espazium

FORUM DES TRANSITIONS URBAINES

23

FÉVRIER 2024
transitionsurbaines.ch

VERS DES QUARTIERS POST-CARBONE ?

FLUX DE CARBONE À L'ÉCHELLE DU QUARTIER

ULRICH LIMAN ↳ ulrich.liman@epfl.ch
Collaborateur scientifique au Laboratoire d'architecture et technologies durables (LAST)

EMMANUEL REY ↳ emmanuel.rey@epfl.ch
Professeur de projet d'architecture à l'EPFL, directeur du Laboratoire d'architecture et technologies durables (LAST) et associé du bureau Bauart à Berne, Neuchâtel et Zurich

Dans un contexte d'engagements politiques visant la neutralité carbone en 2050, la maîtrise des flux de carbone constitue un impératif opérationnel incontournable. Pour aborder ces enjeux à l'échelle du quartier, le Laboratoire d'architecture et technologies durables (LAST) a développé une démarche inédite intitulée LOCUS (acronyme de *Low Carbon Urban Strategy*). Cette dernière permet d'établir une vision exhaustive des flux de carbone à l'échelle du quartier et d'identifier les enjeux stratégiques jalonnant l'atteinte du zéro net d'ici 2050. Réalisée dans le cadre du projet de recherche « Maillages fertiles »[1], son application sur le secteur emblématique Praille Acacias Vernets (PAV) à Genève permet d'illustrer certains aspects méthodologiques et de présenter quelques résultats préliminaires.

DES OBJECTIFS CLIMATIQUES AMBITIEUX

En ratifiant en octobre 2017 l'Accord de Paris sur le climat[2], instrument juridiquement contraignant fondé sur les travaux du GIEC[3], la Confédération suisse s'est engagée dans une dynamique mondiale visant à réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre. Au niveau helvétique, l'objectif est de les réduire de moitié d'ici à 2030 par rapport à 1990 et de 70 à 85 % d'ici à 2050, de sorte à pouvoir atteindre le net zéro en intégrant des émissions négatives[4]. Acceptée en votation populaire en juin 2023, la loi sur le climat et l'innovation prévoit explicitement que le pays ramène ses émissions de gaz à effet de serre à zéro net d'ici à 2050[5]. Ces objectifs climatiques ambitieux font donc partie des conditions cadres guidant les politiques publiques, ce qui devrait se traduire notamment par des évolutions significatives pour l'environnement construit.

En se plaçant à l'articulation entre la vision urbaine et le projet architectural, les démarches développées à l'échelle du quartier sont amenées à jouer un rôle essentiel dans cette transition climatique[6]. Or un tel objectif ne saurait se satisfaire de la simple juxtaposition de solutions isolées, qu'elles soient spatiales, techniques ou com-

↑ Vue aérienne du secteur Praille Acacias Vernets (© Nicolas Sedlatchek)

portementales. Ce plafond écologique encourage à l'inverse les décideurs et planificateurs à œuvrer pour une transversalité accrue, délaissant les approches sectorielles au bénéfice de démarches systémiques. La planification écologique implique en effet une conception intégrée, de sorte que l'ensemble des domaines d'émissions, souvent complexes et intriqués, soient considérés simultanément pour pouvoir réduire drastiquement leur empreinte carbone.

DES ENJEUX MÉTHODOLOGIQUES SPÉCIFIQUES

Grâce à l'intégration de plusieurs échelles d'analyse et de multiples domaines d'émissions de gaz à effet de serre, la méthodologie LOCUS vise précisément à prendre en compte ces enjeux à l'échelle du quartier et à répondre à quelques questions d'une criante actualité. À quelles conditions la neutralité carbone est-elle atteignable ? Quelles sont les opportunités de synergies mobilisables à cette seule échelle et les péréquations à activer d'un point de vue spatial (au sein du quartier et avec des quartiers voisins) ou sectoriel (agriculture et alimentation, économie et consommation, construction, exploitation et mobilité) ? L'investissement carbone consenti en faveur d'espaces publics végétalisés est-il significatif, pertinent et compensable *in situ* ? Quels sont les domaines les plus carbonés et les principaux puits de carbone dans un quartier urbain ?

La démarche fait appel aux connaissances et cadres normatifs les plus récents en termes d'empreinte carbone. Afin d'établir une stratégie de décarbonation alignée sur les objectifs de l'Accord de Paris sur le climat, elle s'articule en quatre temps :

- fixer le périmètre d'étude et l'objectif de décarbonation en tenant compte des diverses affectations prévues dans le quartier ;
- concevoir un modèle 3D du quartier incluant les espaces publics, les infrastructures et les volumes bâtis ;
- établir l'ensemble des flux de carbone bruts et nets dans le périmètre considéré ;
- identifier une voie praticable vers le zéro net, en testant des scénarios et en mobilisant les gisements d'économies et potentiels puits de carbone.

← Plan du projet « Espaces Rivières » prévoyant notamment la renaturation de la Drize au sein du secteur Praille Acacias Vernets (© Canton de Genève / PAV – ADR / Avant-projet des espaces publics)

↑ Modélisation 3D des espaces publics et bâtis considérés dans l'application-test de LOCUS sur le secteur Praille Acacias Vernets

DES CADRAGES POUR LA TRAÇABILITÉ DES FLUX

Dans le cadre de l'application sur le secteur PAV, vaste ensemble urbain en mutation, la première étape a consisté à établir deux plafonds d'émissions de gaz à effet de serre :

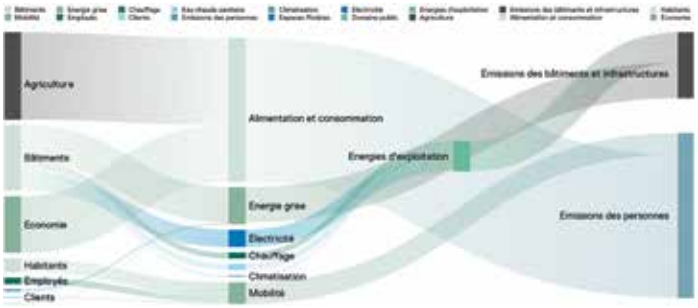
- la cible A correspond à des impacts induits par des comportements particulièrement décarbonés en termes d'alimentation et de consommation[7], auxquels s'ajoute la moitié des cibles de la SIA 2040[8], en anticipant la décarbonation des matériaux disponibles d'ici 2050 ;
- la cible B, applicable dès maintenant, consiste à assouplir quelque peu l'exigence dans le domaine de la construction, reconnaissant le niveau d'intensité carbone des matériaux actuellement disponibles sur le marché.

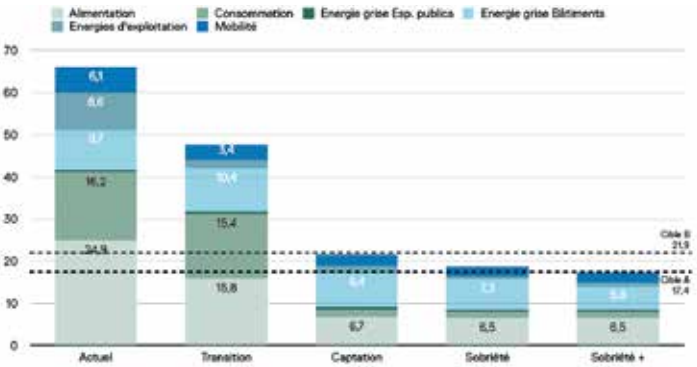
Ensuite, un modèle tridimensionnel numérique puis mathématique du quartier a été élaboré, en caractérisant chaque ouvrage (espaces publics, infrastructures, réseaux et volumes bâtis) et chaque type d'usagers (habitants, travailleurs, visiteurs). L'ensemble des éléments constitutifs du quartier peut alors être quantifié et caractérisé en termes de matérialité et de modes de vie. Afin de garantir la traçabilité des flux de carbone, l'approche adoptée est ici matricielle ; elle tient compte à la fois de la spatialité spécifique du quartier, de la nature de chaque élément de construction et du domaine d'émissions concerné. Finalement, ces flux sont représentés de manière synthétique afin de révéler les déterminants majeurs du bilan carbone et de présider à l'établissement d'une stratégie de décarbonation.

DES RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Pour identifier une voie praticable vers le net zéro, quatre scénarios d'intensité carbone décroissante ont été établis dans le cadre de l'application sur le secteur PAV (état juillet 2022). Le scénario *Actuel* correspond au cadre légal et aux modes de vies actuels. Le scénario *Transition* correspond aux engagements de l'Accord de Paris pour 2030. Le scénario *Captation* correspond aux engagements de l'Ac-

DOMAINE D'ÉMISSIONS	CIBLE B	CIBLE A
Agriculture et alimentation	6.5	6.5
Économie et consommation	1.5	1.5
Construction	9.0	4.5
Exploitation	2.1	2.1
Mobilité induite	2.8	2.8
Cible totale du quartier	21.9	17.4





↑↑↑ Tableau des cibles d'émissions de gaz à effet de serre (kgCO_2éq/m²SPd.an) établies pour les échéances 2030 (Cible B) et 2050 (Cible A)

↑↑ Diagramme de Sankey des flux de carbone du quartier selon les émissions brutes actuelles (kgCO_2éq/m²SPd.an)

↑ Émissions nettes de carbone et cibles A-B du quartier (kgCO_2éq/m²SPd.an), selon le scénario de décarbonation

cord de Paris pour 2050, en intégrant une captation active de CO_2. Le scénario *Sobriété* correspond aux engagements de l'Accord de Paris pour 2050, sans compensation ou captation.

Un quartier net zéro requiert une décarbonation optimale de l'ensemble des domaines d'émissions. Toute impasse (scénario *Actuel*) ou demi-mesure (scénario *Transition*) tend à fragiliser l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, en exigeant des mesures correctrices ultérieures dont la faisabilité apparaît peu probable dans l'horizon temporel d'une seule génération. Seuls les scénarios *Captation* et *Sobriété* – qui se distinguent clairement des pratiques actuelles – apparaissent susceptibles d'atteindre les ambitieux objectifs climatiques de l'Accord de Paris pour 2050 à l'échelle du quartier.

NÉCESSITÉ D'UNE FORTE CONVERGENCE D'ACTIONS

Les résultats préliminaires confirment ici l'ampleur du défi climatique, tant à l'échelle globale qu'à celle du quartier, et permettent de formuler quelques recommandations pour viser de manière crédible la neutralité carbone en 2050 :

- réduire d'un facteur 4 les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux normes, pratiques et comportements actuels ;
- opter pour des démarches comprenant des mesures de sobriété, en encourageant la mutation volontaire de nos modes de vie, tout en renforçant la cible dédiée aux matériaux de construction, dont l'empreinte carbone devra chuter de moitié d'ici 2050[9] ;
- abandonner les approches trop sectorielles au bénéfice d'une vision systémique et d'un partenariat opérationnel des décideurs politiques jusqu'aux futurs habitants ;
- anticiper la redistribution des domaines les plus carbonés à l'horizon 2050, afin de se focaliser sur les principaux gisements de décarbonation (matériaux de construction et alimentation) ;
- aménager des espaces publics généreusement végétalisés et arborisés, qui présentent une empreinte carbone proportionnellement faible et favorisent tant la mobilité douce que le bien-être et l'adaptation climatique.

La transition écologique des espaces urbains se conçoit au travers de la recherche d'une série d'actions convergentes – imbriquées de manière cohérente du territoire au détail – en se basant en premier lieu sur des potentialités préexistantes au sein du milieu déjà bâti, qu'il s'agit de repérer, de révéler, d'enrichir ou de revaloriser. Puisque l'essentiel des territoires urbains du futur existe déjà, il apparaît plus que jamais pertinent à la fois d'en assumer l'héritage diversifié et d'y engager les transformations nécessaires pour les rendre tant habitables que désirables sur le long terme[10]. À l'heure où la neutralité carbone en 2050 s'ancre dans la loi, il apparaît également indispensable d'améliorer la connaissance des flux de carbone et de mieux identifier les leviers d'actions en matière de décarbonation. Dans cette optique, le développement d'analyses quantitatives ancrées sur le terrain, de même que la mise en œuvre de processus permettant un véritable monitoring des projets urbains en la matière, peuvent constituer de précieuses aides à la décision.

---

1 Le projet de recherche « Maillages fertiles » est le fruit d'une collaboration entre le LAST et la direction du PAV à Genève.

2 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), *Paris Agreement.* Paris : UN, 2015

3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2023 : *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. Genève : IPCC, 2023

4 Office fédéral de l'environnement, *Stratégie climatique à long terme de la Suisse.* Berne, 2021

5 La loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique a été adoptée en votation populaire du 18 juin 2023 avec 59.1 % de oui.

6 Rey E., Laprise M., Lufkin S., *Neighbourhoods in Transition. Brownfield Regeneration in European Metropolitan Areas.* The Urban Book Series, Cham : Springer, 2022

7 Centre de compétences en durabilité. *Étude exploratoire « Neutralité carbone » à Genève en 2050 – Proposition de 4 scénarios.* Lausanne : UNIL, 2020

8 SIA 2040. *La voie SIA vers l'efficacité énergétique.* Zurich : SIA, Cahier technique, 2017

9 Alig M., Frischknecht R., Krebs L., Ramseier L., Stolz P. *LCA of climate friendly construction materials.* Uster : treeze Ltd, 2020

10 Rey E. (éd.), *TRANSFORMATIONS.* Lausanne : PPUR / EPFL Press, 2022

23

CAHIER SPÉCIAL DE
TRACÉS – Revue suisse romande des techniques et cultures du bâti
Supplément à *TRACÉS* n° 2, 08.02.2024

PRODUCTION ET DIFFUSION
TRACÉS – Revue suisse romande des techniques et cultures du bâti
Rue de Bassenges 4
1024 Écublens
+41 21 693 20 98
espazium.ch/traces
Stéphanie Sonnette, rédactrice : relectures
Giorgio Chiappa et Valérie Bovay, graphistes : mise en page
Marc Frochaux, rédacteur en chef

ÉDITEUR
espazium –
Les éditions pour la culture du bâti
Zweierstrasse 100
8003 Zurich
+41 44 380 21 55
verlag@espazium.ch

Katharina Schober, directrice des éditions
katharina.schober@espazium.ch
Ariane Nübling, assistante
ariane.nuebling@espazium.ch
Senem Wicki, présidente

MAQUETTE GRAPHIQUE ET COUVERTURE
bureau-duplex.ch

IMPRESSION
Stämpfli SA
Berne

ABONNEMENTS
Galledia Fachmedien AG
Flawil
abo.traces@galledia.ch

La reproduction totale ou partielle des images et du texte est autorisée uniquement avec la permission écrite de l'éditeur.

ASSOCIATION ECOPARC

L'association Ecoparc se profile depuis plus de quinze ans comme une vitrine et un laboratoire du développement durable dans l'environnement construit. Elle se situe au cœur d'un réseau dense et professionnel, composé d'acteurs des milieux public, privé, académique et associatif. Elle propose un regard pertinent et proactif, en concevant différents événements et outils de communication qui favorisent les réflexions et les échanges entre particuliers et organisations. Elle se situe au carrefour d'une information fiable et de qualité, notamment par le biais d'une newsletter électronique, recensant l'actualité de l'environnement construit durable, d'expositions, de conférences, de débats, de plateformes et de forums.

L'association Ecoparc se positionne également en tant que pépinière de projets novateurs et génératrice de réseaux d'acteurs de l'environnement construit. Emblématique de cette démarche, la plateforme de l'urbanisme durable « urbaine.ch » promeut ainsi le dialogue entre experts et grand public en mettant en valeur des projets d'urbanisme ayant des composantes de durabilité. Neutre, apolitique et sans but lucratif, l'association est un interlocuteur privilégié pour conduire des plateformes collaboratives, à l'instar du programme Energie du Réseau des Villes de l'arc jurassien, de la plateforme neuchâteloise de l'urbanisme durable urbaine.ch, du réseau de management durable remad.ch, ou encore la plateforme Mobilité durable des entreprises neuchâteloises.

ecoparc.ch

LAST

Ancré au sein de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), le Laboratoire d'architecture et technologies durables (LAST) concentre ses activités de recherche et d'enseignement sur le domaine de l'architecture durable, avec un accent particulier pour la transcription des enjeux liés aux transitions vers la durabilité à différentes échelles d'intervention – du projet urbain jusqu'aux composants de la construction – et pour l'intégration dans le projet architectural de critères évaluatifs et innovants. Par ses approches à la fois holistiques, évaluatives et interdisciplinaires, il vise à contribuer à l'établissement de liens dynamiques entre la discipline architecturale et les autres domaines de l'environnement construit dans une perspective de transitions vers la durabilité. C'est pourquoi, tant pour ses activités de recherche que d'enseignement, le LAST collabore fréquemment avec d'autres partenaires académiques, institutionnels, publics ou privés.

Dans ce cadre, le LAST organise régulièrement des évènements tels que conférences, expositions ou forums, tant à l'EPFL que dans d'autres lieux dédiés aux échanges sur l'architecture. S'ajoutant à la participation à des colloques, des symposiums ou des congrès à caractère académique, ces évènements sont l'occasion de générer des interactions stimulantes entre les chercheurs, les enseignants, les étudiants et d'autres cercles d'acteurs impliqués dans la transformation de l'environnement construit.

epfl.ch/labs/last

ORGANISATION

association Ecoparc EPFL LAST

PARTENAIRES OFFICIELS DE L'ASSOCIATION ECOPARC

bauart BCN SCHWAB SYSTEM BOIS - BATIMENT - AUDITORIUM viteos toutes vos énergies jura cement Juracime SA - Cornaux