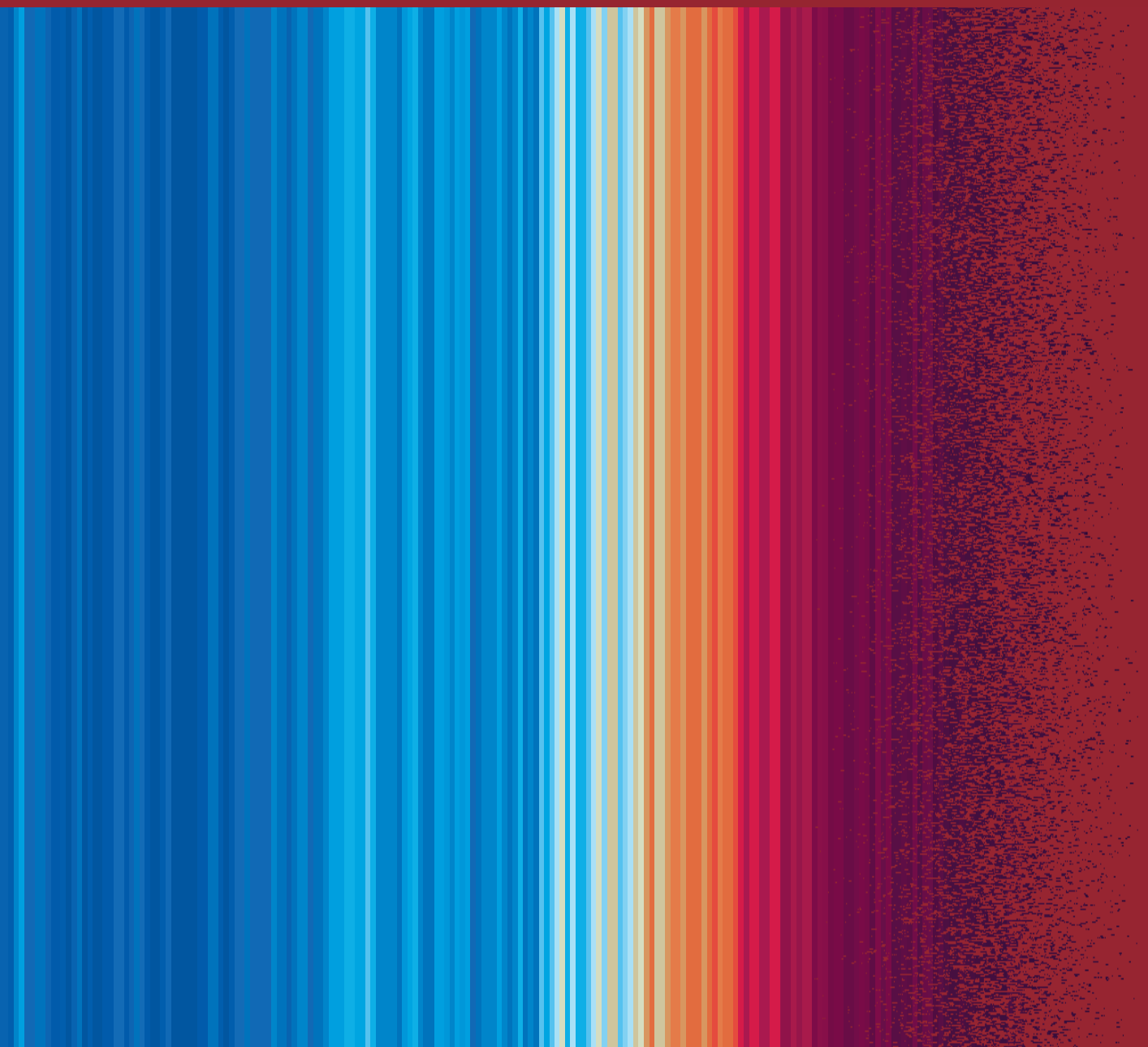


VERS DES DEMAINS INCERTAINS L'ADAPTATION CLIMATIQUE À LA CROISÉE DES VULNÉRABILITÉS SPATIALES ET SOCIALES



VERS DES DEMAINS INCERTAINS
L'ADAPTATION CLIMATIQUE À LA CROISÉE DES
VULNÉRABILITÉS SPATIALES ET SOCIALES

	TABLE DES MATIÈRES	05
0	AVANT-PROPOS	07
1	INTRODUCTION	09
2	DIAGNOSTIC	15
	ÉMERGENCE DE L'ADAPTATION	
	PRÉVISIONS CLIMATIQUES	
	PRÉVISIONS POLITIQUES ET LÉGALES	
	VULNÉRABILITÉS SPATIALES	
	VULNÉRABILITÉS SOCIALES	
	LEVIER D'ACTION ET OPPORTUNITÉS	
3	UN RENDEZ-VOUS À NE PAS MANQUER	47
	OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE	
4	CARTOGRAPHIE DES VULNÉRABILITÉS	53
	LAUSANNE	
	VEVEY	
	YVERDON-LES-BAINS	
	NYON	
5	STRATÉGIES D'INTERVENTION	101
	PRENDRE SOIN	
	PROTÉGER	
	RAFRAÎCHIR	
	MICRO-CLIMATISER	
	MUTUALISER	
6	CAS D'ÉTUDE	109
	INTERVENTION PAYSAGÈRE	
	INTERVENTION SUR LE BÂTI	
	INTERVENTION ÉPHÉMÈRE	
7	HYPOTHÈSES PROJECTUELLES	131
8	CONCLUSION	141
9	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	145

Face aux bouleversements environnementaux en cours et aux demains que l'on nous promet, s'engager dans la discipline architecture me questionne. À la source d'émissions de gaz à effet de serre élevée, d'une consommation d'énergie importante et d'une extraction massive de ressources, comment prendre part au monde de l'architecture, aujourd'hui, sans ignorer sa responsabilité dans les crises actuelles ?

Certes, les outils permettant de faire de l'acte architectural un geste salubre sont à portée de main, réemploi, matériaux bio ou géosourcés ou réhabilitation. Les opportunités de projets qu'ils offrent et les possibilités de mise en œuvre ont été largement mises en lumière, et l'on s'en réjouit. Cependant, leur déploiement à grande échelle, en Suisse et ailleurs, reste entravé par des obstacles majeurs, dont les leviers ne relèvent plus uniquement de considérations architecturales, techniques ou d'ingénierie, mais prennent racine dans des enjeux économiques, politiques et législatifs. Donc comment prendre part à cette pratique qui ne peut pas s'abstraire de son marché, de ses clients et de leurs demandes ?

Si ce n'est pas à ces questions que ce travail va répondre, elles en sont cependant à l'origine, faisant émerger la thématique de l'adaptation. Face à l'ampleur globale du changement climatique, à l'incertitude de son évolution et au sentiment d'impuissance, l'adaptation s'impose comme nécessité. À l'image de la démarche architecturale, elle s'ancre dans le local, cherchant à rétablir le dialogue avec le climat, le contexte et leur mouvance. Elle n'est pas un renoncement aux efforts à fournir pour réduire les dégâts, mais plutôt la mise en action de l'espoir de faire de demain, un monde habitable.

LEXIQUE

Adaptation : Pour les systèmes humains, démarche d’ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu’à ses conséquences, visant à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, démarche d’ajustement au climat actuel ainsi qu’à ses conséquences ; l’intervention humaine peut faciliter l’adaptation des systèmes naturels au climat attendu et à ses conséquences.

Vulnérabilité : Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts et éléments tels que la sensibilité ou la fragilité ainsi que l’incapacité de faire face et de s’adapter.

Aléa : Occurrence potentielle d’un évènement physique ou d’une tendance, d’origine naturelle ou humaine, susceptible d’entraîner des pertes en vies humaines, des blessures ou d’autres effets sur la santé, ainsi que des dommages et des pertes touchant les biens, les infrastructures, les moyens de subsistance, la fourniture de services, les écosystèmes et les ressources environnementales.

Exposition : Présence de personnes, moyens de subsistance, espèces ou écosystèmes, fonctions, ressources et services environnementaux, infrastructures ou biens ou ressources économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages.

Sensibilité : Degré auquel un système ou une espèce est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs ou indirects.

Capacité d’adaptation : Faculté d’ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d’autres organismes leur permettant de se prémunir contre d’éventuels dommages, de tirer parti des possibilités ou de réagir aux conséquences.

Limite de l’adaptation : Point à partir duquel les objectifs d’un acteur ou les besoins d’un système ne peuvent se prémunir de risques intolérables par la prise de mesures d’adaptation.

Incertitude : État des connaissances lacunaire, pouvant découler d’un manque d’information ou d’un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. L’incertitude peut avoir des origines diverses : elle peut notamment être due à des données imprécises, à une ambiguïté dans la définition des concepts ou dans la terminologie, à une compréhension partielle des processus fondamentaux ou encore à des projections incertaines concernant le comportement humain.

Point de bascule : Seuil critique au-delà duquel un système se réorganise, souvent de manière soudaine et/ou irréversible.

Résilience : Capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux interdépendants à faire face à une évolution, à une perturbation ou à un évènement aléatoire, leur permettant d’y répondre ou de se réorganiser de façon à préserver leur fonction, leur identité et leur structure fondamentales. Qualité positive lorsqu’elle permet de maintenir les capacités d’adaptation, d’apprentissage et/ou de transformation.

Risque : Possibilité de conséquences néfastes pour les systèmes humains ou écologiques. S’agissant des impacts du changement climatique, les risques résultent des interactions dynamiques des aléas liés au climat, de l’exposition et de la vulnérabilité du système humain ou écologique visé.

« Oh, les forsythias sont déjà en fleurs », cette remarque a priori anodine devant le jardin familial, illustre en réalité un symptôme d'un changement déjà bien engagé. Des périodes de floraison de plus en plus précoces, une hausse alarmante de température, des sécheresses estivales répétées, des phénomènes météorologiques violents, une modification du régime des précipitations, une biodiversité en déclin, des inégalités sociales qui se creusent et un dépassement de deux tiers des limites planétaires pouvant faire basculer nos écosystèmes dans un état encore inconnu via des réactions en chaîne potentiellement incontrôlables. Face à cette réalité, il est devenu impératif d'appréhender les changements environnementaux auxquels nous sommes confrontés.

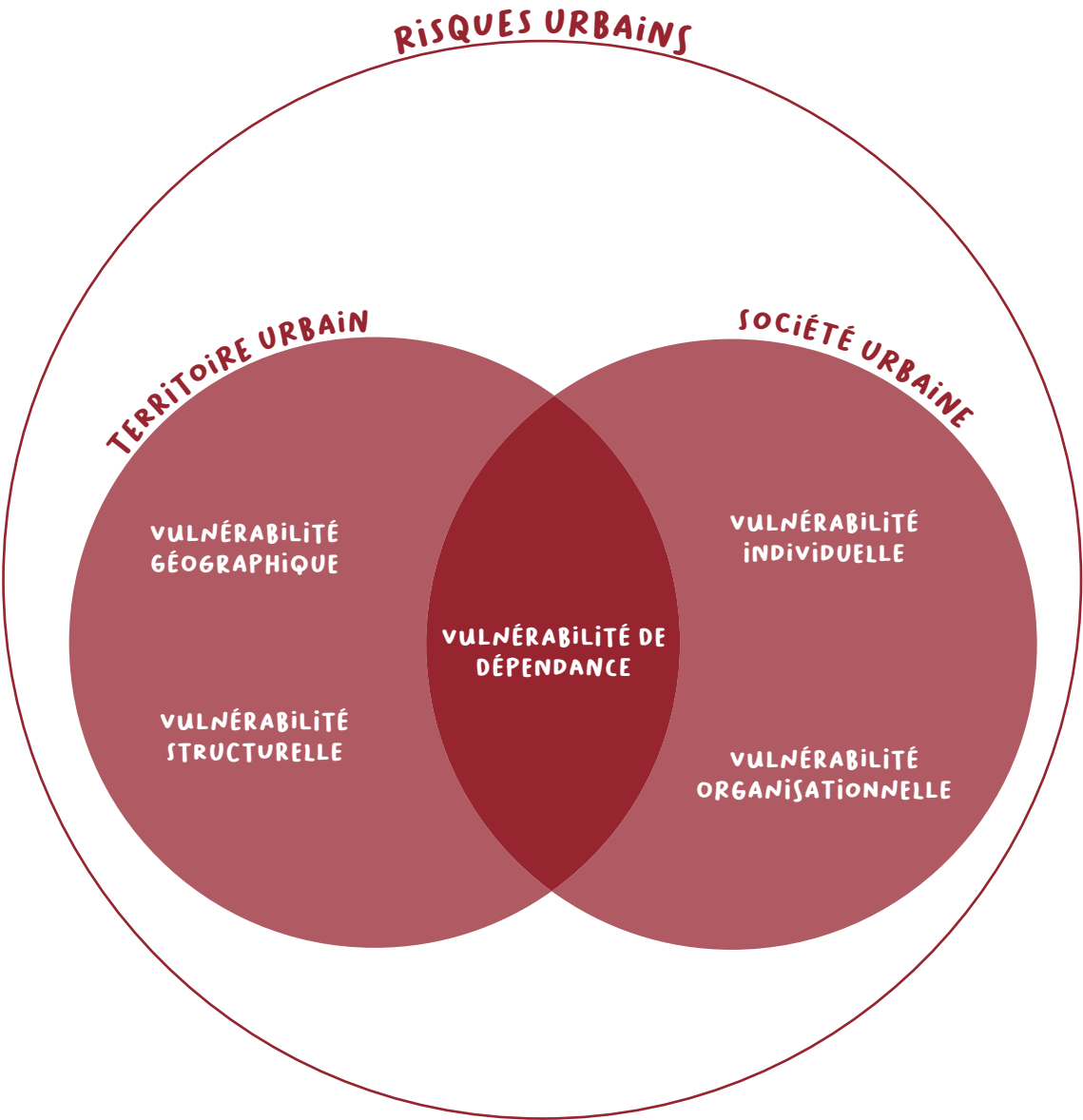
Les années se succèdent et les records s'enchaînent. L'année 2024 ne fait pas exception avec une nouvelle hausse des émissions CO₂ par rapport à l'année précédente atteignant un sommet historique.¹ À cela s'ajoute un record de température moyenne annuelle globale : pour la première fois, le seuil très symbolique de +1.5°C² par rapport à l'ère préindustrielle a été franchi.³ Les faits sont là et les différents travaux du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) le confirment : le climat change à un rythme sans précédent, et l'activité humaine est indéniablement à l'origine de ces bouleversements. Devant ce sombre tableau, se dessine une forme de déni collectif. Tantôt explicite et assumé chez certains décideurs politiques et économistes, tantôt implicite et passif chez la plupart d'entre nous, traduisant une forme de sidération face à l'ampleur des enjeux.⁴ À cela s'ajoutent la latence des réformes et l'insuffisance des réductions d'émissions. Face à ce constat, s'impose une certitude : Il faudra s'adapter.

Avec ces nouvelles conditions et leurs conséquences, les villes se retrouvent en première ligne. À la fois responsables en grande partie des problèmes et elles figurent parmi les premières à en subir les impacts. Lieux de forte concentration humaine, d'activités économiques, d'infrastructure

d'envergure, d'équipements et de services, les villes sont des systèmes socio-écologiques de plus en plus complexes. Leur dépendance aux réseaux et leurs interactions étroites avec d'autres territoires, renforcent leur exposition aux événements climatiques.⁵ L'imperméabilisation des sols, le manque cruel de végétalisation, la minéralisation de l'environnement construit, l'anthropisation des milieux naturels, la morphologie urbaine inadaptée, la dégradation continue des écosystèmes et les choix historiques d'un aménagement ignorant les risques sont autant de facteurs amplifiant la vulnérabilité urbaine.

La notion de vulnérabilité et de différenciation des impacts ont mis du temps à émerger au sein de la communauté scientifique où l'on a longtemps considéré que les catastrophes s'expliquaient principalement par des facteurs naturels, point de vue ancré dans un « déterminisme des lois de la nature ». Aujourd'hui, un consensus s'établit sur la responsabilité partagée des aléas naturels et des aspects humains.⁶ La vulnérabilité est ainsi définie comme une combinaison dynamique entre l'exposition aux risques, la sensibilité et la capacité d'adaptation.⁷

La vulnérabilité urbaine est, avant tout, multidimensionnelle, se manifestant tant au niveau de la population urbaine que de son environnement. Elle se décline couramment entre vulnérabilité spatiale ou physique, liée au territoire urbain et vulnérabilité sociale, liée à la société urbaine qui compose la ville. L'aspect spatial prend deux formes principales : la vulnérabilité géographique, découlant des caractéristiques physiques d'un paysage et la vulnérabilité structurelle dépendant des choix d'aménagement urbain. La vulnérabilité sociale ou sociétale englobe, quant à elle, la vulnérabilité organisationnelle qui reflète le niveau de préparation des villes pour limiter les pertes et répondre aux conséquences d'un aléa, ainsi que la vulnérabilité individuelle, qui renvoie à la capacité d'une personne à faire face à une crise, selon sa résilience intrinsèque et son degré d'exposition. À l'intersection des



1 FRIEDLINGSTEIN, Pierre, O'SULLIVAN, Michael, JONES, Matthew W., et al. *Global Carbon Budget 2024*. 2024

5 QUENAUT, Béatrice. *La dialectique vulnérabilité/adaptation des villes au changement climatique comme potentiel destructeur/créateur*. 2015. p.27

2 Il s'agit uniquement d'un dépassement annuel. Pour que ce seuil devienne officiellement le niveau de réchauffement global, il faudrait qu'il soit franchi de manière stable sur plusieurs décennies.

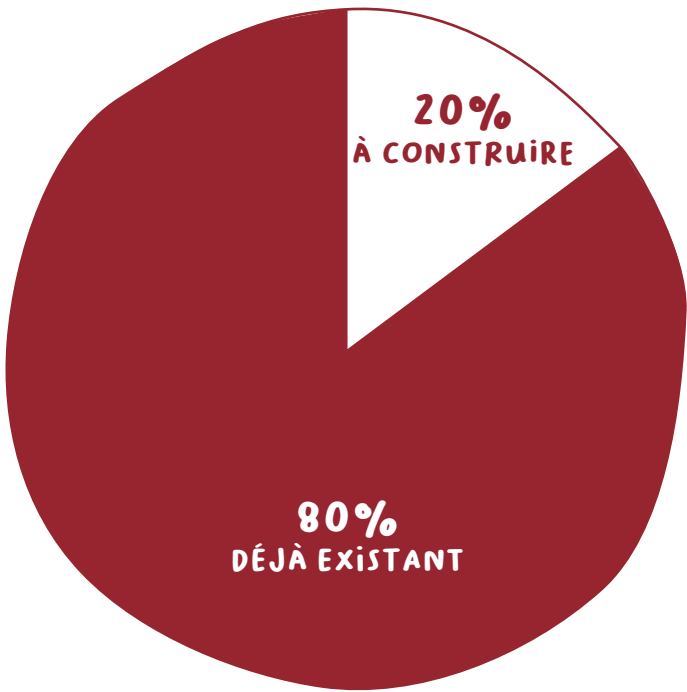
6 TUBIANA, Laurence, GEMENNE, François et MAGNAN, Alexandre. *Anticiper pour s'adapter : le nouvel enjeu du changement climatique*. 2010. p.54

3 COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE. *Copernicus : 2024 is the first year to exceed 1.5°C above pre-industrial level*. 2025 [en ligne]

7 MAGNAN, Alexandre. *Changement climatique : tous vulnérables ? repenser les inégalités*. 2013. p.36

4 BONNAUD, Xavier, DANIEL-LACOMBE, Éric et YOUNÈS, Chris. *Faire face aux risques : architecture & philosophie*. 2023. p.9

Fig. 1 ↑
Spectre de la vulnérabilité urbaine
D'après Quenault, 2015



LA VILLE DE 2060

↑ Fig. 2
La ville de 2060
D'après Lecomte et Grisot, 2022

aspects territoriaux et sociaux, se trouve une déclinaison supplémentaire, la vulnérabilité de dépendance. Celle-ci désigne la fragilité systémique résultant des interactions et interdépendances entre les usages, les activités, les occupations de l'espace urbain et les autres systèmes.⁸ La vulnérabilité des villes évolue dans une dynamique complexe et non linéaire, tant en termes d'espace que de temps. Elle s'inscrit dans trois grandes dimensions temporelles : d'une part, les caractéristiques actuelles de la société, d'autre part, les dynamiques historiques des dernières décennies qui les ont façonnées, telles que les choix politiques ou les événements sociaux et enfin, les racines plus anciennes, ancrées dans les valeurs fondamentales de la société, qui en sont à l'origine.⁹ Par ailleurs, la vulnérabilité urbaine ne désigne pas uniquement l'ampleur avec laquelle une ville est susceptible d'être touchée par un aléa mais aussi sa capacité à les créer, à les amplifier ou à leur donner une forme particulière.¹⁰

Si étudier les questions de vulnérabilités aux changements climatiques en Suisse peut sembler paradoxal, compte tenu du développement du pays et des ressources dont il dispose, il convient de souligner qu'à une échelle globale, la vulnérabilité ne se limite pas au seul niveau de développement, et la capacité à s'adapter ne repose pas uniquement sur les ressources financières.¹¹ De plus, l'enjeu urbain revêt une importance particulière en Suisse, où près de trois quarts de la population résident dans des zones urbaines.¹²

Face à des fragilités accrues et des conséquences du changement climatique de plus en plus tangibles, l'adaptation climatique dans les villes prend un sens particulièrement urgent. Alors que le siècle dernier a principalement été consacré à construire du neuf, participant à l'étalement urbain et à un aménagement source de vulnérabilité, force est de constater aujourd'hui que 80% de la ville de demain existe déjà.¹³ L'adaptation du bâti existant devient là un enjeu fondamental, car c'est l'habitabilité même de nos espaces de vie qui est en jeu.

8	9	10	11
QUENAULT, Béatrice. <i>La dialectique vulnérabilité/adaptation des villes au changement climatique comme potentiel destructeur/créateur</i> . 2015. p.22-25	TUBIANA, Laurence, GEMENNE, François et MAGNAN, Alexandre. <i>Anticiper pour s'adapter : le nouvel enjeu du changement climatique</i> . 2010. p.56-57	QUENAULT, Béatrice. <i>La dialectique vulnérabilité/adaptation des villes au changement climatique comme potentiel destructeur/créateur</i> . 2015. p.25	MAGNAN, Alexandre. <i>Changement climatique : tous vulnérables ? repenser les inégalités</i> . 2013. p.34.
12	13	14	15
OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE OFS et UNION DES VILLES SUISSES. <i>Statistiques des villes suisses 2024</i> .	LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain. <i>Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires</i> . 2022. p.25	LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain. <i>Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires</i> . 2022. p.16	LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain. <i>Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires</i> . 2022. p.19

Dans cette démarche, nous nous situons à un point d'articulation crucial. Si nous ne sommes pas encore totalement émancipés du siècle de la grande accélération dont nous héritons un patrimoine inadapté construit sans considération pour l'avenir, nous ne sommes pour autant pas encore entrés dans une nouvelle ère. Cette position offre autant d'opportunités pour réorienter le modèle de nos quartiers et de notre architecture.¹⁴ La prise de conscience de la nécessité de l'adaptation émerge progressivement, notamment au sein des communes où l'on voit apparaître des plans climat et des politiques publiques climatiques. Toutefois, sa mise en œuvre concrète et son exécution sur le terrain reste limitées. Par ailleurs, lorsque des stratégies d'adaptation sont déployées, les impacts différenciés et les inégalités de vulnérabilités sont souvent négligés, bien qu'ils soient essentiels pour garantir une approche à la fois environnementalement et socialement juste. Prêter attention au cumul des vulnérabilités climatiques et sociales, permet d'élaborer une feuille de route pour l'adaptation urbaine, définissant des priorités afin de garantir que personne ne soit laissé sur le bord de la route dans cette transition.

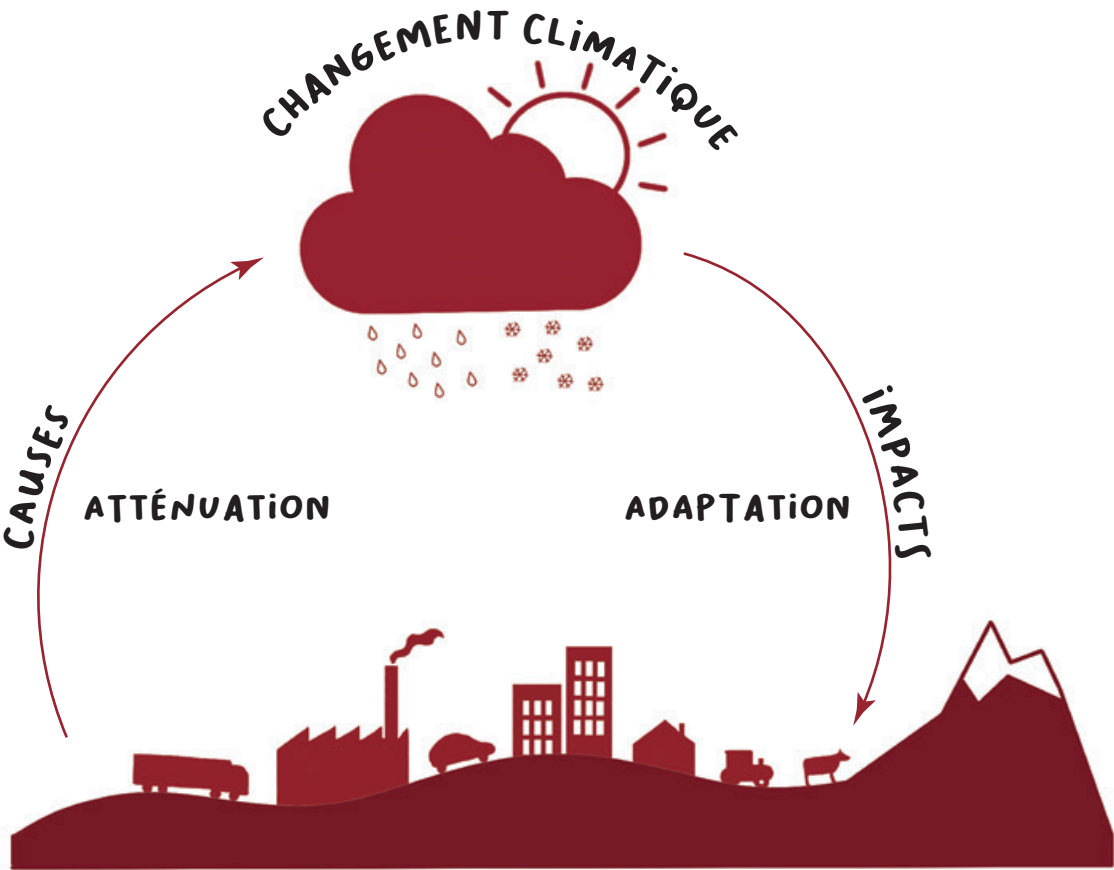
De nouveaux enjeux émergent, le risque et l'incertitude deviennent des éléments fondamentaux dans la planification territoriale, urbaine et architecturale. Nous nous sommes longtemps appuyés sur le passé pour anticiper les problèmes et imaginer de nouvelles solutions. Or, les références historiques ne sont plus valides aujourd'hui, il n'est plus possible de se reposer sur l'histoire, les techniques et les procédés du passé pour nous préparer.¹⁵ Dans ce contexte, l'acte architectural ne peut que se réinventer, réapprendre à dialoguer avec les fluctuations, les rythmes et le mouvant. Nos espaces publics et nos logements encourent des risques d'obsolescence climatique. Il est de notre responsabilité d'architecte d'accepter ces aléas et leurs conséquences comme autant de potentiels pour de nouveaux projets tout en assumant l'héritage de la ville et en adoptant une perspective nouvelle sur l'existant, même le plus ordinaire.

ÉMERGENCE DE L'ADAPTATION

Adaptation et atténuation
Lorsque l’on évoque la lutte contre le changement climatique, ce sont en premier lieu les questions de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) qui émergent, à la fois dans les négociations internationales, les politiques publiques locales ou les comportements individuels. Ces mesures d’atténuation, visant à stabiliser les concentrations de GES dans l’atmosphère pour limiter toute perturbation dangereuse du système climatique, constituent depuis longtemps le principal levier d’action. Pourtant, quelle que soit l’ampleur de nos efforts en matière d’atténuation, certains effets du changement climatique sont inévitables et déjà perceptibles. Pour y faire face, il ne reste plus que l’adaptation.¹⁶

Longtemps considérée comme le parent pauvre de l’action climatique, l’adaptation est aujourd’hui reconnue comme l’un des deux piliers complémentaires dans la lutte contre le changement climatique, au côté de l’atténuation.¹⁷ Si l’atténuation peut être définie comme « l’intervention humaine visant à réduire les émissions ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre », l’adaptation, elle, est décrite par le GIEC comme « la démarche d’ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu’à ses conséquences, visant à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques ». ¹⁸ Cette définition englobe non seulement les conditions climatiques actuelles, mais également celles projetées dans le futur, en tenant compte aussi bien des changements d’origine naturelle qu’anthropique. Si l’adaptation appliquée à la question de changement climatique n’a émergé que plutôt récemment, le concept d’adaptation est ancré historiquement dans une multitude de domaines. Notamment en biologie, avec la théorie de l’évolution, elle apparaît également dans des disciplines telles que la psychologie ou la sociologie. D’une part, même dans ces disciplines, le facteur climatique fait partie intégrante des processus d’adaptation, d’autre part, ces conceptions de l’adaptation influencent encore aujourd’hui les dynamiques d’adaptation climatiques.¹⁹

Plusieurs éléments distinguent les deux volets complémentaires que sont l’atténuation et l’adaptation. Tout d’abord, l’atténuation des émissions a pour but d’agir sur la qualité d’un bien collectif planétaire : le climat. Ce qui rend le climat particulièrement vulnérable, c’est que sa production est décentralisée, les émissions générées localement ont un impact global. C’est pour cela qu’il est indispensable d’assurer une coordination internationale robuste, afin de limiter les risques de « passagers clandestins ». ²⁰ Le bénéfice des efforts de réduction est donc collectif, s’étendant à l’ensemble de la planète. À l’inverse, l’adaptation est un processus dont les bénéfices sont principalement de nature privée. Ce sont ceux qui engagent des actions d’adaptation, à l’échelle individuelle ou locale, qui en tirent parti. La dimension collective de l’adaptation peut se manifester selon trois critères : l’équité dans la répartition des efforts et notamment l’aide aux populations n’ayant pas les moyens de s’adapter, la diminution du manque d’informations et de compétences pour mettre en œuvre des mesures efficaces, ainsi que les effets négatifs que certaines actions d’adaptation peuvent provoquer, en augmentant les émissions de GES par exemple. ²¹ L’adaptation est donc fondamentalement locale, mais elle nécessite une coordination simultanée à plusieurs niveaux afin de rendre ces efforts possibles et efficaces. Des stratégies nationales, voire internationales, doivent souvent soutenir ou guider la mise en place d’actions. ²² Par ailleurs, l’atténuation s’accompagne d’unités de quantification telles que la concentration de GES dans l’atmosphère ou le calcul d’émission en CO₂eq. Elle dispose également d’outils de mise en œuvre, tels que des taxes ou incitations ainsi que des objectifs, via des programmes de neutralité carbone ou des calculs de budget carbone restant. Ces instruments permettent de définir des résultats attendus : la réduction des risques climatiques. L’efficacité des efforts en matière d’atténuation peut donc être mesurée à différentes échelles, qu’elles soient locales, nationales ou internationales. En revanche, il n’existe pas de tel instrument pour l’adaptation.²³



16 TUBIANA, Laurence, GEMENNE, François et MAGNAN, Alexandre. <i>Anticiper pour s'adapter : le nouvel enjeu du changement climatique</i> . 2010. p.2	17 TANGUY, Adèle et MAGNAN, Alexandre. <i>Atténuer ou s'adapter ?</i> . 2024.	18 GIEC. <i>Annexe VII - Glossaire</i> . Dans : <i>Changements climatiques 2021 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du GIEC</i> . 2021.	19 GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin. <i>L'adaptation au changement climatique</i> . 2014. p.6
20 GODARD, Olivier. <i>Cette ambiguë adaptation au changement climatique</i> . 2010.	21 GODARD, Olivier. <i>Cette ambiguë adaptation au changement climatique</i> . 2010.	22 GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin. <i>L'adaptation au changement climatique</i> . 2014. p.9	23 GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin. <i>L'adaptation au changement climatique</i> . 2014. p.9

Fig. 3 ↑
Les deux piliers de l'action climatique
Sur la base de National Centre for Climate Services NCCS dans Plan Climat Yverdon -les-Bains

Complémentaires, mais différentes, adaptation et atténuation tendent vers le même but : réduire la gravité des conséquences du changement climatique. Selon une formule courante, l’atténuation vise à éviter l’ingérable tandis que l’adaptation cherche à gérer l’inévitable.²⁴ Elles ne doivent pas être envisagées comme des processus alternatifs ou concurrents, mais bien comme deux entités indissociables et exigeant toutes deux des politiques ambitieuses pour faire face au défi climatique. Il serait donc erroné de considérer l’action climatique comme un « équilibre à somme nulle » à répartir entre atténuation et adaptation, où les ressources ou l’attention politique allouées à l’adaptation se feraient inévitablement au détriment de l’atténuation.²⁵

En réalité, un système d’interdépendance complexe relie les deux concepts. De manière évidente, une atténuation efficace réduit le besoin d’adaptation, mais certaines stratégies d’adaptation peuvent également influencer les besoins en atténuation. Cet impact peut être bénéfique, comme la végétalisation, contribuant à la fois au rafraîchissement urbain, mais également à la captation du CO₂. Cependant, certaines formes d’adaptation peuvent produire l’effet inverse, en aggravant les besoins d’atténuation.²⁶ On parle alors de maladaptation. Ce terme désigne un processus d’adaptation qui aggrave en réalité la situation et augmente les risques, les impacts et la vulnérabilité d’autres systèmes, secteurs ou groupes sociaux. Il s’agit de mécanismes pouvant :

- Augmenter les émissions de GES, telle que l’installation de climatiseurs individuels.
- Augmenter l’extraction de ressources ou la destruction d’écosystèmes, telle que la construction de digues pour faire face aux risques d’inondation.
- Renforcer la vulnérabilité à long terme pour réduire celle à court terme, par exemple certaines technologies agricoles améliorant la résilience agricole, mais épuisant les sols ou les nappes phréatiques à long terme.
- Transférer des vulnérabilités d’un groupe social ou d’un secteur économique vers un autre, telle que l’installation de retenues de substitution d’eau comme les

méga-bassines.

- Créer des situations irréversibles limitant les choix pour les générations futures, par exemple le développement de projets de grandes infrastructures entraînant des situations de dépendance.
- Réduire des incitations à s’adapter.²⁷

La maladaptation reflète la vision générale court-termiste, souvent réticente à remettre en question les modèles existants, ainsi qu’une confiance excessive dans les ressources économiques et la technologie pour tout résoudre. En outre, cela témoigne d’un manque de planification à l’avance par les pouvoirs publics.²⁸ En réalité, de nombreuses actions d’adaptation courent un risque de maladaptation. De ce fait, il est nécessaire d’avoir une approche intégrée, ne traitant pas l’adaptation comme une question à part entière, mais de développer ses stratégies intégrant les diverses contraintes environnementales et sociales, comprenant les effets du changement climatique, mais aussi les objectifs de réductions des émissions, la biodiversité ainsi que l’accès aux habitants aux services essentiels.²⁹ Les processus d’adaptation nécessitent une évaluation en amont, permettant de procéder à des arbitrages éclairés et des compromis acceptables, suivie d’une démarche ultérieure pour en mesurer les effets.³⁰ Un exemple significatif est celui de la densification des espaces urbains, nécessaire afin d’éviter l’étalement et la destruction d’écosystèmes naturels. Si elle est indispensable, cette densification exerce néanmoins une pression sur les espaces ouverts et favorise l’imperméabilisation des sols, deux paramètres déterminants pour le climat local.³¹

Ces interactions complexes entre atténuation et adaptation, illustrent comment les deux approches s’influencent mutuellement et doivent être pensées conjointement. Intégrer ces dynamiques d’interdépendance dans les processus de décision et l’élaboration des politiques publiques est crucial. Si la pertinence des deux approches comme réponse à l’urgence climatique n’est plus à prouver, se pose maintenant la question des modalités et de son niveau d’ambition.

24 GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin. *L’adaptation au changement climatique*. 2014. p.9

25 TANGUY, Adèle et MAGNAN, Alexandre. *Atténuer ou s’adapter ?*. 2024.

26 VIGUIÉ, Vincent. *Les liens entre adaptation et atténuation : quand s’adapter aggrave le changement climatique*. 2022. p.72

28 SOCIALTER. *+4°C, ça va chauffer*. 2024. p.22

29 VIGUIÉ, Vincent. *Les liens entre adaptation et atténuation : quand s’adapter aggrave le changement climatique*. 2022. p.74

26 VIGUIÉ, Vincent. *Les liens entre adaptation et atténuation : quand s’adapter aggrave le changement climatique*. 2022. p.72

30 GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin. *L’adaptation au changement climatique*. 2014. p.101

31 OFEV, MÉTÉOSUISSE, et NCCS. *Changements climatiques en Suisse*. 2020. p.73

Idéologie de l’adaptation

Derrière le terme d’adaptation se jouent en réalité des enjeux idéologiques et historiques critiques qui mettent en partie à mal les processus de mise en œuvre.

Dès l’émergence des questions climatiques, dans les années 1970, l’adaptation n’a d’abord pas fait consensus au sein de la communauté scientifique. En effet, l’adaptation était considérée comme un constat de l’échec des politiques d’atténuation et une excuse pour les responsables et particulièrement les états, de s’abstraire de leur responsabilité et de se libérer de toute mesure à prendre pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. L’adaptation a donc rapidement été considérée comme une solution de dernier recours et reléguée au second plan au profit des mesures d’atténuation. Selon les réflexions de l’époque, plus l’adaptation était mise en avant, moins les efforts seraient concentrés sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et plus le problème primaire du changement climatique s’aggraverait.³² Ce raisonnement a introduit un premier frein idéologique : s’adapter ce serait renoncer. Renoncer à la fois aux objectifs ambitieux d’atténuation ainsi qu’à notre capacité collective à les honorer. Aujourd’hui encore cette idée perdure et continue de déteindre sur le débat politique et les imaginaires collectifs. Pour preuve la publication du *Plan national d’adaptation au changement climatique (PNACC3)* en France sous-titrée « *Préparer la France à +4 °C* ». Pour certains, cela a été perçu comme un aveu de capitulation face à l’objectif premier de l’Accord de Paris sur le climat qui était de limiter le réchauffement global à +1,5°C par rapport à l’ère pré-industrielle.³³ En parallèle, l’adaptation est parfois vue comme une posture passive, opposée à l’action, enfermant le débat dans une dichotomie réductrice de « agir ou subir ».³⁴

De par son origine, initialement appliquée à des domaines comme la biologie, le terme adaptation reste aujourd’hui marqué par une ambiguïté polysémique qui complique son appréhension dans le débat public. En effet, dans le langage courant, l’adaptation renvoie à la fois à l’action d’adapter

32 TUBIANA, Laurence, GEMENNE, François et MAGNAN, Alexandre. *Anticiper pour s’adapter : le nouvel enjeu du changement climatique*. 2010. p.17

33 TANGUY, Adèle et MAGNAN, Alexandre. *Atténuer ou s’adapter ?*. 2024.

34 DÉPOUES, Vivian. *Adaptation au changement climatique : terme piégé ou pragmatiste ?*. 2023.

36 THOMAS, Isabelle et CUNHA, Antonio da. *La ville résiliente : comment la construire ?*. 2017. p.59

37 FELLI, Romain. *La grande adaptation : climat, capitalisme et catastrophe*. 2016. p.67-68

ou de s’adapter, mais aussi à la modification qui en découle. Ainsi, l’adaptation peut être perçue simultanément comme un processus ou comme un état.³⁵ L’un renvoyant à une mise en œuvre proactive, ce qui est l’objet de ce travail, l’autre à une attitude attentiste. Par ailleurs, cette même ambiguïté sémantique se retrouve avec le concept de résilience faisant référence à la fois à la capacité d’un système à être préparé à une perturbation ou à récupérer après la perturbation.³⁶ Si ce n’est qu’une question de vocabulaire, ces ambiguïtés conceptuelles contribuent à ralentir l’appropriation de ces termes dans les politiques publiques et les discours opérationnels.

Une autre vision plus répandue dans les sciences politiques et sociales souligne le dogme néolibéral dans l’injonction à l’adaptation. À la fin des années 1970, les États-Unis sont à la pointe de la recherche climatique mondiale. Toutefois, la question climatique dépasse une simple curiosité scientifique : elle devient un enjeu pour la viabilité et la légitimité du modèle économique et social que le pays incarne et promeut à l’international.³⁷ Face à la menace d’une régulation climatique, l’avis des économistes va devenir déterminant et leurs réponses vont se reposer sur l’adaptation. D’une part, ils réinterprètent le problème en termes économiques, utilisant des analyses coût-bénéfice pour le traiter comme une question d’allocation de ressources plutôt qu’un enjeu moral. D’autre part, ils s’assurent que les politiques climatiques inévitables s’intègrent aux mécanismes du marché.³⁸ En prônant la flexibilité comme réponse aux changements climatiques, les défenseurs de l’adaptation participent à l’ancrage de l’idéologie néolibérale. Plutôt que de chercher à réduire les émissions, les débats politiques sur le sujet s’orientent vers l’acceptation des changements climatiques comme inévitables. L’objectif devient alors de comprendre comment ils pourraient en supporter les impacts, s’y adapter, ou même en tirer avantage.³⁹ Sous la pression internationale, les mesures vont ensuite se diriger tout de même vers une réduction des émissions pendant une quinzaine d’années. Mais lorsque la question de l’adaptation réémerge au début des années 2000 pour

35 QUENAULT, Béatrice et al. *Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain*. 2011. p.116-118

36 FELLI, Romain. *La grande adaptation : climat, capitalisme et catastrophe*. 2016. p.70-73

37 FELLI, Romain. *La grande adaptation : climat, capitalisme et catastrophe*. 2016. p.38-39

compenser l’échec des politiques de réduction, l’adaptation « reprend les habits qui lui ont été taillés dans les années 1970-1980 ». Si c’était, pour certains, un moyen de maintenir l’utilisation des énergies fossiles, pour d’autres, l’objectif principal était de promouvoir une vision sociale alignée avec la montée du néolibéralisme et l’expansion du marché.⁴⁰

La quantification économique du changement climatique constitue un dernier élément mettant à mal l’image de l’adaptation. En effet, grâce à des analyses coût-bénéfice, certains économistes arrivent à la conclusion que les résultats atteints par l’adaptation peuvent être équivalents à ceux résultant de l’atténuation. Leurs calculs intègrent la valeur accordée au bien-être des générations futures par rapport à celui des générations actuelles, or ce taux est souvent bien trop bas, concluant que pour avoir un meilleur rapport coût-bénéfices, les efforts doivent se reporter à plus tard et ainsi relever de l’adaptation réactive.⁴¹ En effet, les coûts de l’atténuation et ceux d’un adaptation proactive sont à payer dès aujourd’hui, tandis que ceux de l’adaptation réactive sont reportés sur les générations futures. Ces quantifications économiques des dommages liés au changement climatique conduisent à des conclusions inquiétantes, comme celle du chef économiste de la Banque mondiale dans les années 90, qui préconisait de déverser les déchets toxiques dans les pays à bas salaires, en estimant que les coûts liés aux nuisances sanitaires seraient inférieurs à ceux engendrés par le maintien des entreprises polluantes dans les pays développés.⁴² Ou encore certains modèles intégrant pourtant les conséquences du changement climatique, qui lorsqu’ils sont appliqués, préconisent un réchauffement de 3,5°C d’ici 2100 pour maximiser le rapport coût-bénéfice, modèle qui a valu à son auteur le prix Nobel d’économie.⁴³

Ces considérations oublient que l’adaptation a ses limites, définies par des seuils au-delà desquels les processus d’adaptation ne peuvent plus nous protéger des risques. Certaines de ces limites sont souples, c’est-à-dire qu’il existe des options d’adaptation, mais elles ne sont pas disponibles ou

accessibles. D’autres limites, en revanche, sont dures, lorsqu’elles sont atteintes, plus aucune action n’est possible pour maintenir les fonctions essentielles, l’identité ou la structure d’un système.⁴⁴

Cet ancrage historique et ces différentes visions influencent encore aujourd’hui le débat public, nourrissant des a priori et des perceptions biaisées de l’adaptation climatique que ce soit dans le monde médiatique ou dans les imaginaires collectifs. Ils constituent autant de freins à la prise de conscience des enjeux et à la mise en œuvre d’actions cohérentes face au défi climatique.

Architecture et adaptation climatique
L'architecture et l'adaptation ne sont pas des domaines totalement étrangers l'un à l'autre. On pourrait même considérer l'architecture comme un symbole de l'adaptation aux conditions climatiques. En effet, le climat et l'architecture sont intrinsèquement liés, il est d’ailleurs communément admis que le climat ait constitué une donnée élémentaire à l’apparition des premières formes d’architecture, à travers le besoin de protection. Ces considérations se retrouvent, dès l’Antiquité dans les grands traités historiques de l’architecture :

« S'agit-il de construire une ville ? La première chose à faire est de choisir un endroit sain. Il doit être élevé, à l'abri des brouillards et du givre, situé sous la douce température d'un ciel pur, sans avoir à souffrir ni d'une trop grande chaleur ni d'un trop grand froid. »⁴⁵

« La disposition d'une maison aura été avantageusement choisie, si, pour la bâtir, on a eu égard au pays et au climat »⁴⁶

« S'il est vrai que les pays, si diversement modifiés par les climats, soient appropriés à la nature différente des nations qui les habitent, et que les peuples y naissent [...] la disposition des maisons doit également être assortie au tempérament de chaque peuple, puisque la nature nous ouvre elle-même, d'une manière aussi simple qu'ingénieuse, la voie que nous devons suivre. »⁴⁷

À la Renaissance Leon Battista Alberti, dans son traité, *De Re Aedificatoria*, met en avant la capacité de l’intervention de l’homme pour améliorer les défauts climatiques d’une région. À travers l’édification de murs, de plantations ou de systèmes d’irrigation et de drainage, il devient possible de s’adapter à des conditions climatiques inadéquates et de créer ainsi un environnement bienfaisant. Ainsi commence ainsi à émerger l’idée que l’homme moderne, par la modification de son environnement, peut devenir un acteur de son climat.⁴⁸ Jusqu’alors l’architecture était soumise aux contraintes de variabilité des conditions environnementales et d’alternance des saisons. Chaque région climatique à travers le

monde a adapté ses structures et ses détails constructifs pour répondre aux spécificités climatiques locales. Que ce soit à l’échelle urbaine ou à celle du bâtiment, les caractéristiques de l’architecture vernaculaire émanent du climat. Des atriums méditerranéens aux claustras du Moyen-Orient en passant par les lourdes maçonneries du nord de l’Europe, les cheminées caractéristiques des maisons bretonnes ou encore l’inclinaison des toits des mayens valaisans, chaque détail renseigne sur les températures, la course du soleil, le régime de précipitation ou encore l’orientation des vents dominants.⁴⁹ Toutefois, à partir du XIXe siècle, de nouvelles technologies apparaissent et se démocratisent, systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, permettant de soustraire les habitants aux conditions climatiques naturelles pour en produire d’artificielles.⁵⁰ Dès lors, l’interaction entre extérieur et intérieur s’altère, il devient alors possible de créer son propre climat, de changer de saison, d’habiter des climats inhabitables. Les espaces deviennent uniformément protégés, augmentant ainsi les choix des affectations. Dans cette homogénéisation climatique, les habitudes saisonnières et journalières liées au climat, au soleil et à la lumière se dissipent. Les architectes et les habitants sont désormais affranchis des contraintes naturelles qui structuraient autrefois les formes urbaines et architecturales.⁵¹ Par ailleurs, le bâti, en intervenant directement sur le climat, tend à s’émanciper des principes architecturaux traditionnels. Cependant, cette évolution ne s’est pas produite à n’importe quel prix, mais grâce à une utilisation intense en énergie principalement basée sur les combustibles fossiles comme le pétrole et le charbon, cause principale du réchauffement actuel de notre planète.

Aujourd’hui, face aux nouvelles conditions climatiques, l’architecture, qui nous protégeait autrefois, devient un vecteur de vulnérabilité. Il est désormais impératif pour l’architecture et les architectes de se réconcilier avec le climat et le vivant. Plutôt que de s’en isoler, d’apprendre à cohabiter, à dialoguer avec eux. Cela n’a rien de nouveau, ni de savant, c’est un savoir-faire qu’il est nécessaire de réapprendre.

40 FELLI, Romain. *La grande adaptation : climat, capitalisme et catastrophe*. 2016. p.114

44 IPCC. *Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability : Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report*.2022. p.169-170

42 LAURENT, Éloi. *Économie pour le XXIe siècle : manuel des transitions justes*. 2023. p.114

46 VITRUVÉ. *De architectura*. Edition C.L.F. Panckoucke. Vol 1. 1847. p.53-55 dans DERUVO, Samanta. *Relire Vitruve à l'aune des enjeux climatiques*. 2023

45 VITRUVÉ. *De architectura*. Edition C.L.F. Panckoucke. Vol 2. 1847. p.13 dans DERUVO, Samanta. *Relire Vitruve à l'aune des enjeux climatiques*. 2023

48 ALEXANDROFF, Georges et ALEXANDROFF, Jeanne-Marie. *Architectures et climats : soleil et énergies naturelles dans l'habitat*. 1982

49 MANDOUÏ, Thierry. *Climat(s) : nouveau paradigme pour l'architecture ?* 2012. p.143

51 RAHM, Philippe. *Histoire naturelle de l'architecture : comment le climat, les épidémies et l'énergie ont façonné la ville et les bâtiments*. 2020. p.233

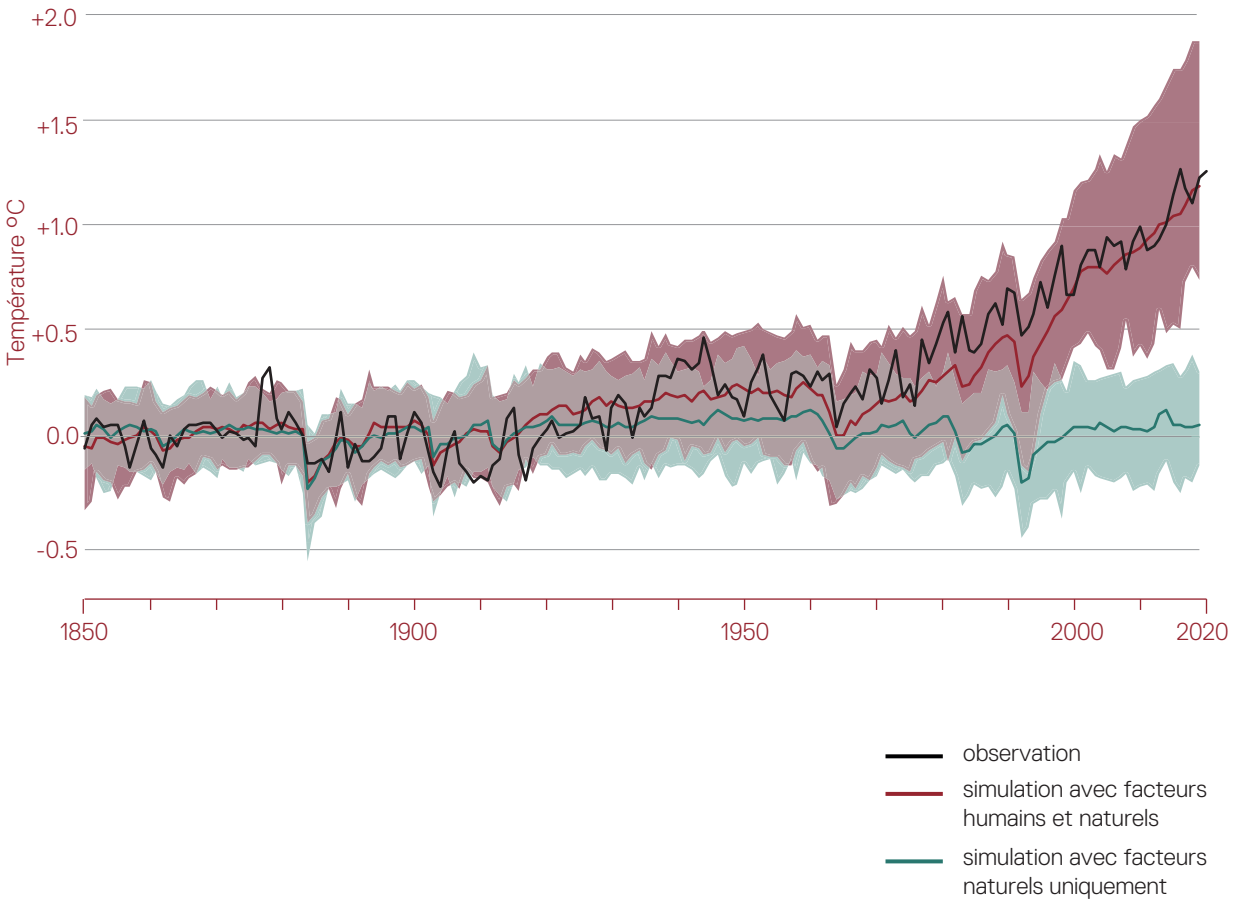
PRÉVISIONS CLIMATIQUES

Échelle mondiale

Lorsque l'on parle de prévision climatique, le GIEC se distingue comme l'entité de référence. Entre août 2021 et avril 2022, il a publié son sixième rapport d'évaluation du changement climatique. Ce sixième volet vient rappeler et préciser ce que les cinq précédents avaient déjà pu mettre en lumière, soulignant toutefois que les risques climatiques sont plus élevés qu'évalué jusqu'alors. Les principales conclusions réaffirment la responsabilité directe des activités humaines, via les émissions de gaz à effet de serre, dans le changement climatique, provoquant un réchauffement ayant atteint +1.1°C entre 2011 et 2020 par rapport à l'ère préindustrielle. Réchauffement, dont seule une réduction rapide, profonde et soutenue des émissions pourrait limiter la hausse. Par ailleurs, le GIEC insiste également sur l'ampleur des impacts, toutes les régions du globe sont touchées par des phénomènes météorologiques liés au changement climatique menaçant tant le bien-être humain que la santé des écosystèmes. Certains de ces bouleversements sont inévitables, voire irréversibles, les scientifiques mettent donc en avant la nécessité d'un engagement et une coordination politiques à plusieurs niveaux encadrant les institutions, les lois, les stratégies et l'accès au financement et à la technologie. En outre, ils rappellent que l'atténuation profonde doit s'accompagner d'une mise en œuvre accélérée des mesures d'adaptation, afin de limiter les pertes et les dommages sur l'homme et les écosystèmes.⁵² Concernant l'adaptation, les principaux constats sont les suivants : malgré les avancées réalisées, des lacunes persistent en matière d'adaptation et ces écarts risquent de se creuser si le rythme actuel de mise en œuvre se poursuit. En effet, les options d'adaptation qui sont encore réalisables et efficaces aujourd'hui deviendront de plus en plus restreintes et moins performantes à mesure que le réchauffement climatique s'intensifie. Par ailleurs, certaines zones et secteurs font face à des phénomènes de maladaptation. Toutefois, les résultats de l'adaptation s'améliorent en ciblant les régions et les populations les plus vulnérables aux aléas climatiques, en priorisant les questions « d'équité, de justice climatique et sociale, d'inclusion et de processus de transition justes ». De plus, l'intégration de l'adaptation climatique dans les programmes de protection sociale renforce la résilience.⁵³

Afin d'évaluer le futur climat, des modèles climatiques ont été mis au point en intégrant différents scénarios éventuels. Deux types de scénarios sont communément utilisés, les scénarios RCP (Representative Concentration Pathways) et les scénarios SSP (Shared Socio-economic Pathways). Le premier type se base sur des prédictions de concentrations de GES dans l'atmosphère et le forçage radiatif qui en découle, cette méthode a été utilisée par le GIEC jusqu'à son cinquième rapport d'évaluation et est largement utilisée à l'échelle locale. Depuis son dernier rapport d'évaluation en date, le GIEC a changé de méthodologie, utilisant dorénavant les scénarios SSP. Ce second type considère des trajectoires socio-économiques, incluant les potentielles évolutions des efforts d'atténuation, des tendances économiques ou encore de la croissance de la population, tout en y ajoutant des paramètres d'émissions, de pollution et d'utilisation des terres. Les scénarios SSP offrent donc une vision plus complète et détaillée des futurs climatiques, les scénarios RCP demeurent toutefois pertinents pour des évaluations à l'échelle régionale. Les résultats des deux méthodologies restent comparables dans une certaine mesure, puisque les niveaux de concentration de GES utilisés sont similaires, chaque niveau de concentration peut correspondre à plusieurs évolutions socio-économiques dans le cadre des SSP.⁵⁴

Le GIEC a développé, dans son dernier rapport, cinq scénarios climatiques : SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5. Ces scénarios vont du plus optimiste, aujourd'hui considéré comme difficilement réalisable, au plus pessimiste. Dans chacun d'eux, la température à la surface du globe continuera d'augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle. Pour les scénarios les plus optimistes, les efforts d'atténuation mèneront à une stabilisation des températures globales autour des +1.5°C à long terme. En revanche, pour le scénario le plus pessimiste, les températures continueront d'augmenter pour atteindre +2.4°C d'ici 2060 et jusqu'à +4.4°C à l'horizon 2100. Ce réchauffement, ainsi que ses conséquences ne sont pas uniformément réparties sur le globe.⁵⁵ En effet, les terres émergées se réchauffent une fois et demie plus rapidement que la surface des océans, tandis que le



52 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*. 2023. p.4-32

53 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*. 2023. p.31

54 IPCC. *Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2021. p.52-55

55 IPCC. *Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2021. p.52-55

Fig. 4 ↑

Variation de la température à la surface du globe en moyenne annuelle

© IPCC *Climate Change 2021 - The Physical Science Basis*, 2021

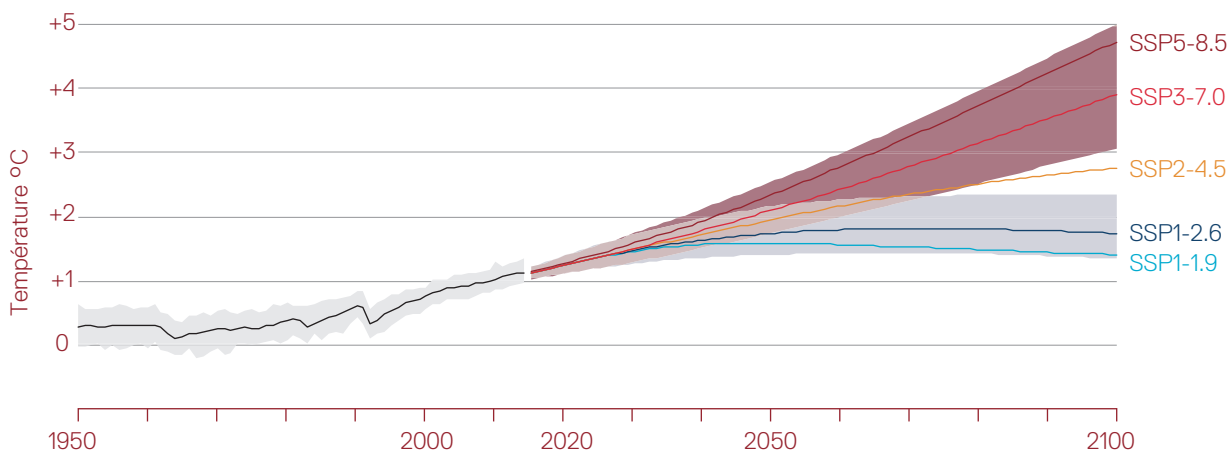


Fig. 5 ↑
Variation de la température à la surface du globe en moyenne annuelle
© IPCC Climate Change 2021 - The Physical Science Basis, 2021

rythme de réchauffement des pôles est deux fois supérieur au reste de la planète. Il en est de même pour la répartition des précipitations, les projections indiquent une augmentation des précipitations aux hautes latitudes, dans le Pacifique équatorial et certaines régions de mousson, en revanche une diminution est attendue dans certaines zones subtropicales et des parties spécifiques des tropiques.⁵⁶

Chaque incrément supplémentaire de réchauffement amplifie les changements dans les extrêmes.⁵⁷ Par exemple, chaque demi-degré additionnel accroît l'occurrence et l'intensité des extrêmes, tels que les vagues de chaleur, les précipitations violentes ou les sécheresses, même pour un niveau de réchauffement de 1.5°C. Un événement de chaleur extrême qui, avant 1900, ne survenait qu'une fois tous les dix ans pourrait se produire cinq fois plus souvent avec un réchauffement de +2°C et dix fois plus fréquemment avec un réchauffement de +4°C, tout en étant accompagné d'une intensification des températures. Les événements encore plus rares, se produisant initialement tous les cinquante ans, seraient encore plus touchés, un réchauffement de +2°C multiplierait par près de quatorze leur probabilité d'occurrence, et par plus de trente-neuf avec un réchauffement de +4°C. En d'autres termes, dans le pire scénario du GIEC, les vagues de chaleur se produisant une fois tous les cinquante ans pourraient donc presque devenir annuelles. Des constats similaires s'appliquent pour les précipitations extrêmes, dont l'occurrence décennale serait multipliée par deux à trois fois et pour les sécheresses dont l'occurrence décennale serait multipliée par deux fois et demie à quatre fois, accompagnées dans tous les cas d'une intensité accrue.⁵⁸

Malgré l'incertitude quant à la trajectoire que notre société empruntera, il est nécessaire de rappeler que la plupart des changements liés aux émissions de gaz à effet de serre passées et à venir seront irréversibles à l'échelle de siècles, voire millénaires.⁵⁹

56
IPCC. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. p.17

57
IPCC. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. p.15

58
IPCC. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. p.18

59
IPCC. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis : Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. p.21

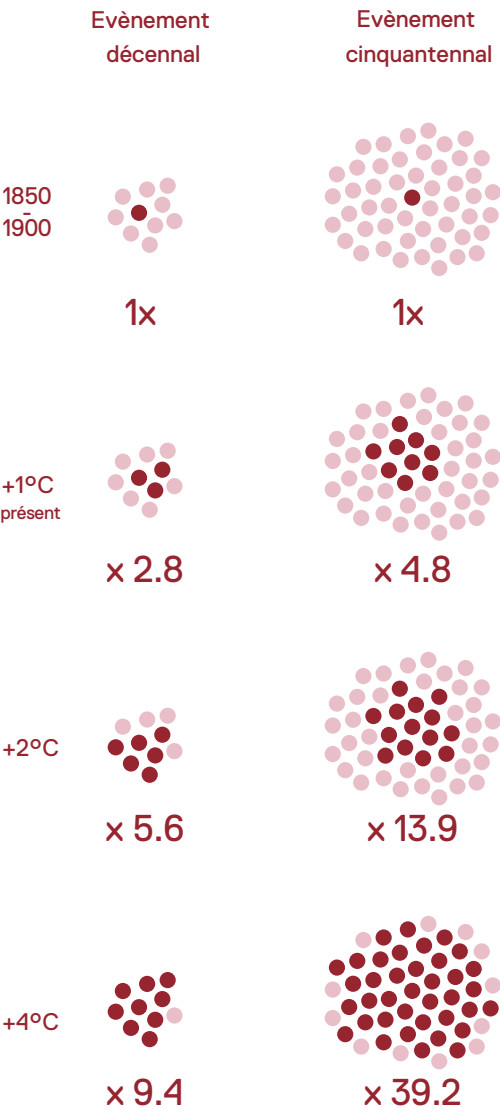


Fig. 6 ↑
Augmentation de la fréquence des évènements de température extrême
Sur la base de IPCC Climate Change 2021 - The Physical Science Basis, 2021

Échelle suisse

À l'échelle suisse, les effets du changement climatique sont déjà largement perceptibles, avec une augmentation de +2.8°C par rapport à l'ère préindustrielle. Nettement supérieure à l'augmentation globale, cette différence s'explique principalement par différents facteurs, d'une part, il existe un écart entre le réchauffement des terres et celui des masses océaniques. Les terres, ayant plus de mal à stocker la chaleur, entraînent un réchauffement plus marqué de l'air, contrairement aux océans, qui absorbent la chaleur et la redistribuent dans des couches profondes ou l'utilisent pour l'évaporation. D'autre part, la situation géographique de la Suisse, à des latitudes nord moyennes, l'expose davantage à l'augmentation de l'absorption du rayonnement solaire dû à la diminution de la couverture de neige et de glace aux pôles.⁶⁰

À l'instar du GIEC, l'Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse effectue des modèles de prévisions à l'échelle nationale. Les scénarios climatiques sont actuellement en révision dans le cadre du projet Climat CH2025. Les résultats dont la publication est prévue pour fin 2025 permettront une réévaluation quantitative des données, notamment à l'échelle locale. Depuis la publication des derniers scénarios CH2018, l'état des connaissances scientifiques a évolué, notamment avec la publication du sixième rapport d'évaluation du GIEC et l'émergence de nouveaux modèles climatiques offrant une meilleure résolution et plus de précisions. Les idées clés du rapport CH2018 restent valides et exploitables dans leur substance qualitative. Même si l'ampleur de ces modifications est pleine d'incertitude, quatre grands axes se dégagent pour l'avenir du climat suisse.⁶¹

Tout d'abord, les étés vont devenir plus secs. D'ici 2060, on peut s'attendre à une hausse des températures allant jusqu'à 4.5°C sur les mois d'été par rapport à 1981-2010. À cause des températures plus élevées, l'humidité s'évaporerait plus

rapidement, entraînant une sécheresse des sols, aggravée par la raréfaction des précipitations. Les périodes sans pluie pourraient presque doubler, et les sécheresses que l'on connaît une à deux fois par décennie pourraient advenir une année sur deux. Ensuite, les fortes précipitations deviendront plus fréquentes et plus intenses. Cela s'explique par le fait que l'augmentation de la température de l'air augmente également sa capacité à retenir l'eau, près de 7% d'eau supplémentaire par degrés Celsius. Les fortes précipitations hivernales s'intensifieront, pouvant provoquer des inondations ou des glissements de terrain. De plus l'élévation de la limite pluie-neige augmentera les précipitations sous forme liquide et donc les risques de ruissellement. Par ailleurs, les journées tropicales se multiplieront. Si la hausse des températures concerne toutes les saisons, c'est en été que cet impact sera le plus marqué, avec une augmentation significative des températures maximales estivales. Cette élévation sera due au manque d'humidité dans les sols, qui pourra moins procéder à l'évaporation. Chaque degré de réchauffement moyen additionnel doublera le nombre de jours de fortes chaleurs. Les vagues de chaleur deviendront ainsi beaucoup plus fréquentes, engendrant des phases de stress thermique pour les êtres humains et la biosphère, notamment dans les régions de plaine, où l'humidité de l'air empêchera le corps de se refroidir. Les zones urbaines, en raison des effets d'îlots de chaleur urbains, seront particulièrement exposées, notamment durant la nuit. Finalement, la neige se raréfiera. Bien que les précipitations hivernales risquent d'augmenter, la hausse des températures les rendra majoritairement sous forme de pluie. La diminution des chutes de neige et de la couverture neigeuse affectera les glaciers, qui, moins alimentés, fondront davantage. Si les régions de plaine seront particulièrement touchées, les zones de haute altitude ne seront pas épargnées, avec l'isotherme du zéro degré moyen qui devrait considérablement s'élever.⁶²

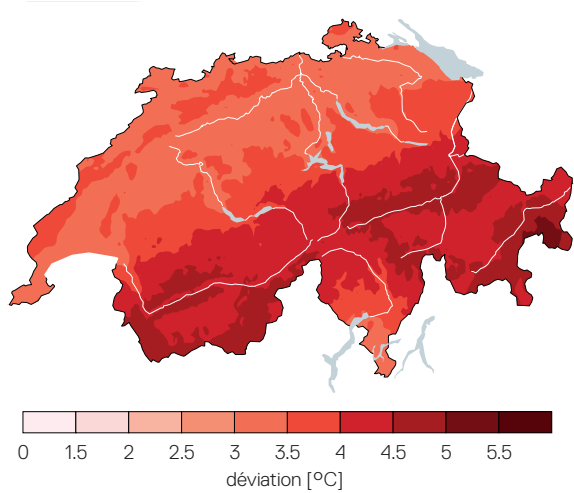


Fig. 7 ↑
Température annuelle en 2060

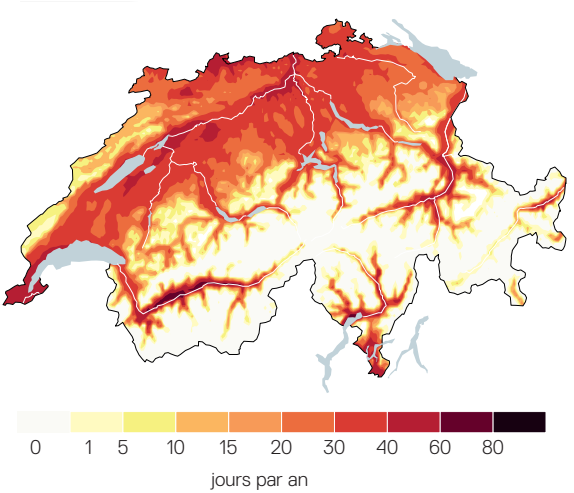


Fig. 8 ↑
Nuits tropicales en 2060

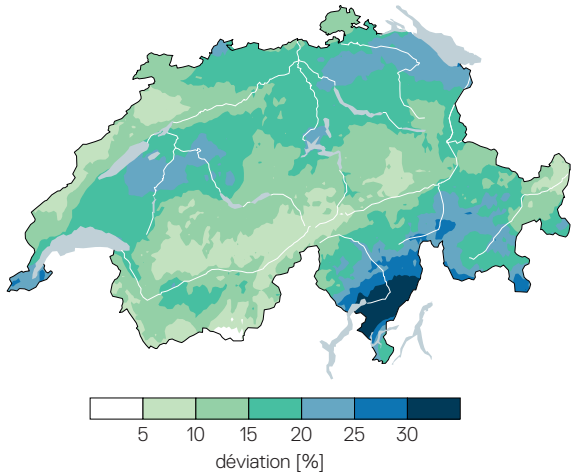


Fig. 9 ↑
Précipitations hivernales en 2060

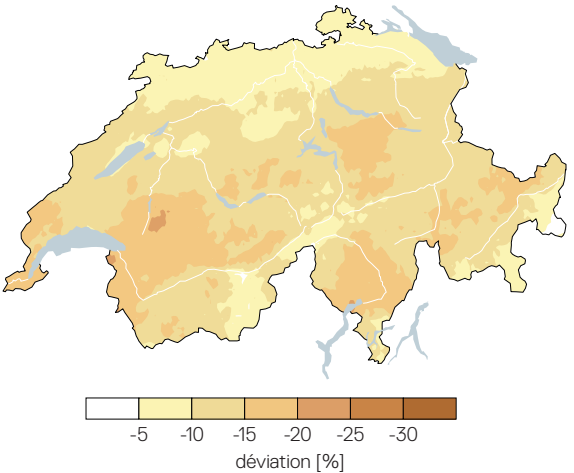


Fig. 10 ↑
Précipitations estivales en 2060

60 MÉTÉOSUISSE. *Changement climatique*. [en ligne]

61 MÉTÉOSUISSE. *Climat CH2025*. [en ligne]

62 NCCS National Centre for Climate Services. *CH2018 Scénarios climatiques pour la Suisse*. 2018

Échelle vaudoise

Si les impacts climatiques à l'échelle suisse varient dans leur ampleur et leur gravité selon les régions, le canton de Vaud n'en est pas pour autant préservé. Dans le cadre de la révision de son Plan climat et de son plan directeur cantonal, l'État de Vaud a récemment commandé une étude de la situation climatique de l'ensemble du territoire cantonal. L'objectif principal d'identifier les zones les plus exposées à la chaleur urbaine et aux effets des îlots de chaleur. Cet enjeu constituant le point le plus critique face aux conséquences du changement climatique dans la région, puisqu'il menace directement l'habitabilité même des espaces bâtis.

L'évaluation de la situation actuelle révèle que près d'un quart des espaces bâtis présentent déjà une situation climatique défavorable à très défavorable, ne profitant ni des débits d'air froid naturel, ni des effets bénéfiques de la végétation. Les projections à 2060 prévoient une hausse uniforme des températures de l'ordre de 2 à 3°C de jour comme de nuit, augmentant ainsi la proportion d'espaces bâtis susceptibles de souffrir de nuits tropicales ou de stress thermique extrême. Cependant, les zones présentant un effet d'îlot de chaleur ne s'étendront pas proportionnellement, l'écart de température augmentera de manière linéaire. Cet écart de température atteint +5.7°C au maximum. En conséquence, la proportion d'espaces bâtis en situation climatique défavorable à très défavorable est multipliée par plus de deux et demi pour la situation diurne et par près de cinq fois, pour la situation nocturne atteignant entre 60 et 65%. Cela met en évidence l'étendue des risques si aucune action d'adaptation n'est mise en œuvre dans le futur proche.⁶³

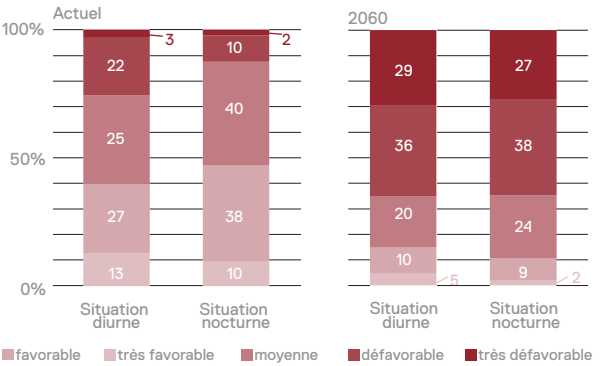


Fig. 11 ↑

Évaluation climatique des espaces bâtis - Situation actuelle et projetée en 2060

Sur la base de Direction générale du territoire et du logement DGTLe et Office cantonal de la durabilité et du climat OCDC, 2024

Échelle du bâtiment

Les évolutions climatiques modifient non seulement l'usage des bâtiments, mais également leur intégrité structurelle et leur longévité. En effet, les changements de température, d'humidité, de vent et de concentration de GES, impactent les bâtiments en altérant leur durabilité, leurs performances et leur sécurité et celles de leurs composants. Les variations de température peuvent entraîner la formation de fissures et le détachement des revêtements de l'enveloppe des édifices. Une humidité accrue peut accélérer la dégradation des matériaux biosourcés, mais également menacer la qualité de l'air intérieur et l'intégrité structurelle des constructions. L'élévation des températures et l'intensification des précipitations aggravent la corrosion de l'acier au sein des structures en béton armé, affaiblissant progressivement leur solidité. Les risques de dégâts matériels sont amplifiés par l'occurrence des tempêtes ou des inondations. En outre, les fluctuations de l'irradiation solaire, combinées à des températures élevées, peuvent affecter l'efficacité des systèmes d'énergie renouvelable, tels que les panneaux solaires, réduisant leur rendement. Ces menaces sont d'autant plus préoccupantes pour les édifices historiques et ceux implantés dans des zones vulnérables, qui subissent une dégradation accélérée, nécessitant des interventions de maintenance et des stratégies d'adaptation plus ambitieuses.⁶⁴

63 DGTLe Direction générale du territoire et du logement et OCDC Office cantonal de la durabilité et du climat. *Situation climatique du canton de Vaud - Synthèse. Plan directeur cantonal 2050*. 2024.

64 IPCC. Climate change 2022 - Mitigation of climate change : Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. p.996-97

Fig. 12 ↗

Température de l'air - Situation actuelle
Conditions estivales à 14h

Fig. 13 ↗

Température de l'air - Projection 2060
Scénario RCP8.5 - Conditions estivales à 14h

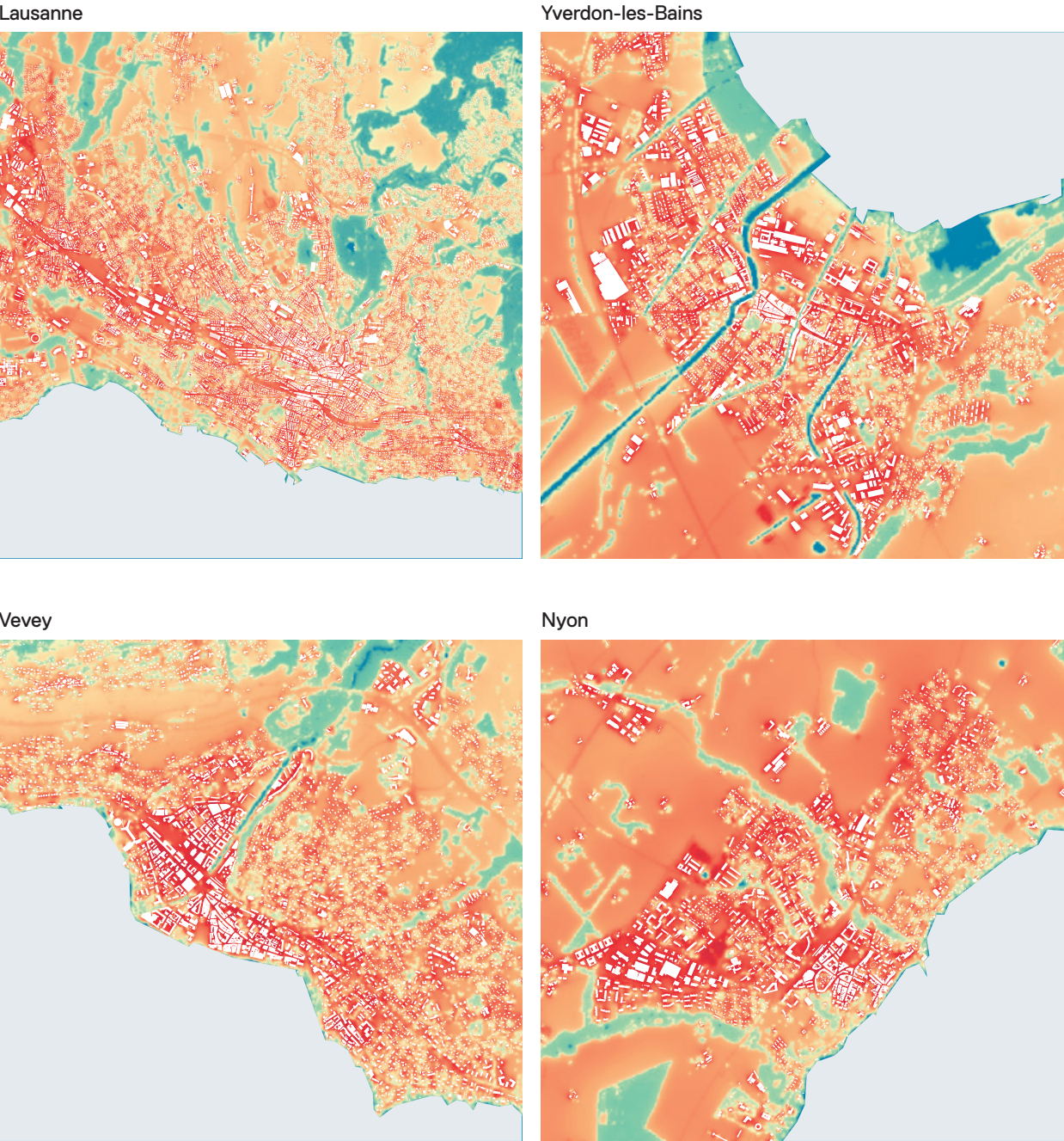


Fig.14 ↑
Température de l'air - Situation actuelle
Conditions estivales à 14h

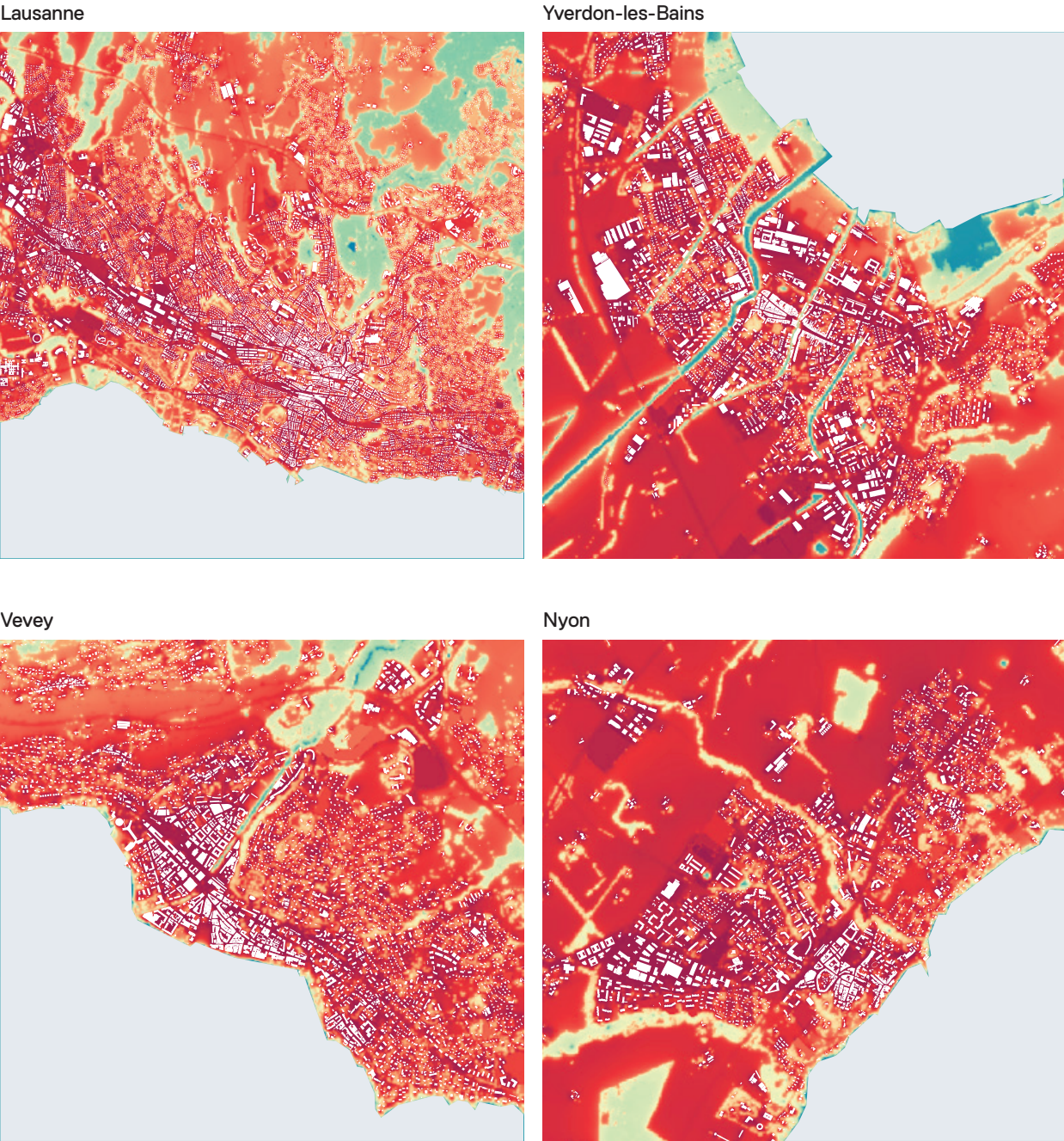


Fig.15 ↑
Température de l'air - Projection 2060
Scénario RCP8.5 - Conditions estivales à 14h

PRÉVISIONS POLITIQUES ET LÉGALES

Échelle mondiale
Face au constat unanime des changements climatiques en cours et à venir, ainsi qu’à la responsabilité avérée de l’activité humaine à l’échelle mondiale, les gouvernements ont, dès les années 1990, commencé à se questionner sur les politiques à envisager pour limiter les risques de déstabilisation du système climatique.

Suite au premier rapport du GIEC de 1990, la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a été adoptée, reconnaissant officiellement l’existence et les impacts des changements climatiques. Cette prise de conscience s’est concrétisée en 1997 avec le Protocole de Kyoto en 1997, premier accord international imposant des objectifs contraignants de réduction des émissions de GES aux pays l’ayant ratifié. Puis s’en est suivi, en 2015, le fameux Accord de Paris. Ce dernier engage les États, sans distinction entre pays développés et en développement, à réduire leurs émissions de GES afin de contenir le réchauffement mondial moyen nettement en dessous de 2°C, avec l’ambition de le limiter à +1.5 °C. L’opérationnalisation de l’Accord de Paris a été précisée par le Pacte Climat de Glasgow lors de la COP 26 en 2021. Cette conférence a également été l’occasion de mettre en lumière l’écart entre les engagements nationaux et les objectifs nécessaires pour respecter l’Accord de Paris, soulignant l’urgence d’aligner les politiques nationales sur ces ambitions globales.⁶⁵

Ces engagements internationaux consistent principalement en des objectifs de réduction d’émission, c’est-à-dire des stratégies d’atténuation. En effet, les mesures d’adaptation se font bien plus discrètes, ce qui s’explique par le caractère local inhérent aux processus d’adaptation. Il est donc compréhensible que les grands accords internationaux les abordent de manière limitée. L’adaptation est toutefois à l’ordre du jour dans le cadre des financements et notamment du soutien apporté par les pays les plus responsables aux pays les plus vulnérables, ayant des capacités techniques et financières limitées. Mais même dans ce domaine, l’action a du mal à se concrétiser et les accords conclus demeurent souvent en deçà des attentes. Pour illustration, les accords signés lors

de la COP29 où, après de longues négociations, les pays développés se sont engagés à augmenter leur aide financière apportée au pays du Sud pour atteindre 300 milliards par an, montant jugé trop peu ambitieux, trop tardif et pas à la hauteur face à ce que l’urgence exige, au grand dam des pays les plus vulnérables.⁶⁶

Échelle suisse
À l’échelle nationale, la Suisse s’est également engagée dans les accords internationaux, en ratifiant le Protocole de Kyoto en 2003 et l’Accord de Paris en 2017. C’est ensuite à travers la Loi sur le CO₂ que les objectifs sont mis en œuvre. Entrée en vigueur dans une première version en 2000, la loi visait une réduction de 8% des émissions de GES, d’ici 2012 par rapport à 1990, l’objectif a été atteint. La loi subit une révision en 2013 fixant un objectif de 20% de réduction des émissions de CO₂ d’ici 2020, malheureusement, l’objectif est manqué de peu.⁶⁷ Une seconde révision, visant une réduction de 50% des émissions d’ici 2030 par rapport à 1990 s’alignant avec l’Accord de Paris, a été soumise au vote populaire et rejetée en juin 2021. C’est finalement en juin 2023 que la loi sur le Climat et l’Innovation est acceptée par le peuple, établissant l’objectif de la neutralité carbone d’ici 25 ans.

Parmi toutes ces politiques d’atténuation, la question de l’adaptation entre en jeu en 2012, lorsque le Conseil fédéral adopte le premier volet de sa stratégie d’adaptation aux changements climatiques. L’adaptation devient également un objet légal inscrit dans la Loi sur le CO₂ dont l’article 8 charge la Confédération de coordonner les mesures d’adaptation et d’en fournir les bases nécessaires. La Loi sur le Climat et l’Innovation demande également à la Confédération et aux cantons de veiller à ce que les mesures d’adaptation soient prises afin d’éviter les dommages causés à l’être humain et aux biens.⁶⁸

Dès lors, deux plans d’action successifs ont été élaborés, l’un pour la période de 2014 à 2019 et l’autre de 2020 à 2025. Ces derniers comportent des mesures d’adaptation concrètes

65 OFEV, MÉTÉOSUISSE et NCCS. LE TEMPS. *La COP29 s’achève sur un Changements climatiques en Suisse. résultat jugé décevant.* 2024. [en ligne] 2020. p.77

66 OFEV, MÉTÉOSUISSE et NCCS. *Changements climatiques en Suisse.* 2020, p.79

68 CONFÉDÉRATION SUISSE. *Adaptation aux changements climatiques en Suisse – Plan d’action 2020–2025.* 2020. p.6–7

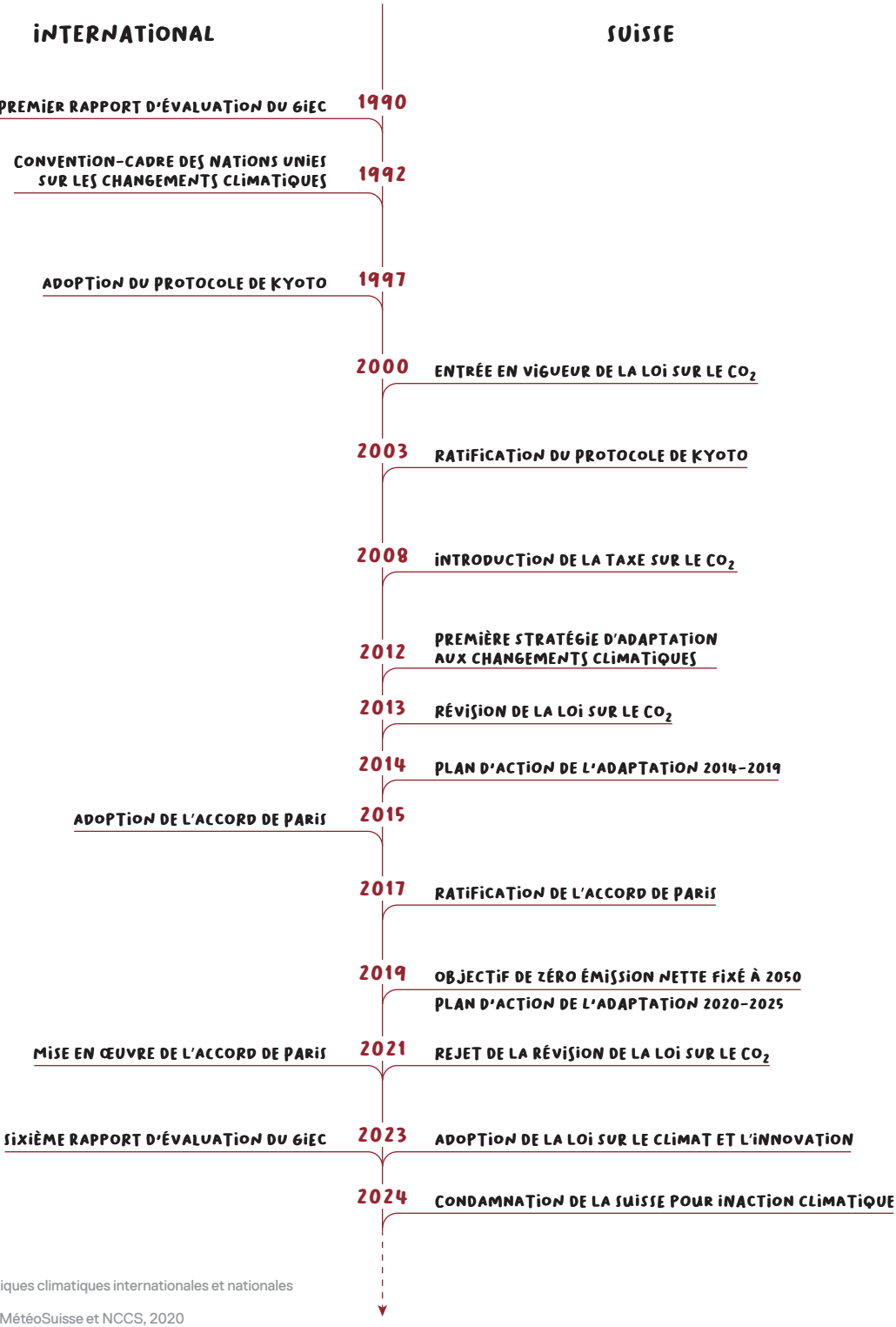


Fig. 16 ↗
Chronologie des politiques climatiques internationales et nationales
Sur la base de OFEV, MétéoSuisse et NCCS, 2020

concernant différents secteurs : gestion des dangers naturels, protection des sols, gestion des eaux, agriculture, gestion des forêts, énergie, logement, tourisme, gestion de la biodiversité, santé et développement territorial. Le suivi de ces mesures est assuré par des rapports de « controlling » dont le dernier datant de fin 2023 met en lumière plusieurs obstacles majeurs à l’adaptation au niveau fédéral. Parmi eux figurent le manque de développement de l’approche intersectorielle, la nécessité d’une collaboration approfondie entre tous les acteurs (Confédération, cantons, communes, communauté scientifique, milieux économiques) et le déficit de mécanisme de financement pour soutenir les cantons et les communes.⁶⁹

En parallèle, un programme pilote soutient des projets novateurs d’adaptation à travers la Suisse. Ces initiatives incluent, par exemple, l’actualisation des données climatiques pour les planificateurs de construction en collaboration avec la SIA, l’identification et l’anticipation des îlots de chaleur en ville de Fribourg en collaboration avec Haute École d’Architecture et d’Ingénierie de Fribourg HEIA-FR, ou encore la création d’oasis climatiques dans les communes du canton d’Argovie.⁷⁰ Ces projets pilotes constituent une riche base de données théoriques et pratiques, dont les enseignements et les expériences visent à donner une impulsion étendue pour d’autres projets. Toutefois, face à la rapidité des changements climatiques et à l’inertie des processus administratifs, le temps n’est plus aux projets pilotes, mais à une véritable mise en action concrète.

Malgré un engagement au niveau national et international, en avril 2024, la Cour Européenne pour les Droits de l’Homme condamne la Suisse pour inaction climatique, à la suite d’un recours déposé par l’association des Aînés pour le Climat. Cette décision découle des engagements passés non tenus et des lacunes critiques du cadre réglementaire helvétique. Largement commentée, elle marque un tournant important dans la justice climatique et la reconnaissance des responsabilités, faisant acte d’une jurisprudence historique.⁷¹

Échelle vaudoise
À l’échelle régionale, les cantons contribuent à l’effort national et international de la lutte contre le changement climatique, même s’il n’existe pas d’obligation pour les collectivités locales d’élaborer des politiques climatiques.⁷² Peu de cantons ancrent cela dans leur base légale, en Suisse romande, seul le canton de Fribourg a mis en place une Loi cantonale sur le climat (LClim), Genève ayant le projet à l’étude et le Valais ayant dû y renoncer suite à la sentence populaire. En juin 2023, le canton de Vaud a néanmoins inscrit la protection de climat dans sa constitution cantonale, imposant à l’État de Vaud et aux communes de définir un plan d’action ainsi que des objectifs intermédiaires.

Plutôt que des lois, de nombreux cantons privilégient le plan climat. Sur base volontaire et non contraignant, le plan climat permet aux cantons de définir et coordonner leur stratégie climatique. Le canton de Vaud a ainsi développé un Plan climat première génération en 2020, axé sur trois stratégies principales. Tout d’abord, la réduction afin d’atteindre -50% à 60% d’émissions d’ici à 2030 et la neutralité carbone territoriale d’ici à 2050. Le deuxième axe se base sur l’adaptation afin de « préparer les systèmes humains et naturels aux effets des changements climatiques et en réduire les vulnérabilités ». La dernière stratégie consiste à documenter l’impact des changements climatiques sur le territoire et évaluer la mise en œuvre du Plan climat. À travers 10 domaines d’action et un budget d’investissement alloué, le canton a élaboré une trentaine de mesures stratégiques ainsi qu’une centaine de mesures opérationnelles. À ce niveau, l’adaptation gagne en importance, étant placée sur un pied d’égalité avec l’atténuation. Parmi les mesures, celles relatives à la santé publique, à la prévention des risques naturels et à l’accompagnement au changement traduisent une approche intégrée d’adaptation. Enfin, le canton de Vaud considère la politique climatique comme une démarche itérative, reposant sur des renforcements successifs. Une nouvelle génération de son Plan climat est donc prévue pour début 2025.⁷³

Échelle communale
Ces objectifs ne pourront être atteints qu’avec la collaboration et la contribution des communes. C’est pourquoi les plans climat se développent également à l’échelle municipale. Comme déjà évoqué, les villes sont à la fois au cœur de la responsabilité du dérèglement climatique et à la fois particulièrement exposées à ses conséquences. Face à cette double étiquette, les villes sont perçues, par les chercheurs et les institutions, comme un échelon politique clé pour répondre aux enjeux climatiques.⁷⁴ Elles disposent de compétences légales dans des domaines liés au climat, comme l’énergie, l’aménagement du territoire, la mobilité ou encore la gestion des espaces verts, en plus de moyens administratifs significatifs pour les mettre en œuvre. Par ailleurs, leur proximité avec leurs administrés permet de mettre en place des processus de participation citoyenne.⁷⁵ Bien qu’elles n’aient pas la possibilité de créer de lois, les villes disposent d’autres outils juridiques pour répondre aux enjeux climatiques, notamment à travers des règlements municipaux, des taxes communales ou encore la délivrance d’autorisations.⁷⁶ Si les plans climat n’ont pas, en eux-mêmes, de valeur contraignante, ils permettent de fixer des objectifs et de communiquer efficacement les stratégies envisagées aux administrés.

Dans le canton de Vaud, parmi les quatre villes étudiées dans le cadre de ce travail, la commune de Nyon a publié en premier sa « feuille de route climatique » en 2020, suivie de Lausanne avec un Plan climat sorti en 2021, Vevey en 2022 et Yverdon-les-Bains en 2023. Ces documents détaillent une multitude de mesures et d’objectifs, mais un important déséquilibre persiste entre l’attention portée à l’adaptation et à l’atténuation. Par exemple, dans le Plan climat lausannois, l’adaptation est mentionnée de manière théorique exposant les risques et les domaines touchés, mais pas dans le catalogue des axes d’action et des mesures. En plus de ce déséquilibre dans la quantité de mesures et de leur spécificité, il a été observé dans plusieurs états européens que les mesures adoptées n’étaient que rarement accompagnées de réformes légales et institutionnelles nécessaires à leur mise en œuvre.⁷⁷

Il faut toutefois noter qu’une prise de conscience émerge sur la nécessité de mesures d’adaptation, la ville de Lausanne prépare actuellement une liste de mesures spécifiquement dédiées à l’adaptation, absentes de son Plan climat initial.⁷⁸ Pourtant, comme nous l’avons vu, c’est précisément à l’échelle locale que les mesures d’adaptation prennent tout leur sens. Les blocages de la mise en œuvre des politiques d’adaptation s’expliquent par trois raisons principales. Premièrement, un manque de prise de conscience de l’urgence des conséquences du changement climatique conduit à reporter les décisions d’adaptation à plus tard. Cela est renforcé par le fait que les politiques publiques, notamment locales, restent largement orientées vers un calcul de bénéfices et de pertes à court terme. Dans le meilleur des cas, les collectivités locales mettent en œuvre des mesures d’adaptation dites « opportunistes », privilégiant des actions simples ou des co-bénéfices issus d’autres politiques locales, dont les résultats sont rapidement visibles et facilement quantifiables. Une deuxième raison réside dans le fait que l’adaptation exige un investissement initial plus conséquent de la part des pouvoirs publics que ceux relatifs à l’atténuation.⁷⁹ Enfin, troisièmement, les politiques publiques locales s’appuient logiquement sur les cadres nationaux et les accords internationaux, qui demeurent principalement tournés sur les questions d’atténuation. Alors que les politiques d’atténuation sont facilement répliquables d’un territoire à l’autre, celles d’adaptation relèvent d’une approche locale, spécifique aux particularités de chaque territoire. Elles nécessitent une compréhension approfondie du contexte local ainsi que de nouvelles compétences administratives et de nouveaux modes de décision qui font encore souvent défaut aux collectivités.⁸⁰ Ce dernier point souligne l’importance d’établir un diagnostic poussé et une analyse territoriale, afin d’identifier les vulnérabilités spécifiques, leur localisation et leur ampleur. Malheureusement, cette étape reste aujourd’hui sommaire dans bien des stratégies climatiques. Pourtant, une telle analyse est indispensable pour éviter que les plans climat ne se résument en une suite de généralités répliquables de ville

69 OFEV. Rapport sur la mise en œuvre du plan d’action Adaptation aux changements climatiques 2020-2025 - rapport de controlling. 2023.

70 NCCS. Programme pilote d’Adaptation aux changements climatiques. [en ligne]

71 LE TEMPS. La Suisse condamnée par la Cour européenne des droits de l’homme pour inaction climatique. 2024. [en ligne]

73 CONSEIL D’ÉTAT. Stratégie du Conseil d’État vaudois pour la protection du climat. 2020

71 LE TEMPS. La Suisse condamnée par la Cour européenne des droits de l’homme pour inaction climatique. 2024. [en ligne]

72 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.64

74 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.16

75 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.10

76 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.64

77 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.21

78 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.22

76 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.64

77 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.21

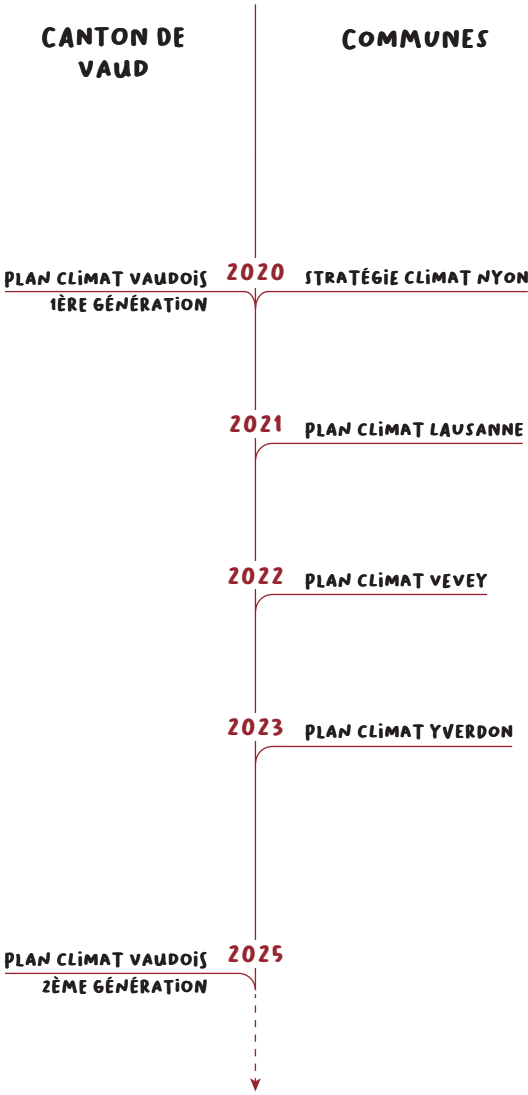
78 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.22

79 BOUÉRY, Lina. Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne. 2023. p.23

en ville comme le souligne Émilie Nault, ingénieure chargée de projets Plan climat, et collaboratrice au Plan climat de Vevey.⁸¹ Pour l’instant, le volet de l’adaptation dans les plans climat se limite souvent à de grands axes comme des objectifs de canopée urbaine ou la renaturation d’espaces urbains. Ces mesures, bien que pertinentes, envisagent la ville dans son ensemble sans tenir compte des besoins spécifiques à l’échelle de secteurs ou de quartiers ni les espaces ou personnes particulièrement vulnérables.

Comme l’explique Émilie Nault, l’étude approfondie de l’adaptation n’est souvent pas une priorité pour les communes et son développement dans les plans climat dépend fortement de la sensibilité des concepteurs. En l’occurrence, sa volonté personnelle de prendre le sujet à bras-le-corps a permis d’élaborer des mesures nettement plus avancées, notamment en étudiant la répartition des vulnérabilités sur la commune de Vevey. Cependant, comme elle le précise, l’idéal serait de concevoir des mesures encore plus localisées et plus spécifiques, mais cela reste un défi d’arriver à ce niveau de détail dans le cadre de Plan climat. Ce sont plutôt aux services concernés d’utiliser et d’exploiter les informations générées par les diagnostics territoriaux pour aller plus loin. Par ailleurs, il se révèle être difficile pour les communes de prioriser les différentes mesures.

Emilie Nault souligne également l’importance du suivi des mesures pour en évaluer les impacts, sans quoi le plan climat perd une grande partie de sa pertinence et de son efficacité. En réponse à ce besoin, certaines communes ont mis en place des systèmes d’évaluation distincts : Vevey a opté pour un rapport de suivi un an après la mise en œuvre, tandis que Lausanne s’appuie sur un ensemble de critères spécifiques. Là encore, c’est principalement l’atténuation qui est au centre de cette démarche, celle-ci étant plus facilement quantifiable grâce à des indicateurs déjà établis. L’adaptation, en revanche, s’évalue à travers des critères nettement plus qualitatifs, rendant sa mesure particulièrement complexe.⁸²



81

Entretien en visioconférence avec Emilie Nault, ingénieure chargée de projets Plan climat, 17 octobre 2024

82

BOUÉRY, Lina. *Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne*. 2023. p.85

Fig. 17 ↑

Chronologies des politiques climatiques cantonales et communales

Normes architecturales

Finalement, en ce qui concerne les politiques publiques, les lignes bougent, peut-être trop lentement face à l’urgence, mais des actions commencent néanmoins à se mettre en place. La question se pose maintenant dans le domaine du bâti : faut-il s’attendre à une adaptation des normes vis-à-vis des nouvelles conditions climatiques qui se profilent ? Les normes d’isolation ont régulièrement été renforcées, principalement dans des démarches d’atténuation, bien que l’isolation contribue aussi à l’adaptation contre les fortes chaleurs. En revanche, d’autres questions comme le rayonnement solaire, l’ombrage ou encore la chaleur urbaine restent, à ce jour, ignorées par les cadres normatifs et les dispositions légales.

Si les solutions théoriques pour répondre à l’augmentation des températures commencent à se dessiner, celles visant à gérer les événements extrêmes, qui ont un impact considérable sur le bâti, semblent plus complexes à imaginer. Des exemples récents d’événements météorologiques extrêmes en Suisse illustrent cette question. Par exemple, les intempéries de fin juin 2024 en Tessin et en Valais, qui ont provoqué une crue historique du Rhône, ou encore la tempête de juillet 2023 qui a frappé la ville de La Chaux-de-Fonds et ses environs, touchant près de 3300 bâtiments et causant des dégâts évalués à 117 millions de francs.⁸³ Bien que ces événements ne puissent pas, à ce jour, être directement attribués au changement climatique, il est largement reconnu que le dérèglement climatique conduira à un environnement plus favorable aux orages intenses. La fréquence de ce type d’événement risque sans doute d’augmenter à l’avenir. Cependant, il reste difficile de tirer des conclusions constructives à partir de ce type de phénomène, en effet, leur caractère soudain, inattendu et souvent très localisé limite grandement les projections de potentiels d’adaptation.⁸⁴ La question demeure donc ouverte face à des événements qui continueront de se multiplier.

Dans ce contexte, la SIA a lancé un plan d’action pour le climat, visant à « réduire plus rapidement l’impact environnemental du secteur de la conception, planification et construction et à adapter les ouvrages et espaces extérieurs aux effets du changement climatique ». ⁸⁵ Bien que des normes relatives au bilan des émissions sur le cycle de vie aient d’ores et déjà été annoncées, aucune mesure concrète concernant l’adaptation n’a encore été précisée. Prévu pour le printemps 2025, il sera intéressant de suivre comment la question de l’adaptation sera abordée et si de nouvelles réglementations seront mises en place.

83

LE TEMPS. *La tempête du 24 juillet a provoqué 117 millions de francs de dégâts à La Chaux-de-Fonds*. 2024. [en ligne]

84

RTS. *Canicule, tempêtes, incendies : Comment s’adapter au dérèglement climatique ?* Infrarouge. 2023. [en ligne]

85

SIA. *Protection du climat, adaptation climatique et énergie : Les objectifs de la SIA pour le parc immobilier et les infrastructures face au changement climatique*. 2020

VULNÉRABILITÉS SPATIALES

Minéralité et îlots de chaleur urbains

Comme évoqué dans l'introduction, la vulnérabilité spatiale résulte d'un cumul des aspects géographiques et des aspects structurels. En d'autres termes, elle découle à la fois des caractéristiques physiques et topographiques d'un territoire, et des niveaux de protection ou d'exposition supplémentaires liés à la conception architecturale et technique des aménagements et des infrastructures. Les principaux risques auxquels nos villes vaudoises sont confrontées sont l'augmentation des températures exacerbée par des effets d'îlot de chaleur urbain ainsi que le ruissellement issu de l'intensification des intempéries.⁸⁶

Le climat urbain est particulièrement complexe en raison de la composition hétérogène des villes, où la morphologie et le métabolisme influencent fortement les conditions locales. En raison de la diversité des structures urbaines, des micro-climats peuvent se former à l'échelle du quartier.⁸⁷ Toutefois, un phénomène est largement observé : l'îlot de chaleur urbain (ICU). Cet effet se manifeste lorsque les températures de l'air et des surfaces en milieu urbain sont significativement plus élevées que celles des zones rurales périphériques. Dans le canton de Vaud, ce phénomène peut générer une différence de température pouvant atteindre près de 6°C.⁸⁸

Les ICU se manifestent en toutes saisons, mais ils se font particulièrement ressentir en été. Pendant cette période, les bâtiments et les infrastructures, principalement constitués de matériaux minéraux, avec un faible albédo et une haute inertie thermique, absorbent la radiation solaire. Au coucher du soleil, la chaleur emmagasinée est progressivement réémise empêchant la baisse des températures. Cette absence répétée de rafraîchissement nocturne, cumulée à des températures journalières élevées provoquent des vagues de chaleur.⁸⁹

Outre les paramètres incontrôlables, telles que la situation géographique et les conditions météorologiques, d'autres facteurs influencent directement les îlots de chaleur urbains.

- Les paramètres anthropiques : Les rejets de chaleur liés à la concentration de l'activité humaine.
- Les paramètres morphologiques : L'orientation, la géométrie et la densité du bâti constituent la rugosité urbaine. Ce paramètre influe sur la vitesse et la direction des vents, ainsi que sur le piégeage du rayonnement solaire amplifiant l'absorption de la chaleur.
- Les paramètres surfaciques : La faible perméabilité du sol ne permet pas l'évapotranspiration et la forte minéralité des matériaux absorbe et stocke fortement la chaleur.⁹⁰

Il est donc possible d'intervenir à la fois sur l'utilisation du sol, le choix des matériaux et la configuration spatiale afin de réduire cet effet.

Pour diagnostiquer les ICU, plusieurs outils sont à disposition. Parmi eux, la mesure de la température de l'air via les stations météorologiques ou via des dispositifs mobiles, la mesure des températures de surface, notamment par télédétection, les enquêtes sur site pour une approche plus qualitative, ou encore l'utilisation de modèles simulant les phénomènes physiques.⁹¹

La surchauffe engendrée par les ICU peut provoquer des situations de stress thermique, tant chez l'être humain que dans les écosystèmes, entraînant une augmentation des taux de mortalité. Par ailleurs, les ICU perturbent les flux d'air et piègent les polluants dans des sortes de dômes urbains, où la qualité de l'air est dégradée.⁹² Au-delà de simples considérations de confort thermique, que ce soit dans les espaces extérieurs ou à l'intérieur des bâtiments, les ICU soulèvent de réels enjeux sanitaires. Une récente étude a démontré que le coût sur la santé des îlots de chaleur dans les villes européennes est équivalent à celui causé par la pollution de l'air.⁹³

86

QUENAULT, Béatrice. *La dialectique vulnérabilité/adaptation des villes au changement climatique* comme potentiel destructeur/créateur. 2015. p.22-25

87

MASSON, Valéry. *Le climat urbain*. 2010 dans BOVAY Coline. *Îlots de chaleur urbains & végétation : Diagnostic et potentiels de réversibilité*. 2020. p.31-32

90

OKE, Timothy. *The energetic basis of the urban heat island*. 1982 dans MARRY, Solène. *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. 2020. p.18-19

91

MARRY, Solène. *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. 2020. p.19-26

92

FALLOT, Jean-Michel et REBETEZ, Martine. *Villes et climat*. 2008 dans BOVAY Coline. *Îlots de chaleur urbains & végétation : Diagnostic et potentiels de réversibilité*. 2020. p.31-32

93

24 HEURES. *Les îlots de chaleur représentent un important coût sanitaire*. 2024. [en ligne]

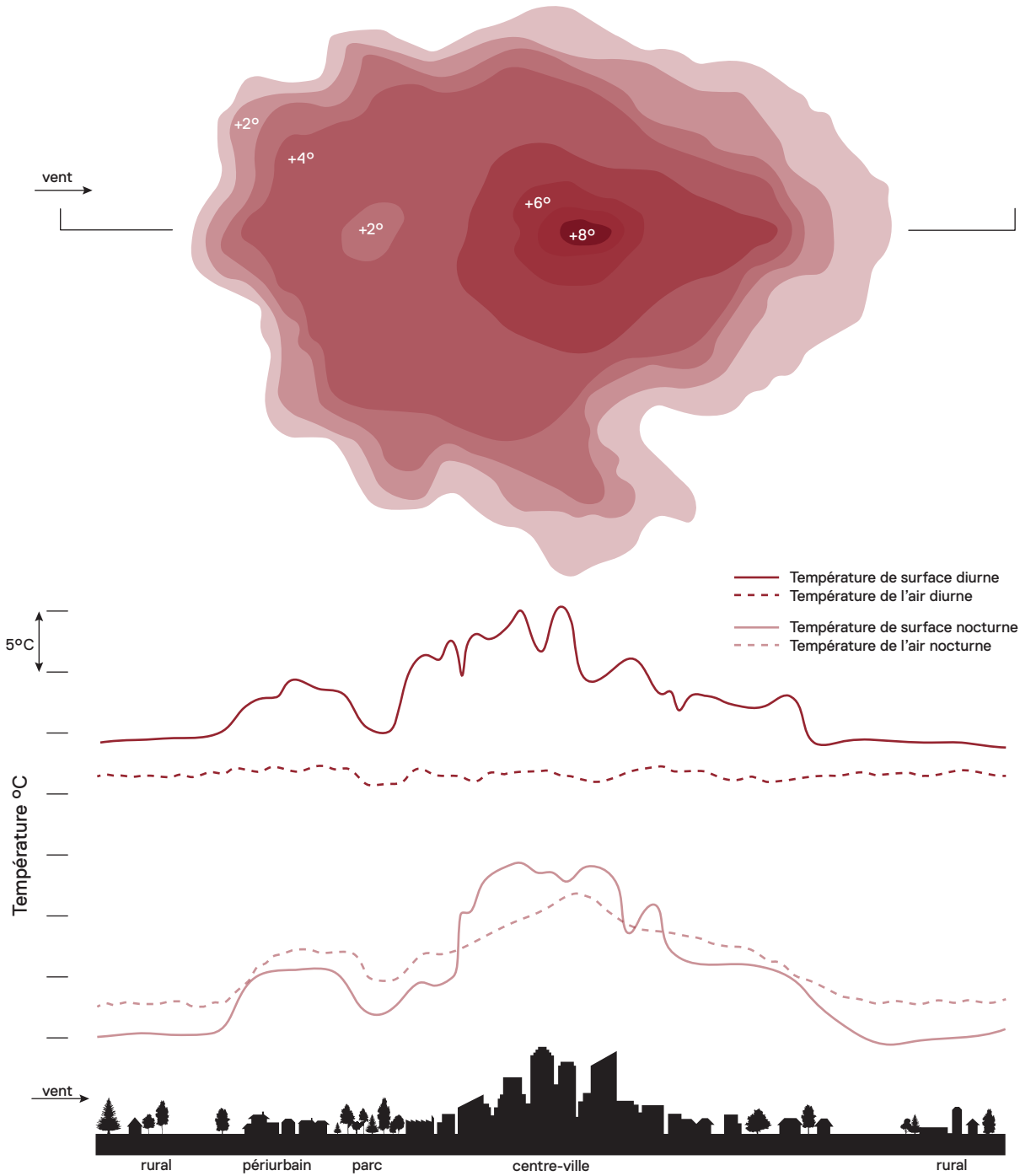


Fig. 18 ↑

Phénomène d'îlot de chaleur urbain

Sur la base de Oke et al. 2017

Imperméabilité et gestion des eaux pluviales

Le second enjeu majeur exposant les villes ou les quartiers à une vulnérabilité accrue concerne les risques hydrologiques, en particulier le ruissellement.

Les prévisions climatiques révèlent que les fortes précipitations tombant en une journée deviendront nettement plus intenses et fréquentes d’ici la fin du siècle. Dans les zones urbaines, où les sols sont principalement imperméabilisés, les eaux pluviales ne peuvent pas suivre leur cycle naturel d’infiltration dans le sol. En effet, sur des terrains non urbanisés et non imperméabilisés, l’eau de pluie est majoritairement absorbée par le sol ou évaporée dans l’air, contribuant ainsi au renouvellement d’eaux souterraines et participant au rafraîchissement des environs. Lorsque le sol est scellé, sa capacité d’absorption est fortement réduite, il en résulte un fort ruissellement en surface. Ce phénomène peut provoquer des débordements de cours d’eau, mais aussi des inondations en surchargeant les systèmes d’évacuation urbains. De plus, le dévalement de l’eau peut emporter des matériaux, obstruant ensuite les systèmes d’évacuation. Si les impacts directs liés au ruissellement sont modérés pour l’être humain, ils sont nettement plus importants pour le bâti et les infrastructures. Ce problème représente un danger majeur en Suisse, puisque près de deux tiers des bâtiments sont potentiellement exposés au risque de ruissellement. Par ailleurs, l’artificialisation des surfaces naturelles limite l’alimentation en eau des sols et des espaces verts, éléments essentiels pour permettre à la végétation de mettre en place des processus d’évapotranspiration et remplir ainsi sa fonction de régulateur climatique.⁹⁴

Les autres dangers naturels résultant des conséquences du dérèglement climatique ou de réaction en chaîne exposent également le bâti et ses habitants à des risques importants. En effet, la hausse des températures entraîne le dégel du

permafrost, ce qui affaiblit la stabilité des pentes. Par conséquent, les glissements de terrain, les éboulements ou encore les laves torrentielles vont voir leur fréquence augmenter. Par ailleurs, les épisodes de vents violents pourraient également se multiplier.

Cependant, ces phénomènes restent plus difficiles à anticiper, il est donc difficile de concevoir des adaptations urbaines et architecturales appropriées. Face à cela, c’est davantage une nouvelle culture du risque qu’il faudrait développer, impliquant tous les acteurs, des institutions, aux architectes en passant par les citoyens. Cette approche permet de réduire l’ignorance, de sensibiliser les populations et de fournir les informations nécessaires pour adopter les bons comportements en cas de catastrophe. À cet égard, le ruissellement, tout comme d’autres dangers naturels sont désormais cartographiés à l’échelle du pays, facilitant leur intégration dans la planification et rendant l’information accessible à tous.⁹⁵

Il convient de souligner que c’est bel et bien la manière dont nos villes sont conçues et les choix des aménagements qui contribuent à aggraver les vulnérabilités physiques. Bien que les projets réalisés pour répondre à ces phénomènes restent encore rares et dispersés, les risques et les problématiques sont identifiés depuis plusieurs années par les instances fédérales et cantonales, comme en témoignent les différents travaux de l’OFEV. Les rapports « Quand la ville surchauffe » datant de 2018⁹⁶ et « Eau de pluie dans l’espace urbain » datant de 2022,⁹⁷ présentant chacun les enjeux, des mesures, une marche à suivre et des exemples de projets réalisés. Toutefois, un aspect positif réside dans le fait que les stratégies mises en place pour résoudre les problèmes hydrologiques peuvent également avoir un impact favorable sur les problèmes de chaleur, en offrant des solutions qui répondent simultanément aux deux enjeux.

94
OFEV et ARE. *Eau de pluie dans l'espace urbain*. 2022. p.11-17

95
OFEV. *Cartes de dangers, cartes d'intensité et cartes indicatives des dangers*. [en ligne]

96
OFEV et ARE. *Quand la ville surchauffe*. 2018.

97
OFEV et ARE. *Eau de pluie dans l'espace urbain*. 2022.

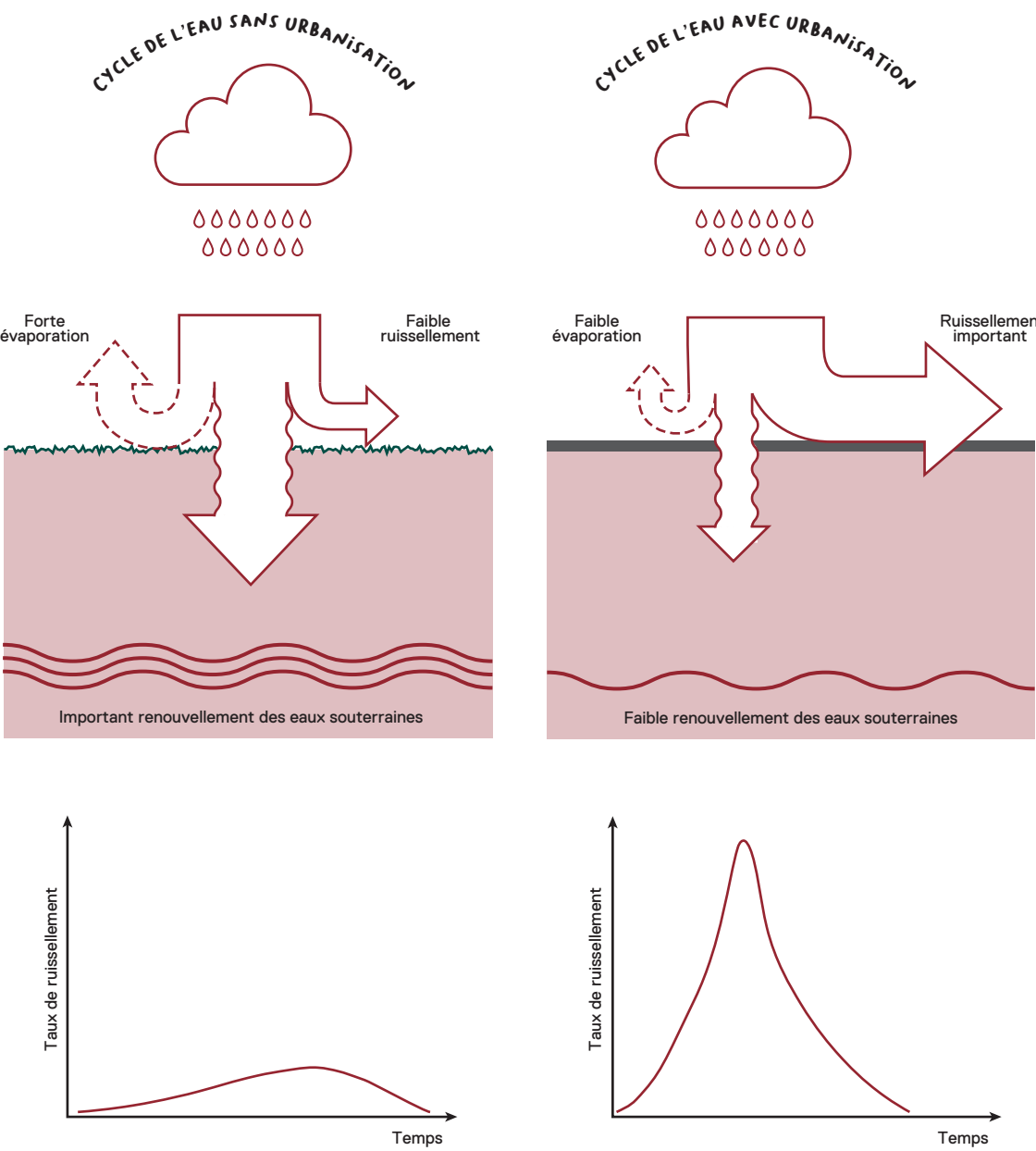


Fig. 19 ↑

Impact de l'imperméabilisation des sols et risque de ruissellement

Sur la base de OFEV et ARE, 2022 et Butler et Davies, 2004

VULNÉRABILITÉS SOCIALES

Après la vulnérabilité spatiale, la vulnérabilité urbaine comporte un deuxième volet : la vulnérabilité sociale, qui se divise en deux aspects principaux. Le premier, la vulnérabilité organisationnelle met en évidence le rôle des institutions et des services publics dans la préparation et la réponse face aux aléas climatiques. Cette dimension est notamment prise en charge à l'échelle locale par ses politiques publiques climatiques et des plans climat, comme évoqué précédemment. Le second, la vulnérabilité individuelle, reflète à la fois la capacité intrinsèque d'une personne à résister aux aléas ainsi que son niveau d'exposition.⁹⁸ La capacité d'adaptation individuelle repose sur divers facteurs. Parmi eux, les facteurs physiques individuels, tels que l'âge, l'état de santé ou la mobilité, influençant la capacité à s'adapter aux perturbations. Les personnes âgées, les enfants en bas âge ou encore les individus en mauvaise santé sont plus vulnérables, non seulement face aux vagues de chaleur, mais également à d'autres types d'aléas. Le deuxième facteur fondamental est la cohésion sociale. En effet, la nature et la stabilité des relations entre les individus d'un groupe, comme les habitants d'un même quartier par exemple, influencent le niveau de solidarité sur lequel les membres du groupe peuvent compter, pendant, avant ou après une crise. La cohésion sociale naît d'un sentiment d'appartenance à un groupe et du partage d'une identité partagée, favorisant, par conséquent, la reconnaissance d'espaces communs.⁹⁹ Elle contribue à la capacité d'adaptation en facilitant divers mécanismes de solidarité, tels que l'action collective, le partage de biens et de ressources ou encore la gestion commune des incivilités. Ces mécanismes de solidarité agissent à la fois dans la gestion d'événements, c'est-à-dire une adaptation réactive et dans l'édification de plans d'anticipation, sous forme d'adaptation proactive.¹⁰⁰ En outre, la cohésion sociale favorise des stratégies collectives plutôt qu'individuelles, permettant ainsi l'instauration de démarches participatives. Ces dernières reposent sur l'acceptation par les membres d'efforts immédiats pour des bénéfices à plus long terme et parfois incertains. C'est un élément clé tant du point de vue

de l'atténuation et de la réduction des GES que pour la mise en œuvre de stratégies d'adaptation.¹⁰¹ Le troisième enjeu est l'accès aux ressources, qu'elles soient tangibles, intangibles, de nature publique ou privée et cela englobe également la capacité à mobiliser ces ressources pour réduire sa propre vulnérabilité.¹⁰² On distingue généralement quatre types principaux de ressources :

- Les ressources infrastructurelles, qui incluent l'accès à un habitat de qualité, à un approvisionnement énergétique fiable et aux réseaux de transport. Ces infrastructures jouent un rôle clé, car les logements peuvent être plus ou moins adaptés aux fluctuations climatiques, certains bâtiments étant même situés dans des zones à risque.
- Les ressources humaines, incluant l'accès à l'éducation, à l'information ou à l'emploi.
- Les ressources sociales, comprenant l'accès aux services publics, les relations sociales, ainsi que la participation aux processus de décision publique.
- Les ressources financières, qui influencent directement l'accès et la gestion des autres types de ressources.¹⁰³

En somme, l'ensemble de la position socio-économique d'une personne ou d'un ménage est déterminant dans sa capacité à faire face aux aléas climatiques. Cependant, si certains manquent de ressources pour renforcer leur capacité d'adaptation et ainsi réduire leur vulnérabilité, ce n'est pas uniquement une question de quantité de ressources disponibles, mais bien d'une répartition inégale. Ces inégalités entraînent donc des impacts socialement différenciés. Prendre en compte les différenciations sociales dans les démarches écologiques, en particulier en milieu urbain, est essentiel, car la crise climatique est indissociablement liée à celle des inégalités sociales. Les deux crises entretiennent

une relation réciproque et amplificatrice : les pressions écologiques exacerbent les inégalités sociales, tandis que ces dernières, à leur tour, contribuent à alimenter les dégradations environnementales.¹⁰⁴ Omettre cette interdépendance lorsque l'on aborde la problématique climatique, c'est passer à côté d'une pièce fondamentale du puzzle, indispensable pour concevoir des solutions justes et durables.

Pour répondre à cette différenciation socio-économique des vulnérabilités, un nouveau volet de la justice se développe depuis quelques années, la justice environnementale ou la justice climatique. Évoquée dans les travaux du GIEC la justice climatique est également mentionnée dans le préambule de l'Accord de Paris,¹⁰⁵ elle se définit comme la répartition équitable des impacts environnementaux, des biens et des services au sein des générations et entre elles.¹⁰⁶ Ce concept se décline en plusieurs dimensions. La justice procédurale concerne la manière dont les décisions portant sur le climat sont prises et sur les personnes incluses dans les processus décisionnels. Elle vise à garantir une répartition équitable du pouvoir politique en encourageant et facilitant la participation à la planification des mesures. La justice distributive s'intéresse à la répartition des responsabilités entre les individus et les groupes, ainsi qu'à la manière dont les impacts sont inégalement subis selon les contextes. Enfin, la justice de reconnaissance prend en compte les effets disproportionnés que les politiques climatiques peuvent avoir sur certains individus ou groupes.¹⁰⁷ Si la justice n'est pas intégrée comme principe élémentaire des efforts d'adaptation, leur efficacité et leur durabilité risquent d'être compromises. Ce manque d'équité peut aggraver les vulnérabilités des populations déjà fragilisées, tout en perpétuant des modèles de développement qui privilégient les individus ou groupes déjà avantagés.¹⁰⁸ Dans le milieu académique, les concepts de « Climate-Just City » ou de « Urban heat inequity » ont émergé pour aborder cette problématique.¹⁰⁹ C'est donc dans cette perspective de justice climatique qu'il devient pertinent d'examiner la répartition et

l'interaction des vulnérabilités physiques et sociales à l'échelle urbaine. Des études menées dans les villes européennes ont révélé que les populations socialement défavorisées sont jusqu'à deux fois plus exposées au cumul de nuisances environnementales que les populations aisées.¹¹⁰ En Suisse, différents travaux ont été menés ou sont en cours pour évaluer ces interconnexions. Plusieurs éléments ressortent de ces études, tout d'abord, il existe une relation entre la position socio-économique et les vagues de chaleur, notamment dans les grandes agglomérations de Zürich, Bâle et Genève.¹¹¹ Par ailleurs, à Genève, le niveau de revenu et le taux de canopée sont corrélés, la couverture végétale pouvant être jusqu'à cinq fois plus faible dans certains quartiers.¹¹² Or, on sait aujourd'hui l'importance de la végétation dans le rafraîchissement urbain. Ce lien entre inégalités sociales et climatiques se manifeste non seulement à l'échelle des quartiers et des espaces publics, mais aussi dans les logements. En effet, une étude menée dans plusieurs logements de Genève a révélé que les inégalités climatiques peuvent résider dans des détails, par exemple, des fenêtres situées trop bas empêchant une aération adéquate tout en garantissant la sécurité des enfants ou des nuisances sonores nocturnes rendant impossible l'ouverture des fenêtres pour rafraîchir le logement. D'autres détails découlent de la mauvaise gestion ou de l'entretien insuffisant des logements par les propriétaires ou les gérants, comme des dispositifs d'ombrage défectueux qui empêchent de réguler les gains solaires et de maintenir des températures agréables.¹¹³ Bien que ces liens ne soient pas systématiques, ils existent et ils peuvent s'expliquer. Les logements à bas coût se retrouvent plus fréquemment à proximité de grands axes routiers ou ferroviaires, de zones industrielles ou d'infrastructures polluantes, et sont parfois construits de manière plus dense, offrant des environnements plus propices aux îlots de chaleur urbains. Par ailleurs, les habitants de ces zones n'ont la plupart du temps pas les moyens pour les quitter et potentiellement un accès très limité à la participation et à l'élaboration des stratégies climatiques.

98	99	100	101	106	107	108	109
QUENAULT, Béatrice. <i>La dialectique vulnérabilité/adaptation des villes au changement climatique comme potentiel destructeur/créateur</i> . 2015. p.22	MAGNAN, Alexandre. <i>Changement climatique : tous vulnérables ? repenser les inégalités</i> . 2013. p.41.	MAGNAN, Alexandre. <i>Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique</i> . 2009	MAGNAN, Alexandre. <i>Changement climatique : tous vulnérables ? repenser les inégalités</i> . 2013. p.42.	MITCHELL Gordon et NORMAN Paul. <i>Longitudinal environmental justice analysis</i> . 2012 dans BREIL, Margaretha et al. 2018. p.24	LAURENT, Éloi. <i>Économie pour le XXIe siècle : manuel des transitions justes</i> . 2023. p.105	MALLOY, Jeffrey et ASHCRAFT, Catherine. <i>Framework for implementing socially just climate adaptation</i> . 2020	JAFRY, Tahseen (dir.). <i>Routledge handbook of climate justice</i> . 2019. p.279 et 330
102	103	104	105	110	111	112	113
THOMAS, Kimberley, HARDY, R. Dean, LAZRUS, Heather, et al. <i>Explaining differential vulnerability to climate change : A social science review</i> . 2019	BREIL, Margaretha et al. <i>Social vulnerability to climate change in European cities - state of play in policy and practice</i> . 2018. p.21	LAURENT, Éloi. <i>Économie pour le XXIe siècle : manuel des transitions justes</i> . 2023. p.80-81	NATIONS UNIES. <i>Accord de Paris</i> . 2015. p.2	WHO. <i>Environment and Health Risks : A Review of the Influence and Effects of Social Inequalities</i> . 2010 DANS BREIL, Margaretha et al. 2018. p.23	HOLSTEIN, Christoph. <i>Heat-related Inequality and Mortality in Switzerland</i> . 2023	BONGARD, Tamara. <i>Réchauffement climatique, pas tous égaux face au chaud</i> . 2022. [en ligne]	GUILBERT, Alice. <i>Urban heat and thermal inequities : what about inside our homes ?</i> 2024

LEVIERS D'ACTION ET OPPORTUNITÉS

Échelle spatiale d’intervention

Comme mentionné précédemment, l’adaptation au changement climatique est un processus qui s’opère à l’échelle locale. Pourtant, les communes peinent à la mettre en œuvre, freinées par des processus lents avec des procédures ralenties et d’autres priorités pesant plus lourd dans la balance face à des impacts climatiques encore modérément visibles. Lorsque des stratégies sont envisagées, elles tendent à s’appliquer uniformément à l’ensemble du territoire communal, sans prêter attention aux spécificités socio-économiques, ni aux zones nécessitant des interventions adaptées. Si l’échelle de la ville semble offrir des leviers pertinents pour les aspects administratifs, elle ne répond pas aux enjeux de l’adaptation avec succès.

De leur côté, les interventions à l’échelle du bâtiment se cantonnent souvent à des réponses techniques et ponctuelles. Ces projets se concentrent principalement sur l’amélioration des performances thermiques, comme l’isolation des enveloppes, et intègrent parfois des dispositifs d’ombrage ou de la végétalisation de toiture. Cependant, cette approche restreinte omet souvent de considérer l’environnement dans lequel le bâtiment se trouve, alors que celui-ci est également vecteur de vulnérabilité.

L’échelle intermédiaire, celle du quartier semble, quant à elle, présenter des leviers pertinents pour mettre en œuvre des processus d’adaptation climatique. Son caractère ouvert et dépendant d’un contexte permet d’y inclure à la fois les bâtiments, les extérieurs, qu’ils soient publics, privés ou naturels, les infrastructures, les réseaux ainsi que l’ensemble des activités et des usagers qui façonnent la dynamique du quartier.¹¹⁴ Déjà reconnu comme étant un niveau d’action stratégique pour adresser les questions de durabilité et de transition urbaine, cette échelle s’avère être tout aussi adaptée pour traiter les enjeux d’adaptation climatique. En effet, elle est suffisamment large pour des problématiques transversales,

telles que la gestion des espaces verts et les réseaux urbains, tout en restant de taille raisonnable pour intervenir de manière concrète et ciblée.¹¹⁵ Le quartier se situe à un point de convergence, d’une part, des initiatives descendantes émanant des législations nationales et cantonales ainsi que des objectifs communaux, d’autre part, des actions individuelles résultant de la sensibilisation. En tant que portion de ville, l’échelle du quartier permet également d’expérimenter de nouvelles solutions en évaluant en parallèle, l’acceptabilité des habitants. De plus, le quartier constitue l’échelle minimale permettant d’intégrer les dimensions sociales,¹¹⁶ élément essentiel puisque la cohésion sociale est l’un des piliers de la capacité d’adaptation.

L’échelle du quartier offre donc la possibilité de répondre à des objectifs spécifiques tout en s’inscrivant dans les orientations générales définies au niveau communal. Sur le plan opérationnel, il présente des avantages concrets : les quartiers regroupent souvent des habitants partageant des positions socio-économiques similaires, rendant les actions sur les vulnérabilités sociales plus pertinentes. De même, les bâtiments sont souvent d’une époque de construction comparable, permettant de réaliser des actions ciblées et cumulées, notamment pour des interventions de rénovation. Agir sur l’existant à l’échelle du quartier offre de nombreux avantages, un financement plus avantageux, une mutualisation des travaux, un approvisionnement énergétique pour l’ensemble, une simplification des démarches administratives ainsi qu’un accompagnement des propriétaires et des résidents.¹¹⁷

Échelle temporelle d’intervention

La rénovation représente également une clé d’action pour intégrer des stratégies d’adaptation. Face à des consommations d’énergie élevées et des émissions de GES considérables, la rénovation énergétique des bâtiments est un des axes centraux des stratégies d’atténuation en Suisse. En effet, la conception des bâtiments du siècle dernier n’a aucunement anticipé les potentiels besoins futurs. À cette époque, le changement climatique relevait davantage de la légende que de la préoccupation et l’énergie, peu coûteuse, ne suscitait aucune inquiétude. Par ailleurs, la croissance démographique d’après-guerre a poussé à construire beaucoup, vite et à moindre coût. Aujourd’hui, nous héritons de ce parc immobilier, énergivore et largement inadapté aux enjeux actuels. Ces bâtiments arrivant en fin de leur premier cycle de vie, nécessitent donc d’être remis à neuf, notamment pour améliorer leur isolation thermique et réduire les déperditions énergétiques.

Toutefois, malgré des incitations sous forme de subvention, le taux de rénovation annuel dans le canton de Vaud stagne à 0.8%.¹¹⁸ Autrement dit, à ce rythme, il faudrait 125 ans pour rénover l’ensemble du parc bâti, alors même que le cycle de vie d’un bâtiment oscille entre 30 et 50 ans. Pour atteindre les objectifs nationaux de décarbonation fixés par la Confédération, il est nécessaire de doubler ce taux,¹¹⁹ voire de le tripler pour atteindre certains objectifs communaux comme à Lausanne.

Dans ce contexte, de vastes opérations de rénovation devraient se mettre en place et s’accélérer prochainement. Ces projets sont autant d’opportunités pour intégrer, dès leur conception des stratégies d’adaptation climatique. Il devient essentiel que ces rénovations ne se limitent pas à des améliorations énergétiques, qui certes participent partiellement à l’adaptation climatique, mais qu’elles contribuent également à renforcer la résilience face aux conditions futures incertaines.

114

GOTO, Takayoshi et THALMANN, Philippe. *Rénovation énergétique par quartier*. 2022. p.5

115

REY, Emmanuel, LAPRISE, Martine et LUFKIN, Sophie. *Sustainability Issues at the Neighbourhood*. 2022. p.82

116

REY, Emmanuel, LAPRISE, Martine et LUFKIN, Sophie. *Sustainability Issues at the Neighbourhood*. 2022. p.82

117

GOTO, Takayoshi et THALMANN, Philippe. *Rénovation énergétique par quartier*. 2022. p.14

118

GOTO, Takayoshi et THALMANN, Philippe. *Rénovation énergétique par quartier*. 2022. p.3

119

GOTO, Takayoshi et THALMANN, Philippe. *Rénovation énergétique par quartier*. 2022. p.3.

Face à ces différents constats, d’une part, le dérèglement climatique en marche, les politiques climatiques qui tentent timidement de le freiner, des vulnérabilités croisées au sein des villes, et d’autre part, un effort de rénovation incontournable à venir, nous nous situons à un point d’articulation crucial. Si les projets de rénovation d’aujourd’hui et des années à venir ne prennent pas en compte les impératifs d’adaptation climatique, les prochaines interventions d’envergure pourraient être repoussées de 30 à 40 ans. Or, les conditions climatiques, d’ici là, auront déjà passablement évolué et les populations les plus vulnérables climatiquement et socialement en seront d’autant plus impactées. Nous sommes face à une opportunité à saisir, un rendez-vous avec l’avenir à ne pas manquer. L’augmentation des capacités de rénovation est certes essentielle pour répondre aux nécessités d’atténuation à court terme, mais il est tout aussi primordial d’adopter une vision à plus long terme pour se préparer à un avenir incertain, l’idéal étant de cumuler les deux approches. En outre, si ces processus d’adaptation ne tiennent pas compte des différenciations sociales, les inégalités climatiques dans la ville risquent de se creuser, laissant les plus vulnérables dans des espaces menacés d’obsolescence climatique.

Se pose maintenant la question suivante : Comment mettre en œuvre des stratégies d’adaptation climatique dans les quartiers existants en tenant compte des vulnérabilités différenciées ?

Objectifs et méthodologie

Pour répondre à cela, nous allons tout d’abord examiner la répartition des vulnérabilités spatiales et sociales à travers le territoire de quatre villes vaudoises, Lausanne, Vevey, Yverdon-les-Bains et Nyon, grâce à un travail de cartographie. La focalisation sur un canton spécifique garantit une homogénéité des données tout en permettant d’identifier comment ces phénomènes se manifestent dans des contextes urbains variés, aux dimensions et profils socio-économiques différents.

A partir de cette analyse, des quartiers présentant une double vulnérabilité seront mis en évidence dans chacune de ces villes. Cela permettra d’identifier les formes urbaines et architecturales touchées par cette double vulnérabilité.

Par la suite, cinq axes stratégiques seront proposés pour répondre à ce diagnostic. Ces stratégies mettront en évidence les opportunités d’interventions architecturales à l’échelle du quartier, tant dans les espaces bâtis que non bâtis et proposeront des méthodes pour les intégrer aux projets.

Enfin, trois projets remarquables intégrant des questions d’adaptation climatique dans des contextes bâtis existants seront étudiés à la lumière des stratégies précédemment identifiées. Cette étude de cas permettra de comprendre comment des architectes ayant abordé des questions similaires y ont apporté des réponses concrètes, tout en mettant en évidence le besoin actuel d’une approche plus coordonnée.

Concernant les données et la méthodologie utilisées pour la cartographie des vulnérabilités spatiales et sociales, deux critères principaux ont été retenus : la température physiologique équivalente pour l’aspect spatiale, et la position socio-économique pour la dimension sociale. Le premier facteur, la température physiologique équivalente (PET), également appelée température ressentie, est un indice combinant des paramètres climatiques et thermophysologiques. Les paramètres climatiques incluent la température et l’humidité de l’air, la vitesse du vent et les flux de rayonnement. Les paramètres thermophysologiques comprennent les caractéristiques physiques humaines, l’activité et l’habillement. Ensemble, ces éléments sont intégrés dans des modèles de bilan thermique qui simulent les échanges de chaleur entre une personne et son environnement, permettant d’évaluer la charge thermique ressentie.¹²⁰ Les données de température physiologique équivalente ont été fournies par la Direction générale du territoire et du logement (DGTL) à l’État de Vaud. Le second critère, la position socio-économique a été évaluée à l’aide du « Swiss Neighbourhood Index of Socioeconomic Position (Swiss-SEP) ». Développé par l’Institut de médecine sociale et préventive et le Centre suisse d’expertise en sciences sociales de l’Université de Berne, cet index offre une mesure géolocalisée du statut socio-économique des quartiers en Suisse. L’index est composé de quatre domaines :

- Revenu : basé sur le loyer moyen au m²
- Éducation : proportion de ménages dont au moins une personne n’a pas dépassé un niveau d’éducation primaire.
- Emploi : proportion de ménages avec des individus occupant des emplois non qualifiés.
- Conditions de logement : nombre moyen de personnes par pièce.

Ces dimensions sont combinées pour former un score standardisé allant de 0, position socio-économique la plus

basse à 100, position socio-économique la plus élevée. Le Swiss-SEP a été appliqué à près de 1.5 million de « quartiers résidentiels » à travers la Suisse. Chaque quartier correspond à un bâtiment ou à un ensemble de bâtiments regroupant en moyenne 50 foyers et 131 personnes.¹²¹ Les données du « Swiss Neighbourhood Index of Socioeconomic Position » ont été fournies par l’Institut de médecine sociale et préventive à l’Université de Berne. Ces différentes données ont ensuite été traitées à l’aide d’un SIG (Système d’Information Géographique) afin d’extraire des informations pertinentes. Pour chaque paramètre, climatique et socio-économique, les zones les plus vulnérables ont été identifiées : les espaces appartenant au premier décile de la position socio-économique et ceux exposés à une PET supérieur à 40°C, ce qui correspond à un stress thermique élevé à extrême.¹²² Ces deux couches ont été ensuite croisées afin de mettre en évidence les espaces présentant une double vulnérabilité, permettant ainsi d’identifier et d’analyser des quartiers spécifiques.

D’autres indices climatiques, tels que la température du sol ou de l’air, sont fréquemment utilisés dans les études ou diagnostics territoriaux. Toutefois, la température physiologique équivalente offre l’avantage de tenir compte de l’interaction du corps humain avec les conditions biométéorologiques et fournit une information plus précise des effets de l’environnement bâti sur l’humain. Cela dit, cet indice repose sur des paramètres standardisés basés sur un profil de « personne normale », soit un homme de 35 ans à corpulence normale, ne représentant évidemment pas l’ensemble de la population. D’autres critères ont été envisagés durant la recherche, mais leur pertinence ou leur disponibilité s’est avérée limitée. Tout d’abord, l’emplacement des logements sociaux subventionnés, ce paramètre aurait pu permettre d’identifier les bâtiments ou les quartiers où résident les populations aux revenus les plus faibles. Cependant, les quatre villes mènent des politiques de subvention des logements différentes, Lausanne, ayant beaucoup de logements subventionnés alors

que les trois autres villes en contiennent nettement moins, cela étant probablement dû à leur taille réduite et les positions socio-économiques plus homogènes. Cette disparité rendait les résultats peu comparables. L’âge de la population, en particulier la proportion de personnes âgées de plus de 65 ans, est également un critère récurrent lorsqu’on parle de vulnérabilité sociale et notamment s’agissant de chaleur. Cependant, cette variable est répartie de manière assez continue dans le territoire sans corrélation évidente avec les espaces climatiquement vulnérables. De plus, c’est un paramètre évolutif, les quartiers abritant une forte population de personnes âgées aujourd’hui auront un tout autre profil dans 30 ans. À l’inverse, la position socio-économique a une stabilité plus marquée. Si ce paramètre peut être pertinent pour les communes ayant la possibilité de proposer des services adaptés, il est moins adapté au cas d’intervention architecturale, souvent soumis à des délais prolongés. La période de construction des bâtiments a également été envisagée comme critère pour identifier les quartiers entrant dans le cycle de rénovation. Cependant, elle ne permet pas de déterminer les besoins réels de rénovation, certains bâtiments plus récents ayant déjà été rénovés, tandis que des plus anciens ne l’ont pas encore été. Une analyse au cas par cas est nécessaire pour ce critère de besoin de rénovation. Des facteurs tels que les risques de ruissellement, la densité de population, l’isolement social ou la fragilité de la santé pourraient également être pertinents dans le cas d’une étude plus poussée, mais leur utilisation dépend de la disponibilité des données.

Il est important de souligner que ce type de travail cartographique commence à se mettre en place dans certaines institutions. Par exemple, la ville de Lausanne a commencé à mettre au point une carte de vulnérabilité à la chaleur, intégrant des critères, tels que la proportion de population âgée, la densité de population, le potentiel de consommation équivalent, la santé subjective, l’isolement social et les températures de surface. Ces différents facteurs combinés ont permis de générer un indice géolocalisé, puis une carte de vulnérabilité à

la chaleur. Cependant, certains de ces critères, comme l’état de santé des habitants ou l’isolement social, reposent sur des données sensibles, rendant leur exploitation dans un cadre académique impossible. Comme l’explique Charlotte Franck, cheffe de projet à l’unité climat de la ville de Lausanne, ce projet constitue une première approche pouvant constituer un outil d’aide à la décision pour les pouvoirs politiques en place. S’il en résulte un premier diagnostic territorial, il pourrait encore être affiné, potentiellement en pondérant certains critères.¹²³ Un travail similaire est en cours à l’Université de Berne, en collaboration avec l’Office fédéral de la santé publique et le National Centre for Climate Services NCCS. Ce projet vise à déterminer, entre autres, quels sont les quartiers et les infrastructures de santé les plus exposés à la chaleur dans les villes. Pour ce faire, ils croisent les données d’un indice d’îlot de chaleur urbain et celui d’un indice de vulnérabilité à la chaleur. Ce dernier est composé à partir de la proportion de personnes de plus de 65 ans, la proportion de femmes ainsi que le taux de population à la position socio-économique la plus faible.¹²⁴ Le canton de Vaud prévoit une étude similaire dans les mois ou années à venir en se basant sur les futures conclusions du travail de l’université de Berne.¹²⁵

Toutefois, ces initiatives semblent encore relever principalement de l’information, sans réellement aboutir à des actions ciblées, ni rentrer à l’échelle du quartier et se confronter à la réalité concrète des zones doublement vulnérables. Le travail qui suit vise à apporter un degré de précision supplémentaire en analysant les formes urbaines affectées suite à l’identification des zones sensibles. Le déploiement de ces initiatives à l’échelle communale et cantonale, ainsi que le développement d’indices variés, souligne le moment charnière auquel nous faisons face et auquel la discipline architecturale doit également répondre. Les communes se préparent à prendre en main ces questions et commencent à mettre en place des diagnostics qui nécessiteront des projets architecturaux concrets par la suite.

120

GEO-NET Umweltconsulting. *Situation bioclimatique du canton de Vaud*. 2024

121

PANCZAK, Radoslaw, et al. *Swiss Neighbourhood Index of Socioeconomic Position (Swiss-SEP)*. 2022

122

GEO-NET Umweltconsulting. *Situation bioclimatique du canton de Vaud*. 2024. p.39

123

Entretien téléphonique avec Charlotte Franck, Cheffe de projet Unité Climat de Lausanne, 10 octobre 2024

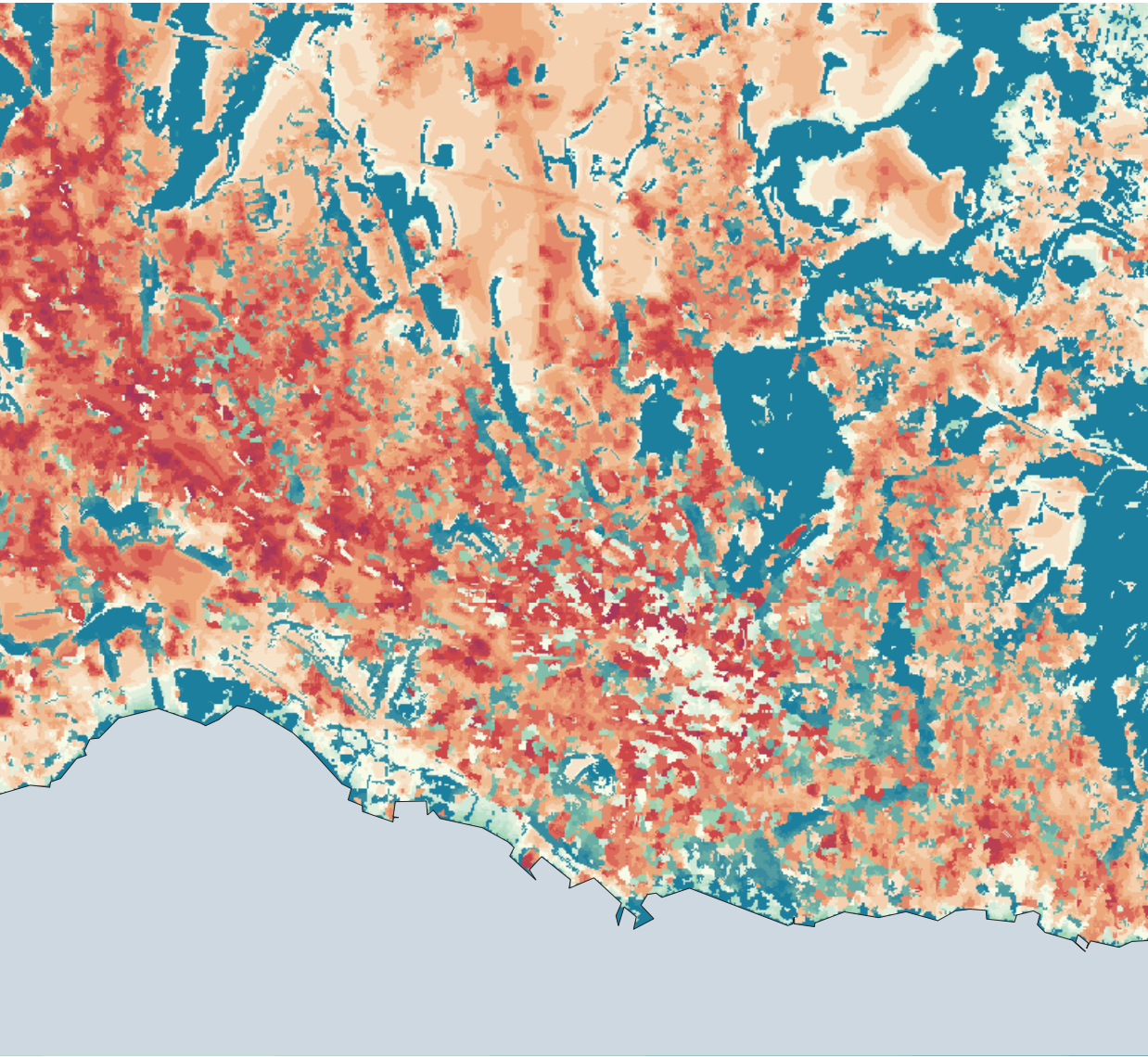
124

LEE, Sujung. *Heat Vulnerability Mapping - Online Workshop*. 2024

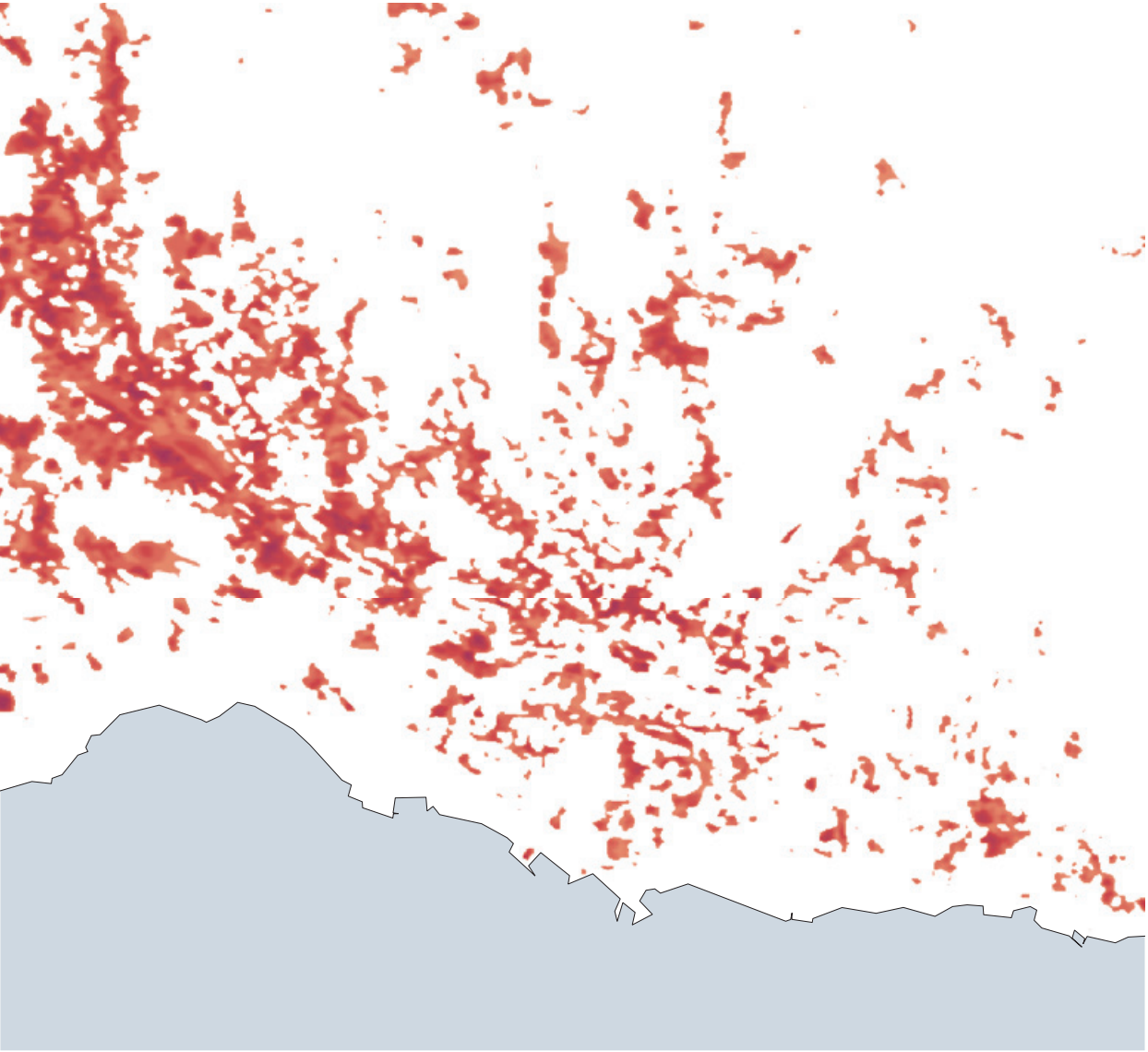
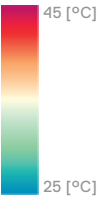
125

Entretien téléphonique avec Tristan Mariethoz, Chef de projet à l’Office Cantonal de la Durabilité et du Climat du Canton de Vaud, le 29 octobre 2024

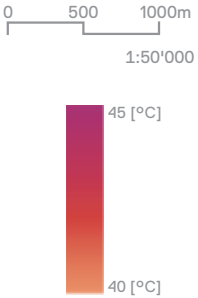
LAUSANNE



↑ Fig. 20
Température physiologique équivalente

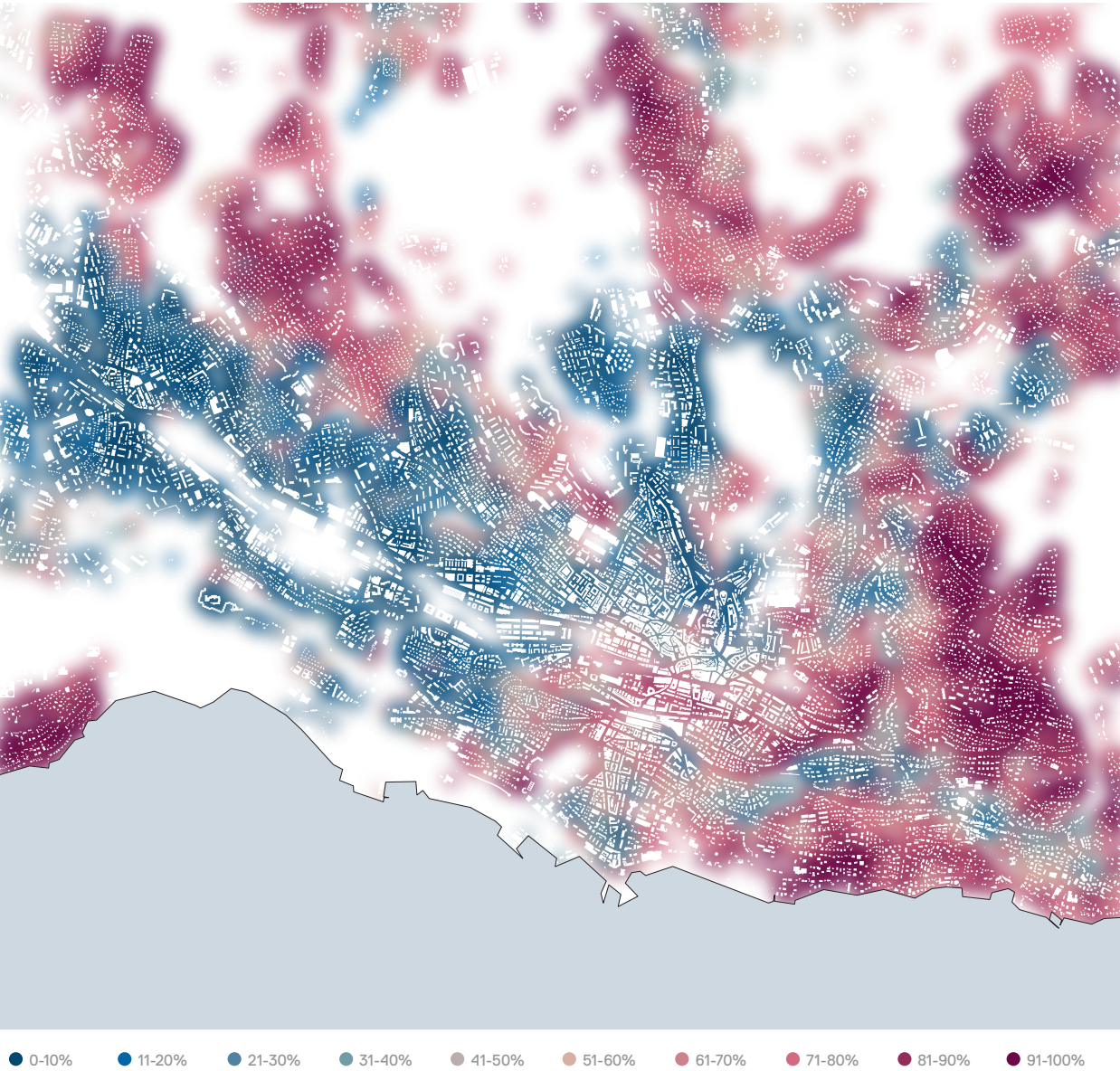


↑ Fig. 21
Espaces climatiquement vulnérables

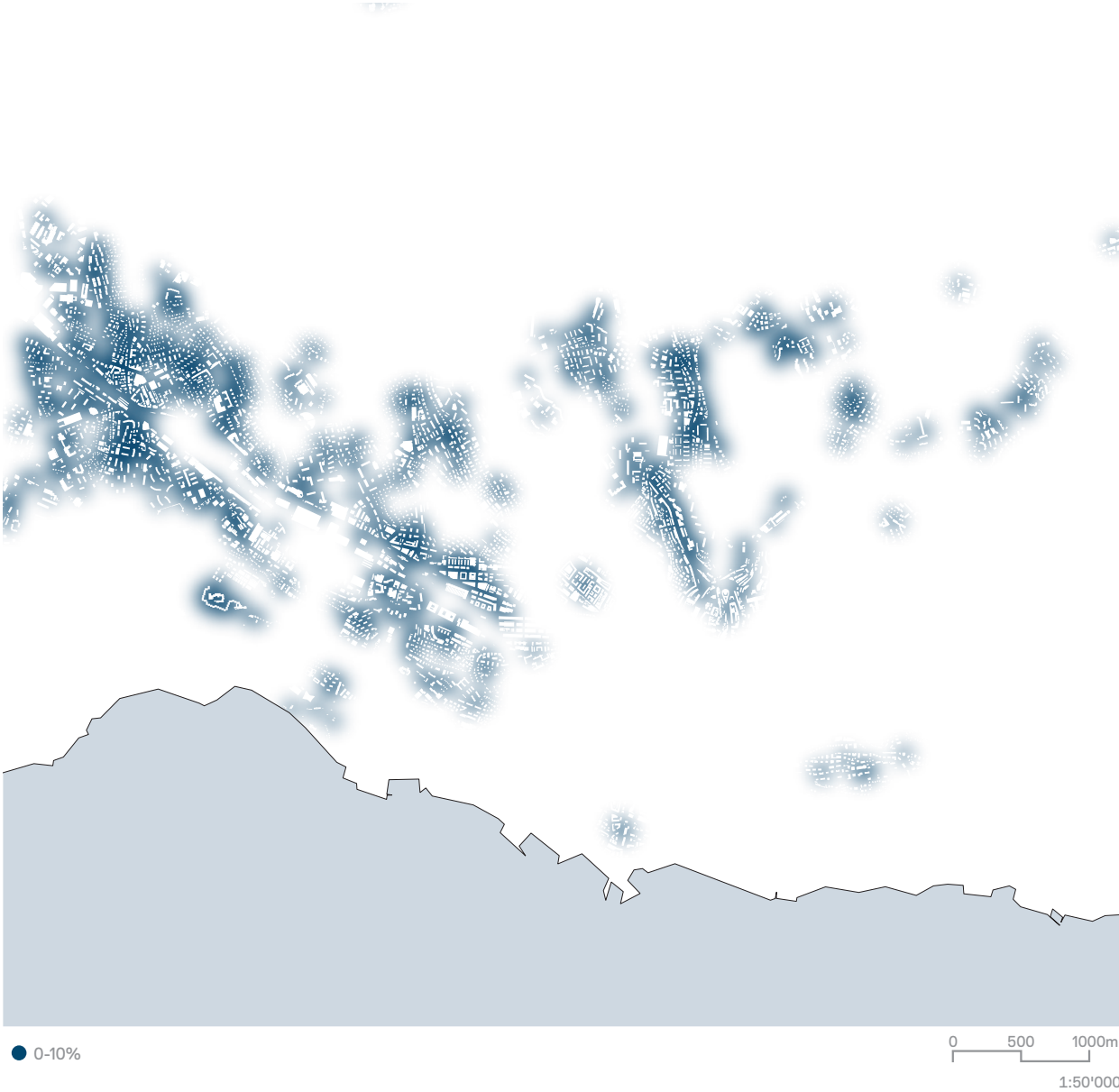


0 500 1000m
1:50'000

LAUSANNE

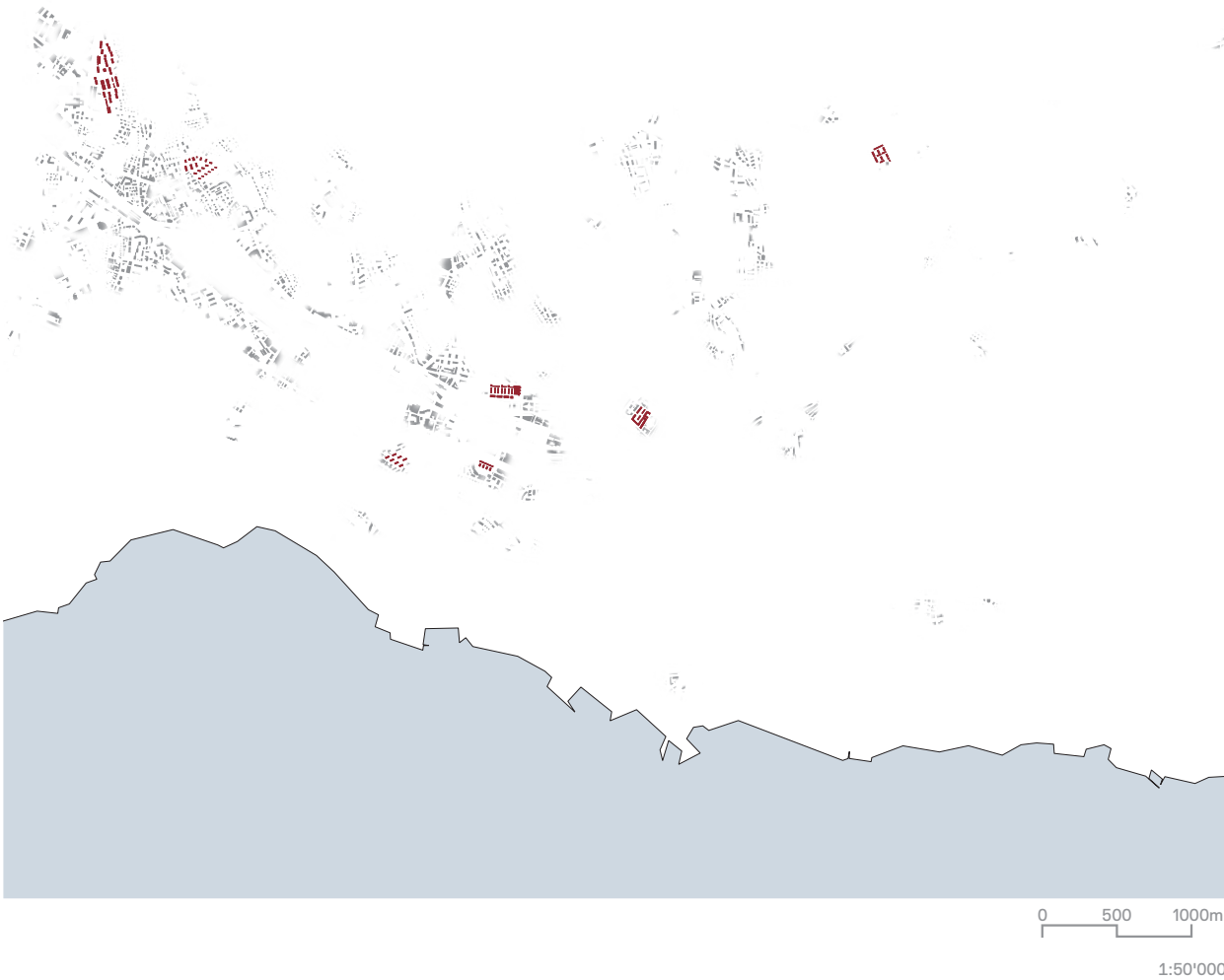
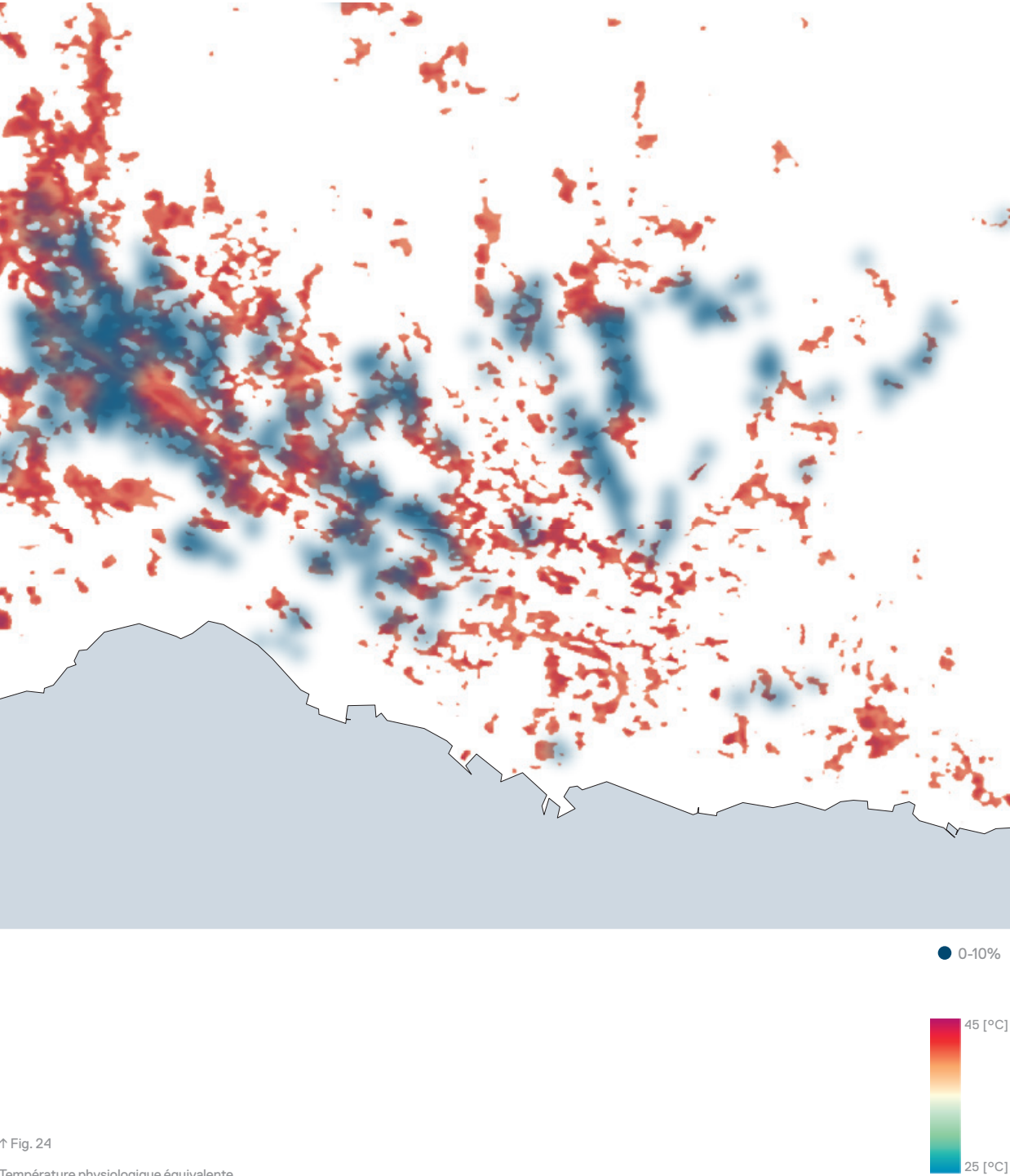


↑ Fig. 22
Position socio-économique



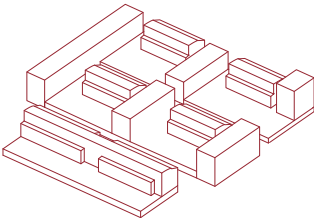
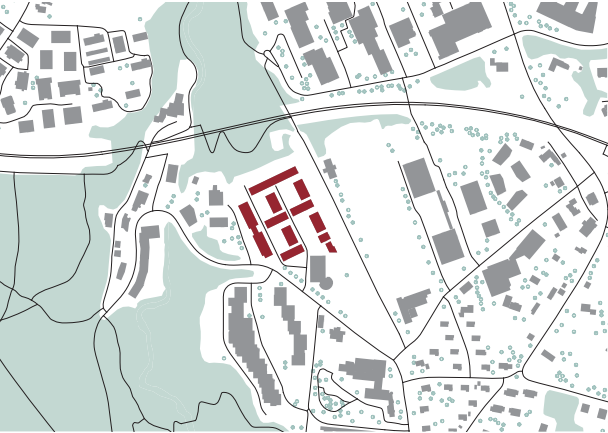
↑ Fig. 23
Espaces socialement vulnérables

LAUSANNE



QUARTIER DE BOISSONNET

LAUSANNE



Année de construction	1984-1990
Architecte	Atelier Cube
Morphologie	Cité-jardin sur dalle
Surface	18'000m ²
Note de recensement architectural	0 - En cours de révision
Densité de population	●●●●○
Besoin de rénovation	●●●●○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●●○
Densité de la canopée urbaine	●○○○○

Situé sur les hauteurs de Lausanne, le quartier de Boissonnet a vu le jour à la fin des années 1980. Considéré comme novateur à l'époque, il reflétait l'intention des architectes de s'éloigner de la rigidité des ensembles résidentiels traditionnels tout en limitant l'expansion des habitations individuelles dispersées. Inspirés par les cités-jardins, les concepteurs visaient un aménagement en harmonie avec la pente naturelle et les habitudes de vie des résidents. Trois plateaux se déploient en direction du lac, accueillant des maisonnettes en triplex desservies par un réseau de ruelles. Perpendiculairement, de petits immeubles s'insèrent entre ces bandes d'habitations, trouvant un équilibre subtil entre collectif et individuel.¹²⁶

Vulnérabilité spatiale
Ce quartier illustre comment des choix architecturaux peuvent accroître la sensibilité d'un espace à la chaleur. Situé à proximité du bois de Sauvabelin et de la rivière du Flon, des éléments censés apporter de la fraîcheur, le quartier constitue néanmoins un îlot de chaleur notable. La matérialité, entre briques et asphalte, amplifie cet effet. Les espaces extérieurs sont principalement conçus pour la circulation et le stationnement automobile, laissant peu de place à la végétation. De plus, la morphologie du quartier, avec ses volumes accolés perpendiculairement, entrave la circulation optimale de l'air.

Potentiel d'intervention architectural	●●●○○
Potentiel d'intervention paysager	●●○○○

Le quartier n'a pas encore fait l'objet d'une rénovation majeure et approche doucement de la fin de son premier cycle de vie. Toutefois, sa densité élevée et la forte identité de sa forme architecturale réduisent les opportunités d'intervention. À l'instar du potentiel d'intervention architecturale, la forte densité du quartier et sa conception largement axée sur l'usage de la voiture restreignent les possibilités d'aménagement extérieur.

126

MARCHAND, Bruno, et SCHROETER, Pauline. *Architecture du canton de Vaud 1975-2000*. 2021. p.84-85

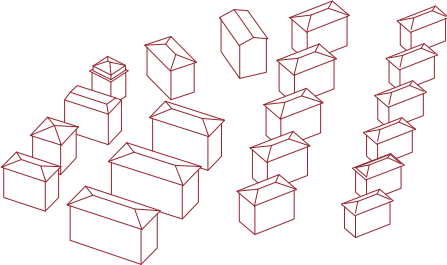
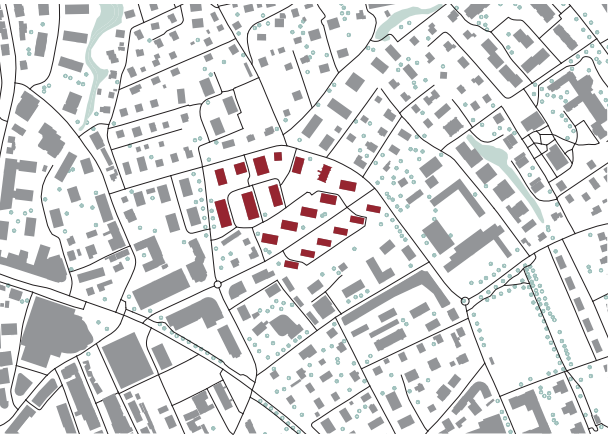


Fig. 26 ↗

Photographies quartier de Boissonnet
©Zélie Cortès

QUARTIER EN SAUGIAZ

LAUSANNE



Année de construction	1946-1960
Architecte	R. Baillif, A. Pahud et autres
Morphologie	Immeubles en quinconce et alignés
Surface	30'000m ²
Note de recensement architectural	3-4
Densité de population	●●●○○
Besoin de rénovation	●●●○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●○○○
Densité de la canopée urbaine	●●○○○

Ensembles de petits immeubles ouvriers identiques, ce quartier fait partie de cette architecture ordinaire des Trente Glorieuses. Le langage architectural est simple, répétitif et rationnel, typique de cette période. Ce quartier est l'un des premiers ensembles construits sur la commune de Renens, où dominaient auparavant les villas individuelles. Dans la partie sud, les bâtiments sont disposés en quinconce, offrant un dégagement visuel pour tous les appartements ainsi qu'une meilleure exposition.¹²⁷ En revanche, dans la partie nord, les immeubles s'alignent selon un axe sud-est. Les espaces extérieurs sont divisés entre des zones de circulation et des jardins privatifs, situés au pied de chaque immeuble. Ainsi la proportion de sol imperméabilisé est relativement modérée, toutefois la diversité végétale reste faible.

Vulnérabilité spatiale
L'Ouest lausannois affiche une forte sensibilité à la chaleur, principalement en raison de l'intensité des activités routières, ferroviaires et industrielles, qui accentuent l'imperméabilisation des sols et affaiblissent les trames bleues et vertes. Bien que le quartier en Saugiaz dispose de jardins non bitumés, ceux-ci ne suffisent pas à compenser l'accumulation de chaleur. Ils contribuent toutefois à l'absorption des eaux pluviales, améliorant ainsi la résilience face aux événements climatiques extrêmes.

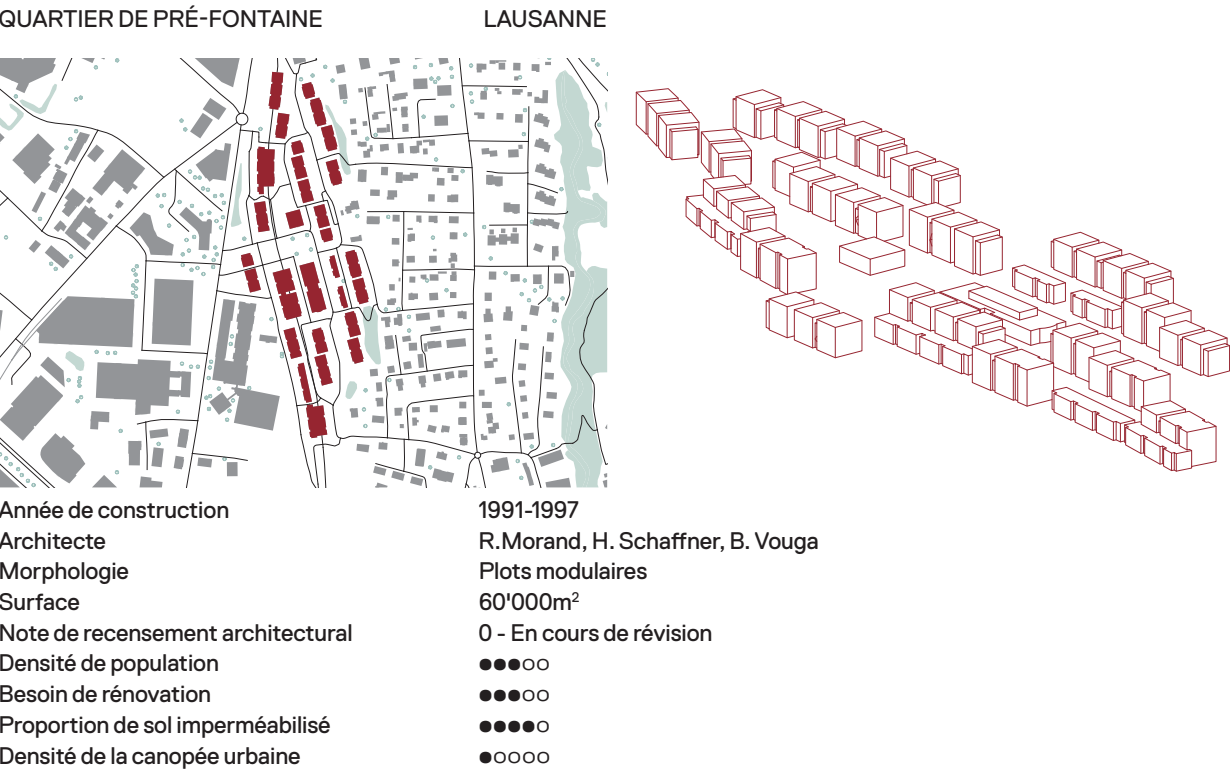
Potentiel d'intervention architectural	●●●○○
Potentiel d'intervention paysager	●●●○○

Partiellement rénové après près de 70 ans d'existence, le quartier de la Saugiaz parvient à prolonger son cycle de vie grâce à un entretien soigné. Il offre des opportunités intéressantes, notamment en termes de réaménagement, grâce à la disponibilité d'espaces permettant de repenser son organisation fonctionnelle. Les axes routiers très fréquentés entre lesquels le quartier est enclavé limitent un peu les potentialités paysagères.

127
MARCHAND, Bruno, et AVIOLAT, Alexandre. *Les ensembles bâtis du XXe siècle dans les communes de l'Ouest lausannois*. 2015. p.74



Fig. 27 ↗
Photographies quartier en Saugiaz
©Zélie Cortès



Situé sur la commune de Crissier, le quartier de Pré-Fontaine se développe entre un secteur industriel et une zone d'habitation à faible densité. Afin d'éviter de scinder le quartier, il a été décidé d'enterrer la route cantonale, limitant ainsi la circulation et les nuisances qui en découlent. S'inspirant du langage architectural de la villa locative plutôt que celui des grands ensembles, le bâti se compose d'un ensemble de modules volumétriques allant de deux à cinq niveaux. Ces modules sont reliés par des travées en retrait, permettant de former une continuité spatiale.¹²⁸ Chaque unité dispose d'un petit jardin privatif. Les espaces extérieurs, principalement dédiés à la circulation des véhicules, entraînent une forte imperméabilisation des sols, laissant peu de place aux espaces publics et à la vie de quartier.

Vulnérabilité spatiale

Situé dans l'Ouest lausannois, une zone déjà particulièrement vulnérable à la chaleur, le quartier se trouve également à proximité d'un datacenter, classé par le canton comme un site de rejet thermique important. Ce contexte se renforce par la matérialité du quartier, essentiellement minérale, tant pour les bâtiments que pour les revêtements de sol. De plus, l'orientation des bâtiments, perpendiculaire aux vents dominants de la région, empêche de tirer parti de ces derniers pour ventiler efficacement le quartier.

Potentiel d'intervention architectural	●●○○○
Potentiel d'intervention paysager	●●●●○

Le quartier n'est pas encore sur liste de rénovation, mais rentre dans la dernière phase de sa première vie. Toutefois, la forte identité architecturale limite quelque peu l'ampleur des interventions envisageables. En ce qui concerne le projet paysager, une redéfinition de l'usage de la voiture dans le quartier permettrait de libérer de grands espaces exploitables pour des aménagements ayant la capacité de répondre aux effets du changement climatique.

128

MARCHAND, Bruno, et SCHROETER, Pauline. *Architecture du canton de Vaud 1975-2000*. 2021. p.86

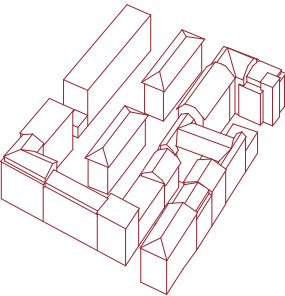
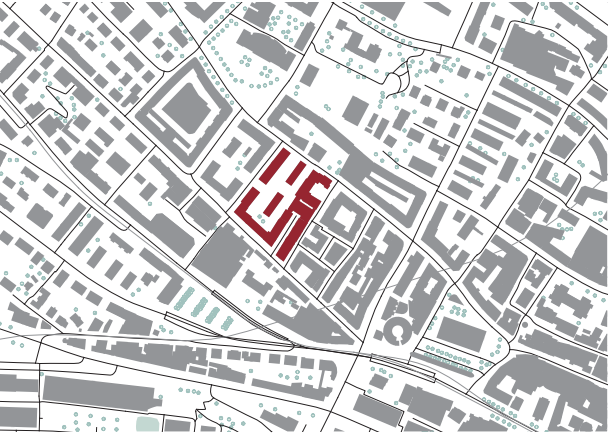


Fig. 28 ↗

Photographies quartier de Pré-Fontaine
©Zélie Cortès

ÎLOT RUE DE MAUPAS

LAUSANNE



Année de construction	1886-2007
Architecte	F. Sillig, C. Monnier, A. Pahud, autres
Morphologie	Îlot urbain
Surface	20'000m²
Note de recensement architectural	3-4 sur certains bâtiments
Densité de population	●●●●●
Besoin de rénovation	●●●○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●●●
Densité de la canopée urbaine	○○○○○

Cet îlot, situé rue de Maupas en plein cœur de la ville de Lausanne, est l'un des rares espaces à présenter cette double vulnérabilité physique et sociale. En effet, bien que les loyers élevés du centre-ville attirent généralement une population plus aisée, cet îlot fait exception à cette règle. Construit en plusieurs étapes et soumis à de nombreuses constructions et démolitions, le bâti actuel date principalement des années 1946 à 1960. Il s'organise en forme de U, avec deux immeubles insérés en son centre. Les espaces interstitiels et la cour intérieure, répartis sur plusieurs niveaux, sont en grande partie dédiés au stationnement automobile. La végétation y est quasi inexistante, à l'exception de pelouse recouvrant une portion de la cour.

Vulnérabilité spatiale
Le cœur de Lausanne constitue une zone importante d'accumulation de chaleur et est particulièrement vulnérable aux intempéries en raison de la forte proportion de surfaces imperméabilisées. Cet îlot n'échappe pas à cette problématique, d'autant plus que le centre de l'îlot n'est pas végétalisé, contrairement à certains îlots voisins. De plus, cette zone est éloignée des grands espaces ouverts de la ville, qui pourraient jouer le rôle de poumons verts pour la respiration urbaine.

Potentiel d'intervention architectural	●●○○○
Potentiel d'intervention paysager	●○○○○

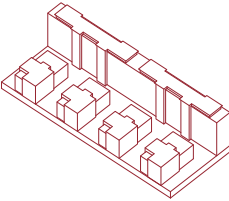
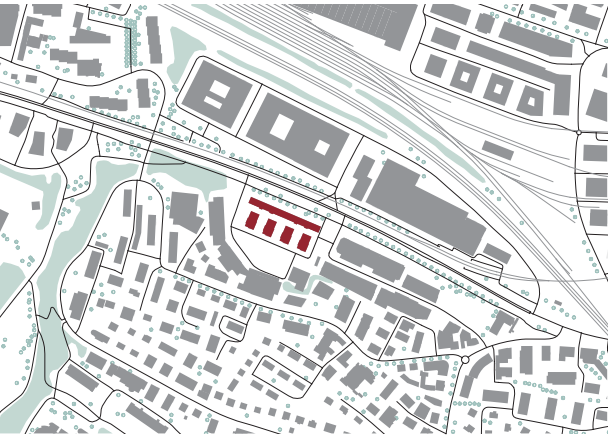
Compte tenu de la diversité des périodes de construction de l'îlot et du recensement de certains bâtiments au patrimoine, une rénovation globale et unifiée pour l'ensemble est difficilement envisageable. Par ailleurs, en raison de la forte densité bâtie, les projets devront se limiter à de petites interventions ciblées. Le sol, quasiment entièrement imperméabilisé sur la parcelle et aux alentours, rend nécessaire une réflexion paysagère intégrée à une vision plus globale pour permettre des aménagements significatifs.



Fig. 29 ↗
Photographies îlot rue de Maupas
©Zélie Cortès

QUARTIER PROVENCE NORD

LAUSANNE



Année de construction	2007
Architecte	Atelier Lonchamp & Froidevaux
Morphologie	Cité-jardin sur plateforme
Surface	10'000m²
Note de recensement architectural	n/a
Densité de population	●●●○○
Besoin de rénovation	●●○○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●○○
Densité de la canopée urbaine	●●○○○

Dès les années 90, la ville de Lausanne est désireuse de répondre aux besoins croissants de logements subventionnés et d'équipements publics, elle cède donc cette parcelle au sud de l'Avenue de Provence à une coopérative pour y construire un quartier de logements subventionnés. Le projet visait à créer des logements et un quartier agréables à vivre, à l'abri des nuisances liées au trafic, avec des espaces de jeux connectés aux zones vertes. Le quartier s'organise autour d'une plateforme sur laquelle sont disposés, un long bâtiment de six niveaux, aligné le long de l'Avenue de Provence et jouant le rôle de barrière acoustique, ainsi que quatre modules perpendiculaires. Ces modules, chacun composé de trois niveaux, sont séparés par de petits jardins privatifs et des ruelles de circulation. Un espace public se déploie au sud de la parcelle, comprenant des équipements sportifs et un sommaire aménagement paysager.¹²⁹

Vulnérabilité spatiale
Le site est situé à proximité d'axes routiers et ferroviaires très fréquentés, ainsi que du plateau de Malley, identifié comme une zone particulièrement sensible aux effets climatiques. Bien que les espaces extérieurs soient relativement peu imperméabilisés, ils manquent de végétation, offrant ainsi peu d'ombre et de biodiversité pour renforcer la résilience globale du quartier. De plus, le long bâtiment principal ainsi que ceux situés en bordure sud de la parcelle, limitent la circulation de l'air et contribuent à la rétention de chaleur.

Potentiel d'intervention architectural	●●○○○
Potentiel d'intervention paysager	●●●●○

Relativement récent, le quartier ne nécessite pas encore de rénovation. Cependant, comme pour d'autres quartiers de morphologie similaire, la densité du bâti limite considérablement les possibilités d'intervention architecturale. Le sud de la parcelle, actuellement sous-exploité, offre de larges possibilités d'aménagement paysager.

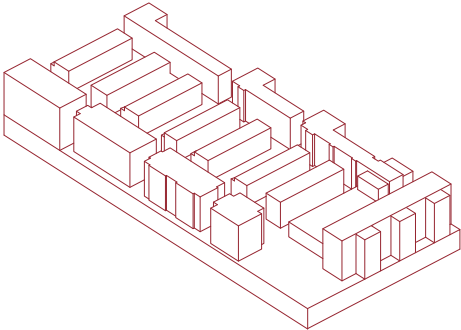
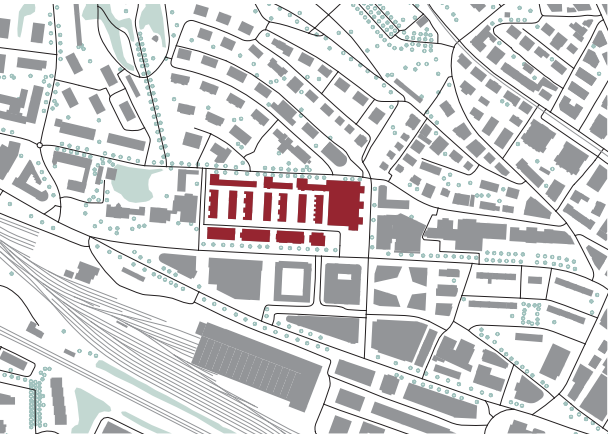
129
ARCHITECTES.CH. *Chemin de la Colline*. [en ligne].



Fig. 30 ↗
Photographies quartier Provence Nord
©Zélie Cortès

QUARTIER DES JARDINS DE PRÉLAZ

LAUSANNE



Année de construction	1994-2005
Architecte	R. Montrone, Tardin Architectes, De Benoît et Wagner, Atelier Cube
Morphologie	Cité-jardin sur plateforme
Surface	20'000m ²
Note de recensement architectural	0 - En cours de révision
Densité de population	●●●●○
Besoin de rénovation	●●○○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●●○
Densité de la canopée urbaine	●○○○○

Anciennement allouée au dépôt des bus des Transports Publics Lausannois, la parcelle s'inscrit entre une zone industrialisée côté lac et une zone résidentielle à son nord. En 1995, un concours européen destiné aux jeunes architectes est lancé pour développer près de 250 logements subventionnés. Le projet se situe à la rencontre de deux formes urbaines distinctes : l'immeuble urbain et la cité-jardin. De bas volumes sont alignés en bande entre lesquels les espaces intercalaires sont destinés aux jardins privés, espaces extérieurs collectifs, cours et places de jeux. La circulation interne est organisée à travers un réseau de ruelles, d'escaliers, de passerelles et de coursives. Le rez-de-chaussée, ouvert sur la rue, accueille divers programmes publics, commerciaux et scolaires.¹³⁰

Vulnérabilité spatiale
La morphologie urbaine, la forte densité de population et les matériaux majoritairement minéraux accentuent de manière critique la vulnérabilité à la chaleur. La disposition des bâtiments, notamment les blocs orientés vers la rue, entrave considérablement la ventilation naturelle, limitant la circulation de l'air. De plus, la plateforme sur laquelle le quartier a été aménagé empêche la plantation de végétation en pleine terre. Les quelques massifs et petits arbres disséminés dans les allées s'avèrent insuffisants pour fournir un rafraîchissement notable.

Potentiel d'intervention architectural	●○○○○
Potentiel d'intervention paysager	●○○○○

Du fait de leur construction récente, les Jardins de Prélaz ne sont pas encore concernés par une rénovation architecturale majeure. Cependant, la morphologie du quartier et sa densité, combinées à celles des constructions environnantes, limitent fortement les opportunités d'intervention significative, notamment en matière de végétalisation.

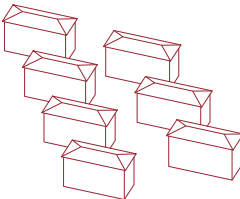
130
MARCHAND, Bruno, et SCHROETER, Pauline. *Architecture du canton de Vaud 1975-2000*. 2021. p.97



Fig. 31 ↗
Photographies les Jardins de Prélaz
©Zélie Cortès

QUARTIER DES PYRAMIDES

LAUSANNE



Année de construction	1946-1960
Architecte	J. Favarger, B. Murisier
Morphologie	Immeubles en quinconce
Surface	20'000m ²
Note de recenseur architectural	3
Densité de population	●●●○○
Besoin de rénovation	●●●●●
Proportion de sol imperméabilisé	●●●○○
Densité de la canopée urbaine	●●○○○

Durant la période d'après-guerre, la région fait face à une grave pénurie de logements économiques. Pour y remédier, la fondation *Le Logement Ouvrier* planifie une vaste opération de construction de logements subventionnés. Le quartier des Pyramides voit ainsi le jour dans le cadre de cette initiative, entre la zone industrielle de Malley et le cimetière du Bois-de-Vaux.¹³¹ Ce sont sept bâtiments linéaires de quatre étages qui se dressent en quinconce, une disposition pensée pour maximiser l'ensoleillement et réduire les vis-à-vis entre façades. Les espaces extérieurs alternent entre des pelouses agrémentées de quelques jeux pour enfants et des zones de stationnement, mais restent peu arborés.

Vulnérabilité spatiale
La proximité de la zone de Malley-Sébeillon, particulièrement vulnérable au changement climatique, affecte le quartier des Pyramides. Bien qu'il se trouve relativement proche d'espaces verts tels que la Vallée de la Jeunesse ou le cimetière du Bois-de-Vaux, ces derniers sont trop éloignés pour compenser les carences climatiques locales. Par ailleurs, les axes routiers adjacents et l'imperméabilisation du sol fragmentent le réseau écologique, réduisant la continuité végétale et limitant les échanges climatiques bénéfiques avec les environs.

Potentiel d'intervention architectural	●○○○○
Potentiel d'intervention paysager	●●○○○

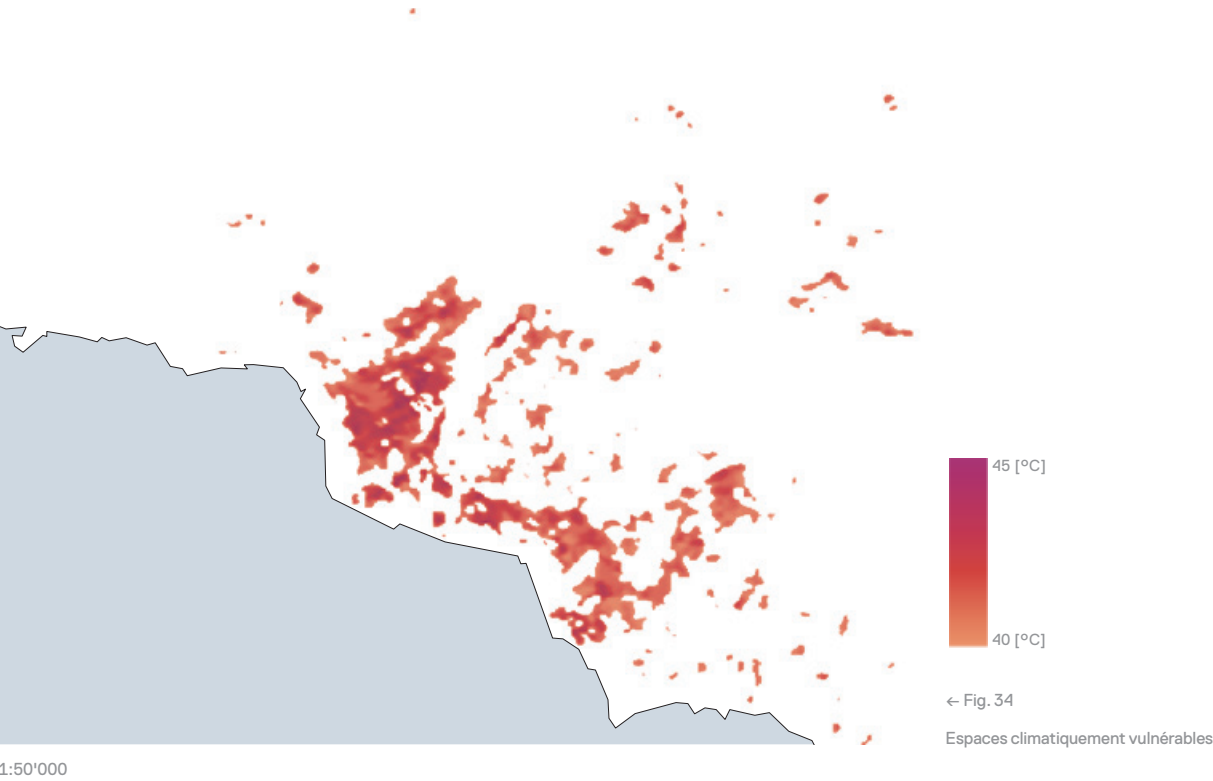
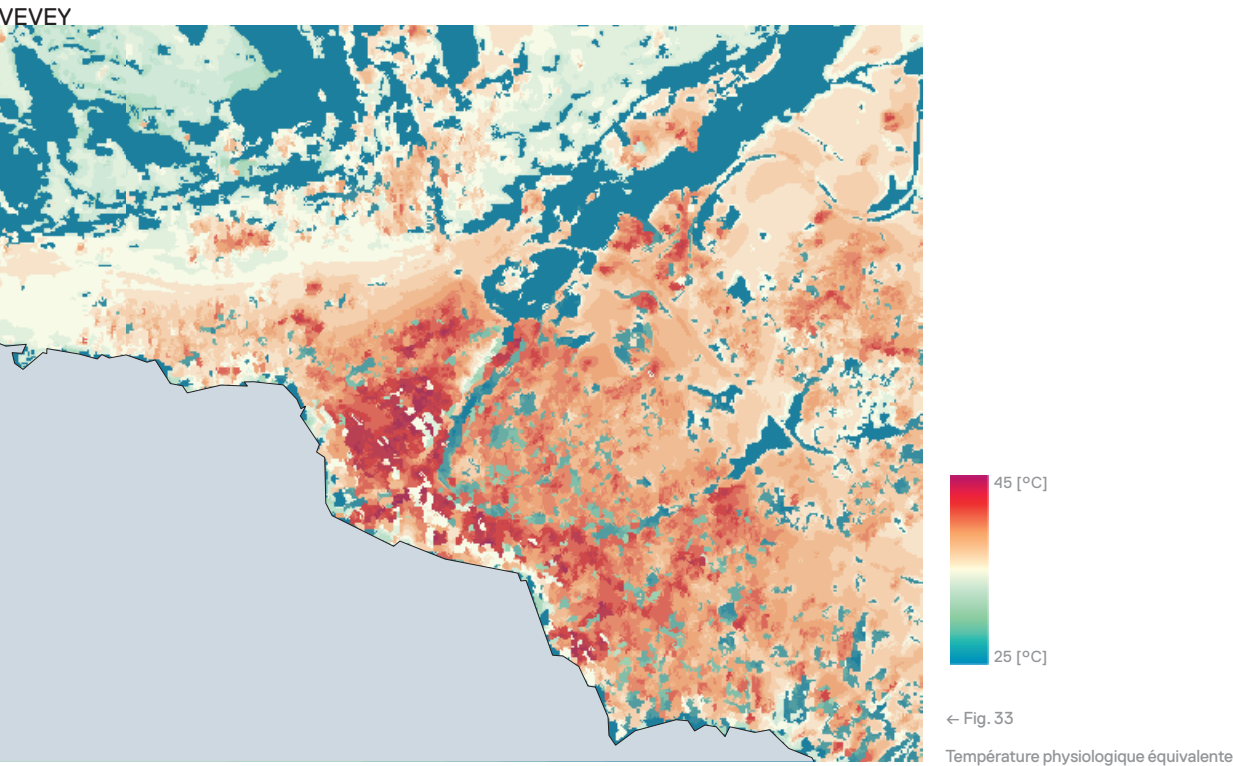
Bien que le quartier nécessite une rénovation et que le projet soit actuellement à l'étude par le propriétaire, le recensement des bâtiments et du site en note 3 au patrimoine vaudois limite les possibilités d'intervention. En effet, la modénature du bâti devant être conservée, chaque modification est à mettre en balance avec l'intérêt patrimonial. L'isolation des façades soulève déjà des problématiques importantes,¹³² des opérations plus lourdes sont donc difficiles à envisager.

131
MARCHAND, Bruno, et SAVOYAT, Marielle. *Architecture du canton de Vaud 1920-1975*. 2012. p.140

132
PONT12. *Étude de faisabilité : Chemin des Pyramides 5 à 20*. 2023.



Fig. 32 ↗
Photographies quartier des Pyramides
©Zélie Cortès



- 0-10%
- 11-20%
- 21-30%
- 31-40%
- 41-50%
- 51-60%
- 61-70%
- 71-80%
- 81-90%
- 91-100%

Fig. 35 →
Position socio-économique

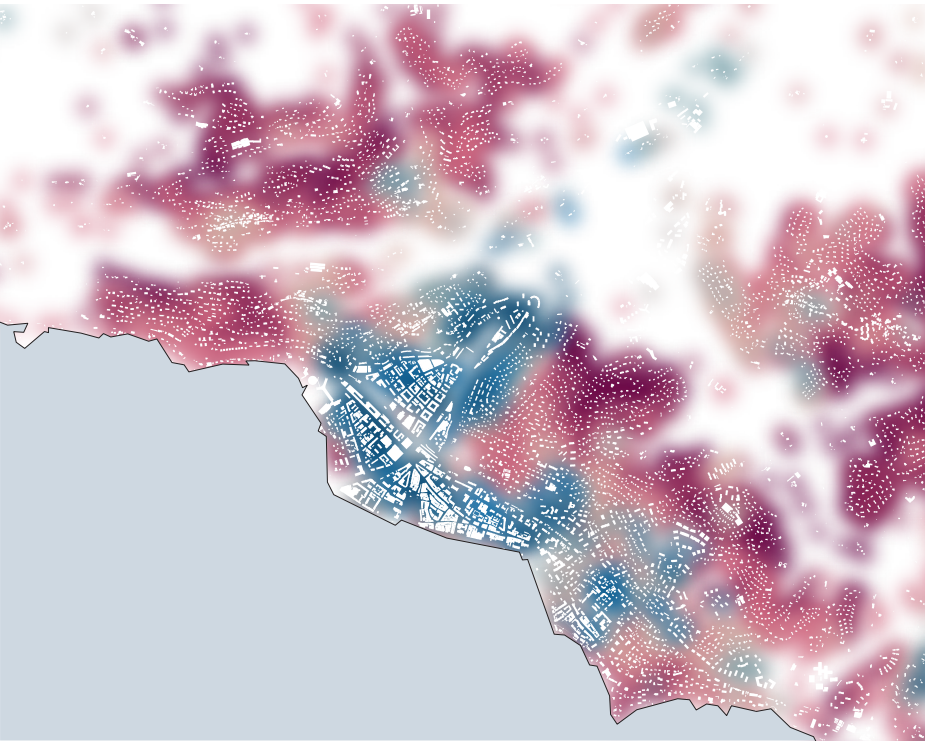
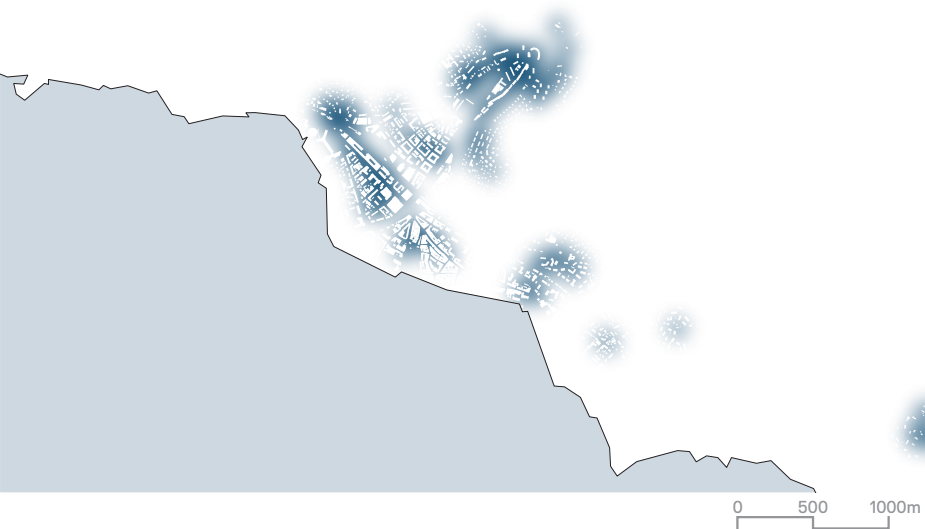
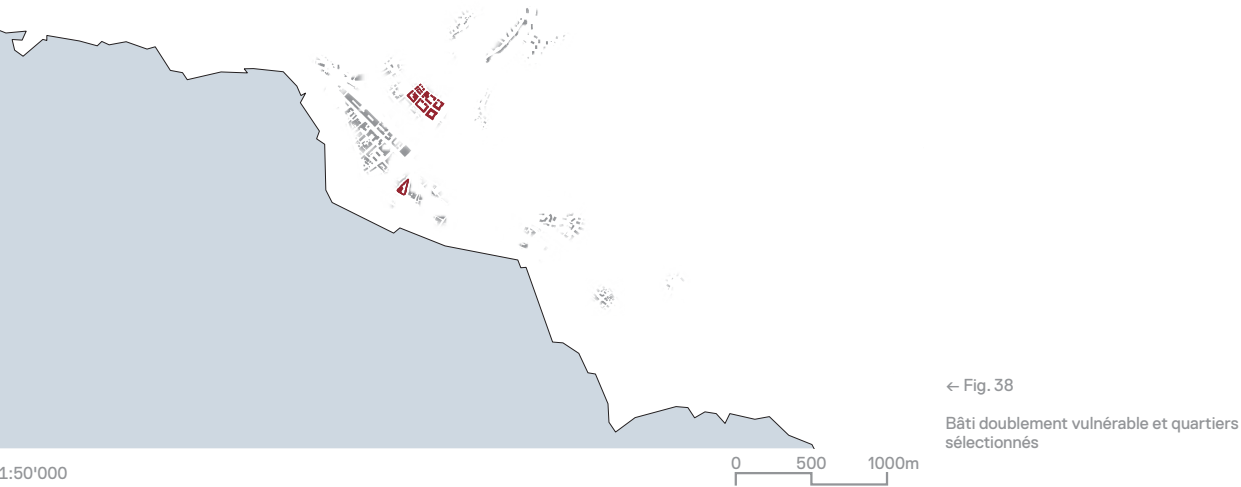
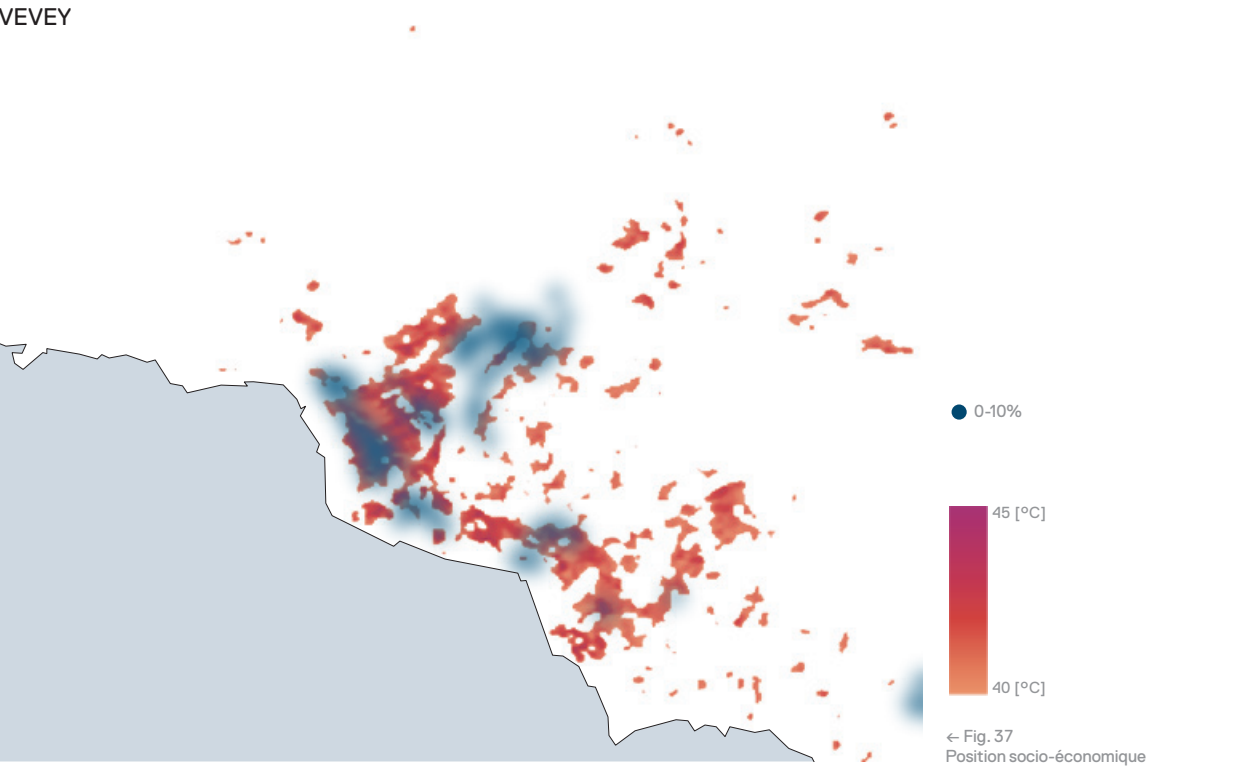


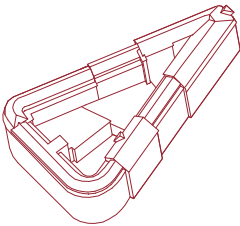
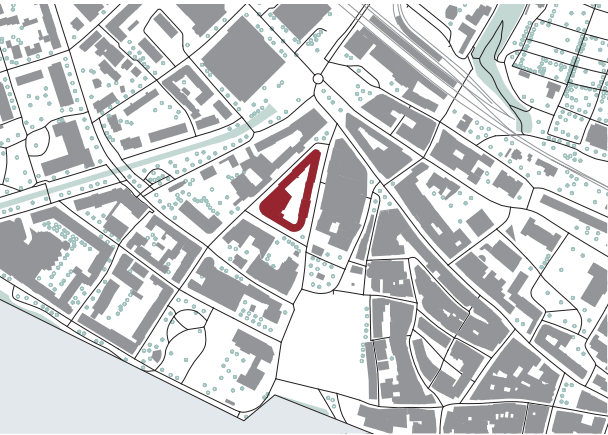
Fig. 36 →
Espaces socialement vulnérables





ÎLOT AVENUE DE LA MADELEINE

VEVEY



Année de construction	1919-1945
Architecte	F. Widmer, W. Gloor, autres
Morphologie	Îlot urbain
Surface	7'000m²
Note de recensement architectural	2-4
Densité de population	●●●●●
Besoin de rénovation	●●●●○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●●●
Densité de la canopée urbaine	○●●●○

Cet îlot triangulaire, situé au cœur de Vevey, est issu de l'assemblage de six immeubles accolés construits entre 1919 et 1945, marquant la densification progressive de la ville depuis son centre historique. Le programme associe des commerces au rez-de-chaussée et des logements aux niveaux supérieurs. Développé par étapes et sans plan d'ensemble unifié, l'îlot manque d'une réelle cohérence architecturale. Cependant, l'angle arrondi à l'Ouest révèle une forte influence du mouvement moderne, doté d'un portique au rez-de-chaussée, des cages d'escaliers saillantes et des balcons horizontaux continus.¹³³ La cour intérieure, encombrée par des bâtiments annexes, demeure inaccessible et sous-utilisée.

Vulnérabilité spatiale
Comme identifié dans les cartes, le centre-ville de Vevey est particulièrement vulnérable aux aléas climatiques, notamment aux îlots de chaleur urbains. Cet îlot triangulaire reflète ces problématiques : l'absence d'espaces verts exploitables et la forte densité des constructions amplifient les contraintes climatiques. La cour intérieure, bien qu'elle aurait pu jouer un rôle tampon, est obstruée et totalement imperméabilisée, réduisant sa capacité à absorber les eaux pluviales ou à fournir un rafraîchissement naturel.

Potentiel d'intervention architectural	●○●○○
Potentiel d'intervention paysager	●●○○○

Même si l'îlot n'a pas encore été rénové, le manque d'unité architecturale et la présence de bâtiments d'intérêt patrimonial régional, limitent les possibilités d'intervention cohérente. Une rénovation unique et homogène serait difficilement envisageable. Cependant, la cour intérieure, actuellement sous-exploitée, offre un potentiel intéressant pour des aménagements et par ailleurs, une réflexion à une échelle plus large, intégrant la place du Marché adjacente, pourrait contribuer à une amélioration climatique.

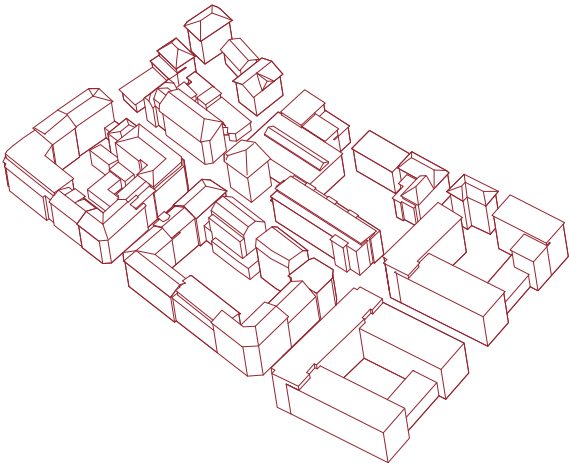
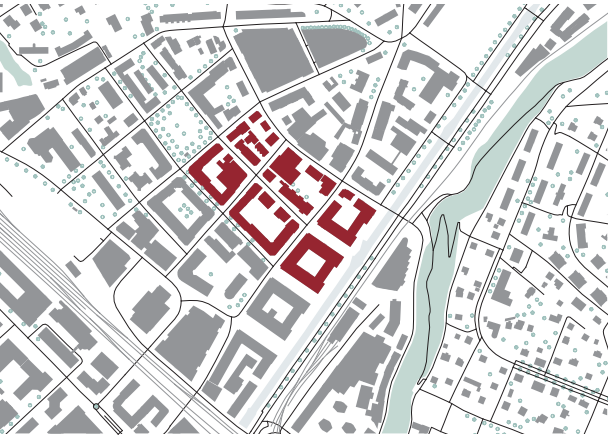
133
MARCHAND, Bruno, et SAVOYAT, Marielle. *Architecture du canton de Vaud 1920-1975*. 2012. p.84



Fig. 39 ↗
Photographies Îlot de la Madeleine
©Zélie Cortès

QUARTIER DES MOULINS

VEVEY



Année de construction	1915-2013
Architecte	Pezzoli & associés, autres
Morphologie	Îlots urbains
Surface	30'000m²
Note de recensement architectural	3-4 sur certains bâtiments
Densité de population	●●●●○
Besoin de rénovation	●●○○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●●○
Densité de la canopée urbaine	●○○○○

L'intense activité industrielle de Vevey au XIXe siècle et son héritage architectural ont progressivement disparu, laissant place à un programme principalement résidentiel et commercial. Au fur et à mesure de l'expansion de la ville, les îlots du nord-ouest se sont développés entre 1915 et 1960, période marquée par la densification et la transformation du tissu urbain. Les bâtiments longeant la rivière de la Veveyse, quant à eux, sont nettement plus récents, datant d'à peine une dizaine d'années, après l'arrêt de l'activité des ateliers de constructions mécaniques entraînant la réaffectation du quartier. Ils ont été conçus d'après des exigences énergétiques élevées et accueillent aujourd'hui des logements subventionnés.¹³⁴

Vulnérabilité spatiale
Bien que le site dispose de certains éléments susceptibles d'améliorer le climat du quartier, ces atouts ne suffisent pas à compenser sa vulnérabilité. La rivière de la Veveyse, qui s'écoule à proximité, ainsi que la place Robin au nord-ouest et les cours intérieures végétalisées dans certains îlots, peuvent effectivement apporter un certain rafraîchissement. Cependant, ces éléments restent insuffisants face à la densité de construction et à la prédominance des surfaces minéralisées, qui accentuent la sensibilité du quartier aux fortes températures.

Potentiel d'intervention architectural	●●○○○
Potentiel d'intervention paysager	●●○○○

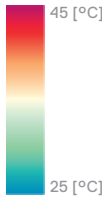
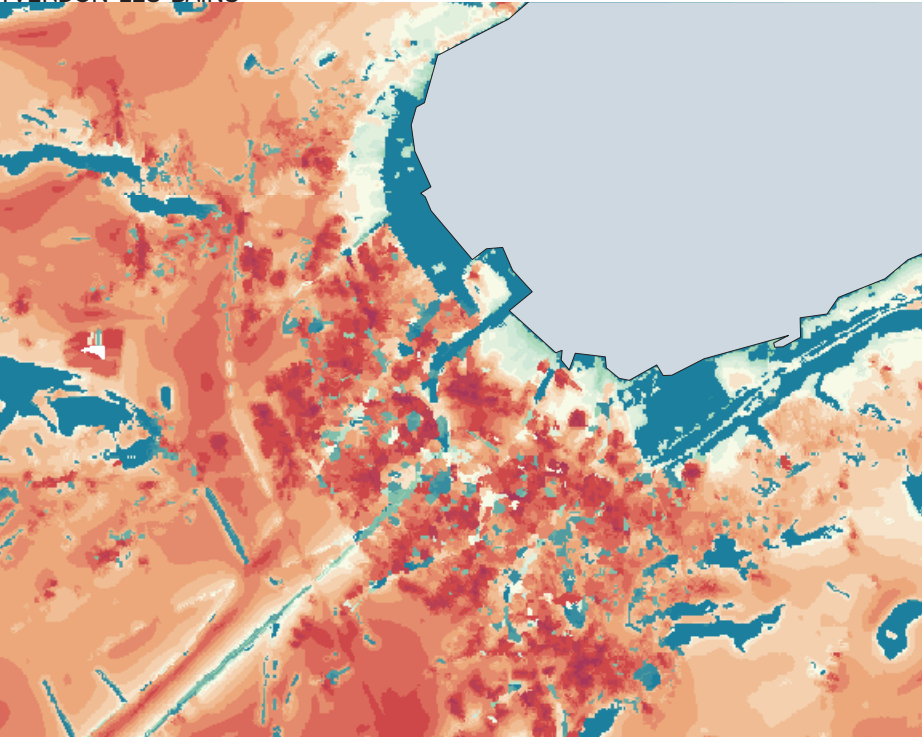
Une intervention à l'échelle de l'ensemble du quartier ne paraît pas pertinente dans ce contexte. En effet, les îlots les plus récents ne nécessitent pas encore de rénovation, tandis que les îlots voisins, plus anciens, ont déjà fait l'objet de rénovations partielles. Pour l'aspect paysager, il semble que la commune se soit déjà emparée de la problématique, avec la mise en œuvre récente de projets de piétonnisation, de désimperméabilisation et de réaménagement des espaces publics, accompagnés de processus participatifs impliquant les habitants.

134
ARCHITECTES.CH. Les Moulins de la Veveyse. [en ligne]

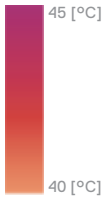
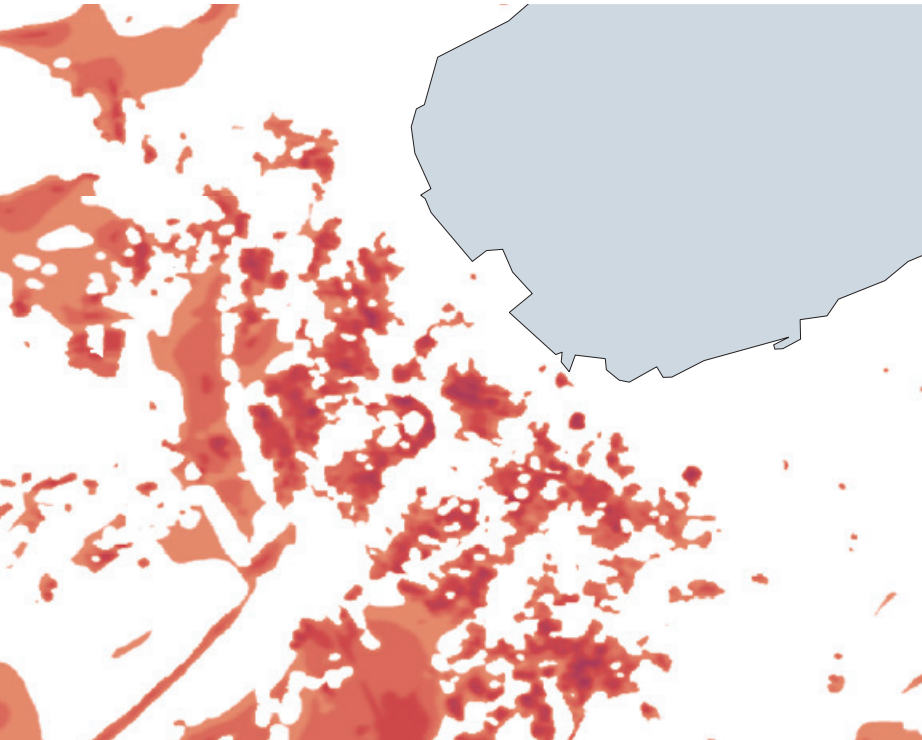


Fig. 40 ↗
Photographies quartier des Moulins
©Zélie Cortès

YVERDON-LES-BAINS



← Fig. 41
Température physiologique équivalente



← Fig. 42
Espaces climatiquement vulnérables

1:50'000

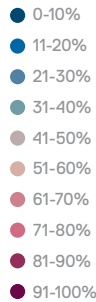


Fig. 43 →
Position socio-économique

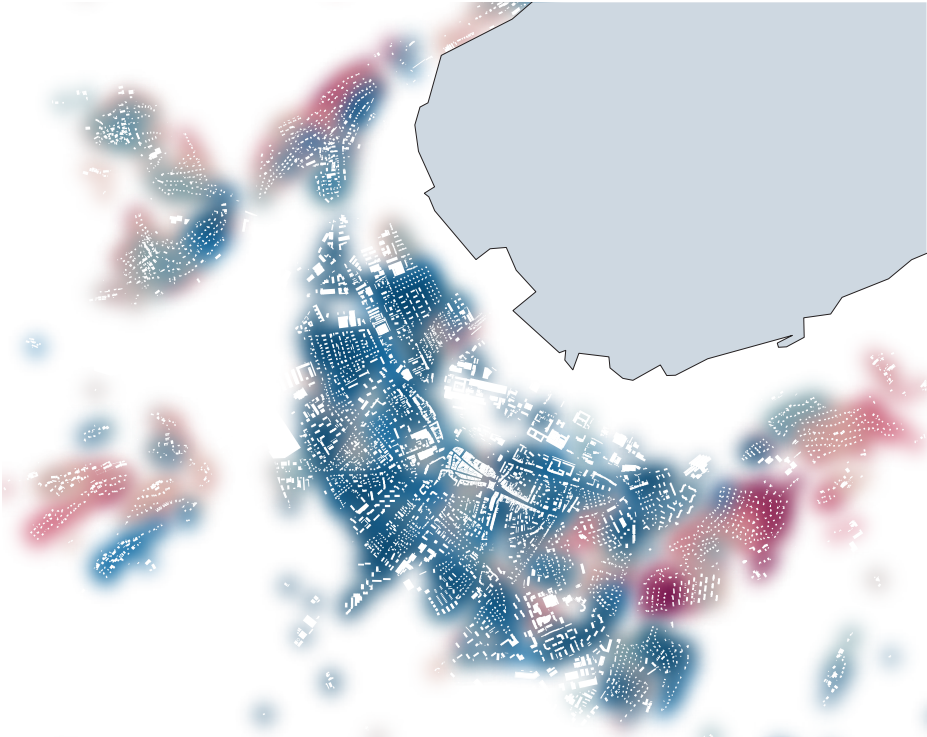
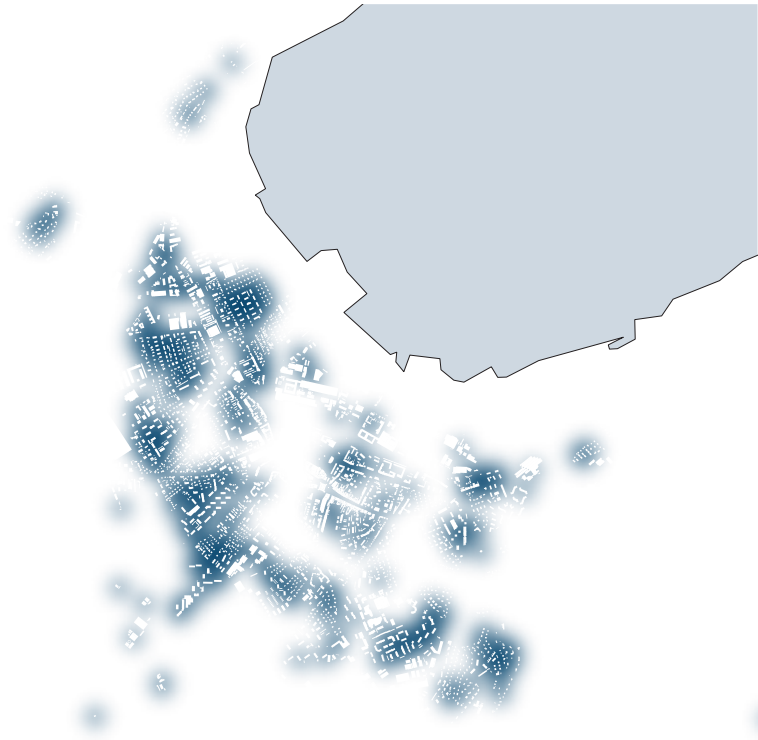
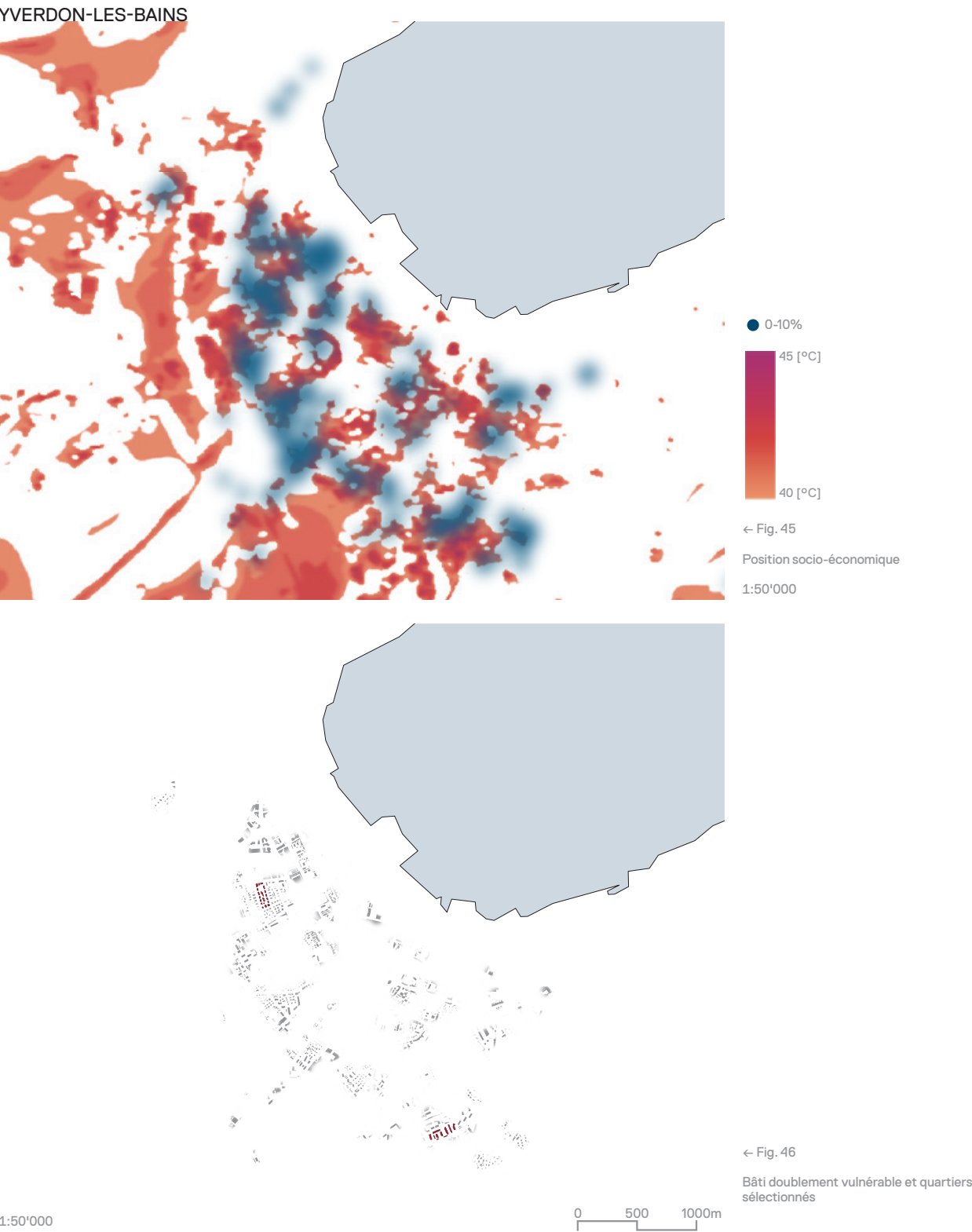


Fig. 44 →
Espaces socialement vulnérables

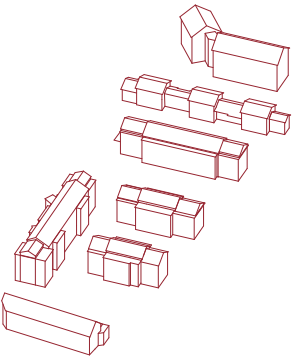


0 500 1000m



QUARTIER HÔPITAL SUD

YVERDON-LES-BAINS



Année de construction	2001-2010
Architecte	n/a
Morphologie	Immeubles alignés
Surface	40'000m²
Note de recensement architectural	n/a
Densité de population	●●○○○
Besoin de rénovation	●○○○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●○○
Densité de la canopée urbaine	●●○○○

Zone agricole jusqu'aux années 1990, cette portion de la ville a rapidement évolué avec la construction du complexe hospitalier. Le quartier en question a émergé au début des années 2000, composé de petits immeubles de trois à quatre niveaux. Localisé en périphérie de la ville, le quartier est peu desservi par les transports publics, ce qui pousse les habitants à privilégier l'usage de véhicules individuels. Cette dépendance à la voiture a des répercussions directes sur l'aménagement des espaces extérieurs, qui sont en grande partie dédiés au stationnement et aux déplacements automobiles. Il en résulte un manque de zones de loisirs ou d'espaces conviviaux, et peu d'éléments sont mis en place pour favoriser une vie de quartier.

Vulnérabilité spatiale
Le quartier est situé à proximité de plusieurs sources majeures de chaleur, notamment les voies ferrées de l'axe Arc lémanique-Yverdon, particulièrement fréquenté, ainsi qu'une zone industrielle de l'autre côté des rails. Par ailleurs, la forte dépendance à l'automobile a conduit à une imperméabilisation étendue des sols, ce qui limite l'espace disponible pour les espaces verts. Lorsque ces derniers existent, ils demeurent modestes, tant en termes de végétation que de biodiversité.

Potentiel d'intervention architectural	●○○○○
Potentiel d'intervention paysager	●●●○○

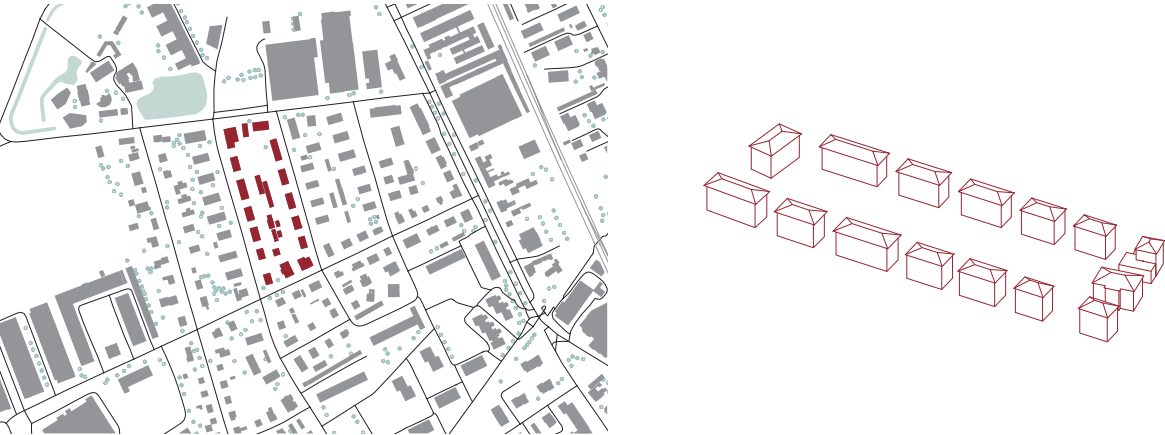
Les constructions sont relativement récentes et ne nécessitent pas de rénovation immédiate. Cependant, lorsque ce moment arrivera, la faible densité et la simplicité des bâtiments offriront une large gamme de possibilités pour de futures interventions architecturales. Quant aux espaces extérieurs, ils pourraient être repensés afin de diversifier leurs usages. L'espace disponible permettrait en effet d'explorer diverses solutions pour améliorer leur fonctionnalité et leur qualité environnementale.



Fig. 47 ↗
Photographies quartier Hôpital Sud
©Zélie Cortès

QUARTIER DE CHEMINET

YVERDON-LES-BAINS



Année de construction	1950-1970
Architecte	n/a
Morphologie	Immeubles alignés
Surface	20'000m²
Note de recensement architectural	n/a
Densité de population	●●○○○
Besoin de rénovation	●●●●○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●○○
Densité de la canopée urbaine	●○○○○

Le quartier de Cheminet se développe à partir des années 1950 sur d'anciennes parcelles agricoles situées au nord-ouest du centre historique d'Yverdon-les-Bains. Dans le contexte d'après-guerre, la pression démographique incite les concepteurs à construire rapidement, souvent en série et à moindre coût. Bien que ce quartier n'ait pas échappé à cette logique, il s'est développé en plusieurs étapes, ce qui a permis une diversité d'architectures, d'orientations et de logiques d'implantation. Les petites immeubles sont principalement disposés parallèlement aux axes routiers, une telle configuration permet de libérer de vastes espaces extérieurs au centre. Cependant, ces derniers sont peu aménagés et semblent sous-exploités, souvent fragmentés par des zones de circulation et de stationnement.

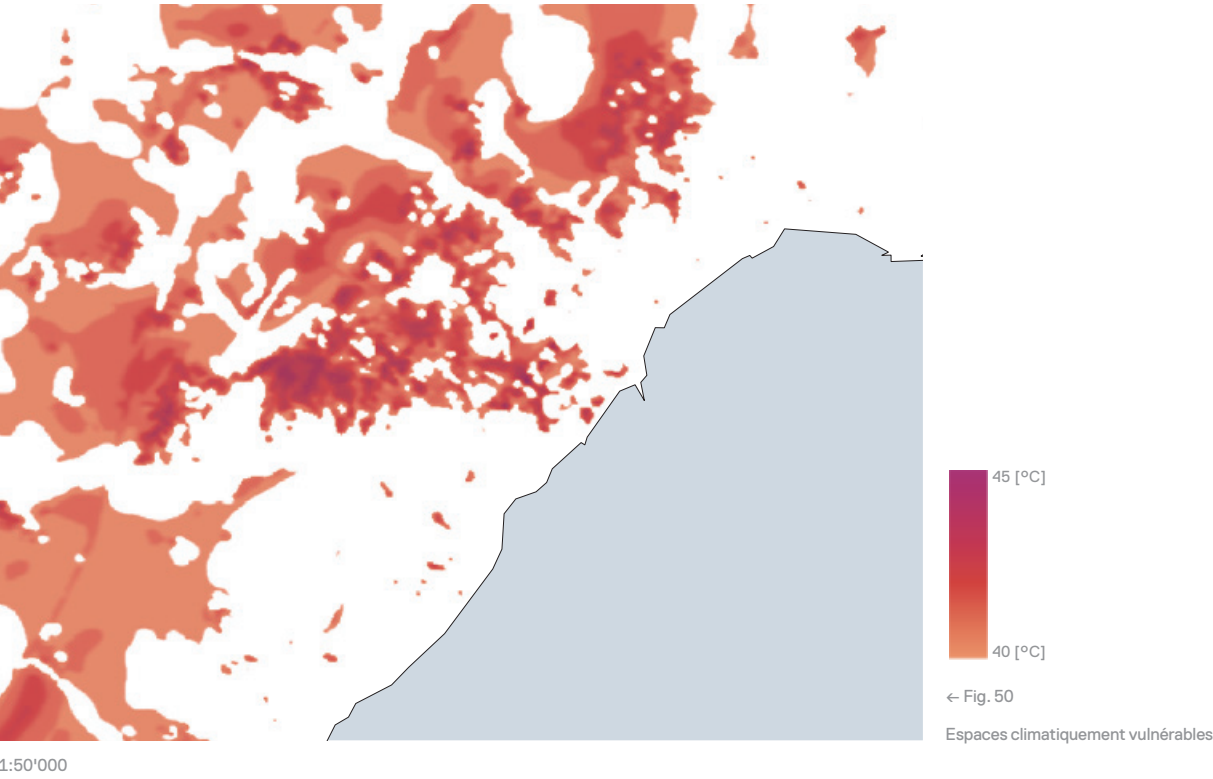
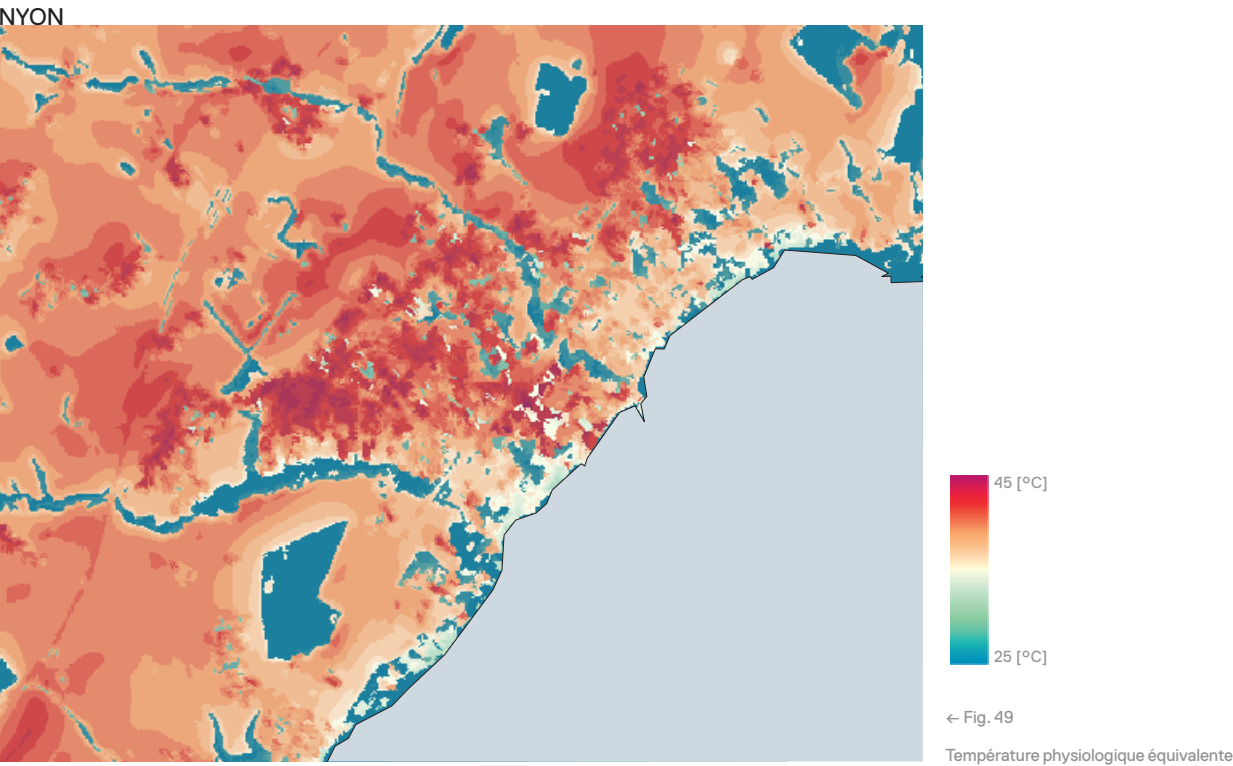
Vulnérabilité spatiale
Bien que la proportion de sols perméables soit relativement élevée, les espaces verts du quartier se limitent principalement à de vastes pelouses peu arborées et dépourvues de biodiversité. Cette absence de végétation diversifiée réduit leur capacité à offrir un rafraîchissement efficace. Cependant, elle présente l'avantage de favoriser l'absorption des eaux pluviales, limitant ainsi les risques de ruissellement.

Potentiel d'intervention architectural	●●●●○
Potentiel d'intervention paysager	●●●●●

Le quartier de Cheminet présente un potentiel significatif tant pour des interventions architecturales que paysagères. Les bâtiments, issus d'une logique de standardisation, offrent une grande flexibilité pour imaginer toutes sortes de solutions. Les espaces extérieurs, peu aménagés laissent également place à de nombreuses possibilités. Toutefois, certaines unités ont déjà été rénovées individuellement, cela pourrait compliquer la coordination d'un projet à l'échelle du quartier.



Fig. 48 ↗
Photographies quartier de Cheminet
©Zélie Cortès



- 0-10%
- 11-20%
- 21-30%
- 31-40%
- 41-50%
- 51-60%
- 61-70%
- 71-80%
- 81-90%
- 91-100%

Fig. 51 →

Position socio-économique

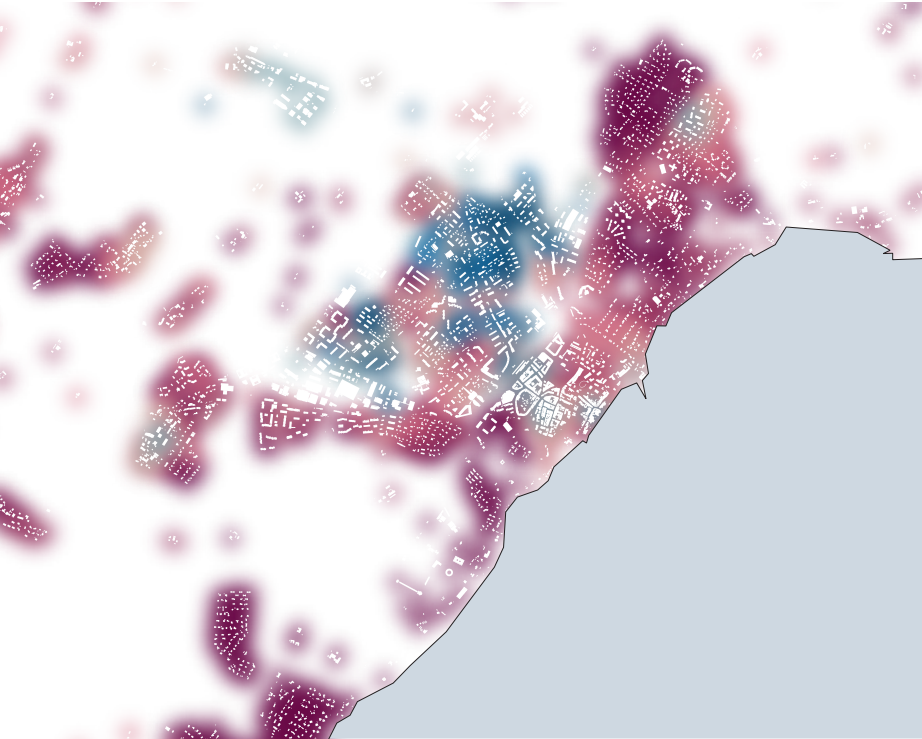
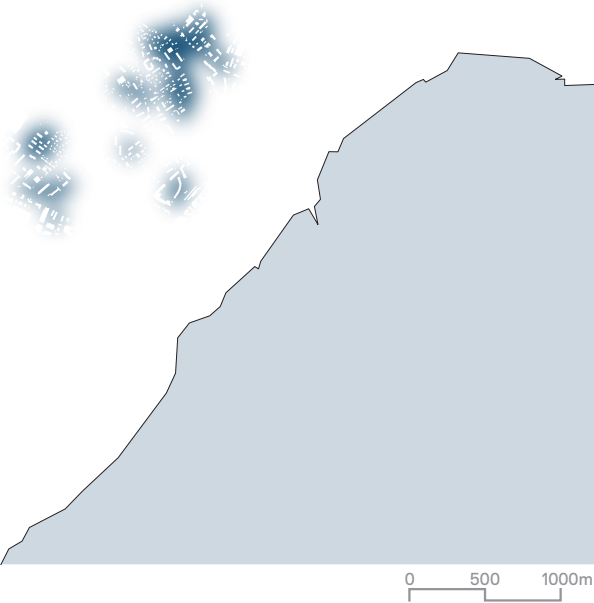
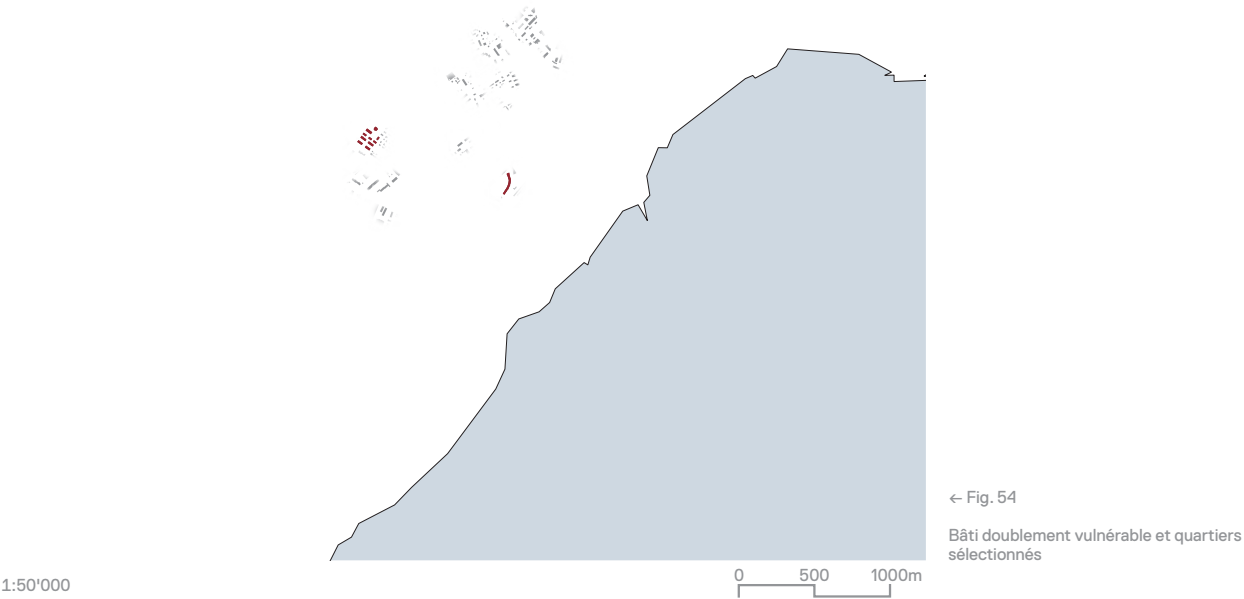
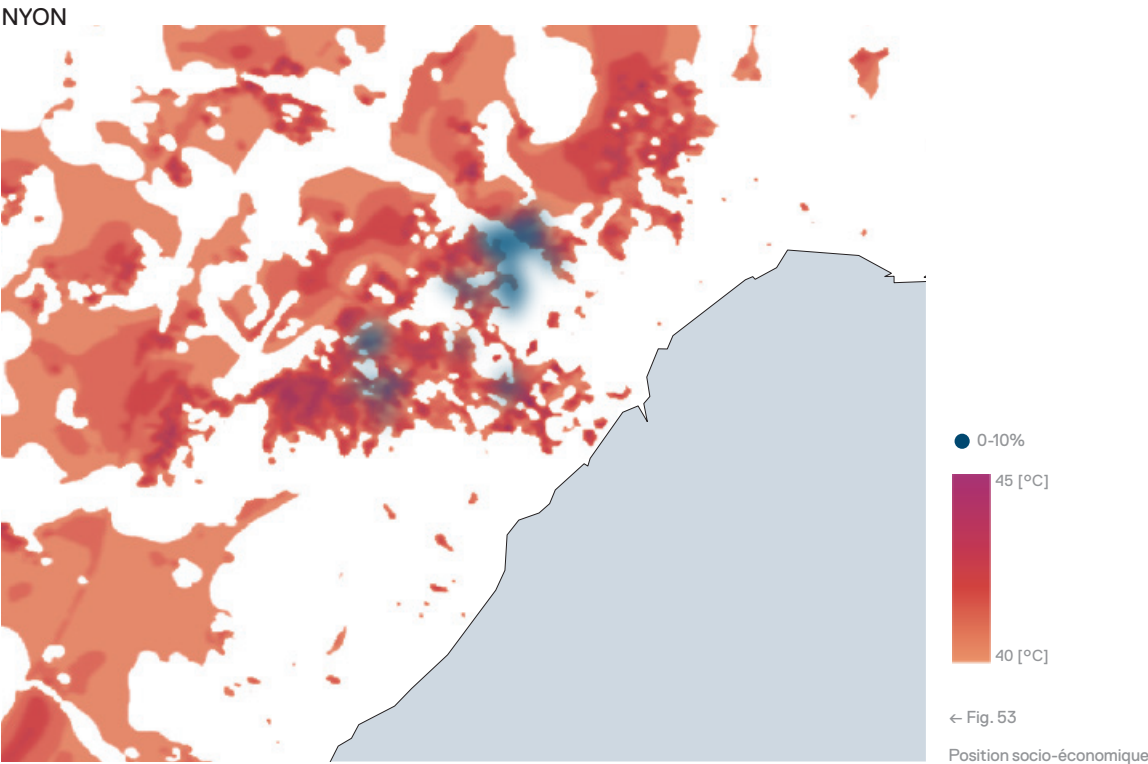
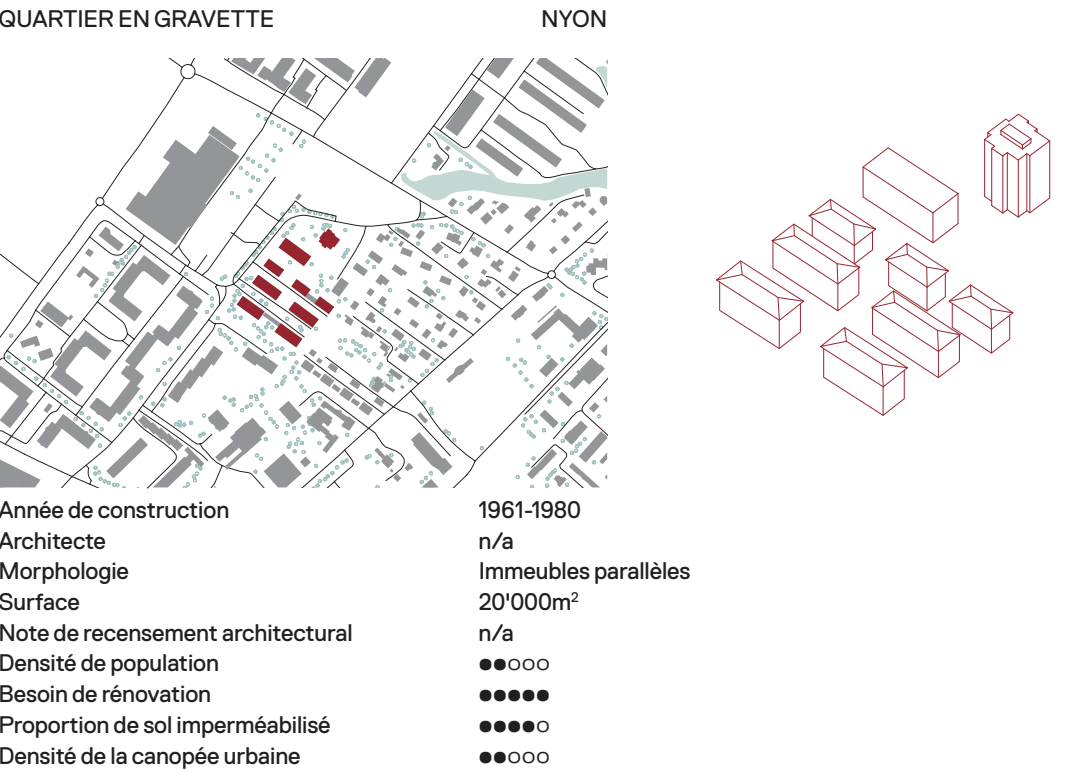


Fig. 52 →

Espaces socialement vulnérables







Construit à l’origine en périphérie de la ville de Nyon, ce quartier incarne parfaitement l’esprit des années 60, une période où la rationalité dominait l’approche architecturale. Les méthodes de construction, inspirées des procédés industriels, privilégiaient l’efficacité dans la planification, la coordination et la préfabrication, répondant ainsi aux besoins d’une urbanisation rapide et économique. Aujourd’hui, le quartier est entièrement intégré au tissu urbain grâce à l’expansion des zones résidentielles et à l’apparition d’un pôle commercial au nord. Il se compose de huit immeubles parallèles orientés sud-ouest, chacun s’élevant sur quatre à cinq étages et d’une petite tour de onze niveaux. Cependant, les espaces interstitiels, principalement dédiés à la circulation et au stationnement automobile, laissent peu de place à la végétation.

Vulnérabilité spatiale
En plus du manque de végétalisation et des risques de surchauffe, le quartier est situé légèrement en aval par rapport aux axes routiers environnants. Cela l'expose à un risque accru de ruissellement en cas de fortes précipitations. Cette vulnérabilité est exacerbée par la faible proportion de zones perméables capables d'absorber ou de retenir d'importantes quantités d'eau, les surfaces imperméabilisées étant majoritairement en dévers.

Potentiel d'intervention architectural	●●●●○
Potentiel d'intervention paysager	●●●●●

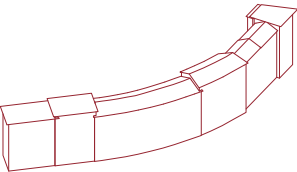
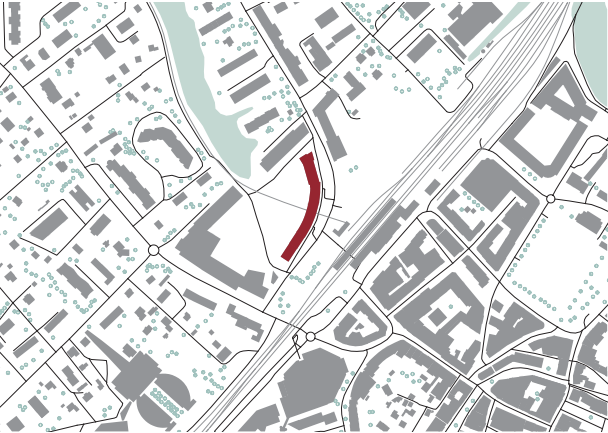
Le quartier, en grande partie non rénové, arrive à un moment crucial de son cycle de vie et nécessite une intervention dans un avenir proche. La standardisation et la modularité des constructions représentent un atout majeur, permettant la mise en œuvre de solutions flexibles. Les espaces interstitiels, aujourd’hui sous-utilisés, présentent une opportunité majeure pour repenser l’aménagement extérieur. La réduction des surfaces dédiées aux voitures pourrait libérer de l’espace pour des solutions novatrices.



Fig. 55 ↗
Photographies quartier Tattes d'Oie
©Zélie Cortès

QUARTIER DE LA MORÂCHE

NYON



Année de construction	1962-1984
Architecte	n/a
Morphologie	Immeubles accolés
Surface	10'000m ²
Note de recensement architectural	4 sur certains bâtiments
Densité de population	●●●○○
Besoin de rénovation	○○○○○
Proportion de sol imperméabilisé	●●●○○
Densité de la canopée urbaine	●●●○○

Juste au nord de la gare de Nyon, un long bâtiment courbé s'élève en surplomb. Composé de six immeubles accolés, il a été construit entre 1962 et 1984, une période où le nord de la ville a commencé à se densifier. Chaque portion du bâtiment présente un langage architectural distinct et un nombre de niveaux variant entre quatre et six. Récemment, le quartier a été densifié par l'ajout d'un volume en L à l'ouest du site, ainsi que par l'aménagement d'un parc arboré entre les deux. Cette intervention a offert l'occasion de rénover l'ensemble du bâtiment et d'en surélever certaines parties.

Vulnérabilité spatiale
Les gares sont généralement des lieux accumulant beaucoup de chaleur, principalement en raison de l'activité ferroviaire et des surfaces peu végétalisées autour de ces installations et le quartier de la Morâche en subit, de fait les effets. Bien que le parc récemment aménagé vise à améliorer cet environnement, il peine encore à remplir pleinement ses objectifs. Il est perçu comme trop chaud et insuffisamment arboré. En effet, les arbres plantés il y a quelques années ne sont pas encore assez développés pour offrir une canopée urbaine suffisante pour rafraîchir l'espace.¹³⁵

Potentiel d'intervention architectural	○○○○○
Potentiel d'intervention paysager	○○○○○

Étant donné la récente rénovation du quartier, aucune intervention architecturale majeure ne semble nécessaire pour les décennies à venir, de même pour les espaces extérieurs. Bien que l'aménagement du parc n'apporte pas encore le rafraîchissement espéré, il contribue à la rétention des eaux de pluie lors de fortes précipitations. Cependant, il serait intéressant d'observer l'évolution de la végétation dans les années à venir pour évaluer si la vulnérabilité climatique du site s'est améliorée.

135
LA CÔTE. *Imperméable et trop chaud, le parc de la Morâche doit être en partie repensé.* 2024 [en ligne]



Fig. 56 ↗
Photographies quartier de la Morâche
©Zélie Cortès

SYNTHÈSE

Ce voyage à travers les vulnérabilités urbaines propose une nouvelle lecture du territoire des quatre villes vaudoises. Tout d'abord, concernant la répartition des vulnérabilités sociales, chaque ville se caractérise par un profil socio-économique distinct. Lausanne et Vevey présentent une certaine mixité, bien que cette dernière reste massée spatialement. À Lausanne, on observe un dégradé socio-économique linéaire d'ouest en est, tandis qu'à Vevey, la répartition est plutôt concentrique, avec les populations les moins aisées concentrées au centre et celles bénéficiant de conditions plus favorisées en périphérie. À l'inverse, Nyon et Yverdon affichent des positions socio-économiques plus homogènes : relativement aisée pour Nyon et davantage défavorisée pour Yverdon, avec seulement quelques pôles spécifiques se démarquant de la tendance générale. Sur le plan de la vulnérabilité physique, aucune ville n'est épargnée par la surchauffe urbaine, ce phénomène étant réparti de manière similaire et proportionnelle à la taille des territoires. Toutefois, il est souvent plus facile de s'en éloigner dans les petites villes que dans les grandes agglomérations. Si la corrélation entre les vulnérabilités spatiales et sociales est difficile à établir à partir des cartes, une tendance se dégage tout de même. À mesure qu'on se rapproche d'un point chaud, la position socio-économique a tendance à baisser. Comme mentionné précédemment, ce n'est pas directement la chaleur urbaine qui influence la position socio-économique, mais plutôt le contexte environnant, souvent marqué par la proximité de grandes infrastructures routières, ferroviaires ou industrielles. Cependant, il n'est pas exclu qu'à l'avenir, les températures urbaines aient un impact sur le marché de l'immobilier et, par conséquent, sur la répartition socio-économique de la population. Il convient de souligner que certaines villes présentent des vulnérabilités cumulées particulièrement étendues, comme les alentours de la gare de Renens et le sud de la gare de Vevey. Dans ces espaces particulièrement exposés, l'échelle d'intervention du quartier a été jugée non pertinente. C'est une réflexion plus globale, qui dépasse les réflexions architecturales, qu'il faudrait entreprendre.

À l'échelle des quartiers, on peut tirer plusieurs conclusions de l'analyse. Premièrement, il est intéressant de noter l'étendue des périodes de construction concernées par cette double vulnérabilité, allant de bâtiments historiques datant de la fin du XIXe siècle à des constructions relativement récentes, pour certaines de moins de 20 ans. Ensuite, trois grandes familles de morphologie se dégagent de la sélection de quartiers. La première étant celle des cités-jardins sur plateforme,

comme le quartier de Boissonnet, celui de Provence-Nord et les jardins de Prélaz. Cette forme architecturale présente une vulnérabilité accrue en raison de la densité élevée du bâti et des plateformes souvent souterraines, qui rendent difficile le déploiement de végétation ou l'intégration de l'eau. De plus, cette typologie laisse peu de place à l'intervention et aux solutions d'adaptation. Cela souligne la nécessité pour les architectes de concevoir non seulement pour les besoins actuels, mais aussi d'anticiper les besoins futurs en prévoyant des marges de manœuvre suffisantes. Une autre morphologie récurrente est celle de l'îlot urbain, que l'on retrouve à Vevey et Lausanne. Souvent situés dans des centres-villes denses et fortement minéralisés, ces îlots deviennent encore plus vulnérables lorsque les cours intérieures ou les espaces inter-titiels ne sont pas exploités pour intégrer de la végétation. Toutefois, leur vulnérabilité sociale est généralement moins marquée, puisqu'ils abritent plus souvent des populations plus favorisées. Enfin, une troisième morphologie concerne les ensembles d'immeubles alignés. Souvent construits en période d'après-guerre, ils répondent à une extension urbaine pensée pour les déplacements en voiture, imposant une importante imperméabilisation des sols, reléguant les espaces naturels au second plan.

Par ailleurs, une réelle question vis-à-vis du patrimoine va se poser dans les décennies à venir. En effet, sur les treize quartiers analysés, six sont entièrement ou partiellement recensés en note 3 ou plus élevée et trois autres ont leur notation en cours de révision. Ces classifications imposent des contraintes supplémentaires pour ne pas altérer les qualités qui ont justifié la notation au patrimoine, lorsque les façades font partie de ces qualités par exemple, les interventions sont délicates. Il faudra alors se demander si, à terme, il sera pertinent de conserver en l'état des bâtiments qui ne sont potentiellement plus habitables, ou pour lesquels les investissements concernant leur préservation seront trop élevés.

Cette analyse a permis de mettre en lumière la diversité architecturale des tissus urbains présentant cette double vulnérabilité sociale et spatiale, tout en soulignant que le problème touche des villes de tailles et de profils socio-économiques variés. Que ce soit en termes d'époque de construction, de densité de population ou encore de morphologie urbaine, aucun projet n'est véritablement exempt du risque d'accentuer la vulnérabilité de ses habitants.

PRENDRE SOIN

Prendre soin, c’est accepter l’héritage du passé. La ville de 2060 est pour la plus grande partie déjà existante, donc plutôt que de se perdre à imaginer la ville du futur, il est plus pertinent de réfléchir au futur de nos villes. Pour cela, il faut tout d’abord commencer à changer de regard sur l’existant, accepter son histoire, le considérer comme une ressource précieuse et l’envisager comme un terrain d’opportunités. Qu’il s’agisse d’édifices historiques, de barres d’immeubles périphériques, de parkings ou de zones industrielles, qu’ils soient monumentaux ou banals, le regard condescendant que nous portons parfois sur certaines formes architecturales doit évoluer. Chacun d’eux est en réalité une source de projet pour répondre aux enjeux de demain.¹³⁶

Prendre soin, c’est entretenir. La maintenance constitue un premier élément essentiel pour garantir la durée de vie et d’utilisation des bâtiments, et éviter toute forme d’obsolescence. Bien qu’elle ne relève pas directement du rôle des architectes, cela reste de leur responsabilité d’anticiper en proposant une conception adéquate et en fournissant les informations nécessaires à l’entretien.

Prendre soin, c’est rénover et réhabiliter. Au vu des ressources consommées et des émissions de gaz à effet de serre générées par le secteur de la construction, la démolition-reconstruction ne peut plus être considérée comme une solution par défaut lorsqu’un bâtiment arrive à la fin de son premier cycle de vie. Si certaines démolitions seront inévitables à l’avenir, il faut garder à l’esprit que, comparée à des interventions de rénovation ou de réhabilitation, la démolition-reconstruction est plus chère, plus nocive pour l’environnement et socialement dommageable, provoquant presque systématiquement une gentrification.¹³⁷ Par ailleurs, la réhabilitation se distingue aussi par la rapidité des processus, facteur important au vu de l’accélération continue du changement climatique.¹³⁸ Pour les architectes, cela implique de changer de pratique, de développer un nouvel artisanat, car intervenir sur des bâtiments existants, souvent non standards, relève davantage de la couture ou de la dentelle que du gros œuvre.¹³⁹ Il faut donc mettre de côté les processus linéaires de la construction neuve et aborder

chaque bâtiment, aussi ordinaire soit-il, avec la même rigueur que pour un édifice patrimonial. Cela implique des diagnostics approfondis de la structure jusqu’aux réseaux techniques, des détails de construction poussés et parfois uniques et des allers-retours entre la conception et les imprévus sur le terrain. Dans les transformations, l’existant impose sa loi. L’incertitude, que la construction neuve cherche à réduire à tout prix, devient ici une composante du projet qu’il faut transformer en moteur de conception pour offrir des espaces de qualité.¹⁴⁰

PROTÉGER

Protéger, c’est travailler préventivement. Travailler de manière préventive implique de reconnaître que les forces naturelles peuvent être trop puissantes par endroits et que pour s’en prémunir, il faut préparer des solutions en amont. Les dynamiques de développement et de destruction d’un bâtiment diffèrent drastiquement de celles d’un paysage ou d’un écosystème. Le vivant, humain compris, possède des zones de stabilité et des limites de vulnérabilité dans lesquelles il vaut mieux rester cantonné afin d’éviter des destructions en chaîne définitives. Cette dynamique non réversible des phénomènes vivants doit nous pousser à travailler de manière préventive pour préserver et renforcer les conditions fondamentales du vivant.¹⁴¹ Cela passe avant tout par une identification des zones vulnérables et des risques associés et par la préparation de réponses concrètes avant que les conséquences ne deviennent visibles, l’incertitude ne doit pas être une excuse à l’inaction.

Protéger, c’est ombrager. Face à des températures qui compromettent l’habitabilité de nos logements et des espaces extérieurs, l’ombre va devenir, en période estivale, une ressource précieuse. Dans l’espace public, elle peut être générée de plusieurs manières, grâce à l’ombre portée des bâtiments eux-mêmes, à la végétation ou encore à l’installation d’ombrières dans les zones où l’arborisation n’est pas envisageable. La végétation, pour fournir une

ombre exploitable, nécessite une canopée haute et fournie, ce qui implique que les arbres plantés aujourd’hui prendront quelques années avant de pouvoir pleinement remplir cette fonction. Les ombrières se déclinent sous plusieurs formes, telles que des pavillons, des abris, des tonnelles, du mobilier urbain, des voilages ou encore des installations suspendues comme on peut le voir dans les centres-villes méditerranéens.¹⁴² Sur les bâtiments, les dispositifs d’ombrage extérieurs sont également primordiaux afin de limiter les apports thermiques en interceptant le rayonnement solaire. Cependant, ils doivent être conçus, justement, en fonction du soleil. Les façades sud, par exemple, bénéficieraient davantage d’avant-toits ou de dispositifs horizontaux tandis que les façades est et ouest se verront plutôt attribuer des dispositifs verticaux, mieux adaptés à la course du soleil. L’ajout de coursives ou de balcons en façade peut jouer le rôle d’avant-toit, tout en offrant des usages complémentaires. Les angles d’incidence du rayonnement solaire peuvent être utilisés pour générer les formes des façades.

Protéger, c’est éponger. L’intensification et la multiplication des aléas hydrologiques vont, à l’avenir, nous imposer de reconsidérer la place de l’eau dans nos espaces urbains. Afin de limiter les risques de ruissellement, l’eau doit pouvoir être absorbée ou retenue de manière contrôlée et sécurisée. Ce défi est déjà exploré depuis longtemps et trouve une réponse particulièrement pertinente dans le concept de « ville-éponge ». Ce modèle propose de permettre à la ville, telle une éponge, d’absorber l’excédent de pluie par des espaces verts, des surfaces de rétention aménagées ainsi que des toitures ou façades végétalisées, pour ensuite le restituer lentement par évaporation ou infiltration. Le principal objectif est de garder l’eau au plus près de son point de chute et ainsi de préserver au maximum son cycle naturel. En reconsidérant l’eau de pluie comme une ressource, elle peut être collectée pour une réutilisation en période de sécheresse tout en contribuant à l’amélioration du cadre de vie urbain. Pour mettre en place ces principes, il est indispensable de privilégier des sols perméables, dépourvus de construction sous-terrainne, et d’aménager des zones pouvant être inondées temporairement. Cela peut prendre

la forme de bassins de rétention, de fossés ouverts ou de noues, l’eau y est retenue le temps qu’elle s’évapore ou que les sols, moins saturés, puissent l’infiltrer et alimenter les nappes phréatiques. Par ailleurs, dégager ce genre d’espaces en ville présente des co-bénéfices significatifs, notamment pour le rafraîchissement et la biodiversité. Ces réflexions ne se limitent pas à l’échelle urbaine, elles sont pertinentes dès la petite échelle. À l’échelle du bâtiment, les toitures végétalisées et la récupération d’eau de pluie contribuent au concept de « ville-éponge » en limitant l’alimentation des systèmes d’évacuation urbains.¹⁴³

RAFRAÎCHIR

Rafrâichir, c’est végétaliser. Lorsque l’on évoque le rafraîchissement urbain, c’est probablement la première stratégie mentionnée. À travers divers mécanismes, les arbres et la végétation régulent le climat urbain par l’apport d’ombre, comme déjà évoqué, l’évapotranspiration réduisant la température de l’air ainsi qu’une réflexion du rayonnement accrue grâce à un albédo élevé. Une modélisation climatique de la ville de Lausanne a montré que l’atteinte de l’objectif de 30% de canopée urbaine d’ici 2040, contre environ 20% actuellement, pourrait abaisser la température ressentie de 2 à 7°C en journée dans les conditions prévues pour 2060, compensant ainsi partiellement les effets du changement climatique. Cela montre que les processus de végétalisation ne produiront des effets significatifs que s’ils sont abordés de manière ambitieuse et systématique, et non de façon ponctuelle. Toutefois, cette végétalisation pourrait aussi entraîner une augmentation de la température nocturne de l’ordre de 1°C, en raison de la densité de la couverture végétale qui peut entraver la ventilation, limitant ainsi le rafraîchissement nocturne.¹⁴⁴ Pour éviter cela, il sera nécessaire d’examiner l’emplacement précis des arbres, mais également, tout en prenant également en compte les principes de justice climatique. Il ne s’agira pas seulement de planter là où l’espace est disponible, mais surtout là où il y a besoin.¹⁴⁵

136

LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain. *Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires*. 2022. p.32-34

137

MADEC, Philippe. *Mieux avec moins : architecture et frugalité pour la paix*. 2021. p.121

138

MADEC, Philippe. *Mieux avec moins : architecture et frugalité pour la paix*. 2021. p.122

139

LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain. *Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires*. 2022. p.30

140

GRISOT, Sylvain. *Redirection urbaine : sur les chantiers de l’adaptation de nos territoires*. 2024. p.101-106

141

BONNAUD, Xavier, DANIEL-LACOMBE, Éric et YOUNÈS, Chris. *Faire face aux risques : architecture & philosophie*. 2023. p.25-27

142

ADAPTAVILLE et AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT. *Les solutions d’ombrage en ville*. 2023. [en ligne]

143

OFEV et ARE. *Eau de pluie dans l’espace urbain*. 2022. p.17-19.

À l'échelle du bâtiment, la végétalisation peut prendre place en toiture ou sur les façades. Les toitures, souvent des surfaces importantes et sous-exploitées, présentent un potentiel important. Cependant, la végétalisation en façade a un impact direct plus marqué sur le microclimat urbain, en réduisant le rayonnement thermique à proximité. En façade, la végétation peut prendre racine en pleine terre ou être intégrée directement dans la composition de la façade. Dans tous les cas, la végétation agit comme un isolant, améliorant le confort thermique en hiver comme en été.¹⁴⁶ Il faut aussi veiller à ce que la végétation proche des ouvertures ne nuise pas à l'apport de lumière ou au confort visuel dans les bâtiments, et des feuillages caducs laissant passer le rayonnement solaire en hiver sont à privilégier.

Outre son rôle rafraîchissant, la végétalisation offre de nombreux co-bénéfices liés à la gestion de l'eau, la biodiversité, l'atténuation du bruit, la capture du CO₂ ou encore le bienfait psychologique sur les humains.¹⁴⁷ Toutefois, plusieurs éléments doivent être pris en compte lors de la sélection des plantes. Il vaut mieux choisir des espèces adaptées aux conditions climatiques futures, tout en évitant les espèces exogènes invasives qui risqueraient de nuire à la biodiversité locale. Il convient également de noter que certaines espèces d'arbres émettent des composés organiques volatils nuisant à la qualité de l'air.

Rafrâichir, c'est désimperméabiliser.

En plus d'améliorer la gestion des eaux pluviales, la désimper­méabilisation contribue également à réguler le climat urbain. En effet, cela réduit les surfaces minérales qui absorbent le rayonnement solaire et favorise l'évaporation de l'eau présente dans le sol, ce qui rafraîchit l'air ambiant. Si l'idéal reste une désimper­méabilisation complète suivie d'une végétalisation, la désimper­méabilisation partielle, par exemple avec des surfaces gravillonnées ou des pavés joints, apporte déjà des bénéfices.¹⁴⁸ Une modélisation climatique de Lausanne a également étudié un scénario de désimper­méabilisation des places de parking privées, représentant 13%

du territoire. Cette initiative diminuerait les températures diurnes et nocturnes jusqu'à 2°C.¹⁴⁹ Toutefois, la désimper­méabilisation massive soulève des préoccupations sur les risques de pollution des eaux souterraines ainsi que sur la gestion de l'asphalte retiré dont le recyclage est limité.

Rafrâichir, c'est renforcer la trame bleue.

Les étendues d'eau jouent un rôle important dans l'écologie climatique grâce à l'évaporation, processus qui prélève de l'énergie dans l'air ambiant et qui contribue à le refroidir. Les solutions sont diverses, bassins, cours d'eau ou encore fontaines. Le rafraîchissement par évaporation peut aussi être appliqué à l'échelle du bâtiment par rafraîchissement adiabatique. Ce processus consiste à faire passer de l'air chaud à travers un module contenant de l'eau, permettant à l'air de se refroidir en raison de l'énergie absorbée par l'eau lors de son passage de l'état liquide à gazeux.¹⁵⁰ L'eau étant une ressource qui va se raréfier, notamment en été, il faudra privilégier des eaux dont la source est naturelle, telles que la récupération des eaux pluviales ou l'utilisation d'un lac ou d'une rivière à proximité.

Rafrâichir, c'est ventiler.

La ventilation permet, outre un renouvellement d'air, d'évacuer la chaleur, elle se repose principalement sur des phénomènes naturels, tels que les vents, la convection ou les différences de pression. À l'échelle d'un quartier ou d'une ville existante, il est difficile de pouvoir modifier l'orientation des bâtiments pour améliorer l'aération urbaine, contrairement à la conception de nouveaux projets où l'on peut s'appuyer sur l'analyse des vents dominants. Toutefois, lors d'intervention sur l'existant, il est possible d'intégrer ces réflexions sur la dimension des ouvertures ou dans les cloisonnements intérieurs pour permettre une libre circulation de l'air, en particulier pour favoriser le rafraîchissement nocturne. Un autre phénomène exploitable est la convection, qui résulte du mouvement de l'air causé par des gradients de température, l'air chaud moins dense a tendance à monter tandis que l'air frais

redescend. À l'échelle urbaine, ce phénomène se manifeste principalement à proximité des étendues d'eau, des mers ou des lacs. La nuit, l'air au-dessus des terres se refroidissant plus rapidement que celui à la surface de l'eau, génère un mouvement convectif qui dirige l'air vers l'eau, créant ainsi une brise de terre. En journée, le phénomène inverse, appelé brise de mer, se produit lorsque l'air au-dessus des terres se réchauffe plus rapidement que celui au-dessus de l'eau.¹⁵¹ Ces dynamiques peuvent être prises en compte lors de la conception de projets situés à proximité d'un plan d'eau. À l'échelle du bâtiment, comme l'air est enfermé, la convection engendre une stratification des températures. Pour maintenir des espaces frais, il est donc recommandé de prévoir de hauts plafonds et des ouvertures placées en hauteur afin de favoriser l'évacuation de la chaleur. Ce phénomène peut également être utilisé pour organiser l'espace selon les besoins thermiques des différentes zones du bâtiment.¹⁵² Un autre phénomène physique permettant de ventiler est celui des différences de pression. L'air tend à se déplacer des zones de haute pression vers celles de basse pression. À l'échelle du bâtiment, ce phénomène est visible dans l'effet de cheminée, où la différence de température entre l'air intérieur et l'air extérieur crée un différentiel de pression. Ce dernier pousse l'air chaud vers le haut, tandis que l'air frais est aspiré par les ouvertures situées en bas, générant ainsi une ventilation naturelle et l'évacuation de l'air chaud. Cet effet pourrait être utilisé pour faire circuler l'air frais des caves enterrées par exemple et rafraîchir les espaces de vie des niveaux supérieurs.¹⁵³ Bien que ces stratégies soient plus faciles à intégrer lors de la construction de nouveaux bâtiments, elles peuvent également être réfléchies pour une intervention sur l'existant.

MICRO-CLIMATISER

Micro-climatiser, c'est créer des îlots de fraîcheur.

Face aux effets d'îlots de chaleur, de nouveaux concepts, tels que les îlots de fraîcheur, les refuges climatiques ou les forêts urbaines émergent pour pallier l'inconfort thermique. Disséminés dans la ville, ces espaces sont pensés comme des zones de repli pour les plus vulnérables en cas de fortes chaleurs. Ils intègrent diverses stratégies, souvent combinées, incluant l'eau, la végétation et des aménagements spécifiques, comme des assises ou des jeux pour enfants.¹⁵⁴ Dans la même réflexion, des cartes d'espace frais voient le jour pour recenser les lieux où les habitants peuvent bénéficier de températures ressenties plus fraîches lors de vagues de chaleur. À Lausanne, plus d'une centaine de lieux ont été identifiés, des forêts, des parcs ou des plans d'eau, mais aussi des lieux fermés, tels que des églises, des musées ou des bibliothèques.¹⁵⁵ Ce genre d'initiatives suggère aussi l'idée qu'à l'avenir des espaces artificiellement climatisés par nécessité, comme les hôpitaux ou les EMS pourraient aussi accueillir les plus vulnérables en journée, pendant les épisodes caniculaires.

Micro-climatiser, c'est déphaser les usages.

Adapter l'usage des pièces à la saison est un concept ancré dans certaines cultures notamment au Moyen-Orient, où les maisons étaient traditionnellement divisées en locaux d'hiver et locaux d'été, souvent situés de part et d'autre d'une cour centrale. Ce nomadisme interne¹⁵⁶ ou cette transhumance intérieure¹⁵⁷ consiste à redéfinir en permanence les espaces vivables, en recherchant tour à tour fraîcheur ou chaleur selon les conditions climatiques. Cela suppose que les usages ne sont plus figés par la fonction initiale des espaces, mais qu'ils émergent, malgré eux, en réponse aux conditions environnementales et climatiques qui deviennent les forces motrices du projet. Dans cette logique, les éléments fondamentaux de l'architecture ne seraient plus tant les murs, les sols ou les plafonds, mais plutôt la chaleur, l'humidité et l'air.¹⁵⁸

144	145	146	147	152	153	154	155
VILLE DE LAUSANNE. <i>Rapport de synthèse des résultats de la modélisation climatique sur le territoire lausannois</i> . 2024. p.8	RTS. <i>Canicule, tempêtes, incendies : Comment s'adapter au dérèglement climatique ?</i> Infrarouge. 2023. [en ligne]	OFEV et ARE. <i>Quand la ville surchauffe</i> . 2018. p.64-67	MARRY, Solène. <i>Adaptation au changement climatique et projet urbain</i> . 2020. p. 78	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.65	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.165	DELABARRE, Muriel. <i>Trame de fraîcheur : le projet urbain face au changement climatique</i> . 2023	VILLE DE LAUSANNE. <i>Carte des espaces frais</i> . [en ligne]
148	149	150	151	156	157	158	
OFEV et ARE. <i>Quand la ville surchauffe</i> . 2018. p.60	VILLE DE LAUSANNE. <i>Rapport de synthèse des résultats de la modélisation climatique sur le territoire lausannois</i> . 2024. p.10	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.141	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.64	ALEXANDROFF, Georges et ALEXANDROFF, Jeanne-Marie. <i>Architectures et climats : soleil et énergies naturelles dans l'habitat</i> . 1982. p.36	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.344	RAHM, Philippe. <i>Climatic architecture</i> . 2023. p.337-340	

Micro-climatiser, c’est prévoir des espaces intermédiaires. Les considérations bioclimatiques valorisent depuis longtemps le concept d’espaces tampons, qui agissent comme des médiateurs climatiques entre l’intérieur et l’extérieur. Ces pièces peuvent prendre la forme d’un jardin d’hiver, d’un atrium ou de double peau, comme on en trouve déjà sous nos latitudes, mais elles peuvent aussi se décliner sous forme de galeries, de porches ou de vestibules comme dans l’architecture méditerranéenne. Tantôt lieu de passage, de transition ou de prolongement, parfois privé, parfois public, ces espaces contribuent à enrichir le lien spatial et climatique entre intérieurs et extérieurs.¹⁵⁹ Ces espaces interstitiels peuvent également protéger contre les intempéries ou modérer les apports solaires. En somme, ils offrent une précieuse flexibilité pour moduler les climats intérieurs en fonction des besoins et des saisons.

MUTUALISER

Mutualiser, c’est partager des espaces. Face au changement climatique, le partage émerge comme un vecteur de solutions. À l’échelle du quartier, cela se concrétise par la mutualisation d’espaces. Que ce soit à l’extérieur, à travers des initiatives comme l’agriculture urbaine partagée, du mobilier urbain commun, des maisons de quartier accessibles à tous, ou à l’intérieur, avec des cuisines collectives, des buanderies ou des chambres d’amis partagées, les possibilités sont multiples. Cette mutualisation s’étend également aux équipements, à l’outillage, aux biens, voire aux services. Cette logique de partage va de pair avec l’intensification de l’utilisation des espaces existants, en repensant leur usage, mais aussi leur utilisation dans le temps. Nombre d’espaces sont sous-utilisés pendant une partie de la journée, de la semaine ou de l’année, et leur réaffectation temporelle partielle permet de redonner vie à ces lieux tout en favorisant une certaine mixité.¹⁶⁰ Cette forme de partage peut se manifester sous diverses formes : aménagements extérieurs temporaires, occupations transitoires des bâtiments en été, ou encore espaces polyvalents aménageables en cas d’aléa. Si le partage contribue à la diminution de la consommation

individuelle, s’inscrivant dans des processus d’atténuation, les dynamiques de coopération issues de la constitution de communs qui en résultent participent également à construire une communauté plus résiliente.

Mutualiser, c’est créer et consolider le lien social. Comme précédemment évoqué, la cohésion sociale est un facteur clé de la capacité d’adaptation individuelle, notamment en évitant les situations d’isolement, vecteur de vulnérabilité. Le voisinage à l’échelle du quartier, se fonde sur des relations qui ne dépendent pas uniquement de liens familiaux ou amicaux préexistants. Il offre donc à chacun la possibilité de s’y intégrer. Une telle communauté facilite le partage d’informations et la sensibilisation, permettant de diffuser les bonnes pratiques en cas d’aléa. Lors d’événements climatiques, les mécanismes d’entraide, déjà en partie établis, faciliteront une adaptation plus fluide et résiliente. Toutefois, il faut veiller à ce que ce lien social s’inscrive dans une perception réaliste du risque. En effet, la cohésion sociale peut également renforcer des narratifs qui considèrent les aléas comme gérables, tout en minimisant les précautions ou la préparation nécessaires.¹⁶¹

Par ailleurs, dans un contexte où les habitudes, les modes de vie et le rapport à l’environnement qui devront également s’adapter aux conditions futures, la communauté peut être moteur de transformation. Elle permet l’émergence de démarches participatives, basées sur les idées et aspirations de chacun, privilégiant des solutions collectives plutôt qu’individuelles et contribuant à l’émergence de récits collectifs alternatifs, indispensables pour construire la ville de demain.

159

ALEXANDROFF, Georges et ALEXANDROFF, Jeanne-Marie. *Architectures et climats : soleil et énergies naturelles dans l’habitat*. 1982. p.40

160

GRISOT, Sylvain. *Redirection urbaine: sur les chantiers de l’adaptation de nos territoires*. 2024. p.62

161

JAFRY, Tahseen (dir.). *Routledge handbook of climate justice*. 2019. p.333



CHOIX DES CAS D'ÉTUDE

Lorsque l'adaptation climatique est mentionnée dans les projets architecturaux, deux notions sont fréquemment confondues : le projet d'adaptation climatique et le projet climatiquement adapté. Si cette distinction peut sembler subtile, elle est en réalité fondamentale. Concevoir aujourd'hui un nouveau projet pensé dès le départ pour répondre aux conditions climatiques futures est une démarche nettement plus aisée que celle d'adapter la ville existante à ces mêmes exigences. De ce fait, les exemples s'en font nettement plus rares, se résumant souvent à des objectifs de taux de couverture végétale à l'échelle de la ville ou à des questions d'isolation thermique à l'échelle du bâtiment. Par ailleurs, lorsque des projets architecturaux répondent à ces conditions, il reste encore rare que l'adaptation climatique soit érigée en priorité de la conception architecturale. Elle découle, souvent de manière indirecte, d'autres décisions de projet, prises pour répondre à des enjeux différents sans que l'adaptation ne soit l'intention initiale.

De ce fait, identifier des exemples de bonnes pratiques prenant en compte à la fois le bâti existant, mais aussi les espaces extérieurs pour répondre à la problématique de manière globale s'est avéré délicat. Il en résulte l'identification de trois types d'intervention à trois échelles différentes, déployant chacun des stratégies différentes, mais complémentaires :

- l'intervention paysagère, répondant au problème de surchauffe urbaine et de gestion des eaux
- l'intervention sur le bâti, se focalisant sur la rénovation et le confort humain
- l'intervention éphémère, opération ponctuelle dans le temps et l'espace répondant à l'urgence

Pour chacune de ces échelles, un cas d'étude a été sélectionné. À noter que les projets identifiés proviennent de climats proches du climat helvétique afin de faciliter la transposition des stratégies mises en œuvre.

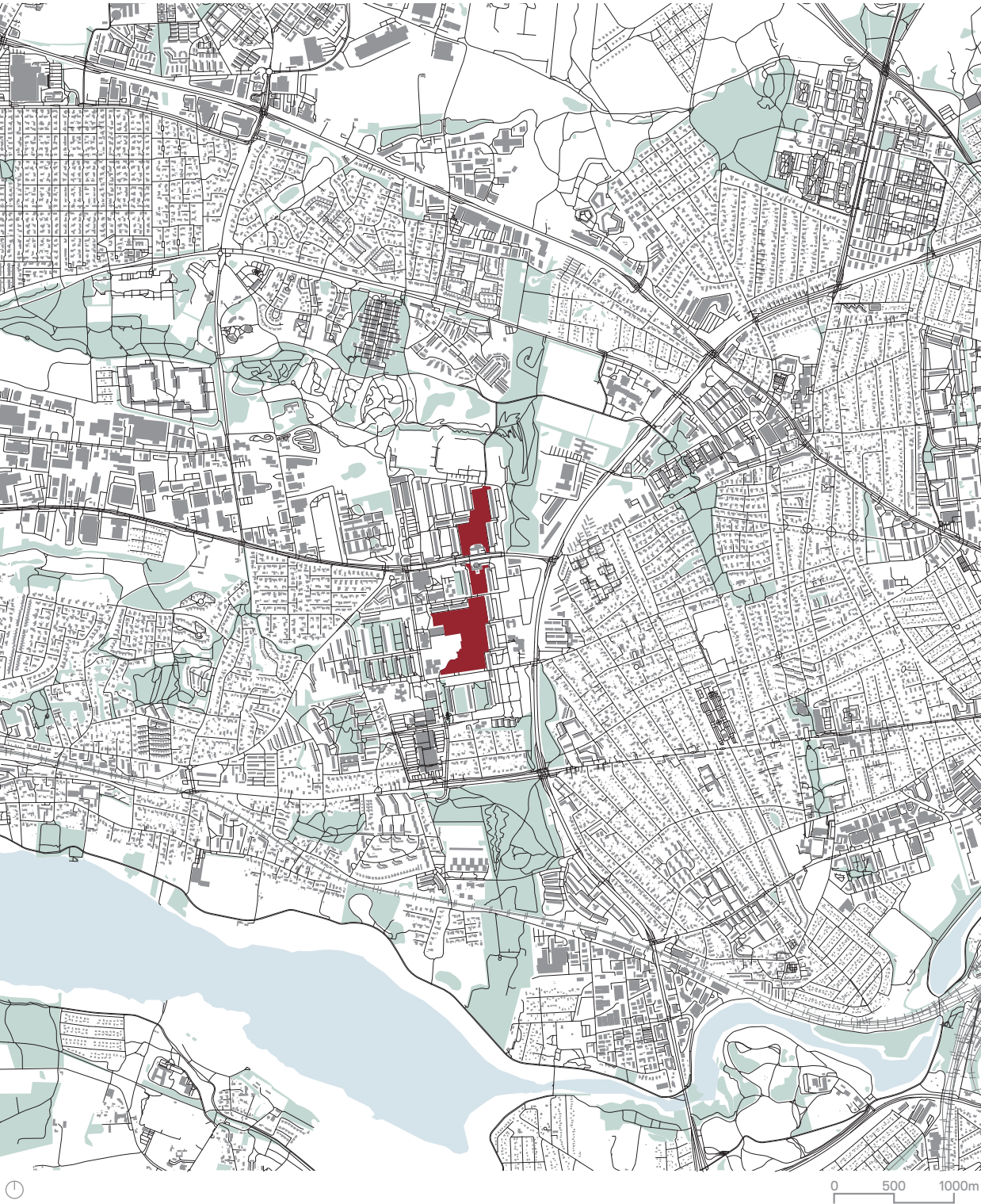
← Fig. 57
Localisation des cas d'étude

* INTERVENTION PAYSAGÈRE
Gellerup City Park
Aarhus, Danemark
2019

* INTERVENTION SUR LE BÂTI
Cité du Grand Parc
Bordeaux, France
2017

* INTERVENTION ÉPHÉMÈRE
DEMO-MI²
Fribourg, Suisse
2022

INTERVENTION PAYSAGÈRE



GELLERUP CITY PARK

Architecte :	SLA, COWI, Effekt
Lieu :	Aarhus, Danemark
Type d'intervention :	Réaménagement paysager
Surface :	130'000m²
Programme :	Logements
Date de construction :	1968
Date d'intervention :	2019
Maître d'ouvrage :	Brabrand Boligforening, Association de logements sociaux
Climat actuel :	Climat océanique
Climat de 2060 ¹⁶² :	Potenza, Italy

Le projet Gellerup City Park, situé dans le quartier de Gellerup à Aarhus, au Danemark, constitue une transformation en profondeur de l'espace urbain d'un quartier historiquement marginalisé. Ce projet s'inscrit dans une stratégie plus globale visant à réintégrer le quartier dans le tissu urbain de la ville et à améliorer la qualité de vie des habitants.

Contexte
C'est dans la deuxième plus grande ville du Danemark, Aarhus, que le quartier de Gellerup abrite le plus vaste ensemble de logements sociaux du pays. Construit dans les années 1960 pour répondre à l'explosion démographique d'après-guerre, il s'inscrit dans l'approche moderniste de l'urbanisme, marquée par des barres d'immeubles fonctionnelles et uniformes. Initialement conçu comme une ville satellite pour accueillir les classes moyennes d'Aarhus, le projet espérait offrir une qualité de vie moderne, avec des espaces ouverts et une proximité avec la nature. Cependant, cette vision a progressivement disparu, laissant place à des dysfonctionnements structurels et sociaux.

La modification du terrain naturel pour s'adapter aux grands blocs résidentiels a engendré des espaces verts fragmentés et des différences de niveaux abruptes. L'omniprésence de parkings et d'impasses a accentué la rupture dans le tissu urbain, tandis que les vastes pelouses font juste office de décoration. De plus, les aménagements extérieurs dépourvus de mobilier ou d'infrastructures n'ont pas réussi à instaurer des conditions sécurisantes pour les résidents. Avec le temps, ces choix architecturaux et paysagers ont contribué à créer un environnement perçu comme froid et désincarné, éloignant le quartier des idéaux d'intégration et de cohésion sociale portés par les concepteurs de l'époque.¹⁶³

Vulnérabilité spatiale
Le quartier de Gellerup, comme une grande partie du Danemark, est exposé à des vulnérabilités physiques principalement liées aux risques hydrologiques. Avec un climat légèrement plus tempéré que celui de la Suisse et une forte influence maritime, le Danemark est un peu moins exposé aux effets directs de la hausse des températures. En revanche, sa proximité avec la mer accentue sa vulnérabilité face à des phénomènes tels que la montée des eaux, l'érosion côtière et l'intensification des inondations, amplifiées par la fréquence croissante des tempêtes. Bien que Gellerup soit situé à l'intérieur des terres, son aménagement initial se révèle être peu résilient face aux aléas hydrologiques et ses infrastructures vieillissantes le rendent particulièrement sensible aux débordements des systèmes de drainage urbains et aux impacts d'événements climatiques extrêmes.

Vulnérabilité sociale
La vulnérabilité sociale de Gellerup découle en grande partie de son isolement géographique et de son aménagement monofonctionnel. Situé en périphérie d'Aarhus, ce quartier a été conçu principalement pour offrir des logements, mais sans prévoir d'autres infrastructures telles que des équipements publics, des espaces de loisirs ou des commerces de proximité. Cette absence de diversité fonctionnelle a conduit à une forte séparation entre la population locale, souvent issue de milieux modestes ou de l'immigration, et le reste de la ville. Cette ségrégation sociale a engendré des tensions culturelles, économiques et politiques, avec des problèmes de chômage élevé, de faible mobilité sociale et d'intégration difficile. Gellerup reste aujourd'hui encore l'un des quartiers les plus stigmatisés et défavorisés du pays.

← Fig. 58

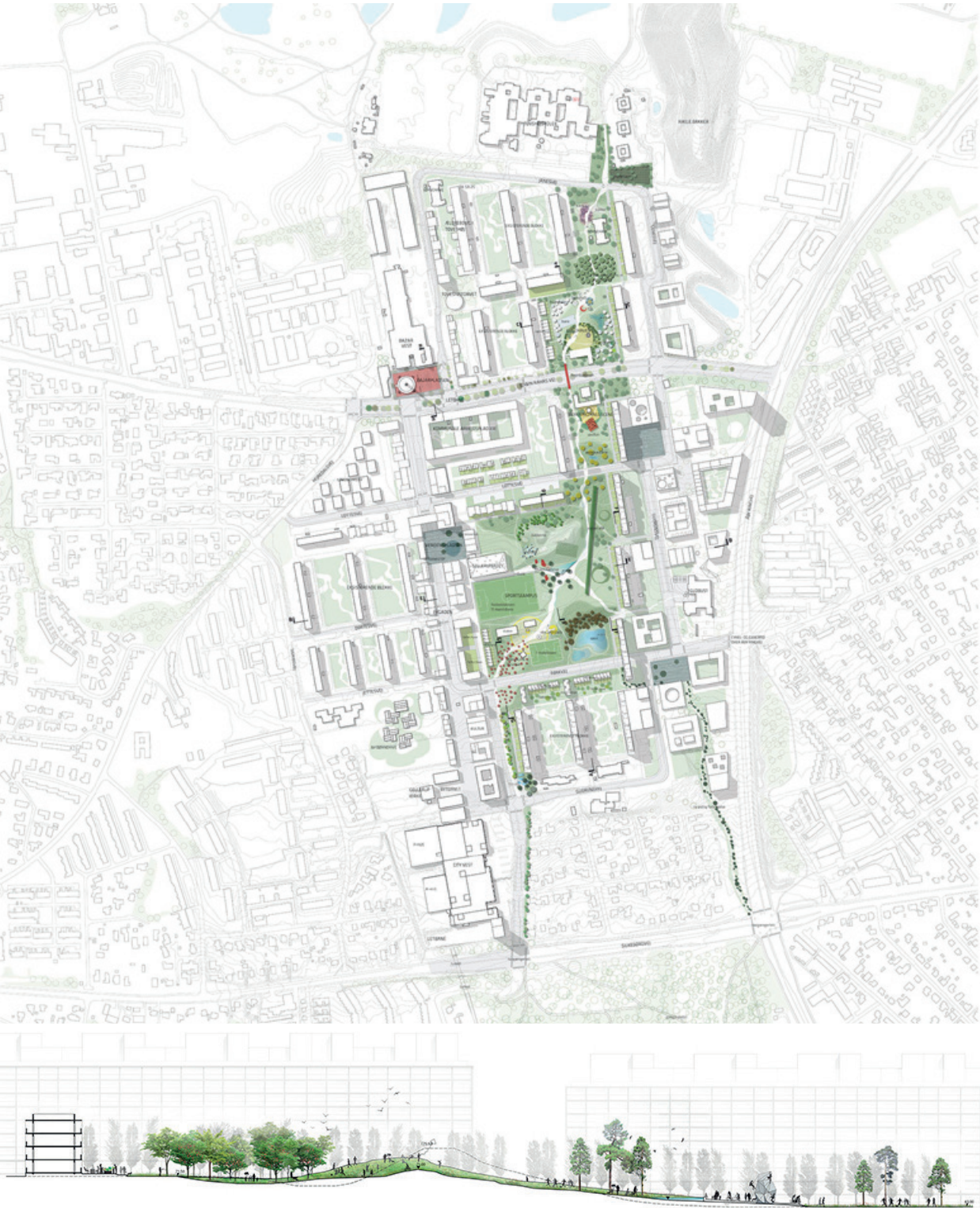
Plan de situation
1:50'000

162

INRAE et AGROPARISTECH.
Climate Change Explorer. [en ligne]

163

SLA. Gellerup New Nature Park. 2021.
[en ligne]



Intentions de projet
Pour répondre, en premier lieu, à la dégradation sociale, la commune lance un plan d'aménagement global en 2007 visant à améliorer la qualité de vie du quartier. La mixité est au cœur de la réflexion, tant en termes de biodiversité qu'en termes de diversité des activités proposées et des interactions sociales entre les résidents du quartier.
Les intentions de projet étaient tout d'abord de permettre une connexion écologique avec les autres zones vertes avoisinantes, renforçant ainsi l'intégration du quartier dans un réseau naturel plus large. Le projet visait également à restaurer la topographie naturelle du lieu, en abandonnant les terrasses artificielles créées lors de la construction et en réintégrant des pentes plus graduelles. De nouvelles espèces de végétation ont été introduites pour varier la biodiversité et créer des identités locales différentes à travers le parc, tout en veillant à ce que la végétation soit adaptée aux conditions climatiques futures. La gestion des eaux pluviales a été soigneusement pensée afin de maîtriser le sens et le débit d'écoulement. Des systèmes de drainage ont été mis en place pour contrôler le flux des eaux, tandis que divers bassins de rétention ont été installés pour stocker l'eau avant son évacuation, réduisant ainsi le risque d'inondations.
De nouveaux chemins et passages ont été créés à travers le parc afin de relier l'ensemble du quartier, favorisant la circulation et l'accessibilité. Une attention particulière a également été portée à l'éclairage nocturne, afin de redonner une atmosphère plus sécurisante et agréable pour les habitants.
Des programmes spécifiques ont été attribués à certaines parties du parc renforçant la multiplicité des usages. Cela inclut un espace dédié au sport, un lieu de jeux pour les enfants avec des installations adaptées, ainsi qu'un pavillon qui accueille les activités associatives du quartier, contribuant ainsi à la vie communautaire et à la cohésion sociale.
L'ensemble de la conception du parc a été enrichi par un processus de participation citoyenne afin de recueillir les attentes et les envies des habitants.

← Fig. 59

Plan et coupe du projet
© EFFEKT



↑ Fig. 60

Diagrammes conceptuels :
Attribution des espaces verts
Nouvelle circulation
© EFFEKT

Gestion des eaux de surface
Éclairage nocturne



↑ Fig. 61
Photographies situation existante
© Brabrand-Årsløv Lokalhistoriske Arkiv



↑ Fig. 62
Photographies après intervention
© Rasmus Hjortshøj

Stratégies d'interventions mobilisées

PRENDRE SOIN	●●●○○
PROTÉGER	●●●●●
RAFFRAÎCHIR	●●●●○
MICRO-CLIMATISER	○○○○○
MUTUALISER	●●●●●

Pour s'adapter aux défis climatiques à venir, le projet de Gellerup mobilise plusieurs stratégies parmi celles identifiées précédemment.

Tout d'abord, le soin porté à l'existant constitue le point de départ d'une réflexion où l'on a privilégié la requalification des espaces existants, plutôt que d'opter pour une démolition massive pour résoudre les problématiques socio-économiques et l'image négative du quartier. La protection constitue une deuxième stratégie particulièrement développée dans le projet. Elle se manifeste d'une part, comme une réponse face aux aléas climatiques en prodiguant de l'ombre et en permettant une bonne absorption des eaux de surface avec des zones de rétention. D'autre part, la notion de protection s'étend également à deux autres dimensions : celle de la préservation de la biodiversité permettant le maintien global de l'écosystème du parc, mais également celle de la protection de la population elle-même face à des conditions de vie auparavant peu sécurisantes. La végétalisation généreuse et la gestion des eaux en surface participent activement au rafraîchissement des espaces extérieurs en période estivale, contribuant à un meilleur confort thermique. Enfin, la mutualisation du parc devient un levier important pour renforcer le lien social. De nouveaux pôles associatifs et sportifs, pensés en concertation avec les habitants, transforment les lieux en espaces de vie partagés. En redonnant aux résidents une place centrale dans les décisions, le projet permet une réappropriation collective de l'espace public, qui devient un lieu de convivialité et d'échange, là où il était autrefois perçu comme peu sécurisant.

Le résultat atteint par l'intervention est prometteur. En conjuguant adaptation climatique et réponse aux défis sociaux, le projet offre une solution cohérente, qui répond aux enjeux globaux tout en apportant des solutions spécifiques, adaptées aux particularités sociales locales.

Toutefois, deux éléments méritent d'être remis en perspective. D'une part, il est regrettable que le projet n'ait pas considéré en parallèle la rénovation du bâti, ce qui aurait pu éviter la démolition de certains blocs survenue entre-temps. La réhabilitation des bâtiments existants aurait pu être envisagée conjointement à l'intervention sur les aménagements extérieurs, offrant également une opportunité pour approfondir la réflexion sur la diversification des usages dans le quartier, par exemple.

D'autre part, la gestion de la végétation existante soulève des questions. Si certaines plantations ont été conservées, il semble que d'autres aient été remplacées. Si planter de nouveaux arbres est certes nécessaire, il faut garder en tête que leur contribution au rafraîchissement urbain, tant pour l'ombrage que pour les effets d'évapotranspiration ne sera pleinement effective qu'après plusieurs années, voire décennies. Ainsi, à moins que cela ne relève de questions sanitaires, la préservation maximale de la végétation existante aurait dû être une priorité dans le cadre de cette intervention.

Cette intervention démontre que même lorsque c'est l'aspect social qui déclenche un projet, l'intégration des enjeux d'adaptation climatique peut s'inscrire de manière cohérente dans le processus de conception tout en devenant une opportunité pour le développement du projet. Bien que le projet soit encore récent et que des interventions supplémentaires soient prévues dans le cadre du plan d'action de la ville, il sera intéressant de suivre l'évolution du quartier, en espérant que les transformations ne conduisent pas à une gentrification.

INTERVENTION SUR LE BÂTI



CITÉ DU GRAND PARC

Architecte :	Lacaton & Vassal, Frédéric Druot et Christophe Hutin
Lieu :	Bordeaux, France
Type d'intervention :	Rénovation
Surface :	44'000m² existants + 23'000m² ajoutés
Programme :	Logements
Date de construction :	1962
Date d'intervention :	2017
Maître d'ouvrage :	Aquitanis
Climat actuel :	Climat océanique
Climat de 2060 :	Tizi Ouzou, Algérie

La rénovation de trois barres d'immeubles, situées dans un quartier modeste et initialement vouées à la démolition, propose une relecture des notions de confort et de qualité de vie à travers l'épaississement de la façade et l'extension des espaces habitables, alliant nouveaux espaces de vie et conservation de l'existant.

Contexte
Les premières réflexions sur la conception du quartier du Grand Parc émergent dès 1954, dans un contexte marqué par la crise du logement d'après-guerre. À cette époque, plusieurs projets d'envergure sont lancés dans la ville de Bordeaux pour répondre à cette demande pressante. C'est dans ce cadre que les autorités amorcent l'urbanisation du nord de la ville. Prévu pour accueillir entre 16'000 et 25'000 résidents, le projet comprenait 4'000 logements organisés autour d'un vaste espace vert central, d'où le quartier tire son nom. Conçu d'après les principes fonctionnalistes, l'objectif était de libérer le plus d'espace possible au sol pour maximiser les espaces verts, en concentrant les logements dans de grandes barres et des tours. Les trois barres de logements dont la rénovation fait cas d'étude ici, ont été érigées durant la première phase de chantier en 1962. Elles abritent 530 appartements répartis sur une quinzaine de niveaux. Situées au sud du parc, elles en sont toutefois isolées par des parkings et des axes routiers. Au fil des décennies, le quartier s'étant dégradé, l'éventualité de la démolition de certains blocs émerge. Cependant, l'inscription du quartier au Patrimoine mondial de l'UNESCO en 2007 a permis de préserver son bâti, obligeant à repenser son avenir à travers des projets de rénovation. C'est dans ce contexte que les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal ont été sollicités pour mener un projet de réhabilitation, proposant une alternative à la destruction.¹⁶⁴

Vulnérabilité spatiale
Le grand parc, duquel le secteur tire son nom, constitue un atout majeur pour les conditions climatiques du quartier. En effet son abondante végétation permet, entre autres, de réguler les pics de chaleur estivaux. Cependant, cet espace est resté longtemps sous-exploité. Enclavé entre de hautes barres d'immeubles lui donnant l'apparence d'une forteresse, le parc est morcelé par des espaces de stationnement qui éloignent le bâti de son cœur. C'est particulièrement le cas autour des trois barres rénovées par Lacaton & Vassal, où seules des places de stationnement bordent les pieds des bâtiments. Dans le cadre de la réhabilitation globale du quartier, un projet, mené par le bureau de paysagisme Exit, est actuellement en cours. Ce projet vise à requalifier le parc en un volume plein et vivant et non plus juste comme un vide entre des bâtiments tout en incluant l'adaptation climatique avec la création d'îlots de fraîcheur et d'espaces ombragés.

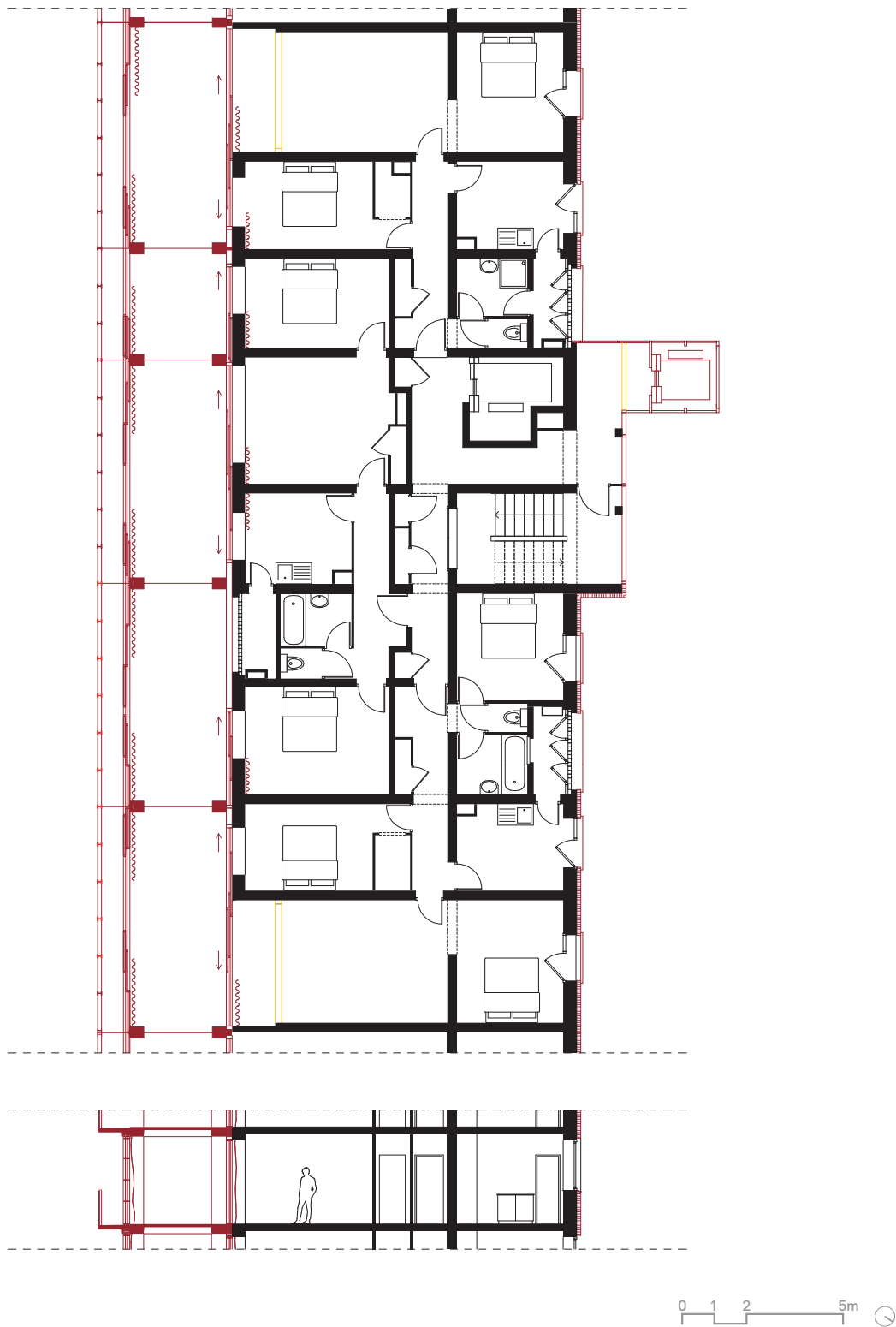
Vulnérabilité sociale
Le quartier du Grand Parc est considéré comme prioritaire par la ville de Bordeaux d'un point de vue social. Historiquement peuplé de familles nombreuses, le quartier a perdu une grande partie de ses habitants, laissant une importante population vieillissante. Stigmatisé, le quartier souffre d'une image négative, renforcée par une forme urbaine typique des banlieues. Bien que le secteur dispose d'équipements adaptés, commerciaux, sportifs ou scolaires et de programmes variés, la vie de quartier et l'animation sont perçues comme en déclin. Au vu de son taux de pauvreté, de son taux de chômage élevé et du vieillissement de sa population, le quartier devient un lieu particulièrement vulnérable sur le plan social, notamment en termes de résilience individuelle face au changement climatique.

← Fig. 63

Plan de situation
1:10'000

164

CUILLIER Francis. *Étude de programmation urbaine du quartier du Grand Parc - Diagnostic Urbain*. 2008.



Intentions de projet

La philosophie des deux architectes peut se résumer en « offrir plus » et « exploiter le déjà-là ». En se basant sur l'existant, Lacaton&Vassal ont à cœur d'allier générosité des espaces, qualité d'usage, redéfinition du confort et abondance de la lumière naturelle, tout en respectant une économie de moyens. La transformation des 530 appartements dans le quartier du Grand Parc est un projet dont l'approche naît de l'intérieur. Si seul l'aspect extérieur était pris en compte comme un bloc dégradé dénué de toutes qualités, qui pourrait justifier sa démolition, le regarder de l'intérieur permet de faire émerger la richesse apportée par la manière le l'habiter par les résidents.

L'essentiel du projet réside dans l'addition de jardins d'hiver et de balcons, accolés aux façades existantes. L'intervention consiste en la construction d'une structure autoportante dans laquelle des modules préfabriqués en béton de 3,80 m de large ont été insérés, soigneusement fixés aux dalles en béton de la structure existante. Les petites fenêtres d'origine ont été retirées et les allèges sciées pour ouvrir l'espace du sol au plafond. De grandes portes coulissantes vitrées, couvrant toute la hauteur, ont ensuite été installées pour fermer ces ouvertures. L'ajout de rideaux thermiques à l'intérieur permet d'améliorer l'isolation. Les balcons d'un mètre de large sont fermés par des panneaux en polycarbonate, doublés d'un rideau d'ombrage. Par ailleurs, les travaux ont pu se réaliser en site occupé, ce qui a permis aux habitants de rester dans leurs appartements durant les rénovations, grâce à la préfabrication des dalles et des poteaux. Il a suffi d'une grue pour les installer. Le projet a également inclut des améliorations intérieures et la reconfiguration des circulations verticales.

Le jardin d'hiver, pièce maîtresse de l'intervention, offre la possibilité de vivre à l'extérieur tout en restant chez soi. Le programme n'y est pas prédéfini, les architectes plaident pour laisser l'usager libre de s'approprier ces espaces indéterminés. Cette autonomie se reflète également dans les ouvertures mobiles, permettant un réglage individuel des températures intérieures et semi-intérieures, redéfinissant ainsi la relation avec l'extérieur et le contrôle que l'usager en a.

La réhabilitation a permis une augmentation de la surface de chaque appartement de près de 20m², optimisant les apports de lumière, la qualité des usages ainsi que la performance énergétique sans pour autant entraîner de hausse de loyer pour les résidents.

← Fig. 64
Plan et coupe étage type
1:200
Redessiné d'après documents de Lacaton&Vassal

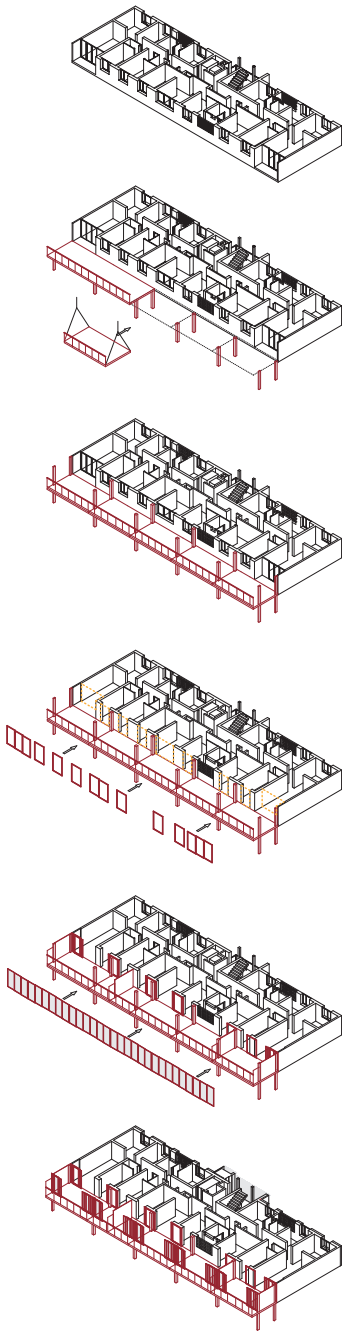


Fig. 65 ↑
Diagramme de montage
Modifié d'après documents de Lacaton&Vassal



Stratégies d'interventions mobilisées

PRENDRE SOIN	●●●●●
PROTÉGER	●●○○○
RAFRAÎCHIR	●●●○○
MICRO-CLIMATISER	●●●●●
MUTUALISER	○○○○○

En travaillant sur des bâtiments ordinaires, souvent délaissés par notre discipline et dont l'aspect extérieur ne fait pas rêver grand monde, les architectes du projet placent le soin au cœur de leur démarche. En s'emparant des qualités intrinsèques du bâti et en déployant le projet de l'intérieur, ils parviennent à faire de ces structures des ressources précieuses.

Le caractère exemplaire du projet en matière d'adaptation climatique réside principalement dans l'approche bioclimatique apportée par les jardins d'hiver. Tout d'abord, les larges dalles additionnées d'un étroit balcon jouent le rôle de véritables pare-soleil en été, limitant les apports solaires trop importants, tout en préservant les gains solaires en période hivernale où le soleil se situe plus bas. Par ailleurs, la conception favorise une ventilation naturelle optimale grâce à la possibilité d'ouvrir largement les espaces sur l'extérieur, un atout renforcé par la configuration traversante de la plupart des logements. Cela permet, outre un renouvellement de l'air nécessaire, de procéder à du rafraîchissement nocturne en périodes estivales.

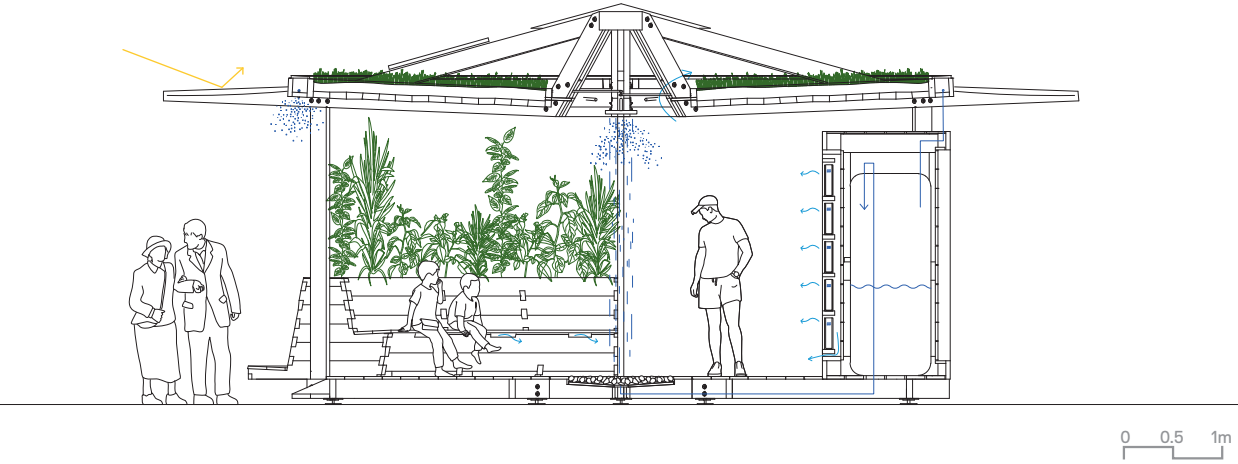
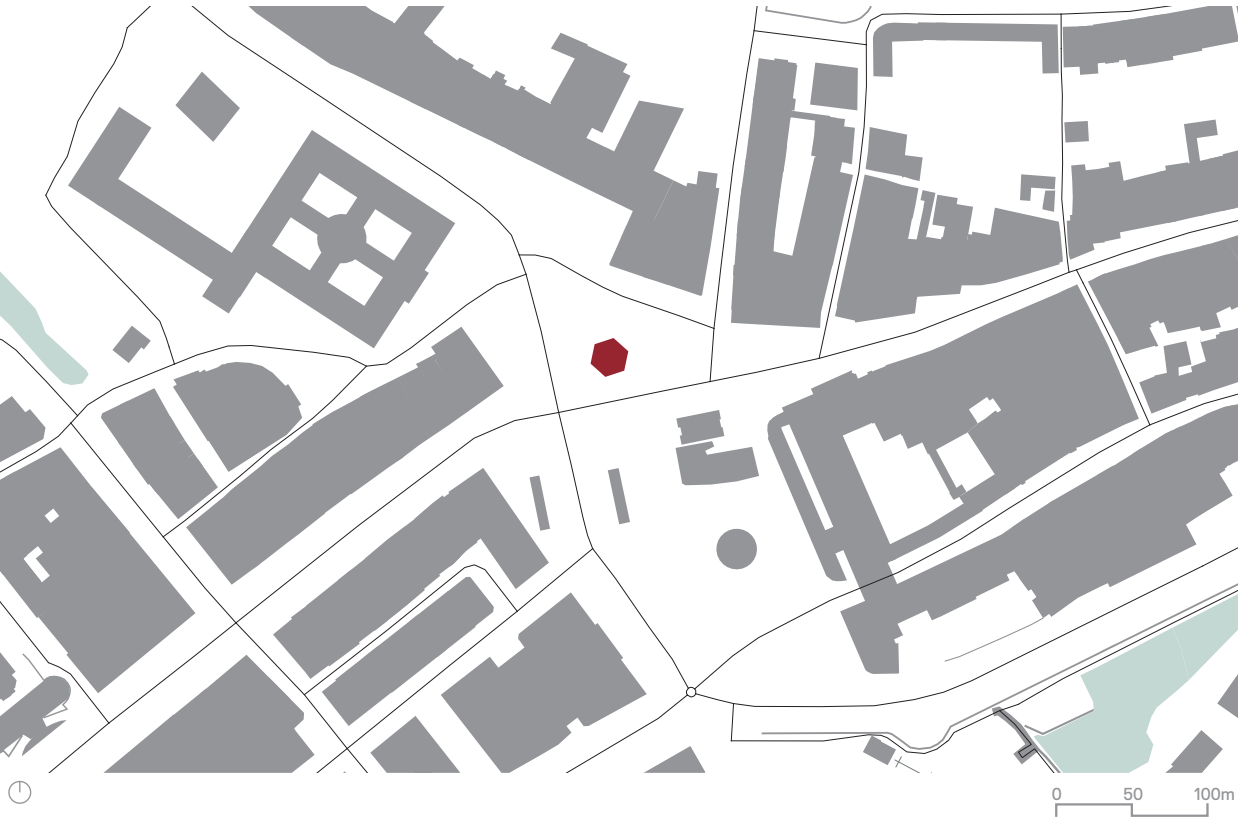
Les jardins d'hiver et leur non-programme apportent la possibilité de déphaser les usages des pièces, et d'adapter son usage non seulement à la saison, mais aussi aux moments de la journée. L'usage des espaces n'est plus défini uniquement par leur fonction, mais par leur climat. Chaque habitant peut ainsi créer des microclimats au sein de son appartement. Les jardins d'hiver, agissant comme des capteurs solaires passifs à l'image de serres, offrent une double fonction : ils isolent du froid extérieur en créant une zone tempérée et captent la chaleur lorsque la météo le permet. Cela contribue non seulement à améliorer le confort thermique, mais aussi à ajuster efficacement les températures des pièces adjacentes, offrant une gestion fine des ambiances intérieures.

L'adaptation climatique ne figure pas réellement parmi les intentions initiales des concepteurs, mais elle découle plutôt des choix et des décisions du projet. C'est donc plutôt une conséquence qu'une cause. Toutefois les questions de confort thermique et la relation entre l'usager et les conditions extérieures restent des thématiques centrales à la fois dans la conception du projet et dans les questions d'adaptation climatique.

Cependant, bien que les architectes revendiquent une revalorisation des espaces extérieurs, ceux-ci ne parviennent clairement pas au niveau de l'intervention architecturale. Si la végétation semble s'être tout de même diversifiée, certains espaces interstitiels inexploités, notamment entre les deux barres perpendiculaires, présentaient un potentiel intéressant pour réintégrer les bâtiments au sein du Grand Parc. Malheureusement, ces zones ont été asphaltées pour accueillir de nouvelles places de stationnement.

Récompensée à de multiples reprises, la qualité architecturale de l'intervention n'est plus tellement à souligner. Ce sont souvent la finesse de l'intervention et l'intelligence des choix de conception qui sont mises en avant tant au niveau de la générosité des nouveaux espaces créés que de l'amélioration de la qualité de vie qu'ils génèrent. Mais sur le plan de l'adaptation climatique, le projet démontre surtout le potentiel que peuvent offrir ces bâtiments à l'architecture banale qui peuplent nos villes. Il souligne également comment, grâce à la flexibilité spatiale qu'il propose, une modularité climatique émerge, permettant de répondre de manière adaptée aux besoins actuels et futurs.

INTERVENTION ÉPHÉMÈRE



↑↑ Fig. 67
Plan de situation du pavillon placé Place Georges-Python au centre de Fribourg
1:5'000
Modifié d'après HEIA-FR / Ville de Fribourg

↑ Fig. 68
Coupe du pavillon et de ses dispositifs de rafraîchissement
1:75
Modifié d'après HEIA-FR / Ville de Fribourg

DEMO-MI²

Architecte :	HEIA-FR
Lieu :	Itinérant - Fribourg, Lausanne, Ecublens, Gland
Type d'intervention :	Mobilier urbain temporaire
Surface :	36m²
Programme :	Pavillon
Date de construction :	2022
Partenaires :	Ville de Fribourg, Smart Living Lab
Climat actuel :	Climat océanique
Climat de 2060 :	Janina, Grèce

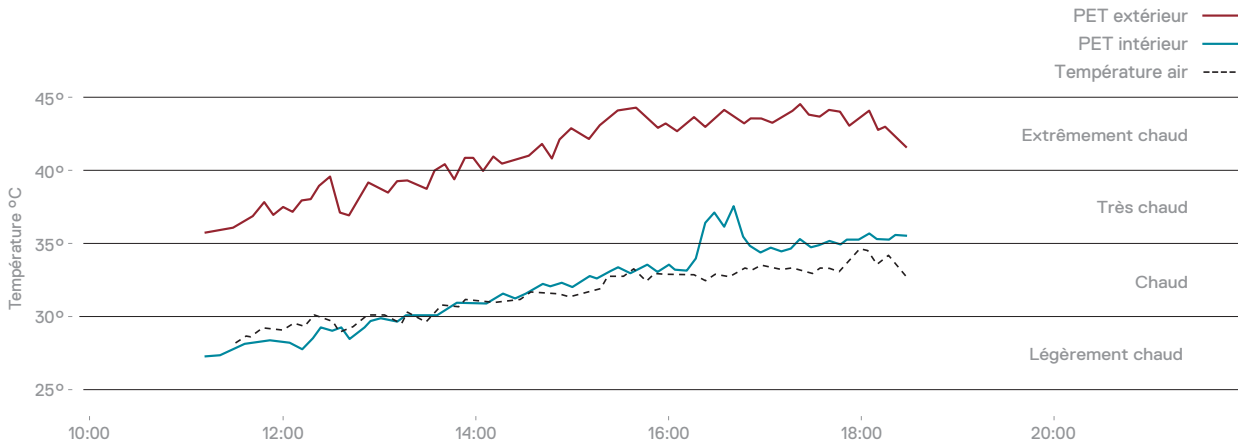
Contexte
Le pavillon DEMO-MI² (Démonstrateur Mobile de Mesures de Mitigation Microclimatique Estivale à l'Échelle de la Rue) a été développé dans le cadre d'un travail de recherche appliquée mené par la Haute École d'Ingénierie et d'Architecture de Fribourg (HEIA-FR). Réalisé en collaboration avec la ville de Fribourg, déjà engagée dans des études sur les îlots de chaleur urbains, le projet visait à créer un îlot de fraîcheur dans l'espace public en privilégiant des solutions aussi passives que possible. Conçu comme un démonstrateur de potentiel, ce pavillon permet à la fois waux concepteurs et scientifiques de tester diverses stratégies low-tech et d'en évaluer les impacts grâce à la collecte d'une multitude de données, tout en sensibilisant le grand public aux effets des îlots de chaleur.¹⁶⁵

Vulnérabilité spatiale
Conçu pour être itinérant, le pavillon a été installé dans plusieurs lieux stratégiques, chacun marqué par des effets significatifs d'îlots de chaleur urbains. Depuis sa construction, le pavillon a voyagé à travers l'espace public romand faisant halte à Fribourg (Fig. 67), à Lausanne, à Ecublens ou encore à Gland.

Vulnérabilité sociale
Bien que le projet DEMO-MI² se soit concentré exclusivement sur la vulnérabilité spatiale liée aux îlots de chaleur, il est intéressant de souligner des initiatives similaires qui intègrent des dimensions sociales. Par exemple, le projet « De Parc en Parc » à Genève met en place, chaque été depuis 2020, des micro-oasis composées d'éléments d'ombrage, de végétation et de brumisation. Ces installations temporaires sont stratégiquement situées en tenant compte de trois critères : la précarité sociale, le taux de population âgée, et la densité urbaine.¹⁶⁶

Intentions de projet
L'objectif principal du projet est de démontrer les différentes possibilités de rafraîchissement de l'environnement urbain. Sa conception architecturale a donc été développée à partir des stratégies envisagées. De forme hexagonale, la modularité est au centre du système constructif du pavillon permettant un assemblage et un démontage optimisés et le réemploi de l'ensemble des composants. Une structure en bois, d'essence locale, soutient la toiture végétalisée qui apporte de l'ombrage. Deux côtés de l'hexagone sont cloisonnés par des bancs disposés dos à dos, surplombés par des plantes grimpantes procurant ombrage additionnel et surface fraîche entre l'intérieur du pavillon et les bâtiments environnants qui, eux, absorbent la chaleur. Un troisième côté de l'hexagone est fermé par un local technique dont la paroi est recouverte de pots en céramique poreuse qui, lorsque l'eau qu'ils contiennent s'évapore, se refroidissent. Les trois autres côtés de l'hexagone sont ouverts sur la rue incitant les passants à découvrir le pavillon, bien que cela compromette un peu le maintien des conditions climatiques à l'intérieur. Le pavillon intègre également un système de stockage de fraîcheur nocturne sous les bancs. Ce dispositif repose sur des bouteilles d'eau et des matériaux à changement de phase qui se rafraîchissent la nuit. Lorsque la température atteint un certain seuil durant la journée, des ventilateurs pulsent l'air à travers ces matériaux refroidis. L'inclinaison de la toiture permet la récolte de l'eau de pluie au centre de la structure. Elle est réutilisée pour rafraîchir l'air par évaporation, à la fois grâce à une chute intermittente de gouttes d'eau et à un système de brumisation. Le local technique dissimule les installations nécessaires au fonctionnement autonome du pavillon, incluant des batteries reliées à des modules photovoltaïques, ainsi qu'un réservoir d'eau et des pompes.¹¹¹

165 COMPAGNON, Raphaël. *Un îlot de fraîcheur dans l'espace public*. 2023. [en ligne]
166 OCS-SMC, Secteur prévention et promotion de la santé. *De Parc en Parc - Bilan technique*. 2024. [en ligne].



↑↑ Fig. 69
Photographie pavillon à Fribourg
© Jean-Michaël Taillebois, HEIA-FR

↑ Fig. 70
Photographie mur céramiques
© Sonia Villegas

↑↑ Fig. 71
Photographie intérieur pavillon
© Laurent de Senarclens, 24heures

↑ Fig. 72
Photographie détail brumisation
© HEIA-FR

Stratégies d'interventions mobilisées

PRENDRE SOIN	○○○○○
PROTÉGER	●●●●○
RAFFRAÎCHIR	●●●●●
MICRO-CLIMATISER	●●●●●
MUTUALISER	●●●○○

Grâce à la multitude de mécanismes qu'il intègre, le pavillon DEMO-MI² transforme les îlots de chaleur en véritables îlots de fraîcheur et de protection. Un monitoring constant des températures physiologiques équivalentes à l'intérieur et à l'extérieur du pavillon démontre l'efficacité du dispositif. En effet, en pleine journée d'été, la température ressentie à l'intérieur du pavillon peut être jusqu'à 10°C inférieure à celle perçue à l'extérieur. Cette efficacité mesurée est renforcée par la satisfaction des usagers et des communes ayant accueilli le pavillon.¹⁶⁷ Sa modularité permet un montage rapide et sa nature de mobilier urbain temporaire lui offre l'avantage de s'abstraire de certaines contraintes administratives et législatives, facilitant ainsi son déploiement dans l'espace public. Bien que le dispositif, dans sa forme actuelle, requiert une certaine consommation d'énergie, notamment pour assurer la circulation de l'eau dans ses différents systèmes, les phénomènes passifs restent largement efficaces sans cette assistance.

Si le choix des emplacements du pavillon n'est pas directement lié à la vulnérabilité sociale, l'aspect social fait tout de même partie du projet, notamment à travers sa vocation didactique. En effet, des explications sur l'ensemble des dispositifs et leur fonctionnement permettent aux visiteurs de se sensibiliser face aux enjeux liés à la chaleur urbaine. De plus, dans certaines communes, l'installation du pavillon a été l'occasion d'organiser des animations et des ateliers rassemblant les visiteurs autour de cette thématique. Testé également dans des cours d'école, le pavillon a permis à des classes d'aborder la thématique du climat et de la durabilité d'une manière plus ludique et concrète. Enfin, la mise en place de tel dispositif contribue à transformer un espace public potentiellement inutilisable en un lieu de rencontre et de partage pour le voisinage.

↖ Fig. 73
Mesures de la température physiologique équivalente le 11 juillet 2023 à la Place des Saugettes, Lausanne
Données du graphique : HEIA-FR

La création de micro-climats au sein des villes est une démarche essentielle pour contrer les effets d'îlots de chaleur et proposer des espaces publics exploitables en toutes saisons. Des dispositifs comme le pavillon DEMO-MI² permettent de rendre visible l'efficacité de stratégies qui pourraient être déployées à une échelle bien plus grande, rendant peut-être plus acceptables les mesures à adopter.

Toutefois, ce type de solution ne doit pas être considéré comme une réponse satisfaisante à la problématique des îlots de chaleur urbains, du moins pas sur le long terme. C'est une réponse intéressante face à l'urgence de la situation et à un besoin actuel évident auquel les communes, souvent démunies, n'ont pas encore l'organisation nécessaire pour répondre. Mais il semble nécessaire de garder en tête l'aspect provisoire de ce genre d'installation. En ne traitant que les symptômes de la chaleur urbaine, sans s'attaquer aux causes profondes, cela ne constitue en réalité pas une réponse concluante au problème.

Certes, cela reste préférable à l'inaction, mais une généralisation de ce genre de dispositif ou leur pérennisation serait le signe d'un manque criant d'ambition de la part des villes face aux enjeux d'adaptation.

167
VILLE DE LAUSANNE. Pavillon climatique à la Place des Saugettes - Synthèse de la consultation. [en ligne]

SYNTHÈSE

L'analyse de ces trois cas d'étude met en lumière la diversité d'approches possibles pour intégrer l'adaptation climatique ainsi que les enjeux sociaux dans des contextes bâtis existants. Ces projets illustrent qu'il est possible de mobiliser des stratégies d'intervention à différentes échelles sans nécessairement déployer des moyens considérables, pour peu que la recherche de résilience soit perçue comme une opportunité plutôt qu'une contrainte. Si l'adaptation au changement climatique, en tant que telle, n'était pas toujours le point de départ de la conception, les différentes démarches ont systématiquement intégré des réflexions sur le climat qu'il s'agisse des conditions extérieures ou du confort intérieur. Un autre point commun réside dans la place de l'humain au cœur de la démarche, que ce soit à travers des processus participatifs, l'amélioration de la qualité de vie ou des dispositifs axés sur le confort thermique. Par ailleurs, la composante sociale est intégrée soit comme moteur, soit comme condition de projet, en établissant un lien étroit entre le climat, le contexte socioéconomique et les besoins humains.

Cependant, pour réduire efficacement les vulnérabilités urbaines, une action coordonnée combinant toutes les échelles est nécessaire. Le manque d'exemples probants abordant l'adaptation climatique comme un enjeu global auquel il faut apporter des réponses cohérentes souligne le retard auquel nous sommes confrontés. Ce décalage peut s'expliquer d'une part, par la latence de la prise de conscience des enjeux, certainement cumulée avec la lenteur de la mise en œuvre de projets architecturaux. Et d'autre part, par la difficulté à agir sur tous les leviers simultanément et à mobiliser tous les acteurs ayant chacun une clé en main, architectes, urbanistes, paysagistes, décideurs publics et financeurs. Si les communes commencent lentement à prendre leur responsabilité en main et à mettre en place des diagnostics pour des actions futures, il sera certainement nettement plus compliqué de mobiliser le secteur privé, d'autant plus dans le contexte actuel du marché immobilier où la pression de la demande ne suffit pas pour créer de l'intérêt à une amélioration.

Ces constats renforcent la nécessité d'activement proposer des alternatives, capables de servir de fondations à de futurs projets.

Suite à l'étude cartographique des vulnérabilités, l'analyse détaillée des quartiers identifiés comme doublement fragiles a permis d'établir un potentiel d'intervention pour chacun, tant sur le plan architectural que paysager. Deux facteurs récurrents ont contribué à la diminution de ces potentiels d'intervention. Premièrement, l'absence de besoin de rénovation, soit parce que celle-ci a été réalisée récemment, soit parce que les bâtiments n'ont pas encore atteint la fin de leur premier cycle de vie. Deuxièmement, le recensement patrimonial s'est révélé être un critère limitant : de nombreux quartiers analysés sont répertoriés comme présentant un intérêt local ou régional. Bien que ces classifications patrimoniales n'interdisent pas d'intervenir, elles imposent des contraintes supplémentaires, qui ne sont pas l'objet de ce travail. Malgré ces limites, deux sites se distinguent par leur fort potentiel d'intervention : le quartier En Gravette à Nyon (p.94-95) et le quartier de Cheminet à Yverdon-les-Bains (p.88-89).

Ces deux quartiers partagent plusieurs similitudes. De surface à peu près équivalente, ils sont tous deux localisés en périphérie de la ville et datent majoritairement des années 1960, bien que certains bâtiments aient été ajoutés ultérieurement. En revanche, leur morphologie diffère légèrement : à Nyon les immeubles prennent plutôt la forme de barres, complétées par une petite tour, tandis qu'à Yverdon-les-Bains, les immeubles sont plus petits et plus bas. À Nyon, le quartier En Gravette s'inscrit dans un paysage plutôt résidentiel. Le secteur nord de la ville a subi de récentes transformations avec la construction du quartier du Reposoir au sud-est et la densification en cours au nord de la zone. Une des principales artères de la ville, reliant le centre-ville à l'autoroute, passe à proximité et dessert le quartier. À l'est s'écoule une section de la rivière du Cossy. Cette dernière est, pour plus de la moitié, canalisée, d'ailleurs sa mise sous terre coïncide avec le début de la construction du quartier. À Yverdon-les-Bains, le quartier étudié se situe en zone d'habitation à densité moyenne. Les alentours laissent entrevoir le caractère et l'héritage industriels de la ville, avec de grands entrepôts bordant le secteur ainsi que des parcelles agricoles. Les abords du quartier de Cheminet n'ont en réalité pas beaucoup évolué depuis les années 1990.

Ces deux quartiers vont donc faire l'objet d'une analyse plus approfondie dans les pages qui suivent, afin de mieux comprendre leurs enjeux, notamment environnementaux, et d'identifier les opportunités d'intervention.

Fig. 74 ↑

Affectation et période de construction des bâtiments

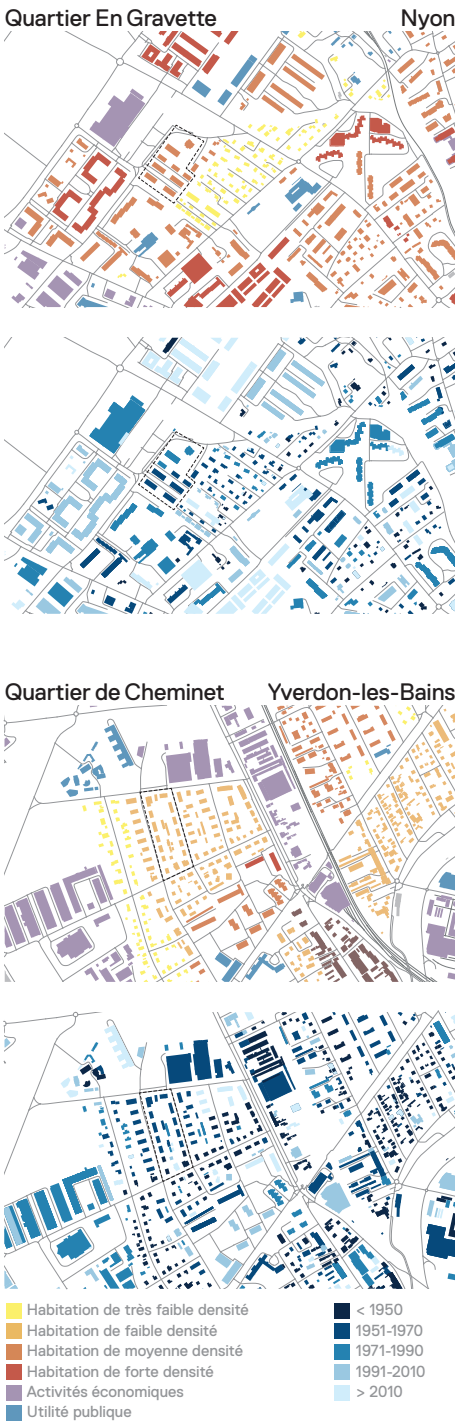


Fig.75 ↑

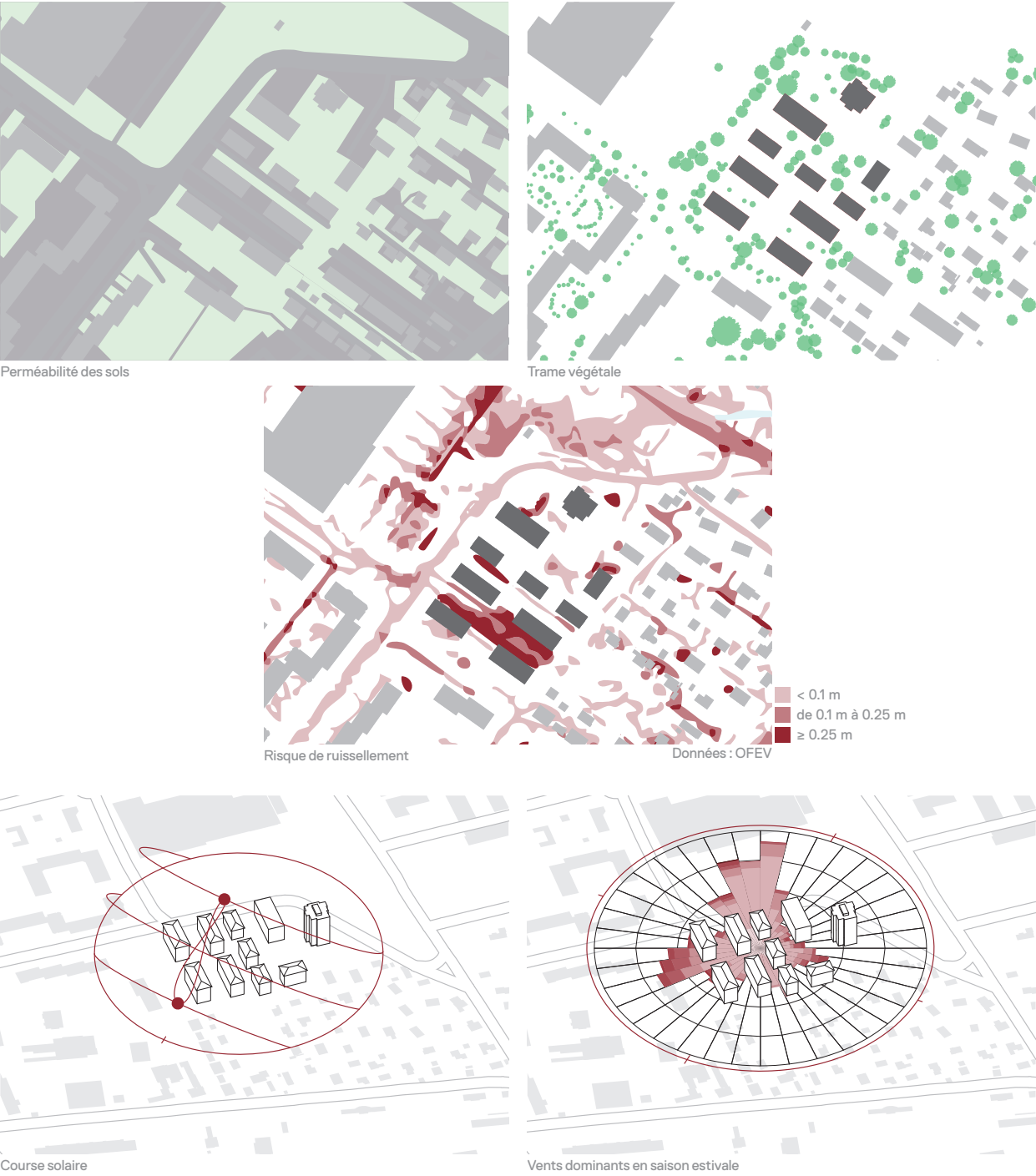
Plans de situation des sites potentiels
1:25'000

Quartier En Gravette

Nyon



↑ Fig. 76
 Plan du quartier
 1:5'000



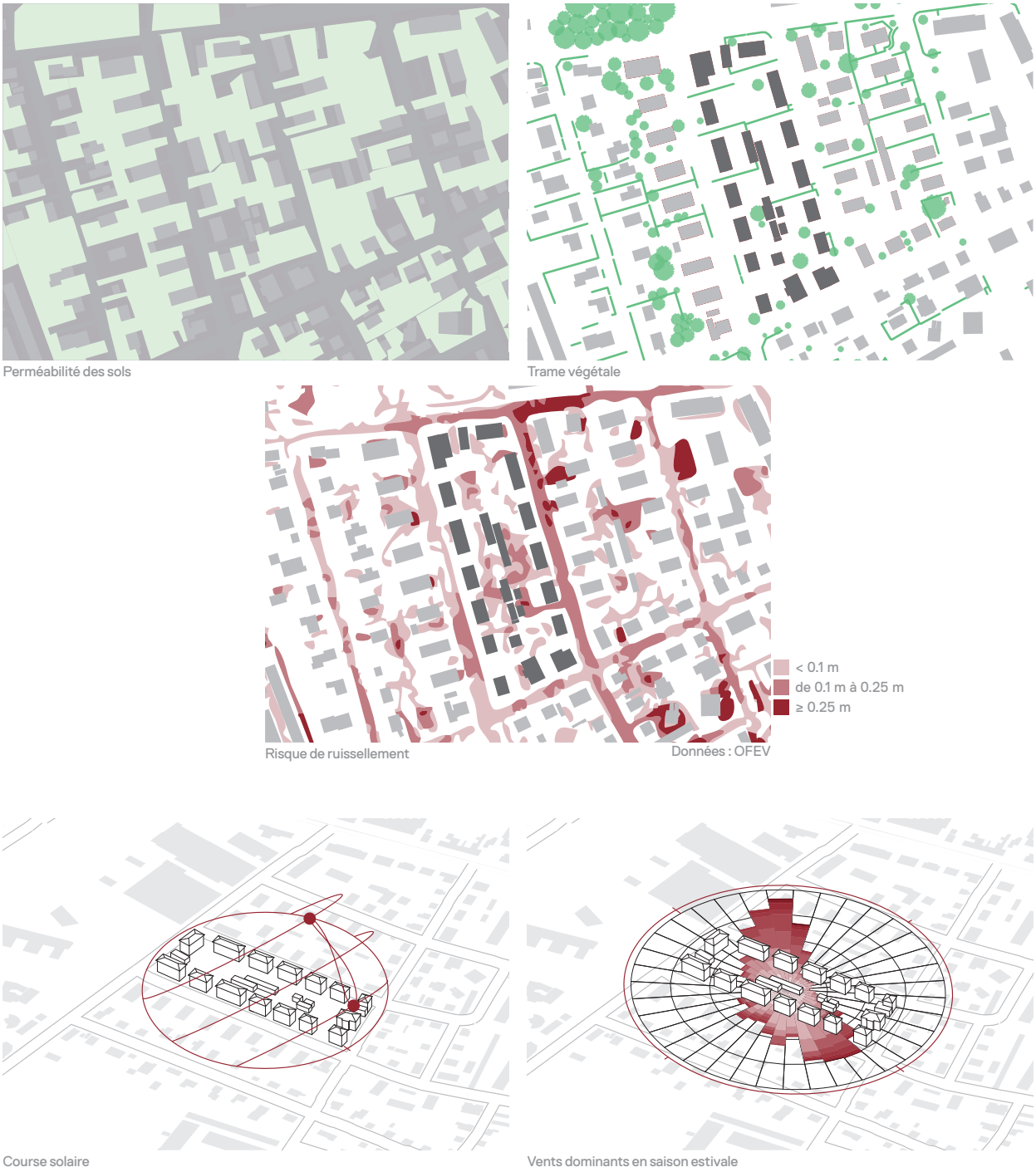
↑ Fig. 77
 Analyse environnementale et climatique du site

Quartier de Cheminet

Yverdon-les-Bains



↑ Fig. 78
Plan du quartier
1:5'000



↑ Fig. 79
Analyse environnementale et climatique du site

Les différents diagrammes d'analyse permettent de faire émerger les potentialités de projet et des pistes de développement pour chacun des deux sites. À Nyon, il s'avère que la trame végétale est déjà passablement fournie. En revanche, le risque de ruissellement est élevé, notamment dans les allées entre les bâtiments. L'orientation des bâtiments semble être globalement favorable à la ventilation naturelle estivale, mais potentiellement moins appropriée pour limiter les apports solaires en été. Plusieurs pistes pourraient être explorées dans le cadre du projet, par exemple, la renaturation de la rivière canalisée située de l'autre côté de la route pourrait être envisagée. Cet espace, actuellement une simple prairie, pourrait devenir une véritable source de fraîcheur. La trame végétale, déjà bien fournie, pourrait ainsi s'étendre pour créer une continuité écologique. Par ailleurs, plusieurs garages ou parkings semi-enterrés présents sur le site offrent l'opportunité d'être réhabilités. Leurs fonctions pourraient être repensées pour certains pour y intégrer des usages mutualisés bénéfiques à l'ensemble du quartier.

À Yverdon-les-Bains, bien que la proportion de sols perméables soit relativement élevée, la trame végétale est très peu fournie et éparse, ce qui met en évidence un enjeu majeur de végétalisation dans le quartier. L'orientation des immeubles semble pouvoir protéger partiellement d'apports solaires estivaux trop importants, tout en permettant d'utiliser les vents dominants pour améliorer la ventilation. L'espace central, autour duquel les bâtiments sont disposés, est aujourd'hui peu exploité. Il constitue une belle opportunité pour y aménager des espaces de fraîcheur ainsi que des lieux partagés. La structure des garages, situés au centre de cet espace, pourrait être préservée et réhabilitée en espaces publics, dont le programme pourrait répondre aux besoins spécifiques du quartier.

Concernant l'intervention sur les bâtiments, quel que soit le site choisi, le programme de logements restera inchangé. Cependant, des fonctions communes à l'échelle du quartier pourraient être intégrées, afin de favoriser la mutualisation des espaces et de renforcer la dynamique collective. Les bâtiments nécessitant avant tout une rénovation thermique, cet aspect sera une priorité, mais elle sera considérée en relation avec les conditions climatiques du site. Les cinq stratégies d'intervention identifiées précédemment serviront de base de réflexion et d'orientation pour le développement du projet.

En conclusion, bien que les deux sites présentent des opportunités intéressantes, le quartier En Gravette à Nyon semble tout de même offrir un potentiel de développement plus important.

Si l'architecture a, depuis toujours, constitué un moyen pour se protéger des conditions climatiques inhospitalières, aujourd'hui, l'environnement construit dont nous héritons nous y expose davantage. Face à des conditions futures dont les grandes lignes se dessinent, mais dont l'ampleur réelle demeure incertaine, l'adaptation est nécessaire pour garantir l'habitabilité de nos villes. Si l'adaptation est reconnue, dans son aspect théorique comme une stratégie incontournable par les instances scientifiques et politiques, tant à l'échelle internationale que locale, sa mise en œuvre se heurte néanmoins à de nombreux blocages. Parmi ceux-ci figurent une prise de conscience des enjeux compliquée par l'incertitude et les effets différés, un constant raisonnement coût-bénéfice à court terme, une quantification complexe des résultats, le tout ralenti par le lourd bagage idéologique porté par l'adaptation. De plus, le caractère local de l'adaptation comme réponse à un problème global, entraîne un rejet des responsabilités et une difficulté à réunir et à coordonner tous les acteurs impliqués. Les plus impactés seront ceux qui sont à la fois les plus exposés aux vulnérabilités physiques et les plus fragiles socialement, n'ayant pas les moyens de s'en échapper. Pour ne laisser personne de côté dans cette transition, les principes de justice climatique sont de mise, leur prise en compte permet d'éviter que les populations les plus vulnérables ne soient, à l'avenir, contraintes d'habiter des bâtiments climatiquement obsolètes.

Dans cette démarche, il a été souligné l'importance des diagnostics territoriaux comme outil essentiel pour déterminer les espaces à traiter en priorité. Bien que cette approche commence à être intégrée à l'échelle communale ou cantonale, les actions concrètes ne semblent pas encore en émaner. Par ailleurs, la cartographie des vulnérabilités croisées menée dans le cadre de ce travail, a permis de mettre en lumière la présence d'espaces doublement vulnérables dans des villes de tailles et de profils différents. De même, les quartiers touchés par cette double vulnérabilité présentent une grande diversité en termes de période de construction et de densité, bien que certaines morphologies soient communes.

Deux leviers d'action ont été révélés comme particulièrement pertinents, le quartier comme échelle d'intervention spatiale optimale et le moment de rénovation comme échelle d'intervention temporelle à ne pas laisser s'échapper.

Les architectes, en tant que points d'articulation entre les institutions politiques, les autorités légales et les acteurs économiques, occupent, en réalité, une place assez centrale dans le processus d'adaptation. La prise de conscience des enjeux doit donc également émerger au sein de notre discipline, en renouant avec le climat, le contexte environnemental et le temps long. D'autant plus que des solutions existent, et pour la plupart, elles ne sont pas nouvelles, elles reposent essentiellement sur l'observation de phénomènes naturels. En partant des mesures les plus simples jusqu'aux plus transformatrices, chaque intervention dans le tissu urbain, aussi banal soit-il, doit aujourd'hui en intégrer, en adoptant une vision qui dépasse les limites strictes de la parcelle. Toutefois, certaines interrogations subsistent dans divers domaines, appelant à un dialogue continu. Tout d'abord l'aspect économique, puisque l'investissement, aujourd'hui, pour des problèmes qui arriveront demain reste encore difficile à faire accepter. Ce à quoi le domaine légal va peut-être apporter des réponses en encadrant différemment les enjeux liés au climat et à l'adaptation. La dimension patrimoniale interroge quant à elle, le point jusqu'auquel nous pourrions conjuguer préservation du bâti et conséquences du changement climatique. À cela s'ajoute la question foncière, avec la nécessité de veiller à ce que les processus d'adaptation n'engendrent pas de phénomènes de thermogentrification ou de gentrification climatique, qui ne feraient que déplacer le problème.

Et finalement, parce que les processus d'adaptation ne doivent aucunement participer à la poursuite des pratiques actuelles, sous peine de compromettre toute possibilité de résilience, les stratégies mises en place doivent non seulement favoriser la transition des modes de vie, mais aussi contribuer au renouveau des récits collectifs.

LIVRES

ALEXANDROFF, Georges et ALEXANDROFF, Jeanne-Marie, 1982. *Architectures et climats : soleil et énergies naturelles dans l’habitat*. Paris : Berger-Levrault. Collection Architectures.

BONNAUD, Xavier, DANIEL-LACOMBE, Éric et YOUNÈS, Chris, 2023. *Faire face aux risques : architecture & philosophie [colloque international tenu à Paris, Cité de l’architecture, 15-16 octobre 2021]*. Gollion (Suisse) [Paris] : Infolio. Collection Archigraphy.

DELABARRE, Muriel, 2023. *Trame de fraîcheur : le projet urbain face au changement climatique*. Genève : MétisPresses. VuesDensemble.

FELLI, Romain, 2016. *La grande adaptation : climat, capitalisme et catastrophe*. Paris : Éditions du Seuil. Anthropocène.

GAMEREN, Valentine van, WEIKMANS, Romain et ZACCAÏ, Edwin, 2014. *L’adaptation au changement climatique*. Paris : la Découverte. Repères, 634.

GRISOT, Sylvain, 2024. *Redirection urbaine : sur les chantiers de l’adaptation de nos territoires*. Rennes : Éditions Apogée.

JAFRY, Tahseen (éd.), 2019. *Routledge handbook of climate justice*. Abingdon, Oxon : Routledge. Routledge handbooks.

LAURENT, Éloi, 2023. *Économie pour le XXle siècle : manuel des transitions justes*. Paris : la Découverte. Grand repères.

LECONTE, Christine et GRISOT, Sylvain, 2022. *Réparons la ville ! propositions pour nos villes et nos territoires*. Rennes : Éditions Apogée.

MADEC, Philippe, 2021. *Mieux avec moins : architecture et frugalité pour la paix*. Saint-Mandé : Éditions Terre urbaine. La fabrique de territoires.

MAGNAN, Alexandre, 2013. *Changement climatique : tous vulnérables ? repenser les inégalités*. Paris : Éd. Rue d’Ulm. Sciences durables.

MARCHAND, Bruno et SAVOYAT, Marielle, 2012. *Architecture du canton de Vaud 1920-1975*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes. Architecture.

MARCHAND, Bruno et SCHROETER, Pauline, 2021. *Architecture du canton de Vaud 1975-2000*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes. Architecture.

MARRY, Solène, 2020. *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. Marseille [Angers] : Parenthèses ADEME.

QUENAULT, Béatrice, 2015. *La dialectique vulnérabilité/ adaptation des villes au changement climatique comme potentiel destructeur/créateur*. In : FOREST, Joëlle, *Quand l’innovation fait la ville durable*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes. METIS Lyon Tech.

RAHM, Philippe, 2020. *Histoire naturelle de l’architecture : comment le climat, les épidémies et l’énergie ont façonné la ville et les bâtiments*. Deuxième édition. Paris : Pavillon de l’Arsenal.

RAHM, Philippe, 2023. *Climatic architecture*. New York Barcelona : ACTAR.

REY, Emmanuel, LAPRISE, Martine et LUFKIN, Sophie, 2022. *Sustainability Issues at the Neighbourhood Scale*. In : REY, Emmanuel, LAPRISE, Martine et LUFKIN, Sophie, *Neighbourhoods in Transition*. Cham : Springer International Publishing. pp. 77-93. The Urban Book Series.

THOMAS, Isabelle et CUNHA, Antonio da, 2017. *La ville résiliente : comment la construire ?* Montréal : Presses de l’Université de Montréal.

TUBIANA, Laurence, GEMENNE, François et MAGNAN, Alexandre, 2010. *Anticiper pour s’adapter : le nouvel enjeu du changement climatique*. Paris : Pearson. Les temps changent.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

BREIL, Margaretha, DOWNING, Clare, KAZMIERCZAK, Aleksandra, MÄKINEN, Kirsi et ROMANOVSKA, Linda, 2018. *Social vulnerability to climate change in European cities – state of play in policy and practice*. Technical report. European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation ETC/CCA.

FRIEDLINGSTEIN, Pierre, O’SULLIVAN, Michael, JONES, Matthew W. et al., 2024. *Global Carbon Budget 2024*. Earth System Science Data Discussions. 13 novembre 2024. pp. 1-133. DOI 10.5194/essd-2024-519.

GUILBERT, Alice, 2024. *Urban heat and thermal inequities : what about inside our homes ?* 2024.

MAGNAN, Alexandre, 2009. *Proposition d’une trame de recherche pour appréhender la capacité d’adaptation au changement climatique*. VertigO - la revue électronique en sciences de l’environnement. 26 décembre 2009. N° 9-3.

MANDOUL, Thierry, 2012. *Climat(s) : nouveau paradigme pour l’architecture ?* Raison publique. 2012. Vol. 17, n° 2, pp. 141-161. DOI 10.3917/rpub.017.0141.

PANCZAK, Radoslaw, BERLIN, Claudia, VOORPOSTEL, Marieke, ZWAHLEN, Marcel et EGGER, Matthias, 2022. *Swiss Neighbourhood Index of Socioeconomic Position (Swiss-SEP)*. 20 octobre 2022. DOI 10.48620/110.

QUENAULT, Béatrice, PIGEON, Patrick, BERTRAND, François et BLOND, Nadège, 2011. *Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain : vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable ?* Programme Interdisciplinaire de recherche Ville et Environnement (MEDDAT-CNRS).

TANGUY, Adèle et MAGNAN, Alexandre, 2024. *Atténuer ou s’adapter ?* Revue Projet. 7 mai 2024. Vol. N° 400, n° 3, pp. 45-48. DOI 10.3917/pro.400.0045.

THOMAS, Kimberley, HARDY, R. Dean, LAZRUS, Heather, MENDEZ, et al, 2019. *Explaining differential vulnerability to climate change : A social science review*. WIREs Climate Change. 2019. Vol. 10, n° 2, pp. e565. DOI 10.1002/wcc.565.

VIGUIÉ, Vincent, 2022. *Les liens entre adaptation et atténuation : quand s’adapter aggrave le changement climatique* : Annales des Mines - Responsabilité et environnement. 6 mai 2022. Vol. N° 106, n° 2, pp. 72-75. DOI 10.3917/re1.106.0072.

RAPPORTS

CONFÉDÉRATION SUISSE, 2020. *Adaptation aux changements climatiques en Suisse - Plan d’action 2020–2025*. Berne.

CONSEIL D’ÉTAT, 2020. *Stratégie du Conseil d’État vaudois pour la protection du climat*. Épalinges.

CUILLIER, Francis, 2008. *Étude de programmation urbaine du quartier du Grand Parc - Diagnostic Urbain*. Ville de Bordeaux.

GEO-NET, Umweltconsulting, 2024. *Situation bioclimatique du canton de Vaud : Analyse sur la base d’un modèle*. Juin 2024. Office cantonal de la durabilité et du climat OCDC, Direction générale du territoire et du logement DGTL.

GIEC, 2021. *Annexe VII - Glossaire*. In : *Changements climatiques 2021 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d’évaluation du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat*. Cambridge University Press.

GOTO, Takayoshi et THALMANN, Philippe, 2022. *Rénovation énergétique par quartier*. 30 juin 2022. Canton de Vaud, Direction générale de l’environnement, Direction générale de l’énergie.

IPCC, 2021. *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi : 10.1017/9781009157896.

IPCC, 2022. *Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi : 10.1017/9781009325844.

IPCC, 2022. *Climate Change 2022 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdjie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi : 10.1017/9781009157926

IPCC, 2023. *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.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi : 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LEE, Sujung, 2024. *Heat Vulnerability Mapping - Online Workshop*. Université de Berne. 2024.

MARCHAND, Bruno et AVIOLAT, Alexandre, 2015. *Les ensembles bâtis du XXe siècle dans les communes de l’Ouest lausannois*. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

MUNICIPALITÉ DE NYON, 2020. *Feuille de route climatique de la Commune de Nyon*. Préavis n° 201/2020 .

NATIONS UNIES, 2015. *Accord de Paris*. Paris.

NCCS, National Centre for Climate Services, 2018. *CH2018 Scénarios climatiques pour la Suisse*.

OFEV, Office fédéral de l’environnement, 2023. *Rapport sur la mise en oeuvre du plan d’action Adaptation aux changements climatiques 2020-2025 - rapport de controlling*.

OFEV, Office fédéral de l’environnement et ARE, Office fédéral du développement territorial, 2018. *Quand la ville surchauffe*. Berne.

OFEV, Office fédéral de l’environnement et ARE, Office fédéral du développement territorial, 2022. *Eau de pluie dans l’espace urbain*.

OFEV, Office fédéral de l’environnement, MÉTÉOSUISSE, Office fédéral de météorologie et de climatologie et NCCS, National Center for Climate Services, 2020. *Changements climatiques en Suisse*. Berne.

OFS, Office fédéral de la statistique et UNION DES VILLES SUISSES, 2024. *Statistiques des villes suisses 2024*. Berne & Neuchâtel.

PONT12, 2023. *Étude de faisabilité : Chemin des Pyramides 5 à 20*, Lausanne.

SIA, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2020. *Protection du climat, adaptation climatique et énergie : Les objectifs de la SIA pour le parc immobilier et les infrastructures face au changement climatique*.

VILLE DE LAUSANNE, 2021. *Plan climat*. Rapport-préavis N°2020/54 :

VILLE DE LAUSANNE, 2024. *Rapport de synthèse des résultats de la modélisation climatique sur le territoire lausannois*. Bureau climat et durabilité.

VILLE DE VEVEY, 2022. *Plan climat*. Version publique.

VILLE D’YVERDON-LES-BAINS, 2023. *Plan climat - 1ère génération*. Janvier 2023.

TRAVAUX UNIVERSITAIRES

BOUÉRY, Lina, 2023. *Transformations de l’action publique locale. L’exemple des plans climat à Genève et Lausanne*. Master en fondements et pratiques de la durabilité. Faculté des géosciences et de l’environnement. Université de Lausanne.

BOVAY, Coline, 2020. *Ilots de chaleur urbains & végétation : Diagnostic et potentiels de réversibilité Le cas de Lausanne*. Maîtrise universitaire ès sciences en géographie. Faculté des géosciences et de l’environnement. Université de Lausanne.

HOLSTEIN, Christoph, 2023. *Heat-related Inequality and Mortality in Switzerland*. Master Thesis. Institute of Atmosphere and Climate. ETH Zurich.

ARTICLES DE PRESSE

24 HEURES, 2024. *Les îlots de chaleur représentent un important coût sanitaire*. [en ligne]. 23 janvier 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.24heures.ch/etude-de-lepfl-les-ilots-de-chaleur-representent-un-important-cout-sanitaire-974009728700> [Consulté le 9 novembre 2024].

BONGARD, Tamara, 2022. *Réchauffement climatique, pas tous égaux face au chaud*. La Liberté [en ligne]. 20 septembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.laliberte.ch/articles/societe/pas-tous-egaux-face-au-chaud-727586> [Consulté le 3 janvier 2025].

DÉPOUES, Vivian, 2023. *Adaptation au changement climatique , terme piégé ou pragmatiste ?* AOC media - Analyse Opinion Critique [en ligne]. 12 juin 2023. Disponible à l'adresse : <https://aoc.media/opinion/2023/06/12/adaptation-au-changement-climatique-terme-piege-ou-pragmatiste/> [Consulté le 16 septembre 2024].

DERUVO, Samanta. *Relire Vitruve à l’aune des enjeux climatiques d’aujourd’hui*. Dans : La Pierre d’Angle [en ligne]. août 2023. Disponible à l'adresse : <https://anabf.org/pierredangle/dossiers/renover-l-ancien/relire-vitruve-a-l-aune-des-enjeux-climatiques-d-aujourd-hui> [Consulté le 10 décembre 2024]

LE TEMPS, 2024a. *La Suisse condamnée par la Cour européenne des droits de l’homme pour inaction climatique*. [en ligne]. 9 avril 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.letemps.ch/suisse/la-suisse-condamnee-par-la-cour-europeenne-des-droits-de-l-homme-pour-inaction-climatique> [Consulté le 30 décembre 2024].

LE TEMPS, 2024b. *La tempête du 24 juillet a provoqué 117 millions de francs de dégâts à La Chaux-de-Fonds*. [en ligne]. 28 avril 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.letemps.ch/suisse/neuchatel/la-tempete-du-24-juillet-a-provoque-117-millions-de-francs-de-degats-a-la-chaux-de-fonds> [Consulté le 30 décembre 2024].

LE TEMPS, 2024c. *La COP29 s'achève sur un résultat jugé décevant*. [en ligne]. 24 novembre 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.letemps.ch/sciences/la-cop29-s-acheve-sur-un-resultat-juge-decevant> [Consulté le 6 décembre 2024].

RTS, 2023. *Canicule, tempêtes, incendies : Comment s'adapter au dérèglement climatique ?* [en ligne]. 30 août 2023. Infrarouge. Disponible à l'adresse : <https://www.rts.ch/play/tv/infrarouge/video/> [Consulté le 30 octobre 2024].

SOCIALTER, 2024. *+4°C, ça va chauffer ! L'adaptation, nouveau champ de bataille climatique*. Mai 2024. Numéro 63.

SITES INTERNET

ADAPTAVILLE et AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT, 2023. *Les solutions d’ombrage en ville* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.adaptaville.fr/media/fiches/guide-adaptaville-ombrieres.pdf> [Consulté le 5 janvier 2025]

ARCHITECTES.CH. *Chemin de la Colline*. [en ligne]. Ouvrage n° 1483. Disponible à l'adresse : <https://www.architectes.ch/fr/reportages/logements/chemin-de-la-colline-62861> [Consulté le 15 décembre 2024].

ARCHITECTES.CH. *Les Moulins de la Veveyse*. [en ligne]. Ouvrage n° 2225. Disponible à l'adresse : <https://www.architectes.ch/fr/reportages/logements/les-moulins-de-la-veveyse-63859> [Consulté le 15 décembre 2024].

COMPAGNON, Raphaël, 2023. *Un îlot de fraîcheur dans l’espace public*. Espazium [en ligne]. 7 mars 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.espazium.ch/fr/actualites/un-ilot-de-fraicheur-dans-lespace-public> [Consulté le 31 octobre 2024].

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE. *Copernicus : 2024 is the first year to exceed 1.5°C above pre-industrial level* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-first-year-exceed-15degc-above-pre-industrial-level> [Consulté le 10 janvier 2025].

INRAE et AGROPARISTECH. *Climate Change Explorer*. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://ccexplorer.eu/#> [Consulté le 24 octobre 2024].

MÉTÉOSUISSE. *Changement climatique*. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.meteosuisse.admin.ch/climat/changement-climatique.html> [Consulté le 29 décembre 2024 a].

MÉTÉOSUISSE. *Climat CH2025*. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.meteosuisse.admin.ch/portrait/recherche-et-collaboration/projets/2023/climat-ch2025.html> [Consulté le 5 novembre 2024 b].

NCCS, National Center for Climate Services. *Programme pilote d’Adaptation aux changements climatiques*. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/mesures/pak.html> [Consulté le 6 décembre 2024].

OCS-SMC, Secteur prévention et promotion de la santé. *De Parc en Parc - Bilan technique*. Dans : ge.ch [en ligne]. Janvier 2024. [Consulté le 18 décembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ge.ch/node/35589>

SLA, 2021. *Gellerup New Nature Park*. SLA [en ligne]. 27 avril 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.sla.dk/cases/gellerup-new-nature-park/> [Consulté le 5 décembre 2024].

VILLE DE LAUSANNE. *Carte des espaces frais*. Site officiel de la Ville de Lausanne [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.lausanne.ch/portrait/climat/carte-espaces-frais> [Consulté le 5 janvier 2025 a].

VILLE DE LAUSANNE. *Pavillon climatique à la Place des Saugettes - Synthèse de la consultation*. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://participer.lausanne.ch/processes/pavillon-climatique/f/203/?locale=fr> [Consulté le 6 janvier 2025 b].

Image couverture : Sur la base de HAWKINS, Ed. *Warming Stripes*. National Centre for Atmospheric Science. University of Reading.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements envers mon groupe de suivi pour leur aide précieuse tout au long de l'élaboration de ce travail. Je remercie tout particulièrement le Professeur Emmanuel Rey, pour son expertise et ses conseils avisés qui ont permis de structurer et de nourrir ce travail ainsi que Sophie Lufkin pour sa disponibilité et son accompagnement durant le semestre.

Je souhaite également remercier toutes les personnes qui m'ont généreusement accordé un peu de leur temps pour répondre à mes questions, ou pour me fournir des informations et des données, lesquelles ont largement contribué à l'enrichissement de mon travail.

Finalement, je remercie mes proches pour leur bienveillance et leurs encouragements et particulièrement mes parents pour leur soutien absolu et leur sérénité face à aujourd'hui et aux demains.

