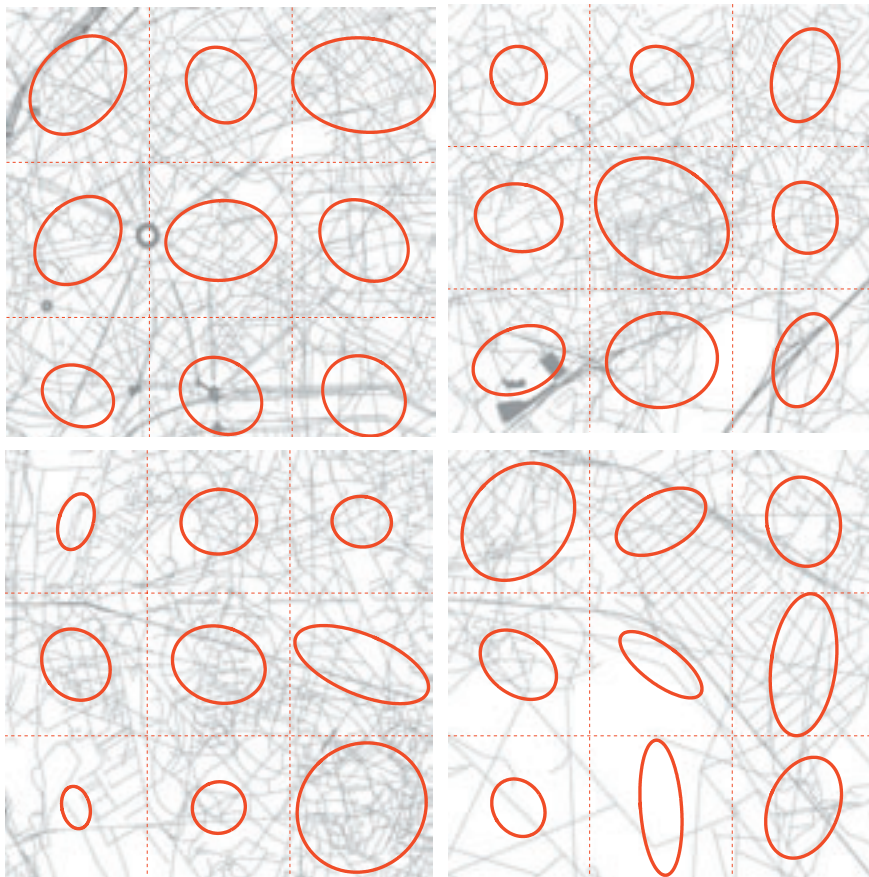
L'image du Grand Paris que nous donnent nos recherches est l'image d'un corps poreux traversé par des flux de personnes, marchandises, eaux, animaux... Evidemment le thème de la porosité et de la perméabilité ne concerne pas uniquement la mobilité humaine (voitures, vélos, piétons), mais aussi la percolation des eaux et la mobilité des éléments naturels (végétaux et animaux). Le point de départ de nos études devient donc la description des flux d'un grand nombre de particules dans un réseau de grande échelle.

A partir des années 1950, on dispose d'une vaste gamme de modèles de simulation des flux, en particulier de ceux du trafic automobile. La dette de ces modèles au regard des sciences des fluides, notamment de la dynamique des fluides, est très forte. Leur succès a donné lieu à une branche de sciences appliquées qui profite toujours plus d'une forte sophistication des logiciels utilisés. Leur utilité est, et a été, indiscutable. Tous ces modèles conceptualisent la directrice du flux (ligne du métro, chemin de fer, autoroute, ou partie du réseau routier urbain) comme un tuyau, ou canal avec des bords imperméables, qui connecte une origine et une destination. On entre et on sort du tuyau par des robinets (station métro, gare des trains, échangeur, carrefour...).

Mais la ville et le territoire sont irrigués par des réseaux capillaires qui ont avec leur contexte et tout au long des leurs parois, un rapport osmotique. Dans la ville poreuse, les relations osmotiques sont importantes; la compacité les réduit ou les élimine. Modéliser l'éponge nous oblige à contacter d'autres domaines disciplinaires (souvent liés à la médecine), notamment des mathématiciens spécialisés dans le domaine de la dynamique des fluides. Le produit de cette réflexion peut-être la base d'une interprétation innovante de la métropole du XXI^{ème} siècle où écologie, mobilité et habitat trouvent leur confluence.

Le point de départ est le suivant: la géométrie du tissu urbain influence la quantité et la qualité des déplacements au sein d'une ville comme la géométrie d'un réseau hydraulique influence l'écoulement des eaux dans un territoire. Il est donc important, par exemple, d'étudier comment des sujets (piétons, vélos, voitures, ...) placés dans un milieu urbain, ou en général dans un réseau, peuvent utiliser l'espace à disposition pour les déplacements et de mettre en relation cela à la géométrie de cet espace.

Les outils qu'il faut utiliser pour décrire la géométrie et le mouvement sont nécessairement des outils mathématiques. Il faut donc un peu d'abstraction pour atteindre une vision «synthétique» qui puisse condenser les propriétés



Ellipses de perméabilité
calculées sur une décomposition en 3x3 REV
pour (a) le Paris housmannien, (b) les grands
ensembles, (c-d) le pavillonnaire.
© équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Il y a des modèles plus détaillés des phénomènes locaux qui ont lieu à la micro-échelle: ces modèles considèrent chaque particule dans son individualité. Les algorithmes qui sont utilisés dans ce cas sont de type *cellular automata*.

L'idée que l'on suit dans ce cas est:

a. on fait un grand nombre de simulations avec une seule particule dans le REV. En moyenne, on va donc explorer toutes les possibilités de déplacements dans le REV.

b. puis, avec des procédés statistiques, on calcule la co-variance des incréments successifs que l'on a observés dans les simulations. Cette donnée permet de reconstruire la perméabilité du REV considéré. Des résultats axés sur des tissus typiques de la région parisienne sont montrés dans les figures ci-contre.

importantes en leur donnant une signification précise. On arrive à un résultat intéressant: dans certaines conditions, un ensemble de particules qui se déplacent dans un tissu urbain est au niveau macroscopique équivalent à un écoulement d'un fluide dans un milieu poreux. D'ici, l'idée d'associer au tissu urbain (que l'on voit comme un sorte d'éponge poreuse) les propriétés typiques des milieux poreux, la porosité et la perméabilité, pour en capturer l'essence au niveau géométrique et l'idée de la relation entre géométrie et déplacements. Nous retrouvons alors les concepts desquels nous sommes partis.

Porosité

La porosité est la fraction d'espace dans laquelle les déplacements peuvent avoir lieu. Donc, c'est le rapport entre la surface des routes (par rapport au mode considéré) et la surface totale. Évidemment, une grande porosité implique que l'espace à disposition pour se déplacer est grand. Mais cela n'implique pas que les déplacements soient effectivement favorisés. Une grande porosité ne correspond pas à une bonne mobilité, par exemple, si les pores (routes) ne sont pas très connectés. D'un point de vue opérationnel la porosité d'un milieu est définie comme le rapport entre le volume des pores dans le REV (Reference Elementary Volume) où le flux se vérifie et le volume total du REV. La porosité est donc toujours comprise entre 0 et 1.

Perméabilité

La perméabilité est une mesure de la vitesse moyenne que l'on peut mesurer localement due aux interactions des particules avec la géométrie dans laquelle elles se déplacent. C'est donc une grandeur directionnelle, qui dépend fortement de la connectivité de la matrice poreuse. On voit un exemple de cela dans la figure ci-contre. On peut avoir des matrices isotropes, pour lesquelles la perméabilité ne change pas sensiblement par rapport à la direction, et d'autres matrices anisotropes, où on a une forte directionnalité. Il s'agit donc d'une mesure de la facilité à traverser, ou si l'on préfère, à l'opposé, d'une résistance au passage. La seule porosité ne garantit pas les flux. En effet, comme on a déjà dit, si les pores, c'est-à-dire les espaces disponibles pour les flux, sont des poches isolées les unes des autres, le flux ne peut pas se réaliser. Pour qu'il y ait flux, il faut que les pores soient interconnectés. La perméabilité mesure donc non seulement le niveau de porosité d'un tissu urbain, mais aussi son degré de connectivité (c'est-à-dire la possibilité de mouvement dans les différentes directions, suivant la voirie). Comme il est facile de l'imaginer, la grande porosité est une condition nécessaire mais non suffisante pour la grande perméabilité. Pour des microstructures fortement connectées, les deux grandeurs sont corrélées.

Porosité de fracture et porosité de matériaux

Si les mathématiciens définissent la porosité en tant que ratio, les géologues utilisent aussi les concepts de porosité de fractures et de matériaux. La deuxième concerne la compacité des roches tandis que la première concerne les fractures qui s'ouvrent dans un milieu à la suite d'événements extraordinaires. Si l'on pense à la ville, le deuxième type de porosité nous renvoie à la porosité des tissus urbains, le premier nous renvoie aux fragments conséquents des transformations de l'espace urbain.

¹ J. Attali, 2006, *Une brève histoire de l'avenir*, Fayard, Paris

² Le Grand Paris est marqué par un dense réseau, comme une toile d'araignée, de limites administratives : (Communes, Départements, Communautés d'agglomération (CA), Communautés de communes (CC), Syndicats d'agglomération nouvelle (SAN), Syndicats intercommunaux (SIGEIF, SYCTOM, SIPPEREC, ...), Syndicat intercommunal de Paris métropole).

³ Si on observe une carte du Grand Paris ou si on parcourt le Grand Paris rarement on s'aperçoit de ces limites qui organisent la gouvernance plus que les phénomènes urbains. Pour n'être pas influencés dès le début par de thèmes typiques de la gouvernance on a pris comme territoires de référence deux carrés : le premier de 100km sur 100km est centré sur la confluence de Seine et Marne ; à son intérieur le deuxième, de 50km sur 50 km, est centré sur le parvis de Notre Dame. Ce dernier est inscrit dans cercle de 35 km de rayon.

⁴ A. Fourcaut, E. Bellanger, M. Flonneau, 2007, *Paris/Banlieues*, Creaphis, Paris

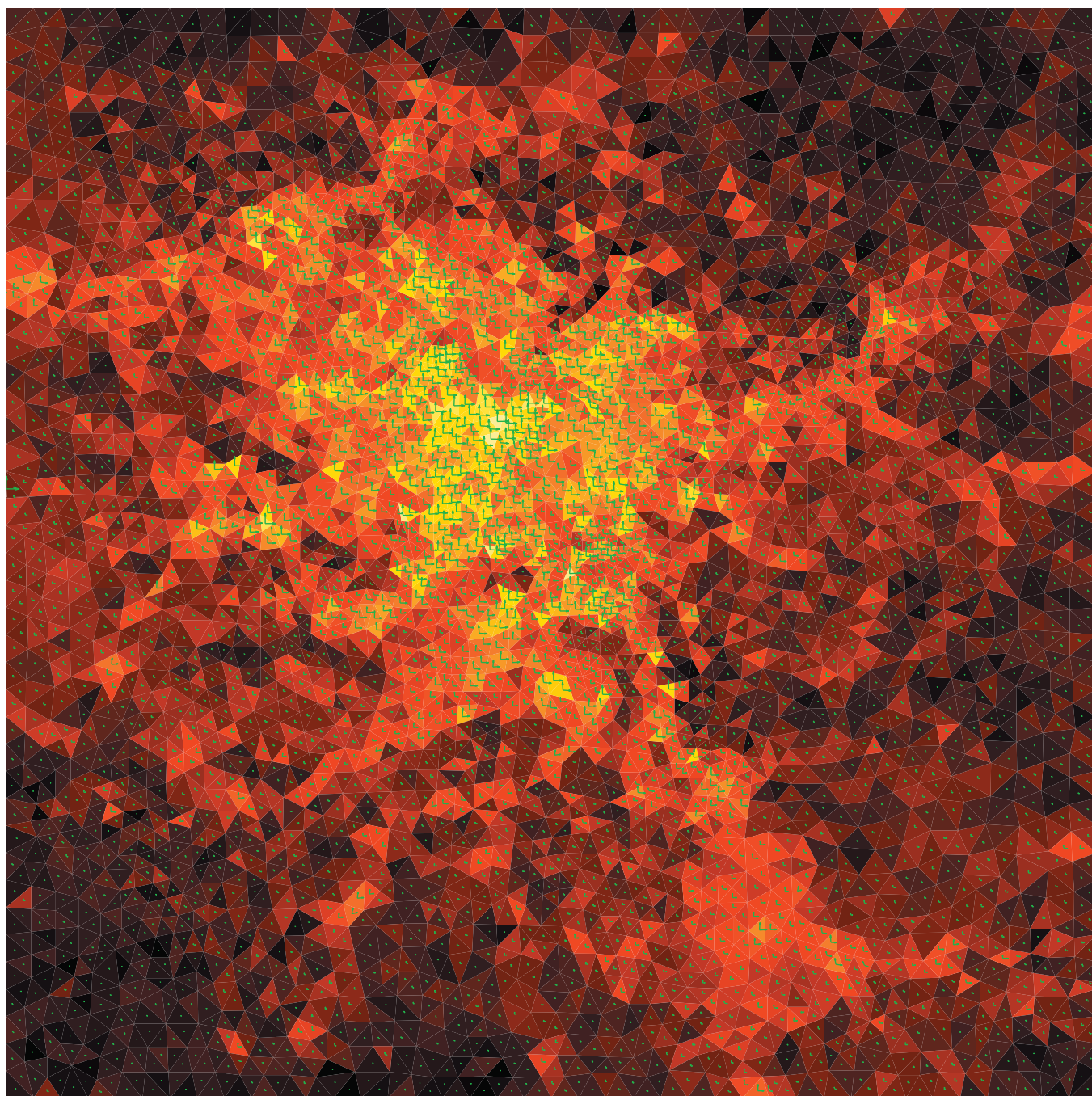
⁵ T. Paquot, Paris n'est plus un mythe littéraire. Ou comment renouer avec un imaginaire parisien, dans : *Esprit*, Octobre 2008

⁶ La littérature à ce propos est énorme, soit dans le temps (on discute de ces problèmes depuis les années 30) soit pour ce qui concerne les applications (géologiques, forestières, environnementales, écologiques, épidémiologiques, économiques...)

⁷ rapport du groupe de travail sur Le polycentrisme en Ile-de-France, décembre 2003

⁸ J.-C. François, Les évolutions récentes de la division sociale de l'espace francilien: observation des discontinuités structurelles par l'analyse discriminante, *Espace Géographique*, Ile-de-France, tome 34, 2005/3

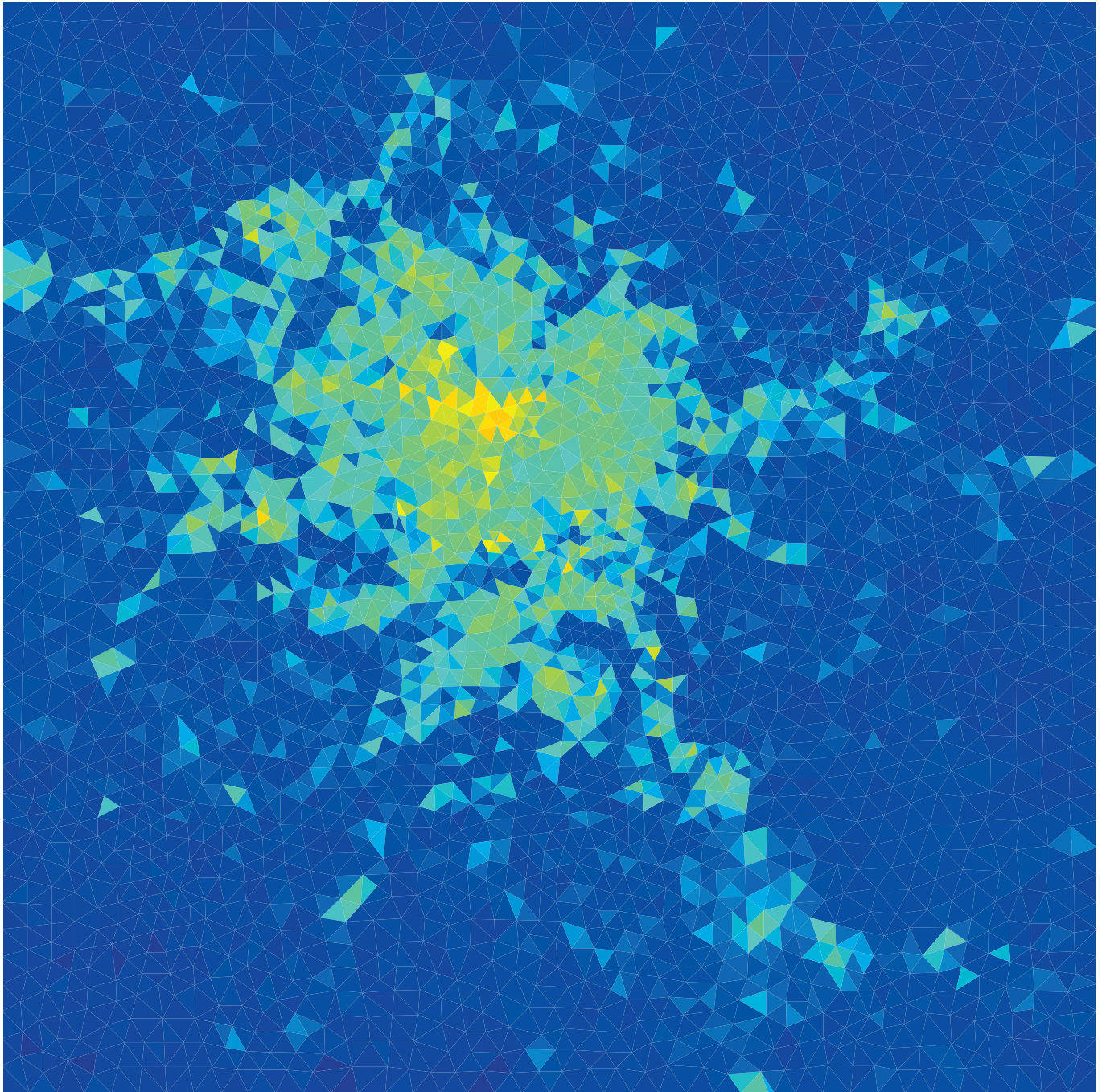
⁹ M. Cacciari, *L'Arcipelago*, Adelphi, Milano, 1997



magnitude de perméabilité,
©équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Dans la région francilienne, comme dans d'autres métropoles le réseau de la voirie mineure est si dense que'on peut imaginer le décrire d'une manière continue, en opposition à sa nature discrète.
Une description continue signifie que si l'on considère une surface de 100 km x 100 km, alors on caractérise le flux en chaque point plutôt que sur chaque ruelle contenue dans la zone, car les voiries sont trop serrées pour notre résolution spatiale.
Une série d'élaborations formelles démontre que, dans la limite d'un réseau infiniment

dense, une telle représentation continue existe et que le modèle mathématique qu'elle implique est très similaire à celui des flux de fluides dans des milieux poreux.
C'est ce qui justifie l'image du réseau de rues et ruelles comme objet continu, l'éponge, en opposition aux tuyaux qui la traversent, c'est-à-dire aux autoroutes. En tant que milieu poreux, l'éponge urbaine peut alors être décrite par des variables macroscopiques, définies en chaque point du territoire, qui décrivent néanmoins le caractère microscopique du réseau. Il faut alors introduire les concepts de macro échelle et de



porosité résultante dans chaque cellule

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

micro échelle, l'analyse du territoire spongieux étant fortement basée sur leur relation. Quand on pense au réseau mineur de voirie comme à un milieu continu cela signifie que l'on est en train de l'observer à sa macro échelle. La macro échelle est tout simplement une échelle spatiale caractérisée par une dimension de référence – par exemple 100 km. Quand on parle de micro échelle, au contraire, on descend à une dimension spatiale beaucoup plus petite (par exemple 100 m), à laquelle il est possible de recueillir les détails de chaque rue et donc des possibilités de déplacement

des particules du flux que l'on est en train d'observer. Idéalement, à chaque point de la macro échelle on peut associer une cellule élémentaire avec des dimensions comparables à celles de la micro échelle. Cette cellule élémentaire (ou REV, reference elementary volume) nous permet de définir sur chaque point des quantités macroscopiques qui dérivent des phénomènes microscopiques. C'est-à-dire que nous pouvons penser qu'en chaque point de l'éponge il est possible de faire un zoom à la micro échelle et ce que nous obtenons en tant que zoom est le REV.







2 La ville «poreuse»: état d'avancement du chantier 1: scénarios

Le premier chantier est placé dans l'avenir ; le second lit et interprète l'agglomération parisienne contemporaine, forcément placée dans le temps présent. Ils sont complémentaires : l'un part du futur, de ce qu'on voudrait, en énonçant des objectifs, le deuxième part du présent, de ses potentialités en termes de porosité et de ses conflits. Nos recherches ont démarré en même temps car les deux temps se regardent avec continuité : le futur affiché et ses conséquences sur les choix d'aujourd'hui et le présent ouvert au futur. Ils se regardent en apprenant l'un de l'autre, en construisant un processus de formation de connaissance à travers la description des lieux et la construction de scénario.

Le passé revient à chaque pas, dans les cartes et les données historiques, mais ni il ne définit les horizons (hypothèse de la continuité du passé), il n'oriente la lecture. Le futur ne sera pas seulement la prolongation du passé. L'hypothèse d'une rupture doit être prise en compte. Une rupture des modes de vie, des pratiques, des modes de production. Le présent est surtout intéressant pour ce qu'il annonce plutôt que pour ce qu'il révèle. Le passé revient pourtant à chaque pas, mais délibérément on voudrait lui empêcher de nous dicter le futur.

Plus concrètement :

- le deuxième chantier, plus que le premier, requiert du temps sur place, une quantité majeure d'analyses de détails, plus de connaissances spécifiques pour donner aux interprétations et aux modèles de simulation une forte pertinence,
- le premier chantier s'interroge sur le futur de la métropole après Kyoto et, à partir de ce qu'on voudrait atteindre, s'interroge sur la façon d'y arriver. C'est-à-dire qu'on imagine des objectifs compatibles avec le protocole de Kyoto et les principes des Grenelles de l'environnement et on construit des scénarios qui montrent si et comment on pourra s'en rapprocher.

Pour les deux chantiers, nous proposons d'utiliser en même temps une approche *top down* et une approche *bottom up* : encore une fois les deux discours et les deux épistémologies doivent se compléter, chaque approche essayant de vérifier, de confirmer ou d'infirmer l'autre. On sait bien que tout au long de la modernité, deux styles d'analyse ont essayé de décrire et d'interpréter le monde à partir de l'expérience qu'on pouvait en faire ou de l'élaboration de grands appareils catégoriels qui permettaient de décrire en forme compacte les résultats toujours plus précis de l'expérience ; ce qui générerait la nécessité de revenir de temps en temps contrôler si l'on parlait de quelque chose qui pouvait encore être cueilli par de nouvelles expériences.

Le défi que les deux chantiers proposent est de cette nature :

- la réflexion sur la métropole du XXI^{ème} siècle ne peut que sortir d'une vaste littérature et d'un ensemble de recherches qui concernent le contexte du développement rapide des métropoles à l'échelle mondiale, et ne peut qu'utiliser des catégories et des concepts en partie proposés par cette vaste littérature et en partie proposés par l'équipe (tels que les concepts de porosité, d'éponge, etc.).

Il n'y aura pas d'ailleurs dans le XXI^{ème} siècle, comme on l'a dit, une seule forme de métropole : Paris sera différente de Londres, de New York, de Tokyo et d'autres métropoles et *megacities*. Bien qu'il y ait dans les sociétés contemporaines, toujours plus globales, des tendances communes, il n'est pas dit que ce qu'on peut observer aujourd'hui à Tokyo soit probable demain à Paris ou vice-versa, et pas seulement parce qu'elles ont une histoire différente. La globalisation est un phénomène complexe et les échanges et transferts entre les différentes situations et cultures ressemblent toujours plus à des traductions, avec les délais temporels et les malentendus typiques des traductions. On sait bien que toute traduction est en partie une trahison.

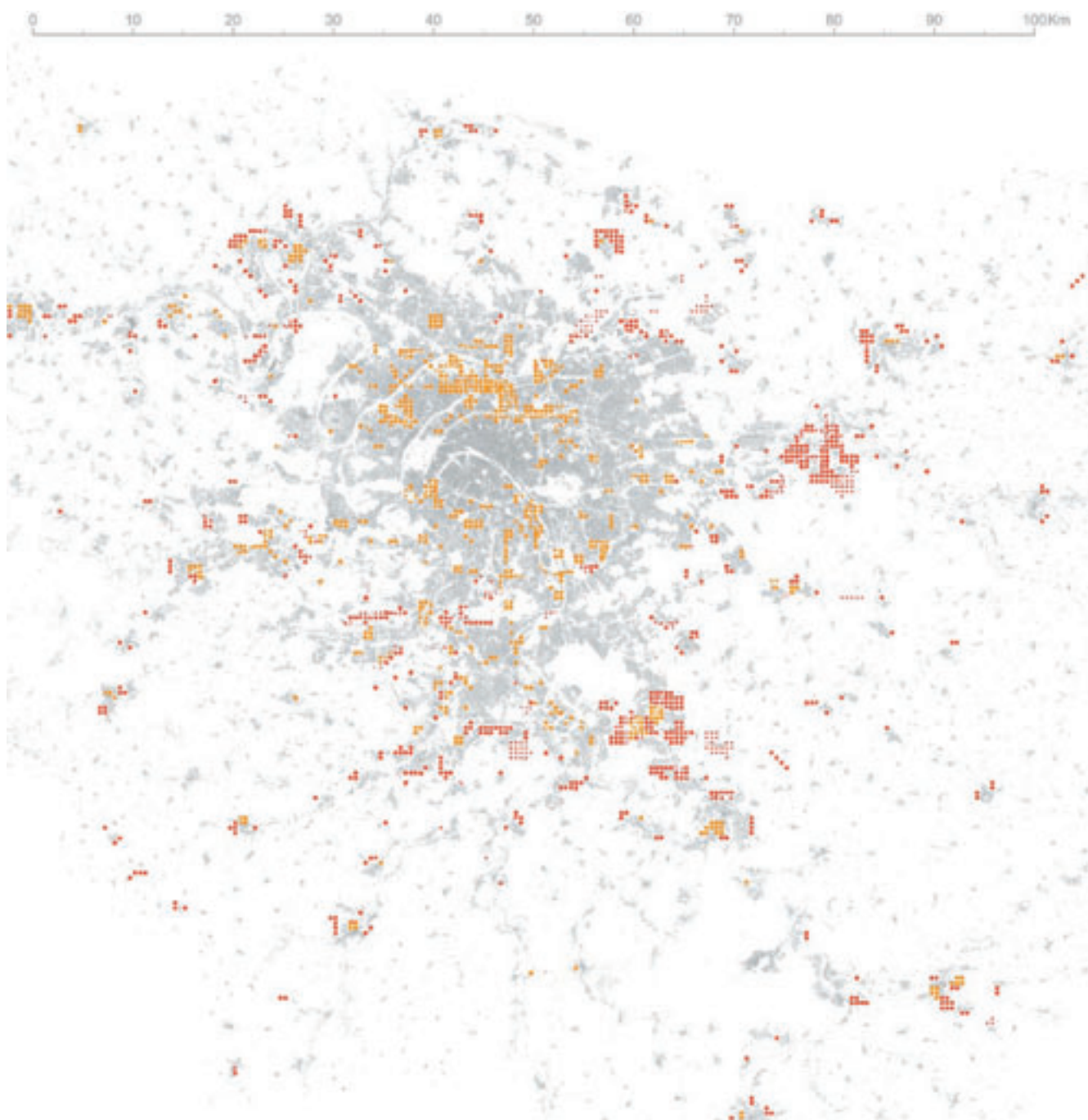
Les réflexions sur l'identité et la spécificité de la métropole parisienne, nécessaires pour élaborer des diagnostics prospectifs pertinents, ne pourront pas être cueillies uniquement sur le fond de la toile d'une comparaison avec d'autres métropoles, mais devront sortir aussi d'une interprétation de la dimension spatiale de l'agglomération parisienne : de ses caractéristiques physiques, sociales, économiques et institutionnelles, de ses potentialités et opportunités.

Dans les pages qui suivent on étudie cinq scénarios. Le premier, scénario 0, s'interroge sur les conséquences des projets en cours ou déjà engagés dans la région parisienne. S'il y a des projets, il y a des acteurs, des demandes, bien ou mal interprétées, des débats et des négociations qui se sont consolidées autour d'une prévision et d'une réponse. Le deuxième concerne l'objectif d'une région énergétique 100% durable, ce qu'on doit faire pour atteindre cette situation, les potentialités, les opportunités et les coûts. Le troisième envisage les possibilités liées à une plus judicieuse gestion des eaux, le quatrième concerne la possibilité de construire en région parisienne un système écologique et de loisir fort à partir des terrains résiduels (dross) et le cinquième, enfin, la possibilité de passer d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal des transports en commun.



what...if ...: et si tous les projets envisagés étaient réalisés?





Secteurs de densification et d'urbanisation selon le SDRIF

On a ici extrait les secteurs selon leur vocation (urbanisation ou densification) depuis la Carte de destination générale des différentes parties du territoire du SDRIF puis on les a superposés sur le fond du bâti de la région. Cette carte de synthèse du SDRIF est territorialisée, dans le sens où ce n'est pas un diagramme conceptuel comme la très grande majorité des cartes de projet ou de défi insérées dans les deux volumes du SDRIF, et comme l'étaient les cartes de synthèse des deux anciens SDRIF (1976 et 1994).

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



Plan de renouveau
de la Défense
OIN

Immeubles de
grande
hauteur à Paris
ANRU

Source : Olivier Brénac et
Xavier-José Gonzales



Projet ADP du
«rectangle»
OIN

Source : Devillers
Associés / Brochet-
Lajus-Pueyo



Pole gare de Lagny
communauté
d'agglomération de
Marne et Gondoire /
Marne-La-Vallée



projet de centre de tri
des déchets
syndicat
intercommunal
Source: SYCTOM+SIAAP



Canal de l'Ourcq,
gare de triage de
Noisy le Sec
Territoire de projet
ACTEP

Source : DREIF/Gauthier



Synchrotron Soleil à
Gif-sur-Yvette sur
le Plateau de Saclay
OIN

Source: DREIF/Gobry



Corridor Paris-Le
Bourget-Charles-de-
Gaulle;
EPA Plaine de
France,
Source: Patrick Berger 2005



Le SDRIF est évidemment un scénario important pour le développement à venir de la région IDF. Notamment parce qu'il a été mis en place dans un large cadre de concertation entre les différentes collectivités locales de la région, et soumis à enquête publique.

Cependant, le SDRIF n'est qu'une partie du scénario 0. En effet, les différents projets de la région, dont la somme forme ce qu'on appelle scénario 0, sont déclinés selon différentes échelles et par une multitude d'acteurs. On peut essayer d'organiser une lecture de ces projets en fonction de ces deux variables. Malgré cela, il existe entre chacun de ces projets des interactions, des chevauchements, et parfois des contradictions. On verra que malgré cette complexité de la multiplicité des acteurs et des échelles d'intervention, un certain nombre de problématiques semblent être partagées plus ou moins implicitement par l'ensemble des «joueurs».

Les acteurs du scénario 0

Niveau national: l'Etat agit principalement par le biais du Ministère de l'Équipement (rebaptisé MEEDAAT, et intégrant notamment le sous-secrétariat pour la Région Capitale) et ses services déconcentrés comme la DREIF et les différentes DDE. Outre l'approbation qu'il doit formuler sur le SDRIF, il agit essentiellement par trois leviers :

PNRU, programme national de rénovation urbaine, qui à partir de la définition des différentes zones urbaines sensibles, de rénovation et franchises (ZUS, ZRU et ZFU) attribuent des financements par le biais de l'ANRU aux différents projets.

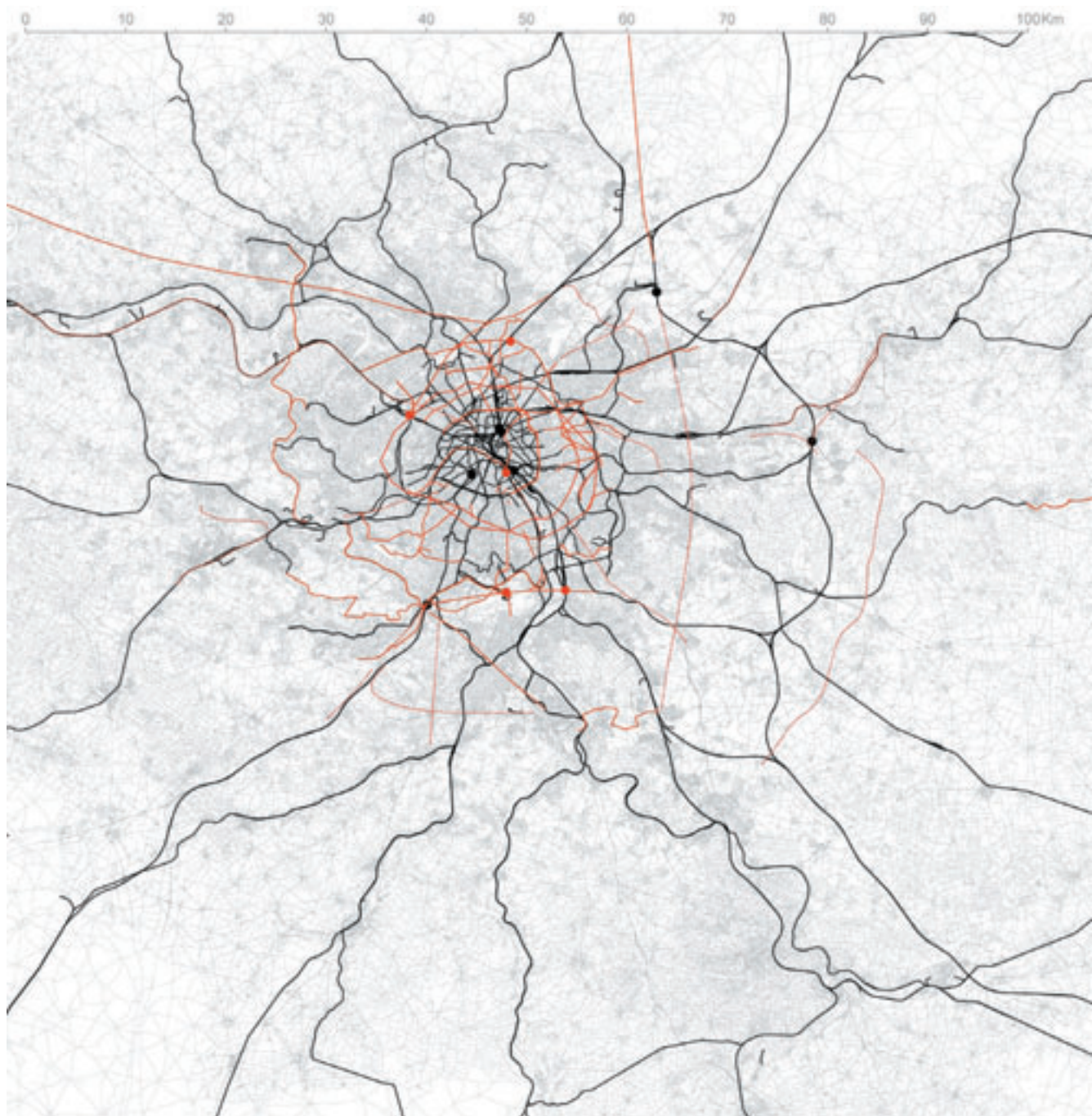
OIN, Opérations d'Intérêt National, elles permettent au gouvernement de fixer par décret des périmètres dans lesquels celui-ci se substitue aux communes, ou intercommunalités selon, pour toutes questions d'aménagement (dont ZAC et permis de construire). Un EPA (Etablissements Publics d'Aménagement) est ensuite créé pour en assurer la direction. Plaine de France est le seul territoire-EPA pour lequel il n'a pas été défini d'OIN.

CPER, Contrat de Plan Etat-Région. Tous les 6 ans, l'Etat et la Région se mettent d'accord sur toute une série de projets sur lesquels ils engagent des financements. La plus grosse partie concerne les transports 3 milliards et l'enseignement supérieur 1,2 Md€ (sur 5,5 Md€ en tout dont 2 financés par l'Etat et 3,5 par la Région).

Niveau régional: la région Ile-de-France oeuvre dans un cadre concerté au projet du SDRIF

Syndicats intercommunaux : il existe un certain nombre de syndicats intercommunaux dont l'échelle d'action est régionale (mais surtout sur la zone dense). Le **STIF** (transports) est le seul à agir sur toute la région qui le pilote. Les autres, **SIAAP** : syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne, **SIGEIF** : syndicat intercommunal pour le gaz et l'électricité de l'Ile-de-France, **SYCTOM** : syndicat intercommunal pour la collecte des ordures ménagères, **SIPPEREC** : Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour l'Électricité et les Réseaux de Communication ou le **SEDIF** : syndicat des eaux de l'Ile-de-France ont chacun des périmètres d'action partiels et variables. C'est sur ce modèle de syndicat intercommunal que vient de se constituer **Paris-Métropole**.

Niveaux communal et intercommunal : les communes commencent à s'organiser en intercommunalités (CA, communautés d'agglomération ; CC, communautés de communes ; et SAN syndicats d'agglomération nouvelle) ou en territoires de projet (ACTEP, Seine Amont et Vallée scientifique de la Bièvre)



Carte de synthèse des projets de transport

On note l'abondance de projets de lignes concentriques destinées à mailler le réseau de la zone dense.

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

- liaisons futures
- rer projet
- tgv projet
- metro projet
- tramway projet
- gare tgv
- TGV
- Rer transilien
- metro
- tram tcs
- réseau
- gare tgv projet

Ces acteurs multiples dessinent sur le territoire un ensemble complexe de périmètres d'action et de projets, aux nombreux chevauchements. Certains le décrivent comme un mille-feuille inextricable, prisonnier des contradictions intrinsèques à une telle décomposition. D'autres voient dans cette complexité l'image du fait métropolitain, confluence d'enjeux et d'acteurs extrêmement divers, obligés à constituer des projets transversaux selon chaque enjeu spécifique.

Les projets

Malgré la diversité des acteurs et des échelles des différents projets, on peut tenter une lecture globale du scénario 0 au travers de problématiques qui semblent implicitement partagés.

Les projets de transports sont dans l'ensemble assez consensuels et définissent un projet plus facilement partagé. Ces projets sont mis en place par le SDRIF mais ils ont globalement l'aval de l'Etat vu qu'ils sont ensuite financés tous les 6 ans par les CPER (contrats de plan Etat-Région). De plus vu les coûts, il y a très rarement un projet de transport spécifique à un sous-territoire si ce n'est une ligne en site propre ou l'amélioration d'une connexion routière.

Les projets d'aménagement si on les appréhende dans leur globalité, répondent en fait à quatre thématiques implicitement partagées, et plus ou moins dépendantes les unes des autres.

1- densifier les zones denses proches des noeuds de transport.

C'est un des thèmes forts du SDRIF, qui est partagé avec le gouvernement. Ils y voient un moyen puissant de réduction de l'empreinte carbone.

2- recyclage des zones industrielles de plus de 40 ans

Ces zones étant majoritairement dans la zone dense, permettent de dégager du foncier en accord avec la problématique 1.

3- rééquilibrage des emplois et rattrapage social des territoires défavorisés

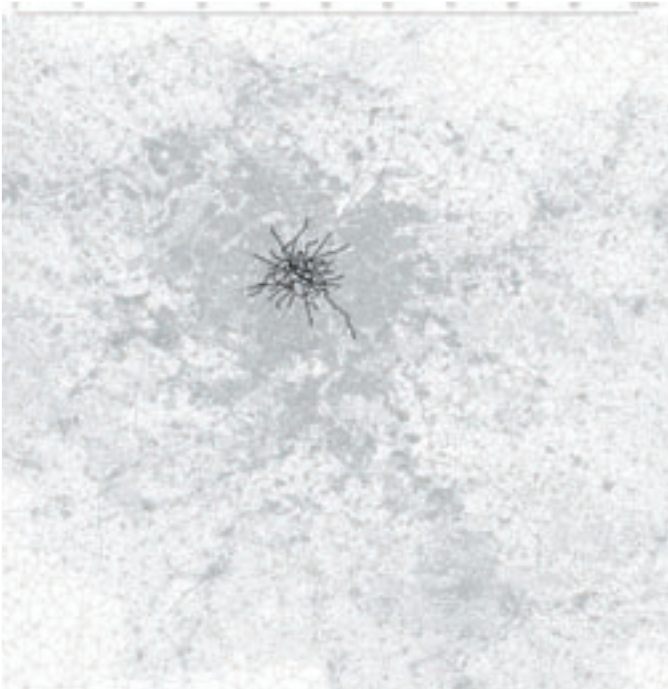
C'est le cas des territoires proches des zones industrielles à recycler qui ne fournissent plus leur lot d'emplois, de l'ensemble des opérations de rénovation urbaine et c'est le cas globalement de tout l'est parisien.

4- pôles d'excellence : affaires et innovations

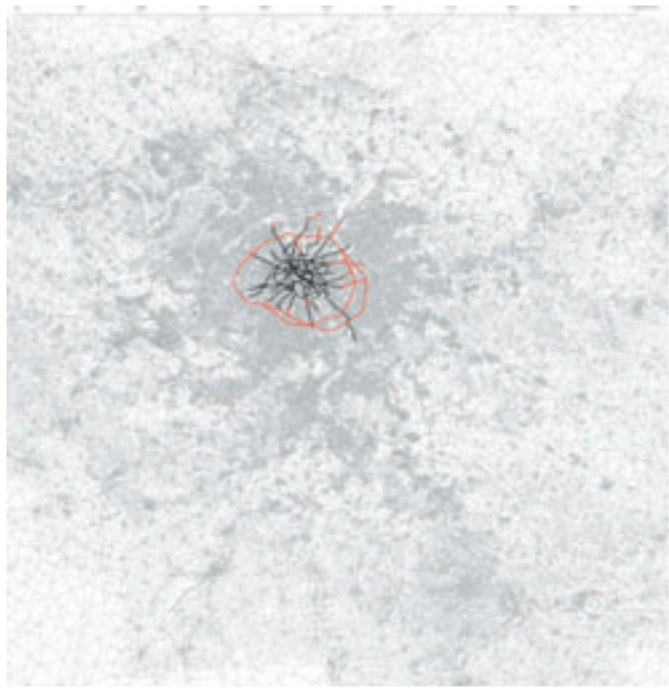
Consolider les pôles existants comme ceux La Défense ou Paris, ceux émergents juste au delà du périphérique et dans les villes nouvelles de l'ouest. Dynamiser ceux des territoires concernés par le rééquilibrage notamment au niveau des aéroport et des villes nouvelles de l'Est. Et enfin création de nouveaux comme sur le plateau de Saclay.

Sur les cartes des pages suivantes on a représenté la plupart des projets d'aménagement en cours ou à l'étude de la région des niveaux national, régional et global. Puis, pour chacune des quatre problématiques partagées, on a «allumé» les projets concernés.

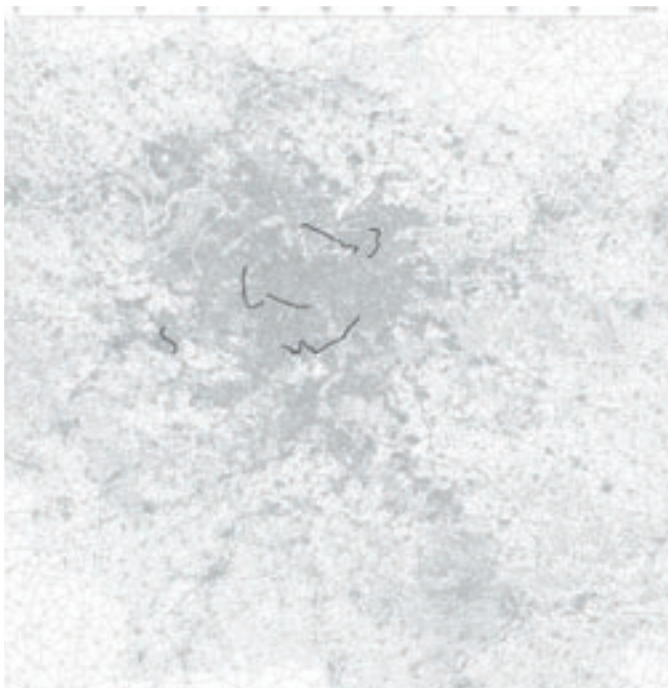
Au final, malgré quelques projets en très grande couronne, le scénario 0 par ses projets de transports qui s'efforcent de mailler par différentes lignes concentriques comme par ses projets d'aménagement selon les quatre thèmes imbriqués s'inspire implicitement du projet de la ville dense et resserrée au niveau de ses infrastructures. Toutefois une série importante de projets nie ce modèle (Plateau de Saclay, zones d'extension ...).



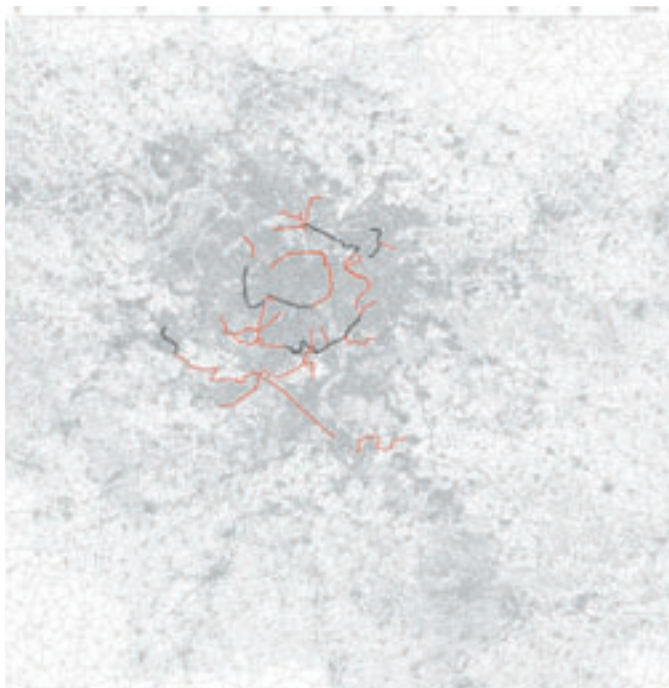
Métro existant



Métro en projet

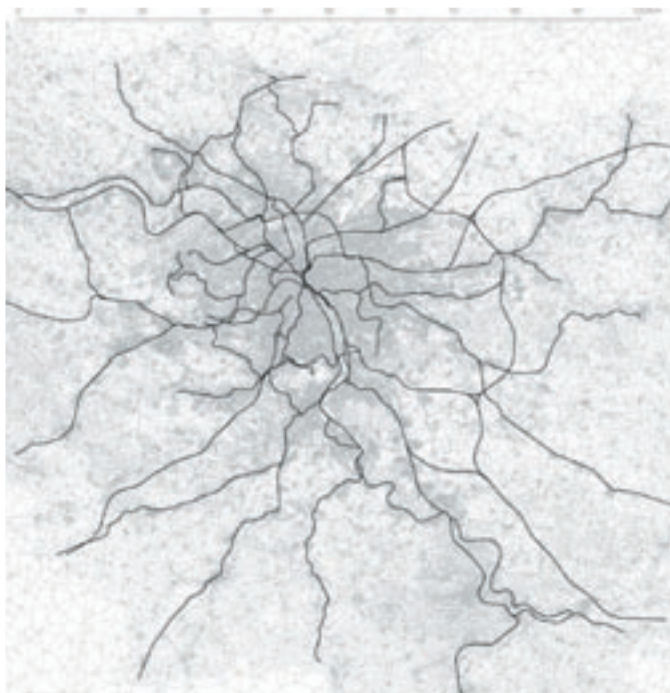


Tramway existant

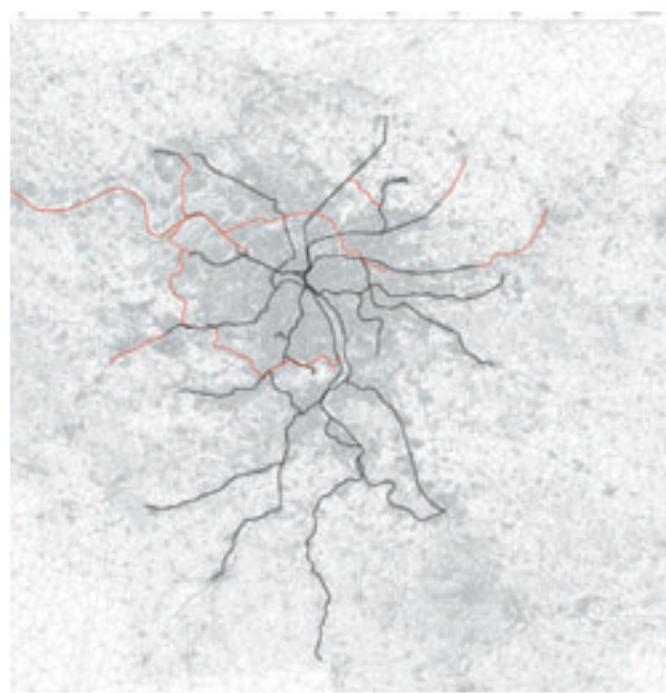


Tramway en projet

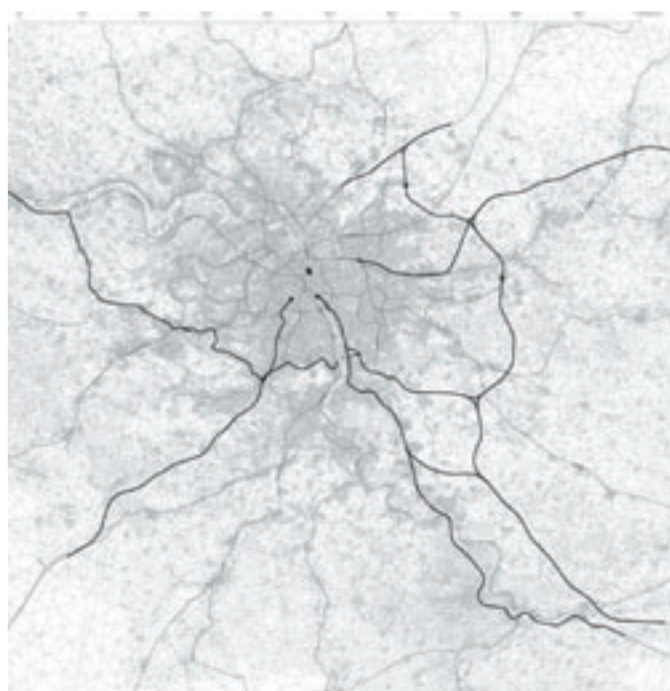
On parle de transport en rocade depuis plus de 15 ans sans que les financements aient suivis. Il n'y a pas eu de réel investissement (à part le métro Météor et la ligne RER E) depuis plus de 20 ans, après la fin des travaux du réseau RER. Les transports en commun souffrent aujourd'hui d'importantes saturations. Le SDRIF 2008 fait preuve de détermination sur les projets en rocade.



RER et réseau Transilien existant



RER et réseau Transilien en projet

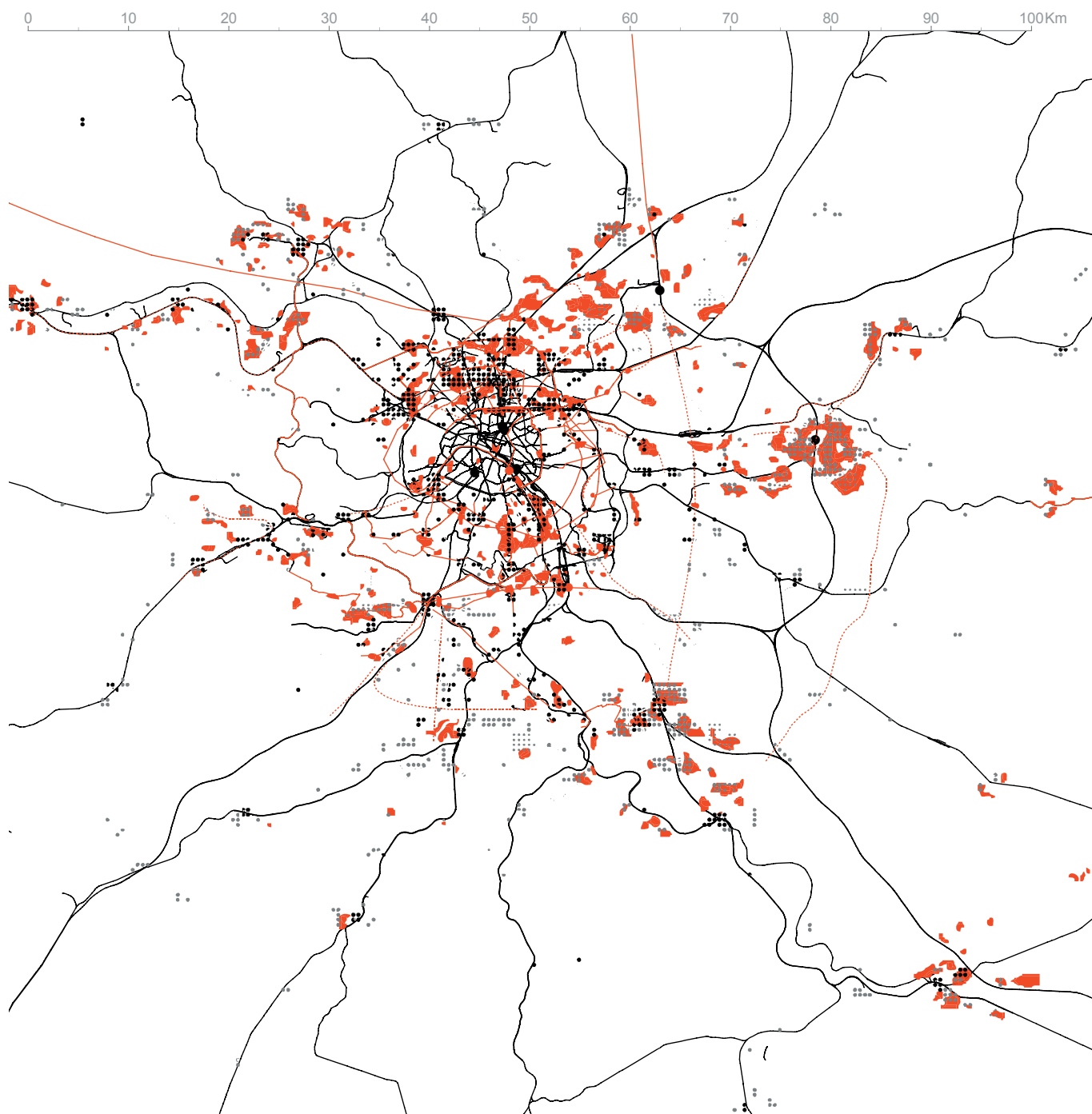


TGV existant



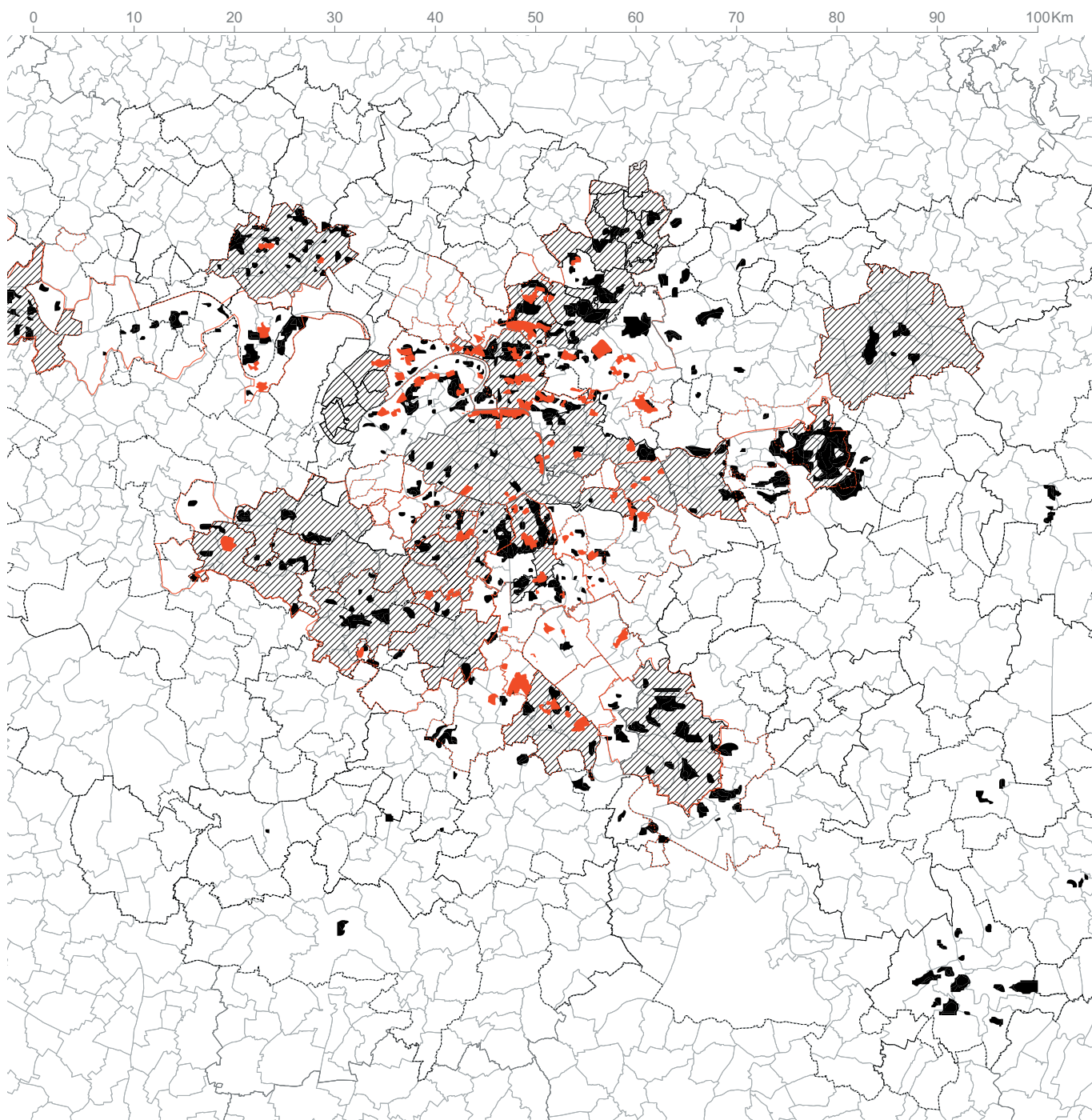
TGV en projet

Selon M. Huchon, (Les Echos 19-06-2008) il est nécessaire d'investir 18 Md € sur 2007-2020 afin de réaliser les différents projets, soit environs deux fois plus que les budgets prévus par les derniers CPER (Arc Express 6 Md€, accessibilité handicapés 5,6 Md €, améliorations RER A 2,7 Md €, Tangentielle nord 1 Md €, prolongement ligne 14 sur L13 0,8 Md €, pour les budgets les plus importants).



scénario 0: carte de synthèse
des projets d'aménagement
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò





les territoires de la gouvernance

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Statuts des territoires de projet :

- Communautés d'agglomération (et communautés de communes)
- Départements
- OIN (opération d'intérêt général)
- zones de renouvellement urbain (ANRU)
- Intercommunalités importantes (population et projets)
- syndicats intercommunaux

Ces acteurs multiples dessinent sur le territoire un ensemble complexe de périmètres d'action et de projets, aux nombreux chevauchements.

communauté de agglomération
communauté de communes
Département
O.i.n.
A.n.r.u.
Intercommunalité importants
Périmètres syndicats
Zones d'aménagement

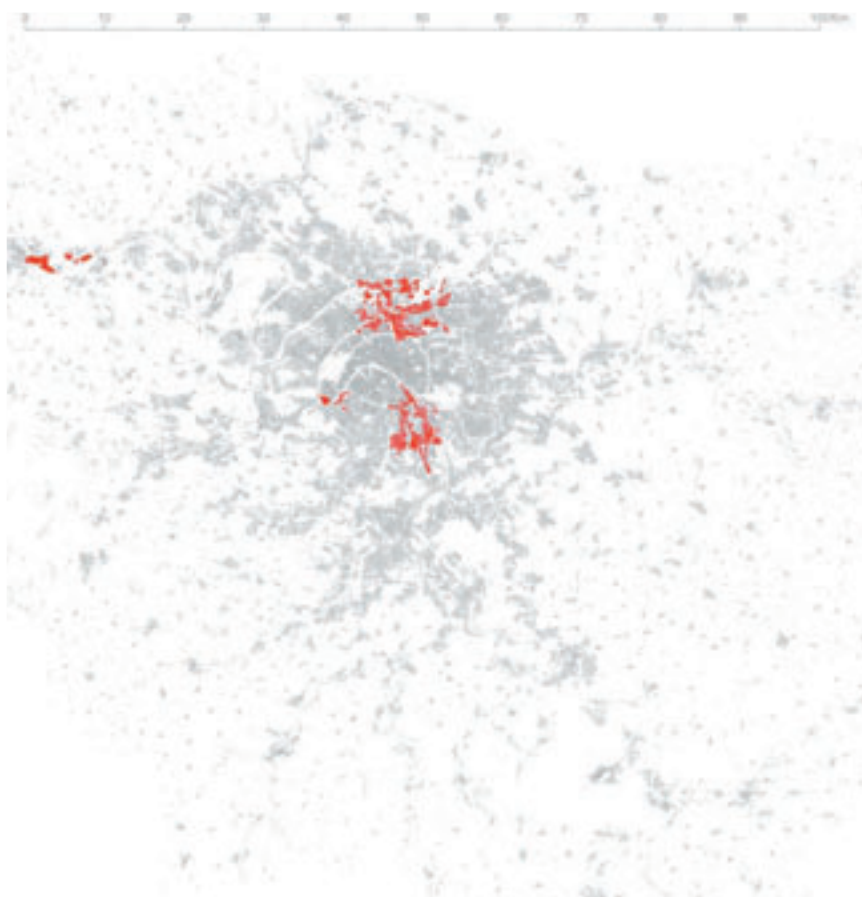




Scénario 0
Densifier la zone dense proche des
noeuds de transport

C'est le cas des territoires au bord du périphérique et globalement des zones proches de desserte d'infrastructure (carrefours autoroutiers et interconnexion TC). On recoupe largement les territoires de recyclage industriel.

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



Scénario 0
Recyclage des zones industrielles de
plus de 40 ans

C'est le cas de Plaine-Saint-Denis, Seine amont (vers Créteil), du secteur autour de Gennevilliers et de Seine aval vers Mantes. La plupart est au coeur de la zone dense et de nombreux projets ANRU sont inclus dans ces territoires.

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Scénario 0

Rééquilibrage des emplois et rattrapage social

C'est le cas de la Plaine de France autour de l'aéroport CDG, des villes nouvelles de l'Est (Marne et Sénart), de Mantes, de Seine Amont ainsi que globalement de tout l'est.

Les opérations ANRU font partie de cette même problématique: environ 80 opérations prioritaires en Ile-de-France, pour un budget d'environ 10 milliard d'€ sur 6/7ans (30% Etat, 30% Collectivités locales, 40% bailleurs). En matière de logements on y prévoit 120 000 créations, 130 000 démolitions, 275 000 réhabilitations, 300 000 résidentialisations.

©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò



Scénario 0

Pôles d'excellence : affaires et innovation

C'est bien sûr La Défense (OIN) mais que le SDRIF 2008 ne veut pas soutenir autant que le souhaiterait le gouvernement et le plateau de Saclay qui voudrait créer un campus technologique d'envergure mondiale par la mise en réseau d'un grand nombre de structures (recherche, université, grandes écoles, industrie high-tech) partiellement en place sur le plateau. C'est également le cas des villes nouvelles et des secteurs proches des deux aéroports.

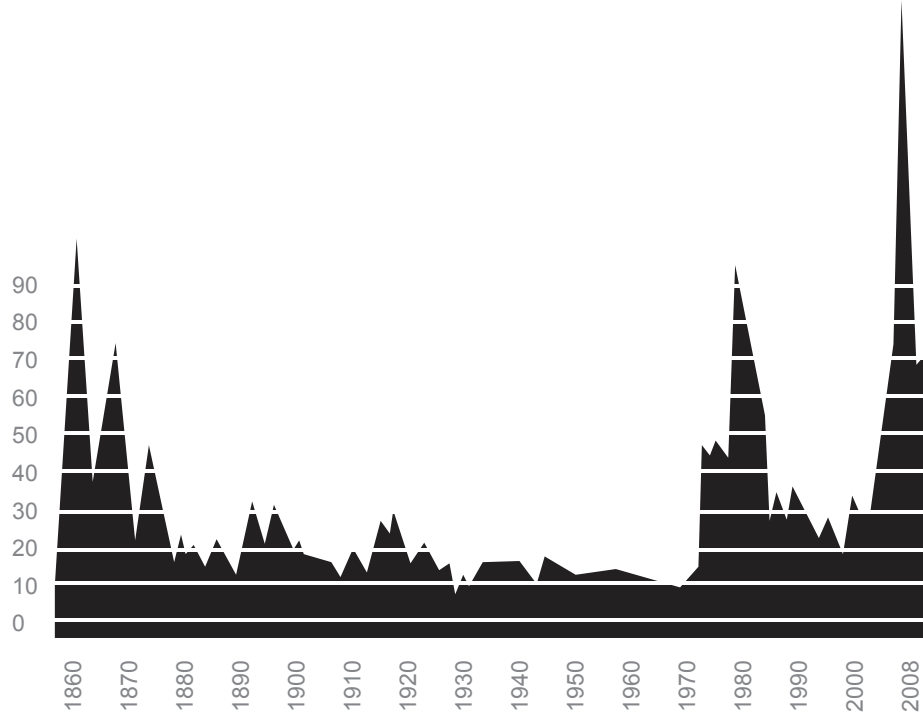
©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò



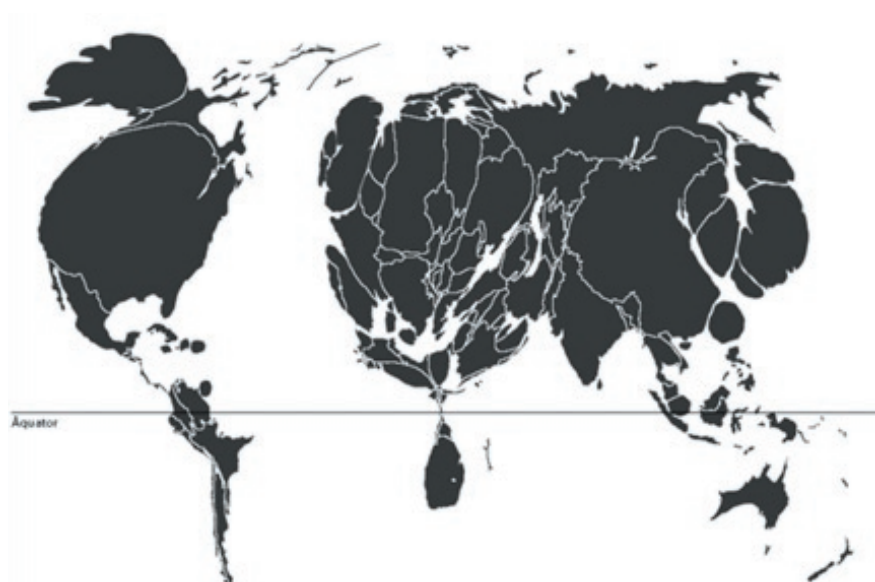


2.2 La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto: **scénario 1**
une situation énergétique 100% durable

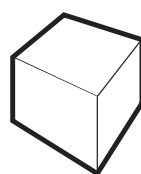




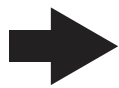
1- développement du prix du pétrole brut au cours des 150 dernières années



2- responsabilité des différents pays dans les émissions globales de CO2
Source : Vladimir S. Tikunov



1m³



3- La combustion d'un litre de fuel produit 11,4 kWh d'énergie et 3 kg de CO2. La combustion d'un m³ de gaz naturel produit 10,4 kWh d'énergie et 2,5 kg de CO2.

2.2 La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto: **scénario 1** une situation énergétique 100% durable

La question énergétique surgit de plusieurs faits interconnectés dont l'enjeu est mondial. Il s'agit d'une part de la raréfaction des ressources énergétiques conventionnelles et de la croissance des prix de l'énergie qui en découle. Le graphique 1 présente le développement du prix du pétrole brut au cours des 150 dernières années. Il y a 150 ans, au début de l'utilisation du pétrole, les coûts d'exploitation élevés étaient responsables de prix élevés. Après une amélioration des techniques d'extraction et grâce à une capacité d'extraction suffisante, le prix du pétrole a pu être maintenu à un niveau bas. Actuellement cependant, on assiste à un déclin des gisements de pétrole bon marchés malgré une demande toujours croissante, ce qui conduit à long terme à une augmentation irrémédiable des prix de l'énergie.

La problématique énergétique résulte d'autre part de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre due à l'utilisation massive de ces ressources et leurs conséquences sur le climat.

Le graphique 2 ci-contre met en évidence la part de responsabilité des différents pays dans les émissions mondiales de gaz à effet de serre. Il est également important de considérer que les émissions de gaz à effet de serre sont beaucoup plus élevées du fait du chauffage dans les pays de climat plus froid. La responsabilité des pays les plus industrialisés dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre et le ralentissement du changement climatique est donc majeure.

Le dernier graphique présente la quantité de fioul ou de gaz nécessaire à la production d'approximativement 10 kWh_{eff} d'énergie ainsi que les émissions de CO₂ correspondantes. A titre comparatif, la consommation énergétique moyenne d'un logement francilien est de l'ordre de 16.000 kWh_{eff}/an dont près des trois quarts sont dus au chauffage.

Il s'agira donc pour les métropoles du XXI^{ème} siècle d'un sujet de préoccupation majeur, l'énergie sous ses différentes formes étant indispensable à son fonctionnement.

L'enjeu pour les métropoles est d'autant plus important que les ressources locales et renouvelables y sont généralement limitées (peu de surfaces disponibles) alors que la demande énergétique est élevée du fait d'une forte densité de population. Les métropoles du XXI^{ème} siècle seront donc confrontées à la gestion de ressources limitées et coûteuses où les économies d'énergie et l'usage optimisé des ressources existantes constitueront une priorité.

Scénario 1 : une situation énergétique 100 % durable

Les métropoles de l'après Kyoto se trouveront, comme elles se trouvent, dans des situations géographiques et climatiques spécifiques. La réflexion sur l'énergie en est un exemple clair : principes d'implantation, conditions climatiques et ressources territoriales définissent des thèmes et des problèmes qui sont difficilement transposables, quoique de chaque cas on puisse extraire des éléments importants pour d'autres métropoles. Pour cette raison, dans cette partie de la recherche, nous nous interrogeons sur des scénarios de développement énergétique durables pour le Grand Paris.

Le premier scénario s'interroge donc sur la possibilité d'envisager une Ile-de-France autosuffisante énergétiquement. Atteindre l'indépendance énergétique ne peut résulter que d'une combinaison entre réduction drastique de la consommation et usage de ressources locales et renouvelables.

A l'instar de la circonscription de Munich, l'objectif d'atteindre l'indépendance énergétique en combinant une réduction de la demande dans les différents secteurs et un accroissement de l'exploitation du potentiel énergétique local et renouvelable pourrait être établi pour le Paris de l'après-Kyoto.

Après un état des lieux énergétique en Ile-de-France, les potentiels énergétiques renouvelables et résiduels disponibles dans la région seront évalués.

La détermination des objectifs en vue d'une situation énergétique 100 % durable sera ensuite présentée.

Différentes stratégies pour atteindre d'une part les objectifs du Grenelle de l'environnement et d'autre part les objectifs d'un Grand Paris 100 % durable énergétiquement seront finalement présentes.

Nous nous pencherons plus particulièrement sur les possibilités de réduire la demande des bâtiments puisqu'ils sont responsables à eux seuls de plus de la moitié de la consommation d'énergie finale en Ile-de-France et qu'ils représentent, compte tenu de leur âge et de leur qualité thermique, un potentiel majeur d'économies d'énergie. L'accent sera porté sur la demande thermique (chauffage et eau chaude sanitaire) qui représente 83 % de la demande énergétique totale des logements et 40 % de la demande des bâtiments tertiaires.

Etat des lieux énergétique en Ile-de-France

Consommation énergétique totale :

-22,3 Mtep d'énergie finale corrigée du climat (2002) soit 260 TWh

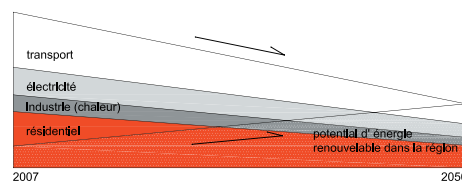
-37,4 Mtep d'énergie primaire (2002) soit 436 TWh

Le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) est donc le premier poste de consommation d'énergie en Ile-de-France. Il représente **54 %** de la consommation d'énergie finale, dont 61% est due à l'habitat et 39% au tertiaire.

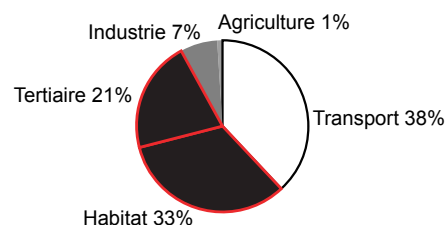
Le secteur résidentiel :

5,2 millions de logements, 4,5 millions de résidences principales

71,9 % de logements collectifs



Exemple des objectifs fixés par la circonscription de Munich à l'horizon 2050 : réduction de 60 % de la consommation énergétique et couverture de la demande résultante par des énergies locales et renouvelables.

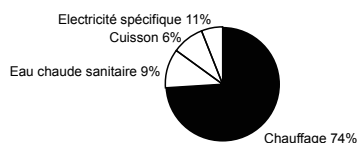


Répartition de la consommation énergétique par secteurs (énergie finale 2002)

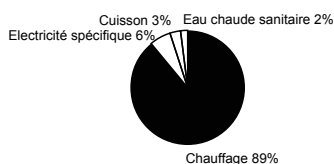
Réf. : « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France, Synthèse 2006 » (Etude ARENE, ADEME)

	collectif Kw/m2/an	individuel Kw/m2/an
avant 1915	114	198
1916-1948	120	217
1949-1967	149	215
1968-1975	171	244
1976-1981	131	125
1982-1989	86	91
1990-1999	63	83
moyenne totale	125	174

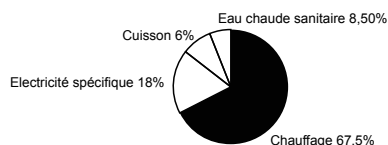
Consommations liées au chauffage en Ile-de-France par année de construction du bâtiment
Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'habitat et les bâtiments tertiaires face aux enjeux énergétiques



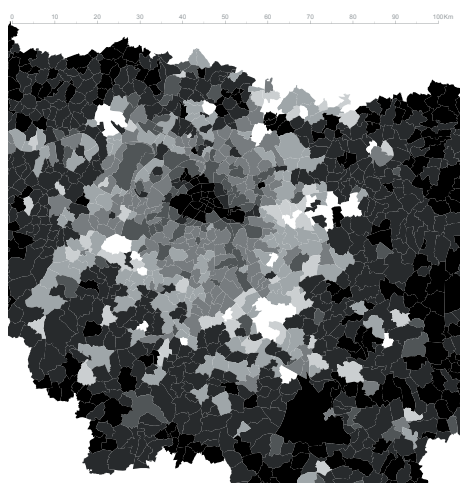
Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'habitat et les bâtiments tertiaires face aux enjeux énergétiques



logements collectifs 14.700 kWh/logt/an



maisons individuelles 22.000 kWh/ logt/an
Réf. : « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France, Synthèse 2006 » (Etude ARENE, ADEME)



L'ancienneté du parc de logements (1999)
Source : Atlas des franciliens



La consommation énergétique du parc de logements d'Ile-de-France s'élève en moyenne à 220 kWh/m².an (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson et électricité spécifique) avec des disparités importantes selon l'époque de construction et le type de logement (collectif / individuel).

La consommation d'énergie des logements se répartit selon les 4 postes indiqués ci-contre (l'électricité spécifique inclut éclairage, électroménager, multimédias, etc).

La demande thermique (chauffage et eau chaude sanitaire) représente donc une part majeure (83 %) de la demande énergétique dans l'habitat. Des disparités sont cependant à noter entre les logements individuels et collectifs, comme l'indique le tableau ci-contre.

Evaluation de la qualité thermique des bâtiments d'habitation :

61 % des logements individuels et 75 % des logements collectifs ont été construits avant 1975, date de la première réglementation thermique en France.

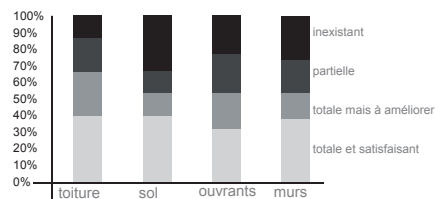
Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'habitat et les bâtiments tertiaires face aux enjeux énergétiques

Etat d'isolation des logements

Faute d'informations détaillées spécifiques à la région Ile-de-France, nous avons considéré des données relatives au parc français de logements.

D'après l'étude « Modélisation des performances énergétiques du parc de logements, Etat énergétique du parc en 2008 », réalisée par l'ANAH, la qualité thermique du parc de logements datant d'avant 1982 est peu élevée. Environ 40 % des logements français construits avant 1982 sont encore équipés de fenêtres à simple vitrage et 55 % d'entre eux n'ont fait l'objet d'aucuns travaux visant l'isolation du toit durant les 20 dernières années.

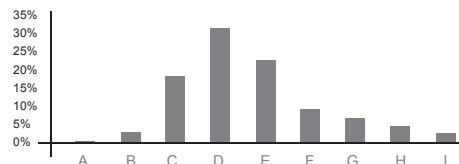
Le graphique ci-contre présente l'état d'isolation de l'ensemble du parc de logements français selon les parois :



Etat d'isolation des logements français selon les parois

Source : « Modélisation des performances énergétiques du parc de logements, Etat énergétique du parc en 2008, Rapport détaillé », ANAH, d'après étude ADEME

Cette étude fournit la répartition de l'ensemble des logements français selon leur classification énergétique (d'après les classes définies pour le diagnostic de performances énergétiques) – voir diagramme ci-contre.



état énergétique du parc fin 2007. Total des logements: 31.4 millions

Source : « Modélisation des performances énergétiques du parc de logements, Etat énergétique du parc en 2008, Rapport détaillé », ANAH

Les étiquettes G, H et I ont été ajoutées lors de l'étude pour décrire de façon plus détaillée la consommation des bâtiments les plus énergivores.

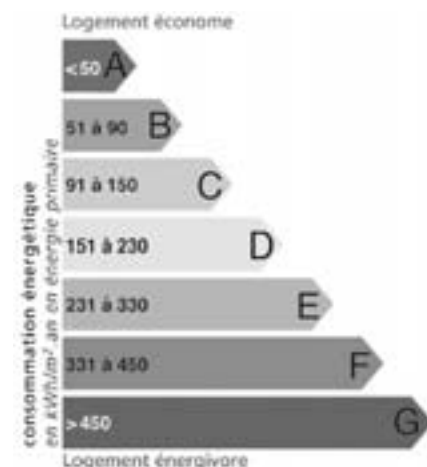
-G correspond à une consommation comprise entre 450 et 600 kWh/m²/an

-H correspond à une consommation comprise entre 600 et 800 kWh/m²/an

-I correspond à une consommation supérieure à 800 kWh/m²/an

D'après l'Observatoire Permanent de l'amélioration Energétique du logement (OPEN), des 9,1 millions de logements qui ont fait l'objet d'une rénovation thermique en France en 2006, 5 millions ont subi des travaux qui auraient pu inclure une amélioration de la qualité énergétique du bâtiment (isolation ou chauffage) mais seulement 2,5 millions en ont effectivement fait l'objet. De plus le niveau de performance des solutions choisies est majoritairement considéré comme basique. (Source : L'observatoire OPEN des travaux de rénovation thermique, ADEME, 3ème Colloque du Club de l'Amélioration de l'Habitat, La rénovation durable de l'habitat, Paris – 4 décembre 2007).

Cependant, une évolution positive est à espérer à ce niveau depuis l'entrée en vigueur de la réglementation thermique 2005 qui impose des performances énergétiques minimales lors de la rénovation partielle ou intégrale de bâtiments existants. Elle s'impose aux bâtiments résidentiels ainsi que tertiaires.



consommations correspondant aux différentes catégories

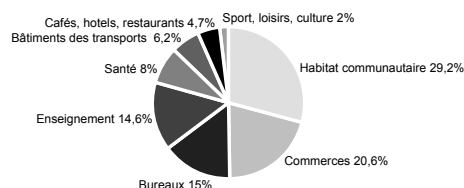
Source : ADEME

Le secteur tertiaire :

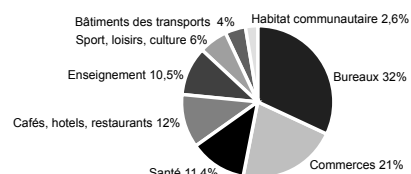
585.000 bâtiments, 196.461.000 m² de surfaces chauffées.

40 % de la consommation énergétique est liée au chauffage.

La consommation énergétique moyenne par m² du parc tertiaire est du même ordre de grandeur que celle de l'habitat avec cependant des disparités importantes selon le type d'activités. Les centres commerciaux peuvent consommer jusqu'à 540 kWh/m²/an tandis qu'une école primaire consomme en moyenne 150 kWh/m²/an

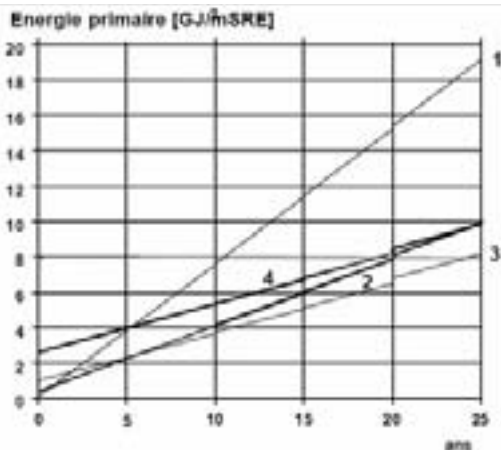


part des différentes branches dans la consommation d'énergie du secteur tertiaire



répartition des surfaces tertiaires chauffées par branches d'activités

Réf. : « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France, Synthèse 2006 » (Etude ARENE, ADEME)



1. Entretien uniquement
2. Rénovation selon MINERGIE
3. Rénovation selon le standard MINERGIE pour les nouvelles constructions
4. Reconstruction selon MINERGIE

Source : Étude : « Neubauen statt Sanieren ? », Programme de recherche « Fondements de l'économie énergétique », Office fédéral de l'énergie, Confédération Suisse, 2002

Quelle est donc la manière la plus appropriée d'atteindre une qualité énergétique élevée dans les bâtiments? Doit-on nécessairement préférer la démolition/reconstruction à la rénovation?

Aspects énergétiques liés à deux alternatives

Pour parvenir à une considération énergétique intégrale, il est nécessaire de prendre en compte l'énergie grise liée aux différentes alternatives étudiées. L'énergie grise est définie comme la quantité cumulée d'énergie nécessaire à l'élaboration d'un produit (transport des matériaux, fabrication, traitement, construction, etc.). La consommation d'énergie totale d'un bâtiment durant sa durée de vie est donc la somme de l'énergie grise liée à l'élaboration du bâtiment et de l'énergie opérationnelle requise durant sa durée de vie pour couvrir ses besoins en chauffage, eau chaude sanitaire, électricité, etc.

Une étude menée pour l'office fédéral de l'énergie de la Confédération Suisse a comparé la demande d'énergie primaire cumulée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'électricité domestique et l'énergie grise en fonction de différentes variantes de remise à neuf complète pour un bâtiment collectif de 24 appartements datant des années 50 (y compris énergie grise contenue dans les travaux d'entretien périodiques). Les résultats sont présentés dans le graphique ci-contre.

MINERGIE est un système de certification thermique de bâtiments développé en Suisse. Un équivalent en France est représenté par le label Effinergie.

La rénovation selon MINERGIE (alternative n°2) impose des valeurs limites de demande de chauffage moins exigeantes que dans le cas de construction neuve (alternative n°4).

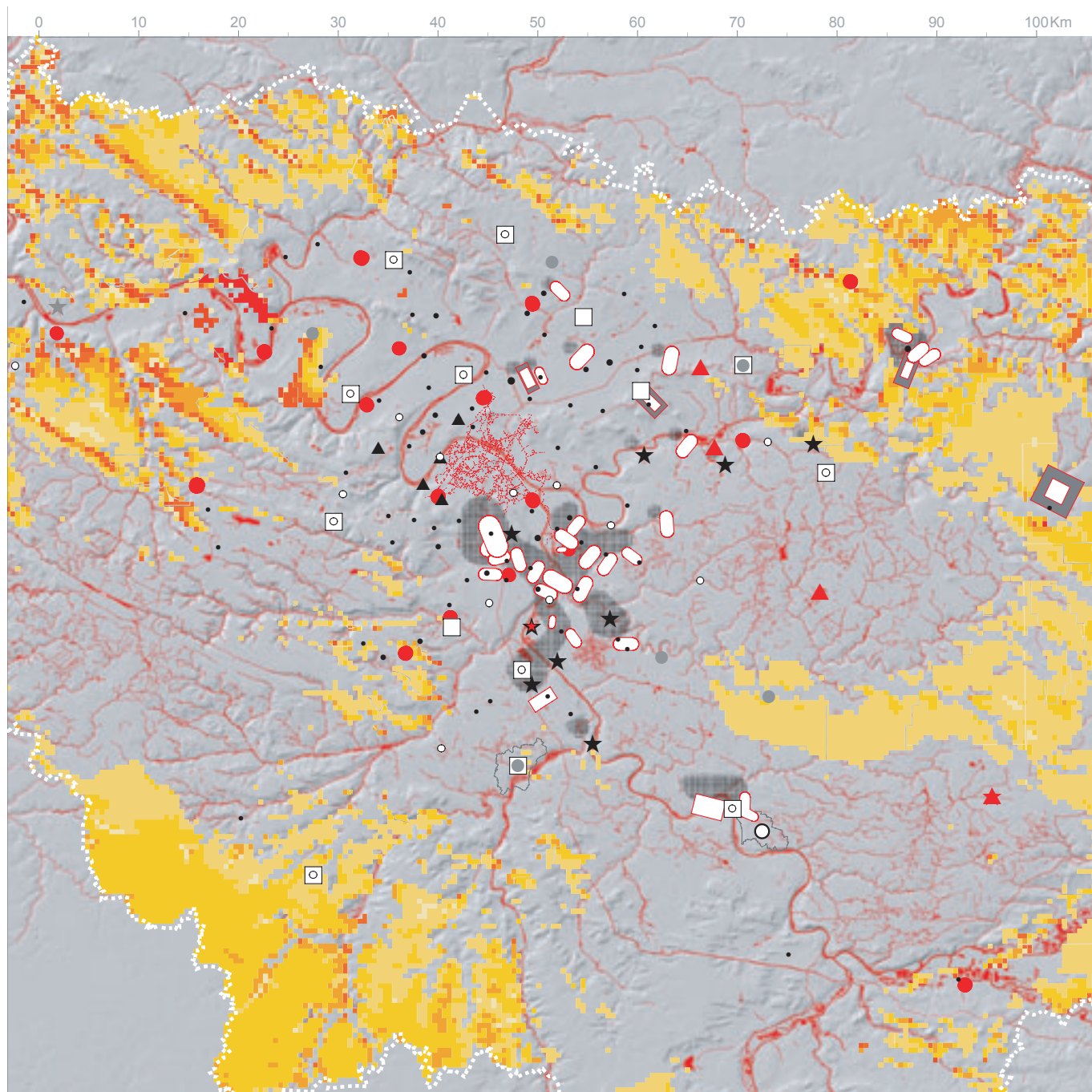
Cependant la rénovation selon le standard MINERGIE pour les nouvelles constructions est également possible et labellisée (alternative n°3). Le graphique montre qu'il s'agit de l'alternative la plus favorable énergétiquement puisqu'elle implique une quantité d'énergie grise plus faible qu'une nouvelle construction pour la même demande d'énergie opérationnelle.

	Demande Minergie (kWh)		Demande Minergie (kWh)		Total d'énergie (kWh)	
	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction
Surface de plancher brute	1700 m²	1700 m²	1700 m²	1700 m²	1700 m²	1700 m²
Coût de construction (CHF sans taxes)	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
Coût de construction (CHF avec taxes)	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
Coût de construction (CHF avec taxes et frais de gestion)	140 000	140 000	140 000	140 000	140 000	140 000
Coût de construction (CHF avec taxes et frais de gestion et frais de gestion)	160 000	160 000	160 000	160 000	160 000	160 000
Coût de construction (CHF avec taxes et frais de gestion et frais de gestion et frais de gestion)	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000	180 000
Coût de construction (CHF avec taxes et frais de gestion et frais de gestion et frais de gestion et frais de gestion)	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000

Réf. : Étude : « Neubauen statt Sanieren ? », Programme de recherche « Fondements de l'économie énergétique », Office fédéral de l'énergie, Confédération Suisse, 2002

Aspects économiques liés aux deux alternatives

Cette même étude a comparé les coûts liés à la rénovation et à la démolition / reconstruction de 3 bâtiments de logements collectifs en Suisse et montre que la rénovation est l'alternative la plus économique.



Energies renouvelables et locales : les potentiels franciliens

sources : IAURIF SITUATION 2005, DRIRE-IDF - SITUATION
JANVIER 2006,
© CPCU, © BRGM, © ARENE, © ADEME, ESPACE EOLIEN
DÉVELOPPEMENT - JUIN 2001,
© IAURIF – 2006
réélaboration : ©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Ressource Géothermique

- Géothermie profonde
 - Exploitation de l'aquifère du Dogger (géothermie profonde)
 - Périmètre de protection pour l'exploitation de la ressource géothermique
 - Pré-étude de faisabilité / Projet de forage géothermique et réseau
- Pompes à chaleur sur aquifères
 - PAC pour résidentiel/tertiaire (chauffage et climatisation)
- Exploitable de la ressource Dogger (uniquement connue pour le secteur centre-ouest de l'Ile-de-France)
 - Très favorable
 - Favorable

Réseaux de chaleur Eau Surchauffée

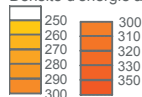
- de 1 à 4 réseaux constitués dans la commune
- réseau de vapeur de la CPCU à Paris
- UIOM avec récupération d'énergie
- UIOM sans récupération d'énergie

Ressource Biomasse

- Agglomération au sens de l'INSEE
 - => hors agglomération, gisements boisés et agricoles potentiellement exploitables pour la biomasse
- Bois Energie
 - Producteur - fournisseur (localisation au siège)
 - Plate-forme de bois énergie (stockage, conditionnement...)
 - Chaudière à biomasse pour le logement H.L.M.
 - Projet de chaudière à biomasse
- Biocarburants
 - Site de production à l'horizon 2008
- Biogaz
 - Valorisation du biogaz : Méthanisation, CET, STEP

Potentiel éolien

Densité d'énergie à 90 mètres (en W/m²)



Potentiel solaire : toute l'Ile-de-France

Energies thermique, photovoltaïque et passive

Exploitation existante de géothermie profonde



Evaluation des potentiels énergétiques disponibles en Ile-de-France

Afin d'évaluer de façon rationnelle les potentiels énergétiques disponibles en Ile-de-France, il ne s'agit pas uniquement de répertorier l'ensemble des ressources naturelles existantes mais de tenir compte de nombreux paramètres qui interviennent dans la possibilité d'exploiter ces ressources. Il s'agit de paramètres techniques, économiques, mais aussi de considérations telles que les effets sur les paysages urbains et ruraux (éolien, biomasse, solaire), sur l'environnement et la biodiversité, la répartition des surfaces entre les différents utilisateurs (répartition des terres arables entre cultures énergétiques et cultures alimentaires), etc. Il s'agit donc de facteurs limitant dont l'influence est parfois subjective, souvent difficile à évaluer et requiert des études complémentaires et individuelles.

La viabilité économique est un paramètre qui sera probablement amené à évoluer aux cours des prochaines années, compte-tenu de l'évolution des prix de l'énergie, nous ne nous limiterons donc pas à la viabilité économique telle qu'elle peut être évaluée dans le contexte économique actuel.

Energie solaire

L'évaluation du potentiel solaire considère uniquement l'installation de capteurs solaires sur les toitures du patrimoine bâti. L'utilisation de terrains pour l'installation de champs solaires est exclue de cette considération.

La surface de toitures disponible pour l'installation de capteurs solaires thermiques ou de cellules photovoltaïques a été évaluée de la manière suivante :

- o Ont été considérés tous les bâtiments indifférenciés (résidentiels et tertiaires), industriels (bâtiments agricoles, commerciaux, industriels, à l'exception des serres et silos) et remarquables (gares, mairies, préfectures et sous-préfectures, bâtiments religieux divers, bâtiments sportifs, à l'exception des églises, châteaux, tours, etc.) référencés dans les données DB TOPO.
- o La surface de toiture a été considérée comme égale à la surface au sol du bâtiment
- o 10 % de cette surface totale de toiture a été considérée comme adaptée à l'installation de capteurs solaires.
- o Orientation plein-sud, inclinaison 30°

Si la totalité de cette surface était utilisée pour des usages thermiques (Rendement thermique considéré : 30 %), le potentiel solaire atteindrait 15.010 GWh/a soit 1.287 ktep/a.

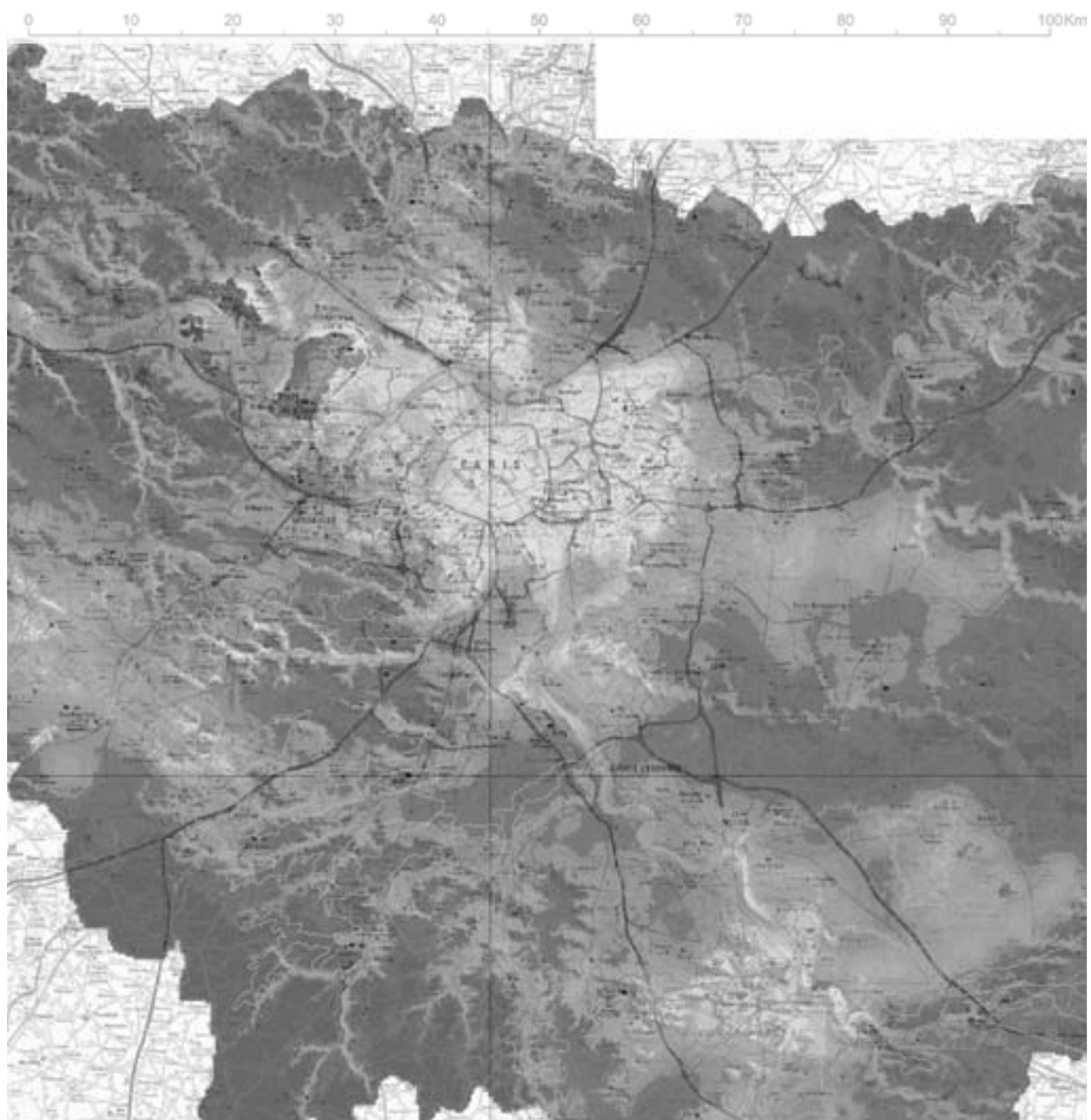
Si la totalité de cette surface était utilisée pour la production d'électricité photovoltaïque (rendement photovoltaïque considéré : 15 %), le potentiel solaire atteindrait 7.505 GWh/a soit 643 ktep/a.

En considérant que 20 % de la surface utilisable est destinée au solaire thermique et 80 % au solaire photovoltaïque, le potentiel solaire annuel est évalué à 9.000 GWh/a soit 770 ktep/a (énergie finale).

Cette répartition est fondée sur le fait que l'électricité possède une valeur énergétique plus élevée, étant plus difficile à obtenir et permettant plus d'applications que la chaleur, qui peut elle être plus facilement économisée, ou récupérée d'autres procédés.

Géothermie

L'Ile-de-France bénéficie de conditions géologiques favorables à l'exploitation de la géothermie en particulier du fait de la présence de la couche du Dogger à une profondeur de 1600 à 1800 m avec des températures pouvant atteindre 80 °C. Le potentiel géothermique profond résulte du débit maximum qui est limité par la porosité du sous-sol et peut s'élever selon le forage entre 10 l/s et 100 l/s.



Atlas du gisement éolien, densité d'énergie
en W/m^2 à 60 m de hauteur
Source : ARENE IDF

Une fois la chaleur extraite, l'eau thermale est ensuite réinjectée dans le sous-sol à une distance suffisante pour qu'un court-circuit et par conséquent un refroidissement drastique de l'eau extraite n'apparaisse pas avant environ 20 ans. De plus il est nécessaire d'assurer une distance suffisante entre les différents forages afin qu'ils ne puissent s'influencer mutuellement.

D'après la carte de la SDRIF « Energies renouvelables et locales : les potentiels franciliens », la zone favorable ou très favorable à l'exploitation du Dogger s'étend sur approximativement 4000 km².

En considérant une puissance moyenne spécifique de 3 kW/ha (tenant compte de la distance nécessaire pour éviter une influence mutuelle des forages) soit 26 MWh/ha.a, on obtient un potentiel global de 10.400 GWh soit 890 ktep/a.

Biomasse

L'Ile-de-France possède une surface arable de 559.345 ha et une surface de forêts de 283.788 ha. En considérant le scénario extrême selon lequel l'intégralité de la surface arable serait utilisée pour des cultures énergétiques et une production énergétique moyenne de 3 kWh/m², le potentiel correspondant s'élèverait à près de 16.780 GWh/a soit 1.438 ktep/a.

En ce qui concerne la production forestière, si l'on considère que l'intégralité de la croissance annuelle des forêts (évaluée à 10 m³/ha.a) était utilisée à des fins énergétiques, on obtiendrait un potentiel de 8.500 GWh/a soit 728 ktep/a.

En considérant de manière plus réaliste que seulement 40 % de cette production serait disponible pour un usage énergétique, un potentiel global d'approximativement 10.000 GWh/a soit environ 870 ktep/a serait envisageable.

La valorisation du biogaz issu de la fermentation de bio déchets ménagers, de déchets industriels et agricoles ainsi que de la méthanisation des boues de stations d'épuration représente un potentiel énergétique additionnel. La production actuelle de biogaz représente une production énergétique de l'ordre de 105 ktep/a.

Un potentiel supplémentaire de l'ordre 250 ktep/a a été évalué par l'Ordif et l'ARENE. Ce qui élève à 355 ktep/a le potentiel total de biogaz à l'horizon 2050. Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'espace rural et la production locale d'énergies renouvelables en Ile-de-France, Cahiers de l'IAURIF n°147.

Eolien

Un atlas du gisement éolien en Ile-de-France a été développé par l'ARENE et l'ADEME qui a permis d'évaluer le gisement éolien à long terme à près de 1000 MW. En considérant une production annuelle de 2,5 GWh/a/MW installé, on obtient un potentiel annuel de 2.500 GWh/a soit 215 ktep/a.

Atlas du gisement éolien, densité d'énergie en W/m² à 60 m de hauteur (Source : ARENE IDF)

Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'espace rural et la production locale d'énergies renouvelables en Ile-de-France, Cahiers de l'IAURIF n°147.

Chaleur résiduelle issue des canalisations d'eaux usées

Si l'on considère qu'il est possible de récupérer une énergie correspondant au refroidissement de 1 °C des 3 millions de m³ d'eaux usées traitées quotidiennement par le SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, gérant les eaux usées de plus de 8 millions de franciliens), on peut évaluer le potentiel énergétique annuel lié à cette ressource à 109 ktep/an. L'utilisation de cette ressource de très basse température requiert une combinaison avec un système de pompe à chaleur. Il s'agit ici d'une estimation globale permettant d'obtenir un ordre de grandeur. Une estimation détaillée devra tenir compte de la localisation des canalisations et du débit disponible dans chacune d'elle et de la présence de points de consommation à proximité.

Source : SIAAP, www.siaap.fr

Hydraulique

Le potentiel hydraulique d'Ile-de-France est très limité. Seules des installations de petite hydraulique de basse chute y sont actuellement exploitées et les gisements sont très réduits. De sorte qu'un potentiel maximum de 5 ktep/a est envisageable, dont 3 ktep/a sont déjà exploités.

Source : ARENE, Philippe Salvi, Contraintes énergétiques et mutations urbaines

Chaleur résiduelle issue des usines de l'incinération d'ordures ménagères

Toutes les usines d'incinération des ordures ménagères d'Ile-de-France, à l'exception de l'une d'entre elles situé à Montereau, valorisent la chaleur produite. Aucun potentiel supplémentaire ne sera donc considéré ici.

Source : L'incinération des déchets en Île-de-France : Considérations environnementales et sanitaires, Décembre 2005, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude_408/pdf.pdf

Chaleur résiduelle issue des activités industrielles

La majorité des installations industrielles ne peut être exploitée sans la production simultanée de chaleur. Cette énergie résiduelle ne peut plus être utilisée dans le procédé de fabrication du fait de sa température et/ou de sa forme (air, eaux usées, gaz d'échappement, eau de refroidissement). Elle est alors, dans la plupart des cas, rejetée dans l'environnement par exemple à travers un extracteur d'air, dans les eaux de refroidissement ou encore dans les eaux usées. Dans certains cas, elle offre cependant un potentiel de réutilisation extérieure dans des applications qui requiert un niveau de température faible (concept d'exergie).

Du fait de la variété des procédés industriels, l'évaluation des potentiels liés à la récupération de chaleur issue de ces procédés requiert des données individuelles relatives aux différentes usines présentes en Ile-de-France (type de procédés, installations, consommation énergétique, etc.).

La viabilité économique de projets de réutilisation de la chaleur résiduelle est principalement dépendante des coûts des installations de découplage de la chaleur et de la présence d'utilisateurs potentiels de cette chaleur ainsi que de leur éloignement à la source. Pour cela, des études spécifiques à chacune des entreprises sont nécessaires afin de déterminer la quantité, la forme ainsi que les possibilités de découplage de l'énergie disponible. Pour un secteur aussi large que l'Ile-de-France, de telles études ne peuvent être réalisées que par les acteurs locaux (communes, agences de l'énergie, entreprises d'approvisionnement énergétique, etc.).

Compte tenu du fait que la chaleur résiduelle est très souvent présente sous une forme qui ne permet pas une récupération aisée, on estime de façon approximative, que 20 à 30 % de l'énergie introduite dans une installation de production (électricité, combustibles) pourrait être récupérée sous forme de chaleur résiduelle.

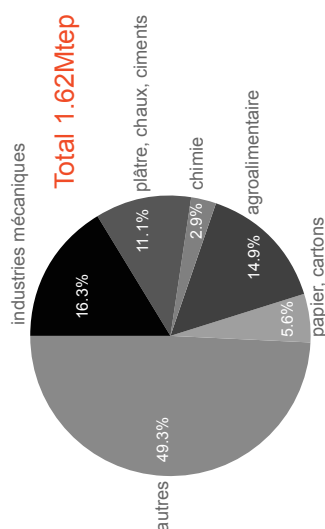
La consommation totale du secteur de l'industrie s'élevait en 2002 à 1,62 Mtep/a. Les industries lourdes sont en forte décroissance en Ile-de-France, étant peu à peu remplacées par les activités de service. La consommation d'énergie du secteur de l'industrie a diminué de 22,5 % entre 1990 et 1999.

En considérant que 25 % des industries d'Ile-de-France sont adaptées pour une récupération de chaleur résiduelle et que 30 % de la chaleur consommée dans ces industries est récupérable, on obtient un potentiel de 121 ktep/a soit 1411 GWh/a.

Quelques exemples d'installation produisant de la chaleur résiduelle :

Moteur à combustion

Un moteur à combustion produit de la chaleur résiduelle qui est restituée à l'air environnant grâce à un refroidisseur à air et à travers les gaz d'échappement. Des moteurs à combustion sont utilisés dans les centrales de cogénération pour



Répartition de la consommation énergétique de l'industrie par secteur (%)

Source : « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France, Synthèse 2006 » (Etude ARENE, ADEME)

produire de l'électricité. La chaleur résiduelle est ensuite utilisée à des fins de chauffage.

Installation réfrigérante

Un réfrigérateur produit de la chaleur qui est dispersée dans l'air environnant à travers la grille de refroidissement. Toutes les installations de production de froid suivent ce même principe, même si les installations techniques ont des dimensions et formes différentes. La chaleur résiduelle de ces installations peut être utilisée à des fins de chauffage.

Centrale thermoélectrique

Pour produire de l'électricité, une centrale thermoélectrique produit également de la chaleur résiduelle qui est restituée à l'environnement à travers les gaz résiduels, l'air extrait et/ou l'eau de refroidissement.

Machines de production

Une machine de production réchauffe l'air ambiant du fait de son rayonnement de chaleur vers le hall de production. Pour assurer le fonctionnement optimal des machines ainsi que des conditions de travail acceptables pour les employer, l'air réchauffé de l'atelier de production sera restitué à l'environnement extérieur à travers un système de ventilation (air extrait).

Fours de production

Les fours de production dégagent vers l'environnement l'énergie non utilisée dans le procédé à travers les gaz résiduels. Ils rayonnent également de l'énergie qui réchauffe l'atelier et doit par conséquent être extraite à travers une installation de ventilation (air extrait).

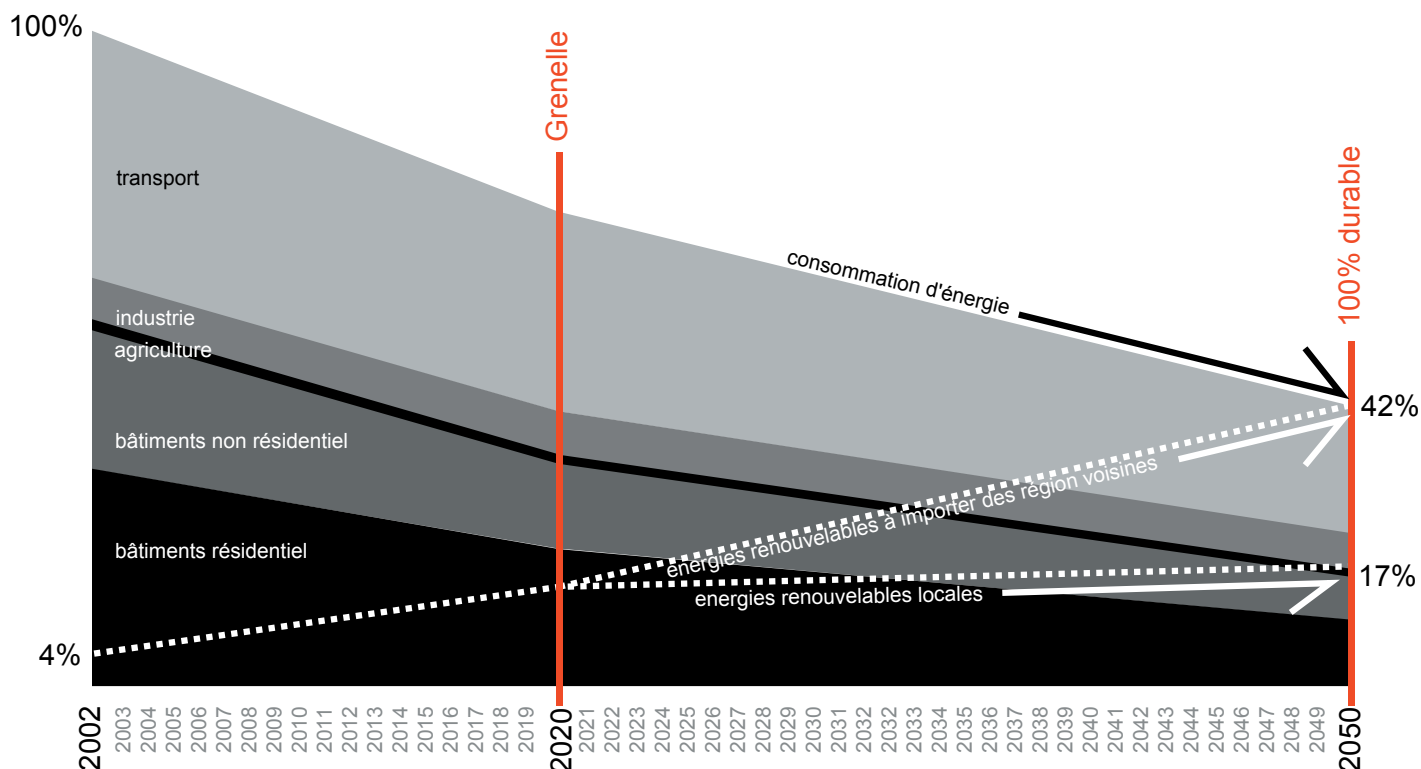
Procédés chimiques

La majorité des procédés chimiques implique le refroidissement de produits liquides ou gazeux. Plutôt que d'utiliser de l'eau de refroidissement ou de l'air à cet effet, il est possible, par exemple, de faire circuler l'eau d'un réseau de chaleur dans l'échangeur et d'utiliser ainsi la chaleur résiduelle.

Bien qu'issue de sources non nécessairement renouvelables, la récupération de la chaleur résiduelle s'inscrit dans une logique énergétique durable où l'énergie peut être valorisée plusieurs fois dans des applications requérant une qualité énergétique de plus en plus faible, le chauffage basse température constituant généralement le dernier niveau de valorisation (concept de basse exergie).
Source : Leitfaden zur Abwärmenutzung in Kommunen, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Sources énergétiques	Potentiel exploité en 2003 (ef)	Potentiel total disponible (ef)
	ktep/a	ktep/a
Solaire (thermique et photovoltaïque)	0,32	770
Géothermie	110	890
Biomasse (bois, cultures énergétiques)	130	870
Biogaz	105	355
Eolien	Négligeable	215
Hydraulique	3	5
Energie issue des canalisations d'eaux usées	Non exploité	109
Energie issue de l'incinération des ordures ménagères	545	545
Energie résiduelle issue d'autres usines	Non/peu exploité, non comptabilisé	121
TOTAL	906	3880
Consommation énergétique	22.300	
Part des énergies renouvelables et résiduelles dans la consommation actuelle totale	4 %	17,4 %

Le tableau rassemble l'ensemble des potentiels qui ont pu être évalués



Scénario 1 : représentation des objectifs aux horizons 2020 (Grenelle) et 2050 (situation énergétique 100 % durable)

Le graphique montre que les ressources énergétiques renouvelables et résiduelles théoriquement disponibles en Ile-de-France d'après l'évaluation réalisée sont à priori suffisantes pour couvrir 20 % de la consommation énergétique en 2020 (si les objectifs de réduction de la consommation sont atteints) et ainsi atteindre l'objectif du Grenelle de l'environnement concernant le développement des énergies renouvelables.

Par contre, la réduction de la demande énergétique établie pour chaque secteur à l'horizon 2050 étant considérée comme la réduction maximale envisageable et les ressources renouvelables ou résiduelles répertoriées étant limitées à 17 % de la consommation énergétique actuelle, on conclut que l'importation d'énergies renouvelables des régions voisines sera nécessaire pour atteindre l'objectif d'une situation énergétique 100 % durable en Ile-de-France.

Détermination des objectifs

Le graphique ci-contre représente d'une part les objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement à l'horizon 2020, réduction de la consommation énergétique des bâtiments existants de 38 %, réduction des émissions de CO₂ du secteur des transports de 20 % (considéré ici équivalent à une réduction de la consommation énergétique de 20 %), augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de 6 % actuellement en France (4 % en Ile-de-France) à 20 % en 2020. Une stagnation de la consommation énergétique des secteurs de l'industrie et de l'agriculture a été considérée.

Le graphique représente d'autre part un scénario plus poussé qui serait d'atteindre une situation énergétique 100 % durable en Ile-de-France en 2050. Ce scénario considère :

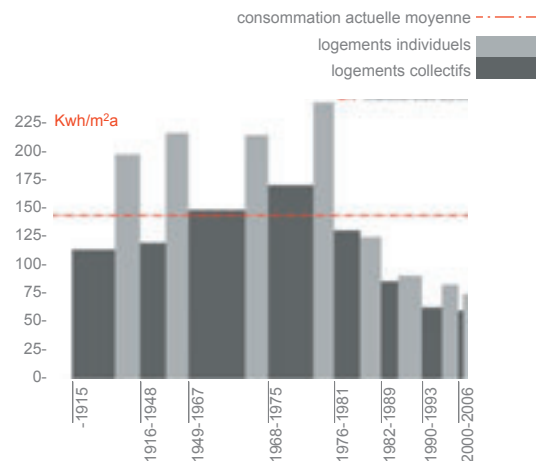
- une réduction de 50 % de la consommation énergétique due aux transports, conformément au scénario le plus ambitieux développé à propos de la mobilité (parc automobile en 2050 au niveau de consommation des meilleurs véhicules en vente en 2007, report modal, diminution des distances de déplacements domicile-travail de 47 %).
 - Stagnation du secteur de l'agriculture
 - Réduction de 20 % du secteur de l'industrie (due à l'évolution du secteur vers les services et à l'optimisation progressive des procédés industriels)
 - Réduction de la consommation énergétique du secteur des bâtiments de 70 % par rapport à leur consommation actuelle (limite considérée comme techniquement envisageable pour la rénovation des bâtiments existants).
 - Couverture de la demande résultante uniquement à partir d'énergies renouvelables et de résiduelles, excluant également l'énergie d'origine nucléaire.
- Dans les pages qui suivent on a étudié les conditions dans lesquelles l'objectif d'une situation énergétique 100% durable pourrait être atteint.

Réduction de la demande du secteur des bâtiments résidentiels

Les bâtiments existants

Le graphique présente pour chaque tranche d'âge de bâtiments en Ile-de-France, horizontalement la surface totale de logements appartenant à cette tranche d'âge et verticalement la quantité d'énergie finale (chauffage uniquement) par m² et par an consommée en moyenne par chacune des tranches d'âge de bâtiments.

Pour réduire de 38 % la consommation totale des bâtiments existants à l'horizon 2020 (Objectifs du Grenelle de l'environnement), différentes possibilités ont été évaluées.



Demande actuelle de toutes les classes de bâtiments résidentiels en Ile-de-France

Réf. : « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France, Synthèse 2006 » (Etude ARENE, ADEME)

Réf. : « Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'habitat et les bâtiments tertiaires face aux enjeux énergétiques », Cahiers de l'IAURIF n°147.

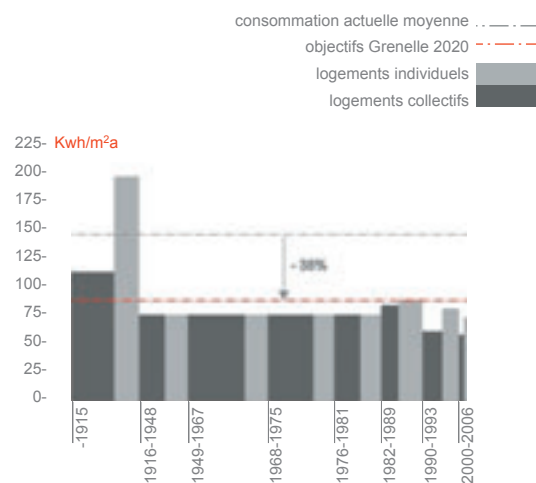
R1 : L'ensemble des bâtiments construits entre 1916 et 1981 est rénové de manière à atteindre la classe B (demande thermique totale maximum : 90 kWh_{ep}/m².a, soit, après déduction de l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire, 77,5 kWh_{ef}/m².a d'énergie finale pour le chauffage).

Pour atteindre l'objectif de réduction de 38 % de la demande des bâtiments existants, la surface totale à rénover en classe B s'élève à approximativement 212.000.000 m².

En estimant le coût de la rénovation (isolation de l'enveloppe uniquement) à 250 €/m² de superficie brute par étage, on atteint un coût total de rénovation de 53 milliards d'euros.

On évaluera approximativement qu'atteindre la classe B exige les caractéristiques minimales suivantes d'isolation (ordre de grandeur) :

- Fenêtres : double vitrage de protection thermique
- Isolation extérieure des murs : 12 cm (matériaux standards)
- Isolation de la toiture : 20 cm
- Isolation du plancher : 6 cm



R1: Rénovation de tous les bâtiments construits entre 1916 et 1981 en classe B

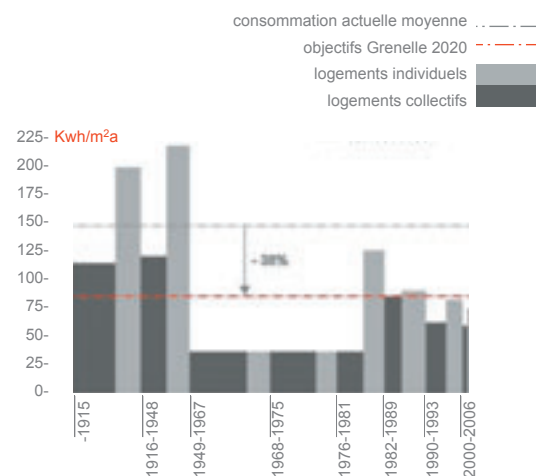
R2 : L'ensemble des bâtiments construits entre 1949 et 1981 est rénové de manière à atteindre la classe A (demande thermique totale : 50 kWh_{ep}/m².a, soit 37,5 kWh_{ef}/m².a d'énergie finale pour le chauffage)

Pour atteindre l'objectif de réduction de la demande des bâtiments existants, la surface totale à rénover en classe A s'élève à approximativement 151.000.000 m².

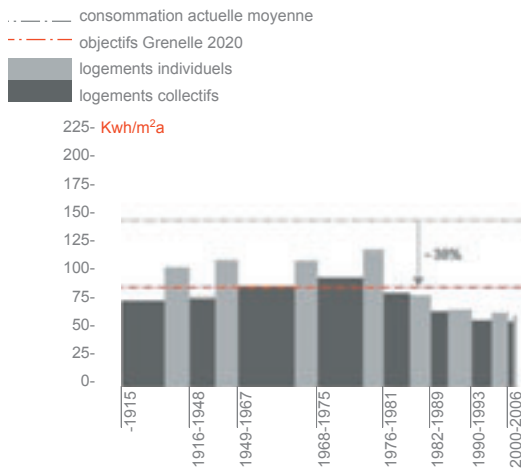
En estimant le coût de la rénovation (isolation de l'enveloppe uniquement) à 300 €/m² de superficie brute par étage, on obtient un coût total de rénovation de 45,3 milliards d'euros.

On évaluera approximativement qu'atteindre la classe A exige les caractéristiques minimales suivantes d'isolation (ordre de grandeur) :

- Fenêtres : triple vitrage
- Isolation extérieure des murs : 20 cm (matériaux isolants standards)
- Isolation de la toiture : 30 cm
- Isolation du plancher : 8-10 cm



R2: Rénovation de tous les bâtiments construits entre 1949 et 1981 en classe A.



R3: Scénario mixte

R3: hypothèse mixte

Pour toutes les tranches d'âge :

- Un tiers des bâtiments est rénové en classe A
- Un tiers des bâtiments est rénové en classe B
- Un tiers des bâtiments n'est pas rénové.

Pour la classe A comme pour la classe B, la surface totale à rénover s'élève à approximativement 115.000.000 m².

Bien que des variations du coût de rénovation selon les tranches d'âge des bâtiments soient possibles (par exemple, surcoût dans les bâtiments historiques), on considérera les valeurs moyennes de 250 €/m² de superficie brute par étage pour la classe B et 300 €/m² pour la classe A.

On obtient alors un coût total de près de 63 milliards d'euros.

La deuxième hypothèse qui considère la rénovation d'une quantité plus limitée de bâtiments à un standard plus élevé (classe A) que l'hypothèse 1 est donc la plus favorable d'un point de vue économique. En effet le surcoût généré pour atteindre un niveau d'isolation supérieur est limité du fait des coûts annexes qui se produisent nécessairement.

Du point de vue énergétique et en vue des objectifs fixés à l'horizon 2050 de réduction de 70 % de la consommation totale du secteur des bâtiments, il s'agit également de la meilleure alternative. En effet il est préférable qu'un bâtiment soit rénové une seule fois à un standard élevé plutôt que de devoir entreprendre de nouveaux travaux d'isolation après quelques années pour atteindre un standard plus élevé en vue des objectifs de 2050.

En résumé, il est préférable, tant du point de vue énergétique qu'économique, de rénover plus progressivement à un niveau élevé plutôt que de rénover massivement à un niveau moyen.

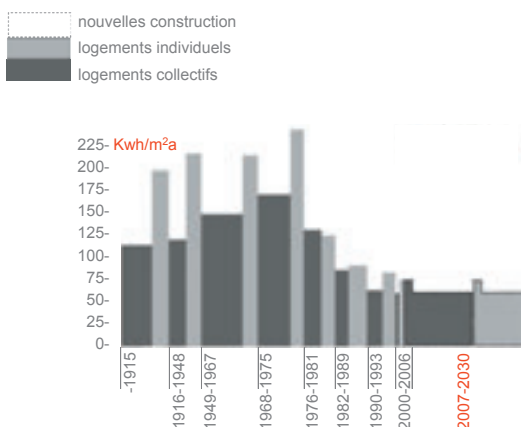
Les nouvelles constructions :

Le SDRIF prévoit de construire 60.000 logements par an en IDF jusqu'en 2030 et de démolir 14.000 logements par an sur la même période. Du point de vue énergétique, différentes alternatives et leurs implications peuvent être considérées.

On considérera une surface moyenne de 75 m²/logt. pour les logements collectifs et 130 m²/logt. pour les logements individuels (surface moyennes actuelles).

On supposera également que la répartition entre logements collectifs et logements individuels reste semblable à la répartition actuelle pour les constructions les plus récentes, soit 24 % de logements individuels et 76 % de logements collectifs.

Enfin on considérera que le nombre de démolition est réparti de façon égale entre les différentes tranches d'âge jusqu'en 1981.



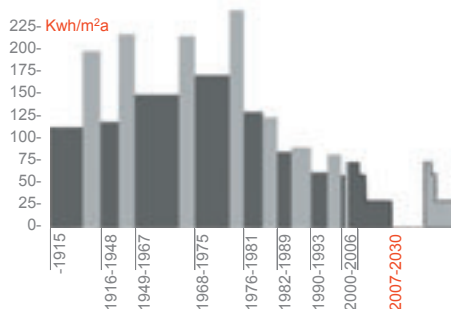
N1 : nouveaux logements construits selon standard actuel (RT 2005) puis RT 2010 à partir de 2010

N1 : nouveaux logements construits selon les standards actuels (RT 2005) puis selon la RT 2010 à partir de 2010

On considérera un renforcement de l'ordre de 20 % des exigences de la RT 2010 par rapport à la RT 2005.

En tenant compte des démolitions prévues, si les nouveaux bâtiments sont construits selon les standards actuels, puis selon les standards renforcés de la RT 2010 à partir de 2010, leur impact global sur la demande énergétique de l'ensemble des bâtiments résidentiels serait une augmentation de 7 % de la consommation énergétique totale du secteur (sans rénovation de l'existant).





N2 : Scénario du Grenelle de l'environnement

N2 : (Grenelle de l'environnement)

- Standards actuels (RT 2005) puis RT 2010 jusqu'en 2012
- Bâtiments basse énergie (Classe A) à partir de 2012
- Bâtiments zéro-énergie à partir de 2020

Bien que le Grenelle de l'environnement fasse référence à des bâtiments à énergie positive à partir de 2020, on considérera dans un premier temps qu'il pourra s'agir tout au mieux de bâtiments zéro-énergie. Les techniques actuelles n'offrant pas de solutions standardisées pour atteindre ce type d'objectif.

Du fait des démolitions prévues, si les nouveaux bâtiments sont construits selon cette hypothèse, leur impact global sur la demande énergétique de l'ensemble des bâtiments résidentiels se traduirait par une réduction de 2 % de la consommation énergétique totale du secteur (sans rénovation de l'existant).

Pour les nouvelles constructions, on estimera à environ 8 % le surcoût pour atteindre la classe A par rapport aux standards actuels, et le surcoût d'une maison zéro-énergie à 20 %. Ce qui représente un surcoût moyen de 12 % sur l'ensemble des bâtiments construits entre 2008 et 2030.

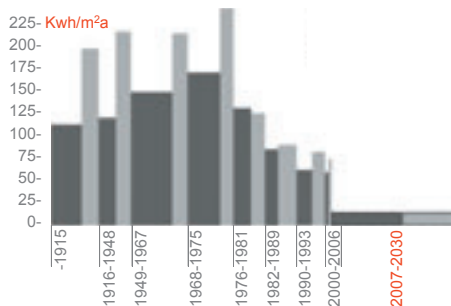
N3: Standard « maison passive »

Le standard « maison passive » est le standard énergétique le plus performant actuellement qui puisse être considéré comme état de la technique.

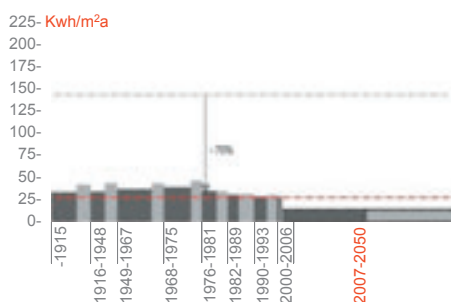
Conformément aux valeurs de références établies par le Passivhaus-Institut (Darmstadt, Allemagne), un bâtiment passif consomme au maximum 15 kWh/m²/a.

Du fait des démolitions prévues, si tous les nouveaux bâtiments sont construits à partir de 2008 selon le standard « maison passive », leur impact global sur la demande énergétique de l'ensemble des bâtiments résidentiels serait une réduction de 6 % de la consommation énergétique totale du secteur (sans rénovation de l'existant).

Le surcoût d'une maison passive est estimé à 10 % par rapport à une maison respectant les exigences actuelles. Cette hypothèse s'avèrera donc économiquement et énergétiquement la meilleure des 3 hypothèses considérées ici.



N3: Standard maisons passives (15 kWh/m².a)



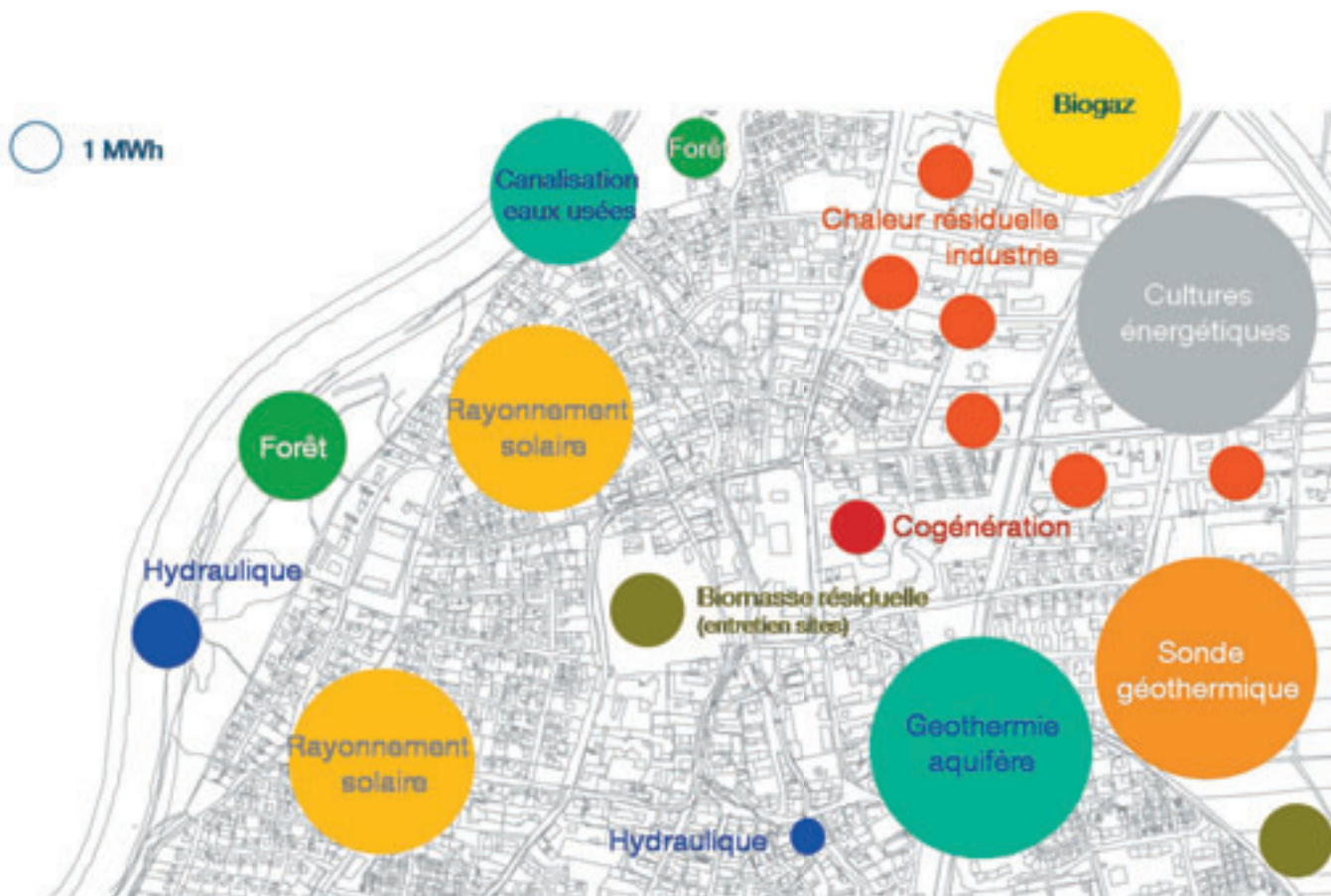
Scenario 100 % durable - 2050

Scénario 1: 100 % durable à l'horizon 2050

Selon le graphique fixant les objectifs énergétiques à l'horizon 2050, l'objectif pour le secteur résidentiel est une réduction de 70 % de la consommation.

Atteindre les objectifs d'une réduction de 70 % de la consommation énergétique du secteur résidentiel exigerait par exemple, en tenant compte des démolitions prévues :

- de construire tous les nouveaux bâtiments selon le standard « maison passive »
- de rénover 40 % de l'existant au niveau classe A
- de rénover 50 % de l'existant au niveau maison passive,
- les 10 % restant n'étant pas rénovés.



potentiels énergétiques renouvelables et résiduels disponibles

Cette représentation des potentiels ne correspond à aucun cas réel. Elle a pour unique but de fournir une idée des possibilités de visualisation, la taille des cercles permettant une quantification du potentiel disponible.

Considérations plus générales sur la nécessité d'une planification globale

Le plan d'usage de l'énergie, outil pour une planification intégrale vers les objectifs fixés

Pour atteindre les objectifs ambitieux fixés au niveau de la réduction de la demande que pour un approvisionnement énergétique durable, une considération énergétique globale et intégrante s'avère essentielle. Celle-ci facilite une coordination efficace des actions menées et permet d'accroître l'efficacité des différentes mesures proposées en permettant des actions mieux ciblées et plus cohérentes.

Afin d'obtenir un degré élevé d'utilisation des ressources énergétiques renouvelables et résiduelles, il est nécessaire de faire concorder spatialement et temporellement les ressources disponibles et la demande d'énergie. Pour cela un plan d'usage de l'énergie s'avère un outil de planification efficace. Il permet, grâce à la superposition de trois niveaux de considération, la densité d'énergie thermique (demande), les infrastructures énergétiques existantes et les potentiels énergétiques disponibles, de mettre en évidence quel approvisionnement énergétique s'avère le plus adapté à chacune des zones considérées. Des analyses de rentabilité peuvent ensuite être réalisées individuellement pour les différentes mesures identifiées.

Un tel plan constitue un outil pour les organes décisionnels. Il doit également servir d'orientation aux habitants sur les mesures énergétiques les plus adaptées selon leur lieu de résidence.

La première étape dans l'élaboration du plan d'usage de l'énergie est l'évaluation de la densité de consommation énergétique des bâtiments. Pour cela, une carte de densité énergétique a pu être développée à titre d'exemple pour des zones choisies à partir de la carte BDTOPO incluant l'ensemble des bâtiments d'Ile-de-France. La base de données inclut également la hauteur des bâtiments, ce qui permet, grâce à un traitement SIG de déterminer la surface totale habitable de chaque bâtiment.

Une consommation énergétique moyenne de 300 kWh/m².a dans le pavillonnaire et de 250 kWh/m².a dans les logements collectifs a été considérée. Source : « Etude ANAH „Modélisation des performances énergétiques du parc de logements, Etat énergétique du parc en 2008 » Ces valeurs incluent l'ensemble des besoins (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique, etc.). De cette manière, on peut attribuer à chaque bâtiment une consommation énergétique approximative.

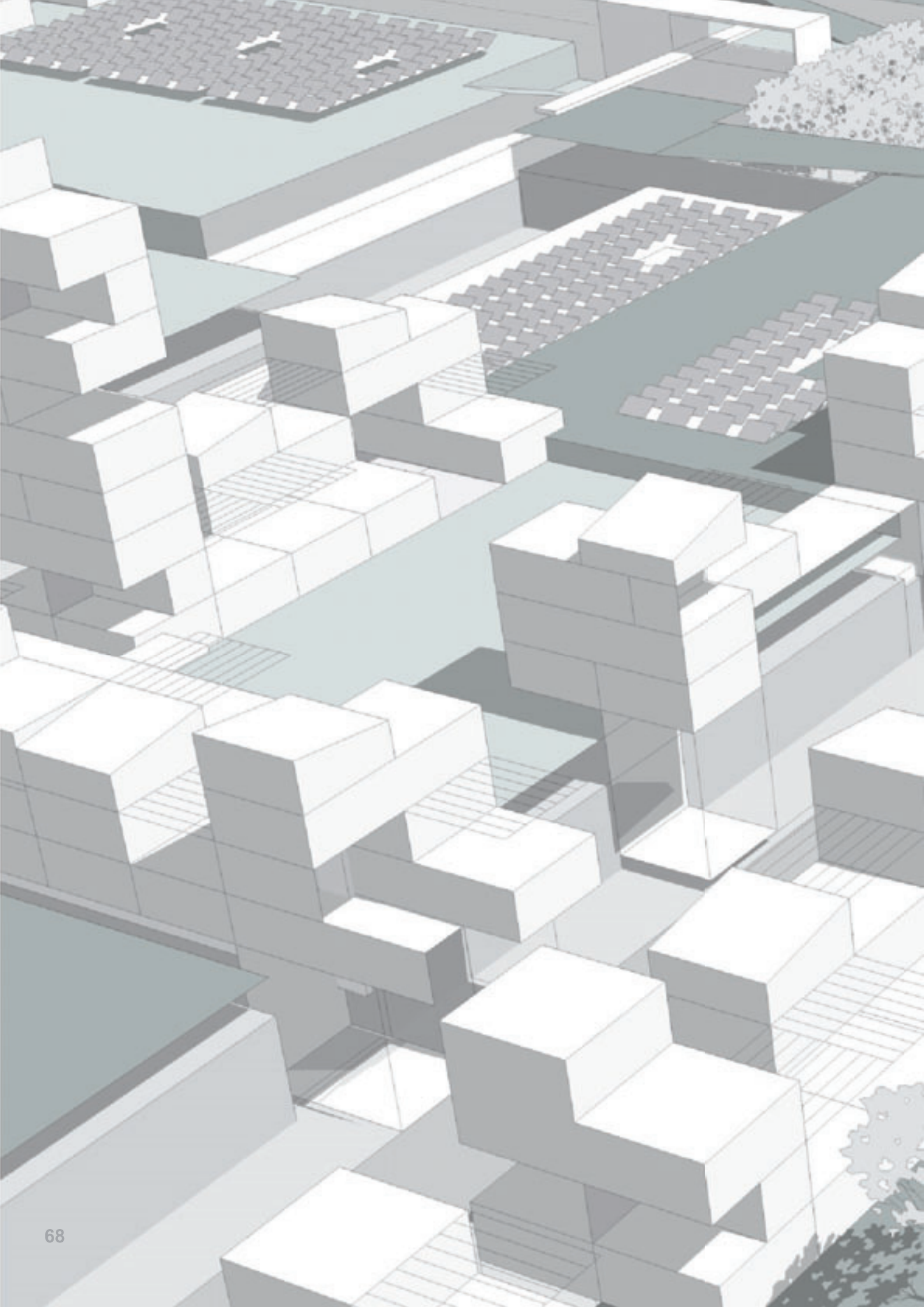
La seconde étape consiste à répertorier et représenter les infrastructures énergétiques existant dans la zone concernée. Il s'agit par exemple de déterminer la localisation des réseaux de gaz, réseaux de chaleurs, installations géothermiques en exploitation, chaufferies.

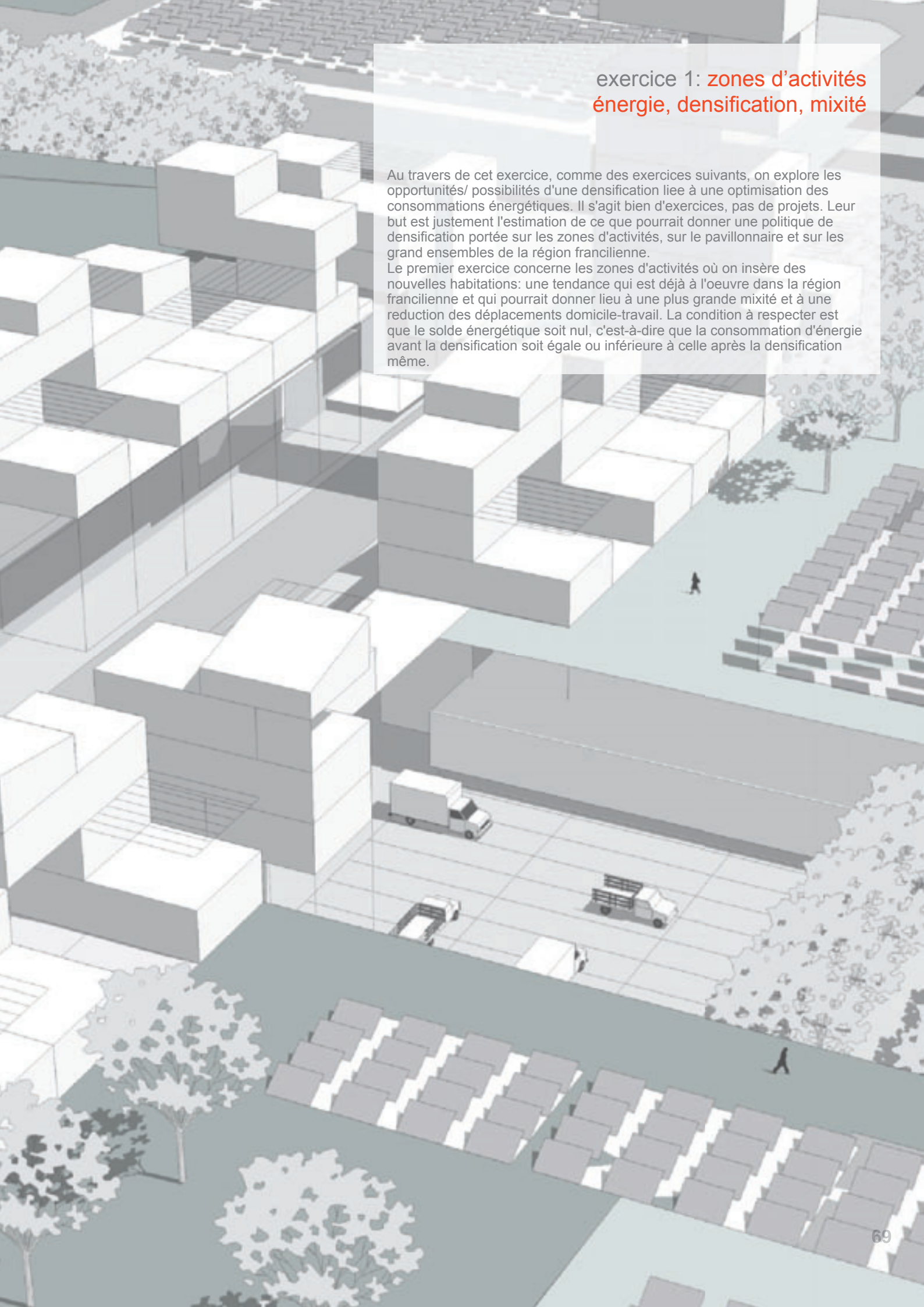
Pour compléter cette étape, des informations plus détaillées sur le type de chauffage des différents bâtiments de la zone étudiée peuvent être répertoriées dans la base de données SIG lors du développement d'un plan d'usage énergétique pour une zone donnée. Ces données permettraient une évaluation plus ajustée des alternatives pour un approvisionnement énergétique durable.

La troisième étape consiste à quantifier et représenter les potentiels énergétiques renouvelables et résiduels disponibles et jusque-là non exploités dans la zone étudiée. Il s'agira donc d'évaluer pour les différentes ressources considérées pour l'ensemble de l'Ile-de-France dans la partie 1, quelles sont celles qui sont exploitables et en quelles quantités dans un secteur donné.

La dernière étape est alors la superposition des 3 niveaux de considération identifiés dans les étapes précédentes. Celle-ci devra permettre de mettre en valeur et de visualiser les solutions les plus adaptées et cohérentes en tenant compte de facteur spatiaux et temporels.

Le résultat est un outil de planification qui contient une représentation spatiale ainsi qu'un catalogue de mesures d'économie d'énergie et d'approvisionnement énergétique durable incluant un ordre de priorité temporel (court, moyen, long terme).





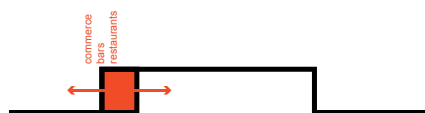
exercice 1: zones d'activités énergie, densification, mixité

Au travers de cet exercice, comme des exercices suivants, on explore les opportunités/ possibilités d'une densification liée à une optimisation des consommations énergétiques. Il s'agit bien d'exercices, pas de projets. Leur but est justement l'estimation de ce que pourrait donner une politique de densification portée sur les zones d'activités, sur le pavillonnaire et sur les grands ensembles de la région francilienne.

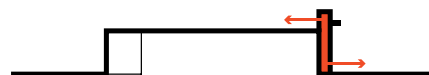
Le premier exercice concerne les zones d'activités où on insère des nouvelles habitations: une tendance qui est déjà à l'oeuvre dans la région francilienne et qui pourrait donner lieu à une plus grande mixité et à une réduction des déplacements domicile-travail. La condition à respecter est que le solde énergétique soit nul, c'est-à-dire que la consommation d'énergie avant la densification soit égale ou inférieure à celle après la densification même.



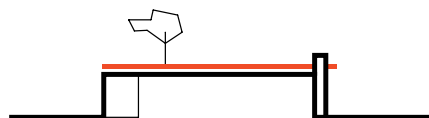
00_zone d'activités



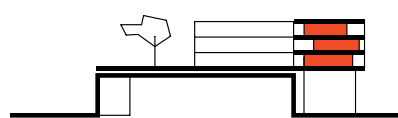
01_insertion de nouvelles activités
[bureaux, commerce, entreprise, bars, restaurants]



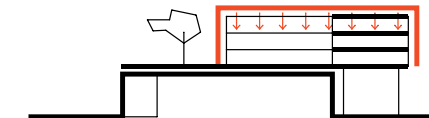
02_de nouvelles connexions
[nouvelles connexions pour l'élimination des barrières architecturales et l'accès aux toits]



03_un nouveau sol
[un nouveau sol équipé sur les toits]



04_de nouveaux logements
[sur les «bords» des îlots on construit de nouveaux immeubles d'habitation sur pilotis. Les immeubles sont en relation avec le nouveau sol construit sur les toits]

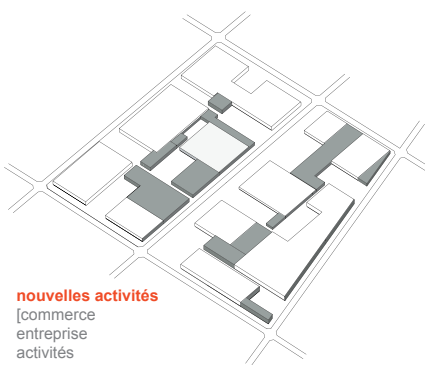


05_une enveloppe performante
[isolement de l'enveloppe pour bâtiments de classe A : 50kWh/m².a]



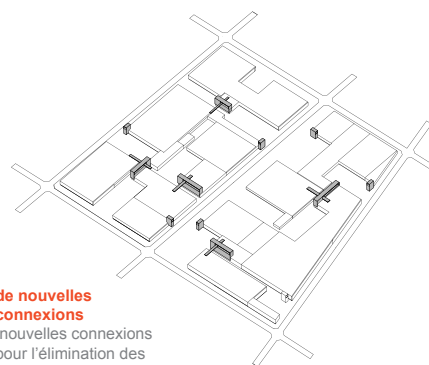
Zone d'activités
Surface totale
173.000m²

Bâti industriel
Surface totale
77.708m²
Hauteur moyenne
8m



nouvelles activités
[commerce
entreprise
activités
bars, restaurants]

Surface totale
16914m²



de nouvelles connexions
[nouvelles connexions
pour l'élimination des
barrières architecturales
et l'accès aux toits]

Surface totale
1.858m²

Données finales de l'exercice

Zone d'activités
Surface totale
173.000m²

Bâti industriel
Surface totale
94.622m²

surface non exploitable
(due à la présence de fenêtres de toitures, tuyauterie, etc)
20% de 94.622 = 18.924m²

surface espace public sur le toit
40% de 94.622m² = 37848m²

surface solaire thermique (170kwh/m²) sur le toit
12% de 94.622m² = 11.029 m²

surface photovoltaïque (50kwh/m²) sur le toit
27% de 94.622m² = 26250 m²

logement
Consommation moyenne d'énergie thermique
Bâtiments classe A : 50 kWh/m².a

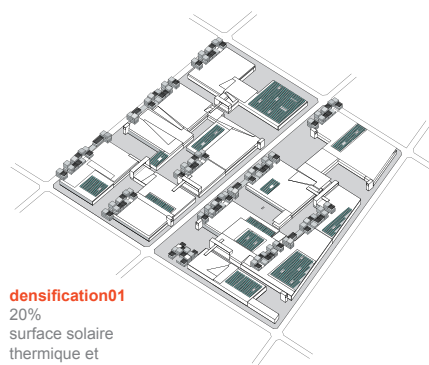
Consommation moyenne d'électricité dans les logements
collectifs en Ile-de-France: 2650 kWh/logement (+/- 35 kWh/m²)

logement moyen_(surface brute)
75m²

Calcul du nombre de logement de classe A

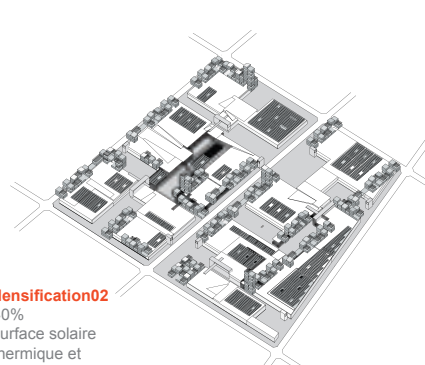
Thermique
11.029 m² x 170kWh = 1.875.000kwh/m² : 50kwh/m² = 37500m²
: 75m² = 500 logement

Electrique
26250 m² x 50kWh = 1.312.500kwh/m² : 35kwh/m² = 37500m²
: 75m² =



densification01
20%
surface solaire
thermique et
photovoltaïque

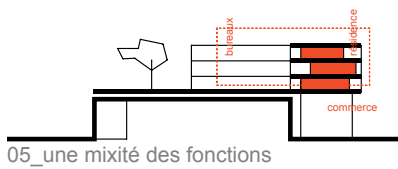
250 logements



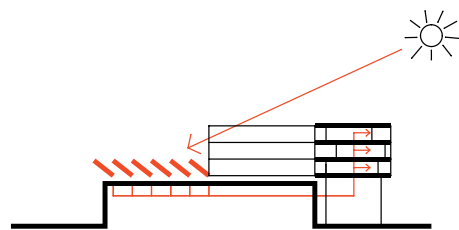
densification02
40%
surface solaire
thermique et
photovoltaïque

500 logements

500 logements (+100%)



05_une mixité des fonctions



06.1_ Exercice 01 exploitation de l'énergie solaire

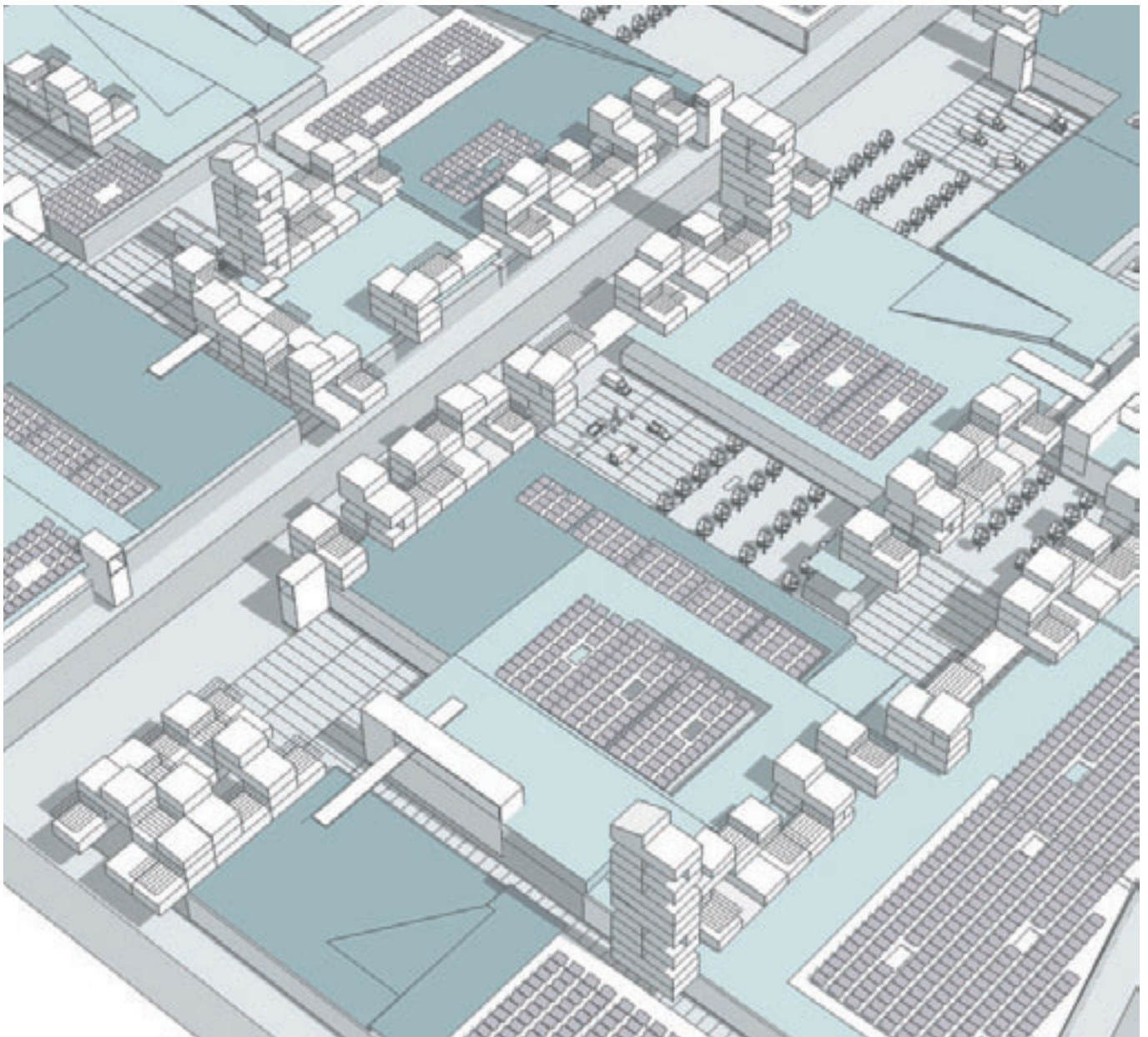
[exploitation des surfaces non utilisées sur les toitures des activités pour la production de l'énergie solaire]

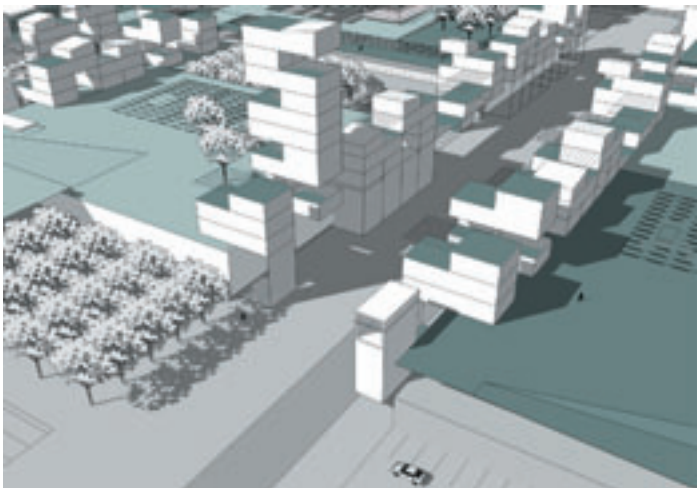
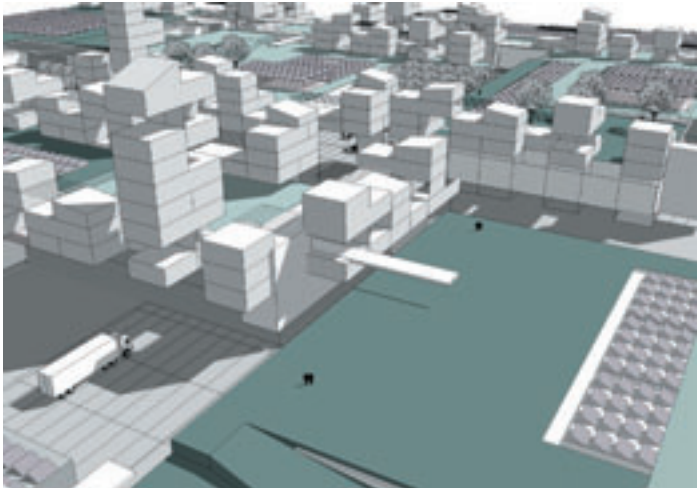
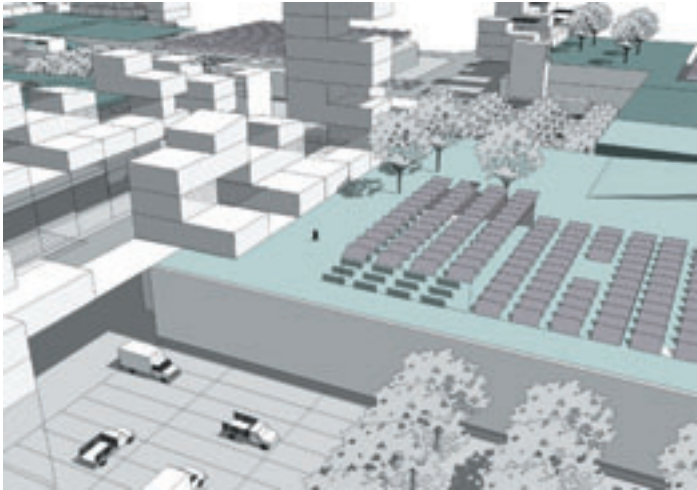
mixité fonctionnelle et exploitation de l'énergie solaire

Le but de l'exercice est la transformation d'un tissu aujourd'hui monofonctionnel en un tissu où des immeubles résidentiels se mêlent à des activités de production et des commerces.

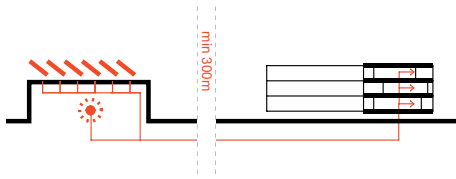
Du point de vue énergétique les nouveaux bâtiments seront classés A (avec une consommation d'énergie $< 50 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{an}$). Ils seront alimentés par de l'énergie solaire puisqu'ils profitent des énormes surfaces horizontales des toitures des bâtiments d'activités de production.

L'exercice montre que si l'on considère une zone d'activités de dimensions moyennes (173.000m², surface bâties 94.000m²) et qu'on utilise 40% de la surface des toitures pour installer des panneaux photovoltaïques, on peut alors produire assez d'énergie pour alimenter 500 nouveaux logements. Si toutes les zones d'activités du territoire de 50km x 50km à l'intérieur de l'Ile-de-France étaient impliquées dans ce processus de densification (29587ha, source: SIG, Zones d'activité, Database Topo), il serait alors possible de réaliser environ 1.000.000 de nouveaux logements, ce qui correspond à 60% des nouveaux logements préconisés par le Sdrif, d'ici à 2030.





exercice 01 exploitation de l'énergie solaire
[exploitation des surfaces non utilisées sur les toitures des
activités pour la production d'énergie solaire]



exercice 02 exploitation du surplus énergétique des activités

On pourrait imaginer un cas différent du précédent lorsque les immeubles résidentiels utilisent le surplus énergétique des activités productives "lourdes" et incompatibles avec des résidences très proches.
L'utilisation de cette énergie est possible par la réalisation d'un réseau de transmission à distance de la chaleur. Le même réseau peut être utilisé pour l'énergie thermique des capteurs solaires sur les toits des activités de production.

L'exercice montre que, si on considère encore une fois une zone d'activité de dimensions moyennes (173.000m², surface bâtie 94.000m²) et si l'on utilise le surplus énergétique des activités de production et le 80% de la surface des toits pour installer les capteurs solaires photovoltaïques, il est possible produire l'énergie qui alimente env. 1200 logements nouveaux ou restructurés, pourvu qu'ils soient classe A. Si toutes les zones d'activités à l'intérieur du territoire de 50km x 50km sont impliqués par cette politique (29587ha, source: SIG, Zone d'activité, Database Topo) il serait possible d'alimenter env. 2.140.706 logements classe A", ce qui correspond à 150% des logements préconisés per le Sdrif, d'ici à 2030.

Données finales de l'exercice

Zone d'activités
Surface totale
173.000m²

surplus énergétique
5kw/m²

Bâti industriel
Surface total 94.622m²

surface non exploitable
(due à la présence de fenêtres de toitures, tuyauterie, etc)
20% de 94.622 = 18.924m²

surface solaire thermique
(170kwh/m²) sur le toit
24% de 94.622m² = 22.058 m²

surface photovoltaïque
(50kwh/m²) sur le toit
56% de 94.622m² = 52500 m²

logement
Consommation moyenne d'énergie thermique
Bâtiments classe A : 50 kWh/m².a

Consommation moyenne d'électricité dans les logements collectifs en Ile-de-France: 2650 kWh/logement (+/- 35 kWh/m²)

logement moyen_(surface brute)
75m²

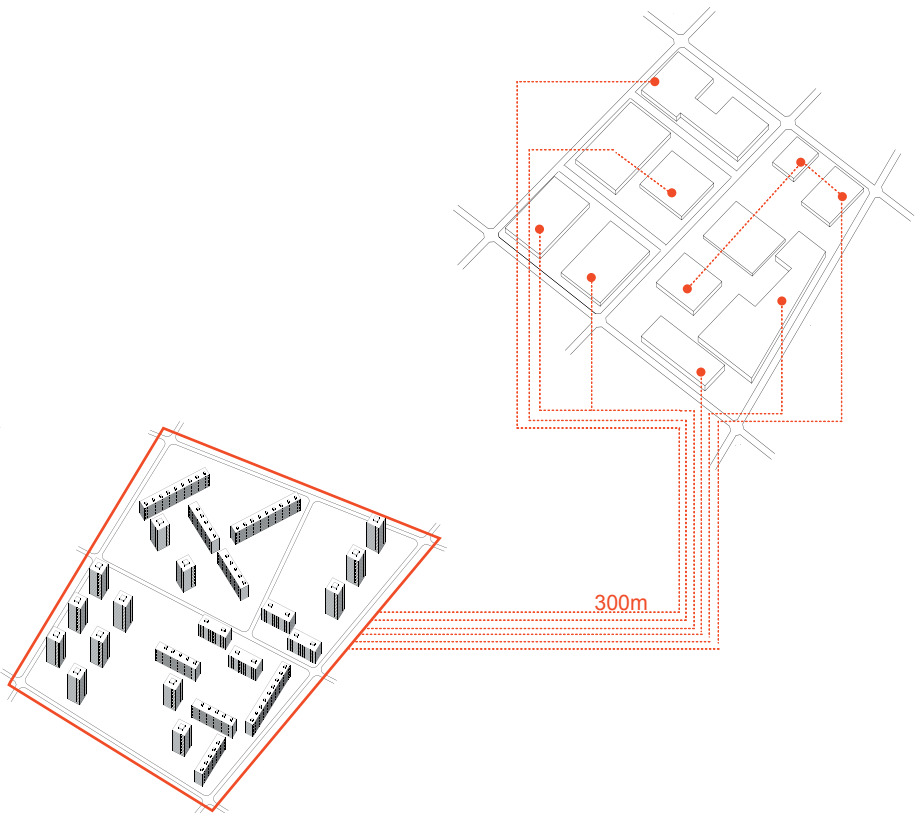
Calcul du nombre de logements de classe A

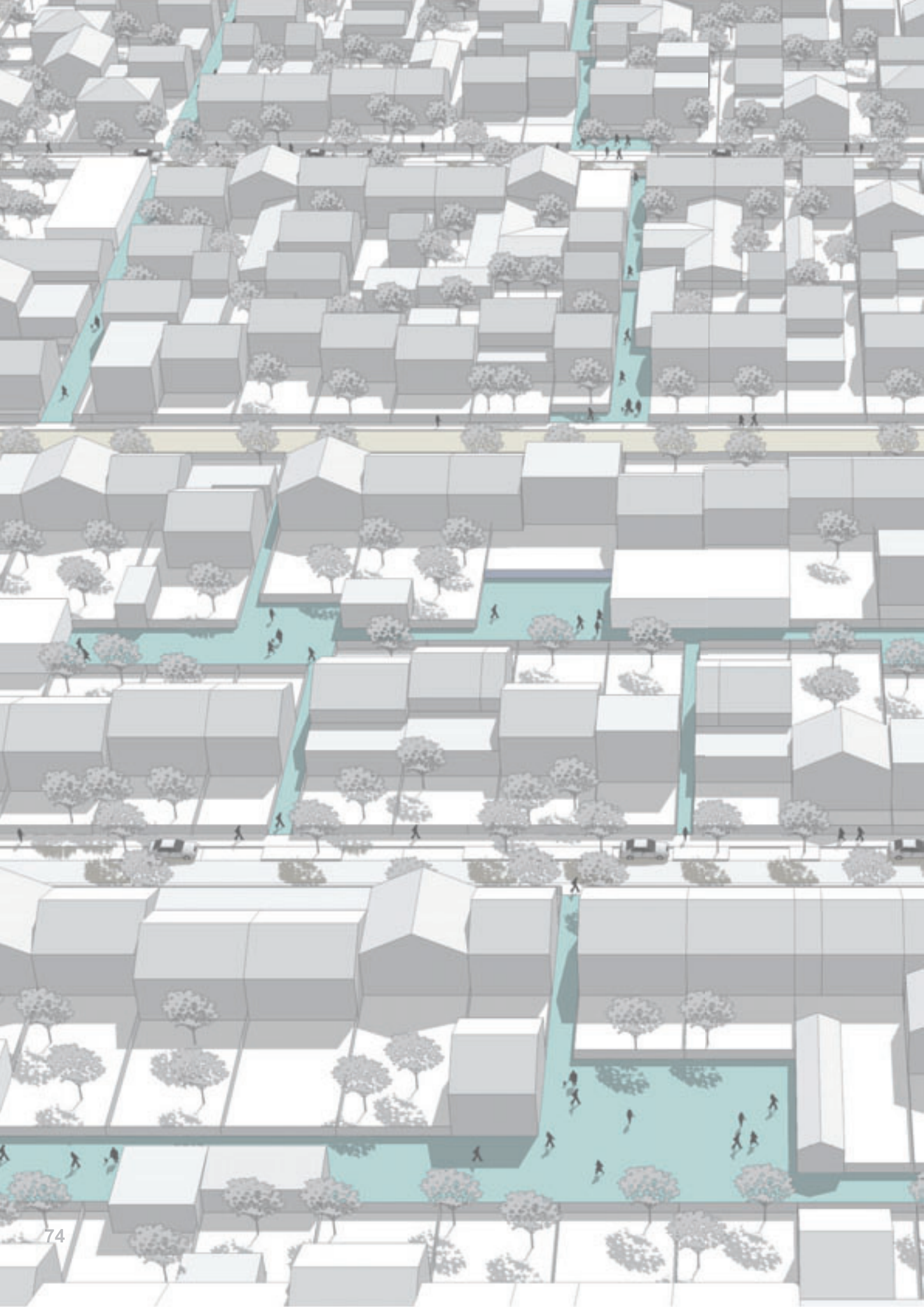
Thermique
11.029 m² x 170kWh = 1.875.000kwh/m² : 50kwh/m² = 37500m² : 75m² = 1000 logements

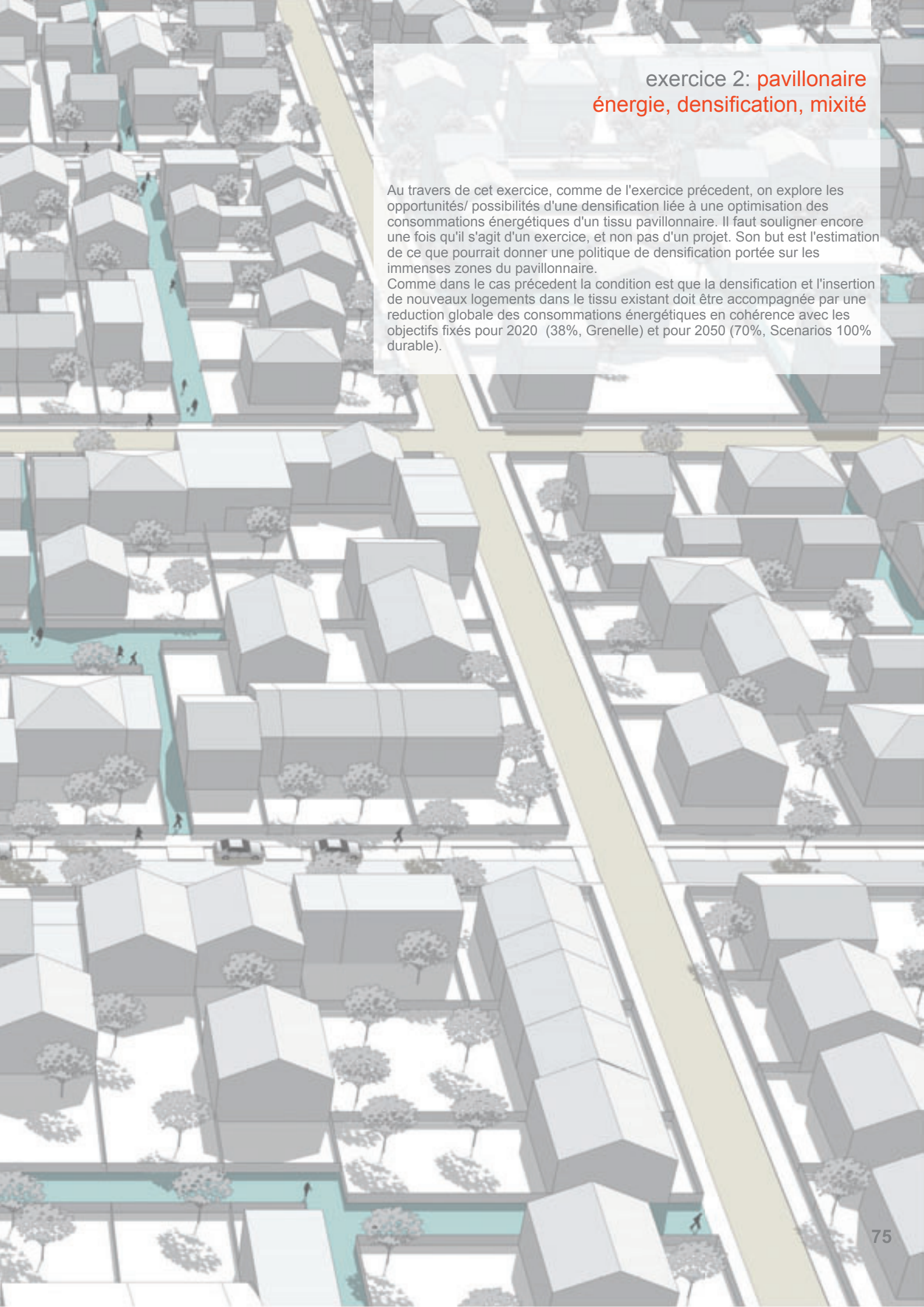
Electrique
26250 m² x 50kWh = 1.312.500kwh/m² : 35kwh/m² = 37500m² : 75m² = 1000 logements

calcul surplus
173000 x 5kw/h = 865.000kwh/m² : 50kwh/m² = 17300m² : 75m² = 230 logements

1230 logements



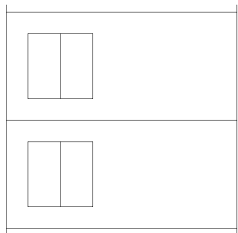




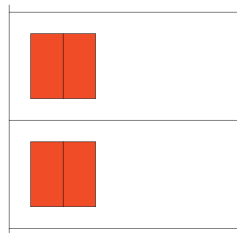
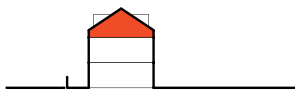
exercice 2: pavillonnaire énergie, densification, mixité

Au travers de cet exercice, comme de l'exercice précédent, on explore les opportunités/ possibilités d'une densification liée à une optimisation des consommations énergétiques d'un tissu pavillonnaire. Il faut souligner encore une fois qu'il s'agit d'un exercice, et non pas d'un projet. Son but est l'estimation de ce que pourrait donner une politique de densification portée sur les immenses zones du pavillonnaire.

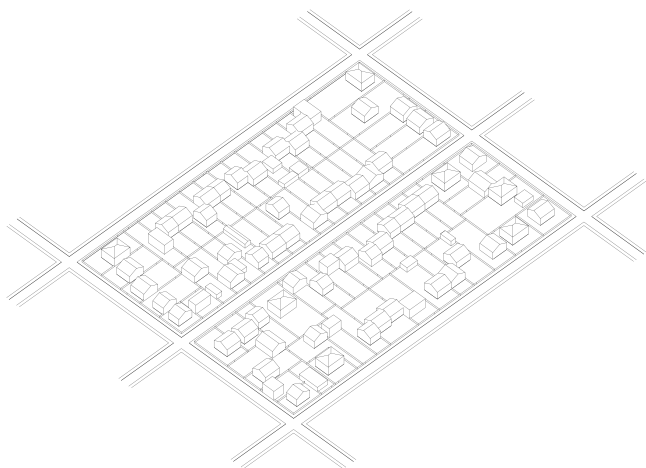
Comme dans le cas précédent la condition est que la densification et l'insertion de nouveaux logements dans le tissu existant doit être accompagnée par une réduction globale des consommations énergétiques en cohérence avec les objectifs fixés pour 2020 (38%, Grenelle) et pour 2050 (70%, Scenarios 100% durable).



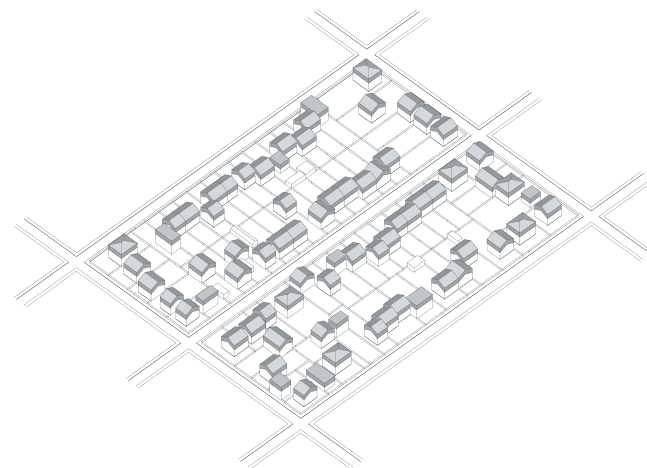
00_état existant



01_“au-dessus”: surélévation et réduction de la consommation énergétique



00_état existant



01_“au-dessus”: surélévation

00 Etat existant

Le pavillonnaire occupe une superficie très importante en Ile-de-France. A l'intérieur du territoire de 50x50km on peut estimer que 37.193 ha sont occupés par ce type de logement. Les exercices suivants ont été élaborés à partir de deux îlots d'un tissu pavillonnaire de densité moyenne :

Densité: 35logt/ha
Hauteur moyenne: 2 étages
Consommation énergétique moyenne: 300 Kwh/m²
Superficie d'étude: 3.4 ha
Surface construite: 13.044m²
Consommation énergétique annuelle: 3.913.200 kwh/m²

118 logements

01 “au-dessus”

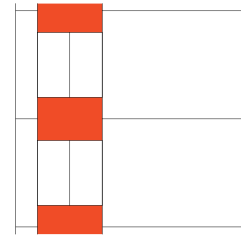
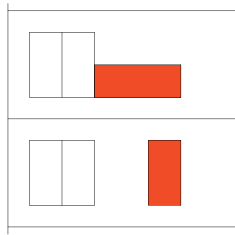
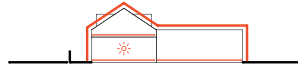
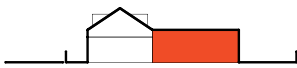
Le premier exercice fait l'hypothèse qu'on puisse surélever d'un étage chaque pavillon. Ce droit à la densification ne serait concédé qu'en échange d'améliorations énergétiques des constructions existantes ainsi que de leurs surélévations, afin d'atteindre les prescriptions de la classe A (50kwh/m²).

Surface supplémentaire construite: 6442m² (+50%)
Logements supplémentaires (dimension moyenne de 110m²): 58
Densité: 52 logt/ha
Surface construite totale : 19.486 m²
Consommation énergétique totale: 974.300 kwh/mq
Réduction de la consommation énergétique: -75%

Si on étendait cette hypothèse de densification à l'ensemble du pavillonnaire inclus dans le carré de 50x50kms, on obtiendrait ainsi 634.500 nouveaux logements, soit environs 42% des logements préconisés par le SDRIF d'ici à 2030.

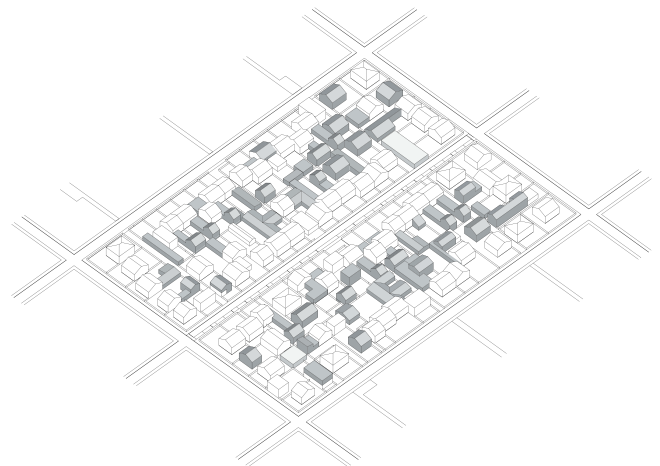
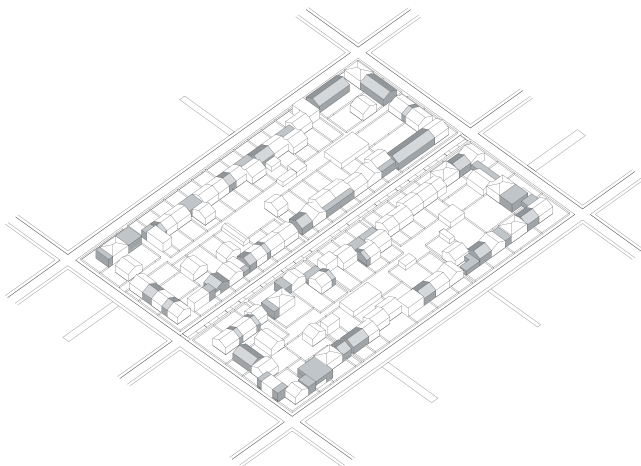
177 logements (+50%)

exercice 2 : densification du pavillonnaire



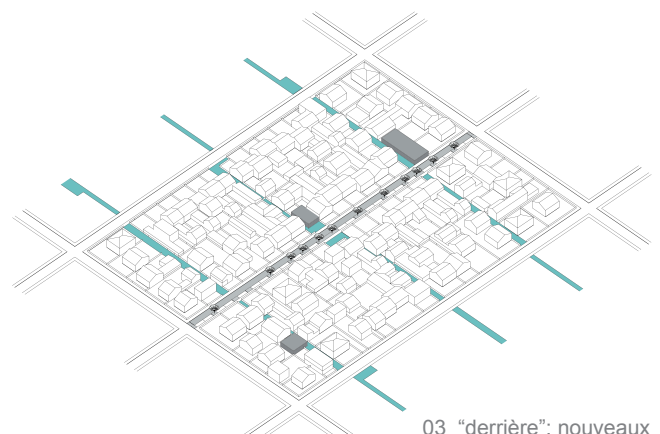
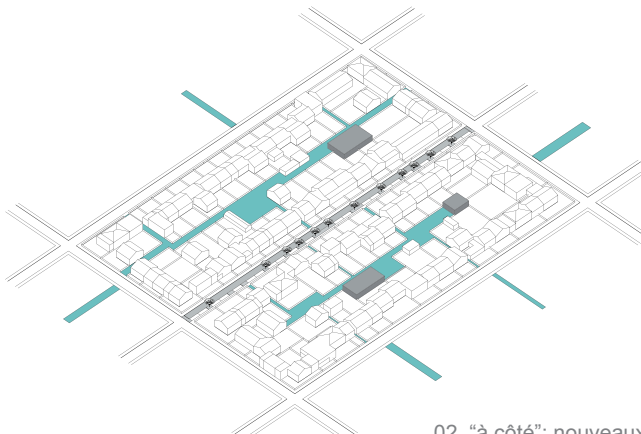
02_ "à côté": addition
et réduction de la
consommation énergétique

03_ "derrière": addition
et réduction de la
consommation énergétique



02_ "à côté": addition

03_ "derrière": addition



02_ "à côté": nouveaux
espaces publics

03_ "derrière": nouveaux
espaces publics

02 "à côté"

Le deuxième exercice fait l'hypothèse qu'on puisse densifier latéralement, en consolidant les limites de l'îlot. De cette manière on peut récupérer au centre de l'îlot des espaces collectifs qui pourraient accueillir des équipements de quartier (crèches, terrains sportifs, maisons de retraite, etc...). Sur le même mode que l'hypothèse précédente on atteindrait les prescriptions de la classe A (50kwh/m2).

Surface supplémentaire construite: 5589m2 (+43%)
Logements supplémentaires (dimension moyenne de 110m2): 50
Densité: 50 logt/ha
Surface construite totale : 18.633 m2
Consommation énergétique totale: 931.650 kwh/mq
Réduction de la consommation énergétique: -76%

Si on étendait cette hypothèse de densification à l'ensemble du pavillonnaire inclus dans le carré de 50x50kms, on obtiendrait ainsi 547.000 nouveaux logements, soit environs 37% des logements préconisés par le SDRIF d'ici à 2030.

169 logements (+43%)

03 "derrière"

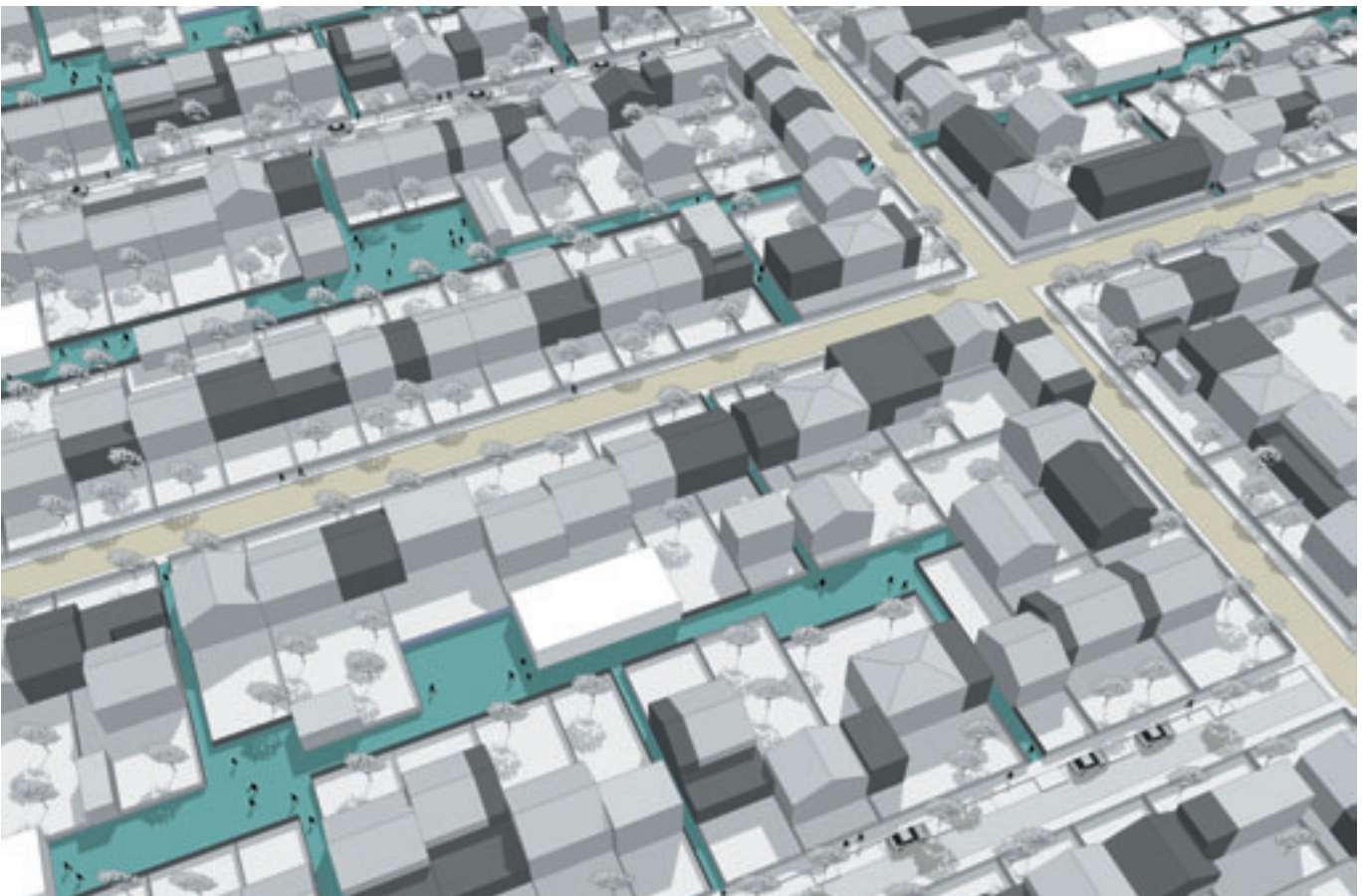
Le troisième exercice fait l'hypothèse qu'on puisse densifier latéralement, à l'intérieur de l'îlot, en créant un tissu plus compact, mais traversé de quelques passages le long desquels on disposerait des petits équipements. Sur le même mode que les hypothèses précédentes on atteindrait les prescriptions de la classe A (50kwh/m2).

Surface supplémentaire construite: 6807m2 (+52%)
Logements supplémentaires (dimension moyenne de 110m2): 62
Densité: 53 logt/ha
Surface construite totale : 19.851 m2
Consommation énergétique totale: 992.550 kwh/mq
Réduction de la consommation énergétique: -75%

Si on étendait cette hypothèse de densification à l'ensemble du pavillonnaire inclus dans le carré de 50x50kms, on obtiendrait ainsi 680.000 nouveaux logements, soit environs 45% des logements préconisés par le SDRIF d'ici à 2030.

180 logements (+52%)

“à côté”: densification et création de nouveaux
espaces publics



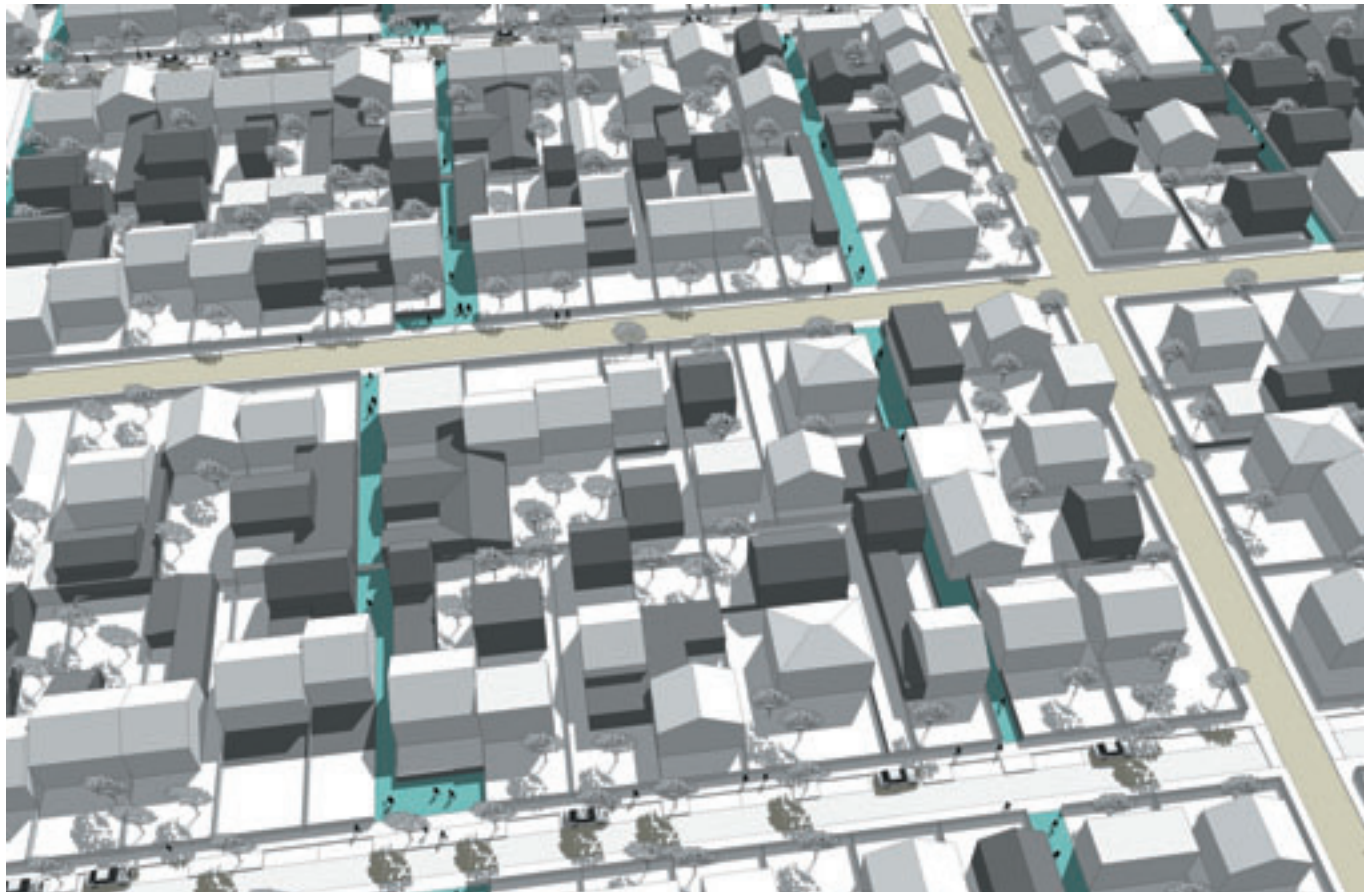
densification et réduction de la consommation énergétique dans le tissu pavillonnaire

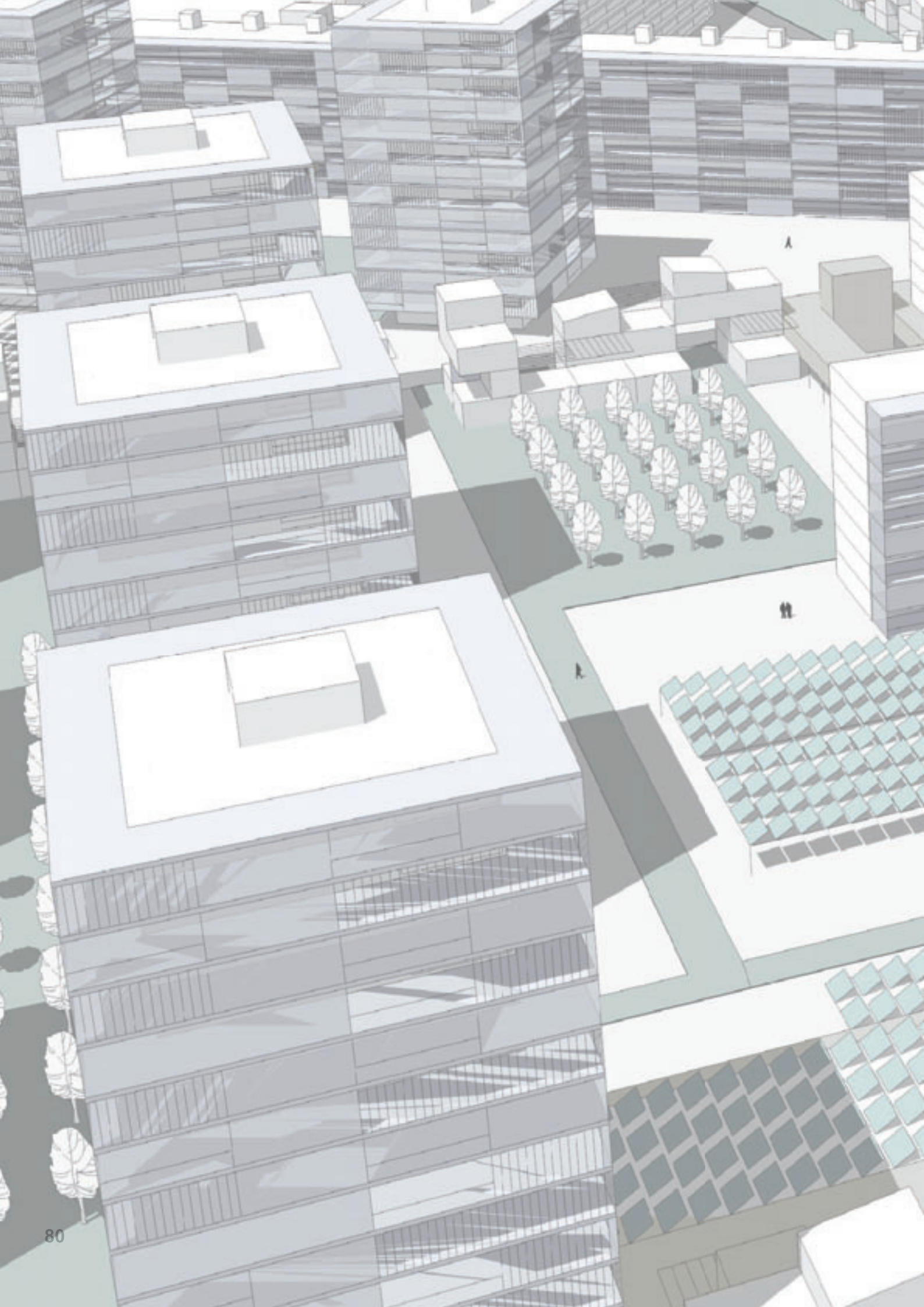
L'exercice étudie les conséquences d'une restructuration du stock d'habitations existantes accompagnées d'une densification progressive du tissu pavillonnaire. L'hypothèse est que l'on donne aux propriétaires un droit de densification en proportion des performances énergétiques atteintes pour le bâti existant.

Du point de vue énergétique l'exercice fait l'hypothèse que les maisons restructurées ainsi que leurs additions puissent être classées A (consommation énergétique $< 50 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$).

Si toutes les zones pavillonnaires du territoire de 50km x 50km de l'Ile-de-France étaient restructurées selon cette politique de densification (37 200 ha env.) il serait alors possible de construire environ 680.000 nouveaux logements, soit environ 45% des logements préconisés par le Sdrif d'ici à 2030.

“derrière”: densification et création de nouveaux espaces publics







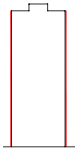
exercice 3: grands ensembles énergie, densification, mixité

Les exercices qui suivent explorent différentes possibilités d'optimisation des la consommation énergétique parallèlement à une légère densification des grands ensembles.

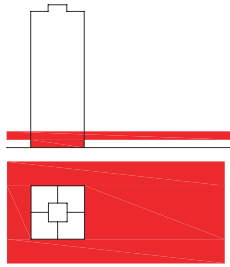
On fait la même hypothèse que dans les exercices précédents, c'est-à-dire que la densification et l'insertion de nouveaux logements s'accompagnent d'une réduction globale de la consommation énergétique selon les objectifs de 2020 (38%, Grenelle) et de 2050 (70%, Scénario 100% durable).



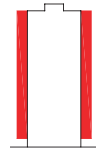
00_grand ensemble



01_ une enveloppe performante
[isolement de l'enveloppe pour bâtiments de classe A : 50kWh/m².a]



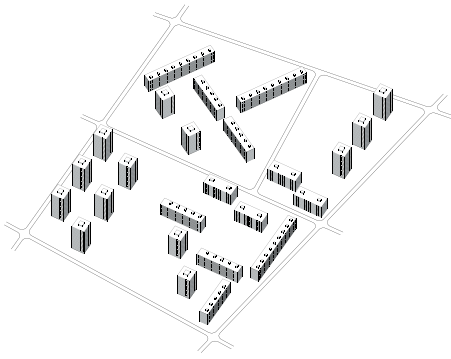
02_insertion de nouvelles activités
[bureaux, commerce, entreprise, bars, restaurants]



03_addition une nouvelle façade
[extensions avec balcons, terrasses, et jardin d'hiver]



04_nouveau système chauffage
[intégrer un système de chauffage pour bâtiments de classe A : 50kWh/m².a]



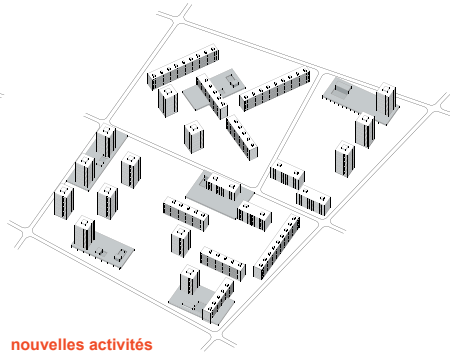
grand ensemble

Surface totale
160.175m²

Nombre de logements
1938

Surface totale logements
153.878 m²

Surface moyenne des logements
80m²

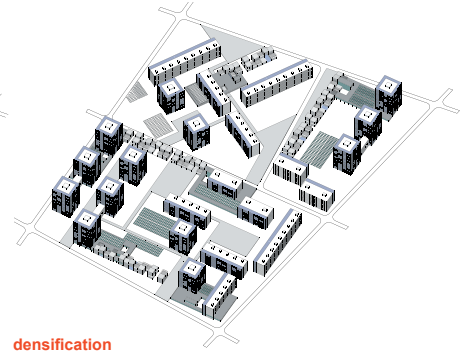


nouvelles activités

[commerce
entreprise
activités
bars, restaurants]

Surface totale
21686m²

renouvellement des espaces publics



densification

[densifications mineures avec nouvelles typologies]

Nombre de logements
2200

Données finales de l'exercice

Terrain du grand ensemble

Surface totale
160.175m²

Logements

Surface totale
262.518m²

logement moyen_(surface brute)
120m²

Nouvelles activités

Surface total
21.686m²

surface espaces publics

15% de 160.175m² = 22,100m²

surface solaire thermique (170kwh/m²)

6% de 160.175m² = 9.620 m²

logements

Consommation moyenne d'énergie thermique
Bâtiments classe A : 50 kWh/m²

Consommation moyenne d'électricité dans les logements
collectifs en Ile-de-France: 2650 kWh/logement (+/- 35 kWh/m²)

Calcul de nombre de logement existant

153878m² = 1983 logement

Consommation énergétique moyenne évaluée à 250 kWh_{ep}/m²
250 kWh_{ep}/m² x 153.878 m² = 38.470.000kWh_{ep}

Calcul du nombre de logements de classe A

262518m² = 2200 logement

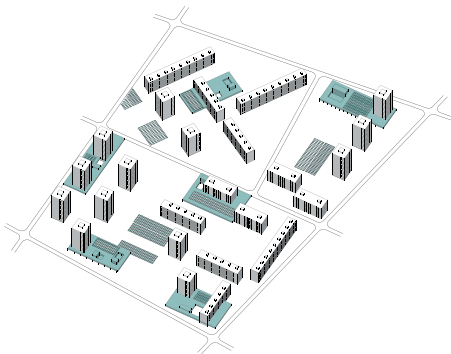
50 kWh/m² x 262.518 m² = 1.312.6000kWh_{ep}

Evolution consommation énergétique
-66%

Evolution nombre de logements
+13%

Evolution surface moyenne des logements
+50%

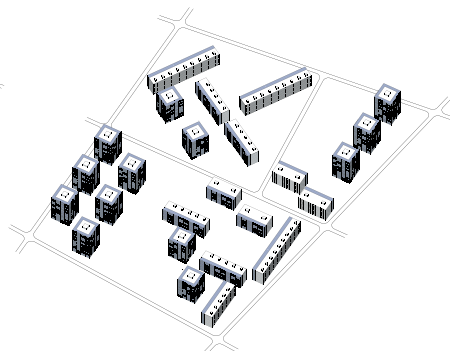
2200 Logements (+13%)



énergie solaire

9620 m²

6%
surface solaire
thermique

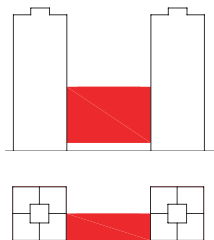


nouvelle façade

Extension par jardins d'hiver, balcons et terrasses

Surface de l'extension
108.640 m²

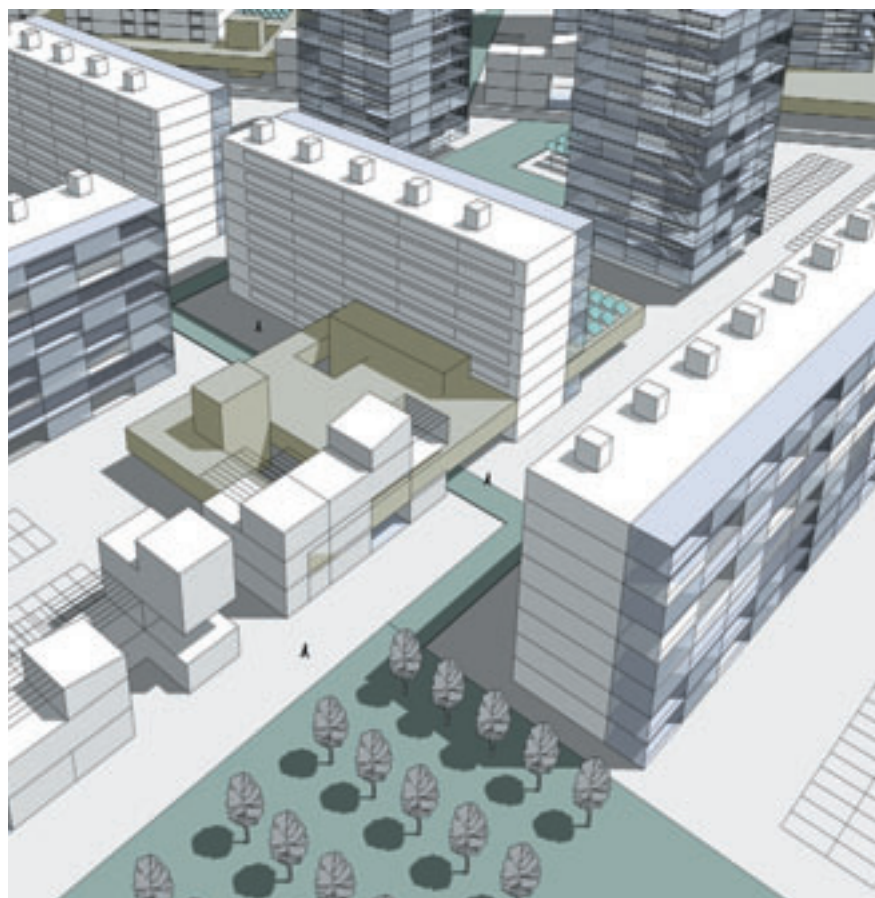
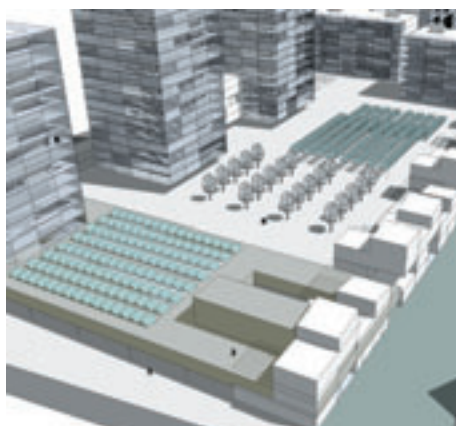
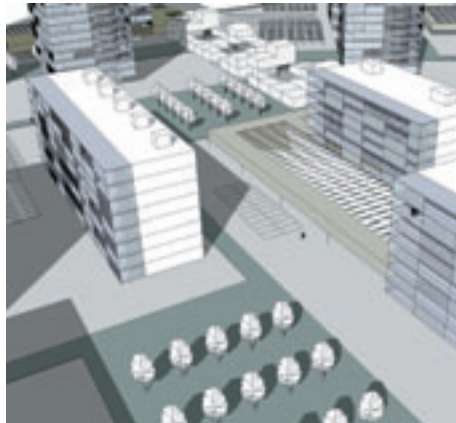
Surface moyenne logement
120 m²

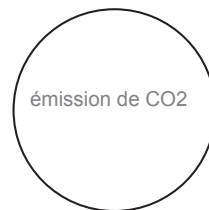
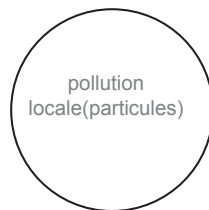
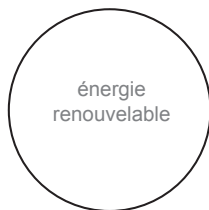
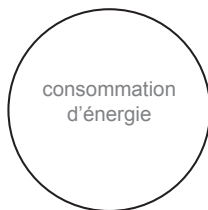


05_densification
[légère densification entre les
bâtiments existants]

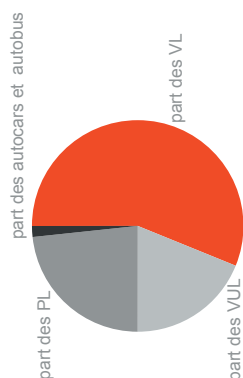
Les exercices qui concernent les grands ensembles montrent qu'il est possible de progressivement réduire leur consommation énergétique par la restructuration du stock du bâti existant : réalisation d'une nouvelle enveloppe des bâtiments, insertion de nouveaux équipements et transformation de la distribution interne des logements. C'est ainsi l'occasion d'améliorer les conditions de l'espace habitable des logements existants, et de retrouver de nouveaux espaces privés en profitant des expansions des jardins d'hiver et de la façade double climatisée. L'insertion dans le tissu existant de nouveaux bâtiments avec des usages mixtes (habitation, commerce et restauration) correspond à une légère densification.

Si tous les grands ensembles à l'intérieur du carré de 50km x50km de l'Ile-de-France étaient restructurés selon cette même politique de densification (5150ha environ) il serait alors possible de réaliser environ 80.300 nouveaux logements, soit 5% des logements préconisés par le Sdrif, d'ici 2030.

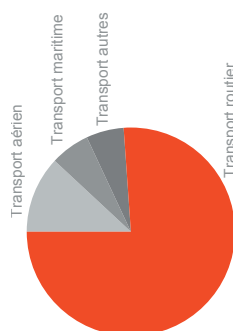




Les 4 éléments d'arbitrage de tout scénario énergétique



Consommation énergétique par poste



Consommation énergétique des transports routiers

L'énergie et les émissions de gaz à effet de serre

L'objectif du facteur 4, division par 4 des émissions de CO₂ d'ici à 2050, a été inscrit par la France dans sa stratégie nationale de développement durable en juin 2003, puis dans le plan climat en juillet 2004 et enfin dans la loi de programme fixant les orientations de sa politique énergétique en juillet 2005.

Source: Contraintes énergétiques et mutations urbaines, L'habitat et les bâtiments tertiaires face aux enjeux énergétiques.

Les objectifs du Grenelle de l'environnement sont une réduction de 20% des émissions de CO₂ dues aux transports d'ici 2020. Aucun objectif en matière de réduction de la consommation d'énergie de ce secteur n'a été fixé par le Grenelle de l'environnement.

L'agglomération de Munich, au contraire, s'est quant à elle concentrée sur la réduction de la consommation d'énergie. Elle affiche une réduction de 60% de la consommation d'énergie à l'horizon 2050.

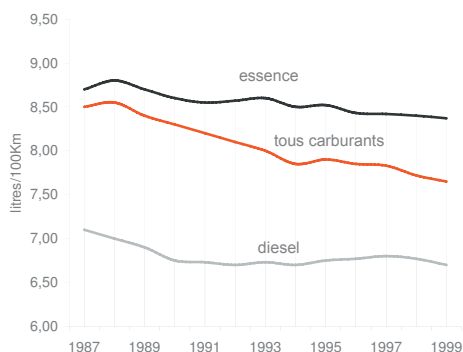
La situation actuelle

Le domaine du transport correspond à un peu moins de 30% de la consommation d'énergie en France, soit 5.12 Mtep par an.

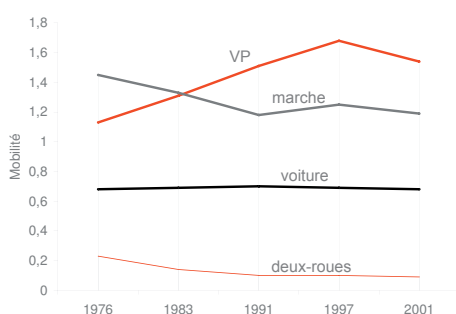
Le transport routier représente 76% de la consommation d'énergie pour les transports.

Au sein du transport routier, les véhicules légers sont responsables de 75% de la consommation d'énergie.

Les véhicules légers consomment donc à eux seuls 2.92 Mtep soit près de 60% de la consommation d'énergie due au transport.



Evolution de la consommation des véhicules,
source : SECODIP



Evolution de la mobilité en voiture,
source : Cahiers de l'EGT, DREIF

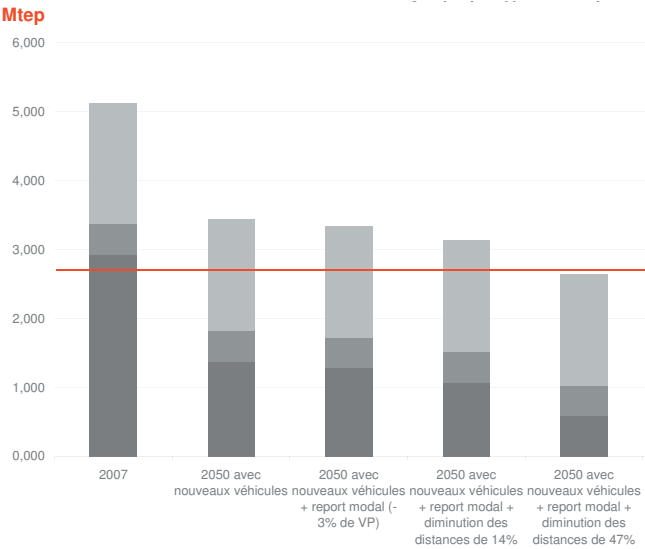
Les leviers, la tendance

Les leviers pour agir sur la consommation d'énergie sont :

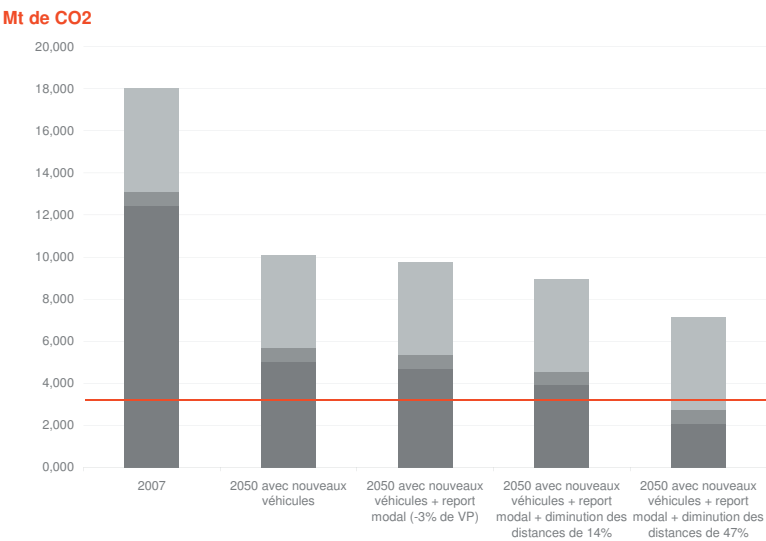
- Les performances des véhicules (voitures, poids lourds, bus, métro, etc)
- La part modale des déplacements particuliers et des déplacements de marchandises
- Les distances parcourues.

L'évolution des performances des véhicules va dans le bon sens : si le parc actuel des voitures à essence consomme encore 6.8 L/100 Km, on voit apparaître des véhicules consommant 3.2L/100Km, voire moins.

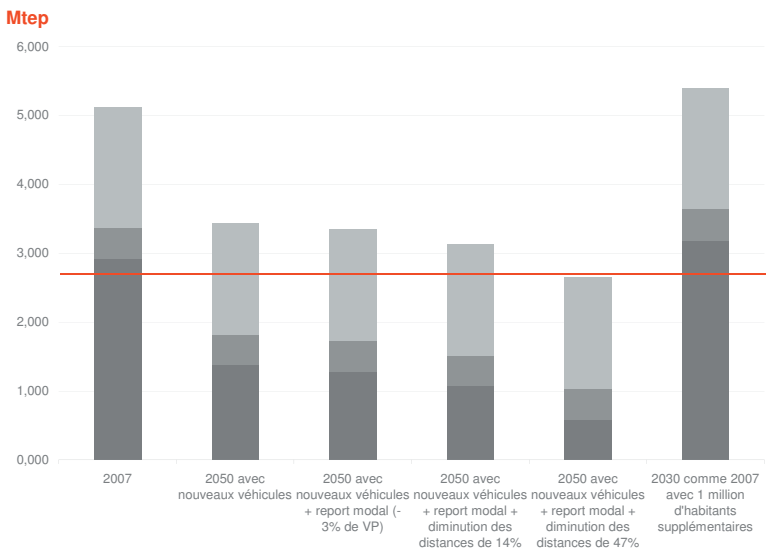
Par contre l'évolution de la mobilité en voiture et de la part modale voiture va dans le sens d'une aggravation de la situation puisque la mobilité en voiture avait encore augmenté entre les Enquêtes Globales Transports (EGT) de 1991 et de 2001. L'EGT de 2009 nous apportera-t-elle de bonnes nouvelles ?



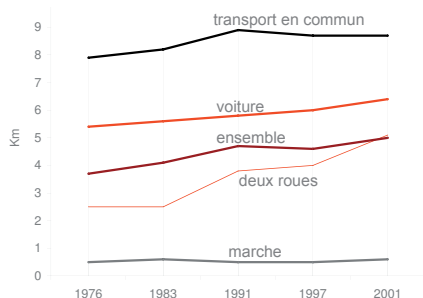
Possible évolution de la consommation énergétique,
source : PTV



Possible évolution des émissions de CO2,
source : PTV

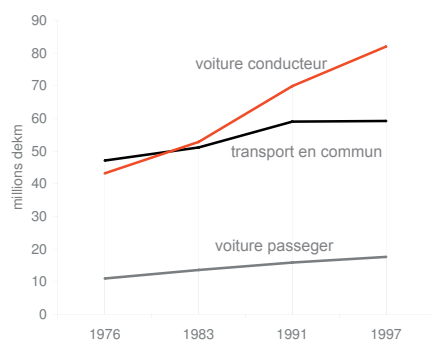


Possible évolution de la consommation énergétique,
source : PTV



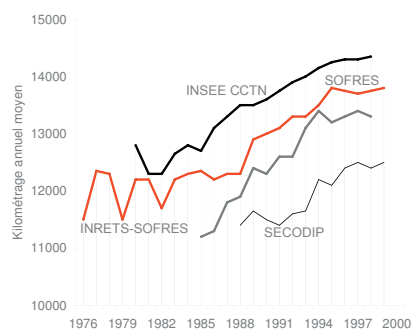
Evolution des distances parcourues par déplacement

source : Cahiers de l'EGT, DREIF



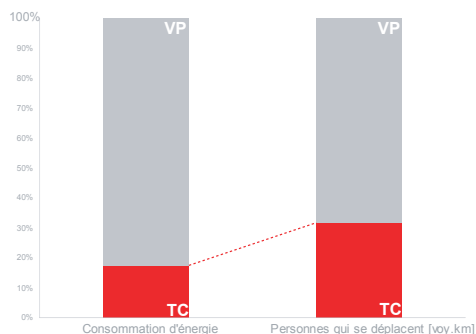
Evolution des distances parcourues

source : Cahiers de l'EGT, DREIF



Evolution des distances parcourues

source : Note de synthèse de SES



Mise en perspective des consommations énergétiques et des utilités

source : PTV

Plus grave, les EGT nous apprennent que les distances moyennes de déplacements, notamment en voiture particulière, continuent de croître. En cumulant l'effet augmentation des distances moyennes et augmentation de la mobilité en voiture, on obtient des courbes d'évolution du kilométrage moyen annuel qui sont terrifiantes. Peut-on tabler sur une stabilisation de ces valeurs entre 2001 et 2009?

Les objectifs sont-ils ambitieux ?

En partant de l'hypothèse d'une stabilisation du kilométrage moyen annuel, (niveau de 2050 = niveau de 2007), les différents leviers de diminution de la consommation d'énergie ont été actionnés:

- Tout le parc automobile (VP, PL et bus) est au niveau de consommation des meilleurs véhicules en vente en 2007, idem pour les tramways et métros (hypothèse réaliste du fait du renouvellement du parc)
- La part modale des VP conducteurs diminue de 3 points, sur l'ensemble des déplacements (hypothèse ambitieuse : un projet de type « métrophérique » peut faire gagner 1% de part modale)
- Les distances de déplacements Domicile – Travail diminuent de 14% puis de 47% (hypothèse ambitieuse puisque les distances sont encore en large augmentation). Si toute personne résidait à moins de 45min en VP ou en TC de son lieu de travail, les distances DT seraient réduites de 14% en Ile-de-France. Si toute personne résidait à moins de 20min en VP ou 30min en TC de son lieu de travail, les distances DT seraient réduites de 47% en Ile-de-France. Ces chiffres sont issus d'une publication de l'UMR LVMT (Unité Mixte de Recherche Laboratoire Ville Mobilité Transports).

L'hypothèse la plus ambitieuse permet à peine d'obtenir une diminution de la consommation énergétique de 50%.

Mais, plus grave, les objectifs de Kyoto (diminution des gaz à effet de serre de 75%) sont loin d'être atteints.

Les objectifs sont-ils très ambitieux?

Les objectifs annoncés sont d'autant plus ambitieux que la population est encore en train de croître. L'INSEE prévoit encore un million d'habitants supplémentaires en Ile-de-France d'ici 2030. Qu'en sera-t-il en 2050 ?

Si le comportement des nouveaux arrivants était le même que celui des habitants actuels, on pourrait s'attendre à une augmentation de la consommation énergétique de 5%, des émissions de CO₂ au même ordre.

L'hypothèse sage d'une généralisation de l'état de l'art de la technologie aux VP et aux TC nous apporte un éclairage intéressant. La lecture des résultats de notre calcul « bricoleur » confirmé par des études plus fines (groupe énergie, mobilité et transport – SDRIF) confirme que l'enjeu technologique est majeur.

Cependant, négliger les aspects comportementaux serait une grave erreur.

En effet, en considérant la consommation d'énergie à l'échelle de l'individu, le facteur d'économie lié à l'utilisation des TC est démultiplié.

Le raisonnement par l'absurde admettant que tous les citoyens utilisant les TC reprennent leur VP illustre avec fracas.

Les investissements consentis pour les TC les 25 dernières années n'ont permis que de maintenir à peine la part modale des TC.

Les trois pistes de la réduction de la consommation d'énergie dans les transports

Une baisse de la consommation d'énergie primaire n'est pas seulement politiquement désirée, elle est probablement nécessaire. La pénurie de ressources à moyen terme suivie par l'augmentation systématique des prix va accompagner ce souhait politique.

Le scénario après-Kyoto est devenu un scénario fil de l'eau. L'amélioration de notre qualité de vie dans le passé est indissociable avec un coût d'énergie de plus en plus faible (au moins par rapport aux richesses générées). Nos rythmes de vie, nos niveaux de confort, d'automatisation etc. sont sans précédent. Les appels à une baisse de consommation significative d'énergie volontariste sont peu efficaces, car ceci est susceptible de nuire à la qualité de vie, même s'il y a des marges réalisables sans baisse de qualité de vie. Au niveau de l'individu, on peut consommer moins d'énergie en utilisant des systèmes performants, qui consomment moins d'énergie, ou modifiant le comportement de consommation. De manière générale, la majorité des individus préfère cette première solution. Ceci parce que notre comportement actuel est le résultat d'une optimisation progressive.

Toute modification correspond nécessairement, à première vue, à un niveau de qualité moins élevée. Seule l'agglomération qui réussit le pari d'offrir à ses habitants des alternatives qui permettent d'avoir une qualité de vie au moins équivalente à celle d'aujourd'hui mérite le titre d'« après-Kyoto », mais l'agglomération qui excelle dans un scénario après-Kyoto, excelle aussi dans tout autre scénario possible.

La part de la consommation énergétique liée aux transports en Ile-de-France représente 27,4 % de la consommation globale.

Si la raréfaction des ressources primaires nécessite de facto une baisse de la consommation d'énergie, l'individu ne semble pas prêt aujourd'hui à affronter ce nouveau défi sans générer un sentiment de frustration. Cependant, afin que le scénario fil de l'eau de l'après-Kyoto reste moteur de progrès, il convient d'accélérer toute mesure incitant à cette mutation individuelle et collective. Parmi les pistes aujourd'hui clairement identifiées de réduction de la consommation, et donc également de réduction des rejets de GES (Gaz à effet de serre, en particulier le CO₂), nous identifions d'une part les avancées technologiques possibles et d'autre part les évolutions des comportements.

La première piste mobilise des investissements importants par des prises de décision à l'échelle de la recherche et du développement, dans un circuit de décision structuré au sein d'établissements publics et privés.

La seconde piste est plus complexe, puisqu'elle en appelle aux Hommes, aux citoyens, à leur capacité à prendre des décisions objectives, rationnelles à titre individuel pour en tirer un bénéfice collectif.

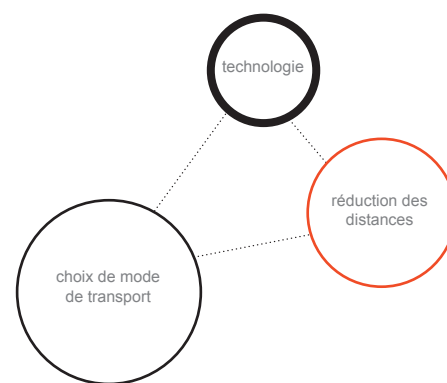
Ces enjeux des modifications des comportements de la mobilité concernent la réduction des distances de déplacements, mais également les modes choisis.

Les dynamiques de consommation d'énergie dans les transports

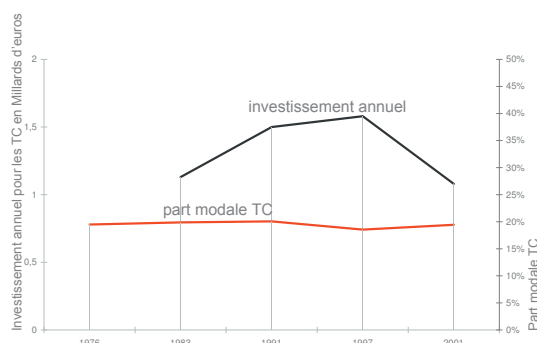
Le scénario Fil de l'Eau de l'après-Kyoto et la baisse de l'énergie primaire disponible du fait de sa raréfaction nous interroge sur les orientations et les priorités qui permettront d'accompagner cette mutation sans exacerber les frustrations des Hommes : la paix sociale en dépend.

La poussée de fièvre récente liée à une forte augmentation du prix du pétrole a mis en évidence la fragilité des décisions et la nervosité des citoyens. La remise en cause brutale d'un schéma de consommation établi, assumé, ancré dans l'imaginaire collectif et porté par les symboles de consommation de masse attise toutes les tensions et s'avérerait explosive combinée à une période de morosité économique.

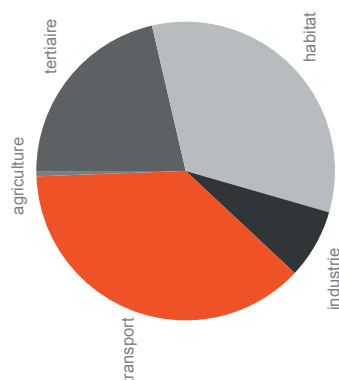
La seule certitude est l'urgence d'actions.



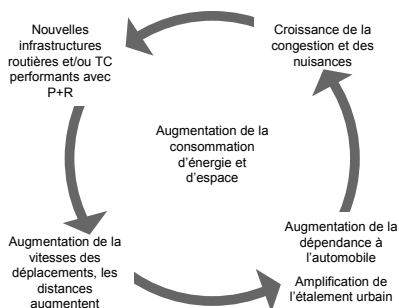
les trois leviers de la réduction de la consommation d'énergie



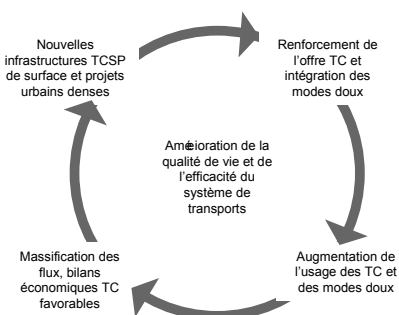
Quels investissements pour un maintien de la part modale TC ?
source : PTV



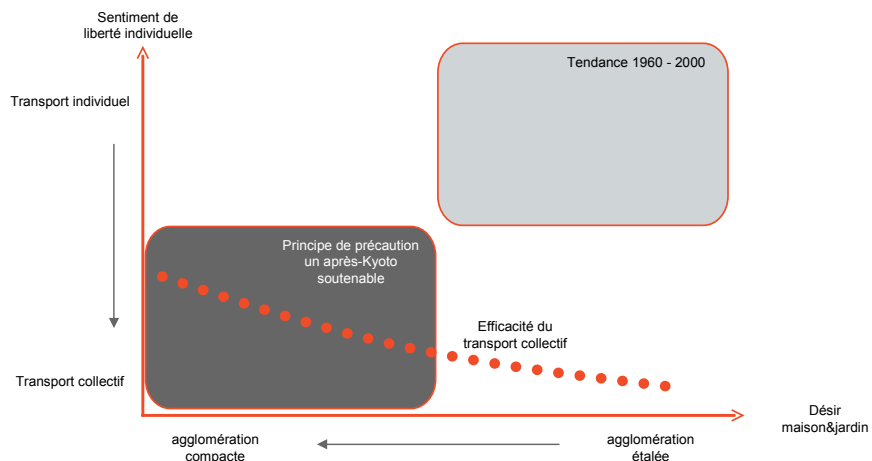
Bilan énergétique régional, ARENE mars 2007



Le cercle vicieux du réflexe routier



Le schéma vertueux des projets urbains et TC coordonnés



Les désirs actuels des individus sont largement identifiés. La volonté de la liberté individuelle associée au rêve de la « maison&jardin » attise la consommation énergétique. Un mode de propulsion propre, en particulier pour le transport individuel, se pose en sauveur de ces désirs. Cependant, il sera accompagné d'un besoin d'infrastructures routières nouvelles.

Ce cercle vicieux maintes fois démontré est inaudible dans un contexte de subventionnement de la croissance économique par la création d'infrastructures routières. Cependant, si le mode de propulsion propre doit effacer l'ardoise énergétique et les nuisances atmosphériques, la congestion et la consommation intensive d'espace ne seront pas résolues.

Le schéma vertueux des projets urbains denses l'est d'autant plus qu'il accepte l'erreur d'appréciation d'aujourd'hui. En effet, si l'avènement du mode de propulsion propre tardait dans un contexte de raréfaction de l'énergie primaire, la dimension des tensions sociales d'une métropole non dépendante à l'automobile seront moindres par rapport à une métropole confiante sans précaution sur des délais de démocratisation des voitures individuelles propres.

Dans l'hypothèse inverse d'un avènement anticipé d'un système de propulsion propre, le cercle vertueux, outre la préservation des territoires, propulsera les TC durablement.

En résumé, à la question très générale de la posture à adopter face au défi de l'après-Kyoto, notre réponse est le principe de précaution. Ce dernier est adapté à un enjeu majeur de réduction de la consommation d'énergie et d'émissions de GES.

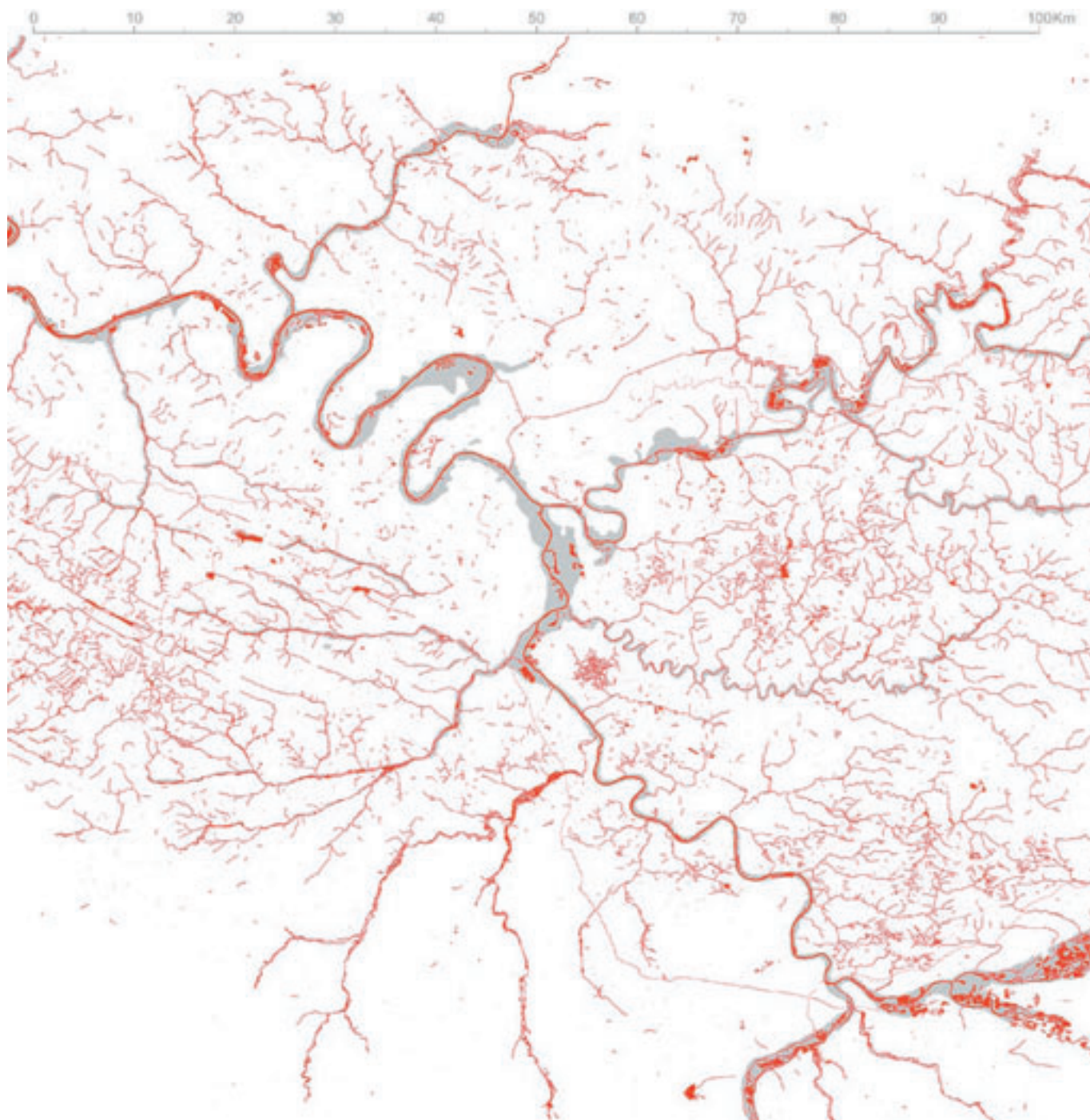
Cette réflexion doit desservir tout manichéisme suggérant l'inefficacité et l'inadéquation d'un système de transports en commun au sens large, en particulier dans un contexte de déséquilibre criant des investissements transports en faveur de la route.

Les avancées technologiques sont primordiales pour proposer un mode de propulsion propre et démocratisé, dans une logique de réduction des distances de déplacements et d'investissement massifs dans TC comme outil de polarisation des projets urbains.



2.3. La métropole du XXI^e siècle de l'après-Kyoto : **scénario 2**
vivre avec l'eau





**carte des zones inondées par les plus
hautes eaux connues**

source : http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr/prevention/innondation_janvier2006
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Record de la crue au XX^{ème} siècle

Crue de 1910 (crue centennale) : 8,62 m
Crue de 1924 (crue cinquennale) : 7,32 m
Crue de 1945 : 6,85 m
Crue de 1955 : 7,14 m
Crue de 1982 : 6,18 m
Crue de 1988 : 5,39 m
Crue de 1994 : 4,84 m
Crue de 1995 : 5,00 m

Niveau des plus hautes eaux navigables : 4,30 m
Fermeture des voies sur berges : 3,30 m
Cote d'alerte : 3,20 m
Cote de vigilance : 2,50 m
Cotes en mètres - Echelle du Pont d'Austerlitz
(source : <http://www.etudes.ccip.fr/archrap/rap03/val0303.htm>)

2.3. La métropole du XXI^e siècle de l'après-Kyoto : **scénario 2** vivre avec l'eau



vivre avec l'eau, vivre avec le risque

L'attention actuelle au thème de l'eau est de plus en plus grandissante. L'eau, son abondance ou son manque, sa qualité en rapport aux efforts nécessaires à l'augmenter, l'eau est toujours plus une ressource conflictuelle. Elle nécessite des dialogues qui sortent des périmètres communaux, régionaux, nationaux.

Le risque est le produit de la probabilité qu'un phénomène se réalise, multiplié par l'accident qu'il provoque (c'est à dire ses dommages, sa gravité). En Ile de France le risque d'inondations est élevé et de larges surfaces pourraient être atteintes. Le scénario s'interroge sur l'impossibilité d'éviter tout risque et sur la nécessité d'élaborer des stratégies de coexistence avec le risque.

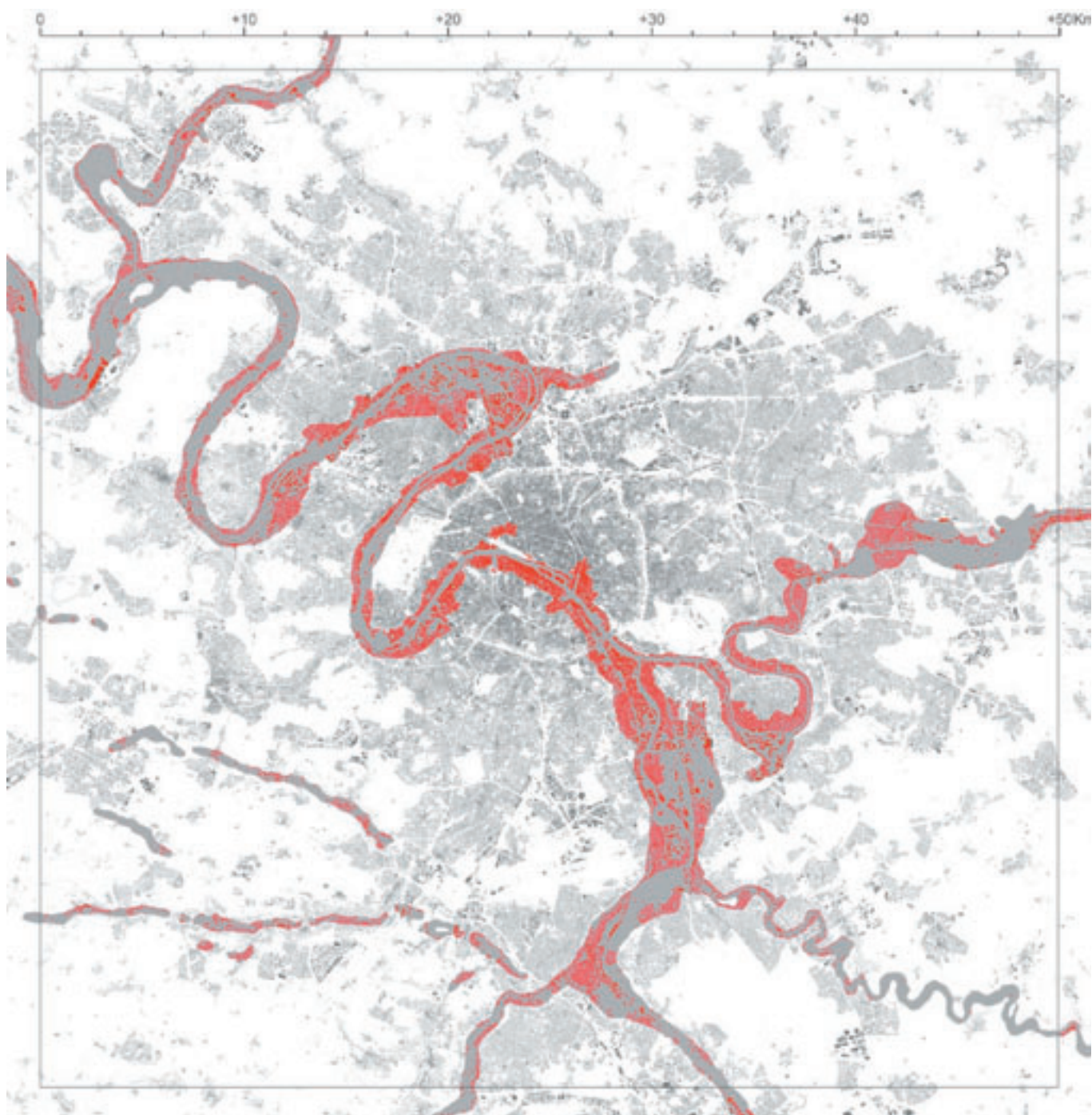
A partir des surfaces atteintes par l'inondation de 1910 et en considérant les lieux topographiquement plus sensibles, le scénario propose trois stratégies:

- la première considère le long des rivières de larges *wetlands* (zones humides) disponibles à des inondations partielles et rythmées dans le temps.
- la deuxième stratégie intervient avec un réseau de canaux, de lignes d'eau et de bassins capable de laminer les eaux des rivières en cas de grands orages, mais aussi de drainer, stocker et de dépurifier l'eau.
- la troisième stratégie travaille plutôt sur l'idée de grands réservoirs en amont qui pourraient stocker, mais aussi alimenter la ville en période de sécheresse.

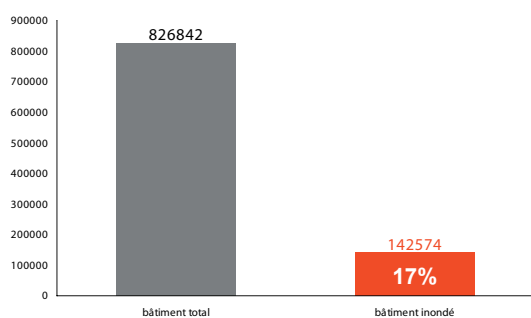
Les trois stratégies construisent des paysages différents et définissent des conditions d'habitabilité du territoire différentes. Les trois stratégies peuvent alimenter des discussions et des échanges intéressants avec les experts et avec les responsables des politiques territoriales. Nous avons choisi, pour le moment, de rentrer plus dans le détail de la première stratégie qui configure de vastes *wetlands*, (zones humides) dans le Grand Paris.



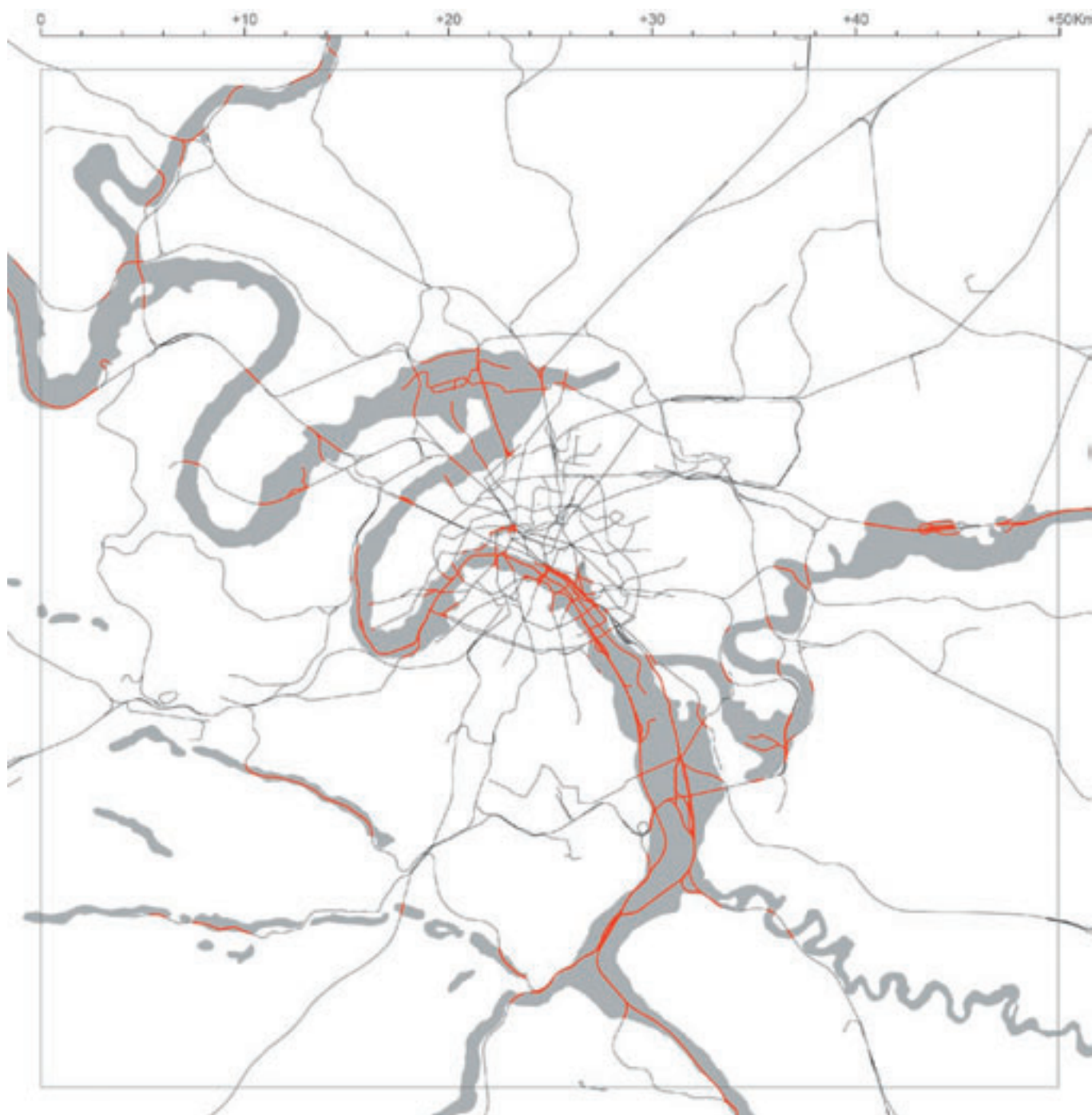
bassin de la Seine
(source : http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/seine.php?size=larg)



zones bâties inondables
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



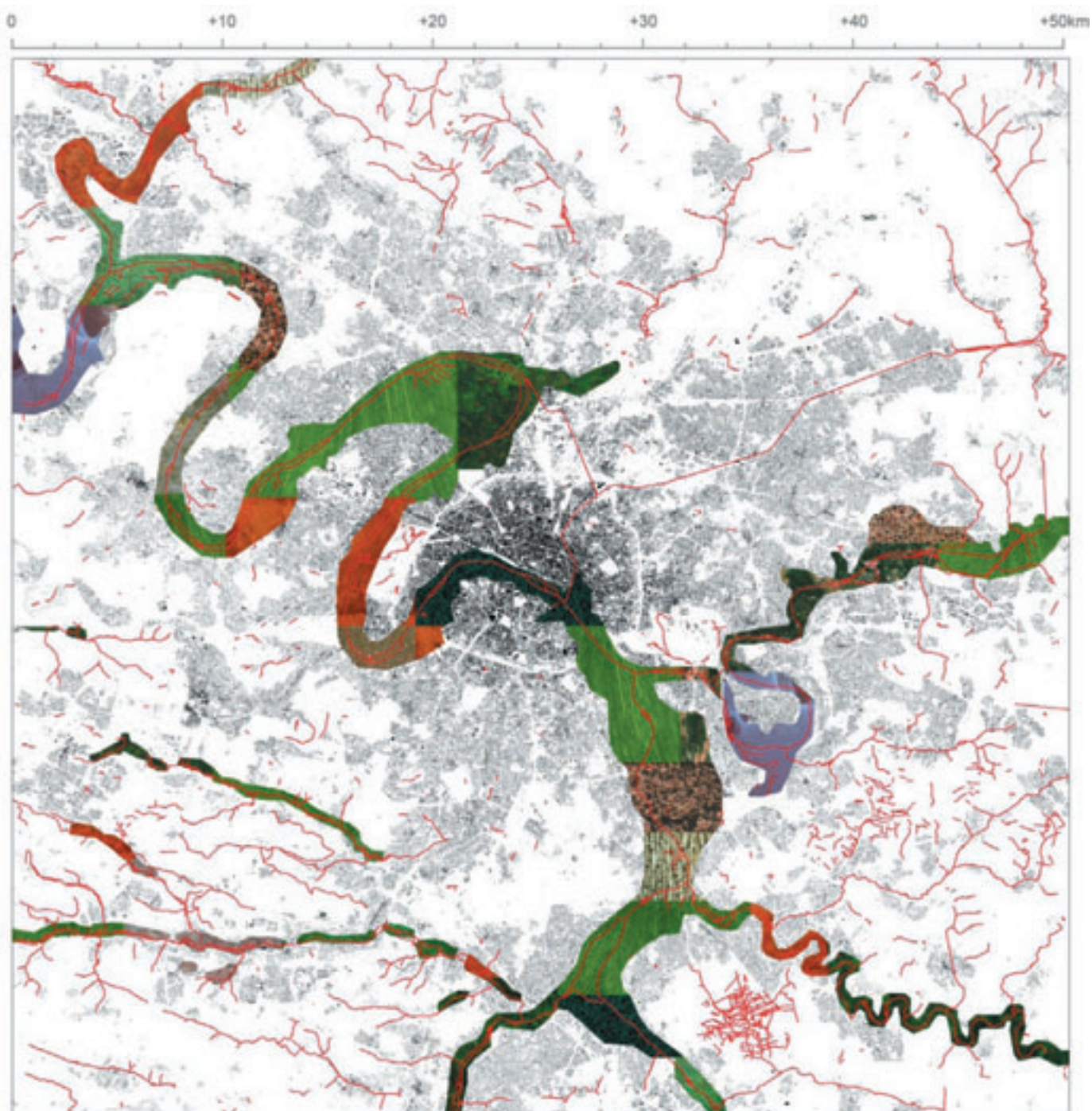
bâtiment en risque d'inondation
zone inondable



réseaux ferroviaires inondables (chemin de fer, métro, tramways)

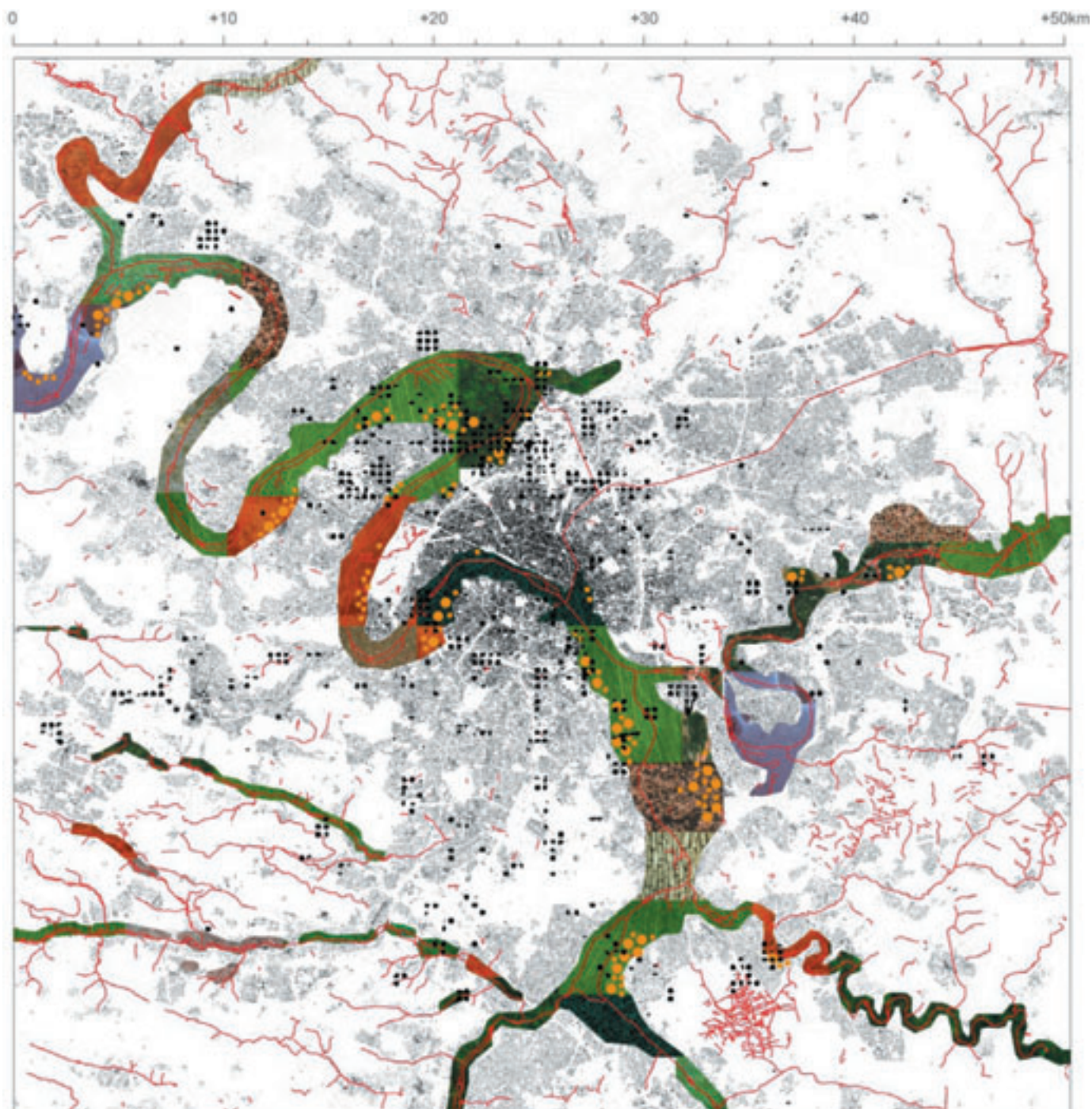
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

ferroviaire existant
ferroviaire en risque d'inondation
zone inondable



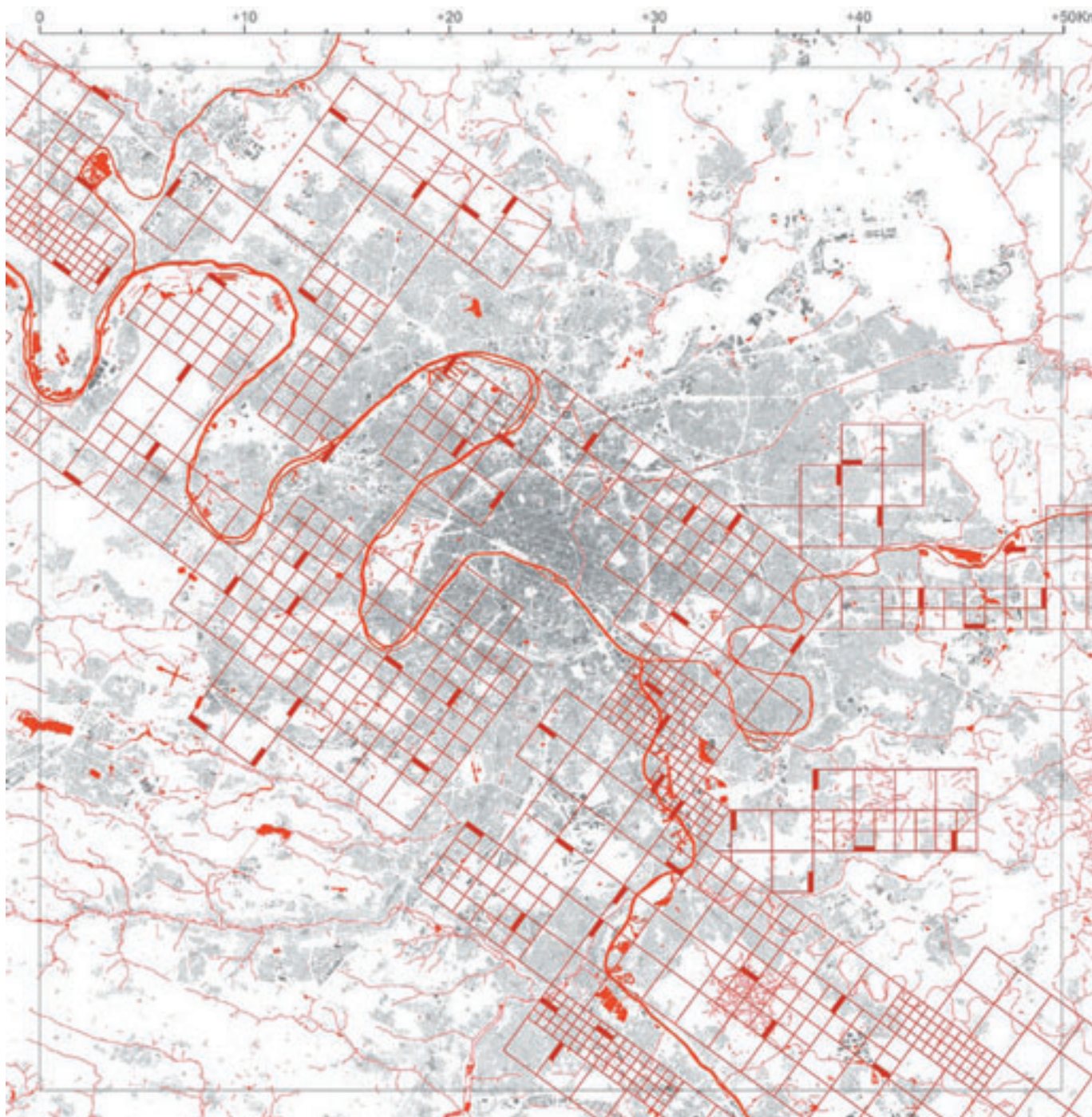
vivre avec l'eau: première stratégie, un espace multi-fonctionnel de coexistence
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Première stratégie: le long des rivières de larges wetlands, des zones humides et disponibles à des inondations partielles et rythmées dans le temps.



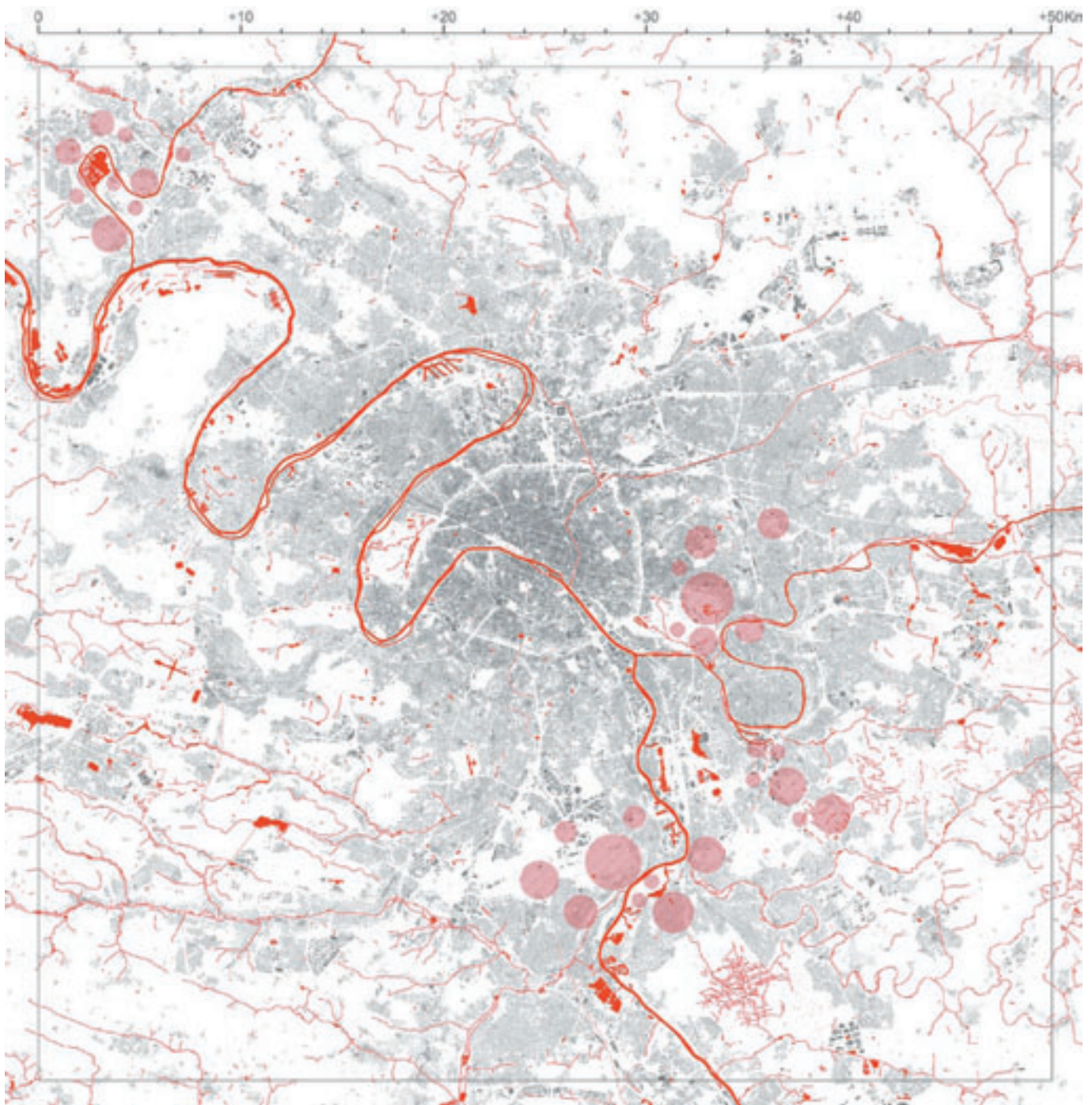
vivre avec l'eau: première stratégie, un
espace multi-fonctionnel de coexistence

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



**vivre avec l'eau, deuxième stratégie: un
réseau de fossés et de bassins**
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Deuxième stratégie: elle intervient avec un réseau de canaux, de lignes d'eau et de bassins capables de laminer les eaux des rivières en cas de grands orages, mais aussi de drainer, stocker et de dépurifier l'eau.



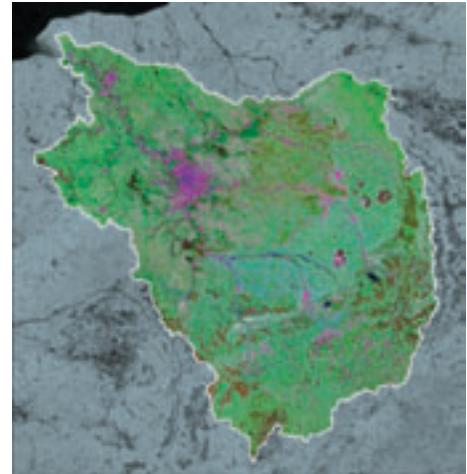
vivre avec l'eau, troisième stratégie: des réservoirs

©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

Troisième stratégie: elle travaille plutôt sur l'idée de grands réservoirs en amont qui pourraient stocker, mais aussi alimenter la ville en période de sécheresse.

de vastes wetlands (vastes zones humides) dans le Grand Paris

Augmenter considérablement la surface de zones humides d'eau douce grâce à quelques grandes étendues qui pourraient évoluer en aires de loisirs pour les populations régionales. Ces *wetlands* auraient des effets importants sur la santé biologique, la population et la reproduction animale ainsi que sur la diversité de l'habitat pour la majorité des niveaux de la chaîne alimentaire. Les zones humides fourniraient aussi une capacité de traitement de l'eau supplémentaire pour de nouvelles zones urbanisées, réduisant ainsi la dépendance d'une infrastructure de traitement de l'eau surchargée dans la région parisienne. Compte tenu de la possibilité d'une demande d'eau croissante, ces zones humides pourraient être liées avec le système des carrières et zones industrielles qui sont adjacentes à la Seine dans la plaine inondable. Une sorte de système de couplage, de paysage de réservoir pourrait se développer comme un système de parc régional avec des prestations environnementales intéressantes (oiseaux d'eau, habitat de poisson, dépuración, récréation, etc.).



le bassin de la Seine

la Seine : la pression actuelle sur la ressource eau

10 des 17 millions d'habitants du bassin de la Seine occupent 4% du territoire total du bassin (97,000 km²). La densité de la population dans le bassin varie de 5 à 5000 habitants par km² ¹. De manière schématisée, l'eau arrive de l'Est depuis les coteaux du bassin de captation, entre propre dans Paris, et sort vers l'Ouest avec une qualité faible. Trois barrages principaux, appartenant à Paris et à trois de ses départements, aident à la prévention des inondations et permettent de hausser le niveau de l'eau pendant la saison sèche (ces flux gouvernés comprennent 75% des flux totaux pendant les mois estivaux les plus secs). Ces barrages ont une capacité de 800 millions de m³, mais presque 4 milliards de m³ ont envahis Paris pendant l'inondation de 1910, considérée comme la crue centennale².

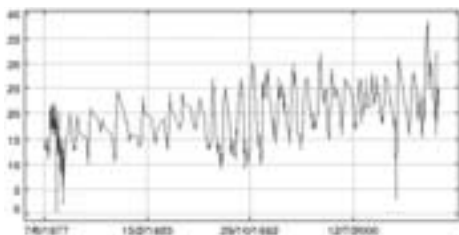
Le lit de la Seine et ses rives ont été largement modifiées et endurcies; la plupart de l'utilisation de l'eau de surface est dédiée à la navigation (la Seine concentre 50% du trafic fluvial national).

La qualité de l'eau après Paris est pauvre, fortement affectée par des nitrates, des pesticides, des effluents et par la sédimentation de métaux lourds (un mélange typique de cuivre, mercure, cadmium...) ³. La densité urbaine dans le bassin, l'écoulement des eaux de surfaces polluées, la destruction de la diversité des habitats sont les facteurs primaires qui conditionnent la faible qualité générale des eaux. Le système est très artificialisé et laisse de faibles débits pour l'évolution des processus naturels ou de la qualité de l'eau. Ce point devrait être considéré comme un déficit potentiel à prévoir et incorporé dans une stratégie environnementale à l'échelle régionale plus générale. L'usine d'épuration d'Achères est l'une des plus importantes usines d'épuration. Elle est située à 20 km en aval de la Tour Eiffel.

La France est classée en quatrième position parmi les pays européens pour la consommation d'eau par foyer (160 l/jour/personne, EEA). Paris est dans une région à risque de désertification (il suffit de penser à la canicule de 2003) ⁴ à cause de sa position géographique et de ses habitudes de consommation. Le stockage de l'eau a donc une importance stratégique majeure.

la pression existante sur les biotopes

Les modifications de la Seine pour favoriser sa navigabilité (550 km de gabarit moyen et large), plus de 60% des usines hydroélectriques étant infranchissables, sont les causes premières du déclin des populations de poissons migrants le long du fleuve. Sept espèces locales ne sont plus présentes (dont les esturgeons, les saumons, les truites de mer, la lamproie de mer), tandis qu'au moins 20 espèces introduites prospèrent. La France est leader en Europe pour ce qui est des espèces de poissons non autochtones — le crabe chinois qui est la cause de l'érosion des rives et qui déstabilise les travaux de soutènement en creusant ses



la Seine a Maison-Laffitte (nitrates)

niches, en est un exemple⁵. Il s'agit d'un indicateur fort du fait que l'écosystème fluvial a été adapté au delà de ses conditions originelles et qu'il est encore en train de s'adapter. Pour cette raison la stratégie du projet n'est pas d'essayer de retrouver et de restaurer une eau de qualité, mais plutôt de travailler pour améliorer la qualité de l'eau et les fonctions biotiques en prenant en compte les conditions présentes. On trouve encore des écrevisses natives et introduites dans les parties plus hautes du bassin et dans les viviers de la région⁶. La loutre de rivière a aussi disparu de la Seine et du bassin de Normandie, à cause de la destruction des zones humides. Des causes multiples de destruction des zones humides ont été documentées : *«More half of the wetlands disappeared during the two last decades. In those which are maintained, fauna and the flora are degraded. The causes of regression are multiple : draining for a passage in culture or timbering (poplar plantation), extraction of aggregates, alluvia or of peat, urbanization, industrialization, installations harbour (estuary of the Seine), fills, deposit of the products of dredging (loops of the Seine), creation of ponds for hunting and/or fishing, excessive subterranean water pumpings.»*⁷

Les stratégies futures de projet pour la région doivent donc inclure de nouvelles *wetlands*. Elles fournissent l'habitat pour l'alimentation des animaux sauvages et renforcent la biodiversité qui a été perdue pendant les 100 dernières années. En France, la moitié des oiseaux et le tiers des arbres sont dépendants des zones humides⁸. Une évidence ultérieure du manque de zones humides est le peu de sites Ramsar (une convention internationale qui s'occupe de la conservation et l'utilisation durable des zones humides) pour la surface française (22 contre 48 pour l'Espagne)⁹. Toutefois, on a établi que 94 espèces d'oiseaux d'eau passent l'hiver dans le bassin de la Seine Normandie en utilisant 6 routes de migration¹⁰. La plupart des zones humides sont sur la côte et très peu à l'intérieur des terres¹¹. La localisation et le dimensionnement de *wetlands* est une grande opportunité de projet, qui pourrait avoir un impact immédiat sur la migration des oiseaux et sur la qualité de l'eau dans le bassin. 60% du bassin de la Seine Normandie est agricole et produit 80% du sucre, 75% de la culture d'huile/protéines végétales, et 27% du grain de France. Les grandes cultures de sucre, betterave, colza et de pommes de terre s'étendent (toutes cultivées dans le sol de calcaire du nord). 25% des points d'eau souterraine du bassin contiennent plus de 40mg/l de nitrate (l'eau est considérée comme potable par les standards internationaux si elle contient moins de 20 mg/l), 12% contiennent plus de 50mg/l de nitrate. Cela est largement dû à l'utilisation intensive de fertilisants dans la région. Ces conditions altérées favorisent l'introduction et la prospérité d'espèces exotiques invasives qui incluent le *Japanese Knotweed*, la phytophthora, le fungus, le dreissene mollusk, la Cladophora, la Vaucheria, la Cyanophyta et quelques autres¹². Les pesticides/herbicides pour les chemins de fer, la voirie, les jardins ou l'agriculture, comme la triazine, sont d'autres sources importantes de pollution¹³. Ces polluants sont retrouvés dans l'eau de surface ou souterraine en différents points, contrôlés par l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN). Leur détection périodique et leurs types suggèrent un composant saisonnier majeur provenant des rejets de l'agriculture

Pour illustrer comment nous pourrions traiter ce système, on identifie de manière approximative les secteurs adjacents à la Seine avec une pente inférieure à 1 %. Tout aménagement du sol dans ces parties est en danger d'inondation en cas d'événement extrême. Plutôt que d'attendre un désastre, ces superficies pourraient être reconçues pour admettre des inondations, augmentant ainsi la superficie de zones humides, et de zones de loisirs et d'agrément. Identifier les sites ayant le plus de chances de devenir obsolètes (carrières, sites usines vieillissantes...) et leur système d'endiguements pourrait constituer une base pour une intervention sur site. En utilisant la transformation du *drosscape*, nous pourrions de façon opportuniste saisir l'occasion d'un aménagement du sol et forger un nouveau système fonctionnel, permettre l'entrée des populations de poissons, créer plus de stockage d'eau, plus de *wetlands* / eau douces et de nouveaux agréments pour les populations.



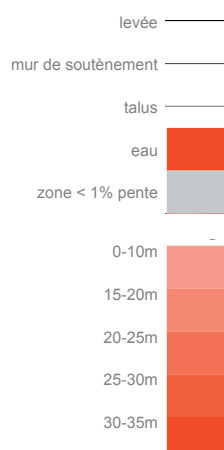
zone < 1% pente
zones à faible pente adjacente la Seine,
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



utilisation du sol en zones de pente < 1%
zones à faible pente adjacente la Seine,
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

un système de zones humides (*wetlands*)

zones de pente < 1%
zones à faible pente adjacente la Seine



Notre recherche montre que le grand Paris s'étend le long des vallées des cours d'eau, d'où le potentiel de projeter des systèmes de zones humides capables de nettoyer l'eau, de former des environnements favorables à la biodiversité, et de fournir des opportunités de lieux habitables innovants. Cette possibilité de nouveaux paysages habitables requiert trois facteurs critiques—la possibilité d'inondations, la présence de *drosscape*, et la proximité d'équipements importants. La possibilité d'inondations assure que l'eau pourra être accumulée sur le site sans des dépenses coûteuses d'infrastructures. La présence de *dross* assure que le site sera probablement transformé dans un avenir proche et la récupération de ces zones inondables peut améliorer les performances environnementales du site. Enfin, la proximité d'équipements accroît la qualité de vie des futurs habitants. Par la triangulation de ces facteurs, on devrait être capable de lire une nouvelle géographie de l'agglomération parisienne, une géographie de potentiels plus que de limites.

utilisation du sol en zone < 1% pente
zone à faible pente adjacente la Seine



la construction des cartes

endiguements: données fiables

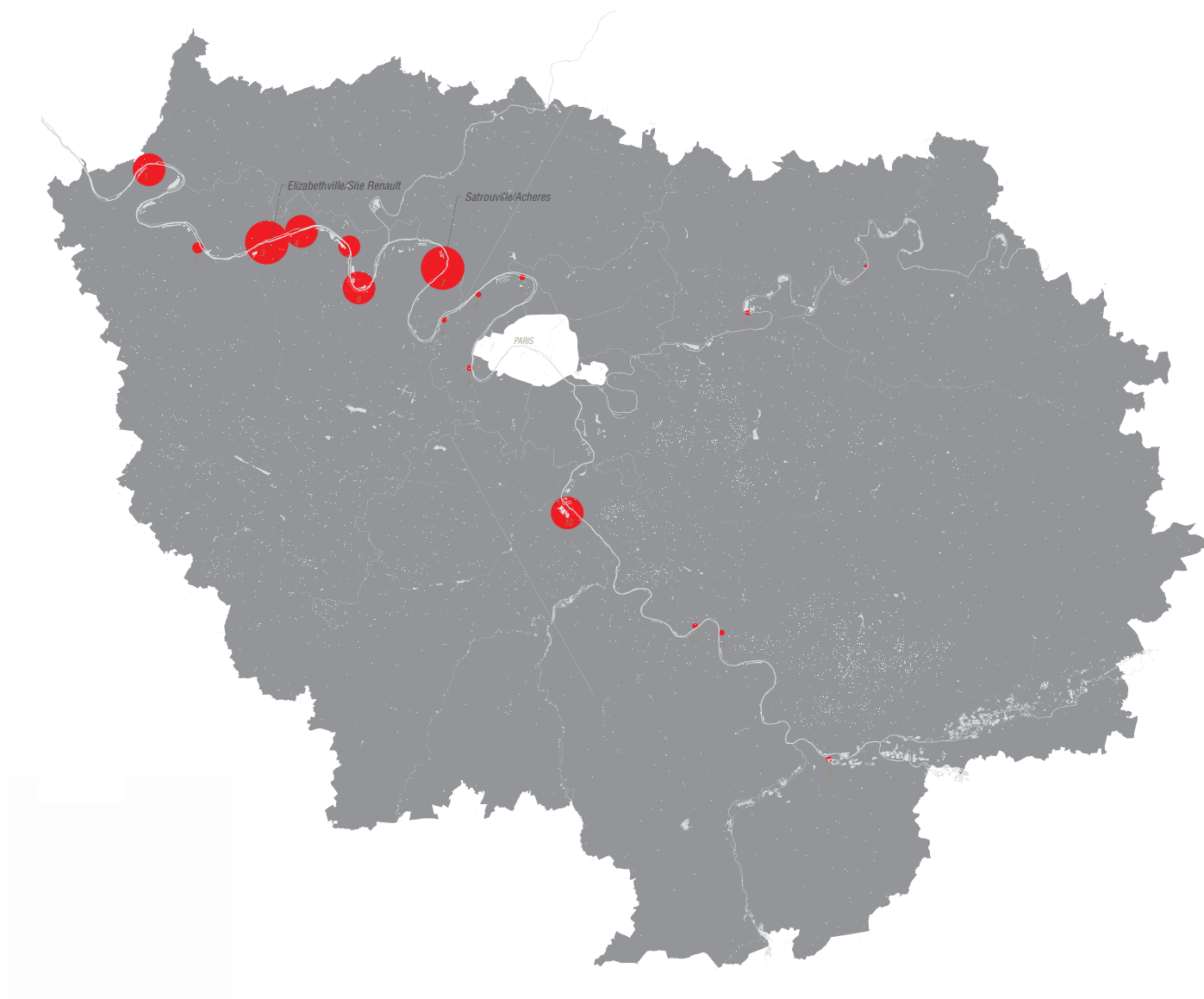
Données

Cette base de données ne montre pas seulement comment les rivières sont contrôlées, mais elle indique aussi la hauteur des différentes formes d'endiguements. Talus, murs de soutènement, remblais de routes sont d'autres attributs notables des données.

Notes

La carte montre clairement que les murs de soutènement, c'est-à-dire des structures de contrôle importantes, sont concentrés à l'intérieur du Paris central et de manière directement adjacente à la Seine. Cependant, les formes d'endiguements les plus malléables s'étendent à l'extérieur du centre, particulièrement en aval de la Seine. Dans l'ensemble, en incluant le cours principal de la Seine et de la Marne en Ile-de-France, environ 60 % des rives des cours d'eau sont contrôlées. Ce taux de contrôle des rives des cours d'eau est précisément la raison pour laquelle aucune zone humide remarquable ne survit. Sachant cela et connaissant les différentes formes de *dross* qui longent le fleuve (carrières), nous pouvons imaginer une bande entièrement nouvelle d'espaces de loisirs le long de la Seine qui attirerait finalement une densité autour d'elle et permettrait potentiellement à certaines populations suburbaines de vivre à proximité directe des nouvelles concentrations de production/emploi. Enfin, casser stratégiquement ces endiguements correspond particulièrement à l'idée de porosité.





un complexe de wetlands: potentiel
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

cartographie des potentiels

Dans le but d'affiner notre sélection de cette géographie particulière, on cartographie le chevauchement entre les possibilités d'inondations et la présence de sites résiduels. Ce sont ces sites qui constituent le drosscape de l'agglomération parisienne, en incluant les carrières, les décharges et les vastes sites industriels et commerciaux. Les possibilités d'inondations proviennent de la présence de barrages, de pentes faibles, et de sols peu drainés. Là où ces possibilités coïncident avec des ensembles ou *clusters* d'équipements comme des terrains de golf, des bases de loisirs, des centres de culture ou de divertissement, l'analyse cartographique permet donc de mettre en évidence des clusters de fort potentiel, des cibles privilégiées.

Ce procédé cartographique identifie une gamme de sites de valeurs variables. Seulement ceux qui sont statistiquement significatifs ont été représentés (c'est à dire les sites où la probabilité qu'ils évoluent selon notre modèle est de 99%). En considérant tous ces facteurs, les sites avec les *clusters* les plus grands et de plus forte valeur ont été identifiés, soit en tout 15 sites pour l'ensemble de la région Ile-de-France.

critères de classement

Parce que chacun de ces sites fait preuve d'un fort potentiel pour l'insertion d'un système de zones humides, nous avons défini un système d'évaluation plus flexible afin d'en sélectionner les plus importants parmi les 15 sites identifiés. Ci-dessous sont énoncés les critères et comment ils définissent un mode de classement.

Facteurs d'échelle : scores de 0 à 3

Des sites qui ne sont pas limités par des facteurs spatiaux (3) à ceux qui sont soumis à de fortes limites dues à la présence d'urbanisations denses ou d'infrastructures importantes (0)

Facteurs de bio-diversité : scores de 0 à 3

Des sites de fort potentiel à accroître les diversités animales et végétales au travers de corridors boisés et d'environnement existant de zones humides (3), aux sites modestes pour la valeur de leur habitat animal (halte pour oiseaux, poissons, etc.) ou de la diversité de la flore (0)

Facteurs de décontamination: scores de 0 à 3

Des sites de fort potentiel à retraiter les eaux à cause de pollutions locales des terrains ou des cours d'eaux par des occupations industrielles ou urbaines (3) à ceux de plus faibles potentiels à cause d'eaux plus propres et d'usages moins intenses des terrains (0)

Facteurs d'urbanisation: scores de 0 à 3

Des sites adjacents à des zones aux équipements multiples, intensément peuplées et avec ces centres d'emplois (3), à ceux qui n'ont que très peu de logements, de commerces et de centres d'emplois(0).

Notes

¹ Kieken, H (p.37) Integrating structural changes in future research and modelling on the Seine River Basin *Integrated Assessment and Decision Support. Proceedings of the 1st Biennial Meeting of the IEMSs* Ed. Andrea E. Rizzoli and Anthony J. Jakeman.

² http://www.unesco.org/water/wwap/case_studies/seine_normandy/seine_normandy.pdf; *The Geneva Papers* (2008) 33, 117–132. doi :10.1057/palgrave.gpp.2510151

<http://www.palgrave/journals.com/gpp/journal/v33/n1/full/2510151a.html>

³ UNEP, http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/seine.php?size=large

⁴ UNEP, http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/consumption.php

⁵ UNEP, http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/quality.php

⁶ AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie, <http://www.eau/seine/normandie.fr/index.php?id=4387>

⁷ AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie <http://www.eau/seine/normandie.fr/index.php?id=2074>

⁸ AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie <http://www.eau/seine/normandie.fr/index.php?id=2070>

⁹ UNEP, http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/ecosys.php

¹⁰ AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie, <http://www.eau/seine/normandie.fr/index.php?id=2073>

¹¹ AESN, Agence de l'Eau Seine-Normandie <http://www.eau/seine/normandie.fr/index.php?id=2080>

¹² http://www.unesco.org/water/wwap/case_studies/seine_normandy/seine_normandy.pdf

Figure Sources : AESN, 2001b. IGN-BD Cartho 94.

¹³ http://www.unesco.org/water/wwap/case_studies/seine_normandy/seine_normandy.pdf

SITES STATISTIQUEMENT INTERESSANT

$\alpha = 0.01$

1. Marais de Clerville
2. Mantes-La-Jolie / Limay
3. Elizabethville / Site Renault
4. Meulan / Site Renault
5. Vernouillet
6. Carrières-sous-Poissy
7. Sartrouville / Achères
8. Zones industrielles (3)
9. Parc de Saint Cloud
10. Grigny
11. Bois de Vallières
12. Poincy / Trilport
13. ZI le Clos Saint Cloud
14. Livry-sur-Seine

CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS



Drosscape (paysage du résiduel)

Occupation des sols
 Terrains agricoles temp.
 Zones industrielles
 Barrages
 Mines / décharges
 Zones commerciales



Eau

Surfaces d'eau
 Seine / Marne / bassins
 Sols potentiellement inondables
 Pentcs faibles

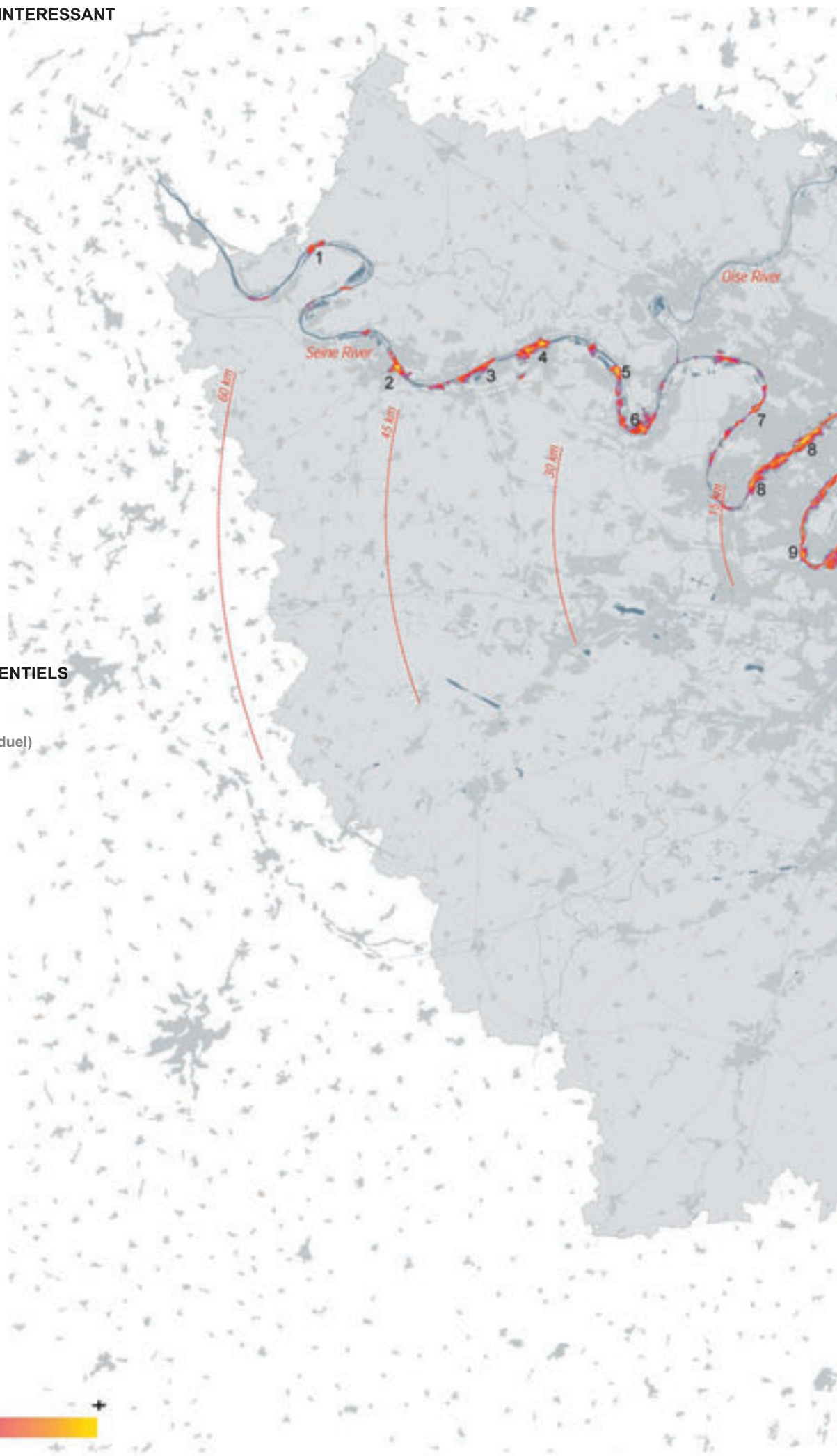


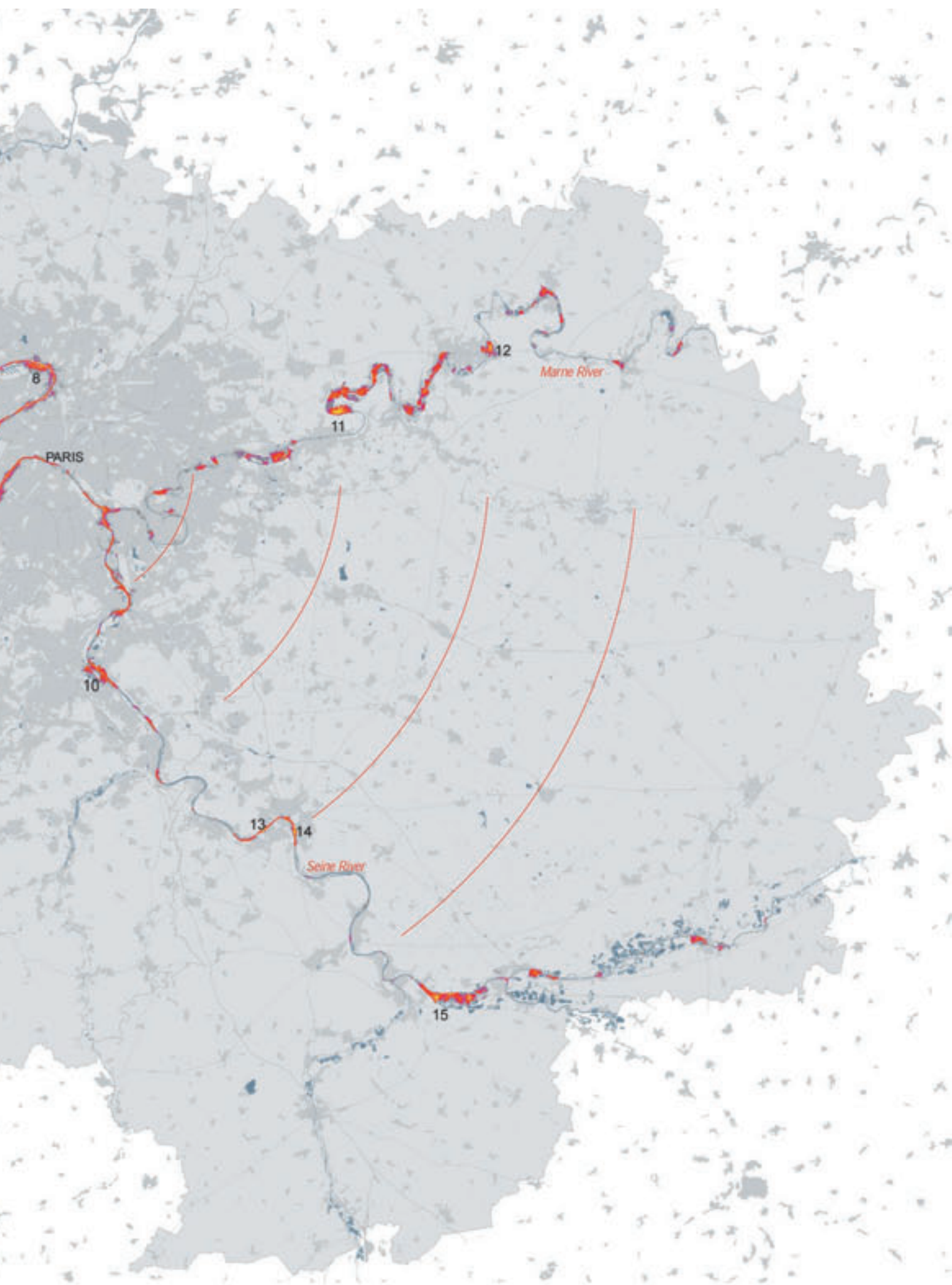
Equipements

à proximité
 Culture /
 Divertissement
 Forêts
 Zones de loisirs



Potentiel de Wetland Complex







2.4. La métropole du XXI^e siècle de l'après-Kyoto: **scénario 3**
un système écologique et de loisirs fort à partir du dross





drosscape

2.4. La métropole du XXI^e siècle de l'après-Kyoto: **scénario 3** un système écologique et de loisirs fort à partir du *dross*

le *dross* du futur et le grand Paris

Toute époque laisse son *dross*, des espaces résiduels dans lesquels on peut reconnaître le changement, la porosité de fracture. Le *dross* (ou résiduel) concerne non seulement les sites en transformation aujourd'hui, mais aussi ceux de demain à l'horizon de 15-20 ans. Il concerne les lieux qui à l'échéance des décennies futures pourraient être réinterprétés et réutilisés. Décider ce qui peut être considéré comme le *dross* du futur, ce qui est aujourd'hui *dross* potentiel, est une grande responsabilité qui entraîne de vastes considérations d'ordres économique, social, politique et non seulement environnemental. On pourrait dire par exemple, suivant notre étude énergétique, que le pavillonnaire bâti dans les années 50 et 60 est si énergivore que sa substitution pourrait libérer des surfaces où on pourrait bâtir mieux, reconstruire les liens écologiques perdus, stocker l'eau...Evidemment ça n'est pas crédible et peut-être même pas souhaitable. Le pavillonnaire ne se trouve donc pas dans la liste du *dross* du futur. Par contre dans ce scénario on a classé en *dross* les surfaces industrielles, les plateformes ferroviaires, les carrières et les décharges : le but n'est pas d'imaginer un Grand Paris sans industries où plateformes ferroviaires, mais de réfléchir sur ce qui est sous-utilisé, sur les changements de technologie qui pourraient intervenir dans le futur, sur le peu de durabilité des bâtiments des zones d'activités, sur les potentialités qu'une modification des emprises pourrait avoir dans l'élaboration d'un projet systémique intégrant par exemple le renforcement de la biodiversité et la réutilisation des surfaces libérées.

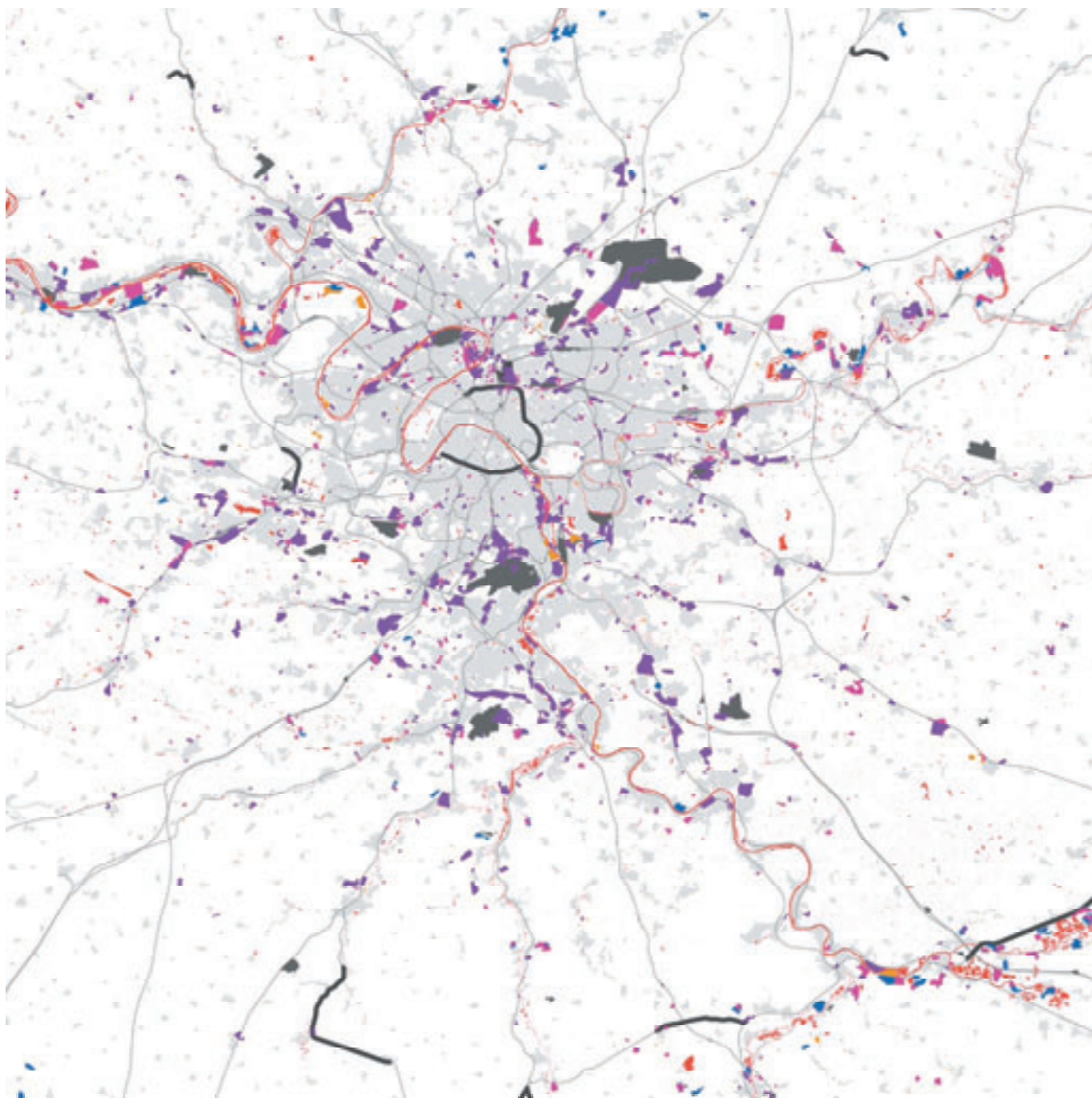
un système écologique et de loisirs fort dans le Grand Paris à partir du *dross*

Le troisième scénario s'interroge sur l'utilisation du *dross* pour reconstruire un système écologique et de loisirs fort dans le Grand Paris. Cette exploration a été conduite à partir de la cartographie fournie et à travers un contrôle sur les photos aériennes. Son but n'est pas d'élaborer une carte précises des zone désaffectées (donnée qui n'a pas été fournie), ou à désaffecter, mais de faire sortir du *dross* les thèmes géographiques, des concentrations de la « porosité de fracture », c'est-à-dire de la porosité qui naît d'une transformation importante et radicale, à l'échelle du Grand Paris.

En considérant tous les éléments précédant, les sites plus prometteurs de la transformation semblent être :

- 1 les sites industriels et commerciaux, en particulier la concentration juste au nord du périphérique dans la Seine Saint Denis, avec ses plateformes ferroviaires abandonnées ou sous utilisées et la possibilité de zones obsolètes, vacantes.
- 2 le paysage de carrières, décharges, industries le long de la plaine inondable de la Seine, en particulier les concentrations le long du couloir nord-ouest de la Seine en aval de Paris et celles juste au sud de la ville et au sud de la confluence Marne/Seine.

Après on a mis en relation le *dross* avec une carte des lieux de loisir principaux pour commencer à réfléchir sur les occasions de continuité et de construction de systèmes.



carte du *dross*,
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

la construction des cartes



Zones industrielles par départements (peuvent inclure des zones commerciales)

Val d' Oise	—3354 ha—2.7% de la surface totale (1199 ha)
Seine et Marne	—5504 ha—0.9% (4260 ha)
Essonne	—4588 ha—2.5% (836 ha)
Yvelines	—3118 ha—1.4% (2074 ha)
Hauts-de-Seine	—1051 ha—6.0% (413 ha)
Seine-Saint-Denis	—2407 ha—10% (854 ha)
Val-de-Marne	—1877 ha—7.7% (336 ha)
Paris	—70 ha—0.9% (67 ha)

sites industriels - Données non-fiables

Données

Provenant de la base de données de l'occupation des sols. La base de données ne sépare pas le commercial de l'industriel.

Ces données ont été regroupées sous une seule catégorie. Ainsi en recoupant les données sur les bâtiments et sites industriels avec celles sur les occupations des sols, une première approximation des sols industriels est déterminée.

Cependant, nombreuses de ces zones contiennent à la fois des bâtiments commerciaux et industriels, et donc les données ainsi obtenues n'ont pas une parfaite exactitude. Les carrières semblent aussi être incluses dans cet ensemble de données, ce qui le rend encore moins utile. Enfin cette donnée n'indique pas si les sites sont actifs ou inactifs. La nature de *cluster* et fragmentaire de l'occupation industrielle et commerciale émerge et supporte l'idée et la stratégie de la ville poreuse.

Notes

Les sites industriels compris dans l'Ile-de-France représentent une surface totale de 26 903 ha, soit 2,2% de la surface totale. La taille moyenne d'une zone industrielle est de 22 ha.

La Seine-Saint-Denis se particularise par une importante surface de zones industrielles et la plus grande densité (10% de la surface totale). Etant donné la très forte densité d'anciens bâtiments industriels et les nombreuses voies ferrées désaffectées, ce secteur serait le plus intéressant à explorer en détail, pour la quantité de dross prêt à être converti où potentiel, en quantités importantes. Selon les critères de la planification traditionnelle, ces données suggèrent que ce département devrait être considéré pour des usages industriels plus intenses, créant ainsi un secteur industriel reliant le Paris central et l'aéroport. A l'inverse, un retrait stratégique de certaines industries de cette forte concentration pourrait être élaboré afin de porter l'idée de la ville poreuse et la réutilisation de sites peu performants. La couche des bâtiments industriels supporte aussi cette lecture de la Seine-Saint-Denis.



Val de Marne	—154 ha
Hauts-de-Seine	—60 ha
Seine-Saint-Denis	—141 ha
Paris	—87 ha

aires de triage

Données

Il n'y a pas de données associées à ces espaces qui suggèrent leur usage.

Donc on a assumé que les aires les plus petites et proches du centre ont plus de probabilité de devenir obsolètes, tandis que les plus grandes dans les départements les plus extérieurs pourraient être viables d'un point de vue économique, surtout pour des mouvements importants de fret entre Paris et le port.

Notes

La taille moyenne de ces emprises en petite couronne est de 3.9 ha par emprise. En grande couronne, elle est de 7.9 ha. Pour les Yvelines, ce département situé entre Paris et le port, la taille moyenne est de 19.4 ha. Des emprises plus grandes sont en général nécessaires pour gérer les flux actuels de marchandise.



Val d' Oise	—495 ha
Seine-et-Marne	—4210 ha
Essonne	—448 ha
Yvelines	—1003 ha
Hauts-de-Seine	—0 ha
Seine-Saint-Denis	—75 ha
Val-de-Marne	—66 ha
Paris	—0 ha

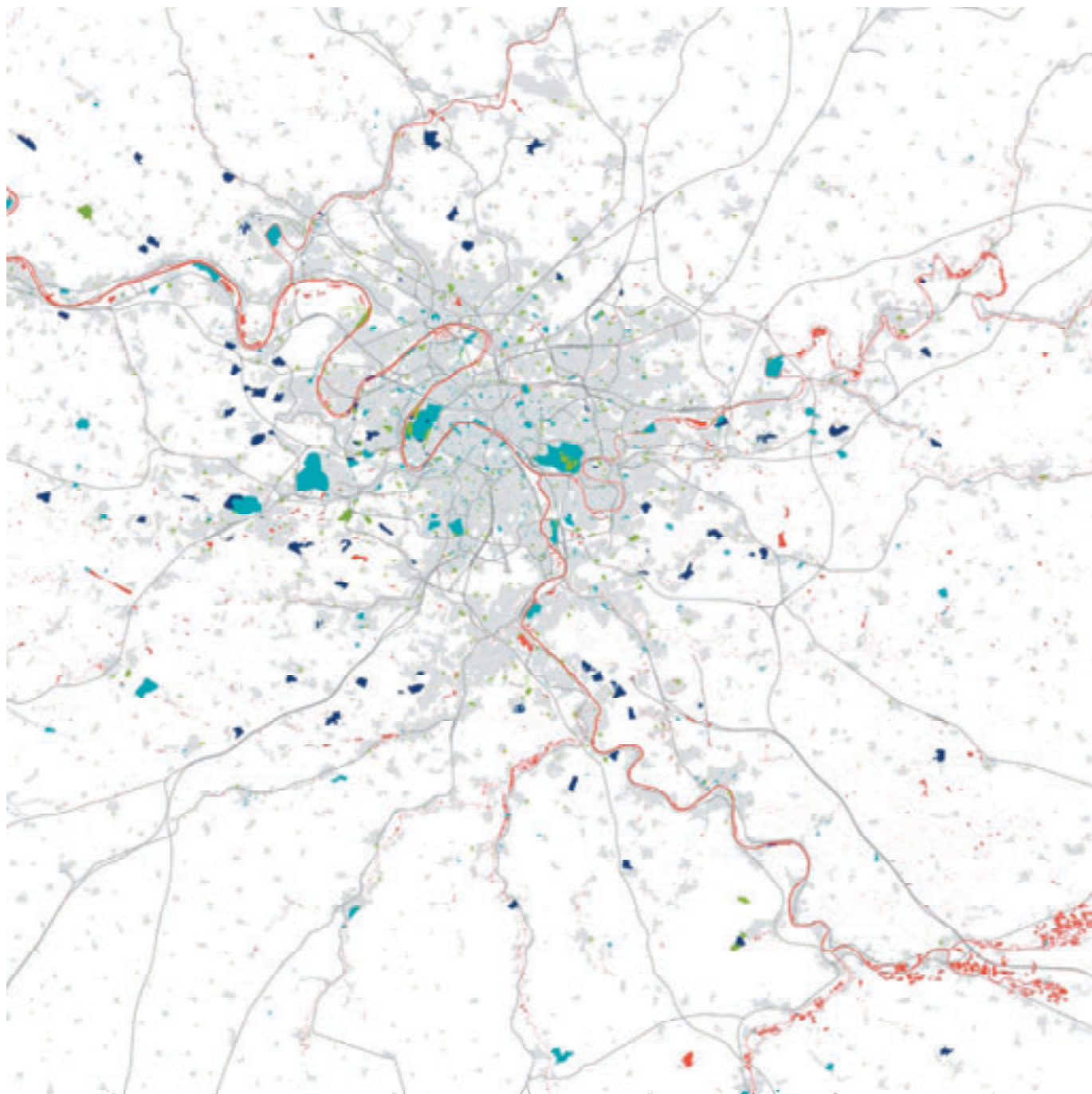
carrières et décharges

Données

Provenant de la base de données de l'occupation des sols. Il y a une superposition avec les zones industrielles discutées précédemment.

Notes

Il s'agit d'éléments classiques du *drosscape* et des opportunités de requalification. Elles sont concentrées près de la rivière, dans une bande orientée est-ouest. Il y a la possibilité d'utiliser le transport fluvial avec la requalification des carrières et introduisant de nouveaux programmes qui attireraient les



carte des équipements
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

gens proche de la rivière pour des activités sociales, surtout dans des zones inondables où il ne serait pas possible de bâtir. Ce type de scénario, combiné avec celui des zones humides peut modifier la perception à l'échelle de la région de la présence de la rivière, de sa force de ses flux.

terrains de golf



Terrains de golf – Données marginalement fiables

Données

Dérivé de la base de données sur les activités de surface. Etant donné que les données cataloguent de façon générique toutes les zones sportives, il a été nécessaire de croiser les données avec la base de données sur les terrains de sport. Toute zone sportive générique coïncidant avec un terrain de sport (piste, indifférencié, etc.) a été écartée et a été laissée avec les zones de golf. S'ils s'entrecroisaient avec des terrains de tennis, ils étaient retenus comme terrains de golf, étant données que les grands clubs de golf possèdent généralement aussi un tennis. En d'autres termes, cette catégorie a été dérivée d'autres bases de données car elle n'existait pas en tant que telle dans la base de données fournie. C'est pourquoi elle peut contenir des erreurs, bien que 50 % des sites aient été vérifiés à l'aide de données aériennes et sont correctes.

Notes

Les terrains de golf couvrent approximativement 4811 ha en Ile de France soit 0,4 % de la surface totale. Il est intéressant de considérer la manière dont ils se rassemblent à l'extérieur de la couronne intérieure de Paris, essentiellement dans les départements des Yvelines, de l'Essonne, de la Seine-et-Marne et du Val d'Oise. Les paysages incluant de nombreux espaces récréatifs sont attractifs. La concentration de terrains de golf dans la région se situe approximativement à 25 - 30 km à l'extérieur de la zone centrale de Paris. La méthode décrite ci-dessus a évalué un total de 175 sites individuels avec une moyenne de 27 ha.

terrain de sport



parc de sport



culture-loisirs



Culture et loisirs – données non fiables

Données

Cette base de données s'est révélée la plus frustrante car elle inclut des centres commerciaux, des parcs (Versailles et Bois de Boulogne), des sites sportifs et des parcs à thèmes dans une même catégorie. Ceci permet donc uniquement d'obtenir une idée basique de l'extension des zones d'agrément dans un département.

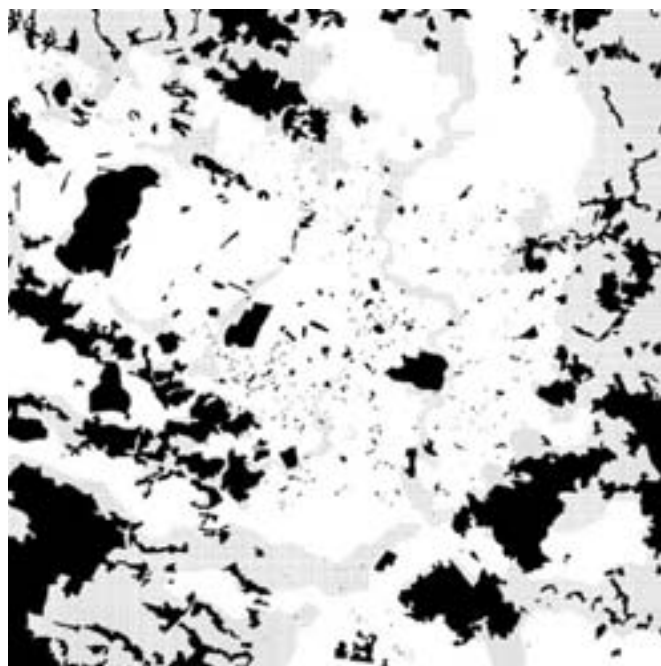
Notes

Il est difficile de trouver ici un terrain analytique car toutes les catégories sont conglomerées. Etant donnée sa taille, le département de Paris possède bien sûr une quantité énorme de zones d'agrément et de loisirs. La Seine-Saint-Denis présente à nouveau la quantité la plus faible de zones d'agrément, elle constitue donc une zone importante à explorer pour le développement de ce type de zones.

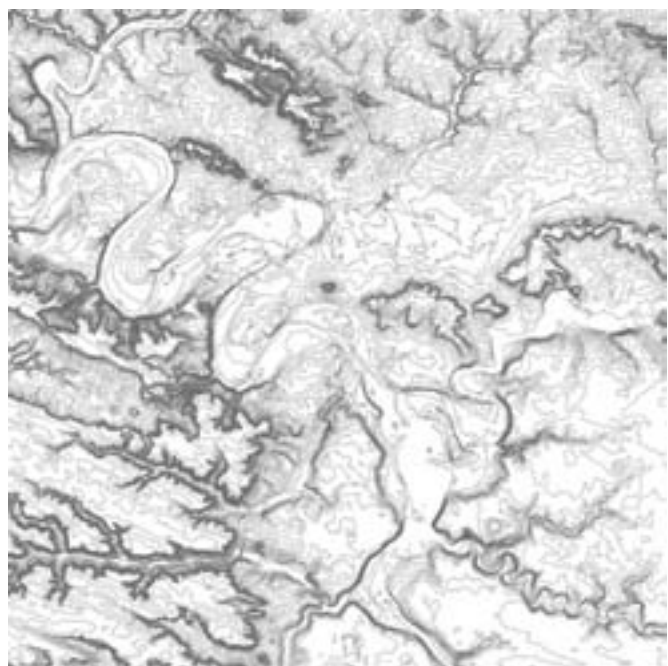
Val d'Oise—508 ha
Seine-et-Marne—1521 ha
Essonne—549 ha
Yvelines—2652 ha
Hauts-de-Seine—1810 ha
Seine-Saint-Denis—454 ha
Val-de-Marne—1501 ha
Paris—2508 ha



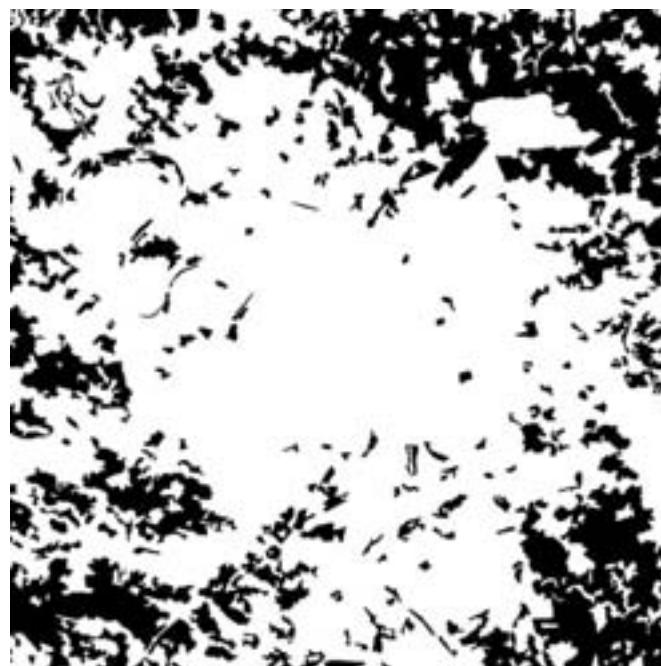
eau



surfaces boisées (existant + développement potentiel)



topographie



surfaces agricoles



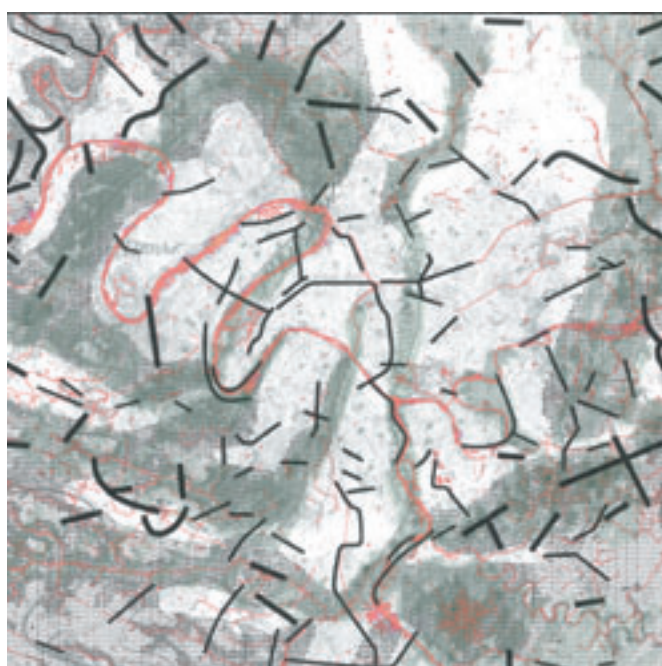
dross



une toute première interprétation



liaisons écologiques proposées par le SDRIF



une toute première interprétation

Le diagramme renforce la connectivité écologique du territoire. Les zones agricoles pensées à nouveau en terme de production de biodiversité, le pavillonnaire peu dense, les eaux et les *wetlands*, les forêts avec le *dross* du futur peuvent définir une nouvelle structure écologique qui sort de l'idée de ceinture verte.

scénario 3 : un système écologique fort à partir du dross
_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

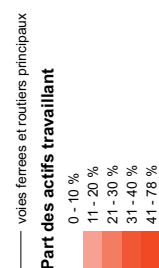


2.5. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto : **scénario 4**
d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et
horizontal des transports en commun





part des actifs travaillant dans leur commune, source : RGP 1999,
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



2.5. La métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto : **scénario 4** d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal des transports en commun

Une baisse de la consommation d'énergie primaire n'est pas seulement politiquement désirée, elle est probablement nécessaire. La pénurie de ressources à moyen terme suivie par l'augmentation systématique des prix va accompagner ce souhait politique. Le scénario de l'après-Kyoto est devenu un scénario fil de l'eau.

L'amélioration de notre qualité de vie dans le passé est indissociable d'un coût d'énergie de plus en plus faible (au moins par rapport aux richesses générées). Nos rythmes de vie, nos niveaux de confort, d'automatisation etc. sont sans précédent. Les appels à une baisse de consommation significative d'énergie volontariste sont peu efficaces, car ceci est susceptible de nuire à la qualité de vie, même s'il y a des marges réalisables sans baisse de qualité de vie.

Au niveau de l'individu, on peut consommer moins d'énergie en utilisant des systèmes performants, qui consomment moins d'énergie, ou en modifiant le comportement de consommation. De manière générale, la majorité des individus préfèrent cette première solution. Ceci parce que notre comportement actuel est le résultat d'une optimisation progressive. Toute modification correspond nécessairement, à première vue, à un niveau de qualité moins élevée.

Seule l'agglomération qui réussit le pari d'offrir à ces habitants des alternatives qui permettent d'avoir une qualité de vie au moins équivalente à celle d'aujourd'hui mérite le titre d'« après-Kyoto », mais l'agglomération qui excelle dans un scénario après-Kyoto, excelle aussi dans tout autre scénario possible.

d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal

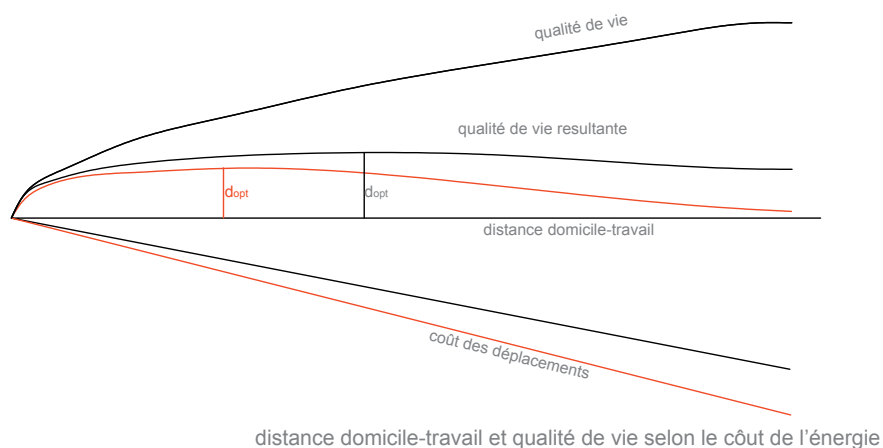
Une ville poreuse et perméable requiert une conception des problèmes de la mobilité innovante et radicalement différente de celle du passé. Il s'agit, comme dans d'autres domaines d'une rupture conceptuelle importante et d'une série d'actions difficiles mais peut-être nécessaires. Les conséquences d'un retard peuvent devenir sinon dramatiques au moins assez graves.

Il est fort probable, par exemple, que la réduction de la consommation d'énergie dans le domaine de la mobilité puisse entraîner une accélération de la ségrégation sociale et territoriale. L'énergie peu chère, et par conséquent la banalisation de l'automobile, a nivelé l'écart entre les classes sociales ainsi qu'entre les territoires - le retournement de la tendance va les renforcer.

En effet, la hausse du prix de l'énergie est plus problématique pour les classes modestes et les classes moyennes. La partie de la population qui n'a pas accès aux technologies de basse consommation d'énergie sera forcée d'adapter son comportement au quotidien. C'est du jamais vu dans l'histoire récente et cela ne met pas qu'en péril la fréquence et la multitude des échanges sociaux, sportifs ou culturels mais touche aussi à la paix sociale.

D'autre part la hausse du prix de l'énergie peut impliquer aussi l'accélération de la ségrégation sociale et territoriale au-delà de la métropole. Les infrastructures de transports mettent en compétition les territoires. C'est le cas au sein d'une métropole où des secteurs essaient de valoriser leurs atouts d'accessibilité, parfois routière, parfois en transports en commun ou même par une absence de voitures.

Mais depuis la perte de vitesse progressive du développement horizontal de la ville (possible grâce à l'automobile), un autre axe de développement gagne de



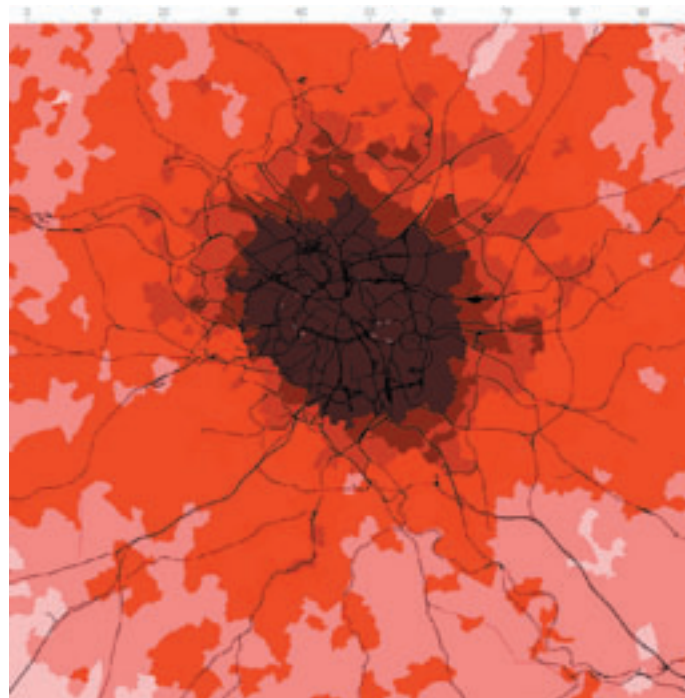
distance domicile-travail et qualité de vie selon le coût de l'énergie



Communes attractives (plus d'emplois que d'actifs, plus de 5000 emplois et plus de 30% des actifs travaillant dans leur commune)
source : RGP 1999,
©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò



Communes très attractives (nombre d'emplois > 1.1 du nombre d'actifs, plus de 5000 emplois et plus de 50% des actifs travaillant dans leur commune)
source : RGP 1999,
©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò



La polarisation vers la « zone dense » (vers une Aire Urbaine calculée à partir de la « zone dense » au lieu du pôle urbain et sans itération)
source : RGP 1999,
©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò



La polarisation vers Paris
source : RGP 1999,
©_équipe Studio 08,Secchi-Viganò

plus en plus d'importance : l'axe dit vertical, reliant les cœurs des agglomérations voisines. Ce développement, quant à lui, n'est possible que par l'émergence des trains à grande vitesse, qui permettent de franchir l'espace de plusieurs centaines de kilomètres en peu de temps. Aujourd'hui, beaucoup de villes misent sur ces axes vitaux de développement. Les villes se trouvent donc également en compétition sur l'axe vertical. Elles ne se définissent plus en fonction de leurs valeurs propres, mais plutôt de leur accessibilité à des villes voisines (« Bologna : à une heure de Milan ; Strasbourg : à deux heures vingt de Paris »).

A l'échelle d'une métropole la tâche classique d'optimisation pour les individus se présente comme suit : mon lieu de travail étant donné, plus je suis prêt à vivre loin de mon lieu de travail, plus la probabilité de trouver un lieu de résidence qui convienne à mes exigences de qualité et de style de vie est élevée. Ou alors, mon lieu d'habitation étant donné, plus je suis prêt à travailler loin du domicile, plus la probabilité de trouver un poste qui convienne à mes exigences en termes de type de travail et salaire est élevée. Bien sûr, les coûts croissants de déplacements baissent la partie du salaire disponible à la consommation. En faisant varier les coûts de l'énergie puis les coûts de déplacements, on observe, *coeteris paribus*, un recul de la distance optimale à parcourir entre domicile et travail.

La logique « verticale » est la même, sauf que seule une petite partie de la population, mais qui ne cesse d'augmenter, est concernée : j'ai le libre choix du binôme d'agglomérations de domicile et de travail et je choisis celui qui me convient le mieux d'une part en termes de qualité et de style de vie et d'autre part en termes de type de travail et de revenus. Une condition *sine qua non* pour la logique verticale est la possibilité de travailler de manière autonome, par le biais de télétravail ou d'un bureau mobile, bref l'indépendance de lieu et temps du travail. Comme aujourd'hui existent des banlieues de riches et des banlieues de pauvres, la tendance est dans le sens d'agglomérations de riches et d'agglomérations de pauvres.

scénarios de la porosité

On peut construire des scénarios qui diminuent la nécessité de se déplacer (mobilité virtuelle), des scénarios qui diminuent la consommation d'énergie par une réduction des distances de déplacement (et donc une possibilité d'utilisation des modes doux) ou encore des scénarios qui tentent de diminuer la consommation d'énergie primaire (utilisation intensive des transports en commun). On peut bien-sûr combiner ces scénarios.

réduction des déplacements ; la mobilité virtuelle et la dématérialisation

La mobilité virtuelle est possible grâce à l'utilisation d'environnements basés sur les technologies de l'information et de la communication, comme par exemple l'achat en ligne, le e-gouvernement, e-learning, la vidéo-conférence, le live streaming, les espaces de travail partagés, etc. Parfois la mobilité virtuelle remplace la mobilité physique, parfois elle l'optimise.

L'inconvénient principal de cette forme de mobilité est la négligence de contacts sociaux. Les activités physiques impliquent des contacts réels, tandis que les activités virtuelles impliquent des contacts virtuels. Afin d'augmenter le consentement à l'activité virtuelle, il faut remédier à cet inconvénient.

Ceci pourrait se faire en favorisant la mobilité virtuelle « humaine » par une combinaison physique/virtuelle des activités, par exemple : au lieu de travailler à la maison pour une entreprise située loin du domicile, travailler dans un centre de télétravail à proximité, au lieu de se faire livrer ses achats à domicile, aller chercher ses courses dans un centre de distribution à proximité etc.

réduction des distances de déplacements : la marche à pied / le vélo (modes doux ou modes actifs)

Le vélo et la marche à pied sont les modes durables par excellence. Encore faut-il que les distances à parcourir soient compatibles avec l'utilisation de ces modes. S'il est vrai qu'une part significative des déplacements en automobile est faite pour un court trajet, il est vrai aussi que la part des déplacements courts n'est pas significative du tout si on considère les kilomètres parcourus.

Les distances parcourues dépendent-elles uniquement de la densité de l'agglomération ? Une comparaison de 52 villes européennes et mondiales, faite par l'UITP, montre que si l'on écarte les cas particuliers de Hong Kong et de Moscou, la part d'utilisation de la voiture ne dépend pas directement de la densité de population. Bien sûr, par contre, quand la ville est moins dense, les distances



flux domicile-travail hors flux en lien avec Paris,
 source : RGP 1999,
 ©équipe Studio 08, Secchi-Viganò





le réseau TC
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

à parcourir sont en général plus élevées et les véhicules.kilomètres parcourus sont donc en général plus importants dans les agglomérations peu denses. On note cependant que des villes de densité proche (par exemple Brussels et Barcelone) peuvent avoir des consommations très différentes. Plus que la densité, c'est donc la "cohérence" de la ville qui est importante, pour reprendre un terme de Marie-Hélène Massot. Les personnes, à budget et souhait de type de logement donné et à géographie de prix du logement donnée, choisissent-elles le meilleur lieu de d'habitation compte tenu de leur lieu d'emploi? Le meilleur lieu d'emploi compte tenu de leur lieu d'habitation? Marie-Hélène Massot indique que si tous les ménages pouvaient être à moins de 20 minutes en voiture ou 30 minutes en TC de leur lieu de travail, les distances totales parcourues pour aller au travail seraient réduites de 47%!

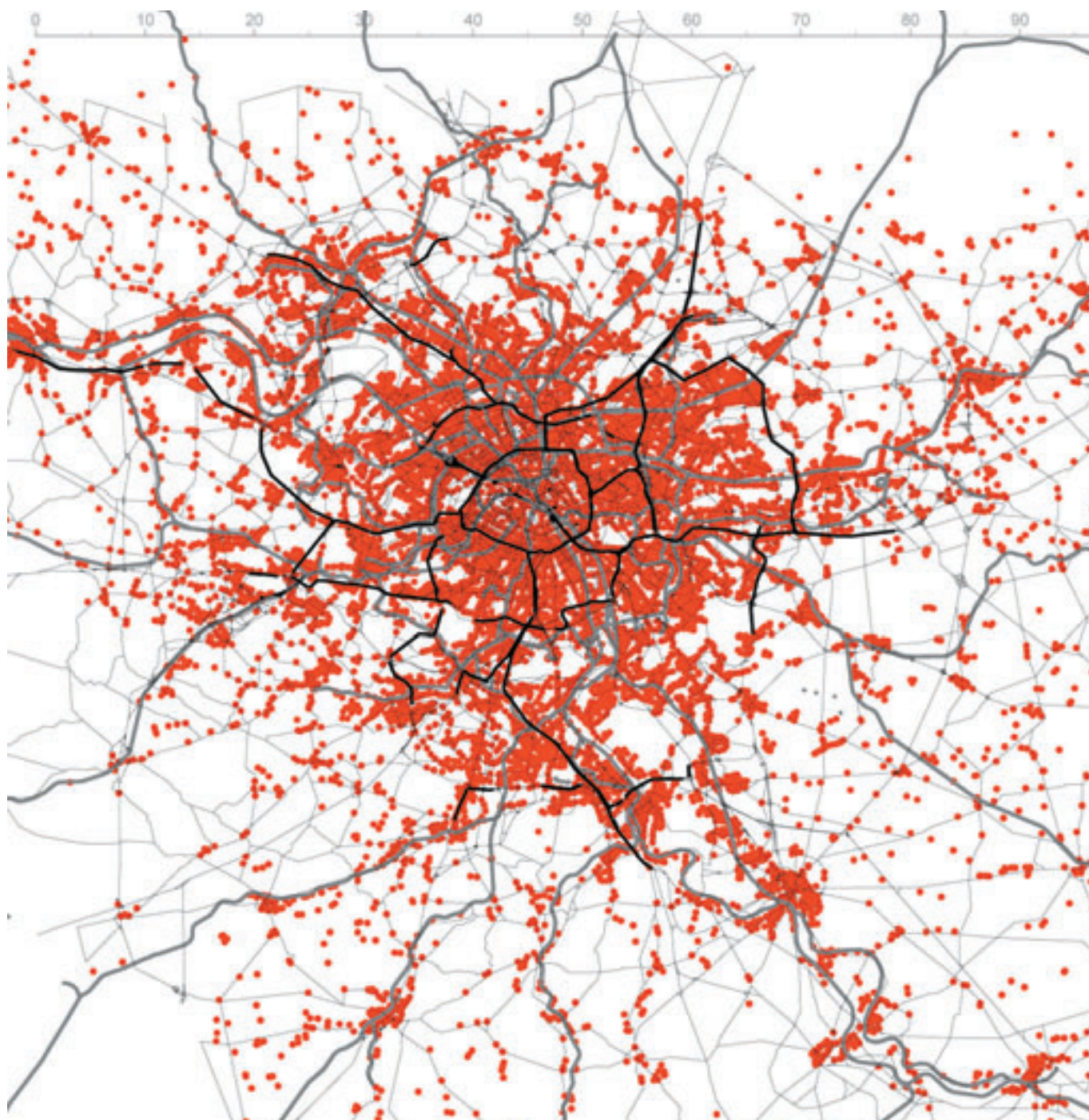
pour une plus forte mobilité par les transports en commun : les transports en commun diffus

Si le Paris haussmannien est très bien desservi par les transport en commun, on doit dire le contraire de la métropole. Par rapport aux villes de province la distance est forte et justifie en partie, comme on a dit, la crise d'attractivité de la métropole pour certaines couches de population. Dans le passé on a trop peu investi dans les TC et on a toujours imaginé que la solution résidait dans un réseau fortement hiérarchisé et radial. Peut-être que la solution est à l'inverse : des lignes de transport plus diffuses, plus légères et plus transversales qui construisent un plus haut degré d'isotropie dans la région métropolitaine. Si on tient compte de la diffusion des emplois, toujours plus dispersés dans la métropole, de la diffusion des logements, des équipements, des points d'inter-change possibles avec les grandes infrastructures de la mobilité, le scénario n'apparaît pas irraisonnable, peut-être même plus réaliste que ce qu'on pourrait croire à première vue.

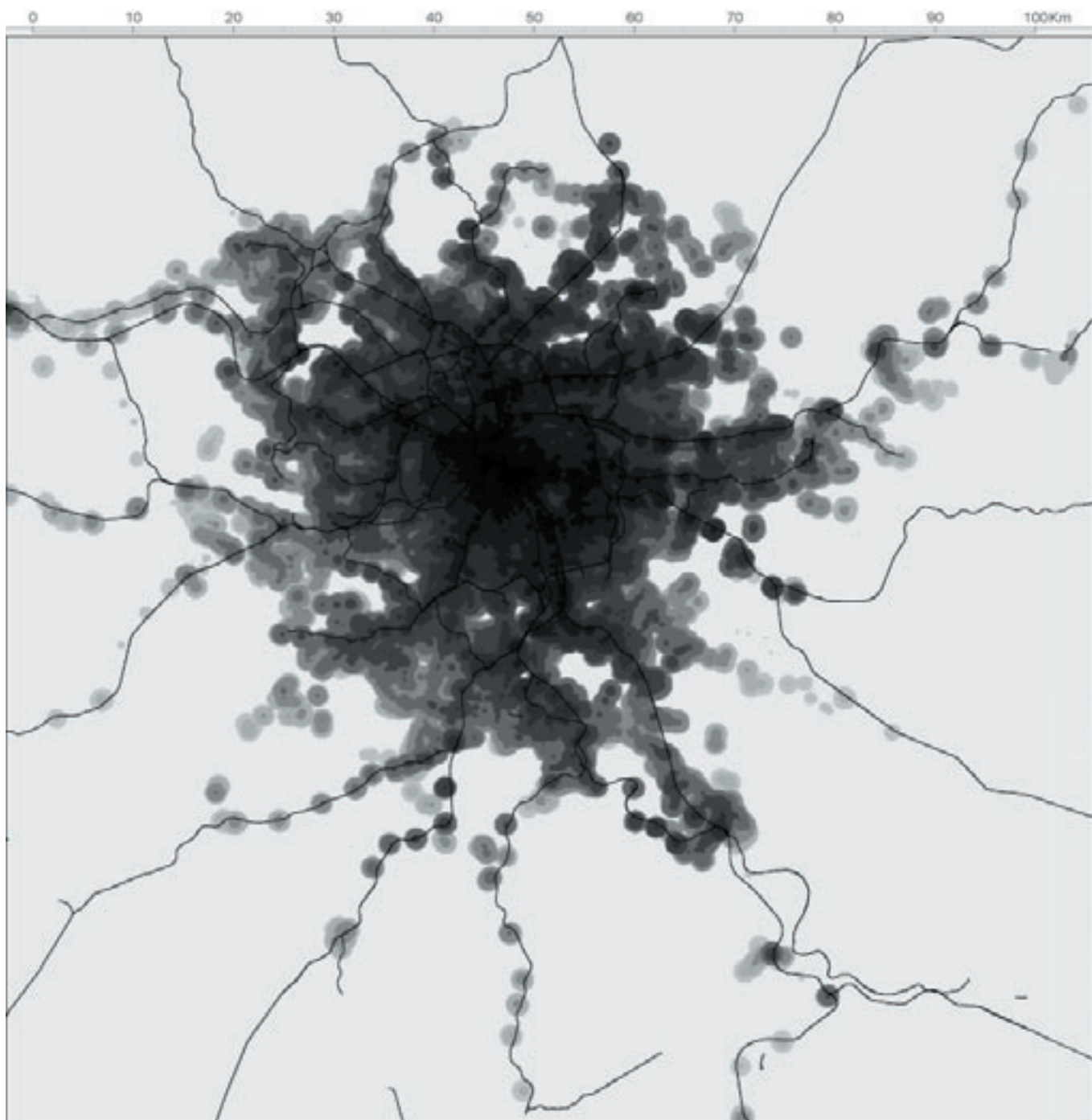
pour une plus forte mobilité par les transports en commun : les transports en commun à grande vitesse

Les trains à grande vitesse relient les centres des agglomérations desservies. Par contre, la desserte des zones internes à la métropole n'est souvent que de nature sporadique. Dans l'optique de gains de parts de marché par rapport à l'automobile et à l'avion, la baisse du temps de déplacement centre-centre est devenu l'élément crucial. Des arrêts supplémentaires nuisent significativement à la vitesse : la desserte verticale est optimisée, tandis que l'offre horizontale (à l'intérieur de la région métropolitaine) est négligée. Au contraire, le scénario d'un transport en commun diffus requiert de fréquents points d'échange avec le réseau à grand vitesse ou un réseau à grande vitesse ayant de plus nombreux points d'arrêt au sein de la métropole.

Par définition, les transports en commun sont un système linéaire. Ils nécessitent une massification des flux pour être rentables. Les flux pourraient être massifiés par le biais d'une re-concentration de l'habitat entraînée par une re-contraction du tissu urbain. Cela créerait à la fois de la densité et de la cohérence. Cependant, comme nous vivons dans une société où chaque personne est libre de ses choix, un shift forcé de la population, quelque soit son statut, n'est pas concevable. Dans cette société, caractérisée par la complexité, agir, c'est optimiser, c'est résoudre un système d'équations à plusieurs variables. La consommation de l'énergie dans les transports ou dans le logement est seulement l'une des variables. Les questions-clé se posent ainsi : comment sont faits les choix stratégiques des acteurs dans une agglomération ? Comment influencer le choix des individus ? En leur proposant mieux au même prix?



arrêts des TC
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



isochrone depuis la Gare de Lyon
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



les nouveaux projets de la mobilité
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal: des passages fluides d'une condition à l'autre

Compte tenu de l'état actuel de la région parisienne; compte tenu du scénario 0, c'est à dire de la somme des projets prévus, proposés pour les prochaines années et illustrés au début de ce chapitre; compte tenu des enjeux énergétiques énoncés dans le scénario «une situation énergétique 100% durable» et repris dans les paragraphes précédents, les scénarios de la mobilité évoluent comme suit:

1. la situation actuelle nous montre une infrastructure routière et ferroviaire fortement hiérarchisée et centrée sur Paris *intra muros*. Une structure radioconcentrique y est reconnaissable.

2. les projets envisagés pour le futur, bien que avec des degrés différents de réalisme, annoncent une nouvelle structure, en formation, qui pourtant peut être interprétée de façons différentes.

Des maillages sont en train de se former qui n'ont pas de relation nécessaire avec le centre de Paris. Non seulement les TGV, mais aussi les nouvelles lignes de tramways suivent des directrices non radiales. Un degré plus important d'isotropie apparaît.

Ces mêmes projets peuvent aussi être lus comme le renforcement de certains pôles extérieurs à la ville centre. Dans ce cas des structures radiales non centrées sur Paris apparaissent, liées à des noeuds d'échange existants ou à créer.

Les deux structures, isotropique et multipolaire, sont-elles en opposition? Faudra-il trancher entre les deux? Où il s'agit plutôt de réfléchir sur le rapport au centre dans les deux hypothèses?

3. Ce qui semble évident c'est la crise du modèle radioconcentrique centré sur un seul pôle, le Paris haussmannien. Donc le passage actuel, à renforcer et à mieux expliciter est en tout cas celui d'un système vertical et hiérarchique à un système isotropique et horizontal. Celui-ci peut assumer des formes différentes avec des passages fluides d'une condition à l'autre et d'une forme à l'autre.

4. Vitesse, échelle des déplacements, rupture de charge sont les paramètres qui conditionnent ces passages.

A l'échelle territoriale vaste, où la vitesse est fondamentale (soit au niveau du train à grande vitesse, ainsi qu'au niveau du RER) la diamétralisation des réseaux et leur maillage sont des conditions incontournables. Pour cet espace on imagine un réseau isotropique.

5. Si on admet que les questions d'énergie nous poussent à raccourcir les distances et que l'on explore la réduction des temps de parcours à moins d'une demi heure par déplacement domicile-travail (hypothèse présentée dans les pages précédentes), il s'en suit que le «bassin de vie» sera nécessairement centré sur les noeuds du transport collectif. Une structure radiale, par exemple de tramways similaires à ceux mis en oeuvres dans les dernières décennies dans plusieurs villes moyennes en France, pourrait être développée dans chaque noeuds, nouvelle polarité de l'agglomération par rapport aux équipements et aux emplois.

6. Les liaisons douces, la marche à pieds, les parcours vélos, font percoler les flux dans le tissu urbain et dans le territoire. Ils cherchent les pores, les micro connections détestent les directions uniques et obligées. Dans cet espace le réseau demande une condition d'isotropie et nécessite un maillage le plus fin possible.

7. le schéma qui ressort de cette approche encore conceptuelle nous paraît ouvrir quelques pistes intéressantes de réflexion.

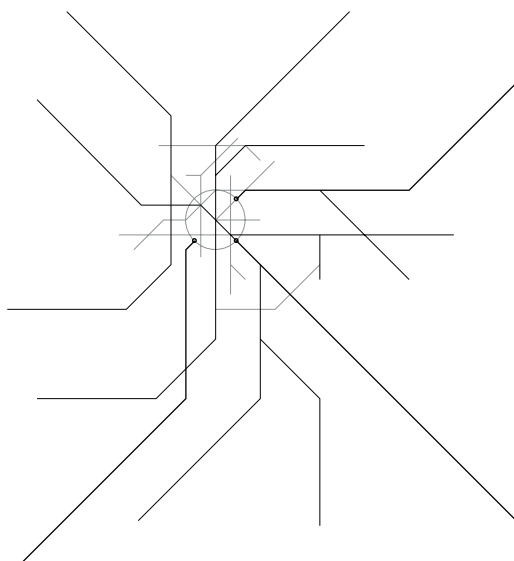
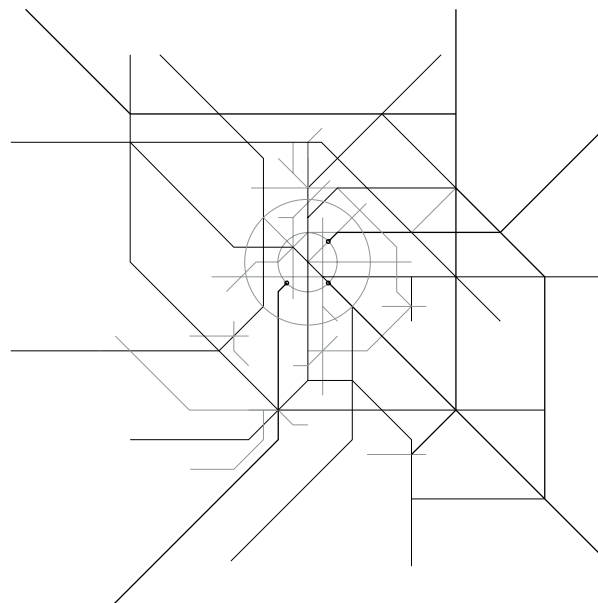
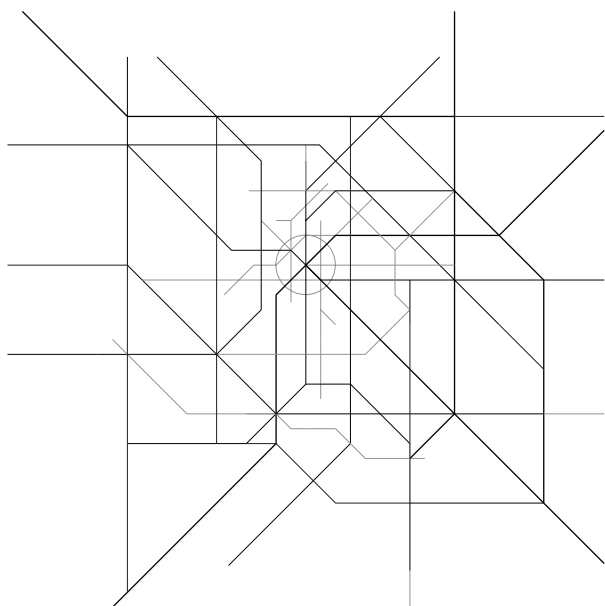


schéma du réseau des TC existant: metro,
tram, rer, tgv
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

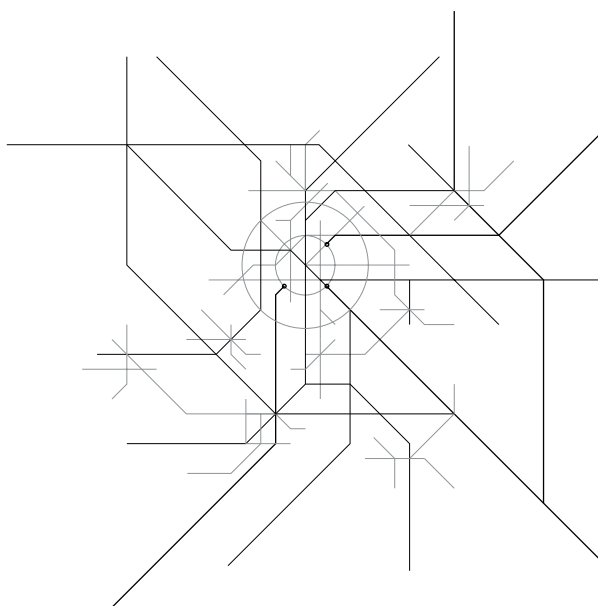


réseau TC existant+nouveaux projets
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò

interprétation des projets engagés comme
donnant lieu à un réseau isotropique
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



interprétation des projets engagés comme
donnant lieu à un réseau polycentrique
©_équipe Studio 08, Secchi-Viganò



Le réseau des transports public francilien est aujourd'hui conçu comme convergent sur Châtelet, mais depuis des années on s'est aperçu que cette situation n'est pas soutenable: elle est la cause d'une forte congestion, d'un manque de confort dans la station même de Châtelet et un obstacle aux déplacements qui ne sont pas intéressés par le centre de Paris. Plusieurs projets ont été engagés dans les années passées pour sortir de cette situation: la plupart suit la logique radioconcentrique: des radiales et des rocade, bien que plus récemment on a eu aussi des projets qui préconisent des lignes tangentielles à l'est et au nord de la première couronne. Il est évident que le réseau existant et les projets peuvent dessiner une métropole peut-être différente de l'actuelle: une métropole isotropique ou bien polycentrique.

Dans une interprétation provisoire il faut, à notre avis, distinguer, au moins d'un point de vue conceptuel, trois différents types de réseau qui jouent un rôle distinct.

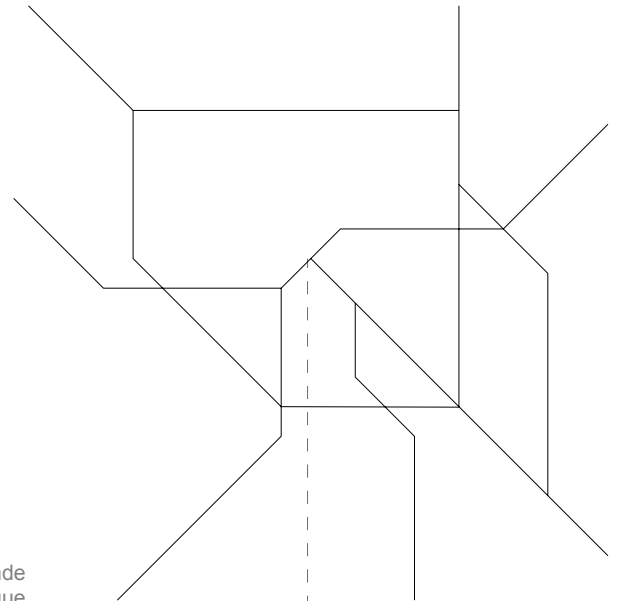
Le premier à l'échelle territoriale, qui met en communication à grande vitesse des origines et des destinations très lointaines et qui accueille des flux qui ne sont pas toujours intéressés par le centre de Paris aura une géométrie caractérisée par la figure de l'isotropie.

Le deuxième à l'échelle des bassins de vie, dessert par une vitesse moyenne les différentes parties du Grand Paris et est centré sur les noeuds du premier réseau, qui deviennent les pôles d'une métropole polycentrique.

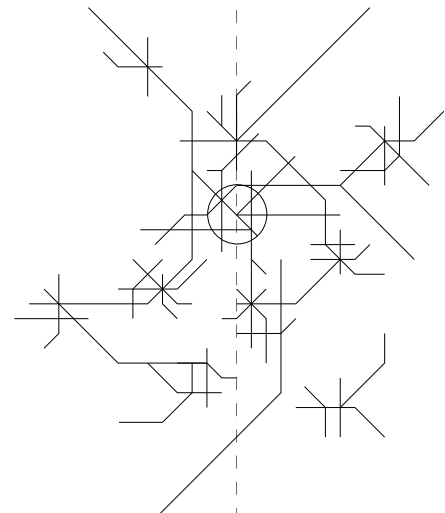
Le troisième, enfin, réseau de la mobilité douce, irrigue à faible vitesse les bassins de vie et tout le Grand Paris d'une manière isotrope.

Ces trois réseaux ne construisent pas une hiérarchie, mais trois différents espaces urbains, différemment habités (à des heures différentes, à des vitesses différentes, avec des liaisons différentes aux équipements, aux activités ou aux commerces le long de leurs parcours). Ils seront aussi utilisés par des moyens de transport différents: train et RER, tramway et bus, vélo et marche à pied. Leur rôle fondamental est d'assurer le maximum de perméabilité à la métropole.

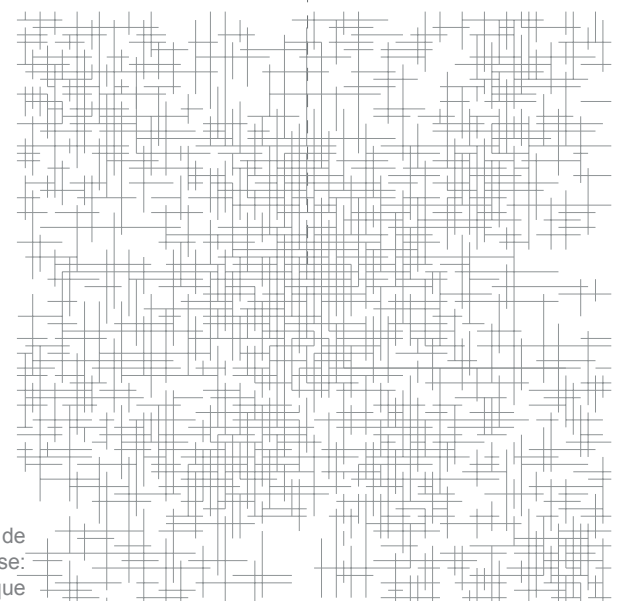
espace territorial, grande vitesse: réseau isotropique



espace des bassins de vie, vitesse moyenne: réseau polycentrique



espace territorial et de proximité, faible vitesse: réseau isotropique





3. Conclusions:
la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto et le Grand Paris





3. Conclusions: la métropole du XXI^{ème} siècle de l'après-Kyoto et le Grand Paris

Les pages précédentes avancent des hypothèses plutôt que des certitudes, des hypothèses qui peuvent guider dans la formulation des politiques et des projets pour la métropole du XXI^{ème} siècle. Elles peuvent être résumées de la manière suivante :

1. il y aura dans le XXI^{ème} siècle plusieurs types ou familles de métropoles. Dans une première approche on a isolé trois icônes très contrastées dans lesquelles se représente leur spécificité.
2. chaque métropole devra se confronter aux mêmes problèmes, mais les solutions seront différentes pour les différentes familles.
3. pour comprendre la spécificité du Grand Paris on a eu recours à une stratégie cognitive qui prend une distance critique vis à vis de toute idée reçue et de toute image figée.
4. lorsqu'on agit dans l'incertitude, la meilleure stratégie de construction responsable de l'avenir est de partir de l'élaboration de différents scénarios éventuellement réciproquement conflictuels : on ne part pas d'un projet, mais d'une interrogation du futur par une évaluation des conséquences des politiques, des actions et des projets possibles.
5. le premier scénario, le scénario zéro, est évidemment constitué par les nombreux projets en cours et déjà engagés qui nous montrent une direction possible du futur, avec laquelle tout autre idée doit se mettre en relation, même si elle est conflictuelle.
Les scénarios suivants étudient les possibilités d'atteindre dans le Grand Paris une situation 100% durable (scénario 1), les opportunités d'y vivre avec l'eau (scénario 2), d'y construire un système écologique fort à partir du dross (scénario 3), d'y passer d'un système de transport en commun vertical et hiérarchisé à un système isotrope et horizontal (scénario 4).
6. en d'autres termes, on a avancé l'hypothèse que les principaux problèmes avec lesquels toutes les métropoles du XXI^{ème} siècle devront se confronter seront ceux de l'énergie, de la gestion des eaux, de l'utilisation des zones résiduelles que chaque génération a laissé en héritage et d'un nouveau système de la mobilité qui puisse désenclaver le territoire.
7. nos scénarios amènent à interpréter la métropole existante et à imaginer la métropole de l'avenir, et donc le Grand Paris, comme une ville poreuse, perméable et isotrope, ce qui nous apparaît contraster avec les processus d'exclusion/inclusion et de formation d'enclaves. Ils nous montrent aussi quel est l'effort qu'il faut faire pour atteindre les objectifs de développement durable fixés par le protocole de Kyoto et par les Grenelles de l'environnement.

La réflexion est en cours et ira profiter des connaissances, des expériences et des échanges qu'on a accumulés dans notre travail «à vol d'oiseau» comme «pas à pas».

