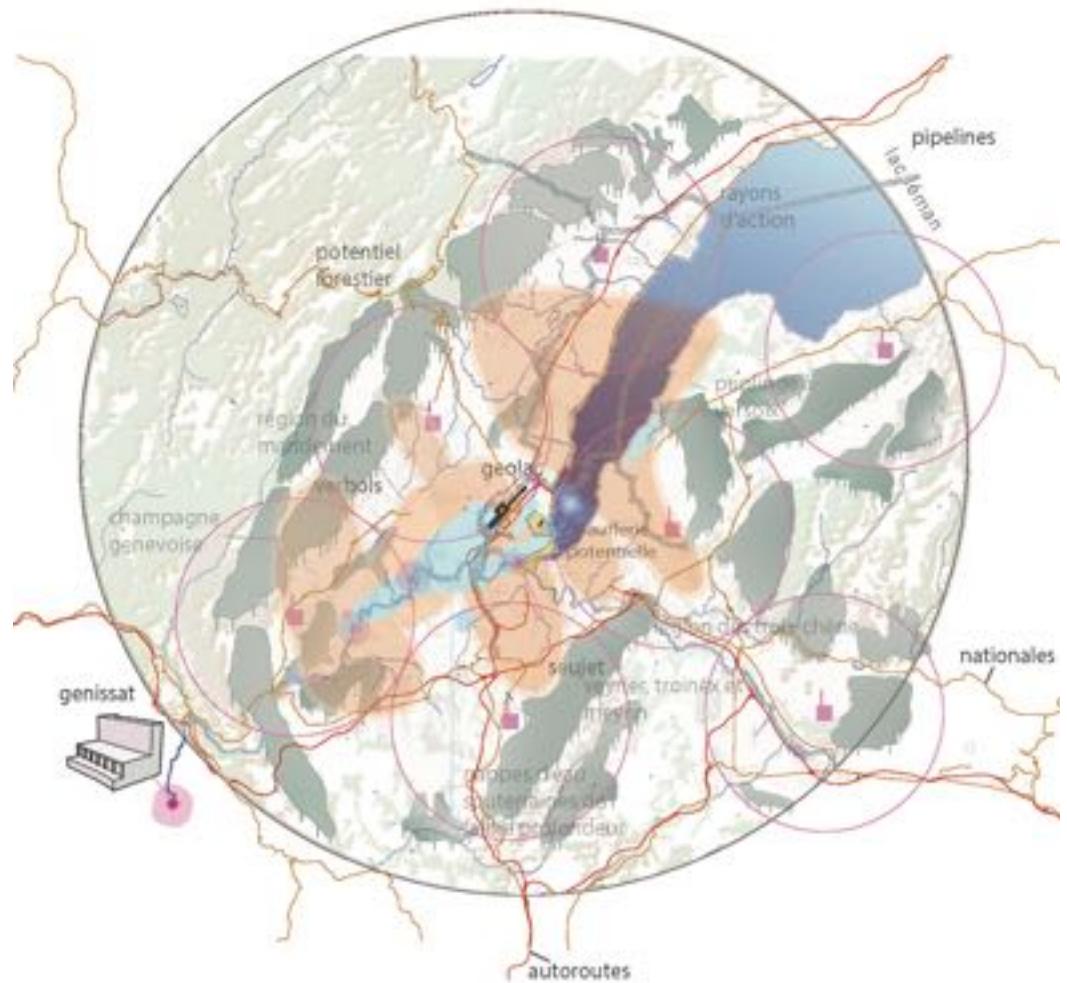


Raum 404



ENERGY LANDSCAPE

VISIONS PROSPECTIVES POUR LE GRAND GENÈVE

Habiter la ville-paysage du 21^e siècle

Consultation urbano architecturale et paysagère pour la transition écologique des territoires urbains du Grand Genève

Rapport Final - Zurich - janvier 2020

RAUM404 GMBH

Herbartstrasse 3
CH - 8004 Zurich
www.raum404.ch
info@raum404.ch
+41 (0)44 510 33 93

TABLE DES MATIÈRESPartie I

| | |
|--|----|
| 1. Avant-propos | 4 |
| 2. Energy Landscape, littérature et perspective historique | 11 |

Partie II

| | |
|----------------|----|
| 3. Sankey 2020 | 18 |
| 4. No-oil 2050 | 23 |

Partie III

| | |
|--|----|
| 5. Réseaux énergie et infrastructures | 33 |
| 6. Forces naturelles | 48 |
| 7. Formes collectives | 63 |
| 8. Stratégies territoriales | 71 |
| 9. Vers une architecture de conscience | 77 |

Partie IV

| | |
|----------------|----|
| 10. Conclusion | 93 |
|----------------|----|

Oscar Buson

1. Avant-propos



"The Recovery of Discovery", Cyprien Gaillard, KW Institut d'Art contemporain, Berlin 2011

1.1 DE L'ÉNERGIE À L'ENTROPIE

La conception moderne du monde, celle qui guide la construction de notre société depuis l'ère des Lumières, renvoie les notions universelles d'une pensée radicale. La thermodynamique classique de l'ère industrielle a ébranlé la conception symétrique du monde et a introduit une compréhension en termes entropiques en bouleversant les principes cartésiens. Le principe de l'entropie a en effet instauré les notions de temporalité, de dégradation de la matière et de "non-retour".

Dans le cadre de la consultation du Grand Genève, nous avons abordé l'architecture sous la perspective énergétique en introduisant la conception entropique dans la planification territoriale et urbaine. Spatialiser l'énergie, c'est donner réalité à l'entropie et faire émerger un éveil collectif sur la limitation des ressources naturelles de la planète Terre. C'est également donner matière à la force entropique et donner forme à une architecture qui dialogue avec le Monde.

Il ne s'agira pas ici de faire une diatribe contre la modernité, mais d'ouvrir des pistes de réflexion pour concevoir une architecture capable d'éveiller la conscience sur la finitude du monde, c'est ouvrir la porte à des questions plutôt que prétendre d'y apporter des réponses.

La deuxième loi de la thermodynamique énonce deux principes importants : le caractère fini de notre environnement et de l'irréversibilité du temps. Elle remet en cause le paradigme machiniste du monde occidental moderne classique et ouvre les champs d'investigations dans une multitude de systèmes ouverts. La terre n'est plus un puits illimité de ressources, mais un système dynamique parmi d'autres, qui absorbe et rejette, inspire et expire l'énergie cosmique à travers les

formes de la vie qui la composent.¹ C'est peut-être un être vivant, c'est peut-être Gaïa de Lovelock.²

La vie sur terre, c'est de la matière qui absorbe de l'énergie cosmique et qui ordonne la matière.. Pour maintenir la vie et l'ordre des parties qui compose la matière, il faut de l'énergie. La fin de la vie libère de l'énergie qui est dissipée dans l'espace : cette énergie, c'est l'entropie. Ces dynamiques opèrent également pour l'architecture qui nécessite de l'énergie à tous les stades de son cycle de vie: pour donner forme à la matière, la maintenir dans un ordre précis et la libérer en fin de cycle lors de sa déconstruction.

"Entropy is the measure of disorder. A built structure has a certain amount of order and a certain amount of entropy. When the building is demolished the order becomes a mess. The material content of the building and its mass are still the same but the matter now takes a different form. The system becomes more entropic- the second law of the thermodynamics states that entropy always increases – even though the fundamental laws of nature are symmetrical. A system that is in equilibrium has no flow of information – only by adding interference does the system become active, or entropic".³

L'installation de Cyprien Gaillard "Install Recovery Discovery" nous donne une idée de la dégradation de la matière, de l'augmentation d'entropie, du désordre naturel que prend une pyramide de cartons de bières laissées à libre usage à un public averti d'une galerie berlinoise. Aucune science, jamais, n'arrivera à recycler parfaitement cette installation qui ne retrouvera jamais sa forme d'origine sans un apport supplémentaire de matière. La matière se dégrade à jamais.

1.2 ENERGIE ET MODERNITÉ

Dans le monde infini et immuable de la première loi de la thermodynamique,⁴ la nature est un système fermé où l'énergie conservée peut changer d'état indéfiniment : immuable, infinie, perpétuelle, abstraite sont les propriétés du dogme mécaniste de la première loi de la thermodynamique. Le mouvement newtonien advient dans un espace horizontal isotrope, neutre et infini. L'espace est abstrait, il existe en soi et nous, nous en sommes à l'écart.

Le cénotaphe de Newton projeté par Bouillé en 1784 est un manifeste de l'aspect immuable et infini de la première loi de la thermodynamique. La sphère où réside le sarcophage est parfaite, pure, exempte de toute décoration. Le volume ne touche pas le sol et flotte dans l'espace. Il y a ici toutes les prémisses de l'architecture moderne. Le lieu est réduit à néant pour satisfaire les besoins de la raison qui se détache alors du corps terrestre. Nul aspect n'est retenu pour indiquer de quelle manière l'énergie est conduite à illuminer l'espace. L'énergie existe, un point c'est tout, elle n'est pas extraite, elle est abstraite. D'une architecture où les ténèbres furent domptées par le feu,⁵ l'époque des lumières nous ouvre à une

« La vérité est que tout organisme vivant s'efforce seulement de maintenir constante sa propre entropie. Et dans la mesure où il y parvient il le fait en puisant dans son environnement de la basse entropie afin de compenser l'augmentation de l'entropie à laquelle son organisme est sujet comme tout autre structure matérielle. Mais l'entropie du système total, constitué par l'organisme et son environnement ne peut que croître. En réalité, l'entropie d'un système croît plus vite s'il y a de la vie que s'il n'y en a pas. »

(Georgescu-Roegen, Nicholas, and Jacques Grinevald. La décroissance: entropie - écologie - économie)

(1) Luis Fernández-Galiano and Gina Cariño, *Fire and Memory: On Architecture and Energy*, Writing Architecture (Cambridge, Mass: MIT Press, 2000).

(2) James E. Lovelock, Paul Couturier, and Christel Rollinat, *La Terre est un être vivant: l'hypothèse Gaïa*, vol. 283, Champs (Paris: Flammarion, 1993).

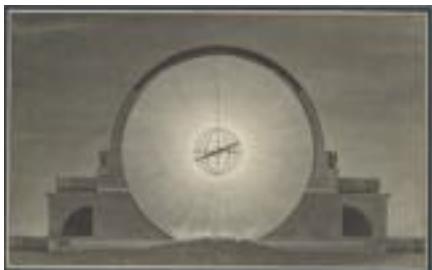
(3) Stefano Rabolli Pansera, *Beyond Entropy: When Energy Becomes Form* (London: AA Publications, 2011).

(4) « Selon le premier principe de la thermodynamique, lors de toute transformation, il y a conservation de l'énergie, Wikipedia on-line, 2020

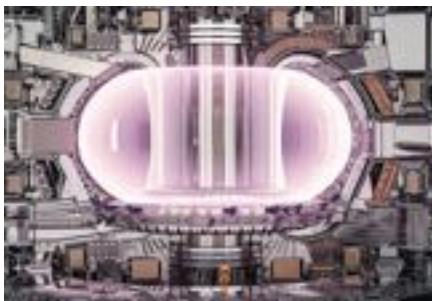
(5) "Fire and Memory", Luis Fernandez-Galiano, Gina Carino, Writing architecture series, MIT, 2000



La première prise de vue satellite de la terre dans *The limit to growth*, meadows, 1972



Cénotaphe à Newton, Etienne-Louis Boullé, 1784



Tokamak ITER

Carnot établit une analogie avec un moulin à eau, dans lequel l'eau est recueillie par des gobelets à une certaine hauteur puis déversée plus bas dans un cours d'eau. En tombant, l'eau fait tourner une roue et cette rotation peut fournir un travail. À partir de cette image, Carnot fit une hypothèse fondamentale : Le moteur à vapeur doit et ne peut fonctionner qu'entre deux réservoirs de chaleur dont les "niveaux" sont déterminés par leurs températures. Le premier principe de Carnot stipule que le moteur ne pourrait avoir un rendement de 100 % ($h = 1$) que si $Q_f = 0$. Dans ce cas, toute la chaleur absorbée serait convertie en travail. Mais, comme nous allons le voir plus bas, cela n'est pas possible : même un moteur "parfait" a un rendement toujours inférieur à 100 %. Un moteur à essence a un rendement voisin de 20 % et celui d'un moteur diesel est d'environ de 30 %.

modernité où le Monde flotte au-dessus de la Terre, ou la lumière existe de par elle-même.

1.3 CULTURE DE L'ÉNERGIE ET OPPOSITION À LA NATURE

Le cénotaphe de Boullé représente la culture de l'énergie : une idée symétrique du monde où une action répond une réaction, cette culture de l'énergie est détachée et s'oppose à l'idée de nature. Dans cette culture, l'architecture s'arrache du monde pour faire briller une étoile sur terre : le soleil brille au cœur de cénotaphe. Boullé n'aurait pas pu imaginer qu'aujourd'hui, la communauté scientifique internationale mette toutes ses forces en oeuvre pour faire briller un soleil sur terre au travers des expériences sur la fusion nucléaire, dans un Tokamak du sud de la France.⁶

La définition du mot énergie que nous employons couramment est conçue à l'aube de l'industrialisation :

It is not easy to summarize "energy" in an unambiguous definition; it is more of an abstract, collective idea that was adopted by nineteenth-century physicists to describe a variety of natural and anthropogenic phenomenon. The most common form of energy is heat (thermal energy), motion (kinetic or mechanical energy), light (electromagnetic energy), and the chemical energy of fuels and food".⁷

Ce que Vaclav Smil soulève dans cette définition, c'est l'intérêt purement utilitaire de l'énergie. La culture de l'énergie qui peut s'épanouir dans les champs technologiques de la productivité, où l'emphase quantitative du premier principe thermodynamique de Joules et Rankin prévaut sur les questions qualitatives du principe de Carnot.⁸

Par notre obsession de l'accroissement de la production et de la consommation de matière qui s'accompagne d'une augmentation constante de la consommation des ressources énergétiques, nous vivons dans ce que Cesare Maffioli appelle la "culture de l'énergie" ⁹.

Néanmoins, la gestion des ressources est désormais devenue une priorité. La consommation annuelle des pays occidentaux dépasse plusieurs fois la capacité de régénération des ressources de la terre. La croissance démographique mondiale et l'augmentation du pouvoir d'achat des pays fortement peuplés nous indiquent clairement que la consommation mondiale de ressources continuera à augmenter dans les prochaines décennies, et que nous ne pourrons pas revenir à un niveau de consommation équivalent à celui de la période pré-industrielle.

Revenir en arrière est impossible, mais nous ne pourrons pas continuer de la sorte non plus. Il en va de l'existence même de l'humanité.

1.4 ENERGIE FOSSILE ET EXPLOITATION DU MONDE

L'utilisation de masse des énergies fossiles a eu un impact dramatique sur le

(6) Court descriptive du projet ITER, <https://www.ITER.org>

(7) Vaclav Smil in Dirk Sijmons, *Landscape and Energy: Designing Transition* (Rotterdam: NAI, 2014).

(8) Luis Fernández-Galiano and Gina Cariño, *Fire and Memory: On Architecture and Energy*, *Writing Architecture* (Cambridge, Mass: MIT Press, 2000), p. 55.

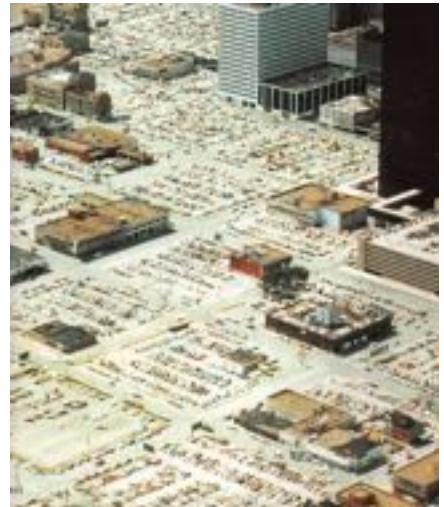
(9) Ibidem.

monde et l'humanité. La révolution industrielle a bouleversé le rapport entre ville et paysage. L'urbanisation liée aux exploitations du charbon a profondément modifié un écosystème millénaire entre des lieux habités et leurs campagnes attenantes.

Le contrôle des sources d'énergie fossile et l'invention de machines capables de les exploiter ont radicalement changé les territoires. Les machines à vapeur et le charbon ont été les vecteurs principaux du bouleversement urbain à partir du XIXe siècle.

Dans un premier temps, les machines à vapeur sur rail sont vouées à l'extraction minière du charbon. Dans un deuxième temps, elles relieront les lieux d'extraction énergétiques aux lieux de production pour enfin les relier aux lieux habités de consommation. Les chemins de fer sillonnent le territoire et fragmentent le paysage. Les terrains sont modelés, les collines gommées. Pour la première fois, la raison humaine scande le paysage au rythme régulier des planches de bois qui soutiennent deux rials parfaitement parallèles. La géométrie humaine conquiert alors les territoires à l'échelle d'abord européenne, puis mondiale.

Les premières zones industrielles s'installent le long des voies de chemin de fer et éloignent les aires d'habitation de celles-ci. La pollution de l'air et des sols dessine une nouvelle géographie urbaine. Dans plusieurs villes telles que Paris, Londres ou Berlin, les quartiers riches s'installent où les vents soufflent favorablement, les fumées toxiques pollueront les quartiers ouvriers. Une nouvelle ségrégation sociale naît de l'exploitation des énergies fossiles.



Downtown Houston

1.5 LE PAYSAGE DU PÉTROLE

La deuxième révolution énergétique est liée à l'utilisation de masse des ressources pétrolières où voitures et maisons individuelles deviennent des biens de consommation de masse. La spécialisation programmatique des aires urbaines, déterminée par la stratégie du zonage mène à l'éclatement de l'espace urbain et au mitage du paysage agricole.

La réduction progressive mais constante du coût des énergies fossiles permet le transport de marchandises à l'échelle globale. Les villes se détachent définitivement de leur dépendance énergétique aux territoires alentour immédiats. Les campagnes perdent alors la valeur de ressource productive pour devenir peu à peu des zones de résidence, de loisir et de consommation. Des logements de masse poussent sur les terres agricoles, et l'emprise des infrastructures devient de plus en plus significative.

Pour comprendre l'emprise des énergies fossiles sur le territoire, il suffit d'observer le diagramme de Sankey qui illustre la consommation énergétique d'un pays occidental tel que la Suisse (ci-après). Nous pouvons ainsi observer d'une part que près de la moitié des énergies totales consommées est d'origine fossile, et assurément, la Suisse n'a pas de puits pétroliers. D'autre part, nous pouvons constater que plus d'un tiers de l'énergie totale consommée est vouée aux transports.

L'échelle d'influence de l'architecture du pétrole dépasse largement la dimension du bâtiment et prend alors une échelle territoriale et planétaire. Les infrastructures

Consommation

énergétique doit impérativement diminuer dans le sens de la société 2000W (Fessler, 2011)

Les diagrammes de Sankey représentent un type de diagramme de flux dans lesquels la largeur des flèches est proportionnelle au flux. Ils sont généralement utilisés pour visualiser les quantités d'énergie et de matière au sein d'un système.

Indépendance énergétique

n'est pas envisageable pour le Grand Genève
(Fessler, 2011)

énergétiques ont une emprise si forte dans le paysage, qu'elles mettent en crise l'idée même de la ville. Les câbles à haute tension, les zones industrielles, les dépôts de kérosène ou encore les infrastructures aéroportuaires définissent à présent les environnements hostiles de nos villes. Ces espaces dédiés au bon fonctionnement des machines, rompent définitivement le dialogue avec les spécificités locales. Ils sont le fruit d'une exploitation de ressources mondialisées souvent très éloignées des lieux de consommation énergétiques. Quel paradoxe que de construire un monde où nous ne pouvons pas vivre et marcher.

L'utilisation de masse des énergies fossiles à compromis les synergies locales en faveur d'une politique globale. L'abondance des produits fossiles extraits pour les intérêts financiers d'une économie capitaliste n'a été possible que par cette culture énergétique mondialisée.

Les paysages du pétrole composent aujourd'hui la majorité de nos agglomérations. Aux infrastructures contemporaines des villes fragmentées, correspond une quantité énergétique nécessaire à leur fonctionnement. Cet état de fait nous rend dépendant d'une consommation d'énergie élevée, notamment pour le transport. Nous sommes prisonniers des paysages que nous avons construits.

1.6 VERS UNE ARCHITECTURE DE LA CONSCIENCE ENTROPIQUE

La crise pétrolière de la deuxième moitié du XXe siècle met à mal le positivisme consumériste moderne et questionne pour la première fois la culture de l'énergie. Une réflexion sur les synergies énergétiques dans les milieux urbains émerge, notamment aux États-Unis. On y étudie l'incidence des vents dans les microclimats urbains, l'orientation des îlots, leur positions, l'intégration du bâti dans les particularités topographiques ainsi que l'adaptation des volumétries pour absorber d'avantage d'énergie solaire. Les architectures vernaculaires regagnent en intérêt pour leur capacité de résilience. En parallèle, le génie du lieu réanime avec mélancolie la scène intellectuelle de Norberg-Schultz.¹⁰

Depuis déjà quelques décennies, une architecture écologique se manifeste. C'est parfois une architecture hautement technologique qui vise la réduction drastique de la consommation énergétique en augmentant les couches d'isolants et en réutilisant les énergies perdues dans des circuits de chaleur in-situ. En parallèle, la part des énergies renouvelables augmente. De nouvelles formes de production d'énergie à plusieurs milliards de dollars sont étudiées. La question : comment faire briller le soleil sur terre ? devient pragmatique. La démarche est à saluer, elle tend à pourvoir massivement les besoins énergétiques sans émission GES.

Néanmoins, la théorie de l'entropie permet une lecture critique de la nostalgie post-moderne et de l'attitude contemporaine qui vise à l'expansion infinie de l'exploitation des ressources. Cette lecture s'articule en trois axes de réflexion :

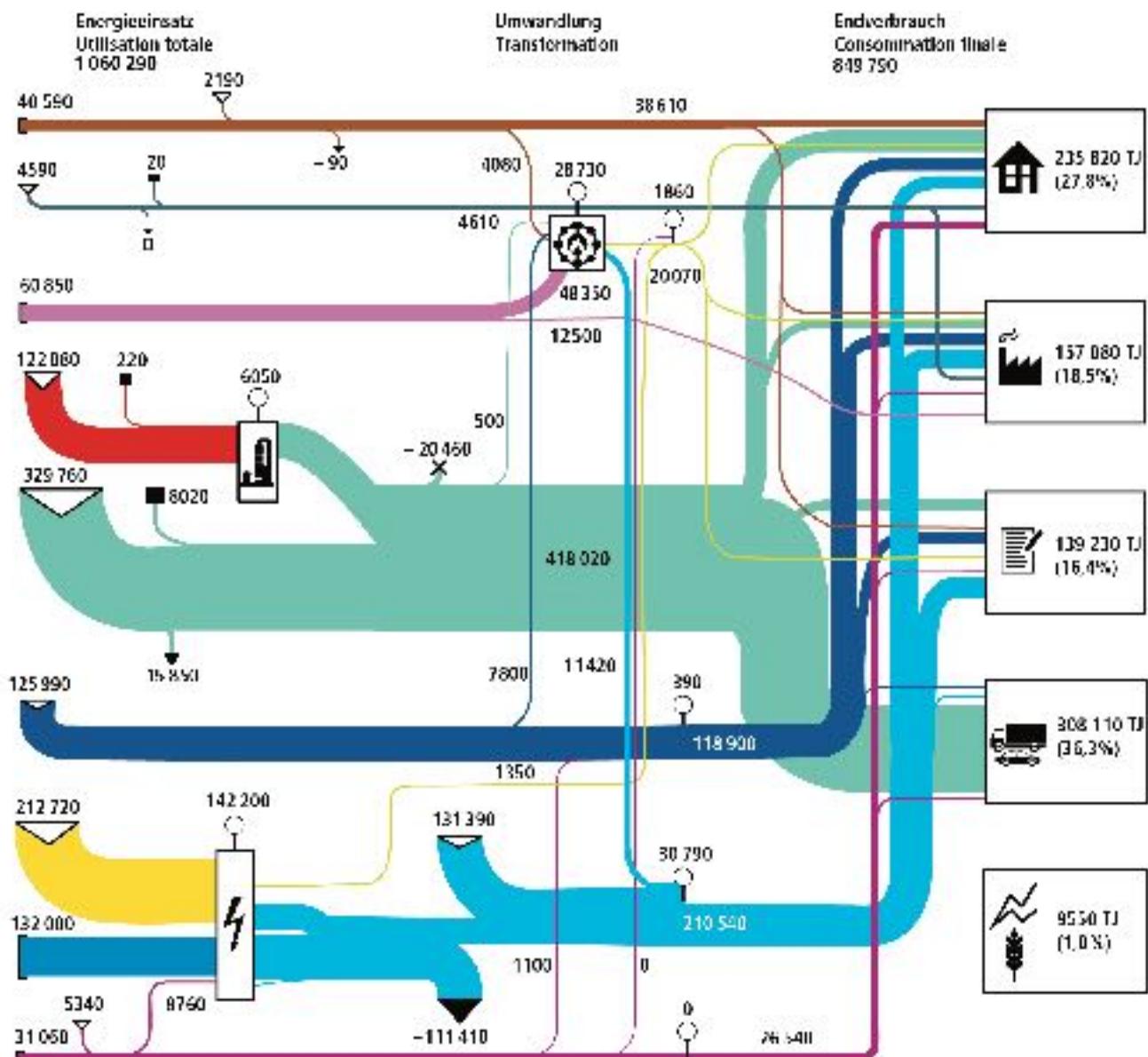
Conscience

rendre visible l'énergie c'est donner une conscience de la réalité physique des ressources limitées

Nostalgie désuète et finitude de l'environnement

Nous ne pouvons pas promouvoir un retour à des formes d'architecture traditionnelles qui reviendraient sur les progrès accomplis. Néanmoins, l'importance d'une meilleure gestion et partage des ressources doit être adressée collectivement.

(10) Notamment avec le livre: Christian Norberg-Schulz, *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture* (New York: Rizzoli, 1980).



Sankey de la Suisse, Office fédéral des statistiques, 2016

| | | | | |
|--|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Holz Bois | Kohle Charbon | Industrie Industrie | Raffinerien Raffineries | Eigenverbrauch des Energiesektors und Verluste Consommation propre du secteur énergétique et pertes |
| Kernbrennstoffe Combustibles nucléaires | Fernwärme Chaleur à distance | Verkehr Transport | Haushalte Ménages | Wasser- und Kernkraftwerke, diverse Erneuerbare Centrales hydrauliques et nucléaires, autres renouvelables |
| Abfälle Déchets | Rohöl Pétrole brut | Dienstleistungen Services | Import Importation | Konventionell-thermische Kraft-, Fernheiz- und Fernheizkraftwerke Centrales thermiques class., chauffage à distance, centrales chaleur-force |
| Elektrizität Electricité | Wasserkraft Energie hydraulique | Gas Gaz | Export Exportation | Statistische Differenz inklusive Landwirtschaft Différence statistique y compris l'agriculture |
| Produkte/Produits | | | | Nicht energetischer Verbrauch Consommation non énergétique |
| Edelmetallenergie/Energie d'origine métallique | | | | |
| Edelmetallenergie/Energie d'origine métallique | | | | |

Un paysage de l'énergie en dialogue avec la nature

L'amélioration du rendement énergétique entre le bâti et l'environnement ne peut pas être considérée comme une question purement technique. Le détachement que nous avons construit entre l'humanité et l'environnement naturel a façonné un monde centré sur les objets produits et distancié les êtres humains de leur milieu de vie. La nécessité de puiser dans les énergies locales et renouvelables nous donne la chance de renouer un dialogue avec le paysage et de repenser l'environnement naturel en continuité avec le milieu humain. Il nous faut à présent comprendre le paysage urbanisé comme un continuum énergétique, un système cohérent.

Vers une prise de conscience architecturale de l'entropie

Remplacer les énergies non renouvelables par des énergies renouvelables et sophistiquer les dispositifs architecturaux pour améliorer les performances énergétiques des bâtiments, ne suffisent pas à prendre conscience du rôle de l'architecture dans cette réalité entropique. La réduction de la consommation d'énergie doit concorder avec une volonté de conserver l'ordre naturel, lié à l'énergie vitale terrestre. Cela ne peut être pallié que par une architecture qui éveille la conscience, une architecture qui démontre la réalité entropique du monde.

"We manage to maintain the illusion that our use of energy has not radically changed our landscape".¹¹

L'architecture de la globalisation est une architecture d'infrastructures. Nous devons faire face à l'illusion qui consiste à penser que les infrastructures sont invisibles et ne définissent pas notre espace. Au contraire, elle les fragmentent. Cependant, elles ont le potentiel de donner une lecture cohérente du monde globalisé. Donner une forme aux flux d'énergie, c'est coordonner les infrastructures énergétiques, et donner une lecture consciente des synergies entre l'environnement et le milieu de vie.

Architecture can be understood as a material organization that regulates and brings order to energy flows, and, simultaneously and inseparably, as an energetic organization that stabilizes and maintains material forms.¹²

Le passage de la culture de l'énergie à la culture de l'entropie requiert nécessairement une évolution du langage architectural. La force de l'architecture entropique sera donc non pas de donner des réponses à des problèmes, mais d'exprimer par le langage architectural la réalité d'un monde fini.

Ses contours (de la survie de l'espèce humaine) dépendent des multiples asymétries qui existent dans les trois sources de basse entropie qui, ensemble, constituent la dot de l'humanité : d'une part l'énergie libre reçue du soleil, d'autre part, l'énergie libre et les structures matérielle ordonnées emmagasinées dans les entrailles de la Terre.

La première asymétrie provient du fait que la composante terrestre est un stock, tandis que la composante solaire est un flux. (...)

Deuxième asymétrie : (...) la matière de basse entropie accessible constitue l'élément le plus critique du point de vue bioéconomique. Les ressources non renouvelables utilisées par nos générations ne seront plus disponibles pour les générations futures. Nous n'avons pas de moyens pratiques pour transformer l'énergie en matière.

Troisième asymétrie : Il y a une différence astronomique entre l'importance du flux d'énergie solaire et la taille du stock d'énergie terrestre libre.

Quatrième asymétrie : l'énergie solaire se présente sous forme peu concentrée, telle une petite pluie, par rapport à la forme concentrée de l'énergie terrestre.

Cinquième asymétrie : l'énergie solaire ne produit pas de pollution. L'énergie terrestre oui.

Sixième asymétrie : Toute espèce dépend directement ou indirectement du rayonnement solaire. Seul l'homme, en raison de sa dépendance exosomatique, dépend également de ressources minérales.

(Georgescu-Roegen, Nicholas, and Jacques Grinevald. *La décroissance: entropie - écologie - économie*)

(11) Sijmons, *Landscape and Energy*, 2015

(12) Margalef Ramon in Luis Fernández-Galiano and Gina Cariño, *Fire and Memory: On Architecture and Energy, Writing Architecture* (Cambridge, Mass: MIT Press, 2000).

2. Energy Landscape, littérature et perspective historique

Lorenzo Stieger

Les villes représentent des modèles de densification énorme en termes d'énergie tout en dépendant largement des ressources d'une économie mondialisée. "des hinterlands énergétiques".¹ Les villes d'aujourd'hui utilisent plus des deux tiers de l'énergie primaire technique consommée dans le monde. Liée à une vision de la vie moderne, la discipline de l'architecture a joué un rôle important de promoteur de la ville en tant que "l'environnement urbain dérivé du pétrole".² "Une grande partie de ce qui est moderne dans la ville moderne est (...) le sous-produit du pétrole".³ La ville du XXe siècle, avec sa "culture" de l'automobile et de la climatisation mécanique, est le résultat d'une "vaste richesse pétrolière".⁴

Cette contribution au projet du Grand Genève intitulée Energy Landscape utilise cette même notion comme cadre théorique afin de remettre en question notre compréhension actuelle de l'énergie en l'architecture et de l'introduire dans la planification à travers de nouvelles pratiques d'avenir qui tiennent compte à parts égales, des processus naturels et des systèmes techniques. Une telle synthèse des stratégies passives et actives en faveur d'une production énergétique intégrée nécessite une nouvelle approche de la conception architecturale et urbaine, qui s'écartera inévitablement des idées et des approches actuelles, comme le fait remarquer l'architecte Dean Hawkes :

"La ville qui produit toute l'énergie dont elle a besoin pour ses bâtiments et l'infrastructure urbaine n'est, bien sûr, qu'une vision. Faire les premiers pas vers sa réalisation transformerait recherche et pratique architecturale plus radicalement que toute idée depuis l'avènement du mouvement moderne".⁵

(1) Dean Hawkes, *The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment* (London [etc.]: Spon, 1996).

(2) Carola Hein, Professor of History of Architecture and Urban Planning at TU Delft focuses in her research project on the "Global Architecture of Oil", analysing the worldwide distribution of oil and the architectural and urban consequences.

(3) Michael J. Watts: «*Insurgent Spaces. Power, Place, and Spectacle in Nigeria*», in *Spaces of Danger: Culture and Power in the Everyday*, p. 450.

(4) Michael J. Watts: "Oil City: Petro-landscapes and Sustainable Futures", in *Ecological urbanism*, 2016, p. 194.

(5) Dean Hawkes, *The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment* (London [etc.]: Spon, 1996), p.115.



COMPOSITIONAL FORM



MEGAFORM



GROUP FORM

Diagrammes de Fumihiko Maki, Investigations in Collective Form 1964

La lecture de la ville contemporaine en tant que paysage de l'énergie poursuit deux objectifs dans cette proposition. D'une part, elle appelle à une approche transversale qui repense la relation entre énergie et architecture tout en réévaluant le potentiel du territoire du Grand Genève en fonction de ses différentes géographies énergétiques. D'autre part, une approche de la planification qui intègre les questions énergétiques comme des éléments de conception capables de les articuler jusqu'au niveau architectural en favorisant la sensibilisation de la société aux questions énergétiques dans la vie quotidienne.

L'énergie définit l'espace et est simultanément influencée par l'espace. La manière dont l'énergie a été produite, distribuée et consommée reflète les spécificités territoriales, sociales et historiques d'une région.

Aujourd'hui, il existe un "nouvel objectif et une nouvelle échelle pour les économies d'énergie qui défie l'obsession architecturale actuelle de produire des bâtiments économes en énergie".⁶ Ce changement de paradigme constitue ainsi un outil de travail essentiel pour la conception et l'aménagement des futurs paysages de l'énergie dans le territoire du Grand Genève qui sert de terrain d'essai pour la transformation écologique de la ville du XXI^e siècle.

2.1 ENERGY LANDSCAPE : UNE ARCHÉOLOGIE DE LA CONNAISSANCE

Suivant une approche archéologique, telle que développée par le philosophe français Michel Foucault,⁷ la notion de paysage de l'énergie est conçue comme une tentative de rendre plus compatibles les objectifs de l'urbanisation de ceux de l'écologie en les intégrant dans une sphère commune. La recherche discursive menée dans le cadre de cette étude a permis d'identifier les traditions intellectuelles qui sont à l'origine de la compréhension de la notion "energy landscape" qui promeut "une vision écologique qui englobe l'ensemble du paysage urbain".⁸ Les discours théoriques et les études de cas architecturaux, qui ont déterminé notre compréhension d'un urbanisme écologique au XX^e siècle, mettent en évidence l'importance des forces naturelles, des formes collectives et des infrastructures énergétiques dans les villes. Leur enchevêtrement synergique est la préoccupation majeure du projet "energy landscape" pour le territoire du Grand Genève.

Les forces naturelles communément appelées énergies renouvelables, telles que le rayonnement solaire, les flux de vent et d'eau, les fluctuations thermiques, le brouillard, etc... ne sont pas seulement la résultante des caractéristiques physiques d'un lieu : son climat, sa météo et ses caractéristiques naturelles, telles que la topographie, les plans d'eau, les arbres, les espaces verts, etc... mais également de plus en plus, de l'environnement bâti (typologies, densité, matérialité) des zones urbaines. En raison de l'importance croissante des milieux urbains dans la production et la consommation des énergies renouvelables, ainsi que de leur disponibilité virtuellement illimitée, nous nous référerons également à ces potentiels ressources à la fois naturelles et produites par l'homme comme "les communs de l'énergie".

(6) Margaret Crawford: «Productive Urban Environments», in Mohsen Mostafavi, Ecological Urbanism, Revised edition (Zürich: Lars Müller Publishers, 2016), p. 148.

(7) Michel Foucault, L'archéologie du savoir, [Repr.], vol. 354, Nachdr. 2014, Tel (Paris: Gallimard, 2014).

(8) Michael Hough, City Form and Natural Process: Towards a New Urban Vernacular (New York: Van Nostrand Reinhold, 1984), p.9.

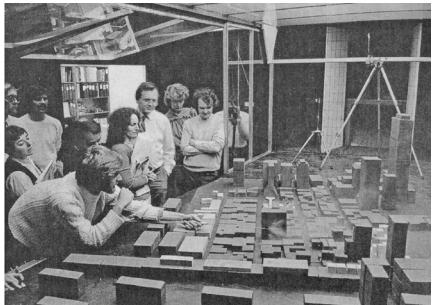


Ralph Knowles, design study on solar accessibility of buildings in Los Angeles, 1972.

Dans le sillage du mouvement écologique des années 1970 - 1980, la discipline de l'architecture s'est principalement intéressée à la maison autonome comme moyen de parvenir à un développement urbain plus durable. Aujourd'hui, les urbanistes et les scientifiques estiment qu'il est nécessaire de "passer de l'étude du bâtiment individuel à celle de la ville" afin d'atteindre les objectifs environnementaux fixés ces dernières années. C'est pourquoi le terme de forme collective, tel que défini par l'architecte japonais Fumihiko Maki en 1964, désigne des "groupes de bâtiments et de quasi-bâtiments", qui ne ressemblent pas à "un ensemble de bâtiments séparés et sans rapports mutuels" mais à des "bâtiments qui ont des raisons d'être ensemble".⁹

L'aménagement significatif des bâtiments n'est pas seulement une question d'esthétique, mais de plus en plus, une question spécifique en termes de demande énergétique collective et de réduction globale de la consommation. Il ne s'agit donc plus d'aborder les questions énergétiques au niveau des bâtiments individuels à l'aide de moyens techniques, mais de considérer des quartiers entiers afin de réaliser un redressement énergétique significatif. Dans les années 1970, l'interaction entre les groupes de bâtiments et les processus naturels a été étudiée scientifiquement dans divers instituts de recherche notamment aux États-Unis, comme le laboratoire de simulation environnementale de l'UC Berkley, à San Francisco, ou le laboratoire d'architecture et de planification du MIT à Cambridge, dans le Massachusetts. La relation énergétique entre la forme

(9) Fumihiko Maki et al., *Investigations in Collective Form*, vol. Nr. 2, The School of Architecture, Washigton University : A Special Publication (St. Louis: The School of Architecture, Washington University, 1964), p. 5.

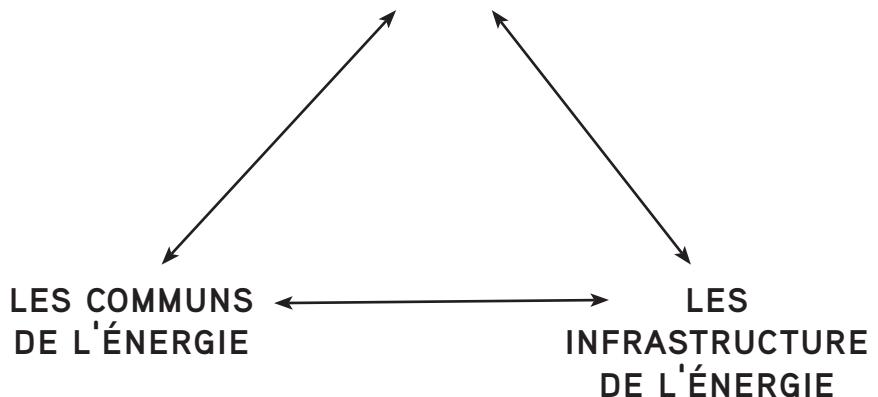


Un laboratoire de simulation, Berkley, California, San Francisco.



Les bermes soulèvent le vent du sud au-dessus des maisons. Des essais en soufflerie dans le laboratoire de MITs Laboratory of Architecture and Planning. Cambridge, Mass., 1976.

LES PAYSAGES DE L'ÉNERGIE



Le tissu urbain en combinaison avec les forces naturelles

Un paysage de pipelines en combinaison avec des équipements de construction



Peter Reyner Banham's Los Angeles. The Architecture of the Four Ecologies, 1971.

des grands agrégats de construction et le rayonnement solaire a été à son tour un axe de recherche central de Ralph Knowles à l'Université de Californie du Sud. Sa théorie de "l'accès solaire" et le concept "d'enveloppe solaire" ont influencé sa réflexion sur la forme architecturale et son approche de la conception urbaine, proclamant une approche écologique de la croissance urbaine (1974).¹⁰

Dans les zones urbanisées, la nature et la technologie sont de plus en plus imbriquées ; l'historien Thomas Hughes parle des "systèmes naturels et humains qui se chevauchent dans les villes". Selon notre cadre théorique du paysage de l'énergie, un environnement significatif est basé sur les synergies énergétiques qui résultent de l'interaction de grands ensembles de bâtiments avec les forces naturelles et l'infrastructure énergétique d'une ville. Ces nouvelles formes de synergie entre gestion passive et active illustrent la nécessité que toute consultation sur les stratégies durables s'accompagne d'une modification simultanée de l'échelle de la gestion énergétique, en tenant compte des effets des saisons, des espaces extérieurs, des groupes de bâtiments, etc... dans la réflexion sur la planification.

Afin de comprendre et d'identifier spatialement les enchevêtrements entre les différents potentiels énergétiques et les futures transformations de l'environnement, le cadre méthodologique implique l'idée d'écologies urbaines multiples. Une telle approche écologique pour l'examen d'un vaste territoire permet de comprendre et de décrire la complexité de l'environnement urbain, qui se caractérise non seulement par des configurations spatiales et structurelles, mais aussi par des implications politiques, économiques, sociales et technologiques.

Depuis le milieu du siècle dernier, le discours sur l'écologie urbaine a promu de manière récurrente, de nouvelles formes d'interprétation de la manière dont

(10) See R. L. Knowles, Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth (Cambridge a.o: MIT Press, 1974).

les différentes réciprocités au sein de l'environnement urbain peuvent être analysées et interprétées en fonction de besoins spécifiques et de questions thématiques. À partir de 1969, quatre livres fondateurs ont été publiés en 15 ans, traitant de la question de l'urbanisme contemporain en accord avec les considérations écologiques : Ian McHarg's *Design with Nature* (1969), Ian C. Laurie's (ed.) *Nature in Cities* (1979), Anne Whiston Spirn's *The Granite Garden* (1984) et Michael Hough's *City Form and Natural Process* (1984). L'exigence centrale du concept écologique de ces scientifiques était la réconciliation de la société avec la nature. La ville contemporaine et son arrière-pays doivent être comprises comme un écosystème holistique : en tant que partie intégrante d'un environnement urbain sain, le climat, l'air, l'eau, la faune et la flore devraient être inclus dans la planification contemporaine. Les recherches dans le domaine de l'urbanisme rassemblées dans ces publications n'ont pas été effectuées que par des architectes ou des urbanistes, mais en grande partie par des universitaires aux compétences spécifiques, tel que des architectes paysagistes. Ils ont été parmi les protagonistes pionniers du mouvement écologique au début des années 1970 et 1980.

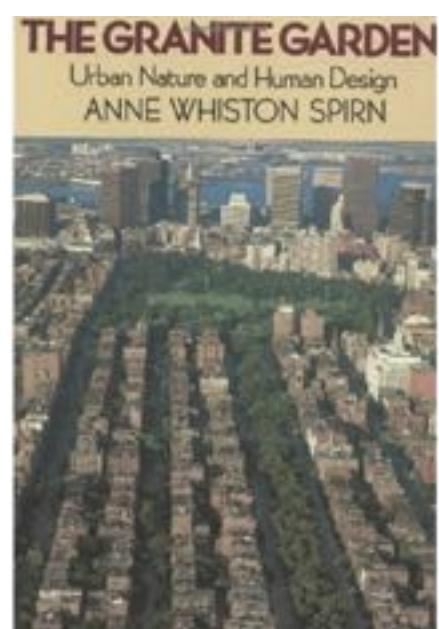
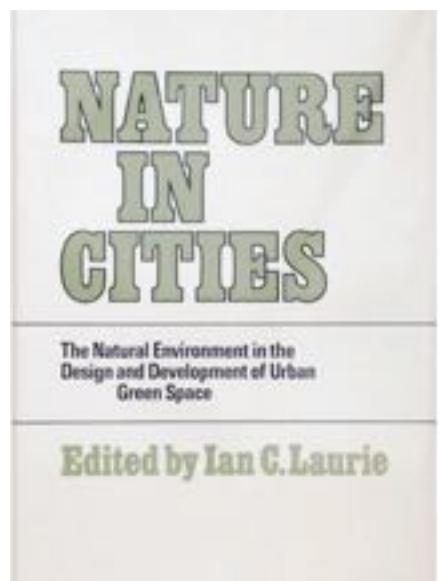
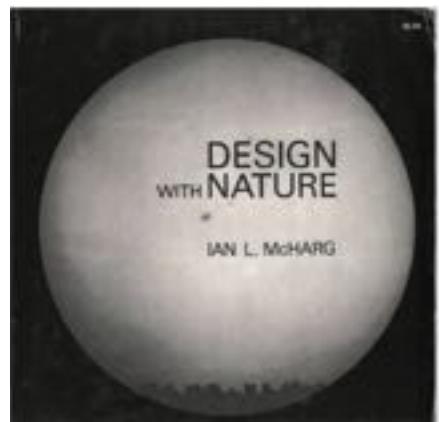
Au cours des années 1960, des architectes comme Kevin Lynch (*The Image of the City*, 1960), Christopher Alexander (*Notes on the Synthesis of Form*, 1964), Fumihiko Maki (*Investigations in Collective Form*, 1964) ou Aldo Rossi (*L'architettura della Città*, 1969) ont analysé l'ordre constitutif des villes en fonction de leur caractéristiques architecturales et esthétiques. Une autre interprétation de l'écologie urbaine a été fournie par le critique d'architecture britannique Peter Reiner Banham en suivant une approche pour décrire la ville de Los Angeles qui utilisait des méthodes d'analyse plus proches de la discipline des sciences humaines que de l'approche méthodologique des sciences naturelles ou du discours esthétique en architecture. Dans "Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies", Banham décrit le vaste paysage urbain de la métropole californienne en termes de quartiers spécifiques, qui se sont développés au fil du temps en fonction de leurs caractéristiques naturelles et leurs infrastructures spécifiques.¹¹ Les Ecologies "Surftopia", "Foothills", "The plains of ID" and "Autopia" dépeignent des tissus sociaux et des styles architecturaux distincts liés à un mode de vie spécifique sur la côte, sur les collines, dans les plaines de la ville ou en liaison avec le vaste réseau routier.

Dans "Chicago à la carte : the City as an Energy System", Alvin Boyarsky, Professeur à l'école d'architecture AA de Londres, décrit la "complexité de l'infrastructure multicouche de Chicago" comme une écologie urbaine spécifique à la ville, en remarquant que "le système énergétique des autoroutes, du chemin de fer, de l'utilisation industrielle et institutionnelle du sol produit des poches résidentielles rectangulaires résiduelles caractéristiques".¹² En utilisant des cartes postales et des photographies comme moyens d'analyse et de documentation historique, il met en évidence l'étroite relation entre les systèmes énergétiques, la société, la culture et la gouvernance: "Les lignes d'énergie et de communication définissent les quartiers qui contiennent les symboles isolés de la religion, de l'éducation et de l'autorité civique."¹³

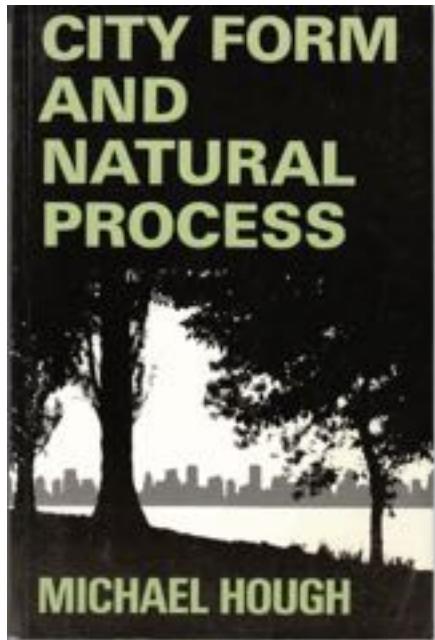
(11) See Reyner Banham, Joe Day, and Anthony Vidler, *Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies* (Berkeley Calif, Los Angeles, London: University of California Press, 2009).

(12) Alvin Boyarsky: «Chicago à la carte. The City as an Energy System», in AD, Dezember 1970, p. 633.

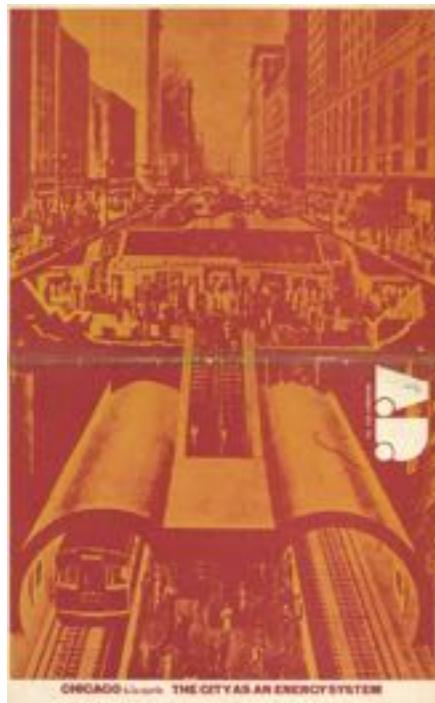
(13) Alvin Boyarsky: «Chicago à la carte. The City as an Energy System», in AD, Dezember 1970, p. 631.



15
Seminal Publications on ecological Urbanism



Seminal Publication on ecological Urbanism



La dichotomie entre la nature et la ville a été remplacée ces dernières décennies par une compréhension de l'écologie urbaine, qui considère la nature non seulement comme faisant partie de la ville, mais s'efforce d'avoir une nouvelle compréhension synthétique d'un environnement entièrement créé par l'humain: "La conception, l'utilisation et la signification de l'espace urbain impliquent la transformation de la nature en une nouvelle synthèse"¹⁴ La contribution se caractérise par ce passage épistémique d'une compréhension de l'écologie purement basée sur la nature à une compréhension en tant qu'écologie politique qui reconnaît les caractéristiques anthropogéniques du paysage urbain et son inter-relation avec l'architecture et la technologie.

La figure de pensée du "paysage énergétique" décrivant l'interaction fructueuse des "communs de l'énergie" et des "infrastructures énergétiques" a permis d'identifier les perspectives de transformations urbaines pour le Grand Genève à l'échelle locale et régionale. La cartographie des différents éléments naturels et artificiels liés à l'énergie a permis de mieux comprendre comment l'énergie est historiquement ancrée dans le territoire et comment elle a spatialement affecté le développement de la ville et du paysage - des résultats qui ne peuvent être représentés en termes techniques.

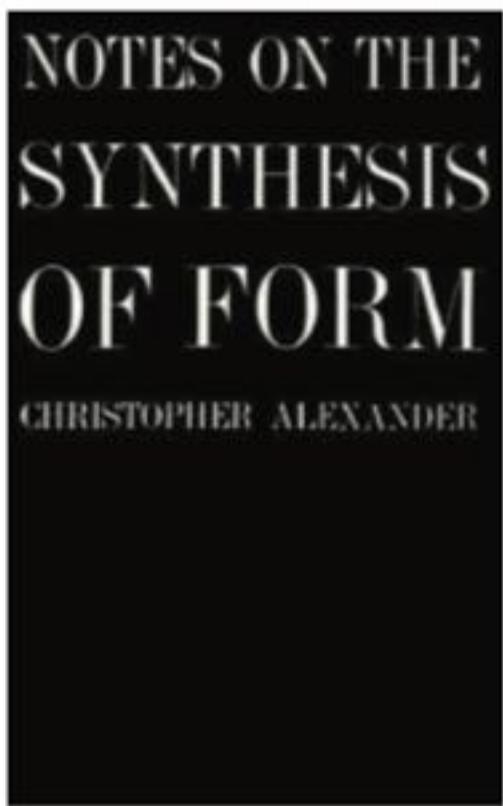
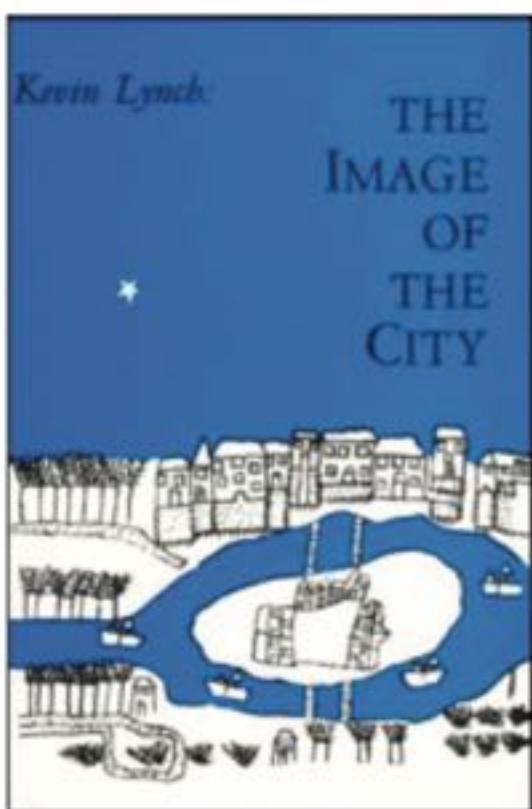
Afin de comprendre la nature complexe du paysage énergétique du Grand Genève, l'équipe s'est engagée dans une série d'activités allant de la lecture de nombreux rapports et études, à la conduite d'un séminaire avec des étudiants de l'Accademia di Architettura de Mendrisio, ainsi des entretiens avec des experts et des travailleurs locaux du secteur de l'énergie, en passant par des visites récurrentes sur le terrain, de la cartographie et documentation des nœuds et des infrastructures de production et de distribution d'énergie les plus pertinents sur ce territoire.

La complexité de ces réseaux et de ces géographies qui se chevauchent, se reflète dans la pluralité des acteurs politiques et techniques impliqués dans le domaine de la planification et de la gestion de la production et de la distribution d'énergie. Nombreux sont également les projets en cours qui doivent être intégrés pour avoir une vue d'ensemble de l'évolution du secteur de l'énergie.

En outre, l'équipe a visité différents sites de production d'énergie et nœuds d'infrastructure du paysage énergétique afin de comprendre leur spatialité et leurs conséquences sur l'environnement. Les champs solaires, les barrages hydroélectriques, les champs de transformateurs, les installations de gestion des déchets et le chauffage urbain à la biomasse, tant sur le territoire français que suisse, sont parmi les sites d'intérêt que nous avons visités au cours des 4 derniers mois.

La cartographie de ces infrastructures et des ressources locales sur lesquelles elle repose a été à la fois un outil de compréhension du paysage énergétique pour comprendre sa structure et les dynamiques à l'œuvre et un outil de représentation d'un territoire souvent méconnu. La cartographie du paysage énergétique a dévoilé une géométrie énergétique alternative.

(14) Matthew Gandy, *Concrete and Clay: Reworking Nature in New York City* (Cambridge, Mass: MIT, 2002), p. 2.



The Image of the City (1960), Notes on the Synthesis of Form (1964)



Investigations in Collective Form (1964), L'architettura della Città (1969).

Thiébaut Parent

3. Sankey 2020

Les données de consommations énergétiques sont relatives à l'année 2017. Les consommations pour la partie française du Grand Genève sont directement issues des données de l'OREGES et corrigées au prorata de la population dans le Grand Genève français par rapport à la population en région Rhône-Alpes. Les consommations énergétiques du canton de Genève sont issues majoritairement des données de l'OCSTAT. Par ailleurs, certaines données de M. Quiquerez ont été utilisées pour certains calculs sur les réseaux de chaleur et le photovoltaïque. Par ailleurs, certaines valeurs non renseignées dans les données statistiques de l'OCSTAT ont été interpolées des statistiques Suisse de l'OFEN. La consommation électrique du CERN est issue directement du site du CERN. Nous partons du principe qu'elle n'est pas intégrée aux données de l'OREGES. Elle est additionnée en termes d'importation d'énergie primaire dans le Grand Genève. Les consommations de l'aéroport sont intégrées dans la partie transport. Ces données proviennent de l'OCSTAT et correspondent au kérosène consommé à l'aéroport Cointrin (cad, si un avion fait le plein de kérosène à New-York, le kérosène servant à relier New-York à Genève n'est pas comptabilisé).

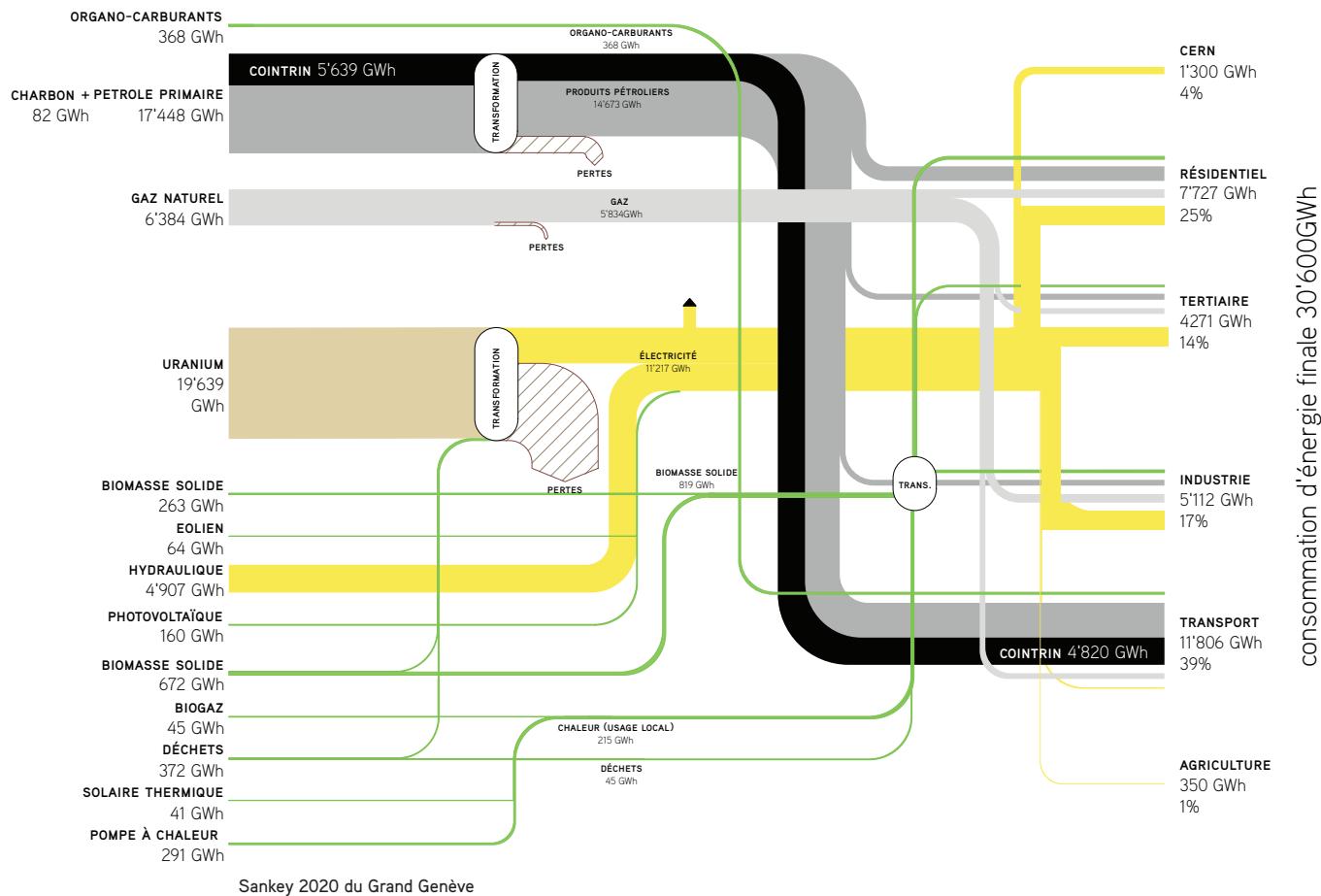
3.1 MONTRE-MOI TON SANKEY, JE TE DIRAI COMMENT BAISSER TES ÉMISSIONS.

L'objectif de ce travail est de donner une vue globale des consommations énergétiques dans le Grand Genève avec le bon ordre de grandeur. La compilation des données provenant de sources multiples, certaines hypothèses de calcul ont été nécessaires pour obtenir ce diagramme.

Ce travail inédit de visualisation des flux énergétiques permet de comprendre la répartition des consommations énergétiques dans le Grand Genève. Grâce à ce diagramme de Sankey, les potentiels de réduction des consommations énergétiques sont identifiables, et la forte dépendance aux énergies fossiles du Grand Genève est criante. Ce n'est, en soi, pas une surprise, puisqu'environ 52% de l'énergie primaire consommée en France est issue d'énergies fossiles, alors qu'en Suisse cette part représente environ 60% selon l'AIE. Si l'on connaît la consommation en énergie, il est par ailleurs possible d'estimer les émissions de gaz à effets de serre et d'identifier là aussi les potentiels de diminution des émissions GES. En d'autres termes, ce diagramme peut servir de base à l'élaboration d'une stratégie carbone plus large au sens du Grand Genève, qui permettrait d'atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050.

3.2 POINTS CLÉS DU DIAGRAMME DE SANKEY POUR LE GRAND GENÈVE

Environ 67% de l'énergie finale consommée dans le Grand Genève est d'origine fossile. Les bâtiments résidentiels et tertiaires sont responsables d'environ 39% de la consommation énergétique dans le Grand Genève. Si l'on part d'une moyenne réaliste de renouvellement du parc immobilier de 1% par an, on mesure l'ampleur de la tâche à réaliser pour faire en sorte que la totalité du parc de bâtiments du Grand Genève soit compatible avec les objectifs de l'accord de Paris dans 30ans, idéalement bâtiments zéro net carbone. Cela signifie notamment



que les bâtiments construits aujourd’hui, qui seront vraisemblablement encore en service dans 30 ans, se devraient déjà être exemplaires du point de vue CO₂, ce qui est loin d’être le cas même pour les plus performants d’entre eux,¹ notamment en raison du fait que les normes de construction actuellement en vigueur sont fortement basées sur l’aspect énergétique. Un bilan carbone n’est par exemple pas exigé à l’heure actuelle pour l’obtention d’un permis de construire.

L’électricité représente environ 37% de la consommation en énergie finale du Grand Genève. Une décarbonisation massive du Grand Genève passe forcément par la décarbonisation de la production électrique.

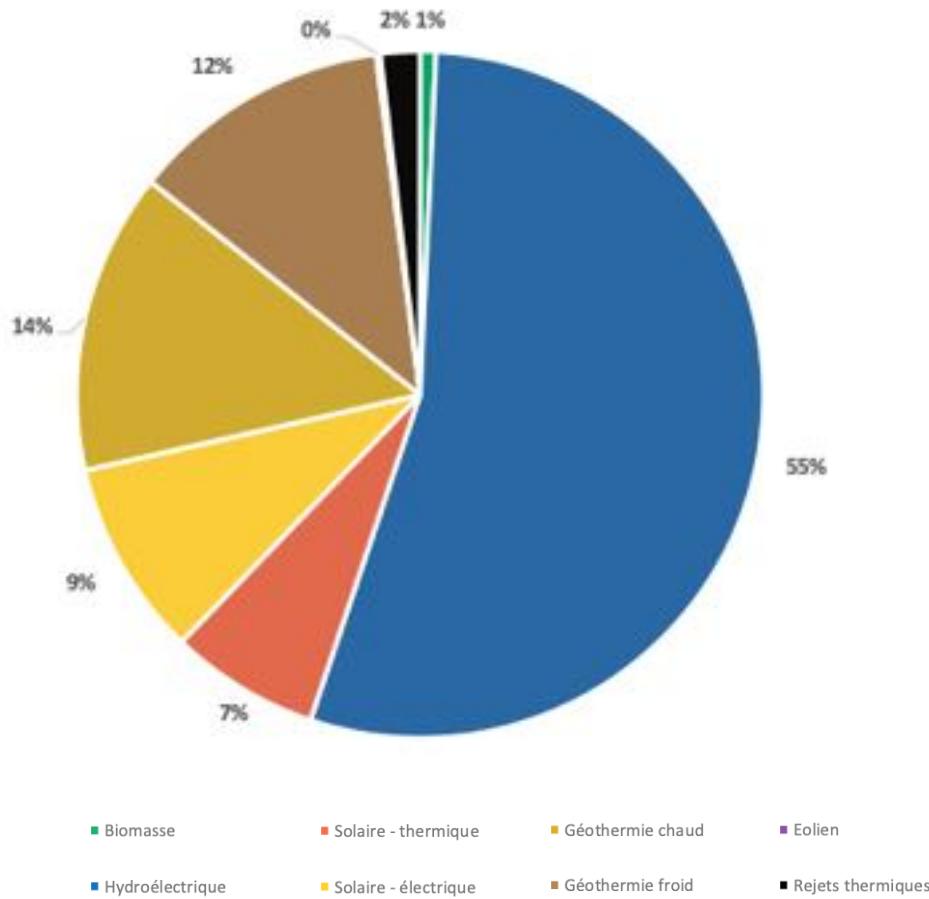
Le transport (hors aérien) représente environ 23% de la consommation d’énergie du GG. Trafic aérien compris, ce chiffre augmente à 39%. Le potentiel de réduction des émissions de la mobilité sur les consommations d’énergie et d’émissions de GES est donc très important. L’aéroport à lui seul représente environ 16% de la consommation énergétique du Grand Genève. Si l’on décide délibérément d’augmenter la capacité du trafic aérien à Cointrin, un Grand Genève neutre en carbone en 2050 ne serait possible qu’en cas d’une compensation à minima équivalente, des émissions supplémentaires induites par l’aviation. En d’autres termes, dans une logique de réduction des émissions de GES, les stratégies et arbitrages adoptés doivent être justifiées du point de vue du bilan des émissions carbone.

(1) T. Jusselme; A. Brambilla; E. Hoxha; Y. Jiang; D. Vuarnoz : Building 2050 - State-of-the-arts and preliminary guidelines. 2015

La répartition des postes de consommation résidentiel, industrie etc... pour le canton de Genève est fait comme suit : les produits pétroliers vont en intégralité au transport (supposition), le reste de l’énergie finale se répartit selon les statistiques fédérales. La répartition de chaque énergie par poste n’est pas documentée par l’OCSTAT.

Les “pertes transformation d’énergie” regroupent les pertes réseaux et les exportations d’énergie finale.

La réglementation thermique française pour les constructions neuves évolue. Alors que la RT2012 (en vigueur jusqu’à janvier 2021) met en avant les Bâtiments à Basse Consommation (BBC), la réglementation thermique 2020 (RT2020) promeut désormais des Bâtiments à Energie POSitive (BEPOS) et une empreinte carbone réduite (C-).



Le CERN représente environ 4% de la consommation énergétique du Grand Genève. La consommation électrique de 1'300 GWh par cette entité est équivalente à la consommation en énergie finale moyenne d'environ 40'000 habitants du Grand Genève.

Le solaire (photovoltaïque+thermique) et l'éolien représentent moins de 1% de la production d'énergie. Une décarbonisation massive et rapide de la production électrique uniquement via les vecteurs solaires et éoliens n'est pas réaliste dans le Grand Genève en raison des potentiels réduits dans la région. Le recours massif à l'énergie thermique issue du lac semble une option prometteuse.² La question de la réduction du contenu CO₂ de l'électricité est un enjeu majeur des prochains mois, car les choix politiques d'investissements pris à ce sujet dans les années à venir conditionneront inévitablement la capacité d'un pays ou d'une région à tenir les objectifs du « facteur 4 », en raison, notamment, de la longue durée de vie des centrales de production électrique (40-60 ans pour le nucléaire, environ 40 ans pour le charbon et le gaz, 60 ans pour l'hydraulique). L'agriculture ne représente qu'une part marginale de la consommation énergétique du Grand Genève (1%). Pour autant, la région n'est pas autarcique en approvisionnement de nourriture et importe la majeure partie de ses vivres.

(2) Jérôme Faessler, Valorisation intensive des énergies renouvelables dans l'agglomération franco-valdo-genevoise (VIRAGE) dans une perspective de société à 2'000W doi: <https://www.unige.ch/sysener/fr/activites/axes/energie/virage/>

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_2}{\text{TOE}} \times \frac{\text{TOE}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{GDP}}{\text{POP}} \times \text{POP}$$

$$\times \frac{1}{3} \quad \times \frac{1}{4,5} \quad \times \frac{1}{2} \quad \times 2,2 \quad \times 1,3$$

Equation de Kaya

3.3 L'ÉQUATION DE KAYA

Pour comprendre les enjeux qu'implique le "zéro émission net" et les leviers d'action à activer pour atteindre cet objectif d'ici 2050, il est nécessaire de rappeler l'équation de l'économiste Japonais Kaya, élaborée en 1993, traduisant en quatre termes les mécanismes des émissions de CO₂ :

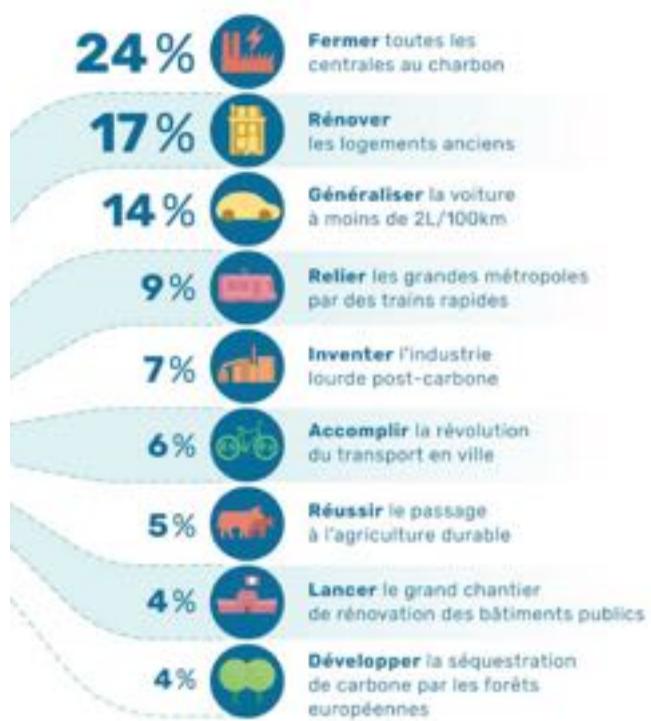
La population mondiale (POP en habitants) produit des biens économiques (PIB/POP en euro/habitant). Cette dernière entraîne une consommation d'énergie - donc de kWh (TEP/PIB en kWh/euro). L'énergie consommée, selon la source à partir de laquelle elle est produite, émet une quantité de gaz à effets de serre (CO₂/TEP en kgCO₂/kWh).

Il est établi que pour cesser d'enrichir l'atmosphère en gaz carbonique, il faut diviser les émissions mondiales de 2010 par 3 au moins ([https://jancovici.com/changement-climatique/agir-collectivement/que-signifie-concretement-darreter-la-hausse-du-CO₂-dans-lair/](https://jancovici.com/changement-climatique/agir-collectivement/que-signifie-concretement-darreter-la-hausse-du-CO2-dans-lair/)).

M. Jancovici, expert reconnu des questions énergétiques et climatiques, explique, en se servant d'hypothèses réalistes, qu'en considérant une population 9 milliards de personnes en 2050 (POP*1.3), une croissance économique mondiale annuelle entre 2.5 et 3% d'ici 2050 (PIB/POP*2.2) et une amélioration conséquente de 50% de l'efficacité énergétique globale (TEP/PIB*0.5), la division par 3 des émissions de CO₂ n'est possible que si le contenu en gaz carbonique de l'énergie (CO₂/TEP) est divisé par un facteur 4 à 5 au moins. Problème : ce terme (CO₂ / TEP) a juste diminué de 10% sur les 40 dernières années...

L'Europe et la France se sont engagées à diminuer par un facteur 4 au moins leurs émissions de GES entre 1990 et 2050. Réaliser cet objectif revient à baisser les émissions en moyenne de 5% par an pendant les 30 années à venir.

Une telle baisse doit être pensée et planifiée à tous les niveaux économiques. Pour avoir une stratégie cohérente et efficace du point de vue de la réduction des émissions CO₂, il est indispensable d'identifier les postes de consommation énergétique et d'émissions de CO₂.



Stratégies pour décarbonner

3.4 LA QUESTION DU NUCLÉAIRE

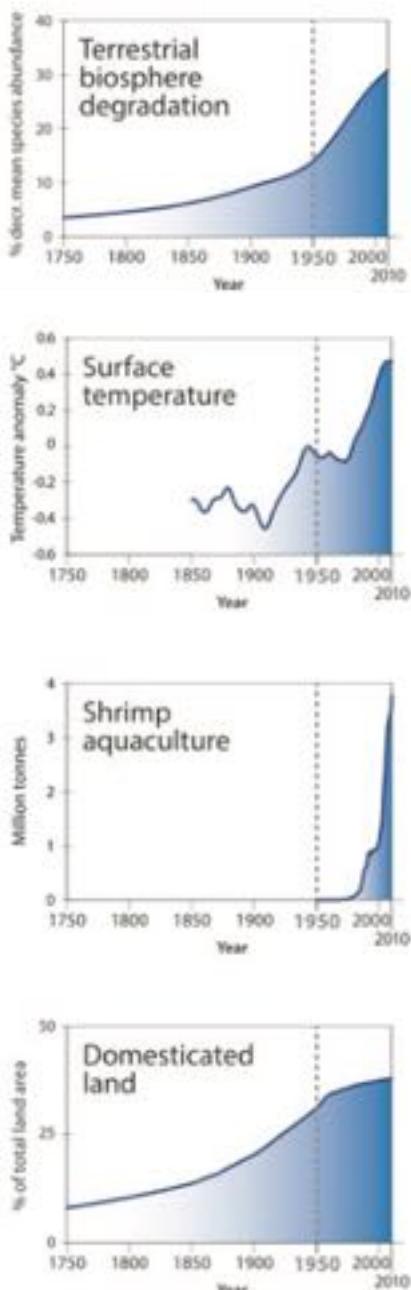
La question du rôle éventuel du nucléaire en tant qu'énergie de transition et de décarbonisation massive du parc de production électrique fossile mérite d'être débattue. Prenons l'exemple de la production d'électricité : 1 kWh électrique produit au nucléaire émet environ 6 gCO₂. La fission d'un atome d'uranium ne dégage pas de CO₂. Le contenu carbone de l'énergie nucléaire provient de l'extraction de l'uranium, de son transport, son enrichissement et de la construction et déconstruction des centrales. Ce contenu reste bien en deçà de la production d'électricité ayant recours aux énergies fossiles (gaz ou charbon). La production électrique au gaz émet ainsi 400 gCO₂/kWh (env. 65 fois plus que le nucléaire) et celle au charbon environ 1'000 gCO₂/kWh (env. 160 fois plus que le nucléaire). Dans une logique de décarbonisation massive et rapide, la question de la production électrique, représentant environ 27% des émissions de CO₂ en Europe, se pose fatalement. Le nucléaire étant l'énergie pilote (facteur de charge élevé) la moins émettrice (l'éolien et le solaire, en outre plus émetteurs sur leur cycle de vie en termes de CO₂ que le nucléaire, sont des énergies intermittentes à facteur de charge faible, ne permettant pas d'assurer un approvisionnement électrique annuel constant. Ces énergies nécessitent donc le recours au stockage ou à une substitution par des énergies pilotes pour assurer l'approvisionnement électrique lorsque le vent ne souffle pas ou lorsqu'il y a trop peu de soleil). Par ailleurs, dans le cas d'une transition énergétique du système basé sur les ENR intermittentes, le seul coût du stockage de l'électricité en France excéderait probablement le coût de la reconstruction à neuf du parc nucléaire.

Oscar Buson

Thiébaut Parent

Giulia Scotto

4. No-oil 2050



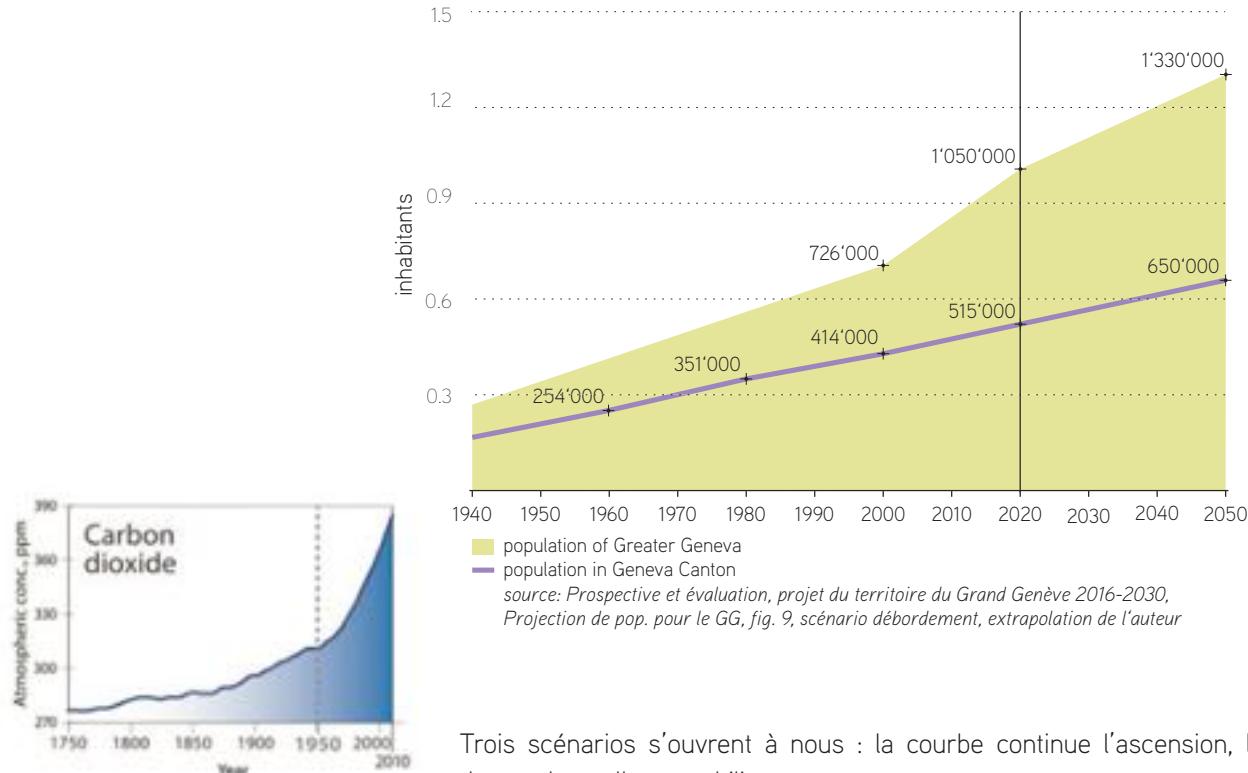
4.1 MOUVEMENT DE COURBE : 3 SCÉNARIOS

Le "tableau de bord de l'anthropocène", à l'origine développé par Steffen dans "The trajectory of the Anthropocene : The Great Acceleration",¹ compare les tendances socio-économiques avec les tendances du système terre. De ces diagrammes, il ressort que depuis l'après-guerre, les évolutions relatives à la consommation et à l'exploitation des ressources naturelles suivent toutes une ligne croissante de type exponentielle. Au même titre que la croissance de la population mondiale, du PIB, des véhicules motorisés et du tourisme international, nous constatons que la perte des forêts tropicales, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère et les températures de surface augmentent. L'origine de cette accélération des tendances du dérèglement climatique, de la diminution de la biodiversité et des tensions géopolitiques, est donc imputable à la révolution industrielle et à l'exploitation des énergies fossiles.

Le tableau de bord de l'Anthropocène exprime parfaitement la tendance de la consommation mondiale des ressources naturelles et du dérèglement planétaire. La relation entre exploitation et dégradation de la planète se résume dans le diagramme par une courbe exponentielle ascendante. "Si le concept d'Anthropocène reflète la nature, l'échelle et l'ampleur passées et présentes des impacts humains sur le système terrestre, sa véritable signification réside dans la manière dont il peut être utilisé pour guider les attitudes, les choix, les politiques et les actions qui influencent l'avenir".

Mais comment va évoluer cette ligne qui témoigne de la tendance socio-économique mondialisée et de celle du système terre ? Quelles pourront être les conséquences sur le futur la société thermo-industrielle ?

(1) Will Steffen et al., "The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration," *The Anthropocene Review* 2, no. 1 (April 1, 2015): 81–98, <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>.

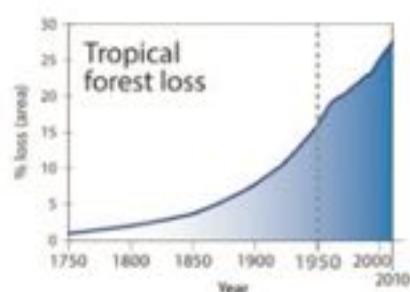
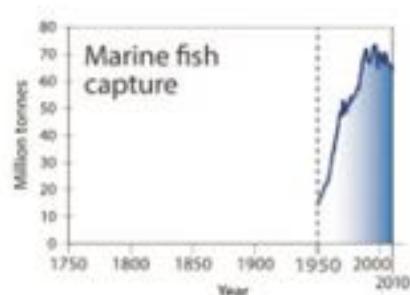
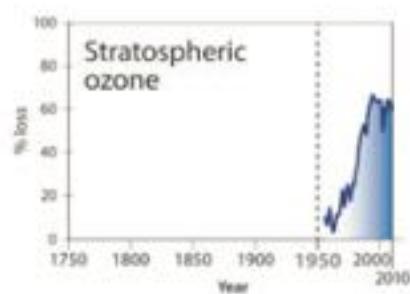


Trois scénarios s'ouvrent à nous : la courbe continue l'ascension, la courbe descend, ou elle se stabilise.

Scénario 1: business as usual

Le premier scénario, appelé communément en anglais "Business As Usual" (BAU), sous-entend l'augmentation de la consommation, de l'exploitation des ressources naturelles et un dérèglement des conditions climatiques à l'échelle globale. Il nous faut considérer ce modèle comme malheureusement très probable si l'on considère les prévisions du rapport Meadow.² A long terme, ce chemin ne sera pourtant pas supporté par l'écosystème planétaire par le simple fait que notre planète est un espace fini dans l'univers.

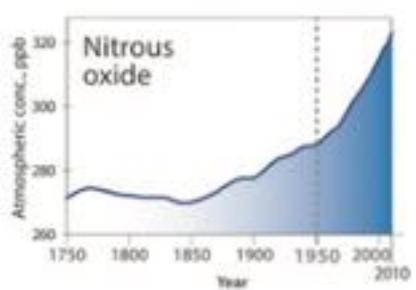
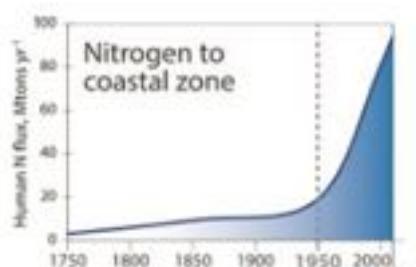
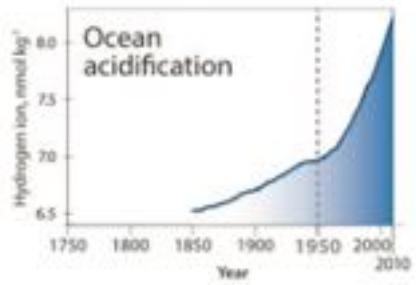
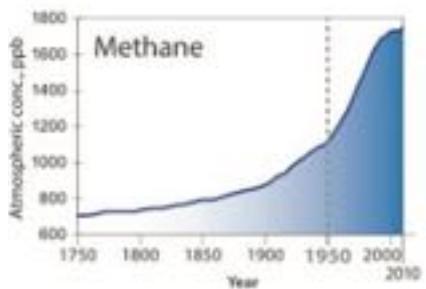
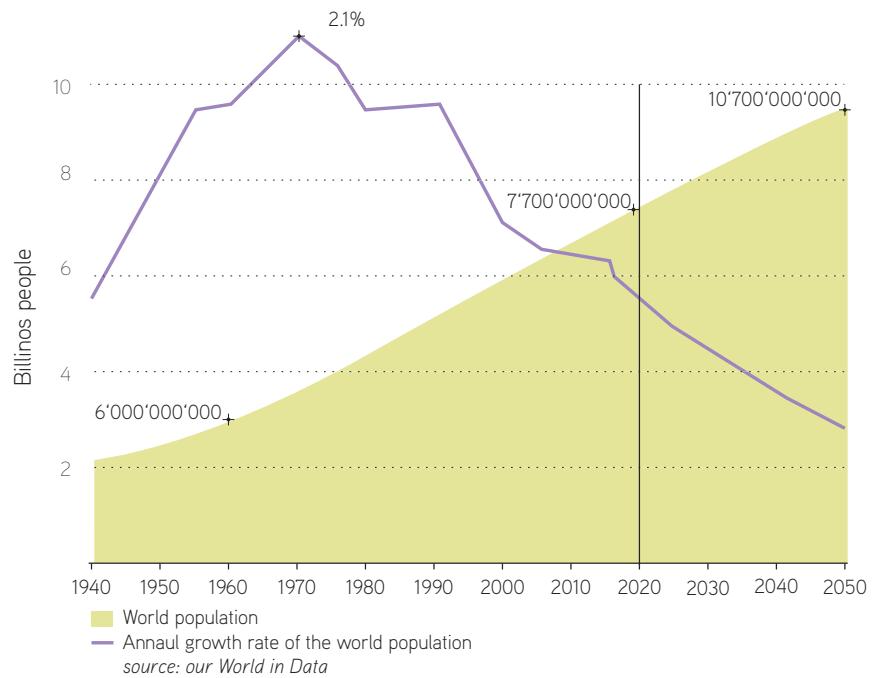
Selon une recherche de l'université de Genève, la population du Grand Genève pourrait atteindre 1.4Mio d'habitants.³ Dans ce scénario, nous avons considéré une consommation énergétique par habitant comparable à celle de 2018, au vu du développement peu soutenu de projets qui tiennent compte des directives de la société 2000W. En regroupant les secteurs de l'activité et du logement, nous avons calculé sur les bases de la consommation par habitant de 2018 une consommation d'énergie finale brute de 17'460 GWh, toutes activités confondues. Pour ce qui en est du trafic aérien, nous avons poursuivi la tendance de la prévision du nombre de passagers à partir de Cointrin pour 2030. Dans ce scénario, en 2050 l'aéroport de Genève pourra accueillir 37Mio de passagers par an. Ainsi, la consommation de Kérosène pourra atteindre les 4'820 GWh et représentera ainsi 16% à la consommation totale d'énergie du Grand Genève.⁴ Si nous considérons une consommation par habitant stable également pour leurs



(2) Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers, *Les limites à la croissance (dans un monde fini)*: le rapport Meadows, 30 ans après, Initial(e)s DD (Paris: Rue de l'échiquier, 2012).

(3) « Genève 2050 », Version du rapport Genève 2050 en date du 27 juin 2018, République et canton de Genève, 2018

(4) Extrapulation de l'auteur



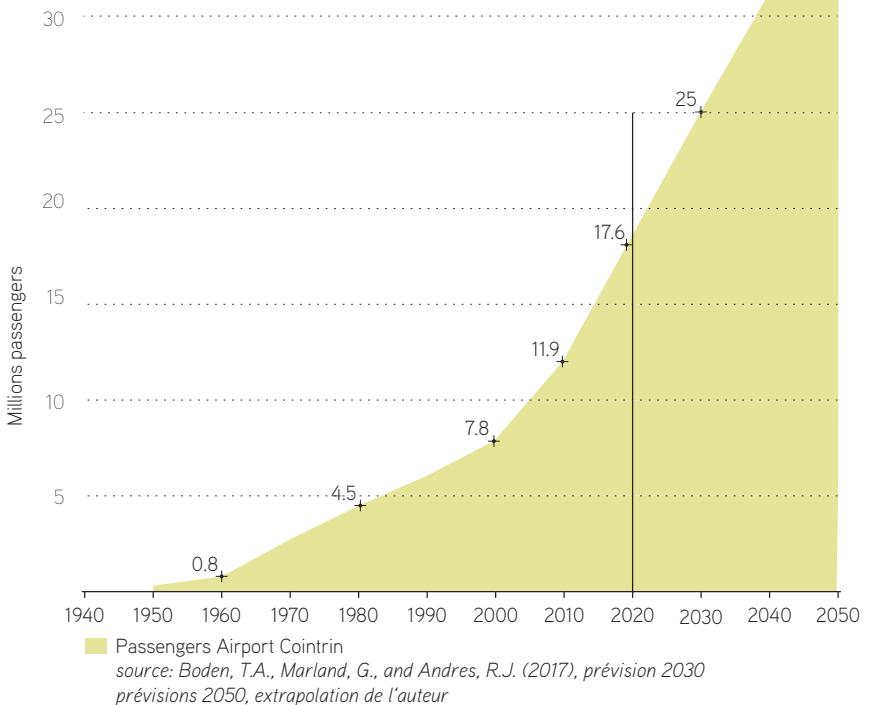
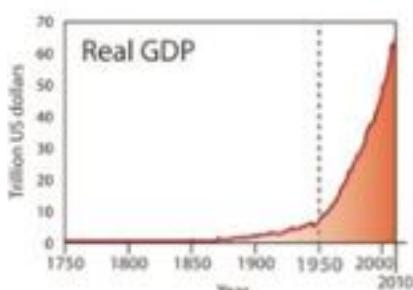
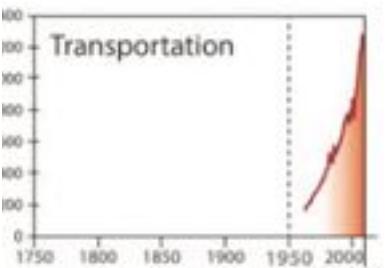
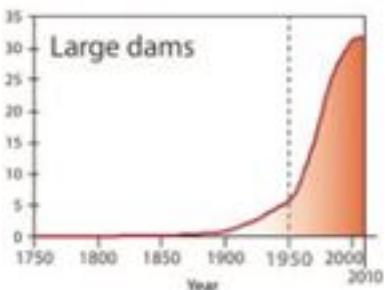
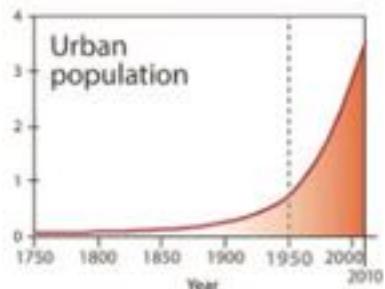
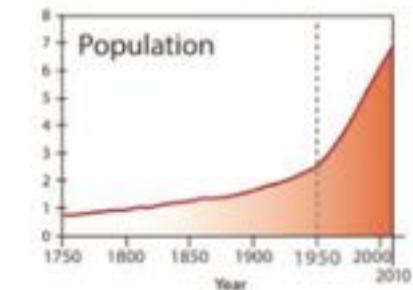
déplacements, nous constatons que la consommation d'énergie totale augmente de 55% par rapport à 2018. Ce scénario est certes à prendre avec beaucoup de précautions, mais il est intéressant néanmoins de remarquer que l'augmentation des besoins énergétiques est supérieure à l'augmentation de la population qui est de 44%. Le scénario BAU n'est pas impossible, mais il a des conséquences écologiques et sociales dramatiques à long terme.

Scénario 2: l'effondrement

Le second scénario suppose, la descente drastique et symétrique de la courbe du tableau de bord de l'Anthropocène. La diminution de l'exploitation de ressources naturelles coordonnée avec une diminution de la population mondiale serait aussi le signe de la détérioration profonde et irréversible des écosystèmes et l'effondrement de la société. En effet, une diminution de la consommation énergétique mettrait en échec le système d'échange complexe de notre société, le transport de marchandises serait bloqué, les grandes villes affamées, les structures sociales, économiques et politiques viendraient à manquer. Le dérèglement climatique total pourrait mener à une insécurité alimentaire mondiale croissante et un taux migratoire élevé vers la région genevoise, dont la stabilité politique et économique en ferait un territoire refuge. Le sentiment d'insécurité, la prise de pouvoir de groupes populistes xénophobes, puis des crises économiques consécutives pourraient mettre à mal les états européens.⁵

Dans ce second scénario, il se pourrait que le Grand Genève reste une île heureuse au cœur de l'Europe. L'ordre géopolitique international deviendrait illisible à mesure que les états s'enfonceraient dans les crises. Il donnerait lieu à une intense activité diplomatique dont Genève resterait l'un des centres de gravité. La stabilité historique et culturelle des institutions genevoises représenterait un

(5) « Genève 2050 », Version du rapport Genève 2050 en date du 27 juin 2018, République et canton de Genève, 2018



lieu refuge pour de nombreux exilés politiques et migrants climatiques. Alors que Genève pourrait, dans un premier temps, tirer profit d'un scénario catastrophe, et alors même que ce scénario est loin d'être improbable, car si le scénario BAU devait s'avérer correct pendant un temps, il en suivrait indéniablement le scénario d'effondrement, nous allons écarter ce second scénario du nôtre pour la même raison que nous avons écarté le premier.

Scénario 3 La transition

Dans le cadre de la consultation du Grand Genève nous avons choisi d'explorer le troisième scénario, celui d'une courbe constante. C'est le scénario d'une société résiliente, qui engage des changements profonds au sujet de la consommation des ressources. C'est le scénario propre de la transition écologique et énergétique, celui qui offre la possibilité de maintenir, autant que possible, notre état actuel de confort, de stabilité et de contrôle en ce qui concerne les ressources limitées de la planète. C'est en d'autres mots le scénario du contrôle. La population mondiale viendrait à se stabiliser. Celle du Grand Genève augmenterait, mais moins que dans le scénario BAU. Stabiliser la consommation des ressources naturelles alors que la population mondiale viendrait premièrement à augmenter, ne nous informe cependant pas sur le type de ressources qui seraient exploitées. Il est essentiel non seulement de consommer moins, mais de consommer différemment.

4.2 ÉNERGIE FOSSILE

L'énergie fossile est la source d'énergie la plus extraordinaire que la nature nous ait offerte. Ce charbon liquéfié est non seulement très facilement transportable et compact, mais de surcroît, il contient dans une quantité réduite de matière, une force de travail inouïe. Pour se rendre compte de l'incroyable force déployée par le pétrole, il faudrait transformer les Joules en "unités esclave" pour employer les

mots de Jean-Marc Jancovici: prenons un manœuvre qui va charrier de la terre toute en journée et creusant un grand trou, il aura fourni une énergie mécanique de 0.05kWh. Un sherpa qui gravit 2'000 mètres de dénivelé avec 30 kilos sur le dos fournira quant à lui 0.5 kWh au terme de sa journée de travail.⁶ Prenons alors une journée de travail moyenne de bras et de jambes à 0.3 kWh par jour. Si nous devions convertir l'énergie primaire d'origine fossile consommée dans le Grand Genève en unité esclave, nous devrions nous imaginer 8'350 fois la population totale de la Terre au service du Grand Genève par année. C'est difficile à imaginer.⁷ Même si nous convertissons cette force de travail en unité esclave par jour, il faudra s'imaginer 170 milliards d'esclaves au service du Grand Genève. Ce calcul, qui doit être pris avec précaution, nous aide cependant à cerner à quel point la société thermo-industrielle est dépendante du pétrole.

Il y a seulement quelques générations, la société classique agraire ne produisait principalement du travail que par la force des bras et des jambes. Les chevaux qui attelaient les carrosses des riches, n'était que luxe. Les voitures contemporaines sont attelées par des centaines de chevaux. Les combustibles fossiles sont extrêmement puissants et ont joué un rôle clé dans le développement des conditions de confort dont une petite partie des habitants de la planète peut bénéficier quotidiennement. Le principal problème de l'exploitation des combustibles fossiles réside dans les effets secondaires de leur utilisation/combustion et l'utilisation disproportionnée que la culture de l'énergie en fait. La nécessité de sortir des énergies fossiles est une question climatique et éthique.⁸

4.3 UN ENJEU CLIMATIQUE

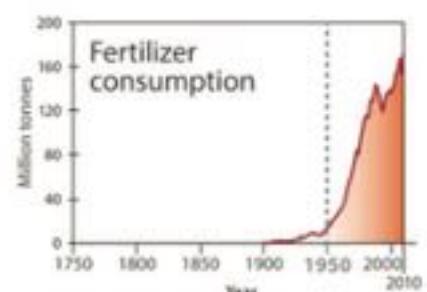
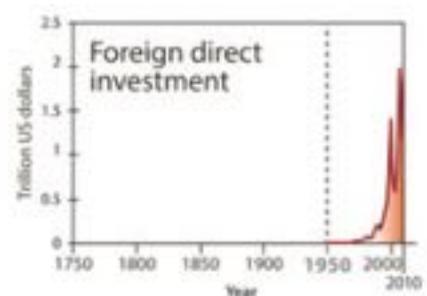
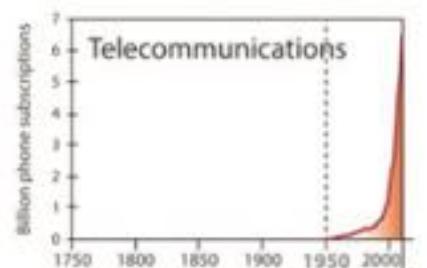
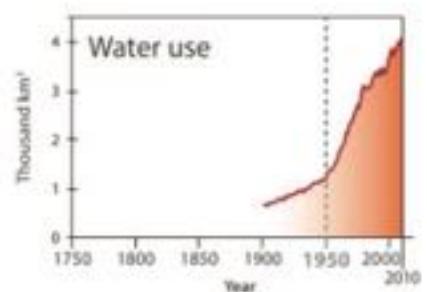
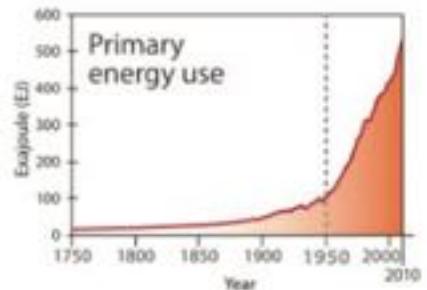
En décembre 2015, la COP21 clôturait à Paris avec un accord qualifié d'historique dans lequel l'objectif affiché par les participants est de limiter le réchauffement climatique nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1.5 °C/an.⁹ Cet accord engage la population mondiale à une prise de conscience collective que les émissions de gaz à effet de serre engendrées par l'activité humaine sont responsables d'une augmentation moyenne des températures planétaires de l'ordre de 1°C par rapport à l'ère préindustrielle. Ce rapport est sans appel : les 1.5°C sont vraisemblablement intangibles. Il faut donc agir au plus vite pour imaginer, décider et réaliser une réduction drastique et mondialisée des émissions de GES. En ce sens, l'article 4 de l'accord de Paris donne un objectif de "zero émission net" en 2050, c'est à dire un objectif de neutralité carbone au niveau mondial. Les signataires s'engagent à opérer des réductions d'émissions de façon à parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions par les puits de gaz à effet de serre (forêts, océans, techniques de restauration du climat et de capture et stockage du carbone etc.)

(6) Jean-Marc Jancovici and Alain Grandjean, *Le plein, s'il vous plaît!: la solution au problème de l'énergie* (Paris: Eddu Seuil, 2006).

(7) C'est si difficile à imaginer qu'un être humain d'arriverait pas au courant d'une vie à compter jusqu'à un milliard.

(8) Début 2014, nous avons pu bénéficier d'une extraordinaire synthèse scientifique, le cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui est désormais catégorique, le climat se réchauffe à cause de l'émission de gaz à effet de serre produit par l'activité humaine. The Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (en anglais Intergovernmental Panel on Climate Change, ou IPCC) est un organisme intergouvernemental ouvert à tous les pays membres de l'ONU. Pablo Servigne, Raphaël Stevens, and Yves Cochet, *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes, Anthropocène* Seuil (Paris: Editions du Seuil, 2015).

(9) (Accord de Paris, article 2, page 24/40, Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques). Les travaux du GIEC (GIEC, Réchauffement planétaire de 1.5 °C, 2019)



Aujourd’hui des mouvements de masse animent les places publiques des vendredis dans de nombreuses villes dans le monde. Il aura fallu peut-être d’un miracle et de la folie d’une Jeanne d’Arc des temps modernes pour animer les foules. C'est aussi que les êtres humains vivent un scénario catastrophe à l'échelle planétaire. Un article de L'AGEFI publié en décembre 2019 annonce que « au moins 15 catastrophes naturelles liées au changement climatique ont causé des destructions d'un coût de plus d'un milliard de dollars en 2019 en causant des morts et les déplacements de millions de personnes ». A l'heure où ces mots sont écrits, les feux provoqués par une sécheresse hors norme ravagent le continent australien, des nombreux animaux ont perdu la vie et des écosystèmes ont été détruits.

au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle. Seule la mise en œuvre concrète de cet objectif commun permettra de contenir le réchauffement climatique à 2°C, seuil dont les conséquences environnementales, politiques et sociales ne sont pas entièrement prévisibles.

4.4 UN ENJEU ÉTHIQUE

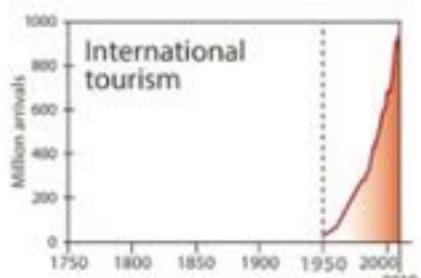
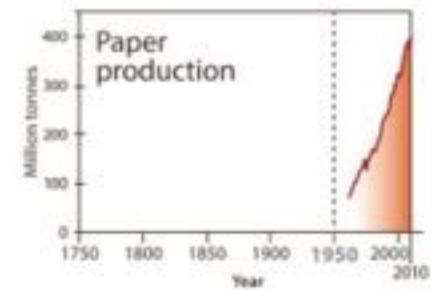
La prise de conscience de l’urgence de reconstruire notre mode de vie pour réduire la consommation de ressources est croissante mais, en même temps, l’augmentation de la qualité de vie dans les zones densément peuplées de la planète, en particulier dans le sud, menace déjà la disponibilité des ressources à une vitesse croissante. Par conséquent, nous ne pouvons pas seulement penser à consommer mieux, nous devons aussi consommer moins. Pour la planète, pour les peuples du monde et pour les générations futures.

À mesure que la société prendra conscience de l’importance de l’approche entropique et en approfondira la connaissance de ses conséquences, nous devrons prendre en considération chaque chose que nous utilisons et consommons ainsi que l’énergie nécessaire pour la produire comme des choses soustraites à autrui. Rien ne peut être recyclé sans investir plus d’énergie dans le système initial et l’énergie et la matière sur notre planète, ne sont pas sans fin.

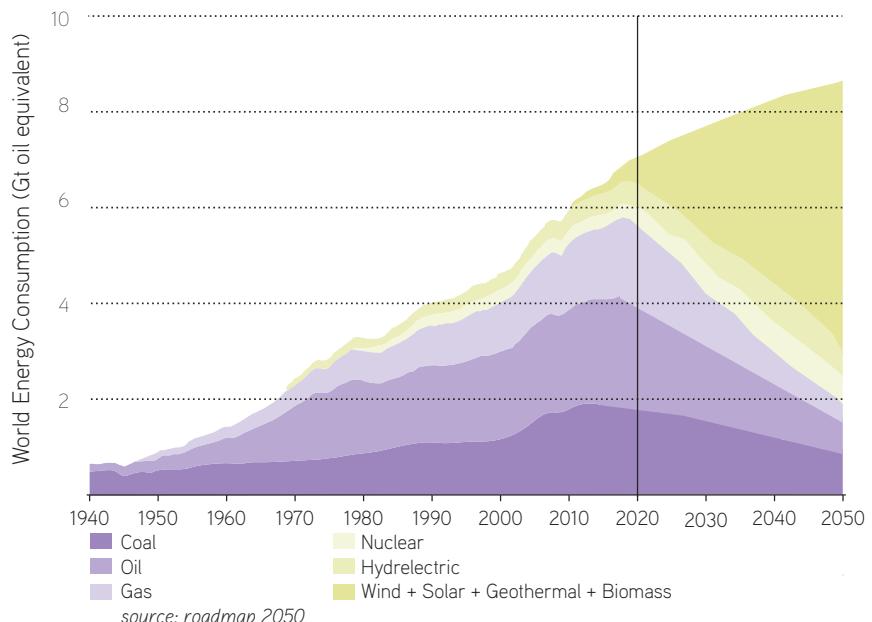
L’engagement individuel est déterminant dans la prise de conscience de ce scénario de la transition. Néanmoins, la responsabilité des politiques et actes à engager pour mettre en œuvre les changements nécessaires à cette transition, est collective ; jusqu’au plus haut niveau de gouvernance, celui de la planète terre.

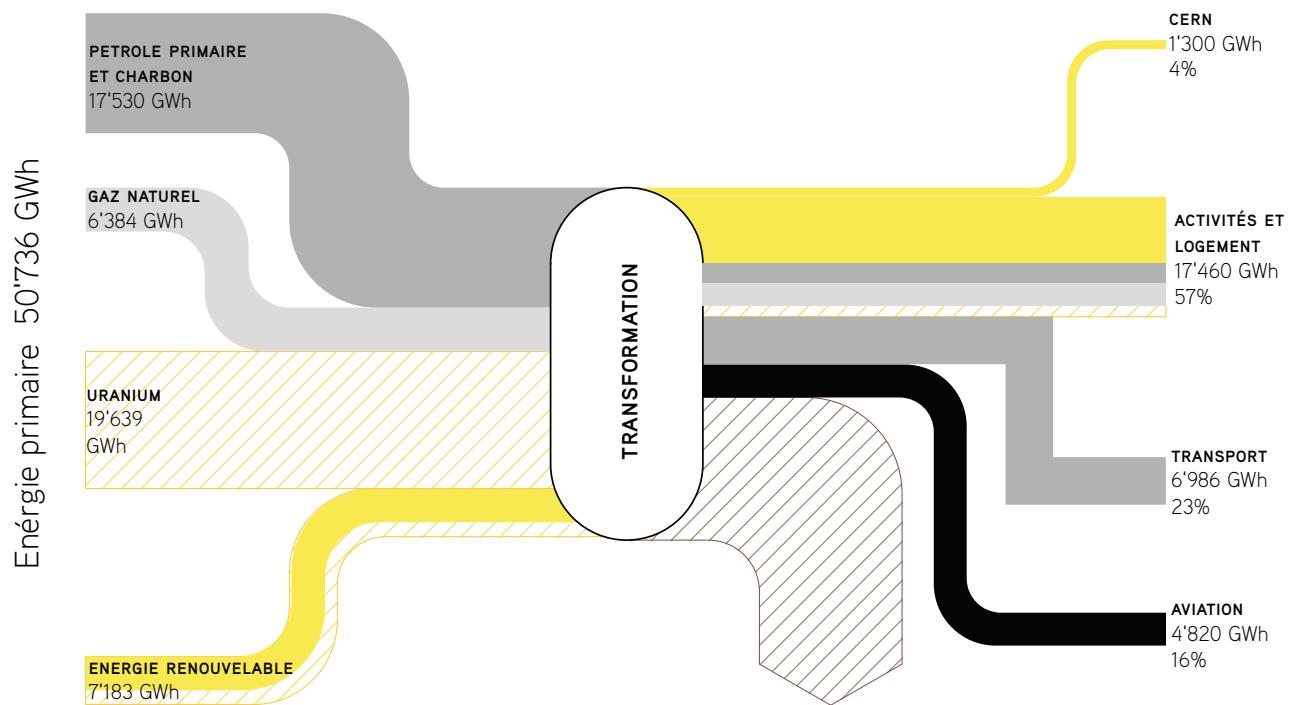
4.5 VERS DES STRATÉGIES BAS CARBONE

L’histoire du carbone et de sa ligne de production industrielle est probablement l’un des plus grands verrouillages de l’histoire. Les conditions initiales, l’abondance de charbon ou de pétrole, mais aussi des décisions politiques encourageant une



Camion-citerne "mazout-éco", Genève





source d'énergie plutôt qu'une autre, ont déterminé les trajectoires technologiques et les orientations politiques sur une très longue durée. Aujourd'hui, si on retire le pétrole, le gaz et le charbon, il ne reste plus grand-chose de notre civilisation thermo-industrielle.¹⁰

Les statistiques d'émission carbone par personne sont relativement similaires en Suisse et en France avec en 2017 respectivement 4.2 et 4.4 tCO₂/personne. Diviser les émissions par 4 entre 1990 et 2050 revient, pour les suisses ou les français, à limiter leurs empreintes carbone à 1 tonne de CO₂ par an et par personne d'ici 30 ans, soit -5% par an.

S'attaquer à la réduction de l'empreinte carbone, c'est s'attaquer en priorité absolue à la consommation d'énergies fossiles. La neutralité carbone en 2050 impose une réduction drastique, voir complète de la consommation de pétrole, de gaz et de charbon (20% des émissions de GES mondiales – ceci ne concerne en revanche que peu le Grand Genève, peu consommateur de charbon). Une approche systémique est nécessaire pour s'attaquer à des objectifs aussi ambitieux et disruptifs.

4.6 LE SCÉNARIO NO-OIL À L'OEUVRE DANS LE GRAND GENÈVE À L'HORIZON 2050

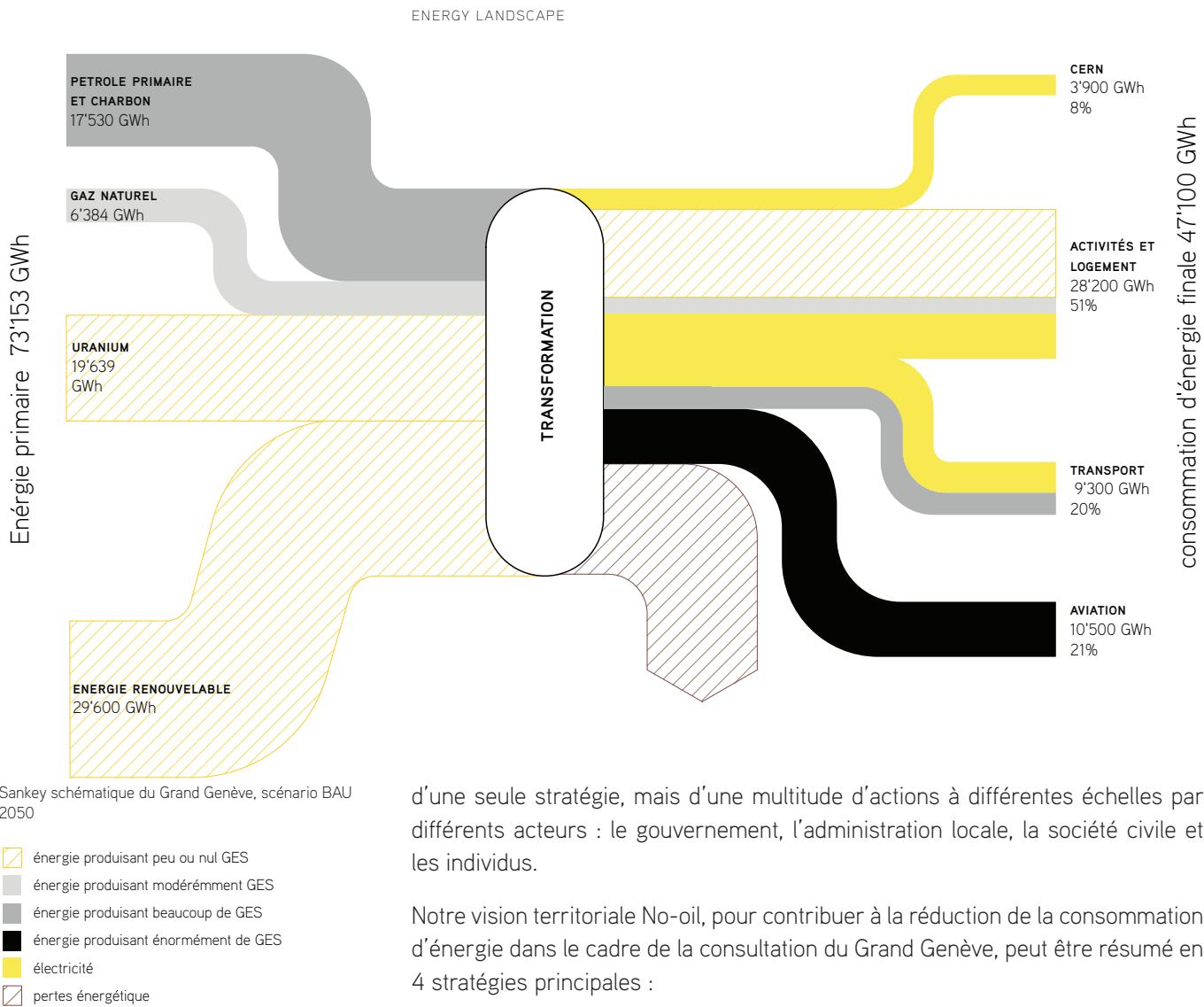
Le Grand Genève est un territoire complexe avec une longue histoire, une structure administrative fragmentée et transfrontalière, une topographie complexe et une multiplicité de conditions sociales et urbaines. Le scénario No oil nous permet d'illustrer nos visions territoriales pour le Grand Genève en 2050.

(10) Pablo Servigne, Raphaël Stevens, and Yves Cochet, *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Anthropocène Seuil (Paris: Editions du Seuil, 2015).

- énergie produisant peu ou nul GES
- énergie produisant modérément GES
- énergie produisant beaucoup de GES
- énergie produisant énormément de GES
- électricité
- pertes énergétiques



"Parc pétrolier" dans les alentours de Cointrin



d'une seule stratégie, mais d'une multitude d'actions à différentes échelles par différents acteurs : le gouvernement, l'administration locale, la société civile et les individus.

Notre vision territoriale No-oil, pour contribuer à la réduction de la consommation d'énergie dans le cadre de la consultation du Grand Genève, peut être résumé en 4 stratégies principales :

Comprendre et promouvoir l'utilisation intégrée des "géographies énergétiques" locales pour la production d'énergies renouvelables et durables.

Identifier les zones urbaines ayant le plus grand potentiel d'évolution et favoriser la transition en ces lieux stratégiques, puis concevoir leur transformation pour promouvoir de nouveaux modes de vie, de travail et de déplacement.

Développer un système intégré de mobilité multiscalaire et d'infrastructures énergétiques capables de réduire la production de CO₂ et le trafic.

Développer une architecture de la conscience en introduisant de nouvelles façons de concevoir et de nouvelles typologies collectives avec une grande mixité et liberté d'usages.





5. Réseaux énergie et infrastructures

Guillaume Privat

Oscar Buson

5.1 HARMONISER LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE ET LA MOBILITÉ

Dans le Grand Genève nous avons considéré trois réseaux de distribution énergétique. Deux d'entre eux ont été conçus par la main la main de l'Homme et le troisième est l'élément inhérent naturel à l'origine de l'implantation urbaine :

1. Le réseau des énergies fossiles
2. Le réseau de distribution électrique
3. Les couloirs climatiques naturels

Nous avons vu que la mobilité est le plus grand consommateur d'énergies fossiles et rappelons-nous que ce secteur est aussi à l'origine de 20% des GES de l'Union Européenne.¹ Non seulement la mobilité a le plus grand impact sur la consommation énergétique du Grand Genève, mais elle marque aussi le plus profondément le territoire. Un des enjeux majeurs futurs de ce territoire, sera de délester les réseaux viaires actuels sans devoir construire des infrastructures supplémentaires. D'une part, l'espace à disposition dans les aires urbanisées vient à manquer, comme par exemple le tronçon ferroviaire entre Lausanne et Genève, où les solutions envisagées deviennent extrêmement coûteuses, et d'autre part, les constructions liées aux infrastructures de mobilité sont souvent génératrices de fortes émissions de GES par l'utilisation importante de structures en béton armé et d'asphalte. Il faudra donc trouver des solutions alternatives pour le développement d'un réseau de mobilité résilient. Mais où ?

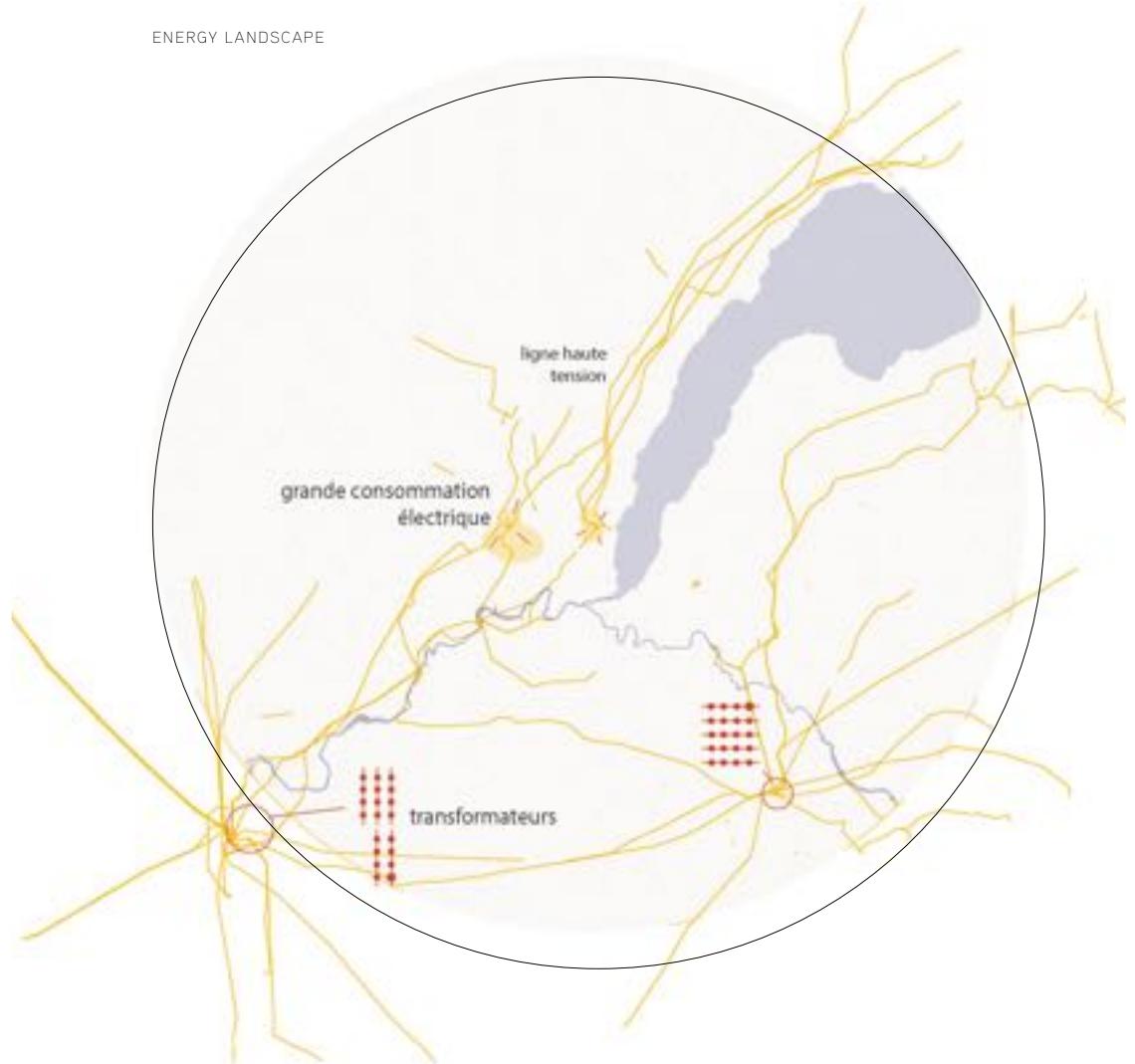
Notre hypothèse se base sur les potentiels spatiaux sous-exploités des réseaux

Les véhicules particuliers (voitures) représentent 58% des émissions de CO2 dues au transport routier. Les véhicules utilitaires (camionnettes) représentent quant à eux environ 8% ; 38% des émissions sont attribuées aux bus, poids lourds, 2 roues, etc. (source : Décarbonons, 9 propositions pour que l'Europe change d'ère) EEA GHG dataviewer



Habitants du réseau électrique

(1) Dont les véhicules particuliers (voitures) représentent 58% des émissions de CO2 dues au transport routier. Les véhicules utilitaires (camionnettes) représentent quant à eux environ 8% ; 38% des émissions sont attribuées aux bus, poids lourds, 2 roues, etc. (source : The Shift Project et al., Décarbonons! 9 propositions pour que l'Europe change d'ère (Paris: Odile Jacob, 2017). EEA GHG dataviewer



de distribution électrique et climatiques. Nous proposons d'explorer ces derniers en tant que potentiels espaces de développement pour une mobilité résiliente apte à diminuer la consommation d'énergie. Alors que le maillage électrique est à l'échelle européenne, et devra donc être considéré à une échelle plus large. Les couloirs naturels qui composent les réseaux climatiques sont quand à eux, à l'échelle territoriale, et pourront donc avoir des implications spatiales plus directes pour le Grand Genève.

5.2 INFRASTRUCTURES DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE



Pylônes électriques autour de Genissiat

La géométrie du réseau électrique à haute tension, révèle une géographie de la distribution d'énergie souvent méconnue. Et pourtant les câbles à haute tension font désormais partie du paysage champêtre tout naturellement, comme pouvaient l'être jadis les moulins à vent en Hollande. Le maillage électrifié présente une complexité et une étendue tout à fait comparable au réseau autoroutier et routier européen. C'est un système de distribution d'énergie qui relie les sites de production, majoritairement en dehors de aires habitées, à toutes les aires urbaines à l'échelle européenne et mondiale.

Pour des raisons liées aux nuisances provoquées par les ondes électromagnétiques, les réseaux de haute tensions se trouvent dans la périphérie des zones habitées ou le long d'axes viaires importants. Le transport électrique par voie aérienne est

plus performant et moins coûteux, car les câbles peuvent garder une certaine distance et ne surchauffent pas. Le contact avec les lignes est dangereux. C'est pour cette raison qu'elles sont placées à environ 20 à 60m au-dessus du sol. Pour fournir en électricité une population de 1 million de foyers, l'empreinte au sol des pylônes est estimée à environ 1ha.

Les pylônes électriques placés à distance égale, coupent les forêts, traversent les fleuves et rivières, survolent les champs. Toutefois, jamais les lignes à haute tension ne passent en dessus d'habitations. Seuls des affectations de dépôt peuvent s'y trouver. L'emprise au sol indirecte est cependant bien plus importante. On considère que pour 1 million de foyers l'emprise réelle est d'environ 1'46ha.²

Les réseaux de haute-tension et les centrales de transformation de puissance représentent des infrastructures d'envergure, particulièrement dans les régions productrices en électricité. Le Grand-Genève fait partie de ces régions productrices d'électricité.

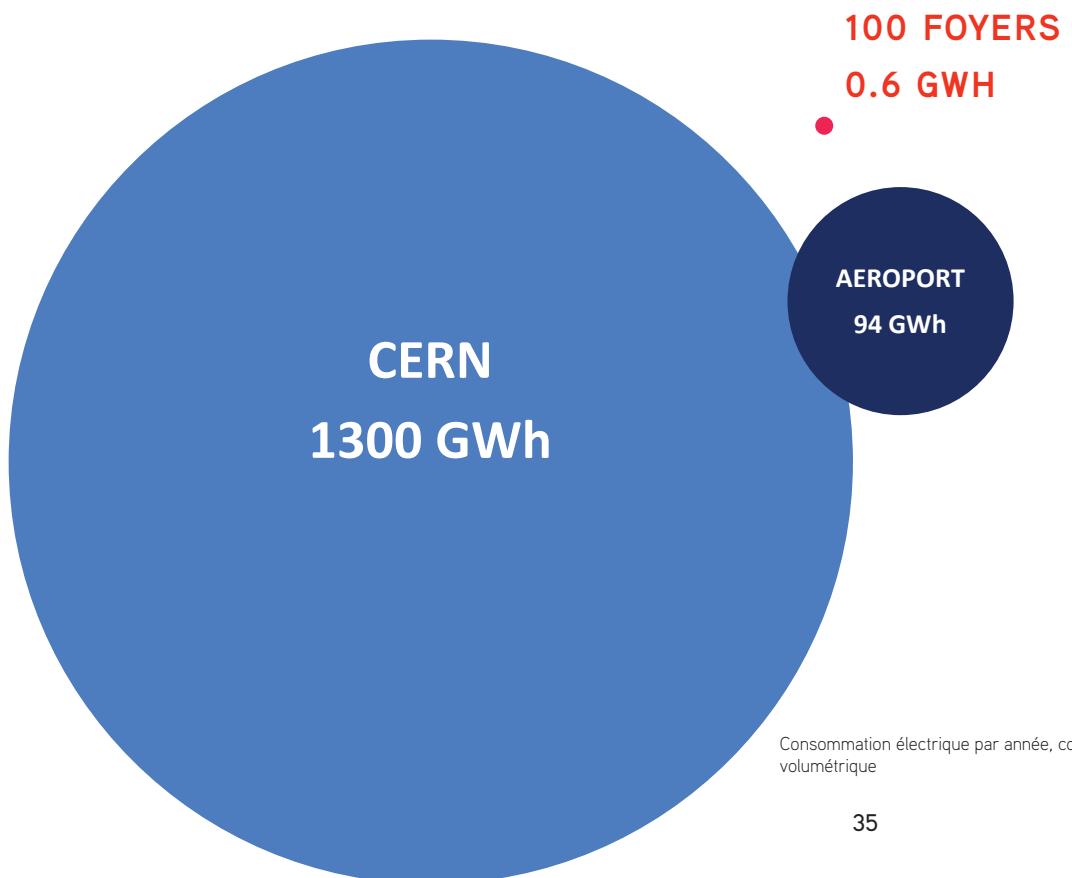
La centrale de Genissiat est un des exemples les plus impressionnantes d'infrastructure hydroélectrique. Des centaines de câbles sortent de l'usine électrique, enserrée par les falaises du Rhône. A quelques pas de là, le paysage d'une station de transformation de 12ha, équivalent à 17 terrains de football. Un village entier construit pour le chantier du barrage frémit au chant du crépitements électriques. Suivre le voyage des câbles, scandé pas des pylônes de fer, signifierait faire un tour de la France jusqu'à Paris. En effet, dans l'après-guerre, Génissiat à elle seule fournissait la Capitale en électricité.

Cependant, la région n'est pas autosuffisante en électricité et importe de l'électricité depuis la Suisse et potentiellement de centrales nucléaires se trouvant



Paysage du réseau électrique dans de la région autour de Génissiat

(2) Dirk Sijmons, Landscape and Energy: Designing Transition (Rotterdam: NAI, 2014).



L'avion sans ailes

«Le transport sous vide remplacera les vols à courte à moyenne distance et réduira les émissions jusqu'à 95 %. Les véhicules se déplacent dans un tube sous vide partiel, ce qui réduit la résistance et permet d'atteindre des vitesses allant jusqu'à 900 km/h. Grâce à l'accélération et à la sustentation électromagnétique, les capsules peuvent transporter les marchandises et les passagers efficacement et en toute sécurité sur de longues distances. Ce système entièrement électrique peut être alimenté de manière fiable par des énergies renouvelables tant en surface que sur tracé souterrain.» (source: www.eurotube.org)



Réseau de train à haute vitesse

hors de notre périmètre d'analyse.

Une grande partie de cette importation est nécessaire pour soutenir les activités du CERN. Un réseau spécifiquement construit pour le CERN et une centrale de transformation se trouve d'ailleurs à proximité. Le centre de recherche est le principal consommateur d'électricité de la région (1300 GWh) et nécessite une planification ad hoc de l'approvisionnement.

0%

Taxation sur le kérosène (CARPE, 2016)

La diminution de degrés-jours de chauffage et l'amélioration de l'efficacité énergétique³ aura un impact positif sur la consommation électrique. Cependant, le futur laisse à croire qu'une augmentation nette totale de la consommation électrique va continuer à se produire d'ici 2050. Un doublement de certaines routes énergétiques est même envisagé avec parfois des surélévations de pylônes existants.⁴ Couplés à une augmentation de la production électrique locale, les échanges d'électricité européens vont s'intensifier. D'une part l'augmentation de technologies friandes en électricités, les voitures au lithium et notamment l'augmentation des smart-systèmes pourraient être parmi les consommateurs d'électricité qui pourraient mettre sous-tension le réseau électrique européen.

Dans une stratégie européenne coordonnée, afin d'exploiter au mieux le paysage

(3) OFS, Consommation d'électricité 2018, baisse de 1.4. doi : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/en/home.html>

(4) Interview avec Prof. Rufer, Gland, mars 2019

énergétique commun, une amélioration du transport énergétique est fondamental. Il sera en effet plus efficace dans une politique commune de tirer profit des vents de la mer du nord pour l'énergie éolienne et du soleil du sud de l'Europe pour l'énergie solaire.

Dès lors, la restructuration des voies électriques européennes pourrait être coordonnée avec la création d'un réseau de transport en commun électrique à haute vitesse. L'espace offert par les lignes à haute tension sera donc idéal pour accueillir un train-tube surélevé à haute vitesse : du type hyperloop. Ce moyen de transport efficace pourra relier les grandes villes européennes pour le transport de passagers et de marchandises.

5.3 RÉSEAU À HAUTE VITESSE À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Le développement d'un réseau de train à haute vitesse dans toute l'Europe aurait des bénéfices considérables et particulièrement pour le Grand Genève. Les vols touristiques et à courte distance pourraient être remplacés par des trains de grande vitesse si leur prix était plus avantageux que celui des avions. La remise en place d'une deuxième vitesse de transport ferroviaire longue distance avec notamment la réouverture de service de train de nuit est prometteuse.

Il est intéressant de noter que la plupart des vols au départ de l'aéroport de Genève se dirigent vers des destinations européennes, de sorte que nous pouvons supposer qu'un réseau ferroviaire européen efficace pourrait potentiellement transformer l'aéroport de Genève en une infrastructure obsolète. Ainsi l'aéroport actuel pourrait se muer en nouveau pôle d'échanges entre les lignes de train à grande vitesse européenne et les lignes de desserte à moyenne vitesse du Grand Genève et de la Suisse. Dès lors symboliquement l'infrastructure de transports pour les longues distances perdureraient, mais sous un angle plus durable : décarboné.

De plus, des projets en cours de développement, pour des trains à très haute vitesse ouvrent de nouvelles pistes. Alors que Elon Musk propose déjà des trains allant à plus de 1'000km/h, la réalité physique des contraintes liées à la physique nous laisse espérer peut-être des trains à 500km/h, tels que projeté entre Tokyo et Nagoya à l'horizon 2027 avec le SCMaglev, train à sustentation magnétique pouvant atteindre 505km/h en vitesse commerciale. Même avec cette vitesse, les aéroports de Lyon et Zürich seraient assez proches de Genève pour que l'aéroport de Cointrin n'aurait plus besoin d'exister pour des vols transatlantiques commerciaux.

Le Grand Genève est indéniablement de par sa position géographique, ainsi que ses institutions internationales, un centre européen important. En cela, les relations longues distances continentales avec Genève apparaissent comme un enjeu majeur. La connexion du Grand Genève avec les autres villes européennes d'importance passe par un nouveau réseau de trains à haute vitesse. Ce réseau relie les différentes capitales européennes avec un maillage de gare proche des centres urbains. Il permet de pallier à l'échelle du continent européen à l'utilisation de l'avion comme moyen de transport principal. Son rôle central dans sa fonction de ville d'accueil des Organisations Internationales, le Grand Genève est desservi par ce nouveau réseau de trains à haute vitesse.

2002

Le ministre des transports Moritz Leuenberger annonce la fin du soutien financier pour Swissmetro. Suite à cette décision, la plupart des investisseurs privés se sont également retirés.

2010

„Nous aurons aussi besoin de la grande vitesse pour le trafic de marchandises. [...] en Europe, pour rentabiliser le réseau, il faut l'addition de ces deux trafics.“ Vincent Ducrot, Responsable des Grandes lignes aux CFF

2019

Hyperloop: Swissmetro 2.0

L'EPFL a présenté son prototype pour participer à l'Hyperloop 2019 à Los Angeles. (Source: RTS, 29 mai 2019)

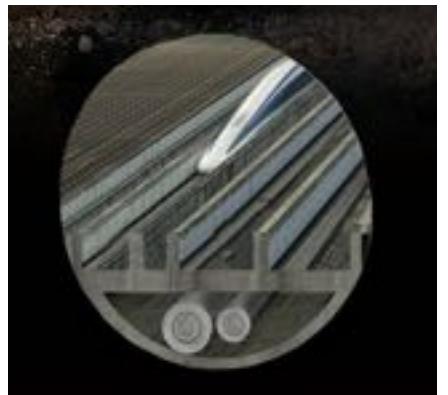
2019

Société zurichoise Eurotube

Ouvrage Test Alphatube

Collombey-Muraz (station de départ et DHall)

(Source: www.eurotube.org)



Voies hautes vitesses intégrant les voies électriques de haute tension, (Roadmap 2050, OMA)

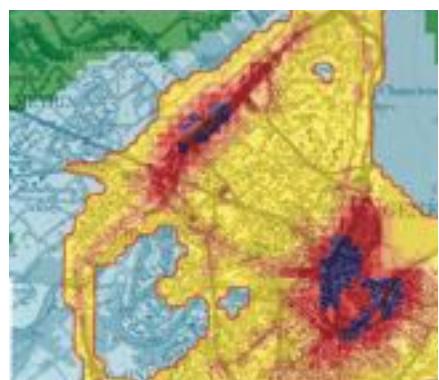
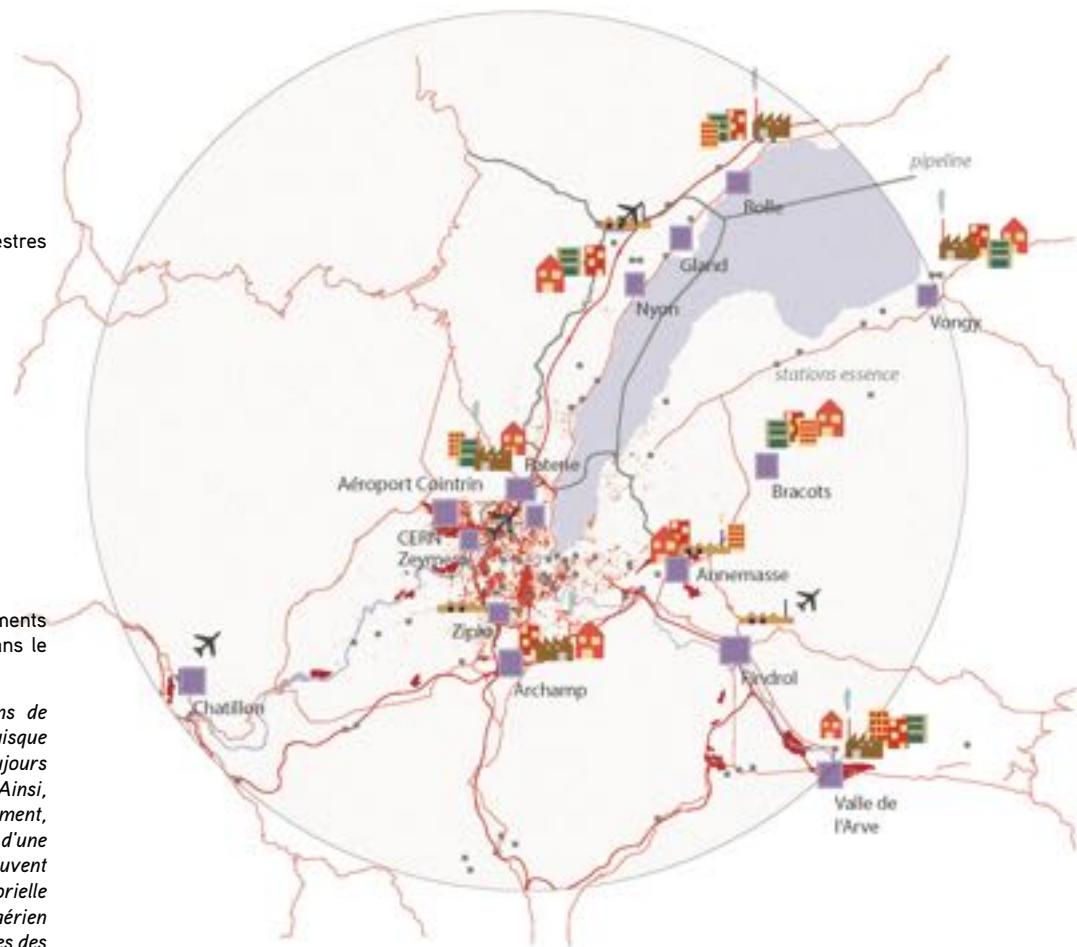
25'000'000passagers depuis Cointrin en 2030
(CARPE, 2016)**+37%**transport de marchandises par voies terrestres
entre 1990 et 2017
(Mobilité et transports, OFS, 2018)**50% loisirs**split modal transport journalier
(Mobilité et transports, OFS, 2018)**1'346'285 tCO₂**émissions de GES relatifs aux déplacements
des résidents et des visiteurs en avion dans le
cantón de Genève.

“La question de l’imputation des émissions de CO₂ du trafic aérien est controversée, puisque les émissions effectives de GES n’ont pas toujours lieu dans le pays de vente du carburant. Ainsi, malgré son impact croissant sur l’environnement, le secteur de l’aviation bénéficie d’une «extraterritorialité» et échappe encore souvent aux régulations. Cette caractéristique sectorielle amène les États à ne pas inclure le trafic aérien international dans leurs statistiques nationales des émissions”.

(source: Bilan Carbone® territorial du cantón de
Genève, 2015)

Europe

Top 10 destination from Geneva airport (CARPE, 2016)

en 2030 l'aéroport sera la région du Grand Genève
la plus polluée (G LAPLACE/BERNET)

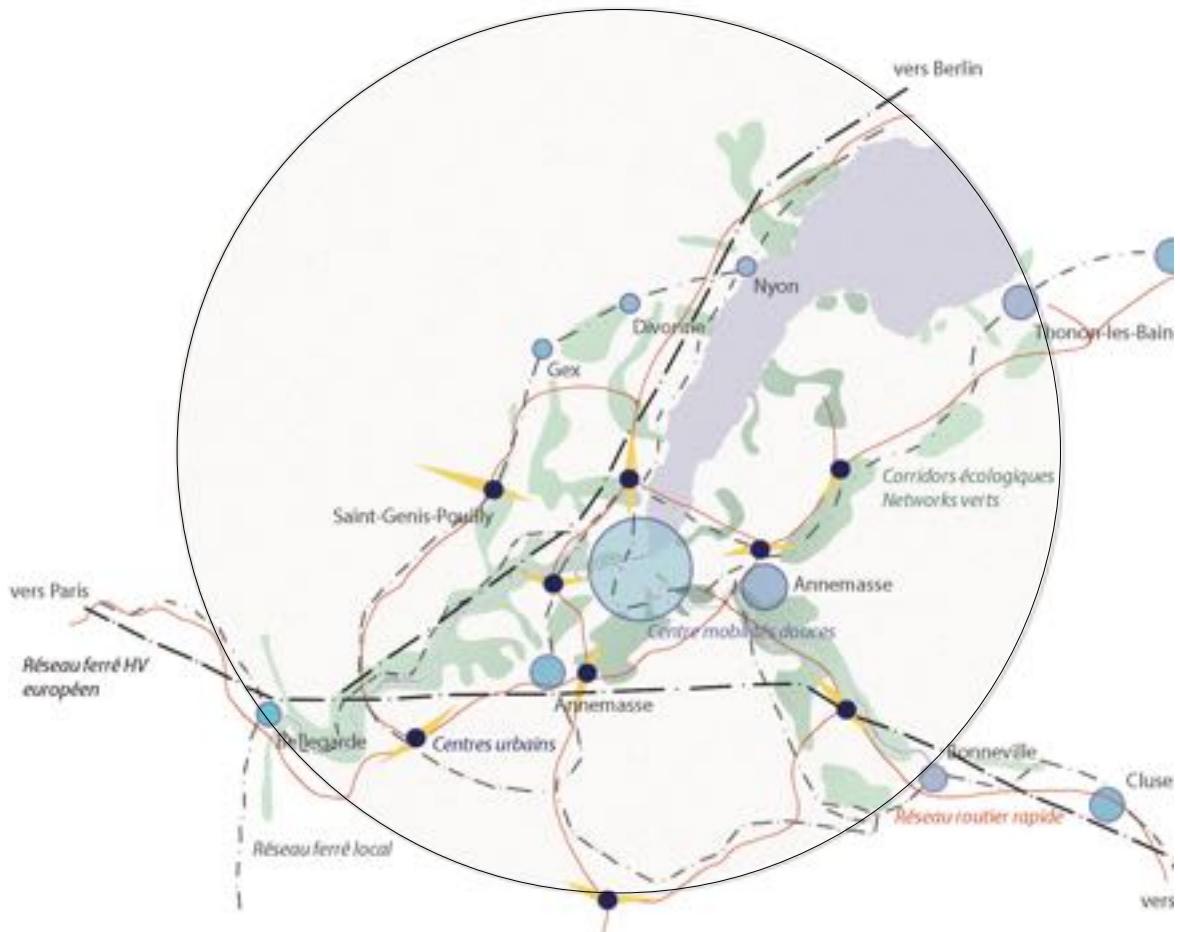
Dans ce scénario, la ligne passant par le Grand Genève relie l’ouest et le sud-est européen. La gare du Genevois permet de rejoindre facilement les grandes villes économiques : Paris, Zürich, Vienne, Berlin, Milan, Rome, Barcelone. L’aéroport de Genève Cointrin est ainsi délesté du trafic continental, lui conférant un rôle secondaire dans un système aéroportuaire européen, connecté marqué par une desserte intercontinentale assurée par les aéroports de plus grande importance comme Zürich, Lyon, Paris ou Milan.

Les lignes de train à haute vitesse sont installées sur le tracé du réseau actuel des lignes à haute tension. Le caractère rectiligne direct de ce réseau confère une géométrie favorable à l’implantation de moyen de transport à haute vitesse. Dans une autre mesure, cette nouvelle infrastructure pourrait être le vecteur du transport de l’énergie électrique puisque le train à haute vitesse en aura besoin pour sa consommation. Le paysage est donc libéré partiellement de l’emprise des pylônes et des lignes à haute tension qui saignent le grand paysage.

5.4 INFRASTRUCTURE DE L’ÉNERGIE FOSSILE

A l’aube déjà de l’exploitation du charbon, le développement du système de transport, passagers et marchandises, a été vecteur de profondes transformations sur le territoire. Dès l’apparition du train à vapeur alimenté au charbon, aux trains électriques contemporains, les voies ferrées ont peu à peu définis de nouvelles





Pipeline intégrée dans une voie ferrée dans la région de Cointrin

limites dans le territoire. Puis, à partir de la moitié du XXème siècle, les structures viaires dédiées aux moteurs à explosion ont peu à peu fragmenté les paysages, naturel, agricoles et habités. Les autoroutes, semi-autoroutes, départementales et cantonales, sont des espaces strictement accessibles aux voitures automobiles. En Italien la voiture est appelée aussi « *macchina* », machine en français. Les caractéristiques spatiales du réseau viaire à haute vitesse et des voies de chemins de fer, sont strictement liées à l'optimisation de la vitesse des machines qu'elles supportent.

L'accessibilité exclusive à ces "machines" et la non-accessibilité aux piétons a eu comme conséquence de morceler le territoire. Dans le Grand Genève on peut citer la coupure paysagère importante que constituent les voies ferrées, l'autoroute et la route cantonale, tout au long du lac entre Genève et Villeneuve. Le lien naturel avec le Salève a aussi été perdu à cause de l'autoroute A40 et la départementale D1206 qui depuis Annemasse longent la montagne puis le Mont-de-Sion et le Vuache pour finir à Fort l'Ecluse, créant ainsi une coupure spatiale dans le plateau du grand Genevois.

La distribution des produits pétroliers, que ce soit pour l'essence, pour les produits combustibles destinés au chauffage, est assurée par voie terrestre. Les couloirs de sécurité où circulent les tuyaux de marchandises inflammables imposent

des restrictions architecturales non-négligeables et ont des conséquences pour l'espace urbanisé. Il va de soi que les conséquences les plus marquantes sont dues à la combustion des véhicules qui dégagent des GES et provoquent des nuisances sonores très importantes. La pollution acoustique et de l'air, le long des routes très chargées de trafic, a des conséquences notables sur la qualité des espaces urbanisés.

L'aéroport, le plus grand consommateur d'énergies fossiles du Grand Genève et le réseau de distribution du Kérosène a aussi le plus grand impact sur le territoire.

Le remplacement graduel vers des automobiles moins gourmandes en énergies fossiles, vers des voitures électriques, aura un impact positif sur la qualité de l'air locale et sur les émissions de bruit. La politique généralisée actuelle qui vise à la diminution de la vitesse dans les quartiers d'habitation en créant des zones apaisées, continuera de se développer dans les années à venir. Une stratégie basée sur le renforcement d'axes forts de transports publics accompagnée de la densification autour des arrêts, va permettre un renouveau de tissu urbanisé actuel. Le remplacement progressif des transports publics en site propre de type tram ou bus électrique à haut niveau de service pourra limiter le nombre de voitures individuelles et encourager le report modal. Une stabilisation du nombre de voitures est envisageable, malgré une augmentation de la population. Ce cas a été observé dans les villes de Zürich et de Copenhague depuis les années 1980, lors de l'essor des transports publics et des infrastructures au profit des modes actifs (vélos, piétons). Les voiries, ainsi libérées des voitures individuelles, peuvent être revalorisées pour accueillir des activités urbaines ou pour renforcer l'armature paysagère.

Ainsi, les axes de consommation d'énergie issu des énergies fossiles muent en lieu de transports responsables où les transports collectifs électriques, les trams et trains permettent à des masses importantes de personnes de se déplacer sans émettre massivement des GES. La transformation de ces espaces bruyants et polluants permet de repenser l'espace urbain et de rapprocher l'habitat des liens spatiaux habités par les infrastructures de transports.

Les automobiles électriques deviendront même des transports d'énergie au sein des espaces bâties. Les véhicules ne seront plus des consommateurs d'énergie, mais des transporteurs, voir même des producteurs-fournisseurs d'énergie pour les habitats. Il faut penser que les super batteries qui équipent ces véhicules permettent de garder des charges pendant longtemps. Les automobiles en se déplacement récupèrent l'énergie produite par le véhicule dans la batterie, lors du freinage par exemple. Cette énergie est véhiculée et peut-être donnée à l'habitat lors de l'arrêt du véhicule. Une énergie résiduelle est gardée dans la batterie pour permettre son utilisation le lendemain. Dès lors, le réseau électrique standard n'est plus le seul à subvenir à la demande, une seconde offre, indépendante du circuit habituel, est disponible.

110 CO₂/Km

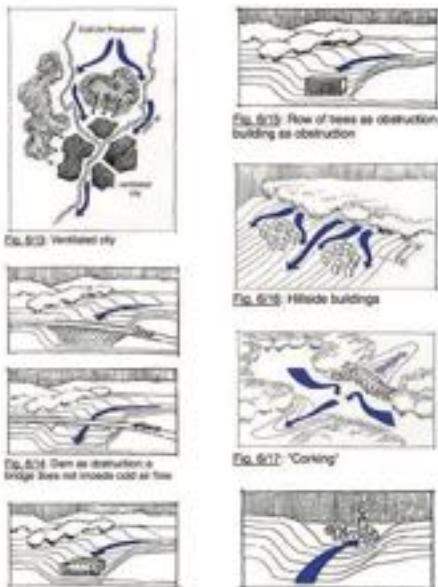
moyenne de GES émis par les nouvelles voitures vendues en France en 2016 (Mobilité et transports, OFS, 2018)

134 CO₂/Km

moyenne de GES émis par les nouvelles voitures vendues en Suisse en 2016 (Mobilité et transports, OFS, 2018)



Réseau européen électrique, scénario futur (Europe Energy pathway 2050, OMA)



How to reduce urban loads (Hebbert / Webb 2011)

5.5 GENÈVE SANS VOITURES

L'évolution des systèmes de transports collectifs du Grand Genève permettra au centre ville de devenir un espace calme où la mobilité sera basée sur un système de transport multimodal à zéro émission carbone, qui intègre les piétons et les vélos au cœur du dispositif, et où les taxis, les véhicules d'urgence et de livraison électriques seront tolérés.

La mobilité lente deviendra plus agréable de même que le microclimat urbain, grâce à une diminution des gabarits bitumineux remplacés par des espaces publics de qualité végétalisés.

Des bus, des trams et des trains relieront le centre à un pôle d'échange multimodal dans la première périphérie. Dans les hubs, reliant le réseau autoroutier et le réseau de transport public, il sera possible de garer ou de louer des véhicules de transport individuels non-polluants, ou de commuter avec des moyens de transports régionaux.

Ce système dense de transports à maillage variable selon le besoin de desserte, apporte une réponse adaptée aux attentes des besoins des habitants du Grand Genève. Les trains assurent les grandes distances. Les trams et bus assurent la liaison entre les gares des différents systèmes de transports ferroviaires en ceinture de l'agglomération. Les bus desservent les poches des quartiers via les grandes artères. La desserte fine dans les rues des quartiers passe par la mobilité douce ou le taxi autonome pour les personnes ayant du mal à se déplacer.

Nature and City

"Leisure has become the prime function of urban parks, while other environmental and productive functions that the city's land resources must serve have largely been forgotten. (...) We fail (...) to see nature as an integrated connecting system that operates in one way or another regardless of locality."

(Hough, Michael (1984), City Form and Natural Process, London Sydney, p. 15.)



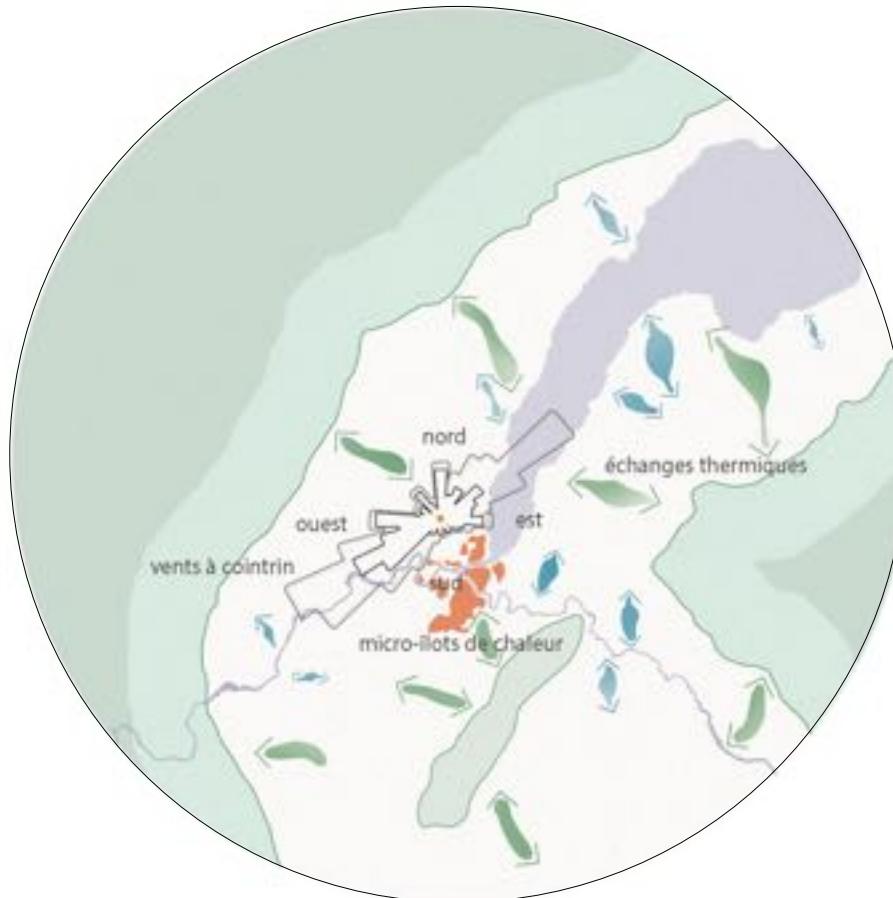
Asplund, Woodland Chapel, Photographe Federico Covre (internet)

5.6 CONNECTER LES HOMMES ET LE TERRITOIRE (COULOIRS CLIMATIQUES) / MOBILITÉ

Les corridors verts structurent le territoire genevois depuis la planification des années 1930. Envisagés à l'origine comme un moyen de structurer la ville, d'offrir une bonne qualité de l'air et un espace de loisirs agréable, ces corridors doivent être entretenus et renforcés afin de consolider la relation entre les zones urbaines denses et leurs contextes. Au lieu d'utiliser les corridors verts comme de simples équipements de loisirs, nous allons les transformer en véritables infrastructures de mobilité et de production. D'une part, ils peuvent devenir des zones de production alimentaire et énergétique, d'autre part, ils peuvent accueillir des infrastructures nouvelles et plus sophistiquées pour les mobilités douces.

Malgré la pression exercée pour construire de nouveaux logements et d'autres installations, aujourd'hui plus que jamais, tous les espaces verts sont nécessaires pour améliorer le climat urbain, permettre à l'eau de pénétrer dans le sol et améliorer la qualité de l'air. Dans cette vision, le réseau vert doit fonctionner comme une zone préservée où les nouvelles constructions ne pourront pas s'implanter.

Nous proposons de renforcer les corridors verts, notamment grâce à la libération d'importantes surfaces dédiées actuellement aux dépôts de Kérosène et aux nombreux concessionnaires automobiles, pour renforcer d'une part les corridors verts et les associer à un réseau de mobilité douce couvert qui combine alimentation électrique solaire avec un réseau dense pour la mobilité douce. Comme les pistes cyclables couvertes qui relient tout le territoire et produisent de l'énergie solaire.



+3°C

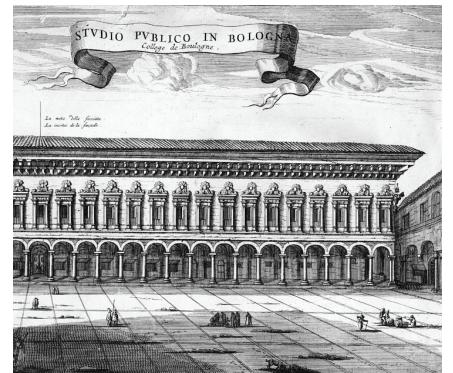
Amplitude de températures proches du lac (Drees & Sommer)

+8/10°C

Amplitude des températures proches du centre ville (Drees & Sommer)

+15°C

Amplitude de températures proches de l'aéroport (Drees & Sommer)



Arcades de l'université de Bologne 1790 (internet)

Des dispositifs architectoniques tels que les arcades, qui établissent un lien fort entre l'espace public et les bâtiments, sont des dispositifs propices à la ville du piéton.

Ce type de dispositifs en lien avec la revalorisation de l'espace public et des "voies vertes énergétique territoriales", rendra attractif et aisément accessible, la mobilité douce entre la ville et les campagnes avoisinantes.

5.7 UNE MOBILITÉ À L'ÉCHELLE DU GRAND GENÈVE

Le bassin genevois est marqué par une forte présence de réseaux de transports. Aujourd'hui, les déplacements individuels motorisés représentent une part importante de l'énergie consommée sur le bassin genevois. Bien que nécessaire, la mobilité au sein de l'agglomération démontre que la part énergétique dépensée est forte pour des parcours à l'intérieur du Grand Genève. Le pôle d'intérêt économique que représente la ville de Genève et ses abords attirent un grand nombre de déplacements pendulaires. Les trajectoires sont souvent transversales et passent autour ou par l'intérieur de l'agglomération, ce qui engendre des congestions sur certains axes et dans le centre-ville.

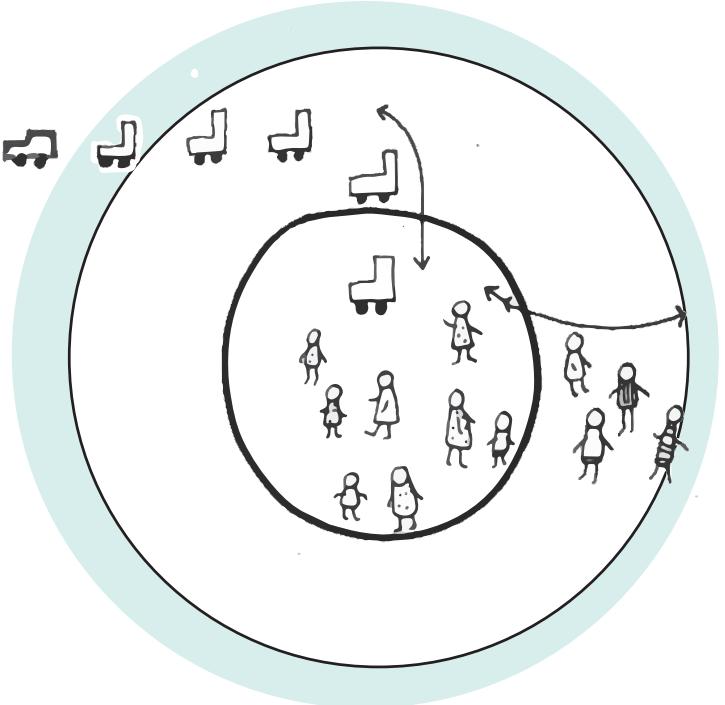
Le système de fonctionnement des mobilités pour le futur repose sur un concept de ceintures autour du centre du Grand Genève. Les ceintures sont mises en réseau par un système de transport transversal (ferré sur les ceintures



La vallée du genevois vue depuis le Salève (internet)



Mettre le piéton au centre de la mobilité



Une ville sans voitures

extérieures, trams ou bus rapides dans la dernière ceinture). Le but visé est un transfert modal à l'entrée de l'agglomération ou sur l'anneau de desserte du lieu de destination.

Le réseau ferré rabat les pendulaires du périmètre externe du Grand Genève vers un pôle d'échange dit "transversal" si la destination se trouve de l'autre côté de l'agglomération. Le pendulaire trouve un espace où changer de moyen de transport (voiture-train) ou de ligne (train-train). Ensuite, celui-ci l'emmènera vers la destination souhaitée ou le connectera sur un autre moyen de transports de desserte fine. La cadence et la vitesse commerciale du train de la ceinture extérieure est concurrentielle par rapport à l'utilisation de la voiture individuelle pour contourner l'agglomération.

Pour les destinations au centre du Grand Genève, la ceinture d'entrée d'agglomération offre des pôles d'échange connectés avec des transports publics à haute cadence en site propre. Ces interfaces permettent de se réorienter au sein du périmètre d'influence de cette ceinture vers le lieu de destination. Le réseau de bus ou de trams de centre d'agglomération rabat les pendulaires vers le centre-ville de Genève.

5.8 UNE VILLE SANS VOITURES

Le centre-ville de Genève est pacifié et devient un espace où la mobilité est centrée sur les modes énergétiquement neutres. Les bus, les trams et les trains régionaux d'agglomération amènent les usagers vers des plateformes de transbordement. Dans ces pôles, des engins de transport en libre partage complètent l'offre en véhicules autonomes (taxi) et la marche. Le centre

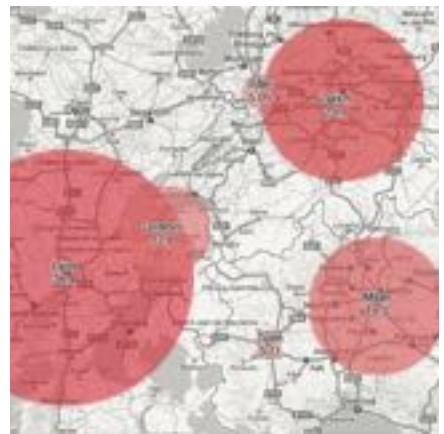
devient un lieu de déplacements où la déambulation devient agréable. Des axes principaux sont desservis par les transports en commun d'agglomération sous forme d'un maillage large. Les véhicules autonomes (taxi) sont tolérés sur ces axes et permettent d'assurer pour les personnes désireuses de bénéficier d'une desserte plus fine et personnalisée vers le lieu de destination.

5.9 LE GRAND GENÈVE UN ESPACE DE MOBILITÉ À DENSIFIER

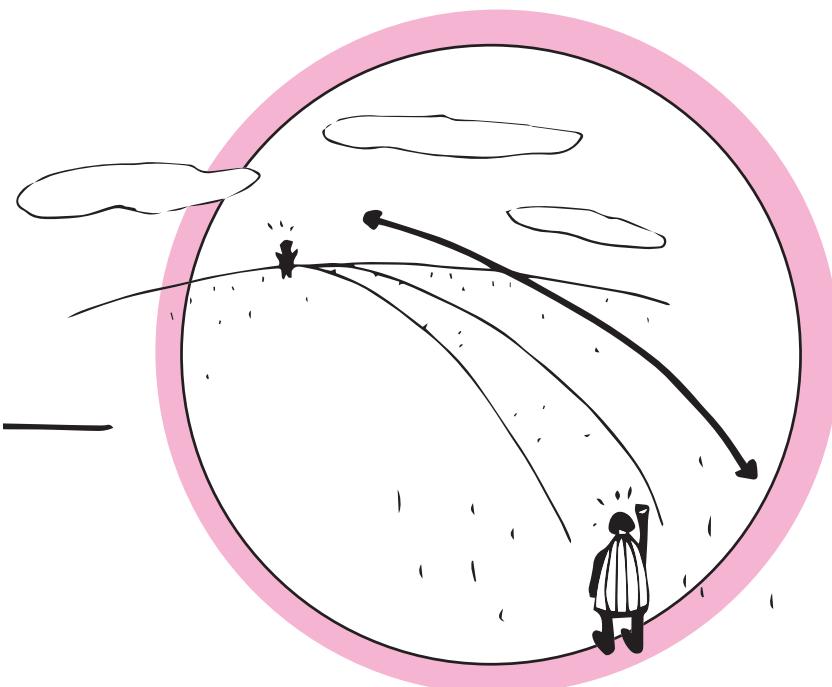
Les différents réseaux de mobilité, s'accroissent dans le territoire genevois. La multitude de possibilités de déplacement pour chaque mode crée une demande accrue d'infrastructures qui ont un impact sur l'espace paysager. Les différents réseaux existants doivent offrir le support pour l'extension des mises en relation des systèmes de mobilité, basé sur le concept de ceintures. La majeure partie des infrastructures existantes sont maintenues et étendues selon le principe voulu. L'optimisation de ces réseaux par des nœuds de transbordement doit permettre de manière quantitative et qualitative de répondre aux besoins des habitants du Grand Genève.

Le système de ceintures offre une ramifications en couronne autour de Genève. Le lac joue un obstacle physique à l'extension de la couronne extérieure à l'est. Cette clôture pourrait à terme disparaître avec une infrastructure de franchissement.

Du centre-ville de Genève jusqu'à la première ceinture, des voies vertes offrent des pénétrantes pour les piétons, les cyclistes et autres modes de transports légers. Ce réseau connecte le centre économique avec les pôles de transbordement à destination du centre-ville. La liaison entre le centre, pacifié des véhicules individuels en transit, et les couronnes de desserte de l'agglomération est ainsi assurée. Le centre-ville apaisé permet d'offrir des espaces publics attractifs et accueillants propices à créer des rencontres spontanées et rétablir le lien social de .



Influence des aéroports de Lyon, Zurich, Milan et Genève, nombre de passagers (Google maps)



Augmenter les distances entre les arrêts du transport public

Giulia Scotto

Oscar Buson

6. Forces naturelles



Centrale hydroélectrique de Génissiat

Les différentes géographies énergétiques, liées aux biens communs énergétiques et aux infrastructures énergétiques, relient l'environnement bâti et les écosystèmes créés par l'homme, les pratiques humaines et la topographie, le climat et les flux énergétiques.

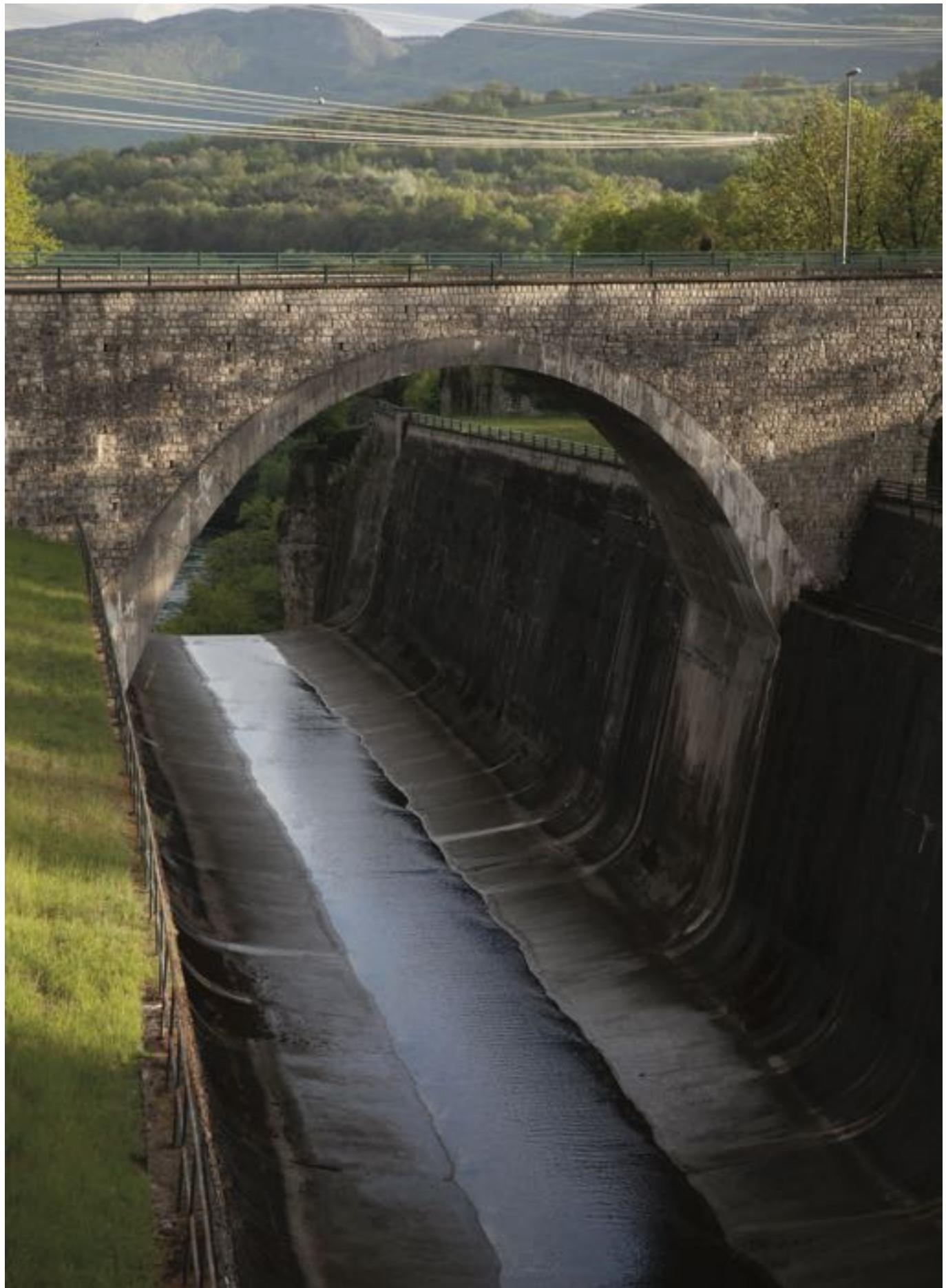
Ensemble, les différentes géographies de l'énergie montrent la direction à prendre pour obtenir une transition écologique locale et durable. Celles que nous avons délimitées représentent en effet le point de départ pour transformer la chaîne d'approvisionnement énergétique existante en un réseau local capable de fournir de l'électricité et du chauffage à l'ensemble du territoire.

Le potentiel des ressources locales à pouvoir fournir de l'énergie renouvelable pour le développement existant et les besoins futurs est partiellement déjà utilisé (voir les projets en cours tels que Géothermie 2020, Génilac, Anemasse et autres projets de chauffage urbain basés sur la biomasse etc.) mais leur potentiel devrait être augmenté et toutes les interventions futures devront être basées sur l'utilisation consciente des ressources locales suivantes : l'eau, l'énergie solaire, la biomasse, le vent et la géothermie.

6.1 LA GÉOGRAPHIE DE L'EAU

Aujourd'hui

Historiquement, l'eau a été utilisée pour produire de l'électricité dans la région depuis la fin du 19ème siècle, lorsque l'Usine des Forces Motrices a été construite entre le lac et le Rhône. Le potentiel hydroélectrique du Rhône est presque totalement utilisé par les différents barrages comme Seujet, Verbois, Chancy et Génissiat. L'ensemble de ces infrastructures, construites dans un style architectural du 19ème ou du 20ème siècle, rappelle une ancienne



Tous les barrages suisses seraient nécessaires pour couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève



Lac de Gruyère

Production: 966 GWh/a, volume: 220m³, surface: 9.6 km²

Grande Dixence

Production: 2528 GWh/a, volume: 401 m³, surface: 3.5 km²

Emosson

Production: 870 GWh/a, volume: 227m³, surface: 3.2 km². (Source: Association des entreprises électriques suisses)

révolution énergétique utilisant les forces naturelles comme moyen de production d'électricité.

Le paysage hydrologique du Grand Genève n'est pas seulement un système productif en termes de production d'énergie, il représente aussi une nature artificielle avec des conséquences importantes pour l'écologie et la société du territoire : Les bassins artificiels créés par les barrages sur le Rhône, par exemple, ont donné naissance à un riche écosystème avec une biodiversité particulière. Un autre fait intéressant lié à l'impact culturel de l'écologie hydrologique est l'histoire du jet d'eau. Devenu un symbole emblématique et l'identité visuelle de la ville de Genève et de son lac, la grande fontaine d'eau était à l'origine l'effet désagréable d'une soupape de sécurité du réseau hydraulique qui était activée par l'Usine des Forces Motrices lorsqu'elle tournait au ralenti.



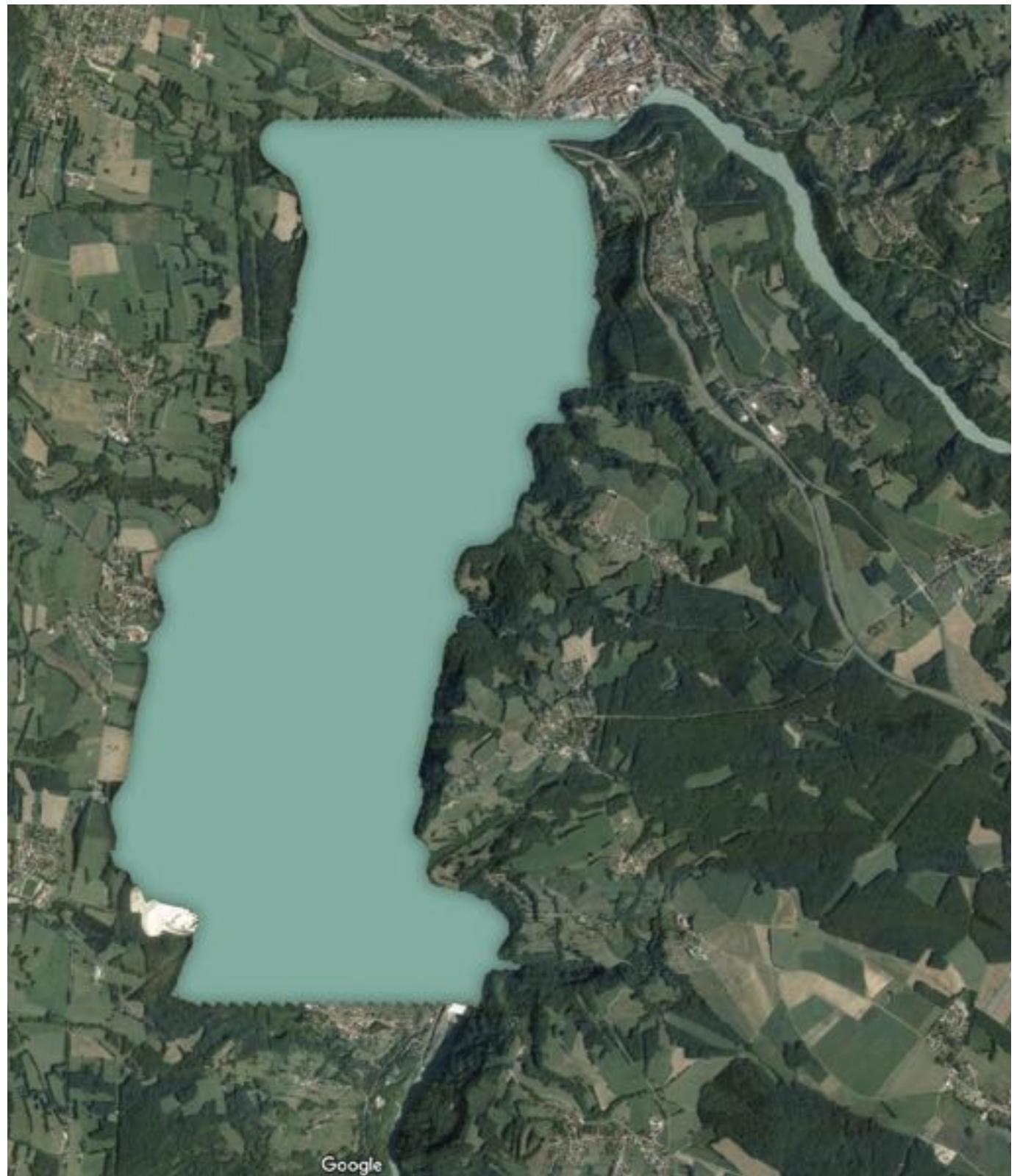
Turbine du barrage de Verbois

En 2050

Une nouvelle utilisation de l'eau du lac comme système de refroidissement et de chauffage a été développée récemment par la société Génilac, qui prévoit d'étendre son réseau dans les prochaines années aux zones situées à proximité du lac. Le système énergétique existant qui dessert déjà le quartier international de Genève sera étendu à l'aéroport et au centre ville sur la rive droite du Rhône.

La capacité des plans d'eau profonds à stocker de l'énergie qui pourra à terme, être utilisée comme égalisateur thermique pour le parc immobilier grâce à l'innovation technologique sera encore déployée dans notre projet afin d'envisager une multiplicité de " quartiers thermaux " le long du front de mer de Genève.
Empreinte énergétique sur le territoire

*20 fois le barrage de Génissiat
seraient nécessaires pour couvrir les besoins
énergétiques du Grand Genève*

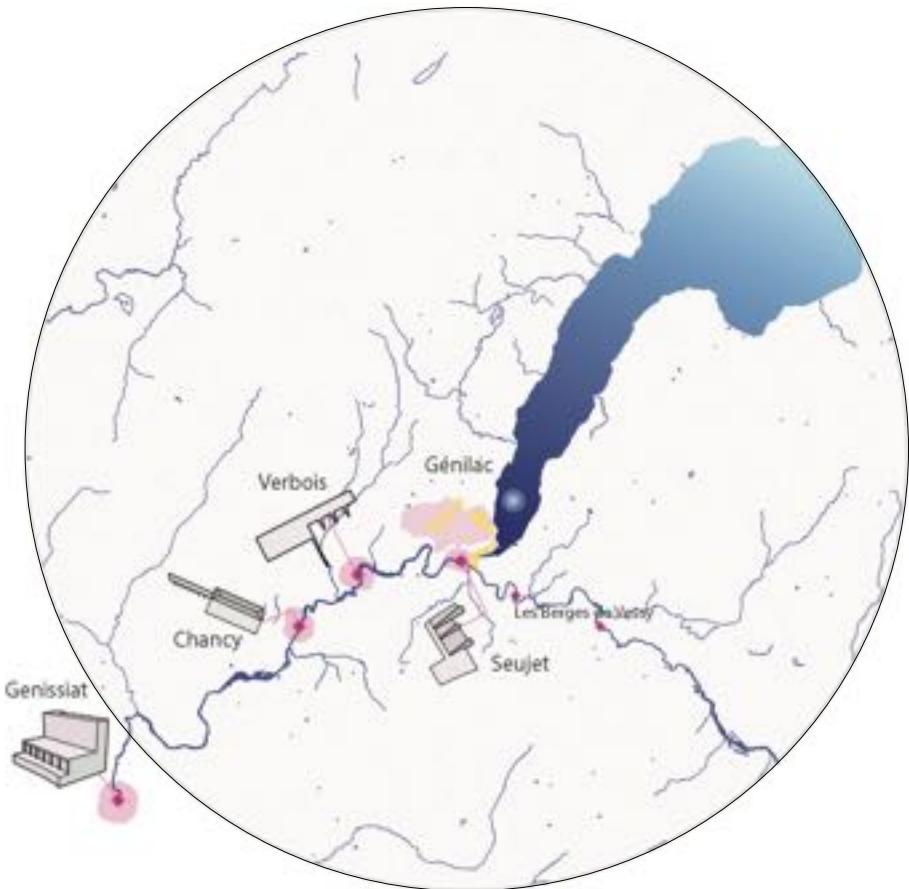


60% activités
23% logements
16% équipements

La répartition de la consommation d'énergie hydroélectrique dans le canton de Genève (stat. canton Genève 2017)

3% de l'énergie mondiale est d'origine hydroélectrique (stat. canton Genève 2017)

85% des gens boivent de l'eau du robinet dans le Grand Genève (SIG 2019)



Barrage de Génissiat

En supposant que l'énergie hydraulique puisse à elle seule répondre aux besoins énergétiques totaux du Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait à l'échelle de la Suisse 13 fois la production hydraulique de la Grande Dixence ou une fois les 190 barrages suisses. A l'échelle plus locales, il faudrait hypothétiquement 20 fois le barrage de Génissiat soit 51km² de barrage dont la production annuelle s'élèvent à 1'700 GWh/an.

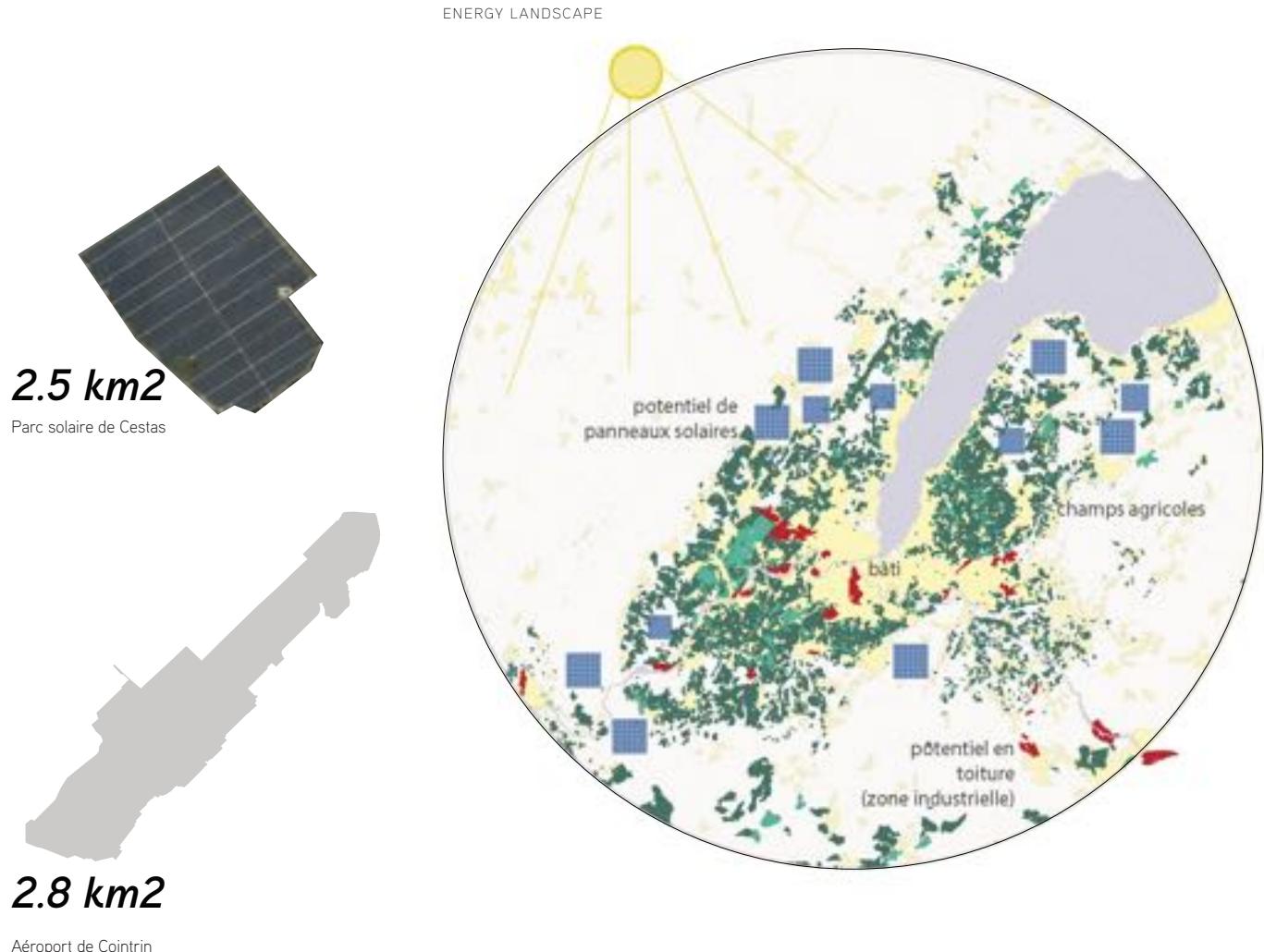
6.2 LA GÉOGRAPHIE DU SOLEIL

Aujourd'hui

Les panneaux solaires sont devenus, avec les éoliennes, l'image globalisée de la durabilité et le symbole de la transition écologique par l'utilisation d'énergies renouvelables. Si la Suisse a été l'un des pionniers du développement et de l'utilisation de l'énergie solaire dans les années 90, des pays comme la Chine ou les Etats-Unis ont entre-temps, assumé ce rôle et sont devenus les principaux producteurs d'infrastructures techniques.

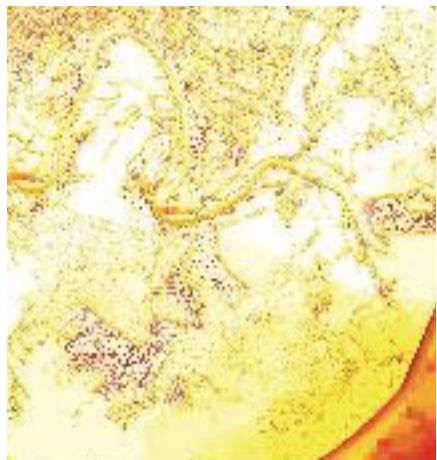
De plus, la situation géographique et le faible rendement de l'énergie solaire sont en partie responsables du ralentissement de l'usage des panneaux solaires en Suisse. La densité de la population dans le paysage, les coûts d'investissement élevés et, enfin et surtout, les longues procédures d'autorisation liées à la conservation des bâtiments ne sont que quelques-uns des arguments qui expliquent pourquoi l'énergie solaire ne joue qu'un rôle marginal dans la production totale d'énergie en Suisse.





350 GWh/a

est la production annuelle de Cestas, le plus grand parc solaire européen. Il faudrait 100 fois le site de Cestas pour couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève. La surface de ce parc est de 2.5km², alors que le site de Cointrin est de 2.8km². Il faudrait alors 90 fois la surface de Cointrin pour couvrir les besoins en énergie du Grand Genève.



Potentiel solaire de Vernier avec prise en compte du relief (Cadastré Solaire Canton de Genève, 2011)

2050

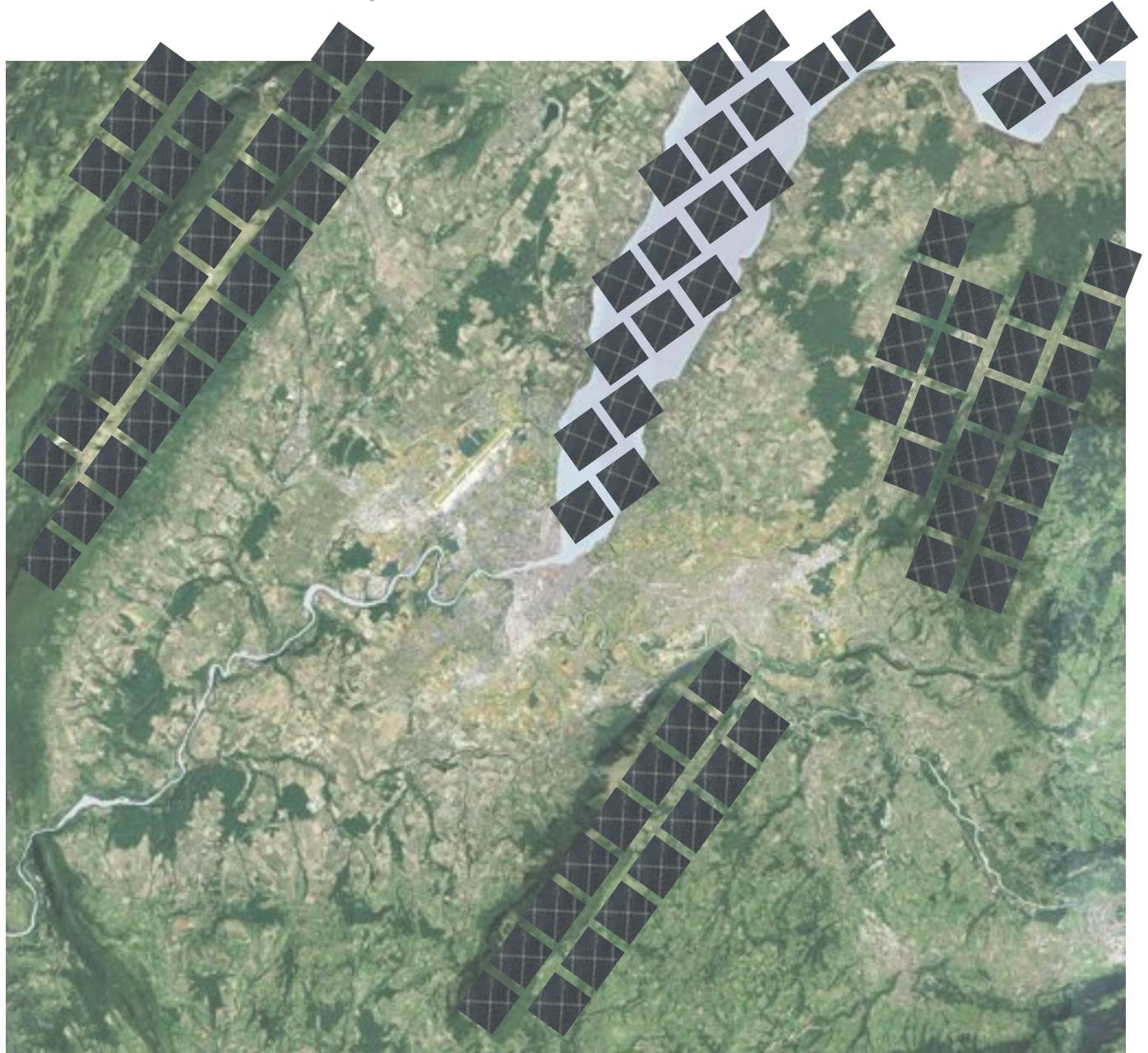
En raison de la rareté des terrains disponibles, le potentiel d'énergie solaire partiellement utilisé dans la région du Grand Genève est lié à la transformation de la cinquième façade. Cependant, les centres-villes de Nyon, Genève, Annemasse ou Bellegarde avec leurs bâtiments historiques de petite taille et souvent protégés ne peuvent guère être considérés comme des lieux d'interventions futures. Les entreprises privées de l'énergie dans la région semblent également peu incitées à construire des champs solaires à plus grande échelle comme «Solar III» à Verbois, en partie en raison de l'espace limité disponible et de l'ouverture de l'énergie au marché européen.

Pour les grands bâtiments comme Palexpo, il y a cependant suffisamment de place sur les toits plats pour y loger des installations de grande envergure capables de produire une quantité suffisante d'énergie qui peut être ré-injectée dans le réseau d'énergie local. Les récents progrès technologiques permettent d'envisager une nouvelle génération de cellules solaires à haut rendement, partiellement ou totalement transparentes, qui peuvent être intégrées dans les vitres sans obstruer la vue. De tels dispositifs permettent des approches entièrement nouvelles en ce qui concerne la mise en œuvre de systèmes d'énergie renouvelable dans la ville ainsi que dans le paysage.

Le paysage énergétique du Grand Genève devrait devenir un nouveau modèle

8330 toitures de Palexpo

Seraient nécessaires pour couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève, soit 400km² ou le 32% de la superficie du Grand Genève





Centrale photovoltaïque de Verbois

pour la mise en œuvre holistique de la technologie solaire à l'échelle territoriale en promouvant de nouvelles stratégies spatiales et architecturales afin d'exploiter l'énergie solaire dans un contexte d'Europe centrale avec la plus grande efficacité possible. C'est pourquoi nous réévaluons les zones à fort potentiel dans la région transfrontalière, à savoir les vastes zones industrielles, les installations à grande échelle comme les bâtiments publics et les bâtiments de fabrication locale, mais aussi les serres agricoles.

Les installations collectives doivent être planifiées principalement sur les toits des installations industrielles et des bâtiments de grande dimension, mais les installations de production à petite échelle peuvent être mises en œuvre sur les bâtiments d'habitation. Cette source d'énergie transforme radicalement l'échelle de la capacité de production et de consommation d'énergie, en permettant à la fois des principes d'organisation collective et la mise en réseau de plus petites installations individuelles. En intégrant ces nouveaux éléments ainsi que l'infrastructure existante dans une dispositif d'écologie basé sur l'énergie solaire, il sera possible de développer un nouveau concept urbain en faveur d'un arrière-pays productif. La proposition d'une nouvelle "architecture solaire" permet de donner une importance croissante aux zones industrielles et agricoles au sein du complexe urbain et de développer de nouveaux modes de connexions infrastructurelles liés aux concepts de mobilité douce.

Les "jardins d'hiver urbains", qui combinent l'architecture de serre avec des arcades, peuvent servir de nouveaux éléments, qui permettent de relier dans l'espace et du point de vue énergétique, le paysage au tissu urbain, d'entrelacer lieux de production et lieux dédiés aux loisirs. Etant donné que l'énergie solaire fait partie des "biens communs énergétiques" qui peuvent être récoltés par les individus comme par les communautés plus importantes, nous proposerons de nouveaux "modèles d'organisation" sur le territoire adaptés aux différentes échelles des quartiers autonomes en énergie ; en utilisant des réseaux, des micro-réseaux et la technologie blockchain.

Empreinte énergétique sur le territoire

En supposant que l'énergie solaire puisse à elle seule couvrir les besoins énergétiques deu Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait 100 fois le plus grand parc photovoltaïque européen, le Cestas Solar Park, dont la production annuelle s'élève à 350 GWh/an. Ce parc s'étend sur 2.5 km², il faudrait ainsi l'équivalent de 90 fois la surface de l'aéroport de Cointrin, soit 250 km². Une comparaison plus locale : il faudrait hypothétiquement 8'330 Palexo soit 400 km². En Suisse, Palexo est la plus grande centrale photovoltaïque avec une production d'énergie de 4.2 GWh/an.

1'650

centrales à Genève

53.7 MW

de puissance solaire installée

39.9 MW

d'autoproducuteurs

4.2 MW

puissance palexo. Le potentiel solaire pour le canton de genève en cours d'étude (SIG)

1.3 la surface de toutes les forêts suisses seraient nécessaires pour couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève, soit 16'500km² ou 13 fois toutes les forêts du Grand Genève



6.3 LA GÉOGRAPHIE DU VIVANT

Aujourd’hui

Au début du XXe siècle, le terme “durable” a été utilisé dans le contexte de la foresterie pour exprimer que la quantité de bois pouvant être coupée ne devrait pas dépasser la capacité de croissance des arbres de la forêt pendant la même période. La biomasse sous forme de copeaux de bois provenant de la transformation du bois est une source d'énergie renouvelable viable dans l'agglomération genevoise. La combustion des résidus de l'industrie locale du bois permet d'assurer le chauffage urbain de quartiers et de villages entiers pendant les mois d'hiver. Le potentiel de valorisation du milieu naturel est partiellement exploité avec les chaudières urbaines biomasse d'Annemasse, de Lucinges ou de Bellegarde, qui fournissent jusqu'à 2000 ménages en chaleur à partir de ressources locales. Ces projets évoluent vers un changement d'échelle tant au niveau du rayon de collecte des ressources que du réseau de distribution et de la qualité d'utilisateurs.

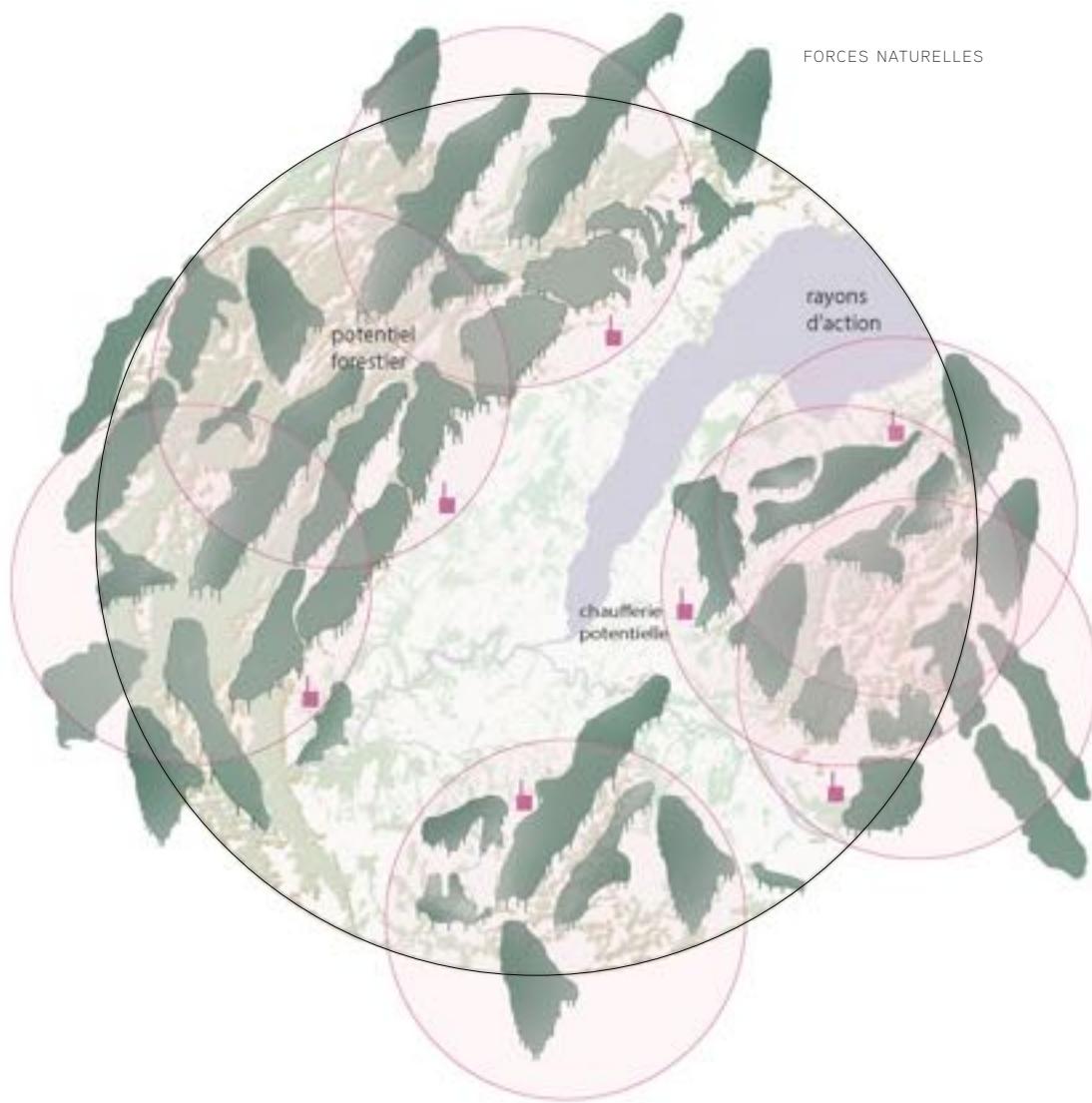
2050

Dans le petit village de Lucinges, un ancien bâtiment communal a été transformé en centrale à biomasse. Dans un rayon de 30 km autour de la centrale, l'énergie biomasse assure le besoin de chauffe de la plupart des bâtiments publics et

2.1 GWh/a

est la production d'énergie au km² en biomasse
(Source: WLS, Heft 57 Annuaire Forêt et Bois
2018, bafu.admin.ch)





privés du village.

Ces projets révèlent une transformation continue de l'échelle et de la structure de la chaîne d'approvisionnement énergétique. Les réseaux décentralisés, basés sur des ressources locales et durables sont en mesure de fournir du chauffage et, en même temps, de stimuler un sentiment de communauté et de sensibilisation de la population.

Cette chaîne écologique autour de l'énergie biomasse montre comment des synergies peuvent être mises en œuvre entre le milieu urbain et son environnement naturel et industriel proche, qui devient alors sa principale source d'approvisionnement énergétique. En tirant les leçons de ces expériences vertueuses, nous proposons de déployer davantage la biomasse produite localement pour fournir du chauffage aux nouveaux quartiers mais également d'en insérer dans les quartiers existants.

Empreinte énergétique sur le territoire

En supposant que la biomasse puisse à elle seule couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait à l'échelle Suisse 1.3 fois la globalité de la surface forestière Suisse soit 16'500 km² selon les chiffres tirés du Cahier 57, Le potentiel de la Biomasse Suisse pour la production d'énergie de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, le neige et le paysage WSL. A l'échelle



Fournaise de la chaufferie de Annemasse

locale, la forêt du Grand Genève de 1200 km² représente un potentiel est de 2520 GWh/an soit 7.2% du besoin total.

6.4 LA GÉOGRAPHIE DU SOUS-SOL

Aujourd'hui

90%

de l'énergie produite en Biomasse vient des résidus du bois (Annemasse réseau chaleur)

2000 foyers

sont chauffés par le chauffage à distance alimenté par le chaufferie Biomasse de Annemasse (Annemasse reseau chaleur)

7.2%

c'est le potentiel réel que la région du Grand Genève possède pour couvrir ses propres besoins en énergie (extrapolation de l'auteur)

2050

Le concept de "villages géothermiques auto-suffisants" est une piste d'action intéressante pour ce territoire car il encourage de nouvelles méthodes de production et de distribution. Les bâtiments et installations "propres" emblématiques de ces villages, peuvent alors concentrer différentes fonctions pour devenir des centralités alternatives. .

Empreinte énergétique sur le territoire

En supposant que l'énergie géothermique puisse à elle seule pourvoir les besoins énergétiques du Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait 7 fois la plus grande centrale géothermique islandaise Hellisheidi dont la production annuelle s'élève aujourd'hui à 4'500 GWh/an sur une surface d'exploitation d'approximativement 8 km² comptabilisant 30 puits de production. Si l'on extrapole, il faudrait pour Grand Genève une surface d'exploitation géothermique de 20 fois l'aéroport de Cointrin soit 2.8 km². A l'échelle locale, l'évolution possible de la production d'énergie géothermique à Genève d'ici à 2050 pourrait atteindre 5000 GWh/an soit 14 % du besoin énergétique actuelle. L'énergie géothermique présente ainsi un potentiel très élevé pour le Grand Genève.



Déchargement de copeaux de bois à la chaufferie d'Annemasse



Chaufferie communale de Lucinges

6.5 LA GÉOGRAPHIE DU VENT

Empreinte énergétique sur le territoire

En supposant que l'énergie éolienne puisse à elle seule couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait en comparaison européenne, 13 fois le plus grand parc éolien mondial, Gemini Offshore Wind Farm, dont la production extrêmement performante s'élève à 2'600 GWh/an. Ceci représenterait 884 km² soit 70% de la superficie du Grand Genève. En comparaison avec le rendement bien moins élevé du parc éolien suisse dont la production s'élève à 128 GWh/an, il faudrait 273 fois ce même parc éolien, ce qui représenterait un total de 10'000 éoliennes réparties sur 4'300 km² soit 10% de superficie de la Suisse.



(SIG)

1'200 GWh/an

potentiel énergétique du Grand Genève pour les sondes géothermiques (SGV)

5 GWh/an

potentiel énergétique du Grand Genève pour le Stockage saisonnier

30 GWh/an

potentiel énergétique du Grand Genève pour les pieux énergétiques (GEN)

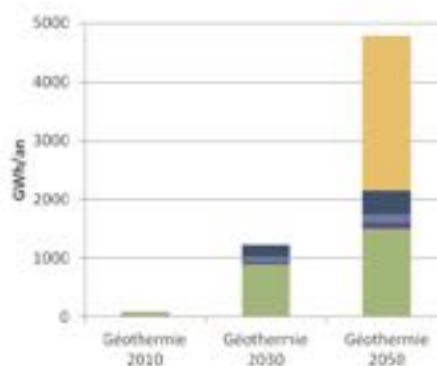
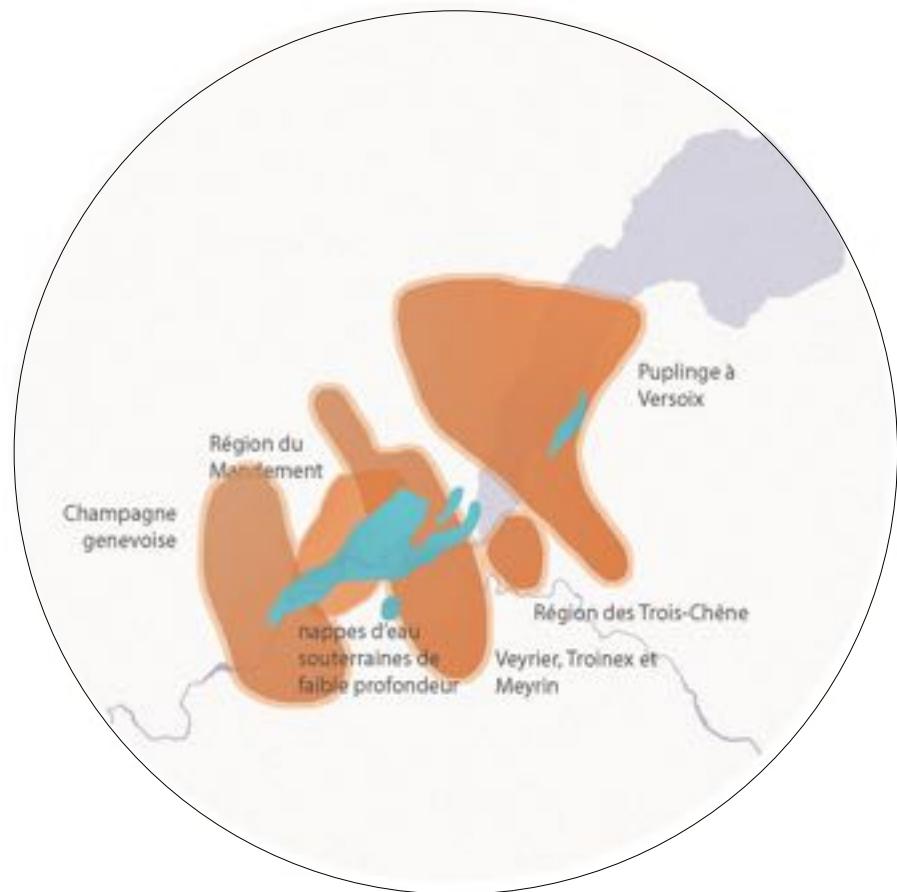
200 GWh/an

potentiel énergétique du Grand Genève en aquifères profonds (APR)

240 GWh/an

potentiel énergétique du Grand Genève pour les systèmes géothermiques stimulés (EGS)

source: Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève - PGG, Service cantonal de l'énergie (SCANE) Services industriels de Genève (SIG)



Evolution possible de la production d'énergie géothermique à Genève de 2010 à 2050

- Systèmes stimulés
- Aquifères profonds
- Nappes peu profondes

7. Formes collectives

Giulia Scotto

Dans les villes, la nature et la technologie sont de plus en plus imbriquées ; l'historien Thomas Hughes parle des "systèmes naturels et humains qui se chevauchent dans les villes". Dans le cadre théorique du paysage énergétique, un environnement significatif est basé sur des synergies énergétiques qui résultent de l'interaction d'un ensemble plus vaste de bâtiments, et leurs équipements, avec les forces naturelles et les infrastructures énergétiques.

Les effets thermiques des bâtiments et des surfaces imperméabilisées sur la qualité de vie dans les établissements urbains sont largement négatifs. L'une des conséquences les plus connues est l'effet d'îlot de chaleur urbain, causé par la capacité de stockage croissante de l'environnement urbain et sa capacité insuffisante à libérer ces gains thermiques pendant la nuit.

En raison des effets du réchauffement climatique, de la croissance urbaine et d'une planification inappropriée, la plupart des villes européennes sont aujourd'hui confrontées à des problèmes similaires dont les conséquences touchent particulièrement les populations les plus sensibles pendant la période estivale. Les caractéristiques et processus naturels jouent un rôle fondamental dans la détermination des conditions microclimatiques des villes. Les régulateurs thermiques naturels, tels que les flux d'air, les espaces verts et les plans d'eau, atténuent les effets d'îlot de chaleur et contribuent à maintenir un climat urbain agréable.

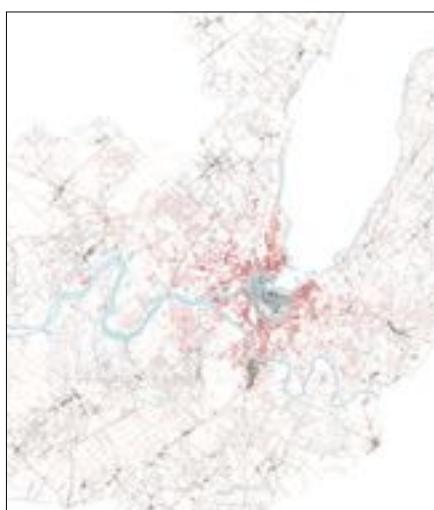
Les effets thermiques dépendent fortement de la morphologie urbaine : hauteur et densité des bâtiments, quantité d'espaces verts et nombre d'arbres ainsi que la matérialité du sol sont parmi les facteurs clés qui déterminent les microclimats urbains. C'est pourquoi, afin de maintenir la qualité de vie dans la ville, l'environnement bâti doit être coordonné et adapté aux processus naturels.



Plan Corboz, Genève en 1818



Axe viaire dans la région de Cointrin



Plan Corboz, Genève en 1950



Plan Corboz, Genève en 1990

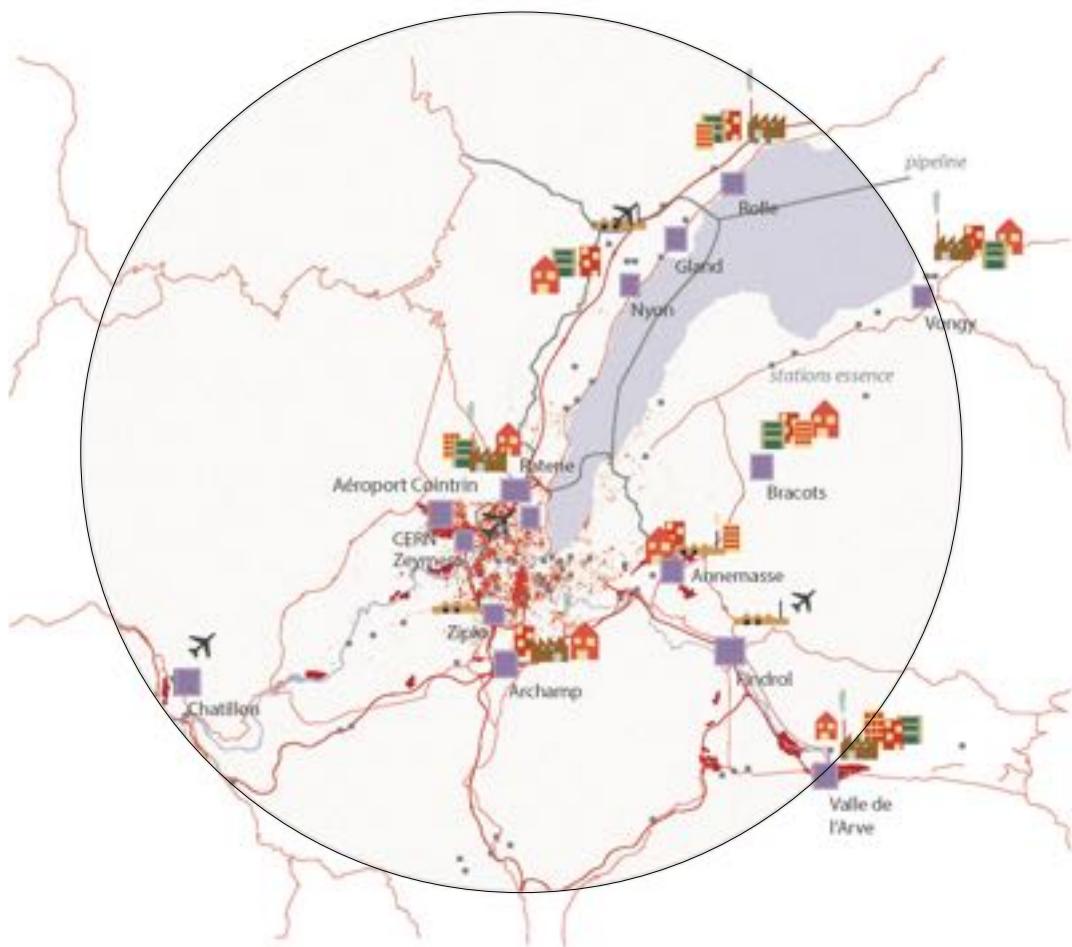
En effet, afin d'atteindre nos objectifs environnementaux, nous devons passer de l'étude des bâtiments individuels et de leurs performances environnementales à celle de la ville et du bien être collectif. Le terme de forme collective, tel qu'il est défini dès 1964 par l'architecte japonais Fumihiko Maki, «représente des groupes de bâtiments et de quasi-bâtiments», qui ne ressemblent pas à «un ensemble de bâtiments séparés et sans rapport mutuels, mais de bâtiments qui ont des raisons d'être ensemble».

L'une des principales tâches de la transition écologique est la gestion du parc immobilier existant du Grand Genève qui ne permet pas une reconfiguration complète selon des critères microclimatiques plus efficaces. En analysant les typologies de bâtiments, le rayonnement solaire et les améliorations technologiques, nous pourrons à l'avenir développer des interventions urbaines précises qui contribueront à atténuer les effets négatifs des concentration de chaleur en milieu urbain. Ces interventions doivent concerner à la fois les bâtiments et l'espace public.

Dans ce chapitre, nous analysons les formes collectives de la géographie du pétrole qui représentent les espaces ayant le plus grand potentiel de transformation.

7.1 LA GÉOGRAPHIE DU PÉTROLE

Sur le territoire du Grand Genève, comme dans la plupart des villes d'Europe et d'Amérique du nord, la diffusion de l'automobile a créé une nouvelle géographie en modifiant la perception du temps et des distances. Seules quelques zones du Grand Genève n'ont pas été directement touchées par cette transformation : les centres historiques et médiévaux ainsi que les réserves naturelles les plus reculées.



Du boom pétrolier résulte une expansion urbaine sous forme de zonage mono-fonctionnel qui se développe autour des centres historiques de la ville. Ces géographies du pétrole que l'on peut classer selon leur différentes catégories fonctionnelles : les zones pavillonnaires, les zones industrielles et commerciales, les zones modernistes des grands ensembles d'habitations collectives, et les grandes infrastructures dédiées au transport, y compris les autoroutes et l'aéroport.

Les espaces de la géographie du pétrole sont souvent strictement liés au réseau routier et dépourvus de connexion avec les transports publics. Ils ont été construits pour les voitures et les camions et, dans une boucle de rétroaction, ils nécessitent l'utilisation de véhicules individuels.

En supposant que l'énergie pétrolière puisse à elle seule couvrir les besoins énergétiques du Grand Genève de 35'000 GWh/an, il faudrait la moitié de la raffinerie de Kaduna au Nigeria dont la production annuelle s'élève aujourd'hui à 62'028 GWh/an sur une surface d'exploitation approximative de 2.8 km² comptabilisant 30 puits de production. Si l'on extrapole grossièrement, il faudrait pour le Grand Genève une surface d'exploitation pétrolière de seulement la moitié de l'aéroport de Cointrin.

7.2 LES ZONES PAVILLONNAIRES

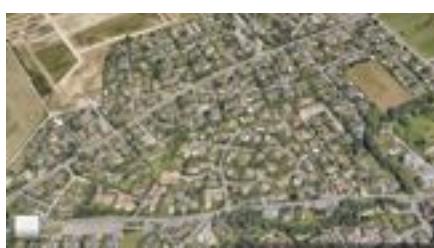
Aujourd'hui

Les quartiers pavillonnaires composés quasi exclusivement de maisons individuelles ont commencé à s'étendre au début du XXe siècle en raison de la démocratisation de la mobilité individuelle. Les principales zones pavillonnaires du Grand Genève se trouvent aujourd'hui disséminées non loin du centre ville.



Zone pavillonnaire sur la route de Jussy

Ces zones résidentielles monofonctionnelles ont une très faible densité urbaine. C'est un modèle consommateur d'espace et d'énergie, tant pour le chauffage que pour l'électricité. Malgré la grande consommation de sol, ces quartiers offrent à leurs habitants un climat agréable grâce à leur réserve de surfaces perméables potentiellement vertes et plantées.



Zone pavillonnaire sur la route de Jussy

Demain

Afin de devenir plus durables et moins dépendantes du pétrole, ces zones pavillonnaires pourront améliorer leur mixité fonctionnelle avec l'injection de nouvelles fonctions, tels que des espaces de travail partagés ou encore des commerces et services de proximité. L'un des défis de l'évolution urbaine de ces zones est d'y augmenter la densité d'habitants tout en limitant l'augmentation concomitante des emprises bâties, pour préserver à maxima les espaces verts et les zones perméables. Les anciens bâtiments devront être transformés et améliorés, sans ajouter de couches d'isolation mais en envisageant un système plus complexe de membranes et de serres. Des incitations seront données aux personnes qui transformeront leur jardin en zones vertes productives pour le jardinage urbain et aux personnes qui mettront en place des panneaux solaires et/ou système géothermique.

Les projets structurels devront envisager de mettre les maisons individuelles en réseau de chauffage afin d'optimiser la consommation de ressources et de créer des communautés énergétiques.

En outre, la connexion de ces zones résidentielles avec le centre ville sera améliorée grâce aux infrastructures de transport public et au redéploiement d'un réseau efficace de mobilité douce à travers tout le territoire.



Zone industrielle d'Annemasse

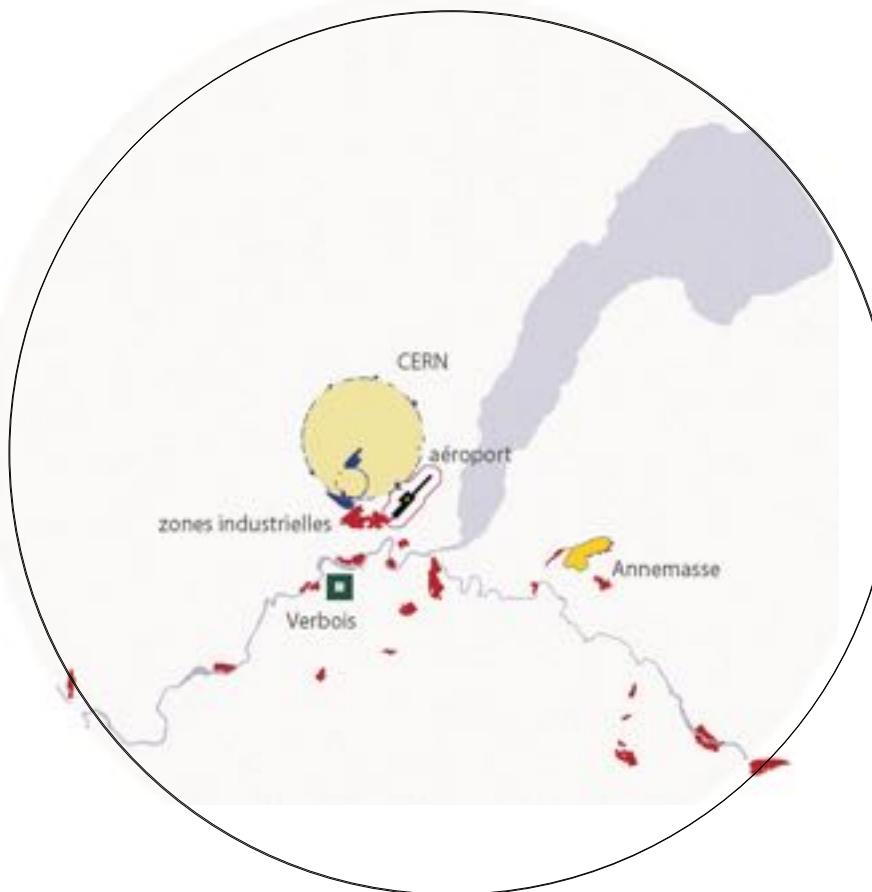


Zone industrielle d'Annemasse

7.3 LES ZONES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

Aujourd'hui

Les zones industrielles de la région du Grand Genève ont commencé à se développer au XIXe siècle grâce au réseau ferroviaire. Après les années 1950, et grâce au réseau autoroutier, le paysage industriel s'est étendu au cours. Dans la dernière décennie, elles ont été colonisées de grandes surfaces commerciales. Un exemple de ces zones à la fois industrielles et commerciales se trouve à Meyrin.



Ces zones accueillent principalement la production et le commerce. Elles ne sont donc utilisées que pendant la journée et se vident le soir venu. Elles sont bien reliées à l'infrastructure routière mais manquent très souvent de connexion avec le réseau de transport public. Elles sont basées sur la mobilité individuelle qui occupe une importante quantité de surface au sol par des parkings, rampes, aires de livraison, qui produisent de nombreuses ruptures et un inconfort notoire pour les piétons.

Ces grandes étendues d'asphalte ont un impact sur la perméabilité du sol et le microclimat urbain. C'est d'ailleurs dans ces zones que les effets d'îlots de chaleur sont le plus marqués pendant les chaudes journées d'été. Historiquement, les zones industrielles ont toujours été une grande source de nuisance. Aujourd'hui, dans la région du Grand Genève, les principales sources de pollution viennent de la mobilité individuelle.

Ces zones sont parmi les plus gros consommateurs d'énergie mais ont un potentiel pour devenir également de gros producteurs, non seulement de biens et de services, mais aussi d'énergie.

Demain

En raison de leurs grandes emprises et de leur faible densité bâtie, elles ont un grand potentiel de transformation. Si l'on reconSIDÈRE leur dépendance à la mobilité individuelle, ces zones peuvent devenir plus agréables et accueillir une plus grande mixité de fonctions et de personnes. Si nous voulons atteindre notre scénario de stabilisation, nous pensons que ces vastes zones industrielles et commerciales nécessitent de profondes et importantes transformations .

Le tableau ci-après présente la consommation d'électricité d'un ménage dans une maison individuelle (M.I.) et dans un immeuble collectif (I.C.) en fonction des différents consommateurs énergétiques.

Avec 8'950 kilowattheures par an, la consommation d'énergie dans une maison individuelle est environ 30% supérieure à celle estimée dans un immeuble collectif. S'ajoutent à cela les coûts de chauffage, qui sont en moyenne évalués à 17'000 francs dans un immeuble collectif. Ces frais sont de 100 à 300% plus élevés dans une maison individuelle.

Consommation électrique par an (ménage dans une M.I.)

Boiler électrique: 3'500 kWh / Eclairage: 1'000 kWh / Machine à laver / sechoir: 900 kWh / Réfrigérateur / congélateur: 850 kWh / cuisinière / four (inclus machine à café): 700 kWh / Autres électroménagers (bain, humidificateur etc.): 500 kWh / Lave-vaiselle: 350 kWh / Home Office: 300 kWh / TV, vidéo, radio: 250 kWh / Brûler et pompes dans les M.I.: 600 kWh

Consommation électrique par an ((ménage dans un I.C.)

Boiler électrique: 2'500 kWh / Eclairage: 600 kWh / Machine à laver / sechoir: 650 kWh / Réfrigérateur / congélateur: 750 kWh / Cuisinière / four (inclus machine à café): 500 kWh / Autres électroménagers (bain, humidificateur etc.): 400 kWh / Lave-vaiselle: 250 kWh / Home Office: 250 kWh / TV, vidéo, radio: 250 kWh / Electricité générale dans les I.C. (éclairage cage d'escalier, etc.): 500 kWh

Les activités de production industrielle du territoire du Grand Genève sont déjà technologiquement avancées, peu polluantes et contrôlées sur le plan environnemental. Le développement de nouvelles technologies permettra de maintenir et d'augmenter la production sans nuire davantage à l'environnement. A ces nouveaux modes de production, encore améliorés par les technologies futures, nous voulons intégrer, de manière synergique, d'autres fonctions telles que l'habitat, les loisirs, l'éducation et la production d'énergie.

Notre idée directrice consiste au redéveloppement de ces zones d'activité, actuellement construite comme des «non-lieux» génériques, qui seront désormais strictement liées à leur contexte géographique et social de même qu'à la proximité de ressources renouvelables pour la production d'énergie. Leurs spécificités sera prise en compte afin de définir leurs potentiels stratégiques à l'échelle locale et territoriale en tant que zones de production qui intègre des fonctions mixtes.



Cité moderniste de Meyrin



Cité moderniste de Meyrin

Ces zones d'activité, déjà construites et bien connectées au réseau existant, ont un fort potentiel de densification, nécessaire tant sur la partie française que sur la partie suisse du territoire du Grand Genève. En augmentant les densités fonctionnelles et en transformant les espaces extérieurs en espaces plus verts et plus agréables, les distances et leur perception seront réduites et ces espaces deviendront plus agréables à marcher, parcours en vélo et à vivre.

L'industrie et le commerce sont deux gros consommateurs d'énergie. Néanmoins, en termes de production d'énergie, ces zones présentent des espaces et un potentiel de production d'énergie solaire, géothermique, de biomasse et (surtout autour de l'aéroport) elles peuvent accueillir des éoliennes. La future mixité fonctionnelle que nous proposons peut bénéficier de synergies positives avec des industries et des commerces qui produisent beaucoup de chaleur et ne sont utilisées que pendant quelques heures de la journée. Les larges toitures de ces grands objets peuvent accueillir des usines de production d'énergie solaire, ainsi que des exploitations agricoles et des jardins urbains. Nous proposons de conserver et de réutiliser les structures existantes et de concevoir de nouvelles fonctions et de nouveaux espaces en synergie avec elles.

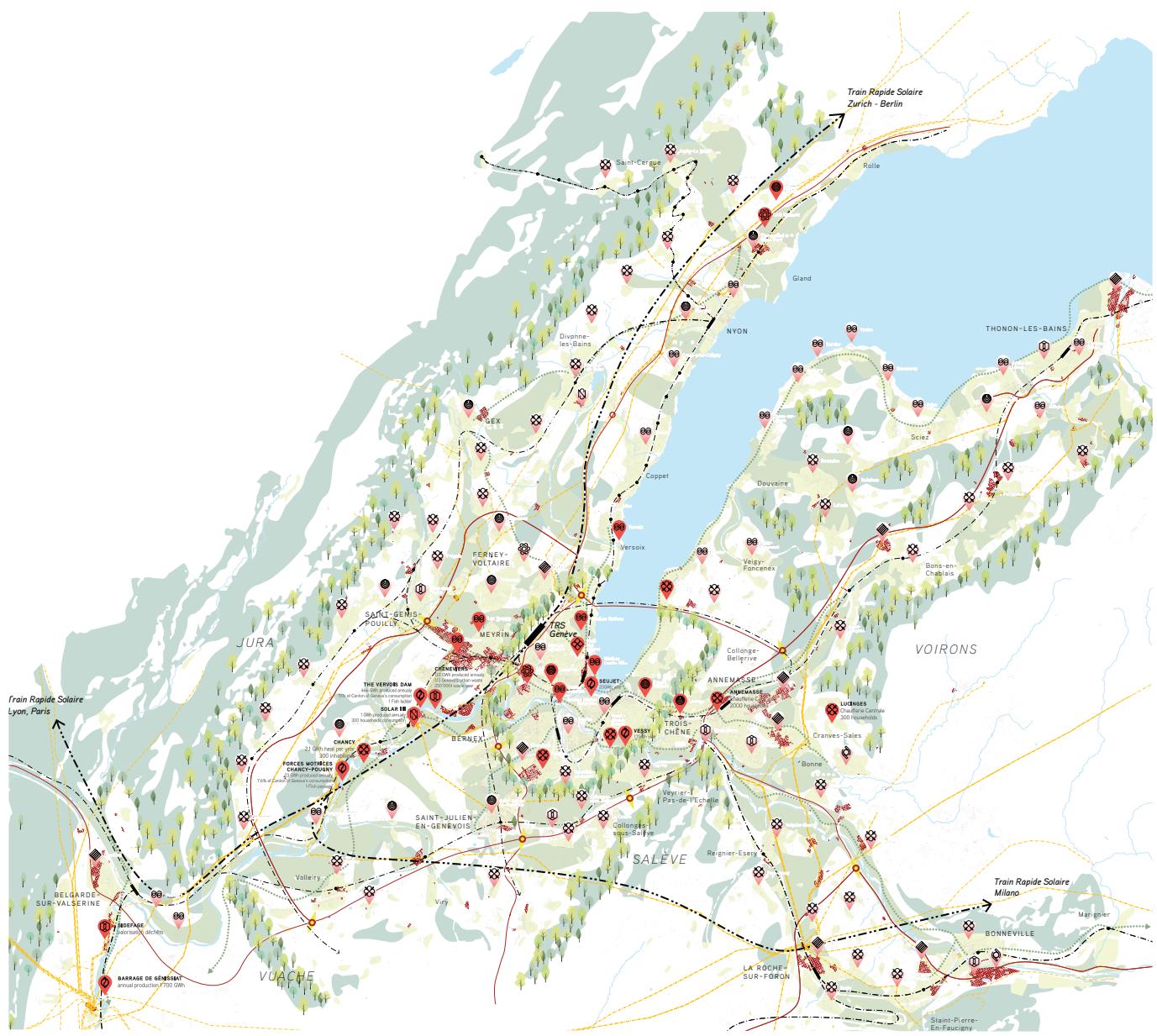
Nous parlerons des stratégies architecturales plus en détail dans les chapitres suivants.

7.4 LES ZONES MODERNISTES, GRANDS ENSEMBLES D'HABITATIONS COLLECTIVES

Aujourd'hui

Les quartiers d'habitation modernistes, développés dans la dernière partie du XXe font partie du paysage Genevois. Ils présentent une forte densité d'habitants mais sont aussi des zones mono-fonctionnelles pas toujours bien desservies par les transports publics. Ces bâtiments ne sont pas très bien isolés mais, compte tenu de leur morphologie, ils sont efficaces en termes d'espace et d'énergie, consomment moins que les maisons individuelles et sont faciles à transformer. Une petite intervention dans ce domaine peut avoir un grand impact.

Ces bâtiments peuvent être intégrés dans le contexte urbain et naturel afin de maintenir un climat urbain agréable, mais dans la plupart des cas, le besoin de



Plan énergétique du Grand Genève

stationnement a transformé les espaces ouverts en surfaces asphaltées.

Demain

Pour améliorer la qualité et la durabilité des grands ensembles de logements, nous devons travailler sur leur potentiel en tant que catalyseur social et inclure des fonctions qui maintiendront ces zones en vie jour et nuit. L'architecture peut être utilisée pour améliorer le confort individuel, en ajoutant des serres et des membranes, mais surtout, nous pensons que nous devons proposer des espaces et des fonctions collectives comme des espaces de travail, d'étude et de jeu en commun, de petites activités commerciales et productives capables de rendre ces quartiers plus autonomes. De cette façon, nous réduirons leurs dépendances à l'égard de la mobilité individuelle. Les toits et les espaces extérieurs offrent un potentiel de production d'énergie et d'amélioration du microclimat. La production d'énergie devrait également être améliorée, en fonction des potentiels spécifiques.



8. Stratégies territoriales

Giulia Scotto

Oscar Buson

8.1 COLONISER LES ESPACES DU PÉTROLE

La majorité des villes européennes ou culture occidentale, sont caractérisées par la juxtaposition ou la composition de quartiers plus ou moins homogènes de typologies distinctes : un centre ancien, des quartiers pavillonnaires, des grands ensembles d'habitations, des hameaux et villages dans la campagne, des zones de commerce et d'activités.

Dans le Grand Genève depuis des années la tendance est à la densification des zones pavillonnaires attenantes au centre. Certes les raisons qui poussent le politicien à vouloir densifier ces zones est pleine de bon sens, mais n'oublions pas que les quartiers pavillonnaires disposent d'une densité très basse, ils présentent néanmoins de nombreux avantages. Les jardins offrent souvent une biodiversité remarquable. Les essences diverses et de grande taille façonnent une réseau boisé capable d'influencer positivement le microclimat. Les familles qui habitent les maisons classiques avec jardin jouissent souvent de l'espace nécessaire pour atteindre une autosuffisance au moins au niveau alimentaire (agriculture en permaculture) et énergétique (géothermie, panneaux solaires).

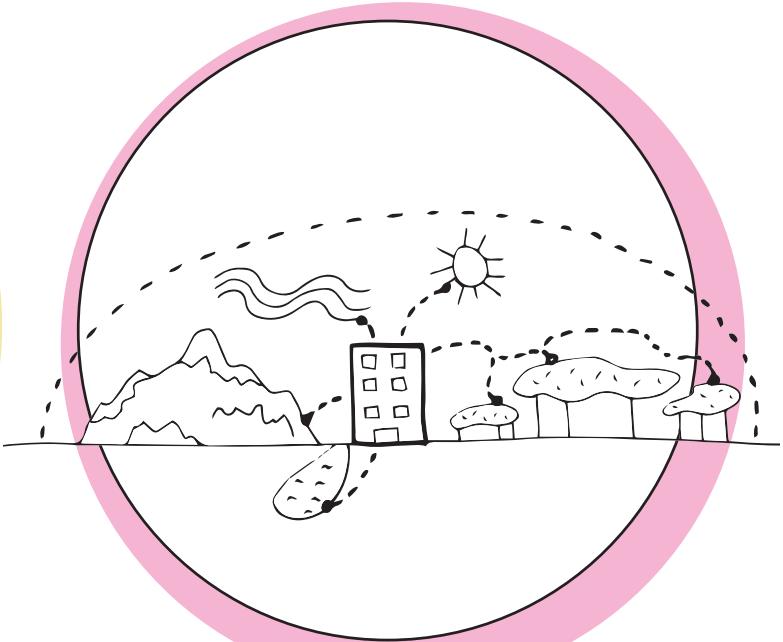
Ces opérations sont nécessaires, mais pour obtenir un plus grand impact, il faut aussi repenser les typologies modernes par excellence, les typologies conçues pendant le boom pétrolier de la période d'après-guerre, celles qui ont radicalement façonné notre mentalité et notre comportement et affecté nos territoires : les grands ensembles d'habitations et les zones d'activités industrielles et commerciales.

Conçues en série, ces zones offrent la possibilité d'être repensées plus efficacement en réseau.

Dans les grands ensembles, nous devons injecter de nouvelles fonctions en



Dialoguer avec le contexte



Créer des synergies

synergie avec ce qui est déjà présent. Cette nouvelle mixité fonctionnelle deviendra plus efficace et plus agréable. Les bâtiments devront être adaptés, améliorés et réutilisés au profit de nouvelles fonctions collectives telles que des espaces de travail en commun, des espaces pour la production de petite échelle et les loisirs.

Les grandes zones industrielles et commerciales acquerront une nouvelle échelle plus agréable pour les piétons qui ne nécessitent pas l'utilisation de la voiture et peuvent être appréciées à pied.

8.2 COMMUNAUTÉS AUTOUR DE L'ÉNERGIE LOCALE

Un nouveau type de modernité viendra remettre en question les échelles globales et individuelles de la consommation énergétique. En tirant les leçons de l'échelle évolutive de la production et de la consommation expérimentale d'énergie, nous devons mettre la communauté au centre, ni l'individu et ni l'État.

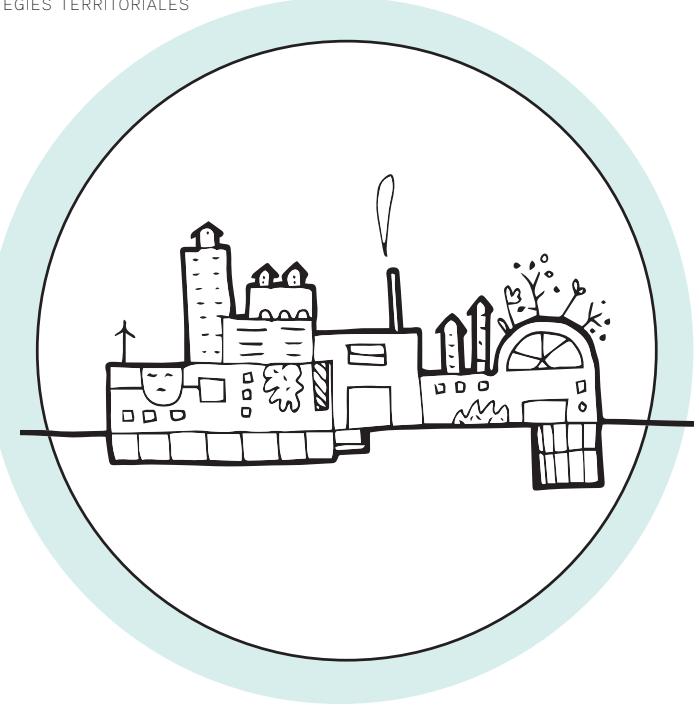
La construction d'un réseau physique qui relie les communautés partageant des intérêts énergétiques est l'un des principes qui permettra de corrélérer les potentiels énergétiques locaux aux besoins des utilisateurs. L'intégration des infrastructures énergétiques pourra créer un sentiment de proximité et de conscience qui aura un impact sur la consommation.

Rendre l'énergie visible est vecteur de connaissance et de conscience. Il faudra veiller à intégrer dans le discours spatial par une grammaire architecturale et artistique la question énergétique.¹ Celle-ci pourra être déclinée selon les énergies traitées. Les centralités énergétiques offrent un espace d'échange pour

(1) Par exemple comme à la centrale de Verbois a été conçue avec un grand soin dans les espaces. La pictographie et le choix des couleurs de style Bauhaus et art-déco dégagent une grande sensibilité et une esthétique propre à l'énergie.



Une architecture qui respire



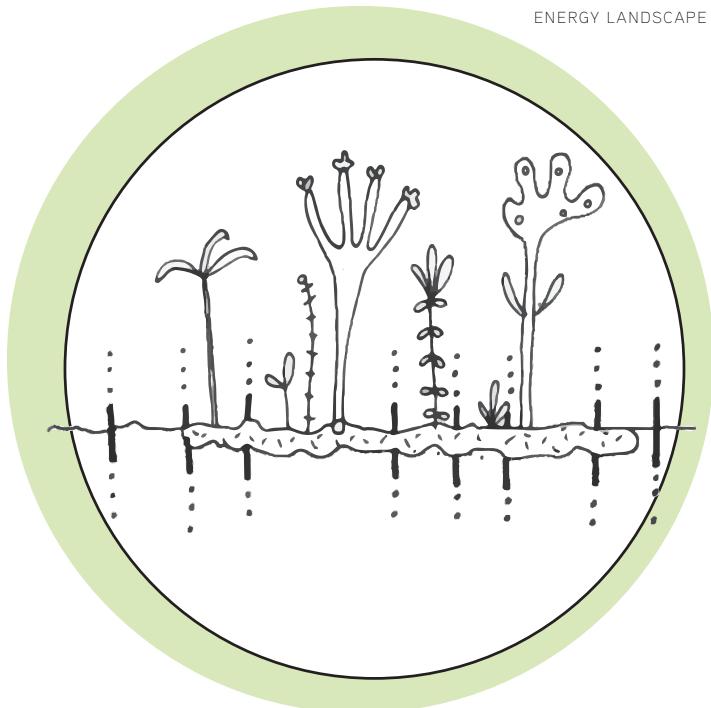
Mixité programmatique

les communautés énergétiques. Citons la commune de Lucinges qui a installé la chaufferie du village dans l'ancienne salle des fêtes. L'installation de centrales de chauffage ou de production d'énergie offrent la possibilité de créer des nouvelles centralités.

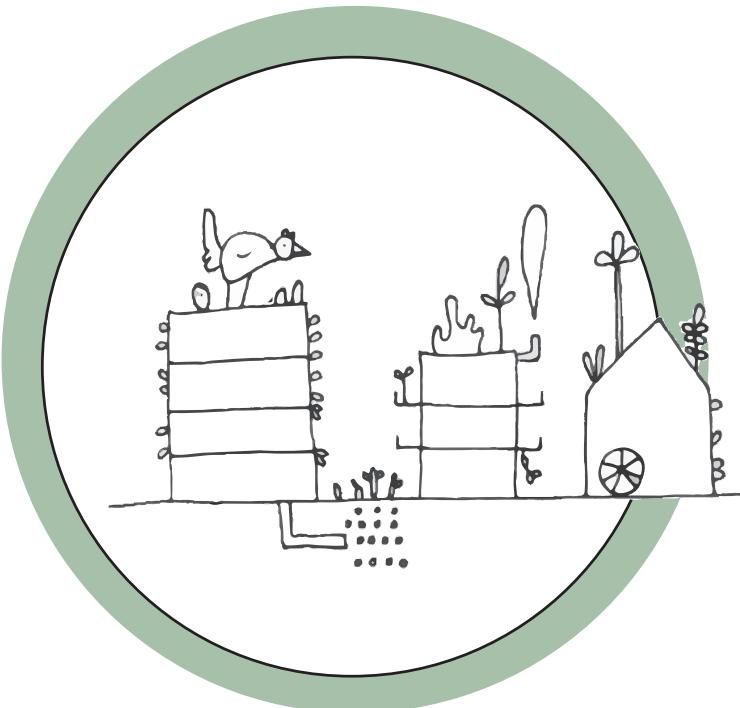
8.3 DÉVELOPPER DES CENTRALITÉS D'ACTIVITÉS MIXTES

Pour un meilleur rendement les centrales d'énergie doivent être situées au centre des quartiers d'habitation qui pour le mieux peuvent être densément peuplés. La production d'énergie sera, non seulement métaphoriquement, au centre des quartiers repensés. Autour des centrales d'énergie, le processus de production d'énergie sera transparent et plus proche de notre vie quotidienne. Nous imaginons ces nouvelles centrales comme un lieu où les différentes générations et groupes sociaux iront travailler (sans toujours se déplacer à leur bureau), se rencontrer, étudier, lire, manger, apprendre et s'amuser. Nous imaginons ces centralités comme des espaces de production aussi, et pas seulement d'énergie, mais aussi de biens artisanaux et de nourriture.

Ici, de nouvelles synergies peuvent être créées entre différents groupes et différentes fonctions. Mais aussi entre les différentes utilisations et leurs impacts énergétiques. La chaleur perdue peut être recyclée et utilisée pour la production alimentaire ou pour chauffer des ateliers et d'autres espaces de production. Dans les villages historiques, bien que liés à des fonctions différentes, ces lieux existent déjà, dans d'autres localités, elles devront être créées par la municipalité avec la participation des citoyens.



Planter des arbres



Toitures et façades productives

8.4 ARBORISATION DU TERRITOIRE

Au-delà de la green washing attitude, les arbres et les espaces verts sont importants et beaux. Au-delà des qualités attribuées à la détente, les activités récréatives et à la biodiversité, planter des arbres a un effet prépondérant contre les îlots de chaleur estivale. L'épuration de l'air et la séquestration du carbone sont aussi des avantages de la végétation urbaine². Il n'est pas étonnant que les secteurs qui subissent la plus grande amplitude de températures estivales soient l'aéroport, le PAV et les zones industrielles. La plantation d'arbres premièrement dans les parcelles publiques, le long des routes et aussi sur les façades sera important dans les zones de redéfinition urbaine. Le réseau des pénétrantes vertes pourra être densifié. Les arbres des quartiers pavillonnaires devront être préservés. Une densification des zones de villas pourra s'appuyer sur son patrimoine arboré. Une couronne verte qui ceinture le centre de Genève pourra être réalisée en partant du Cointrin libéré, puis sur les aires de stockage de kérosène et le long du réseau d'infrastructures..



Robert Zünd – Die Ernte (la récolte), 1860 // internet :
INRA - agroforesterie

Inspiré par le territoire Genevois le peintre lucernois a documenté un état du paysage d'époque qui réunit la production et une arborisation continue des champs comme il serait à envisager à nouveau. Au-delà des recherches récentes (p. ex au FIBL) pour une agriculture qui se passe de labour et qui s'oriente vers une conservation du charbon stocké dans les sols ; une agriculture du présent qui a pour priorité la question du carbon et de la biodiversité voit le jour sous la forme de l'agroforesterie

Des aires plantées naissent et proposent des espaces libres, de contemplation, de rafraîchissement dans un tissu urbain dense. Leur attractivité persiste et s'accroît dans le temps.

(2) "Nos-Arbre" M. Schlaepfer, E. Amos, O. Robert, ge21.ch, 2018 doi: http://www.vssg.ch/documents/191128_JSA-Geneve_SCHLAEPFER_services-ecosystemiques-arbres.pdf

8.5 LE RÔLE DE L'ÉNERGIE ET LE « PLAN RESSOURCE »

En plus des acteurs classiques de l'architecture postmoderne : Architecte - Paysagiste - Mobilité, il faut ajouter le personnage responsable de l'énergie ! Ce nouveau personnage clé doit avoir une connaissance approfondie du territoire et des ressources locales, et proposer aux planificateurs, architectes et investisseurs les stratégies énergétiques les plus durables et les plus respectueuses de l'environnement. Dans le futur, les territoires devront développer un plan des ressources locales qui informera sur la manière dont les bâtiments de chaque zone spécifique doivent être chauffés, orientés et isolés. En outre, le «plan des ressources» indiquera les endroits et les technologies les plus appropriés pour produire de l'énergie localement.

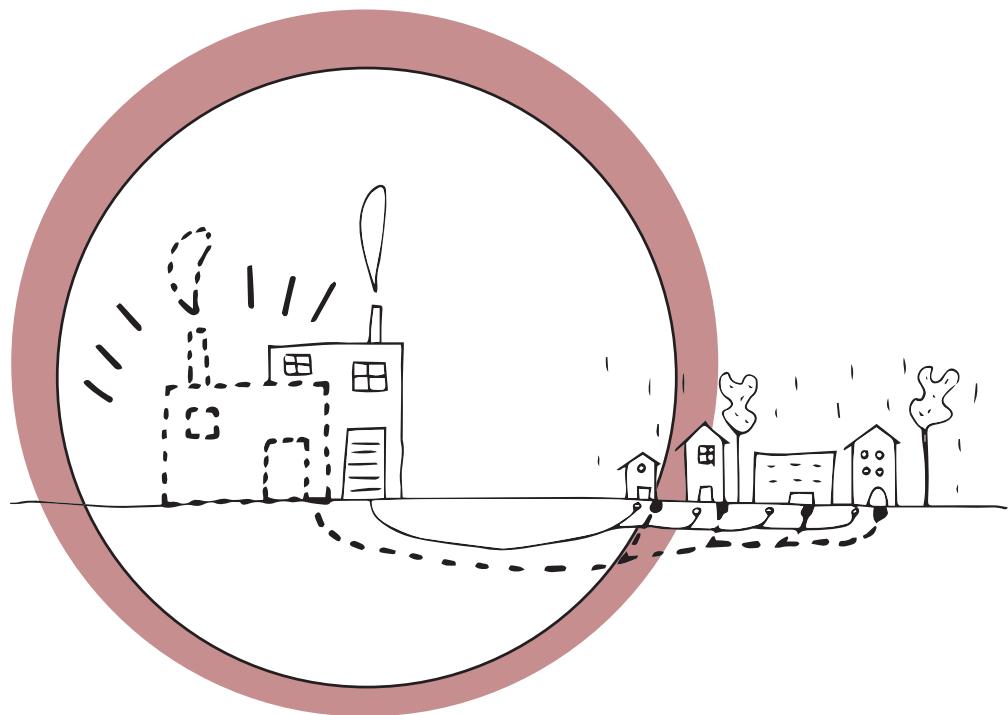
8.6 INTÉGRER LA PRODUCTION À LA PETITE ÉCHELLE

Les toitures des immeubles et infrastructures offrent une surface à exploiter considérable. Des systèmes intégrant des panneaux photovoltaïques dans du verre permettent l'implantation de serres agricoles capables de produire de l'énergie.

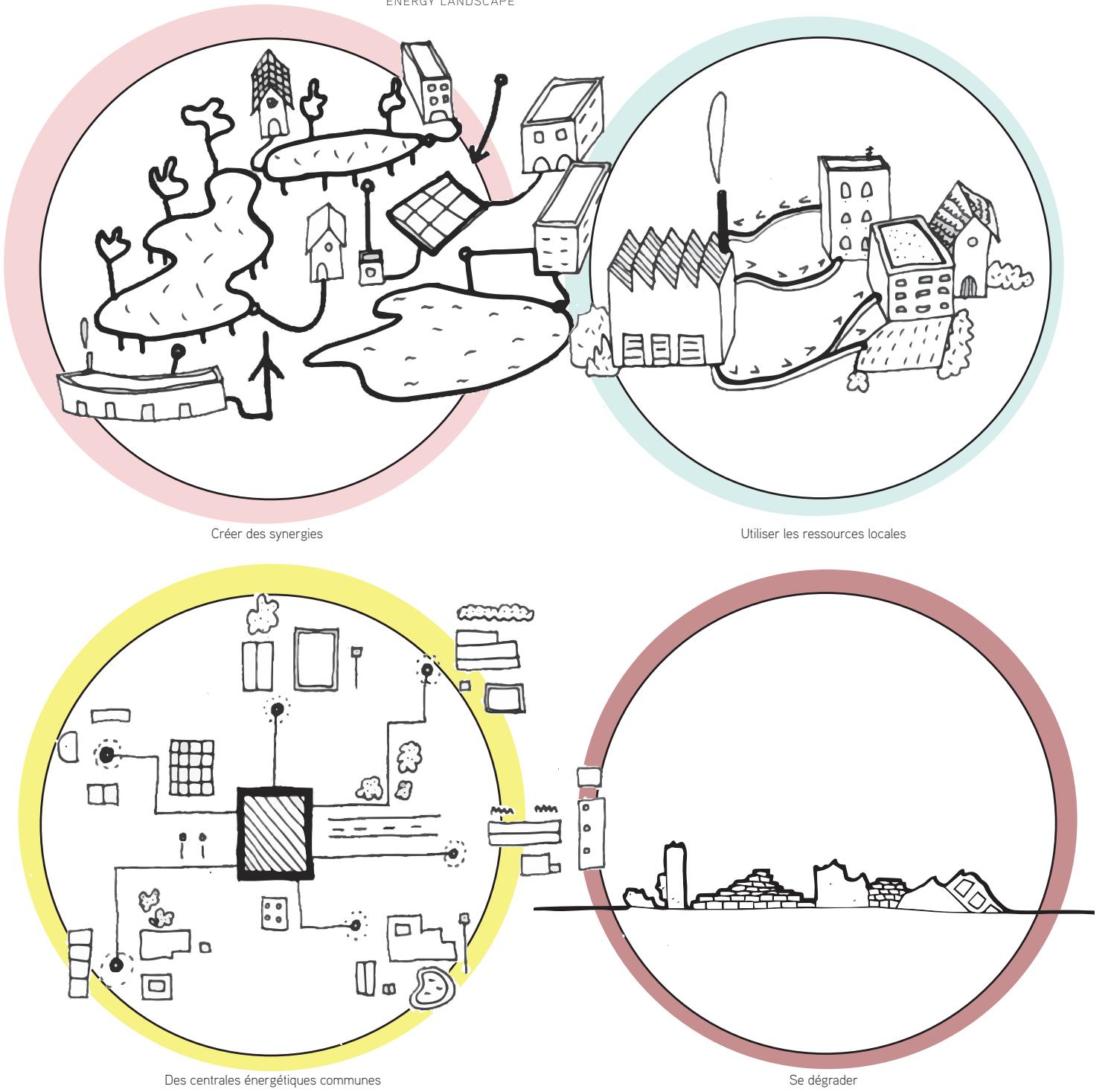
La consommation locale ne devra pas être considérée avec un romantisme gustatif des produits alimentaires locaux. Les produits de consommation que ce paysage de l'énergie peut fournir localement devra aussi limiter la consommation.

8.7 RALENTIR

Au-delà de donner la priorité aux transports publics par la création systématiques de voies en site propre, il faut remettre le piéton au centre du système. Augmenter les distances entre les arrêts aurait un impact important sur l'efficacité du temps de transport. L'économie résultante pourrait être investie dans le renforcement des lignes de transport public existantes et nouvelles.



Alimenter l'existant



La marche et le vélo sont des activités saines et durables. Grâce aux infrastructures que nous proposons, elles deviendront de plus en plus agréables en ville et à la campagne. Dans les centres-villes, elles sont déjà plus efficaces que la voiture. À l'avenir, des mesures d'incitation seront mises en place pour les personnes qui se rendent au bureau et à l'école à pied ou à vélo. Marcher et faire du vélo (conduire un trottinette et un skateboard) deviendra plus cool que conduire des voitures de luxe.

9. Vers une architecture de conscience

Oscar Buson

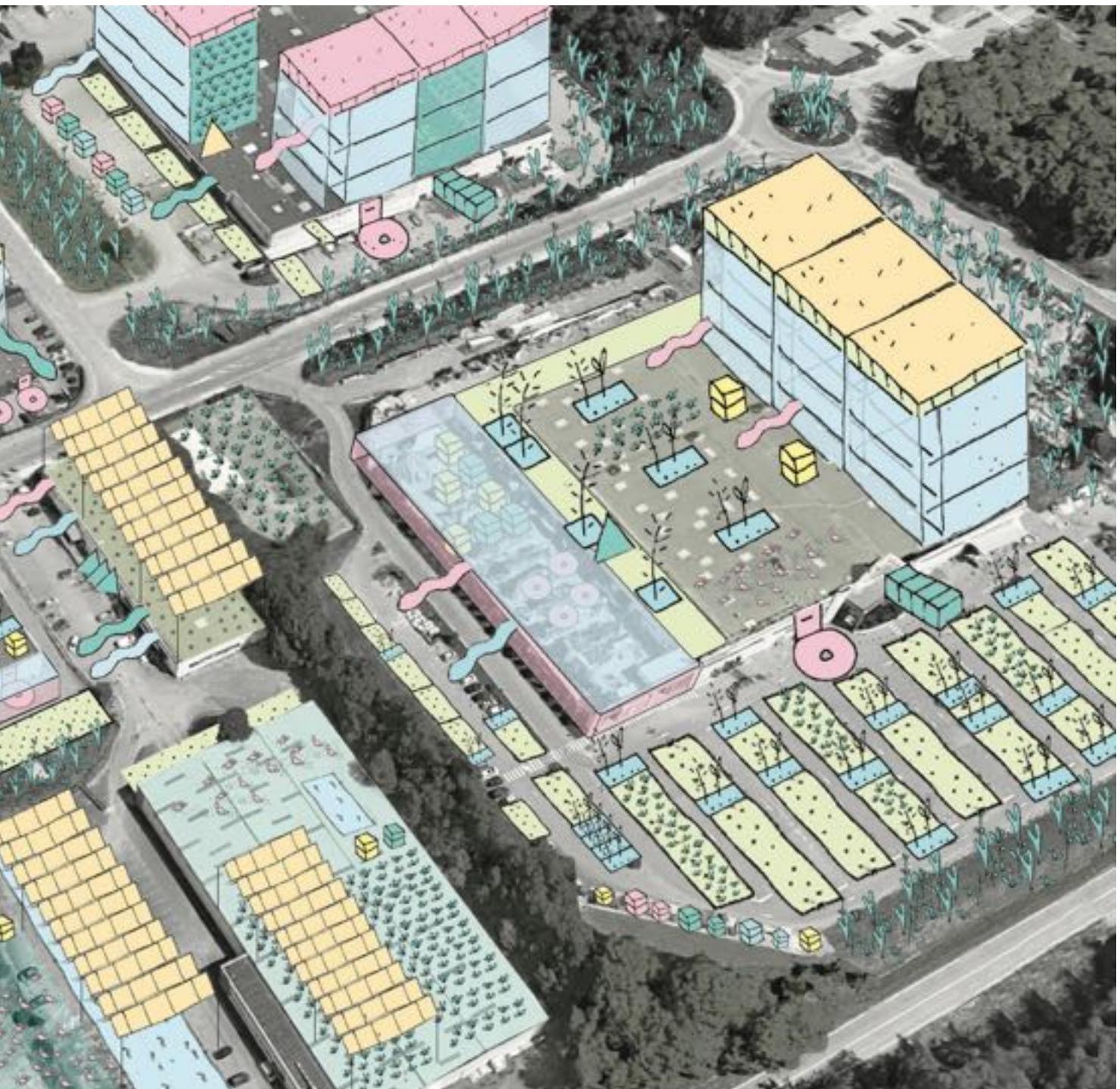
Giulia Scotto

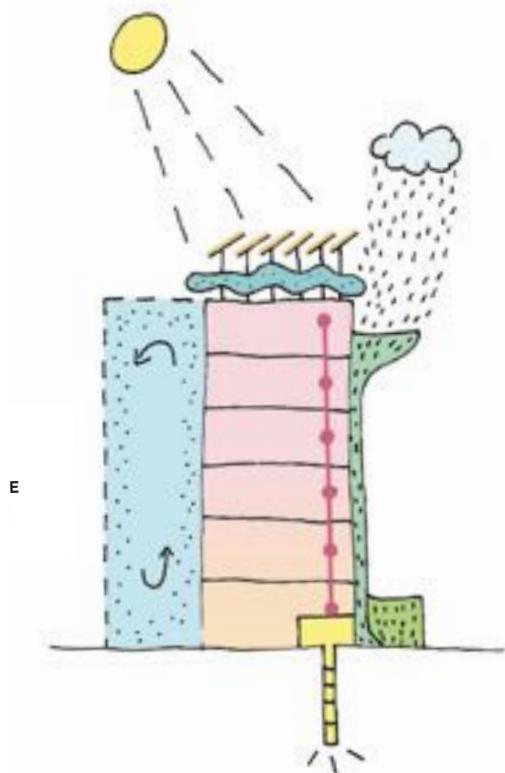
"Il faut une bonne dose de volonté, un zeste de culot et un soupçon de naïveté. Le succès du mouvement de la transition vient du fait que les participants adoptent une vision positive de l'avenir. Pour éviter de sombrer dans le marasme, ils imaginent un avenir sans pétrole, certes avec un climat déréglé, mais où il ferait bon vivre! La puissance de l'imagination se trouve dans les détails, il suffit de les dessiner, de les imaginer, de les rêver ensemble... puis de se retrousser les manches et de les mettre en oeuvre".¹

Il faut aussi penser l'avenir du territoire à l'échelle architecturale. Nous voulons développer des objets hybrides radicalement enracinés dans leurs contextes, tant pour l'approvisionnement en matériaux que pour l'énergie qu'ils nécessitent. Ces architectures sont capables de créer des ponts entre le paysage et le bâti, entre l'espace ouvert et l'intérieur. Face aux exigences d'une isolation totale entre l'intérieur et l'extérieur et au confort global standardisé de la température intérieure, nous pensons qu'il faut repenser les murs comme des membranes, qui relient plutôt que séparent les espaces intérieurs et extérieurs. L'architecture du futur devra pouvoir s'adapter aux typologies monofonctionnelles existantes fortement consommatrices, mais aussi permettre la mixité fonctionnelle, apporter de la sociabilité et de la qualité aux espaces de vie.

¹ Rob Hopkins and Hugh Fearnley-Whittingstall, *The Transition Companion: Making Your Community More Resilient in Uncertain Times*, F First Edition Used edition (White River Junction, Vt: Chelsea Green Publishing, 2011).







9.1 L'ARCHITECTURE DE CONSCIENCE PRODUIT DE L'ÉNERGIE

L'architecture de demain devra avoir une incidence positive sur la production énergétique. La diminution de la consommation énergétique par habitant jusqu'à 2000W est une cible à atteindre qui est possible pour les nouvelles constructions. Cela ne suffira cependant pas. Il faudra compenser la consommation énergétique héritée des anciennes structures et de planification urbaine énergivore. Une architecture nouvelle devra intégrer toutes les possibilités pour alimenter les quartiers avoisinants, qui de par leurs morphogénèses, leurs valeurs historiques, leurs contraintes physiques et culturelles, ne peuvent pas subvenir de manière autonome à leurs besoins énergétiques. Il faudra veiller à concevoir une architecture capable d'absorber non seulement ses propres besoins en énergie, mais également capable d'en produire et redistribuer.

Dans le cas du Grand Genève, les potentiels géothermiques sont immenses. Le chantier nécessaire pour l'installation des centrales géothermiques générera des nuisances de voisinage non-négligeables. Néanmoins, une fois le chantier de forage terminé, les installations techniques ont une taille réduite et peuvent être facilement intégrées dans des locaux techniques des immeubles collectifs mixtes.

Au-delà de la production thermique avec la géothermie, il faudra veiller à concevoir des toitures et des façades capables d'accueillir un maximum de panneaux en intégrant les besoins d'ombrage.

La production énergétique devra inclure aussi la végétalisation des façades qui aura une incidence positive sur les microclimats urbains, ainsi qu'une stratégie de collecte et réutilisation des eaux de pluie et des eaux usées pour des utilisations qui pourront varier de la création de biotopes à des systèmes d'arrosage agricole dans le meilleur des cas.

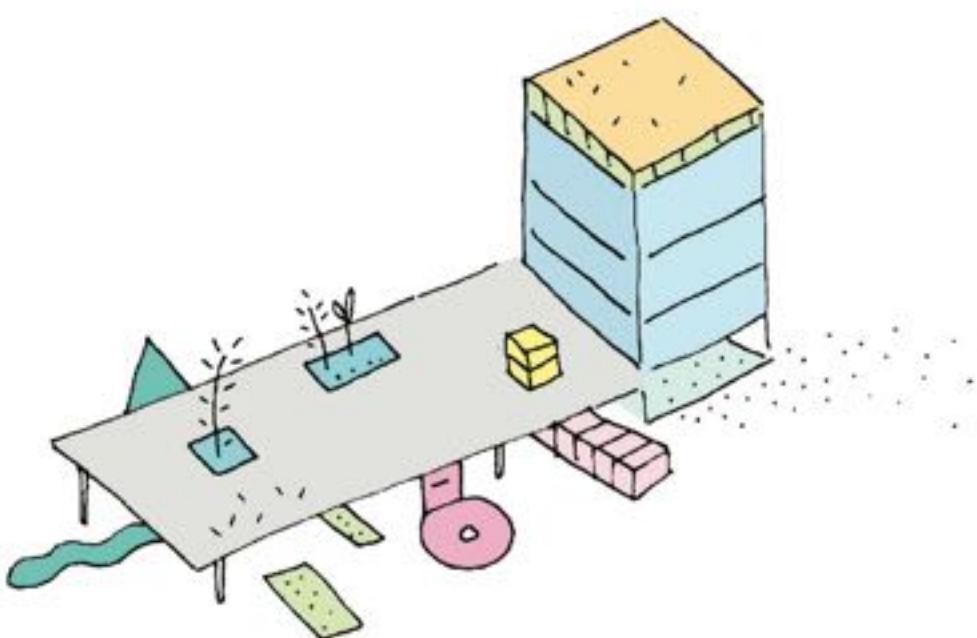
L'intégration des infrastructures énergétiques permettra de créer des centralités énergétiques qui pourront pallier à la dépendance aux énergies fossiles.

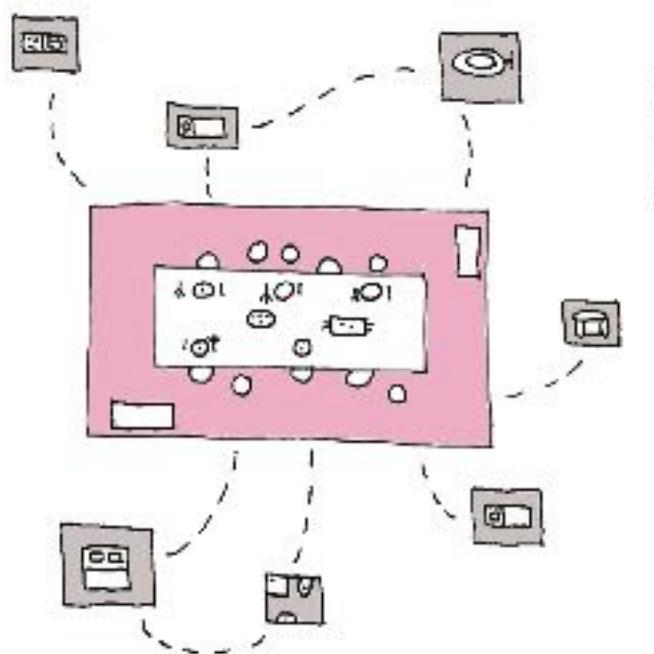
9.2 UNE ARCHITECTURE NON RADICALE, QUI PARLE UN LANGAGE MODERNE

Il ne s'agira pas de concevoir une architecture "nouvelle" ou de réinventer l'architecture. Il s'agit de faire face à l'urbanisation énergivore moderne. En aucun cas, il s'agira de réinterpréter littéralement l'architecture vernaculaire en voulant remonter le temps, ne laissons pas de place au sentimentalisme mélancolique postmoderne.

L'architecture de la conscience pourra "déradicaliser" l'architecture monofonctionnelle moderne, en arrondissant les angles de ses espaces figés et rigides. La diversité programmatique joue un rôle important dans la consommation énergétique qui tend à diminuer quand la mixité augmente. L'architecture de la conscience pourra pallier au manque de logement dans les zones industrielles et permettre à l'artisanat et aux petites entreprises de se réimplanter dans les villes. La densification de la ville moderne sur elle-même est d'autant plus aisée que le parcellaire de taille moyenne intéressante qui permet des transformations plus importantes que dans des zones pavillonnaires notamment.

La non-radicalité d'une architecture de la conscience permet de répondre davantage aux spécificités des lieux, pour qu'ils ne soient pas figés dans une modernité morose. Une architecture de situation, d'adaptation qui compose avec l'existant, configure et reconfigure la situation dans laquelle elle s'inscrit, qui sera d'autant plus capable de véhiculer des sentiments d'identité de sociabilité.





9.3 AUGMENTER LES ESPACES COLLECTIFS

Il est temps de sortir l'urbanisation au mètre carré. Il ne suffit pas de densifier par des surfaces supplémentaires, il est indispensable faire passer l'être humain avant les chiffres.

Depuis la dernière guerre mondiale, la surface de logement chauffée par habitant ne cesse de croître. Notamment, en Suisse, où la surface moyenne des logements était de 83m² entre 1961 et 1970 contre 131m² pour les logements construits entre 2001 et 2005.² Ce phénomène doit être mis en relation avec les changements à l'oeuvre dans la reconfiguration du modèle familial, qui tend vers le monoparentalisme, avec une diminution significative de natalité et une augmentation de logement pour célibataires. Depuis 1970, la densité d'occupation par pièce a diminué de 0.79 habitants par pièce en 1970 à 0.6 en 2018.³ Les habitants par logement sont quant à eux passés de 2.9 en 1970 à 2.2 en 2018.⁴ En d'autres mots, nous avons de plus en plus de m² chauffés par individu, mais nous sommes aussi de plus en plus seuls.

La diminution de l'espace dédié aux besoins individuels pourra être compensée par la mutualisation et la valorisation des espaces en commun. A l'instar des projets de coopératives, il faudra veiller à assurer un minimum de surface énergivore, tout en permettant d'intégrer au sein des bâtiments ou groupes de bâtiments des programmes partagés qui ne sont pas nécessairement utiles au quotidien ; tels que des cuisines plus spacieuses, des salons et salles de fête, des bains, salles de cinéma, chambres pour invités. Il faudra également veiller à activer les rez-de-chaussée avec des programmes qui engagent la sociabilité, tels que les buanderies, ateliers de réparation ou encore des micro-équipements publics de type crèche.

(2) OFS, Surface moyenne des logements selon l'époque de construction en 2018, sur bfs.admin.ch

(3) OFS, Densité d'occupation depuis 1970, sur bfs.admin.ch

(4) OFS, Densité d'occupation par pièce depuis 1970, sur bfs.admin.ch

Il ne s'agit donc pas de devoir définir la surface minimale ou maximale des logements, mais de recentrer leur conception sur des valeurs sociétales et d'inclure dans le calcul de leurs surfaces, des espaces mutualisés. Une grande flexibilité des typologies permettra d'absorber les changements qui peuvent apparaître à tout moment au sein des habitants et des utilisateurs.

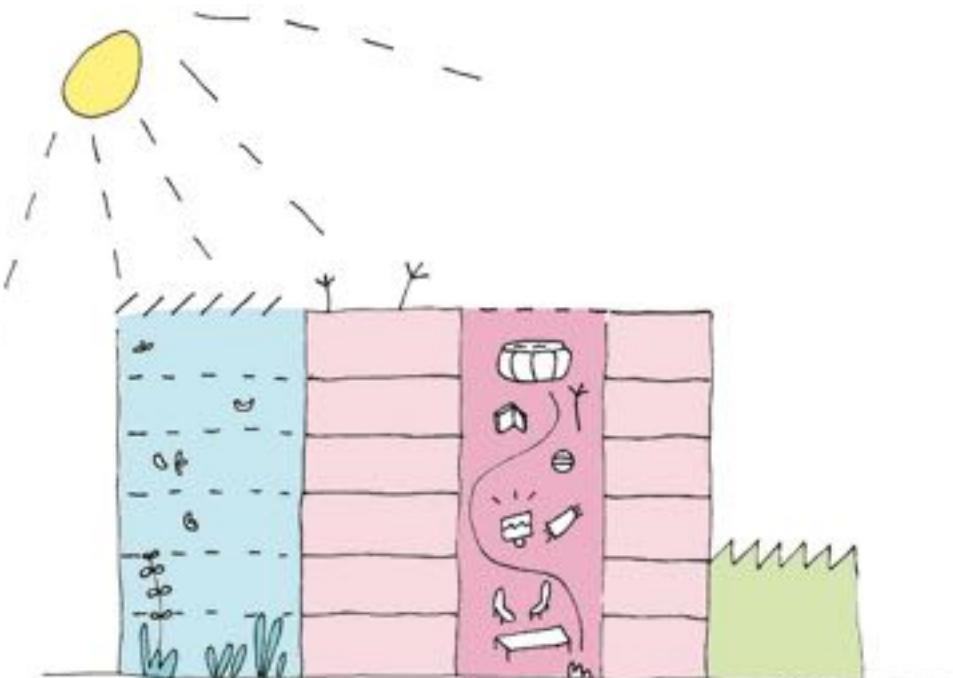
9.4 ARCHITECTURE DE MEMBRANE

De l'époque moderne à l'époque contemporaine, les limites entre intérieur et extérieur sont devenues des frontières à hautes performances énergétiques. Grâce aux prouesses techniques, il est désormais courant d'habiter un climat tropical en intérieur alors qu'il neige à l'extérieur. Marcher pieds nus et en T-shirt chez soi en hiver est désormais un standard. L'utilisation massive d'isolants plastiques de type polystyrène et polyuréthane définit les limites entre nos espaces de vie et le monde extérieur.

Notre proposition pour le Grand Genève suggère de travailler dans l'épaisseur des limites entre intérieur et extérieur et de les rendre habitables. Repenser le confort thermique signifie mettre en place des espaces différenciés en fonction des besoins, ainsi il faut repenser les espaces à chauffer davantage et ceux qui peuvent rester plus frais pour créer une variété de situations en dialogue constant avec l'environnement. D'une certaine façon, il faut imaginer une architecture qui respire et qui évolue, capable de réagir au flux du temps, des saisons et des usages.

Les espaces de membrane, comparables à des jardins d'hivers, viendront compléter les espaces au climat contrôlé qui pourront ainsi être réduits.

L'architecture de conscience réduit les espaces au climat contrôlé, dont la surface chauffée sera comparable aux logements d'avant-guerre. Le volume totale de ces



espaces pourra également être réduit en diminuant la hauteur minimale sous plafond à 2.4m. Ces optimisations pourront ainsi permettre d'atteindre - 40% sur le volume total des logements. Par exemple, un 3.5 pièces pourra être de 50 m² à 60 m², contre les 75 m² à 95 m² préconisés actuellement sans perdre en qualité et en générosité d'espace.

S'ajoute à l'espace au climat contrôlé, un espace tempéré : l'espace de la membrane. Cet espace évolue avec les saisons et participe à l'amélioration des performances des espaces au climat contrôlé. Les performances climatiques et les qualités spatiales seront encore plus intéressantes dans le cas des logements en duplex. Dans ce cas, l'espace de membrane pourra avoir une hauteur allant jusqu'à 5 mètres et offrir ainsi une climatisation naturelle variable pendant toute l'année. Ce grand jardin d'hiver sera flexible dans son utilisation, il pourra être planté de fruits et légumes, de plantes ornementales, etc... Il pourra jouer le rôle de jardin en hiver, de salon en été, d'espace de jeux, d'espace de vie en commun.



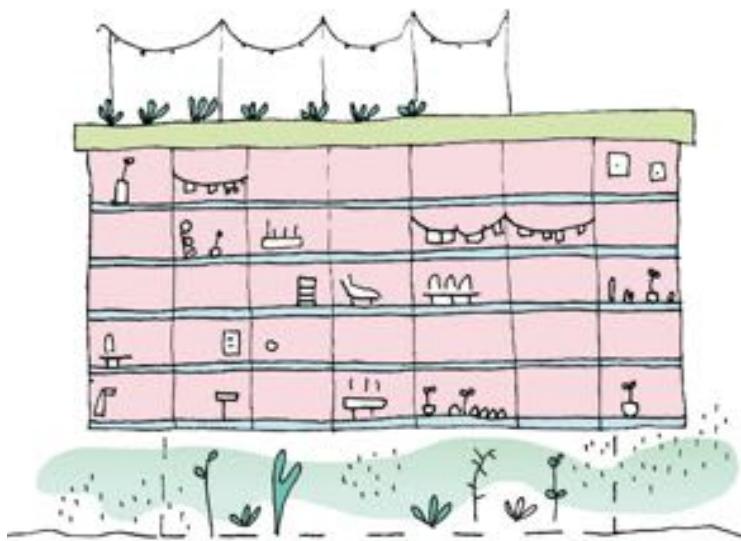
Façade légère additive, Lacaton Vassal

Une troisième couche interne, liée à la structure de l'édifice sera dédiée aux espaces de rangement, aux caves, dépôts, mais aussi aux sanitaires et aux distributions verticales.

Le volume épais qui résulte de cette architecture de couches, produit des surfaces de toiture importantes et exploitables. A l'instar des socles productifs, la toiture aura un rôle essentiel de production alimentaire et énergétique.

Cette logique adaptable incite à sortir de la logique quantitative d'un espace de vie minimal ou maximal. Nous proposons ici de se pencher sur la question d'un espace de vie qui évolue avec l'environnement et avec les saisons. L'espace chauffé est donc minime en hivers. Les habitants pourront vivre dans des surfaces minimisées en période froide. Peut-être que le confort d'un espace chauffé sera réduit en temps plus froid. En période chaude et tempérée plus d'espaces sont disponibles.

À l'échelle urbaine, la réinterprétation et la réintroduction d'éléments typiques des architectures vernaculaires, tels des portiques, des loggias ou de pergolas, pourront avoir une incidence favorable dans le microclimat urbain. Nous devons étudier la notion de confort à l'extérieur et utiliser l'outil de conception pour créer des espaces avec différentes caractéristiques climatiques, capables de fournir une protection contre certains agents lorsque cela est nécessaire et réfléchir au potentiel de stratégies simples et locales pour améliorer la qualité de l'extérieur urbain et rural. Des espaces couverts protégeant de la pluie et du soleil, des espaces qui protègent du vent, des structures flexibles et adaptables qui changent avec la saison, des zones plus vertes et plus perméables qui assure



le rafraîchissement pendant l'été.

9.5 UNE ARCHITECTURE QUI RESPIRE

Rappelons que les produits d'origine fossile dégagent dans l'atmosphère des GES qui ont mis des milliers d'années à être stockés sous les entrailles de la terre, et ceux-ci principalement dans la période carbonifère. Tout organisme vivant, tout écosystème, constitue un réservoir de carbone intégré au sein de la biomasse (ici considéré au sens large comme l'ensemble des organismes vivants ou morts). La production de biomasse lors de l'évolution naturelle d'un écosystème jeune se traduit par une séquestration de CO_2 atmosphérique par photosynthèse. La perte de biomasse suite à la perturbation d'un écosystème correspond en revanche à un relargage de CO_2 .⁵

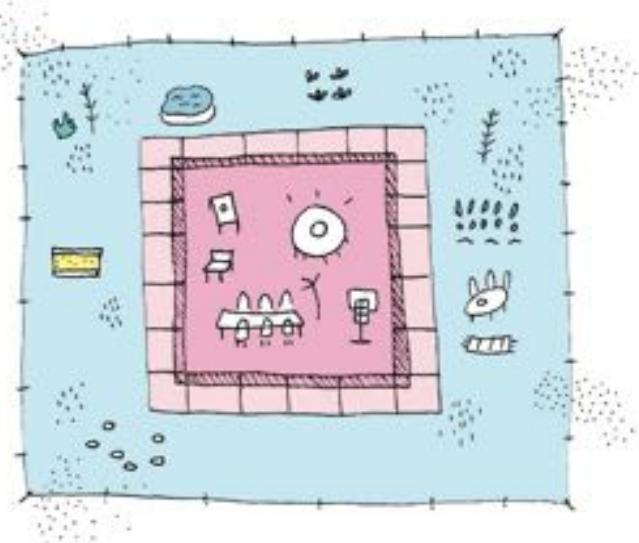
Il faudra considérer donc la matière, de construction mais aussi de combustion, comme un réservoir d'énergie et de CO_2 . La combustion du bois produit certes des GES, mais elle peut faire partie dans une certaine mesure d'un cycle de réabsorption des gaz émis. Le choix de matières végétales, que ce soit dans la construction que dans la combustion pour le chauffage, aura automatiquement un meilleur impact que celui des produits provenant d'énergie fossile.

L'architecture de demain devra avoir une incidence positive sur le stockage des GES et notamment du CO_2 .

Cela pourra s'opérer essentiellement par l'usage du bois en tant que matériau de construction, par la gestion des forêts et par la plantation d'espaces verts. La séquestration de carbone que permet l'usage du bois est d'autant plus intéressante que son utilisation est à longue durée de vie. Ainsi, il faut considérer que toute construction en bois produira moins de GES que si elle était issue de matériaux concurrents tels que le ciment ou l'acier dont la fabrication émet des gaz à effet de serre (émissions liées au processus de fabrication ou aux entrants énergétiques nécessaires, souvent d'origine fossile).⁶

(5) The Shift Project et al., Décarbonons! 9 propositions pour que l'Europe change d'ère (Paris: Odile Jacob, 2017).

(6) Ibidem



L'importance des matériaux et des sources d'énergie locales et durables doit également être développée en relation avec la longue durée de vie des bâtiments. Nous devons imaginer comment ils peuvent être construits maintenant pour être démontés et réutilisés, partiellement ou totalement, dans le futur, mais nous devons aussi penser à l'importance de l'entretien du patrimoine existant et futur. Agir sur les modes d'entretien et de gestion du bâtiment est un moyen important, et souvent négligé, de réduire l'impact de l'énergie grise pour rendre les constructions plus durables.



Structure bois, Projet Smart-living Lab, Fribourg

9.6 ESTHÉTIQUE DU TEMPS

Les matériaux de construction seront donc principalement des matériaux qui respirent et qui séquestrent du CO₂, mais aussi il faudra veiller à avoir des types de construction simples et faciliter des la conception les procédés de démontage. L'énergie pour la déconstruction des architectures, pour leur réparation et leur rénovation, l'utilisation de panneaux isolants, laine de bois, de bois industriel, se portent aussi très bien lors de la substitution à des énergies fossiles et de la valorisation énergétique du parc existant.⁷

Un autre élément prépondérant sera l'ombrage et la végétalisation des façades. La régulation naturelle de la température que procurera le feuillage aura un impact positif à l'intérieur des habitations. Aussi, la végétalisation des volumes bâtis pourra influencer positivement sur le microclimat urbain, surtout lorsque les dispositifs choisis sont en lien direct avec des surfaces vertes arborées alentours.

9.7 PRODUCTION DE MIXITÉ ET PROXIMITÉ

L'abandon des énergies fossiles dans la mobilité et dans la production révolutionnera le rapport entre les zones d'activité et d'habitation. Autant la "ville thermo-industrielle", pour utiliser les mots Servigne et Stevens,⁸ a profondément trouvé les raisons de son éclatement programmatique dans les nuisances issues de l'utilisation des énergies fossiles. Avec en tout premier lieu le charbon, qui

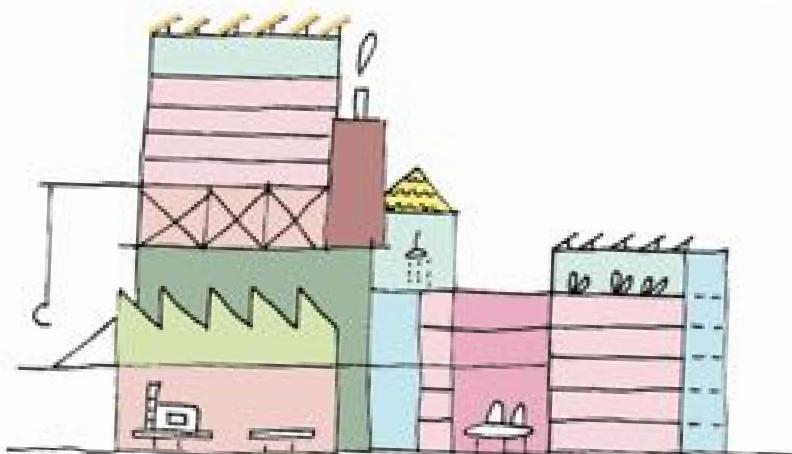
(7) Ibidem

(8) Pablo Servigne, Raphaël Stevens, and Yves Cochet, *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Anthropocène Seuil (Paris: Editions du Seuil, 2015).

a structuré également les géographies sociales des grandes villes que nous connaissons comme Paris, Londres ou Berlin, puis l'essence brûlées par les moteurs des véhicules de transport modernes, qui ont fragmenté le paysage contemporain.

La conception de la ville par secteur n'est rien d'autre qu'un verrouillages socio-technique qui est non seulement à la base de la conception urbaine de nos villes dont le Grand Genève également, mais aussi l'origine et la conséquence de la dépendance aux énergies fossiles et aux transports individuels de masse.

L'intégration d'espaces de production dans les quartiers d'habitation tels que Meyrin, ainsi que l'intégration de logements dans les zones industrielles, auront un impact positif dans la consommation énergétique du Grand Genève. La densification des géographies et architectures du pétrole, des zones industrielles et les zones mono-fonctionnelles, permet une conception architecturale des



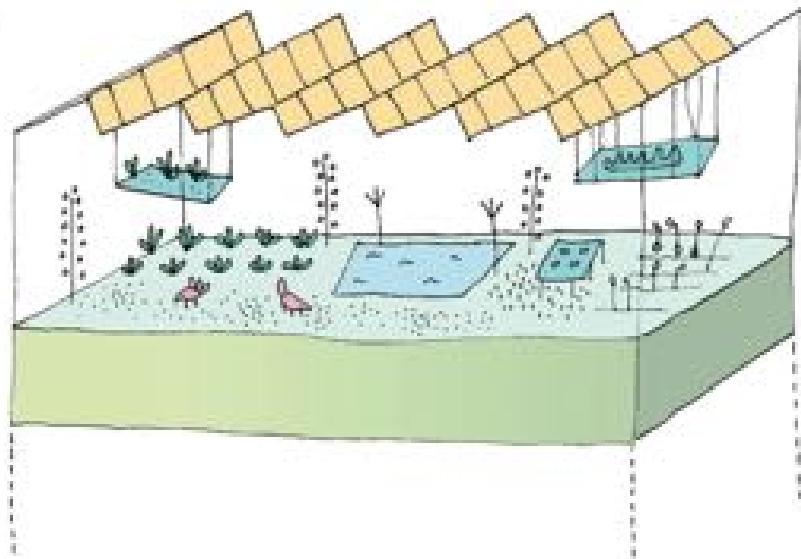
Espace communautaire sur double niveau, Zurich

volumétries importantes.

9.8 L'ARCHITECTURE POST PÉTROLIÈRE PEUT ÊTRE INTÉGRÉE À L'EXISTANT

Un autre facteur important, est l'intégration et la visibilité de la production, dans le sens large, au sein des lieux d'habitation. L'éloignement des aires productives a comme conséquence le détachement du consommateur vis-à-vis de la marchandise consommée. La présence physique et visuelle du cycle de production aura une incidence sur la conscience de l'utilisateur qui pourra comprendre davantage le cycle de vie des choses.

Prenons par exemple la consommation de la viande. Il est essentiel de préciser ici qu'il faut passer d'une dynamique basée sur la quantité à une logique de la qualité. Les socles productifs proches des aires urbaines, par exemple Meyrin, pourraient être des étables pour un nombre limité de bovins. La viande qui y serait produite, aurait le double avantage d'être d'une part très proche des lieux



de consommation et donc d'en réduire l'énergie nécessaire à son transport, mais surtout la proximité et l'attachement sentimental que pourraient établir les habitants avec les animaux aurait un effet sinon dissuasif mais pour le moins de conscience entre le rapport du steak et de l'animal.

Intégrer la productivité dans les quartiers de vie aura un impact éducatif et didactique sur le cycle de vie des objets, qui pourra éveiller la conscience du consommateur sur les marchandises. La coordination de la consommation selon les possibilités de production locales aura nécessairement un impact favorable sur les communautés énergétiques réunies.



Serres photovoltaïques (internet)

9.9 AGRICULTURE SUR TOUS LES TOITS

L'architecture que nous proposons ici aura un impact positif sur la production alimentaire locale. Certes la production agricole ne consomme directement seulement 1% des énergies fossiles dans le bilan énergétique du Grand Genève. A cela il faut cependant ajouter les facteurs liés à l'industrie alimentaire et au transport de bien. Il ne nous a pas été possible de calculer les besoins énergétiques finaux liés à l'alimentation, et les études dont nous disposons donnent des points de vue parfois divergeant. Cependant, il est certain que l'industrie alimentaire globale est fortement dépendante des énergies fossiles (transport par Cargo à l'échelle globale) et aussi fortement impliquée dans les émissions des GES. Rappelons-nous que l'agriculture émet environ 12% des GES de l'Europe en 2012 (560MtCO₂eq dont 70Mt venant des combustibles fossiles utilisés au sein des exploitations.⁹ Une particularité de ce secteur est le poids notable du méthane (CH₄) et du protoxyde d'azote (N₂O) dont les potentiels de réchauffement à 100 ans sont respectivement 28 et 265 fois supérieurs à celui du CO₂.¹⁰

Passer à une alimentation locale riche en légumineuses devient donc une priorité. La production de légumes de proximité est possible lorsque les toitures sont aménagées en serre, pour de l'agriculture hors-sol. L'architecture de conscience

(9) EEA greenhouse gas – data viewer <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

(10) The Shift Project et al., Décarbonons! 9 propositions pour que l'Europe change d'ère (Paris: Odile Jacob, 2017).

sera productrice du point de vue alimentaire. Les surfaces de toiture seront généralement couvertes par un système de serres et de panneaux solaires. L'agriculture hors-sol présente plusieurs avantages: le système fonctionne en circuit fermé ; l'eau qui n'est pas absorbée et les engrains qu'elle contient naturellement sont recueillis et réutilisés dans des circuits courts. Cela permet de substantielles économies d'eau et évite une contamination des sols. Les rendements sont très élevés au regard des surfaces nécessaires. On peut donc produire localement, en Suisse, des quantités plus importantes, ce qui peut réduire les importations.¹¹

En Suisse, le hors-sol est devenu le mode de culture dominant pour certains produits. Ainsi, les tomates et les concombres de culture ne sont pratiquement plus cultivés en plein champs. En 2015, la production nationale de tomates sous serre couvrait 157ha dont 103ha de hors-sol, tandis que le bio s'élevait à 23ha.¹² La possibilité de cultiver hors sol au cœur des centres habités pourra ainsi libérer les terres agricoles qui sont actuellement exploitées. Les terrains de Troinex, par exemple, pourraient devenir des champs cultivés en permaculture et avoir ainsi un impact écologique positif.

Les panneaux solaires combinés aux sheds des serres pourront alimenter un système d'éclairage pour optimiser les cultures intensives là où cela fait sens de le faire, en associant une illumination de quartier et, de nouveau, en rendant visible la réalité de la chaîne alimentaire locale.

9.10 LES FONDEMENTS DE L'ARCHITECTURE ENTROPIQUE

Elle respire,吸, absorbe et dégage de l'énergie. Elle évolue et échange avec les apports énergétiques extérieurs. L'architecture entropique se déploie dans l'épaisseur des limites entre environnement naturel et le milieu humain. C'est une architecture de membranes apte aux échanges énergétiques. La frontière est donc épaisse et génératrice de nouveaux espaces et nouveaux usages.

Elle est asymétrique. L'architecture entropique prend son assise sur les spécificités locales et dialogue avec elles, ne vise pas une existence par elle-même et n'est pas infinie. Elle. Non Radicale, l'architecture entropique ne vise pas l'universel, mais elle s'enracine dans le territoire.

Elle se dégrade. L'architecture entropique est vouée à se dégrader et au retour au chaos. La matière qui la compose doit pouvoir y parvenir facilement. Le processus de démantèlement et de retour à la matière première fait partie de sa conception. L'énergie nécessaire pour la maintenir est une composante à prendre en compte pendant toute sa durée d'existence.

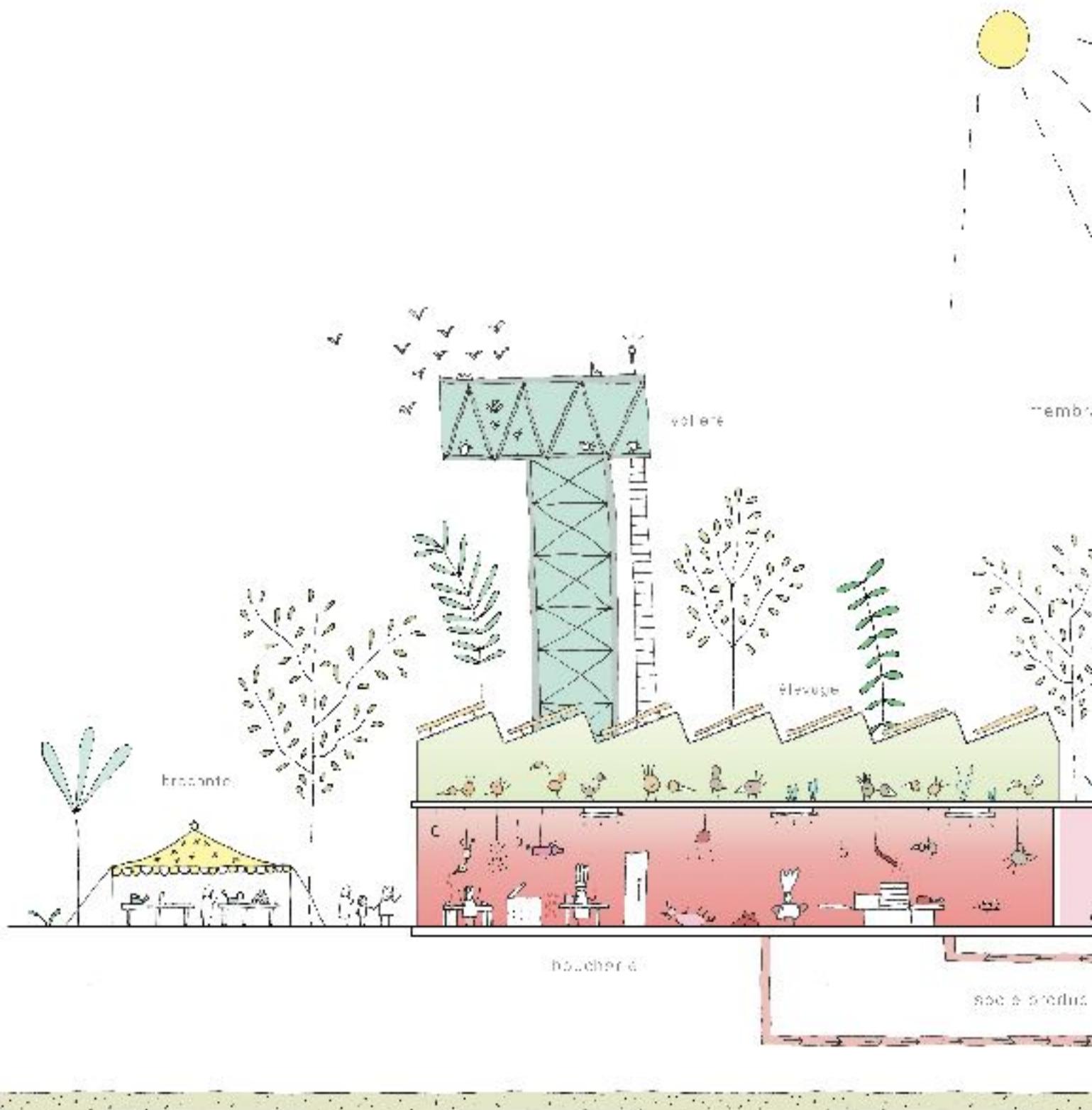
Elle est ontologique. Elle recrée un territoire là où la modernité a gommé la spécificité du lieu. Il ne s'agit cependant pas de recréer un passé perdu, mais de recomposer et réinventer une nature nouvelle à partir de ce qui est resté.

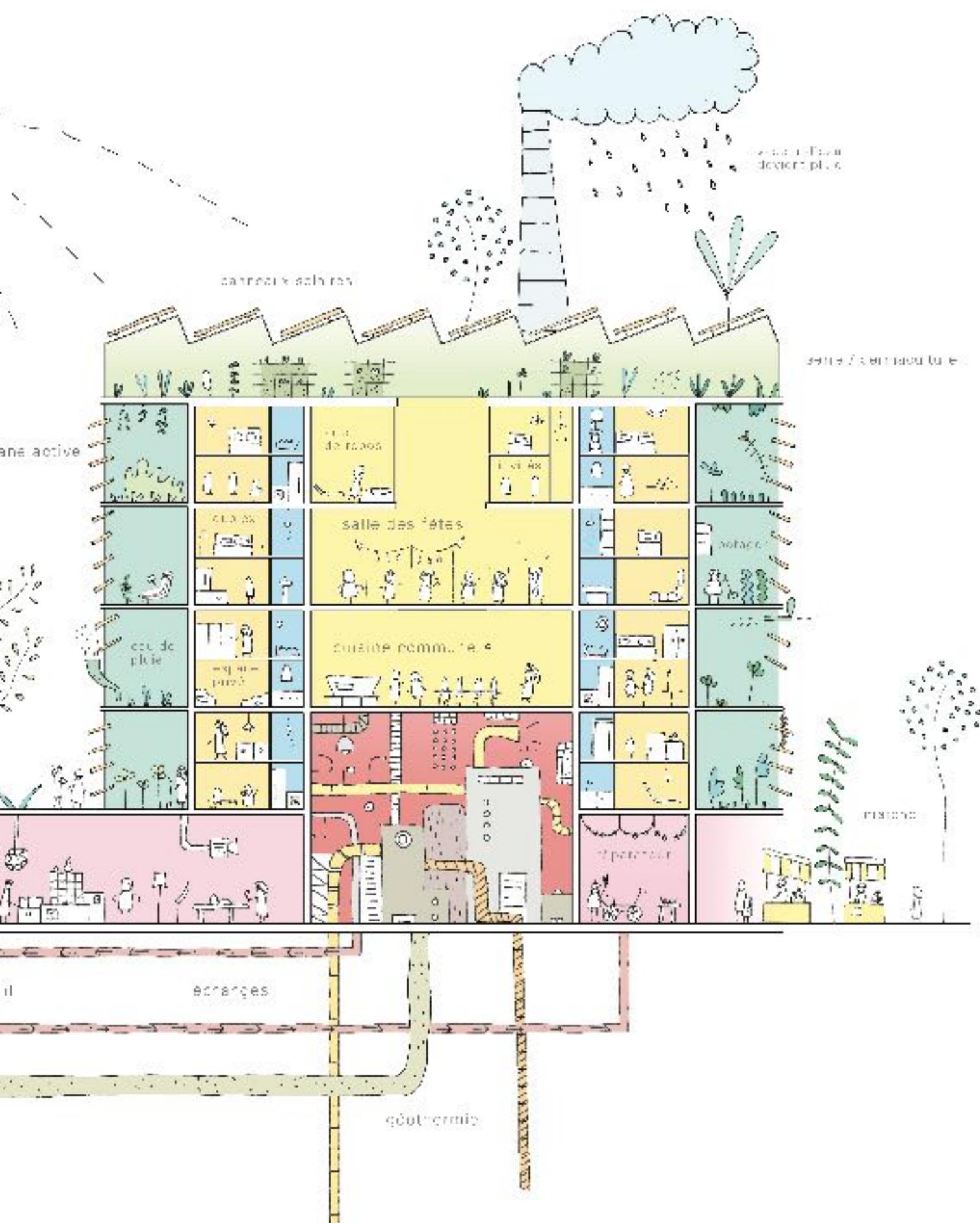


Serres sur toitures, Kuhn Malvezzi

(11) « Produits hors-sols, la grande inconnue » dans bon à savoir n°5, RTS la 1ère, 2017

(12) Ibidem







10. Conclusion

Oscar Buson

Lors de notre voyage dans le territoire du Grand Genève, nous avons visité l'usine de traitement et de valorisation de déchets des Cheneviers. Quelle satisfaction que de voir de nos propres yeux, cachée dans des méandres de l'Arve, une usine capable de transformer en énergie les déchets urbains, agricoles et industriels "dans le respect du développement durable" (SIG). Les fournaises des Cheneviers brûlent les restes des activités humaines pour les transformer en chaleur utile, redistribuée dans les espaces fermés des bâtiments genevois.

Puis, en discutant avec la guide de l'usine de Verbois, nous avons appris que la matière a été traversé, à de maintes reprises, par des flux d'énergie, après avoir été transformée par la main de l'homme, elle devient poison pour la Terre. L'usine de Cheneviers, produit des déchets qui sont valorisés à leur tour dans une usine située en lisière, dans la forêt de la zone industrielle du Bois-de-Bay. Nous avons poursuivi notre voyage pour chercher à toucher de nos mains ces résidus de résidus de matière. Il s'est avéré qu'il soit encore possible d'extraire des métaux des déchets des fournaises des Cheneviers. Ensuite, la matière qui reste s'apparente à de la pierre, des cailloux que les employés de l'usine du Bois-de-Bay appellent tendrement des "monstres".

Voilà, nous avions entre nos mains la preuve tangible que le processus parfait de valorisation de la matière n'existe pas, que le célèbre logo vert qui représente un cycle fermé de la vie des objets n'est que mensonge. La matière se dégrade. Pour réintroduire les déchets dans un cycle productif, il faut y ajouter de la matière et de l'énergie. La matière se dégrade à jamais. Dans les termes de Nicholas Georgescu-Roegen, l'objet que nous avions dans nos mains était de la "matière à haute entropie" car à la fin du cycle d'une utilité quelconque, de la matière corrompue et inexploitable. Elle est interdite pour les remblais, elle est si dégradée qu'elle ne peut plus devenir une composante dans la construction. Son taux élevé de métaux lourds et de particules indéterminées la rend hautement

Georgescu-Roegen distingue deux types d'énergies, l'énergie utilisable ou libre et l'énergie inutilisable ou liée. « La distinction entre énergie libre et énergie liée est assurément anthropomorphique. »

D'une façon générale, l'énergie thermique libre d'un système clos se dégrade continuellement et irrévocablement en énergie liée. L'extension de cette propriété de l'énergie thermique à toutes les autres formes d'énergie conduit au Deuxième Principe de la thermodynamique, appelé aussi la loi de l'Entropie. Cette loi stipule que l'entropie (c'est-à-dire la quantité d'énergie liée) d'un système clos croît constamment ou que l'ordre d'un tel système se transforme continuellement en désordre.)



Un petit mostre du Bois-de-Bay

nuisible à l'environnement. Aujourd'hui, dans le canton de Genève, les Monstres sont ensevelis sous la terre, enveloppés par une bâche de plastique imperméable et forment des collines plantées d'arbres autour du Bois-de-Bay. Le paysage verdoyant des méandres de l'Arve est la strate d'une géologie anthropique cachée, qui restera dans la Terre pour longtemps.

Dans le cadre de cette consultation nous aurions souhaité pouvoir affirmer que la région du Grand Genève pourrait devenir indépendante énergétiquement dans les mêmes conditions de confort actuelles. Ce n'est cependant pas le cas. Le paysage de l'énergie du Grand Genève dépasse largement ses limites territoriales et dépend de ressources à l'échelle globale. Mais si nous pouvons pousser les limites du Grand Genève au-delà des frontières locales, nous ne pouvons pas les faire pour la Terre. Diminuer l'utilisation de produits pétroliers pourra avoir un impact positif sur le climat. Mais ce qui nous paraît primordial c'est l'éveil collectif sur la finitude du monde et ses ressources limitées. L'esquisse d'une architecture de la conscience présentée ici est une brèche ouverte qui cherche à définir une modernité nouvelle, enracinée dans son territoire et la terre et qui dialogue avec elle.



Travaux d'excavation autour de l'usine d'incinération





PAS À PAS VERS UN PAYSAGE DE L'ÉNERGIE

Oscar Buson

Un chemin possible de la transition

Il est difficile de concevoir la destination d'un voyage sans le chemin qui y mène, c'est pour cela que le futur peut sembler inabordable. Alors que ces mots sont écrits, début 2020, penchons nous un instant sur le chemin parcouru ces trente dernières années.

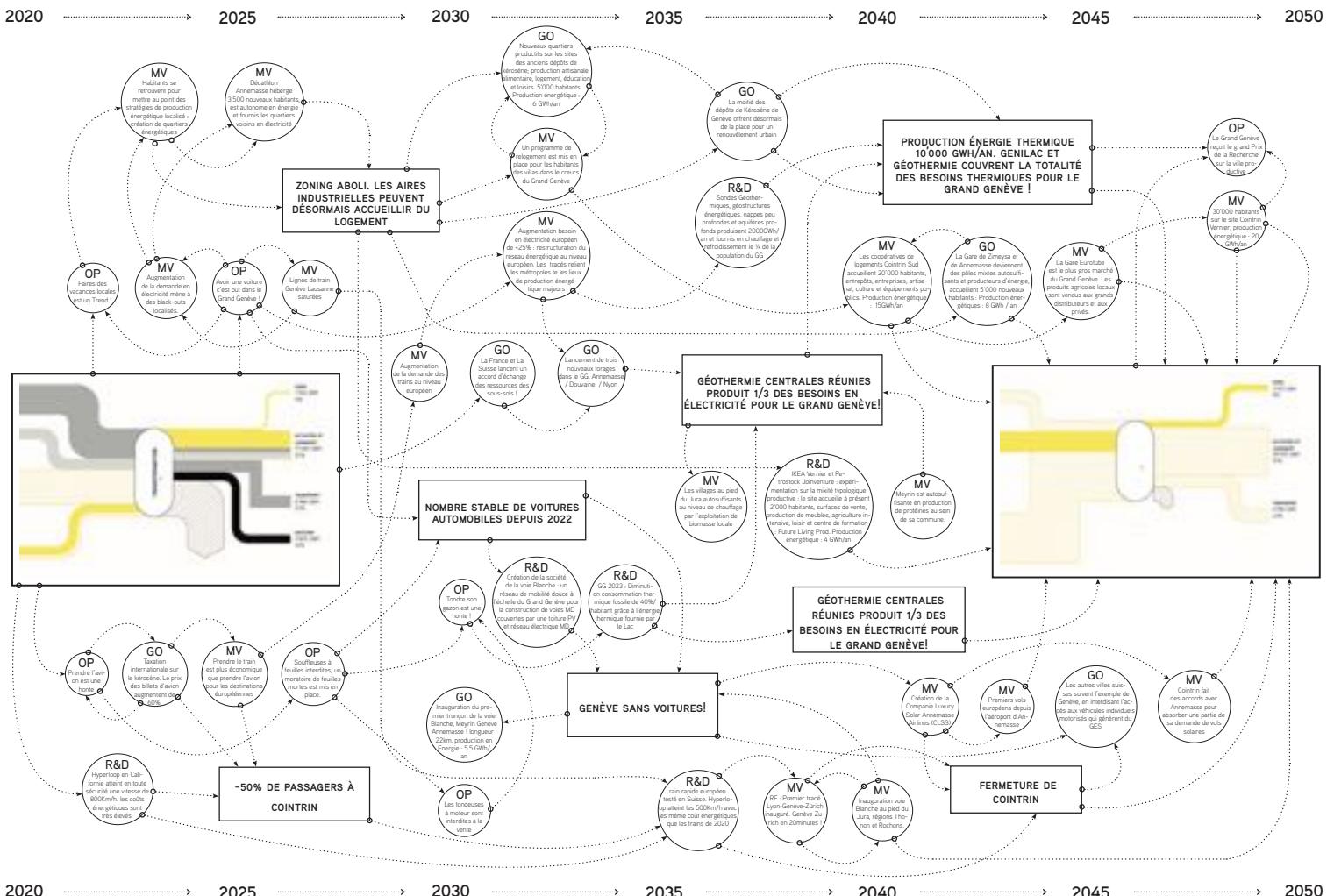
Au début des années 1990, le mur de Berlin venait de tomber et le premier burger vendu à Moscou fut un événement extraordinaire. La révolution numérique n'était encore qu'aux prémisses de sa démocratisation. Pas d'ordinateur dans les foyers, encore moins d'Internet. Il aurait été difficile d'imaginer que nous aurions tous eu une télévision et un ordinateur dans la poche il y a trente ans.

En revanche, il n'y a pas un seul chemin vers le futur, mais un réseau de possibilités infinies. Les changements du temps résultent de multiples actions qui peuvent être de l'ordre de l'opinion publique, de décisions politiques, des modes de vie, des transformations climatiques, des découvertes et inventions inhérentes à la recherche scientifique et aux développements de nouvelles technologies..

Cette annexe illustre un possible chemin parmi tant d'autres. Un chemin qui pourrait nous mener à un monde sans pétrole.

2020 - 2025

Dans les pays nordiques, depuis quelques années, déjà prendre l'avion est une honte. Les trains de nuit reprennent du service dans toute l'Europe et sont gérés par la compagnie des trains et transports électriques. L'Union européenne suit l'exemple français et généralise l'écotaxe sur les trajets en avion et le transport routier de marchandises. Les billets d'avions augmentent jusqu'à 60%. La diminution progressive des passagers dans les avions provoque une augmentation sensible des voyages en train. En Californie et en France, les essais



Un chemin parmi d'autres chemins

de l'hyperloop sont concluents, du moins au niveau de la vitesse. Des trains sous vide atteignent une vitesse de 800Km/h. Cependant, le ratio sur la consommation énergétique relative à la vitesse, ainsi que les nuisances sonores sont décevantes. Le niveau moyen des mers a augmenté de plusieurs mètres. Le Grand Genève abroge l'article LCI art 80.2 pour intégrer la mixité fonctionnelle dans les zones d'activité, en lançant un grand programme d'évolution urbaine dont l'épicentre sera le territoire de Cointrin.

En 2025, une grande partie du centre de Genève est chauffé et refroidi grâce à l'eau du Lac. L'aéroport est enfin inclus dans le réseau Génilac. De nombreux particuliers abandonnent le chauffage au mazout qui est désormais plus coûteux que le chauffage à distance. La petite commune de Lucinges a poussé encore ses directives écologiques et est devenue la première commune du Grand Genève à pouvoir distribuer ses excédents calorifiques. "l'effet Lucinges" se diffuse dans les communes françaises de la vallée de l'Arve et du pays de Gex. L'exploitation des forêts locales crée de nouveaux emplois. La demande toujours croissante de biomasse pousse les communes françaises à planter des arbres dans de nombreuses friches inexploitées.

Le programme géothermie 2030 du Canton de Genève est prometteur. Les géostructures énergétiques en nappes profondes produisent désormais

2000Gwh/an. Des accords transfrontaliers permettent de sonder les sous-sols profonds de manière simplifiée et systématique. Une cartographie précise des sous-sols de toute la région du Grand Genève ainsi que la création de la compagnie Géothermie France Suisse permet de développer une stratégie commune de production d'énergie thermique pour rendre indépendante toute la région en chauffage.

Les canicules estivales sont de plus en plus longues et difficiles à supporter, notamment dans le centre ville et dans la région de Cointrin. La diminution drastique du nombre de vols pour les destinations européennes met à mal la viabilité économique de l'aéroport de Genève. L'aérodrome d'Annemasse développe une offre de vols solaires de courte distance pour un nombre limité de passagers.

La demande en électricité augmente au niveau européen. Des black-outs consécutifs mènent à une organisation plus localisée de production et de la distribution d'énergie. Des associations de quartiers s'organisent sur le thème de l'indépendance énergétique. La Suisse récupère son retard et adhère aux directives européennes : toute nouvelle construction est désormais indépendante en énergie et a une influence positive sur le stockage du CO₂.

La voie verte Genève Saint Genis connaît un succès inattendu. La voie verte est désormais couverte par une toiture légère recouverte de panneaux solaires translucides. Le nombre de voiture est stable depuis 2024. Du côté d'ITER en France, les coûts de travaux flambent encore ! Désormais ils s'élèvent à 35 milliards d'euros.

2025-2030

Tondre le gazon est devenu une honte. La demande en électricité au niveau européen a augmenté de plus de 25% depuis 2022. Une planification du réseau européen électrique est désormais nécessaire. En parallèle, les voies ferrées atteignent leur limite de capacité.

De nombreux dépôts de Kérosène dans la Canton de Genève sont désormais en friche. Des activités culturelles alternatives attirent l'attention sur ces sites qui deviennent désormais des lieux de créativité de renommée internationale.

Les souffleuses de feuilles mortes sont désormais interdites. Un moratoire des feuilles mortes est mis en place. Le nombre d'oiseaux augmentent dans les paysages urbanisés. Le tronçon de la voie Blanche, Meyrin Genève Annemasse, d'une longueur de 22km, produit désormais 5.5GWh/an. Le lancement de trois nouveaux forages dans le Grand Genève est fêté en grande pompe. Bientôt Annemasse, Douvain et Nyon auront leurs centrales géothermiques en aquifère profond.

Les essais de l'hyperloop en Suisse sont prometteurs. La vitesse de 500km/h est désormais possible avec des coûts énergétiques raisonnables. Le tronçon Genève Lausanne est désormais complètement saturé. Le trafic lacustre augmente.



Tokamak, ITER, France



Fonte du permafrost, Storkflaket, Suède



Fonte du permafrost en Russie



Tanjung Priuk sous les eaux, Indonésie

IKEA Vernier-Petrostock joinventure restructurent les sites industriels par des typologies mixtes productives : le site accueille à présent 2'000 habitants, des surfaces de vente, des productions de meubles, agriculture hors-sol, loisir et centre de formation : Future Living Prod. Leur production énergétique atteint les 4 GWh/an

La fermeture estivale tant redoutée du Glacier de Zermatt-Matterhorn est arrivée, un cérémonie est organisée.

Pendant ce temps dans le monde, l'heure est critique. À Storflaket en Suède, on déplore la disparition totale et permanente des étendues de permafrost qui libère d' importantes émanations de méthane.

À Yakoutsk en Russie une ville est désertée ! L'enfoncissement des sols par fonte du Permafrost, provoque un exode massif vers les villes voisines par la suite des écroulements consécutifs d'immeubles.

2030-2035

La géothermie évolue et fonctionne désormais en système auto-stimulé pour atteindre 10'000 Gwh/an. Génilac couvre la totalité des besoins du Grand Genève. L'aéroport de Cointrin ferme, laissant place aux premiers vols solaires qui décollent désormais d'Annemasse. Zurich est relié à Genève en 20 minutes via l'euroligne, tous les modes de transport individuels motorisés sont bannis du Grand Genève, où seuls les déplacements collectifs prennent part dans le bilan énergétique.

Le territoire de l'aéroport commence à muter, la coopérative Utopia réinvestit les dépôts de Kérosène de Cointrin où la production artisanale côtoie les logements, des jardins et des espaces de loisir... Ce territoire, qui était le plus consommateur en énergie du Grand Genève, devient le premier quartier à énergie positive en Europe (QEPOS) et alimente les quartiers voisins. Les Gares de Zimeysaver et d' Annemasse deviennent des pôles mixtes autosuffisants également producteurs d'énergie, accueillent 5'000 nouveaux habitants.

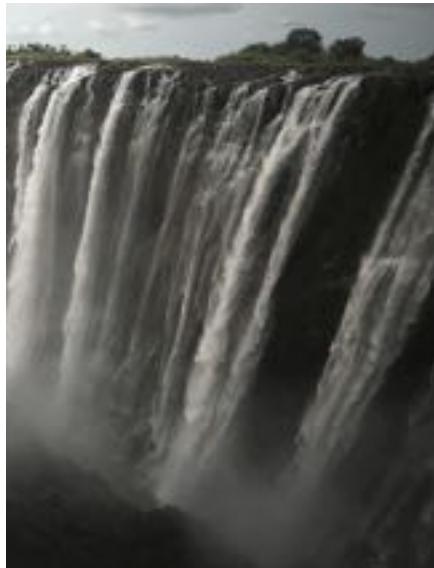
Dans le monde, les tensions sociales sont de plus en plus fortes, l'Inde construit un mur de 3'000 km le long de la frontière avec le Bangladesh.

2040-2045

La centrale Géothermique couvre maintenant un tiers des besoins en électricité du Grand Genève, la gare de l'Euroligne prend vit au cœur du nouveau quartier de Cointrin - Vernier dont la population résidente s'élève à 30'000 habitants et devient le plus gros marché de la ville, on y trouve de tout : alimentation, mais aussi des micro-ateliers de production et de réparation. Les villages au pied du Jura sont autosuffisants au niveau de leurs besoins de chauffage et organisent en réseau l'exploitation et la gestion de la biomasse.

Pendant ce temps, ITER en France, fusion nucléaire réussie ! Désormais le CERN pourra être alimenté en énergie directement par ITER ! Bravo à toute l'équipe des chercheurs qui ont travaillé sur le projet pendant 25 ans !

La hausse des températures mondiales a atteint un seuil critique et avoisine les



Chutes Victoria 2019



Chutes Victoria 2020

+4°C. En Arctique les températures ont augmenté de +30°C et une température record +52.2°C est enregistrée à Madrid. A Jakarta, le quartier Tanjung Priuk n'est plus accessible. Une haute marée extraordinaire a submergé un tiers de la ville. Des logements de secours ne sont pas encore accessibles, des activistes ont bloqué leurs constructions dans la forêt de Parung !

2045-2050

Les autres villes suisses et européennes suivent l'exemple du Grand Genève, en interdisant l'accès à tous les modes de transports individuels motorisés à toutes les aires urbaines. Décathlon Anemasse développe le pôle sportif qui produit de l'énergie à partir du système de membranes qui récupère la chaleur au-dessus des terrains de sport dans une nouvelle partie du quartier Cointrin Vernier qui héberge 3'500 habitants supplémentaires. Les coopératives unies de Cointrin accueillent 20'000 habitants de plus, offre aux entreprises de nombreux espaces polyvalents. La production du quartier atteint 15 GWh/an. Meyrin est autosuffisant en production de protéine. Le grand Genève complètement décarboné voit l'horizon du scénario no oil.



Vague géante, Thaizou, Chine

Giulia Scotto

LETTERA DAL FUTURO

Caro Oscar

Spero questa lettera ti trovi bene. Deve essere stata dura anche per voi ultimamente, ho sentito al telegiornale degli incendi l'estate scorsa... spero non abbiate avuto danni.

Qui abbiamo Attraversato tempi bui, ma tutto sommato ce la siamo cavata. Stiamo tutti bene, anche Marco che è qui con me e ti saluta.

Da quando è finita la prima guerra intergalattica siamo rimasti senza petrolio. Un po' se lo sono bevuto le navicelle spaziali, un po' i paesi produttori hanno deciso che, essendo contrari a questa guerra, il poco olio rimasto se lo sarebbero tenuto.

La nostra vita è cambiata molto da allora. Il primo a perdere il lavoro è stato Marco, quando hanno chiuso l'aeroporto. All'inizio non è sembrato un problema, ma dopo abbiamo capito che sarebbe stato difficile trovarne un altro senza spostarsi a Zurigo o Lione. Per fortuna il mio lavoro non è cambiato molto. Nonostante tutto continuiamo a fare bambini e finché ci saranno bambini serviranno maestre e scuole. Siamo proprio degli esseri strani noi umani. Abbiamo quasi distrutto la nostra società per conquistare un paio di asteroidi, eppure continuiamo a credere nel futuro e a mettere al mondo nuovi esseri umani.

La città è molto cambiata dall'ultima volta che sei venuto a trovarci. Se guardo le foto di Ginevra prima del 2033 A tratti non la riconosco. Girano ancora parecchie auto, ma sono molte meno di una volta. Andiamo tutti molto di più a piedi e in bicicletta. Alcuni rimpiangono le cose com'erano prima, io a volte penso che nonostante tutto siamo diventati più sereni. E forse più sani? Di sicuro non vedi più nessuno correre sui *tapis roulant* delle palestre la sera passeggiando in centro...

Da 5 anni ci siamo trasferiti nella vecchia casa dei miei nonni a Lucinges. La dividiamo con la famiglia di mio cugino e di mia sorella. All'inizio è stato difficile ma in fondo è comodo avere qualcuno su cui fare affidamento a volte. Il piccolo giardino dove mia nonna coltivava le rose è diventato molto importante in questi tempi. Marco si è riscoperto un agricoltore magnifico e quasi la totalità del nostro apporto vitaminico viene dai prodotti del nostro orto.

Ovviamente i ritmi sono cambiati per tutti. Lavoriamo di più quando c'è luce, in inverno lavoriamo poche ore al giorno, dormiamo di più e stiamo più a casa. A scuola va bene, da un paio d'anni sono stata trasferita in una scuola più vicina.

Prima dovevo prendere vari autobus, ora in mezz'ora di pedalata ci sono. I miei ragazzi sono tutti nati dopo il 2040. Per loro questo è la normalità, siamo noi vecchi che a volte facciamo ancora fatica ad abituarci.

Ora l'approvvigionamento elettrico è stato migliorato ma all'inizio abbiamo dovuto superare dei black-out di intere settimane. Quando piove poco le dighe si svuotano e dobbiamo razionare l'uso dell'elettricità. Per fortuna grazie al nuovo impianto geotermico e all'acqua del lago il riscaldamento non è un grande problema per noi della regione, ma in altre città la questione è diventata seria e gran parte dei nostri boschi sono stati usati per riscaldare case scuole fabbriche. Noi a casa con il nostro pannello solare Siamo quasi autosufficienti (altrimenti farei una certa fatica a mandarti questa mail).

Mi farebbe molto piacere rivedervi, chissà quando sarà possibile. Ho saputo che stanno costruendo un treno veloce e che forse troveranno il modo di farci viaggiare senza spendere una fortuna. Come vecchi tempi, ti ricordi? Un weekend a Berlino, un weekend a Barcellona e perché no uno a Ginevra... . Infondo siamo stati fortunati noi. La maggior parte dei miei studenti non riuscirà mai a vedere tutto quello che abbiamo visto noi negli anni in cui con 200 CHF si arrivava in Africa. Forse non è poi così importante tutto questo viaggiare. Noi pensavamo ci avrebbe reso migliori e meno razzisti, ma visto come sono andate le cose forse anche quella era un'illusione ...

Forse queste nuove generazioni saranno meglio di noi. Noi abbiamo avuto infanzie di plastica, farcite di ottimismo alla Walt Disney. Loro sembrano più semplici ma più concreti, sanno accendere fuochi e coltivare pomodori. Speriamo che siano più bravi di noi a mantenere in piedi questa società traballante.

Mandaci tue nuove al più presto

Un abbraccio

Giulia



Ancien panneau publicitaire, Bellegarde

BIBLIOGRAPHIE

Alexander, Christopher. *Notes on the Synthesis of Form*. Eighth printing. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1974.

Altvater, Elmar, Eileen C. Crist, Donna J. Haraway, Daniel Hartley, Christian Parenti, and Justin McBrien. *Anthropocene or Capitalocene?: Nature, History, and the Crisis of Capitalism*. Edited by Jason W. Moore. 1 edition. Oakland, CA: PM Press, 2016.

Appel, Hannah, Arthur Mason, and Michael J. Watts. *Subterranean Estates: Life Worlds of Oil and Gas*. Ithaca: Cornell University Press, 2015.

Banham, Reyner, Joe Day, and Anthony Vidler. *Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies*. Berkeley Calif, Los Angeles, London: University of California Press, 2009.

Barrett, Ross, and Daniel Worden. *Oil Culture*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2014. http://sfx.ethz.ch/sfx_locater?sid=ALEPH:EBI01&genre=book&isbn=9781452943947.

Baudrillard, Jean. *La société de consommation: ses mythes, ses structures*. Vol. 35, Ed. 2003. Folio. Essais. Paris: Gallimard, 2003.

Berque, Augustin. *Ecoumène: introduction à l'étude des milieux urbains*. Mappemonde. Paris: belin, 2000.

Boyarsky, Alvin. «Chicago à la carte. The City as an Energy System», in AD, Dezember 1970.

doi: <https://www.unige.ch/sysener/fr/activites/axes/energie/virage/>

Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers. *Les limites à la croissance (dans un monde fini): le rapport Meadows, 30 ans après*. Initial(e)s DD. Paris: Rue de l'échiquier, 2012.

Faessler, Jérôme. *Valorisation intensive des énergies renouvelables dans l'agglomération franco-valdo-genevoise (VIRAGE) dans une perspective de société à 2'000W*

Ferguson, James. "Seeing Like an Oil Company: Space, Security, and Global Capital in Neoliberal Africa." *American Anthropologist* 107, no. 3 (September 2005): 377–82. <https://doi.org/10.1525/aa.2005.107.3.377>.

Fernández-Galiano, Luis, and Gina Cariño. *Fire and Memory: On Architecture and Energy*. Writing Architecture. Cambridge, Mass: MIT Press, 2000.

Foucault, Michel. *L'archéologie du savoir*. [Repr.]. Vol. 354, Nachdr. 2014. Tel. Paris: Gallimard, 2014.

Gandy, Matthew. *Concrete and Clay: Reworking Nature in New York City*. Cambridge, Mass: MIT, 2002.

Georgescu-Roegen, Nicholas, and Jacques Grinevald. *La décroissance: entropie - écologie - économie*. Nouvelle éd, [Deuxième éd.]. Les dossiers de l'écologie. Paris: Sang de la Terre, 1995.

Georgescu-Roegen, Nicholas. *The Entropy Law and the Economic Process*. [Third printing]. Cambridge, Massachusetts [etc.]: Harvard University Press, 1976.

Hawkes, Dean. *The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment*. London [etc.]: Spon, 1996.

Hein, Carola. "Oil Spaces: The Global Petroleumscape in the Rotterdam/The Hague Area." *Journal of Urban History* 44, no. 5 (September 2018): 887–929. <https://doi.org/10.1177/0096144217752460>.

Hopkins, Rob, and Hugh Fearnley-Whittingstall. *The Transition Companion: Making Your Community More Resilient in Uncertain Times*. F First Edition Used edition. White River Junction, Vt: Chelsea Green Publishing, 2011.

Hopkins, Rob. *Manuel de transition: de la dépendance au pétrole à la résilience locale*. Guides pratiques. Montréal: Ecosociété, 2012.

Hough, Michael. *City Form and Natural Process: Towards a New Urban Vernacular*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

I. C. Laurie. *Nature in Cities: The Natural Environment in the Design and Development of Urban Green Space*. Chichester a.o: Wiley, 1979.

Ian L. McHarg. *Design with Nature*. [25 th anniversary edition]. New York: John Wiley & Sons, inc, 1995.

Jacobs, Jane, and Jason Epstein. *The Death and Life of Great American Cities*. 50th anniversary edition. New York: Modern Library, 2011.

James E. Lovelock, Paul Couturiau, and Christel Rollinat. *La Terre est un être vivant: l'hypothèse Gaïa*. Vol. 283. Champs. Paris: Flammarion, 1993.

Jancovici, Jean-Marc, and Alain Grandjean. *Le plein, s'il vous plaît!: la solution au problème de l'énergie*. Paris: Eddu Seuil, 2006.

Labban, Mazen. *Space, Oil and Capital*. Vol. 20085224. Routledge Studies in International Business and the World Economy. Routledge, 2008. <https://doi.org/10.4324/9780203928257>.

Landscapes of Energy. Vol. 2. New Geographies. Cambridge, Mass: Harvard University Graduate School of Design, 2009.

Latour, Bruno. *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*. Paris: Les empêcheurs de penser en rond, 2015.

Maki, Fumihiko, et al., *Investigations in Collective Form*. Vol. Nr. 2. The School of Architecture, Washington University : A Special Publication. St. Louis: The School of Architecture, Washington University, 1964.

Mostafavi, Mohsen. *Ecological Urbanism*. Revised edition. Zürich: Lars Müller Publishers, 2016.

Norberg-Schulz, Christian. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. New York: Rizzoli, 1980.

R. L. Knowles. *Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth*. Cambridge a.o: MIT Press, 1974.

Rabolli Pansera, Stefano. *Beyond Entropy: When Energy Becomes Form*. London: AA Publications, 2011.

Roesler, Sascha, and Madlen Kobi. *The Urban Microclimate as Artifact: Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity*. Basel: Birkhauser, 2018.

Rossi, Aldo. *L'architettura della città*. [Ed. 2006]. Torino: CittàStudi, 2006.

Sachs, Wolfgang. *The Development Dictionary: A Guide to Knowledge as Power*. 2nd ed. London: Zed Books, 2010.

Servigne, Pablo, Raphaël Stevens, and Yves Cochet. *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*. Anthropocène Seuil. Paris: Editions du Seuil, 2015.

Servigne, Pablo. *Nourrir l'Europe en temps de crise: vers des systèmes alimentaires résilients*. Jambes: Nature et progrès, 2014.

Sijmons, Dirk. *Landscape and Energy: Designing Transition*. Rotterdam: NAI, 2014.

Spirn, Anne Whiston. *The Granite Garden: Urban Nature and Human Design*. New York: Basic Books, 1984.

Steffen, Will, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney, and Cornelia Ludwig. "The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." *The Anthropocene Review* 2, no. 1 (April 1, 2015): 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>.

T. J. Demos. *Against the Anthropocene: Visual Culture and Environment Today*. Berlin: Sternberg Press, 2017.

The Shift Project, Zeynep Kahraman, André-Jean Guérin, and Jean-Marc Jancovici. *Décarbonons!: 9 propositions pour que l'Europe change d'ère*. Paris: Odile Jacob, 2017.

Watts, Michael. "Oil City: Petroleum Landscapes and Sustainable Futures." *Ecologie & politique* No 42, no. 2 (October 17, 2011): 65–70.

COLOPHON

Raum404 GmbH
Herbartstrasse 3
CH - 8004 Zurich
www.raum404.ch
info@raum404.ch
Team: Oscar Buson, Noël Picaper, Marie Page, Panos Coucopoulos

University of Basel
Urban Studies
Spalenvorstadt 2
CH - 4051 Basel
urbanstudies.philhist.unibas.ch
giulia.scotto@unibas.ch
Team: Giulia Scotto

Università della Svizzera italiana
Institute for the history and theory of art and architecture
Largo Bernasconi 2
CH - 6850 Mendrisio
www.roesler.arc.usi.ch
sascha.roesler@usi.ch
Team: Sasha Roesler, Lorenzo Stieger

Drees&Sommer Schweiz AG

St. Alban-Vorstadt 80

CH - 4052 Basel

www.dreso.ch

Team: Thiébaut Parent

Emch+Berger Bern AG

Schlösslistrasse 23

CH - 3001 Bern

www.emchberger.ch

bern@emchberger.ch

Team: Guido Rindsfüser, Guillaume Privat

Lorenz Eugster Landschaftsarchitektur und Staedtebau GmbH

Hardstrasse 81

CH - 8004 Zürich

www.lorenzeugster.ch

mail@lorenzeugster.ch

Team: Lorenz Eugster

EXPERTS

Un grand merci aux experts et acteurs locaux du paysage de l'énergie du Grand Genève qui ont collaborés avec l'équipe Energy Landscape :

Bernard Lachal, ancien responsable du Groupe systèmes énergétiques du Département Forel et membre de l'ISE à l'université de Genève.

Luc Soulat, maire de Lucinges et vice président de l'agglomération d'Annemasse.

Les travailleurs de la centrale de production biomasse d'Annemasse.

Nathalie Andenmatten Berthoud, Cheffe de projet géothermie 2020, Département du territoire DT, Service de géologie, sols et déchets, république du Canton de Genève.

Hervé Fauvain, Chef de projet Environnement Grand Genève, république du Canton de Genève.

Les travailleurs du centre de traitement de Bois-de-Bay.

Jad Khoury, chargé de Développement, Grands Projets Urbains, Services Industriels de Genève (SIG).

Marion Charpié-Pruvost, Chargée de mission aménagement du territoire au Pôle métropolitain Genevois français.

Alfred Rufer, Professeur Emeritus, professeur honoraire STI, EPFL.

Reto Camponovo, professeur HES, responsable du groupe énergie, environnement, architecture à la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève HEPIA.

Manuel Herz, architecte, assistant professeur d'architecture, de planification et projet urbain à l'université de Basel.

Gregor Grassl, directeur de Green City Development, Drees & Sommer, Allemagne.

Christoph Loetscher, architecte urbaniste bl-as, Zurich

Riccardo Beretta, artiste peintre, Milan

COLLABORATEURS

Textes: Oscar Buson, Lorenz Eugster, Thiébaut Parent, Guillaume Privat, Giulia Scotto, Lorenzo Stieger

Relecture et traduction: Lucile Ado

Graphisme: Oscar Buson, Marie Page, Noël Picaper, Giulia Scotto

Photographie: Oscar Buson, Luca Franzoni, Giulia Scotto

Merci à tous les participants des "Grand Genève Discussion and Drinks GGDD"
pour les discussions passionnantes.