

Carte des surfaces perméables à Genève

Désimperméabiliser la ville

La gestion de l'eau pluviale dans l'espace urbain au service des vivants

Robin Ossent

Juillet 2023

Domaine Ingénierie et Architecture

Master conjoint UNIGE-HES-SO en développement territorial

Orientation Architecture du paysage

Directrice: Prof. Laurence Crémel

Expert: Gaëtan Seguin (OCEau)

Mémoire n° : 1072

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Hes·so

Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

Abstract

Climate change is underway and its effects are particularly felt in cities. Rain and water-related issues are in the spotlight, with trends leaning towards extremes. Drought periods are becoming longer and hotter, while precipitation is becoming less regular and more intense.

The way rain is managed in cities has fundamentally altered water cycles and current infrastructures are no longer suitable for evolving exceptional events. Cities are predominantly mineral and impermeable, with an urban logic primarily centered around cars. Currently, numerous policies for climate change adaptation and urban greening are being formulated, but their implementation requires a broader consideration of the role of living systems in urban spaces. The focus should not be solely on trees but should extend to a system encompassing water, soil, and vegetation.

This study proposes a three-part exploration of the issue of de-paving. Firstly, an analysis of the importance given to the problem in public policies and projects highlights the current state of affairs. Secondly, an in-depth study of two neighborhoods in the city of Geneva provides a concrete understanding of the situation, possibilities, and potentials. Finally, a practical approach is proposed through the outline of a landscape project in a specific area.

Résumé

Le changement climatique est en marche et ses effets se font notamment ressentir dans les villes. Les thématique de la pluie et de l'eau sont sur le devant de la scène avec des tendances allant vers les extrêmes. Les périodes de sécheresse deviennent plus longues et plus chaudes, les précipitations moins régulières et plus intenses.

La façon de gérer la pluie en ville a fondamentalement modifié les cycles de l'eau et les infrastructures actuelles ne sont plus adaptées à l'évolution des évènements exceptionnels. Les villes sont très largement minérales et imperméables avec une logique urbaine construite principalement autour de la voiture. A l'heure actuelle, de nombreuses politiques d'adaptation au changement climatique et d'arborisation des villes sont formulées, mais leur mise en œuvre nécessite une considération plus large sur la place à donner aux systèmes vivants dans l'espace urbain. La réflexion ne peut pas se focaliser uniquement sur l'arbre, mais doit s'étendre à un système, celui du triptyque eau-sol-végétation.

Ce travail propose une réflexion autour de la question de le désimperméabilisation en trois temps. Premièrement, une analyse de la place donnée à la problématique, tant dans les politiques publiques que dans les projets, permet de mettre en évidence l'état de la situation. Ensuite, une étude approfondie de deux quartiers en ville de Genève permet de visualiser concrètement ou on en est et quels sont les possibilités et potentiels. Finalement, une approche pratique est proposée par l'esquisse d'un projet de paysage sur une portion de territoire.

Table des matières

Remerciements 7

Abréviations et lexique 8

Introduction 11

Partie I
Comprendre l'eau 13

Le contexte climatique 14
Le cycle de l'eau 16
L'eau en ville, histoires et horizons 22

Partie II
La désimperméabilisation aujourd'hui 29

La végétation urbaine 32
Un sujet au cœur de l'actualité 34
Les politiques publiques 36
Les méthodes et principes actuels 54
Une démarche transdisciplinaire 76

Partie III
L'eau et les vivants en ville 79

La Ville de Genève 82
Les quartiers 90
Pistes et opportunités 144

Partie IV
Un projet de paysage urbain 155

Le site 156
Rendre la rue vivante 174

Conclusion 200

Bibliographie 202

Liste des figures 208

Annexes 213

Remerciements

Ce travail représente l'aboutissement de plusieurs années d'études et quelques unes de pratique professionnelle dans le domaine du paysage.

Je tiens tout d'abord à remercier particulièrement Laurence Crémel qui m'a accompagné non seulement dans la direction de ce travail mais également dans différentes étapes de ma formation depuis plusieurs années. Je remercie également Gaëtan Seguin et l'office cantonal de l'eau qu'il représente pour le suivi de mon travail, son engagement et son expertise aiguisée dans le domaine de l'eau en ville.

Je remercie ensuite Valérie Hoffmeyer qui d'une part m'a offert toute la flexibilité nécessaire pour développer ce travail tout en étant en emploi, mais qui a également pris le temps de relire mon travail et apporter des remarques spécifiques et pertinentes.

Je remercie également les nombreux·ses enseignant·e·s qui ont apporté leurs différents regards et domaines d'expertises tout au long de ma formation.

Je remercie finalement mes parents qui m'ont toujours accompagné et soutenu tout au long de mes études. Je les remercie également pour les relectures qu'ils ont effectués pour ce travail.

Abréviations et lexique

Apur	Atelier parisien d'urbanisme
ARE	Office fédéral du développement territorial (CH)
EP	eau(x) pluviale(s)
GESDEC	Service de géologie, sols et déchêts (GE)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICU	Îlot de chaleur urbain
LAT	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (CH)
LEaux	Loi fédérale sur la protection des eaux (CH)
MEP	Mandat d'études parallèles
OCAN	Office cantonal de l'agriculture et de la nature (GE)
OCEau	Office cantonal de l'eau (GE)
OFEV	Office fédéral de l'environnement (CH)
PAV	Praille Acacias Vernets (territoire en transformation urbaine)
PCC	Plan climat cantonal 2030 (GE)
PDCn	Plan directeur cantonal 2030 (GE)
PDCom	Plan directeur communal
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux
PLQ	Plan localisé de quartier
PLU	Plan local d'urbanisme (France)
PMR	Personne à mobilité réduite
PREE	Plan régional d'évacuation des eaux
PSV	Plan stratégique de végétalisation 2030 (VDG)
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
TIM	Transport individuel motorisé
VDG	Ville de Genève
VSA	Association suisse des professionnels de la protection des eaux

abattement volumique: volume non rejeté au réseau d'assainissement d'une hauteur d'eau pluviale [mm] appliquée à une surface de référence.

albédo: mesure du pouvoir réfléchissant d'une surface. Il représente la proportion de la lumière solaire réfléchie par une surface par rapport à la quantité totale de lumière incidente. Un albédo élevé indique une surface qui réfléchit beaucoup la lumière, tandis qu'un albédo faible indique une surface qui absorbe davantage la lumière.

changements climatiques: variations à long terme des conditions météorologiques moyennes et des modèles climatiques à l'échelle de la planète. Ils sont principalement causés par les activités humaines, telles que les émissions de gaz à effet de serre provenant notamment de la combustion des combustibles fossiles et de la déforestation.

coefficient de ruissellement (Cr): proportion des précipitations qui s'écoule en surface plutôt que de pénétrer dans le sol. Ce coefficient est exprimé par une fraction. Un Cr de 1 signifie que 100% de l'eau va ruisseler en surface, alors qu'on coefficient de 0.3 signifie que seul 30% va ruisseler.

biochar: matériau obtenu par la pyrolyse à basse température de matière organique. Ce matériau permet d'augmenter la fertilité du sol en retenant les nutriments, mais sert également de filtre en piégeant les polluants.

dégrappage: fait d'enlever de l'enrobé ou du béton au sol.

désimperméabilisation: processus de restauration ou de création de surfaces perméables dans des zones qui ont été rendues imperméables par des revêtements tels que le béton ou l'enrobé.

technosol: sol anthropique constitué de différents éléments minéraux et organiques suivant la fonction voulue.

vivants: ensemble des être vivants comprenant les végétaux, les animaux, les humains, les insectes.



Fig.1
Ailanthus altissima. Simon Boudvin. 2021.

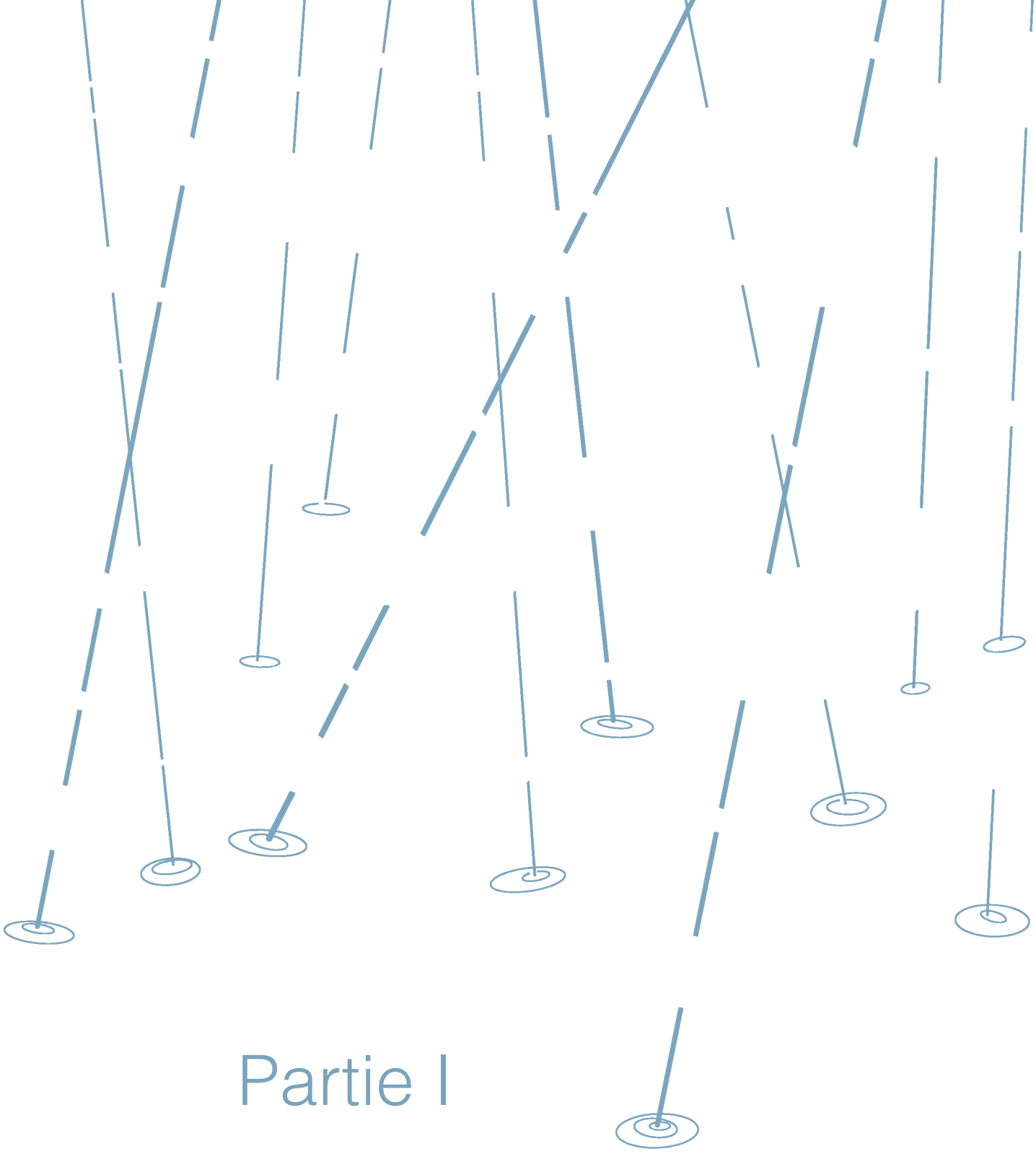
Introduction

L'objectif de ce travail est d'explorer l'importance et la nécessite de l'intégration de la gestion de l'eau en ville pour l'adaptation de celle-ci aux changements climatiques, puis de proposer une approche paysagère de la question au travers de principes de projets appliqués sur une portion de territoire urbain dense.

Les changements climatiques auxquels nous faisons face touchent fortement les villes et des adaptations importantes sont nécessaires. Végétation, eau et sols vivants sont des thématiques fondamentales qui doivent prendre beaucoup plus de place dans les réflexions et les projets urbains. On parle aujourd'hui de plus en plus de l'importance de planter des arbres dans nos villes. Cette question est devenu un instrument politique de poids avec une part émotionnelle souvent importante. Pourtant, en parlant d'arbres en ville on oublie trop souvent l'importance de la pluie et du sol pour garantir le bon développement de cette végétation.

Les solutions développées aujourd'hui autour de la thématique du triptyque eau-sol-arbre sont nombreuses mais leur mise en œuvre concrète relève de processus longs et complexes avec de nombreuses pesées d'intérêts souvent en défaveur des vivants.

Ce travail se divise en quatre grandes parties. La première propose de poser un cadre assez large sur la pluie. D'où vient-elle, comment fonctionne le cycle de l'eau, quelles sont les formes de la pluie, comment a-t-elle été gérée dans les villes à travers le temps. La deuxième partie explore la thématique de la désimperméabilisation et de l'eau en ville aujourd'hui, tant dans l'actualité que dans la planification territoriale et les projets concrets actuels. La troisième partie permet d'entrer dans le détail d'une portion de territoire. Comment l'eau et les vivants sont intégrés dans la ville dense, quels sont les éléments en concurrence, quels sont les pistes d'amélioration. La dernière partie propose un projet découlant directement des différents éléments explorées dans tout le reste du travail. Le projet a pour objectif de montrer la manière dont les vivants peuvent cohabiter et s'épanouir dans l'espace urbain grâce à l'intégration de l'eau de pluie comme une ressource.



Partie I



Comprendre l’eau

Le contexte climatique

Situation générale

Malgré l'abondance de l'eau, sa répartition et sa disponibilité sont variables et inégales et le changement climatique actuel amplifie cela. L'eau sur terre n'est pas à voir comme un simple substance mais comme un système complexe et étroitement lié au climat; c'est le cycle de l'eau. Le changement climatique influe fortement sur ce mécanisme; bien que la quantité globale d'eau sur terre ne change pas, c'est sa répartition sur le globe et l'intensité des événements qui évoluent. En effet, le dernier rapport du GIEC consacre un chapitre entier à la question de l'eau[1] et les études scientifiques sont unanimes sur ce point; les événements extrêmes deviennent de plus en plus fréquents et sévères et ce tant dans le manque que dans l'excès.

En Suisse, nous avons encore la chance d'avoir une disponibilité de l'eau importante et des précipitation relativement régulières et réparties sur l'année. On constate néanmoins, comme à l'échelle mondiale, une multiplication des épisodes dits extrêmes, tant dans les précipitations que les périodes de sécheresse[2]. Les mesures démontrent une augmentation des précipitations durant la période hivernale et une amplification de l'intensité et de la fréquence des fortes pluies, surtout durant la période estivale (fig.1). Les étés sont pourtant plus secs car les épisodes de précipitation sont plus rares; lorsqu'ils se produisent ils sont plus intenses et provoquent plus souvent des inondations, les sols ne parvenant pas à absorber l'eau. Ceci est particulièrement le cas dans les espaces fortement urbanisés dans lesquels les sols sont majoritairement imperméables; l'eau est canalisée et les réseaux entrent en saturation et finissent par déborder.

A ces dérèglements s'ajoute également le retrait des glaciers, particulièrement marqué dans les Alpes. Ces immenses réservoirs d'eau contribuent à la régulation du cycle de l'eau et la disponibilité de la ressource en été. Aujourd'hui, les glaciers fondent de plus en plus rapidement et ne se régénèrent pas en hiver, car les températures ne sont pas assez basses et les chutes de neige de plus en plus rares.

[1] CARETTA, M.A. et al. 2022. *Water in Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* pp. 551–712

[2] OFEV et al. 2020. *Changements climatiques en Suisse. Indicateurs des causes, des effets et des mesures*

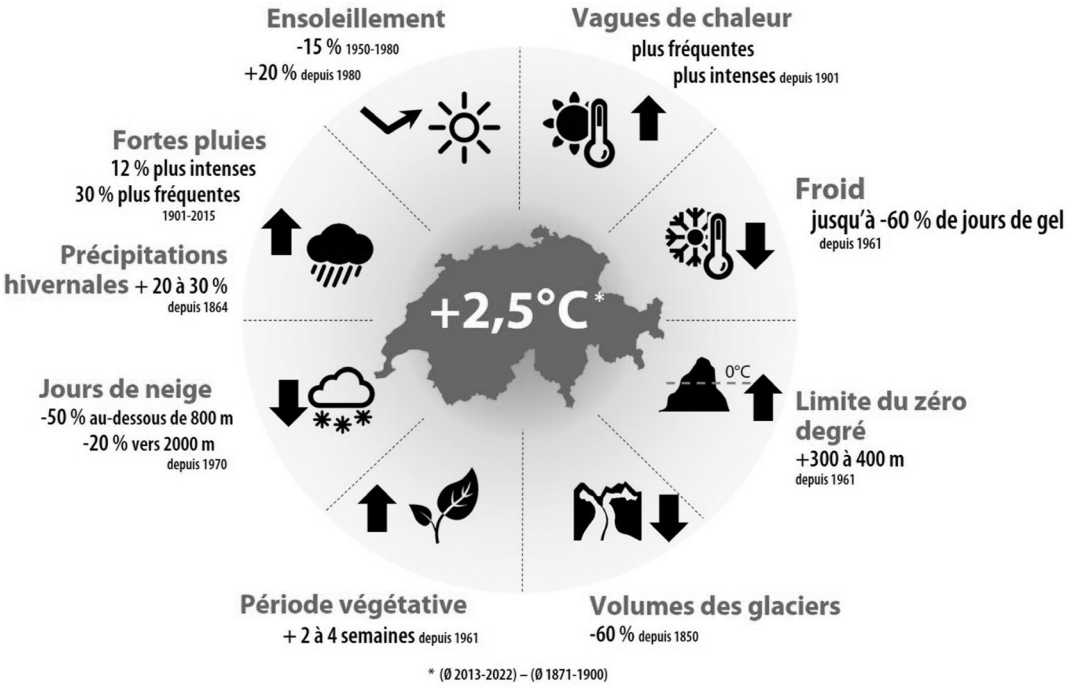


Fig. 2
Changements importants du climat en Suisse basés sur des données d'observation. 2020 OFEV/MétéoSuisse

Les îlots de chaleur urbains

En Suisse, 85% de la population vit en ville[3]. Les espaces urbains concentrent une très grande quantité d'activés et de personnes sur des surfaces limitées, mais ces espaces sont particulièrement touchés par l'évolution climatique et les températures élevées. L'îlot de chaleur urbain (ICU) est un phénomène observé dans des zones où la température est significativement plus élevée que les zones environnantes. Cela est dû à la concentration de bâtiments, de routes, de véhicules et d'autres infrastructures qui absorbent la chaleur le jour et la libèrent la nuit, ainsi qu'à la faible couverture végétale, qui réduit l'ombrage, l'évapotranspiration et la perméabilité des sols. L'obstruction de couloirs d'air par les bâtiments contribue également à l'effet ICU. Les écarts de températures observés entre les surfaces végétalisées et les îlots de chaleur peuvent être très importants; à Genève, l'écart moyen a été mesuré à 7.7°C, certains secteurs dépassant cette valeur[4].

Ce phénomène pose des problèmes de santé publique et d'inconfort en raison du stress thermique, mais également de la concentration de polluants. Il fait l'objet d'études approfondies partout dans le monde; à Genève une cartographie complète des ICU a été réalisée avec des projections à différents horizons temporels. Ces cartes démontrent bien qu'une grande partie de la ville est fortement concernée et que des actions pour atténuer cet effet sont par conséquent nécessaires.

[3] Office fédéral de la statistique (OFS). 2019. *La population suisse - Faits et chiffres.*

[4] République et canton de Genève, DT, SCDD. 2021. Analyse climatique du canton de Genève.

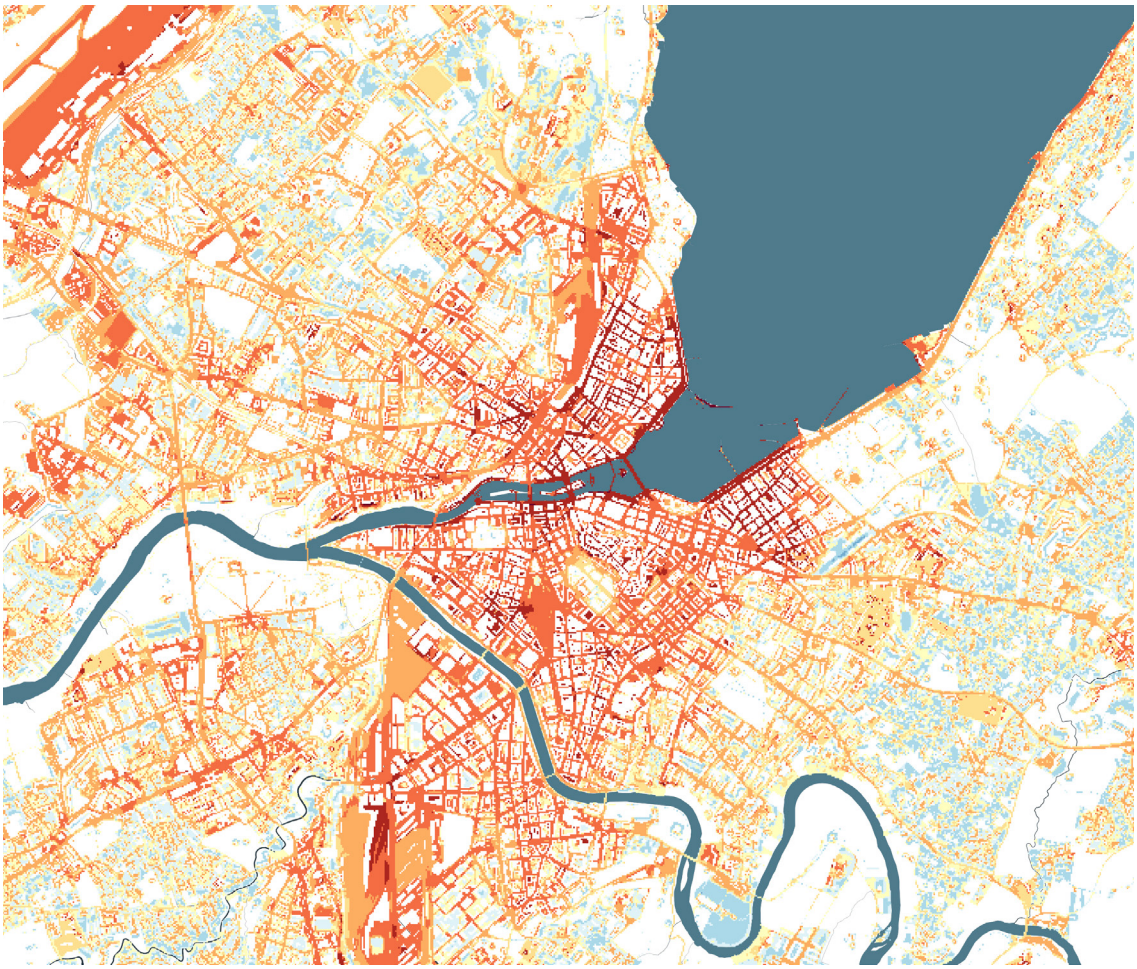


Fig. 3
Écarts par rapport à la température moyenne nocturne à 04h00

Le cycle de l'eau

Ce travail découle principalement de la pluie, mais d'où vient-elle ?

Comme énoncé précédemment, l'eau sur terre est un système complexe dans lequel les masses d'eau sont toujours en mouvement; c'est ce qu'on appelle le cycle de l'eau. Il semble essentiel pour la suite de ce travail de comprendre les fondements des différents mécanismes à l'œuvre et le rôle que chaque système y joue, notamment les sols et la végétation.

Le processus continu du cycle de l'eau, également appelé cycle hydrologique, est composé de différentes étapes qui se suivent et se répètent.

évaporation - évapotranspiration - coalescence
précipitation - infiltration - ruissellement

L'évaporation est la source primaire de formation de vapeur d'eau. Les eaux de surfaces, principalement les océans, mers et lacs, s'évaporent grâce à la chaleur atmosphérique, produite par le soleil. Cette vapeur d'eau s'élève dans l'atmosphère et entre en contact avec des masses d'air froid, ce qui provoque la condensation. C'est là que se forment les nuages.

Il existe une autre source non négligeable de formation de vapeur, cette-fois d'origine terrestre. Il s'agit de l'évapotranspiration. C'est le processus par lequel la végétation transfère l'eau infiltrée dans le sol vers l'air en l'absorbant via ses racines et la transpirant par ses feuilles. L'intensité de ce processus dépend de nombreux facteurs, notamment de la température, l'humidité et le vent, mais également les espèces végétales et leurs mécanismes.

Une fois que les nuages deviennent suffisamment lourds, c'est à dire que les micro-gouttelettes qui forment les nuages entrent en collision et forment des gouttelettes de plus en plus grosses jusqu'à tomber par effet de gravité. Ce processus est appelé la coalescence et c'est ce qui forme les précipitations - la pluie. Ce phénomène est plus complexe que résumé ici, car de nombreux facteurs entrent en jeu, notamment la température, la pression et la densité de l'air qui vont influer sur la nature et l'intensité des précipitations.

La pluie tombe ensuite soit sur le sol soit sur l'eau. Lorsqu'elle tombe sur terre, deux phénomènes se produisent, suivant principalement la nature du sol avec lequel elle entre en contact.

L'infiltration est le processus qui permet à l'eau de pénétrer dans le sol, recharger les nappes phréatiques et alimenter les systèmes racinaires notamment. La capacité qu'a un sol à infiltrer l'eau dépend de sa nature et nous verrons plus tard que les humains, notamment dans les villes mais pas uniquement, ont très fortement impacté cette étape du cycle de l'eau.

Le ruissellement a lieu lorsque l'eau ne peut pas s'infiltrer, soit en raison d'un sol imperméable (roche, argile, routes, béton), soit le sol est arrivé à saturation. Ce processus forme, dans les milieux naturels, les ruisseaux, rivières et fleuves et est un des facteurs majeurs de l'érosion. Dans les villes, le ruissellement est contrôlé et canalisé, faisant souvent disparaître l'eau dans des tuyaux sous-terrains directement vers les mers, lacs ou rivières. Dans les champs, si les sols sont de mauvaise qualité, ces derniers infiltrent peu les pluies et l'eau ruisselle, provoquant l'érosion.

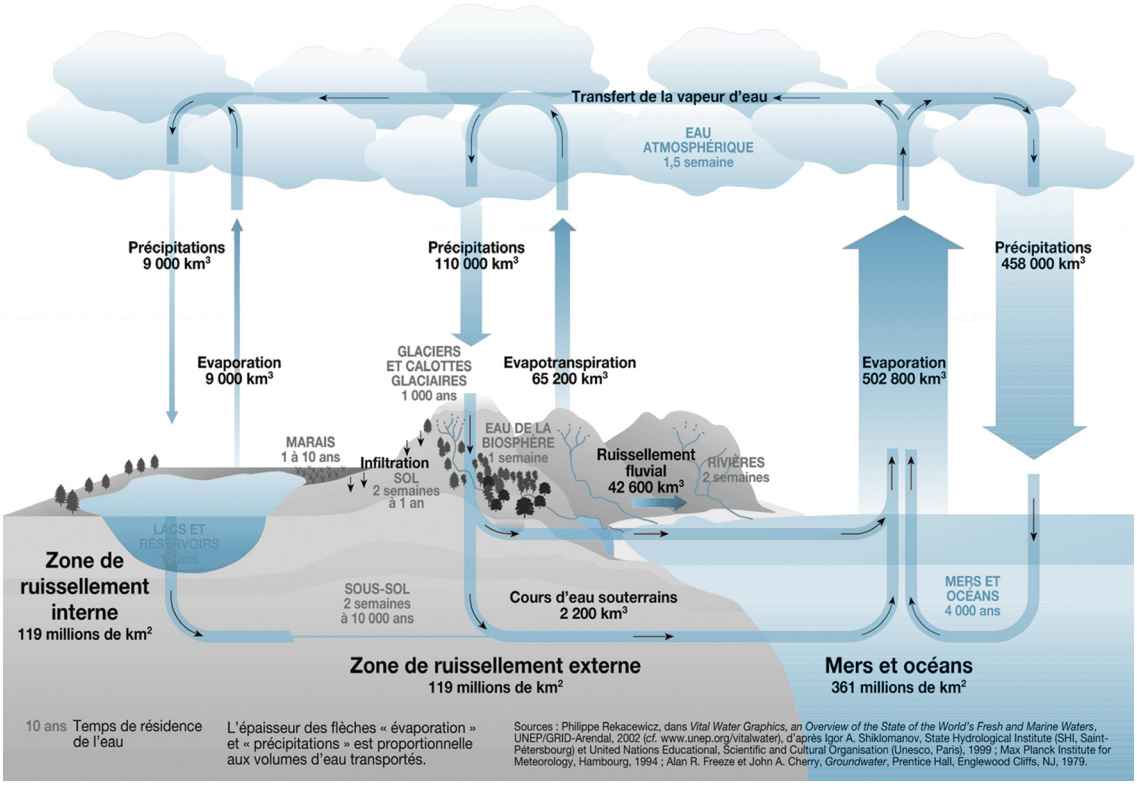


Fig. 4
Le cycle de l'eau, précipitations, évaporation, évapotranspiration et ruissellements globaux. 1979
SHIKLOMANOV, I. SHI and UNESCO

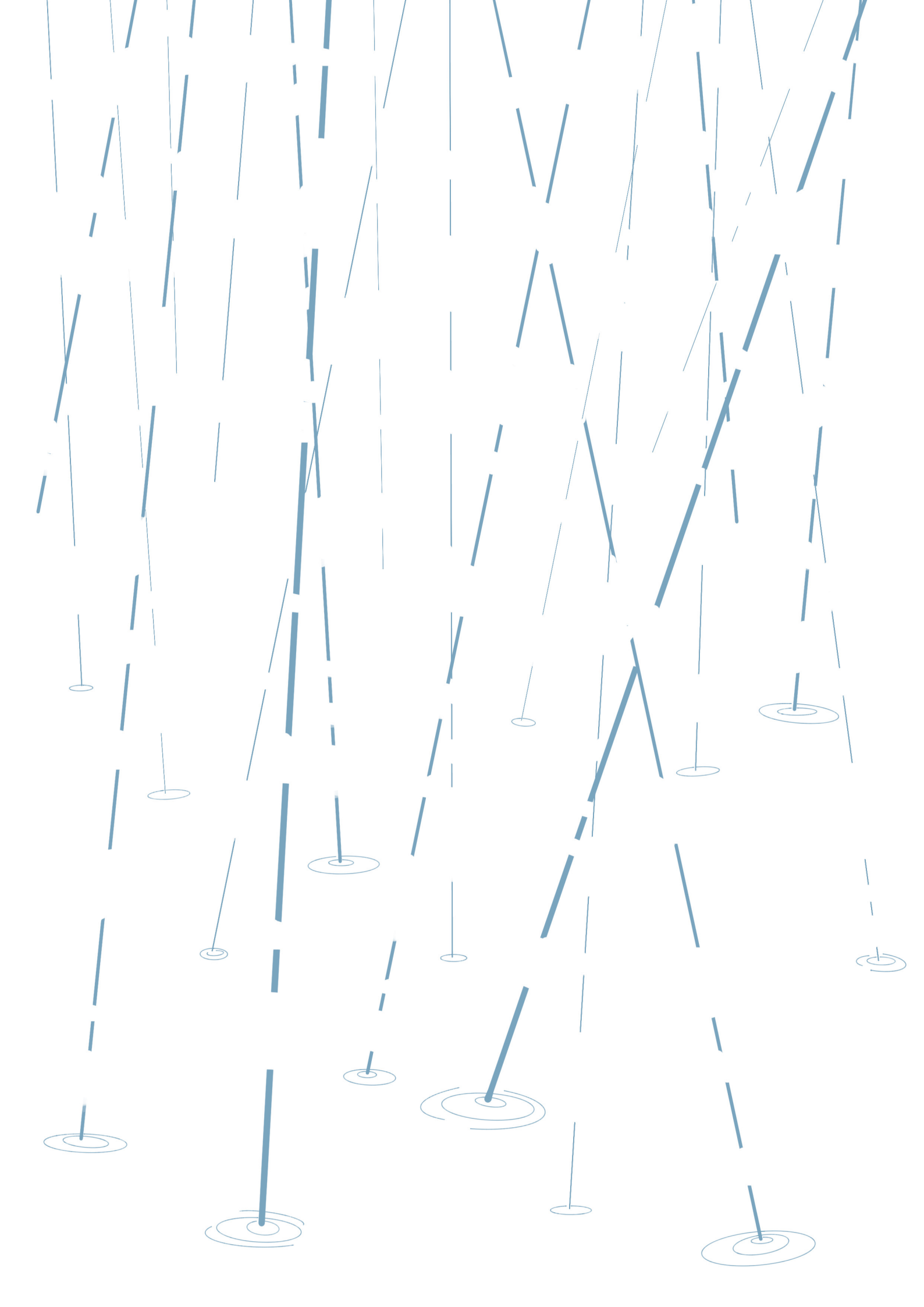
Le graphique ci-dessus permet d'illustrer les quantités d'eau estimées des différents phénomènes qui composent cycle de l'eau. Il est particulièrement intéressant de relever les flèches d'évaporation et de précipitation en différenciant celles des mers et océans des terrestres. Bien qu'en terme de volume global, la majorité de l'évaporation aie lieu sur les mers et océans, la plupart de l'eau retombe directement de là ou elle vient. Les précipitations terrestres proviennent en plus grande partie de l'évapotranspiration, donc des végétaux, principalement des arbres. Ce cycle "terrestre" est appelé *petit cycle de l'eau*, par opposition au cycle global de l'eau[5].

[5] *GALABERT, Jean-Luc, 2022. Comprendre les cycles hydrologiques et cultiver l'eau pour restaurer la fécondité des sols et prendre soin du climat.*

Ces différents phénomènes d'évaporation sont difficilement perceptibles de manière directe par l'humain car ils se produisent à grande échelle. Néanmoins, la compréhension des différentes étapes permet de réaliser l'importance et l'interrelation de chaque phénomène et comment la perturbation d'une étape peut avoir des effets sur le cycle entier.

De nombreux autres composants entrent en jeu dans le cycle de l'eau, comme par exemple les glaciers, la neige ou encore les cavités et cours d'eau souterrains. En Suisse particulièrement, le rôle des glaciers et des neiges est important dans la régulation des débits des cours d'eau, permettant de limiter l'étiage[6] en été grâce à leur fonte. On constate aujourd'hui en raison du réchauffement climatique un retrait irréversible et exponentiel des glaciers; de plus, les températures hivernales trop élevées et les chutes de neige moins abondantes ne permettent pas aux glaciers de se régénérer en hiver.

[6] L'étiage désigne le niveau minimum d'un cours d'eau



Les pluies

Chaque pluie est unique. Néanmoins, pour des raisons pratiques, les hydrologues les classent selon leur intensité et leur durée. Ces facteurs définissent le temps de retour, c'est à dire la fréquence à laquelle un évènement d'une intensité donnée est attendu de se produire. La quantité de pluie qui tombe se mesure en [mm] et l'intensité d'une pluie est généralement exprimée en [mm/h]; 1[mm] de pluie sur 1[m^2] correspond à 1[l]. Les pluies sont souvent classées en trois[7] ou quatre[8] catégories suivant leur temps de retour. On distingue la pluie quotidienne ou faible, parfois la pluie moyenne, la pluie forte et la pluie exceptionnelle. Ces catégories et les volumes d'eau qu'elles représentent sont relatives au climat dans lequel on se trouve.

Une pluie quotidienne est caractérisée comme un évènement de faible intensité, la durée pouvant être variable mais le cumul d'eau est situé entre 10[mm] et 16[mm][9]. Ce type de pluie représente la majorité des évènements ou 'jours de pluie'. Si on considère les 10 premiers millimètres de chaque pluie, soit toute les pluies jusqu'à ce volume et les 10 premiers [mm] de toute les pluies plus intenses, cela correspond à Genève à 80% du cumul annuel de précipitations. En raison de la faible intensité de ces évènements, l'eau est plus facilement captable par les sols. Ces pluies représentent la majorité des précipitations, elles sont précieuses à capter et assimiler.

Une pluie moyenne a un temps de retour situé entre 1 et 10 ans. Elle représente un évènement relativement commun pouvant cumuler environ entre 20 et 30 [mm] sur 1 heure. Elle doit pouvoir être gérée par les infrastructures urbaines pour ne pas provoquer de dégâts; le mode de gestion n'étant pas nécessairement uniquement les tuyaux d'évacuation. À noter qu'à Genève le réseau d'assainissement est dimensionné selon un temps de retour de 10 ans.

Une pluie forte représente un évènement d'intensité importante avec un temps de retour de 10 à 20 ans. Elle peut être de courte durée, localisée et très intense, alors de type orageuse, ou moins intense mais plus longue avec un cumul important. Comme ordre d'idée[10], à Genève une pluie d'une durée de 5 minutes et d'un temps de retour de 10 ans cumulera 6.65[mm] alors qu'un cumul journalier de 84[mm] a le même temps de retour.

Une pluie exceptionnelle est un événement d'un temps de retour supérieur à 20 ans. C'est un événement extrême de très forte intensité ou de très longue durée, avec des cumuls de précipitations largement supérieurs à la normale. Ce type d'événement est difficilement prévisible et a tendance à provoquer de gros dégâts en ville; inondations, refoulements de canalisations ou remontée de nappes par exemple.

Le changement climatique provoque une augmentation des événements extrêmes. Le cumul annuel de pluie ne devrait pas fondamentalement évoluer, mais l'équilibre entre les pluies quotidiennes et les pluies fortes et exceptionnelles va être modifié avec une augmentation des événements intenses à très intenses. L'adaptation des réseaux à cette évolution est très complexe et extrêmement coûteuse, rendant le système du 'tout-tuyaux' obsolète. Il faut au contraire redonner de la place et de la visibilité à l'eau dans la ville, accueillir et anticiper l'incertitude en aménageant des espaces multifonctionnels qui peuvent être ponctuellement inondés sans causer de dégâts majeurs.

[7] BASE, ATM, OCEau. 2020. *Genève - eau en ville. Mandat pilote.*

[8] OFEV, ARE. 2022. *Eau de pluie dans l'espace urbain.*

[9] ADEME. 2023. *La Rue Commune.*

[10] Calculs effectués à partir des données de: OCEau. 2010. *Pluies genevoises. Intensité des pluies de la région genevoise. Directive IDF 2009.*
Voir annexe 1. pour le tableau des valeurs.

Les arbres cultivent l'eau

On sait que les arbres ont besoin d'eau pour leur développement. Les arbres ne fabriquent pas à proprement parler de l'eau, mais ce qu'on sait moins est qu'ils la *cultivent* sous différentes formes, via non seulement la pluie, mais aussi l'air et le sol.

Lorsqu'il pleut qui ne s'est jamais réfugié sous un arbre ? On remarque que même lors d'une forte pluie, un grand arbre va intercepter une grande partie de l'eau avant qu'elle ne touche directement le sol. En fait, l'architecture même d'un arbre, de ses branches, tronc et racines, va aider à conduire efficacement et en profondeur l'eau dans le sol. Ceci va non seulement permettre à l'arbre d'utiliser cette eau via son système racinaire, mais également de la stocker dans le sol et l'infiltrer.

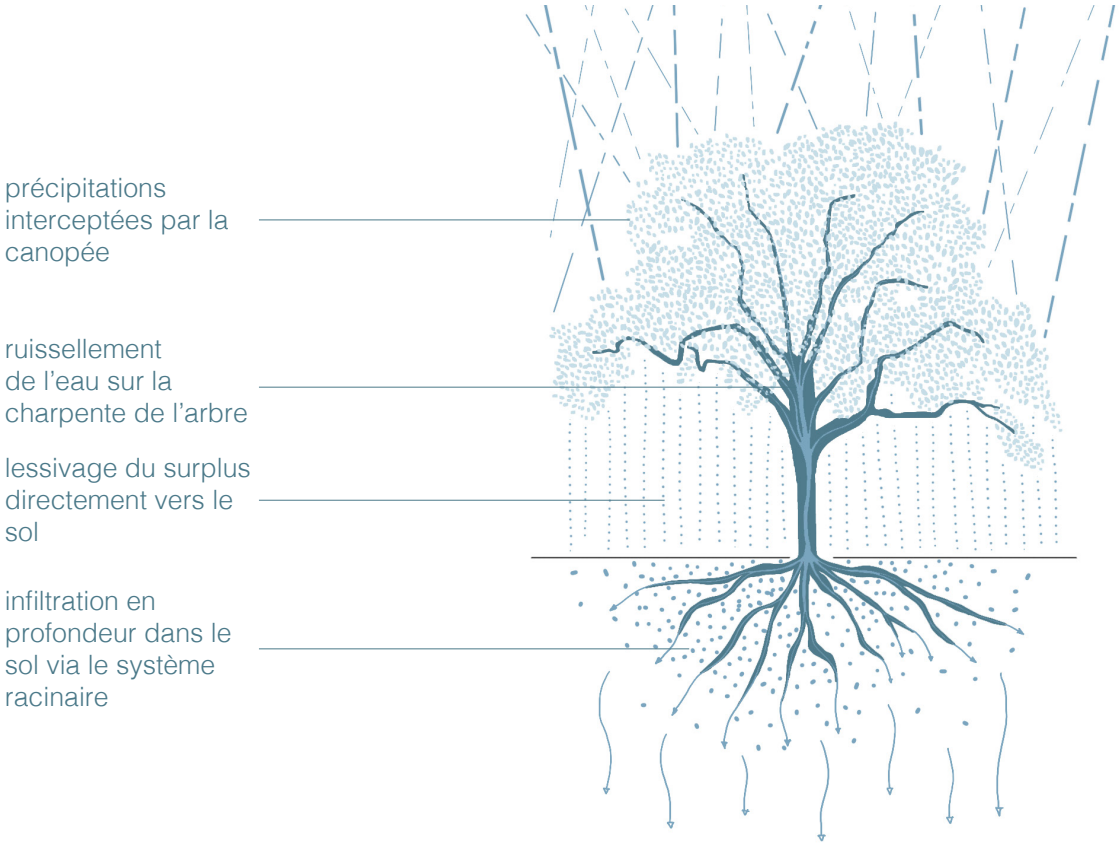


Fig. 5
L'interception de la pluie et la conduite dans le sol via la structure de l'arbre

La canopée va également capter l'humidité de l'air tel un grand filet et permettre ensuite à l'arbre soit de l'absorber directement, soit éventuellement la faire ruisseler le long des branches et du tronc pour rejoindre le sol. En plus de l'humidité, de nombreux autres éléments sont captés, comme les pollens, poussières, insectes et autres déchets organiques, et restitués aux sols avec les précipitations.

Le système racinaire permet quant à lui de structurer le sol avec des vides et des porosités qui aident à la circulation et au stockage de l'eau, ainsi qu'à l'infiltration en profondeur des surplus.

Lorsqu'il ne pleut pas l'arbre utilise l'eau stockée dans sa sève et dans le sol pour réguler sa température; c'est le phénomène d'évapotranspiration. Comme vu précédemment, ce processus contribue à la formation des nuages continentaux et donc de la pluie sur terre. Ce phénomène est beaucoup plus important dans les forêts, mais chaque arbre

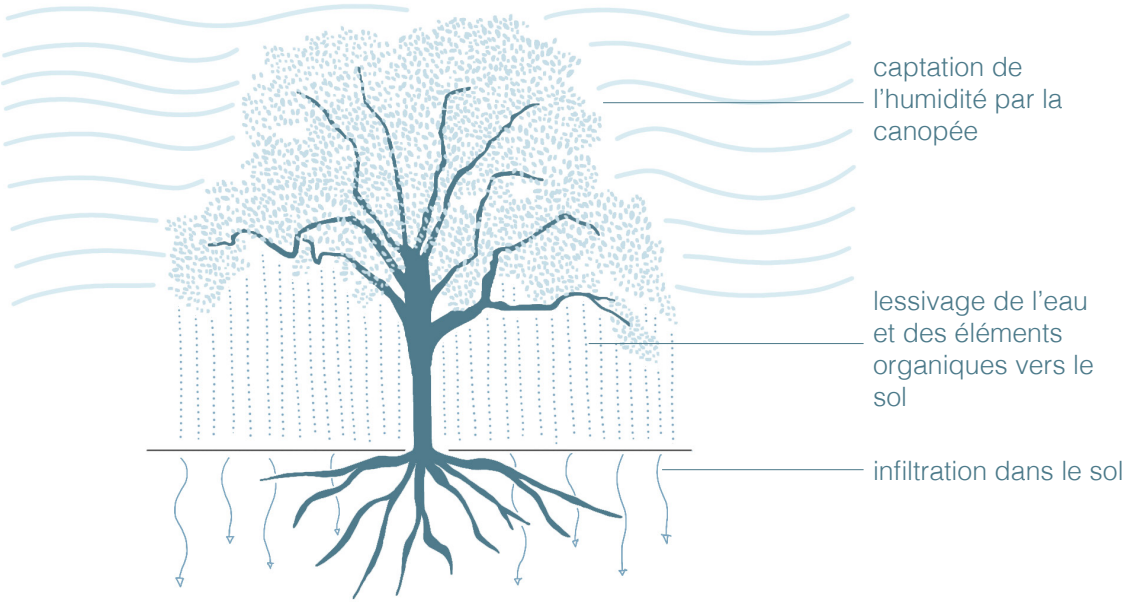


Fig. 6
La captation de l'humidité de l'air et la précipitation de l'eau au sol

contribue à l'ensemble. Ces propriétés particulières des arbres forment un système complexe et dépendant de l'environnement. On imagine bien qu'un arbre dans un sol compacté, imperméable et avec peu ou pas de capacité de stockage ne sera pas à même de mettre en œuvre les mécanismes décrit. Au mieux, il tentera de survivre en limitant sa croissance pour économiser ses ressources.

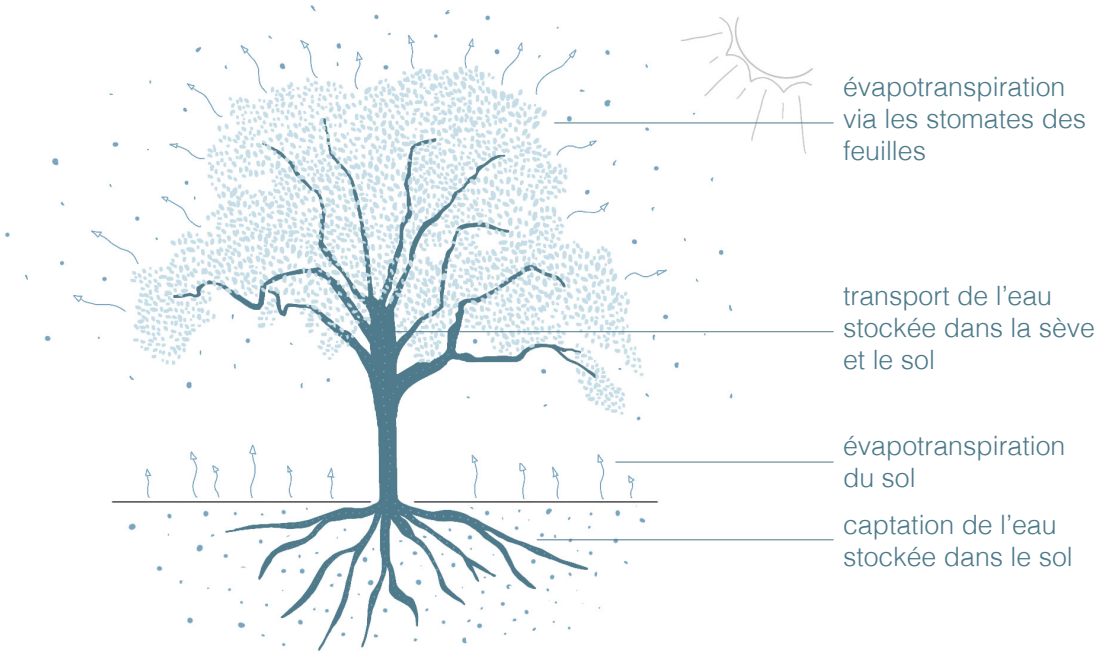


Fig. 7
Processus d'évapotranspiration

Cette introduction aux différents processus qui composent le cycle de l'eau met en avant l'importance que les arbres ont à jouer et pourquoi le travail de l'eau, du sol, de la perméabilité de sa surface mais également de la structure de toute son épaisseur sont essentiels. Ceci est particulièrement le cas en milieu urbain, où les arbres peinent à avoir des conditions optimales, notamment en matière d'eau et de sol.

L’eau en ville, histoires et horizons

La gestion planifiée de l’eau de pluie remonte aux grandes civilisations antiques. Cela fait environ 10’000 ans que, en relation avec l’agriculture, l’élevage et la sédentarité, les premiers principes de gestion des eaux voient le jour.

Différents systèmes plus ou moins sophistiqués ont été imaginés et construits dans des contextes climatiques très contrastés de par le monde. Lorsque la ressource est rare, dans les lieux arides, secs, aux sols très drainant, l’eau de pluie est guidée, conservée et stockée, tandis que là où le climat est plus humide, avec des crues et des inondations, elle plutôt contrôlée, redirigée et évacuée.

La littérature sur l’Histoire de la gestion de l’eau est abondante, mais souvent orientée sur les grands ouvrages dont les traces persistent encore aujourd’hui, comme les fameux aqueducs, les systèmes de canaux et de dérivation ou encore les réservoirs. La majorité de ces constructions traitent de l’eau des rivières ou des nappes et moins directement de l’eau de pluie bien que le tout fasse partie du même cycle. L’eau de pluie semble, elle, souvent liée à la question de l’assainissement et de l’évacuation des eaux usées. Dans la perspective de la suite du travail, nous allons ici nous focaliser sur la question spécifique de l’historique des eaux de *pluie* et de leur collecte, stockage, ruissellement et infiltration, notamment dans des contextes urbains.

Des traces anciennes dans des zones arides

Notre voyage commence dans des lieux où l’eau est précieuse et les pluies relativement rares. L’une des plus anciennes ville connue, Mohenjo-Daro, située dans l’actuel Pakistan, a été construite près de 3000 ans avant J.-C. et aurait abrité une population d’environ 40’000 personnes à son apogée. Elle est l’une des ville les plus importantes de la civilisation Indus et présente des caractéristiques de planification urbaine, avec des rues organisées et hiérarchisées. On a retrouvé dans les ruines de la cité une grande quantité de puits et des bains, mais surtout un système élaboré de canalisations et de drainage auquel chaque habitation était reliée[11].

[11] MAYS, Larry W., 2010. Ancient Water Technologies

En Mésopotamie (correspond environ à l’Irak et la Syrie actuels), subsistent également de nombreuses traces archéologiques de systèmes de collecte des eaux, notamment des réservoirs alimentés par des réseaux de récupération d’eau de pluie et des tuyaux en pierre ou en terre cuite.

Un peu plus tard, à Petra, en Jordanie, la gestion de l’eau par les différentes civilisations qui l’ont occupée a été l’un des moteurs du développement de cette cité. L’eau des pluies hivernales était récupérée et stockée dans de nombreux réservoirs pour pouvoir être utilisée durant la période sèche, pendant laquelle seule l’eau des sources était disponible.

En Egypte antique, en plus des systèmes de réservoirs et canalisations qui étaient également maîtrisés, l’eau de pluie était également collectée sur les toitures des bâtiments et conservée dans des citernes.

Le développement de ces civilisations et villes antiques dans des milieux arides témoigne de la maîtrise de l’eau dont ces civilisations faisaient déjà preuve, tant dans la récolte et le stockage, que dans la conduite et l’évacuation. Sans ces savoir-faire, jamais une telle concentration de population n’aurait pu avoir lieu.

La Grèce et la Rome Antique

Les grandes civilisations grecque et romaine sont connues pour leur maîtrise de l'eau avec des ouvrages de grande envergure comme les aqueducs qui acheminaient de l'eau potable sur plusieurs kilomètres. L'eau de pluie était une ressource précieuse et de nombreux vestiges témoignent de la manière dont elle était gérée. La civilisation Minoenne, une des premières civilisation de la Grèce antique qui occupait la Crète d'aujourd'hui entre 2700 et 1200 av. J.-C., a développé une architecture favorisant la récupération de l'eau[12]. Des toits plats et des cours ouvertes dans les habitations permettaient de capter l'eau de pluie qui était ensuite stockée dans des citernes. Dans les villes, des tuyaux d'argile mais aussi des caniveaux en pierre à ciel ouvert montraient le chemin de l'eau; cette notion qui revient aujourd'hui existait donc déjà il y a plus de 4000 ans. Dans le site archéologique de Cnossos en Crète (fig. 8) un canal accompagne les marches et conduit l'eau de pluie jusqu'à un petit bassin de sédimentation, puis un réservoir.

Dans toutes les civilisations grecques ainsi que chez les Romains, ces principes de valorisation de l'eau son fréquents, avec de nombreuses citernes et réseaux savamment construits et organisés.

[12] MAYS, Larry W., 2010. Ancient Water Technologies



Fig. 8
Caniveau et bassin de sédimentation à Cnossos, Crète
© MAYS, Larry W.

L’impluvium

Un principe, remarquable par sa simplicité, son utilité et sa poésie, est celui de *l’impluvium* du latin *im*, vers l’intérieur et *pluvia*, la pluie; littéralement ce qui reçoit la pluie. Le terme désigne à l’origine la partie centrale de l’*atrium*, la cour intérieure des villas romaines, dans laquelle se trouve un bassin qui sert à récolter les eaux pluviales directement depuis les pans de toitures orientés vers le centre. Ce principe constructif existe dans plusieurs endroits du monde comme au Sénégal avec les cases à impluvium, en Inde, dans le sud de la Chine, au Japon, au Mexique, en Egypte. Le bassin de récupération est non seulement un élément ornemental, voir cérémoniel ou sacré, mais dans certains cas, il sert également de filtre pour l’eau au moyen d’un fond poreux sous lequel se trouve une citerne.

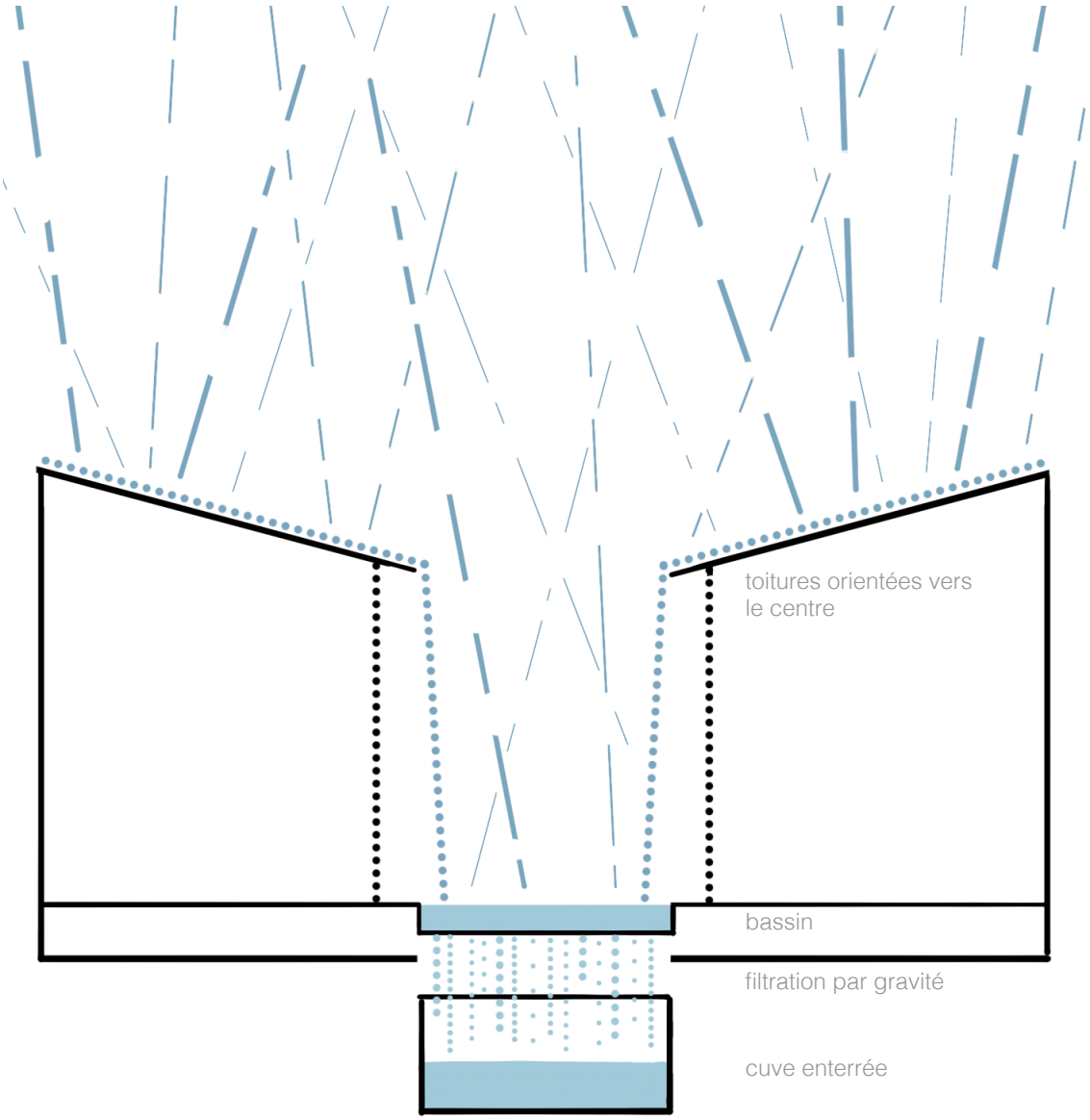
Ce type de construction est encore aujourd’hui parfois utilisé de manière traditionnelle, mais il est aussi une source d’inspiration dans des architectures contemporaines. La simplicité du principe résonne avec les questions d’aujourd’hui, notamment celle de la gestion localisée de l’eau et l’économie de moyens. Il n’y a pas de tuyaux, l’eau est rendue visible et accessible, elle est mise en scène mais utile et utilisable.

La case à impluvium au Sénégal (fig.9) illustre de manière poétique comment l’intégration de la gestion de la pluie dans l’architecture du bâtiment crée un espace unique, entre le dedans et le dehors, propice à la végétation malgré l’aridité du climat.



< Fig. 9
Une case à impluvium en Casamance, Sénégal.

> Fig. 10
Schéma de fonctionnement de l’impluvium


toitures orientées vers
le centre
bassin
filtration par gravité
cuve enterrée

L'imperméabilisation des villes

Dès l'Antiquité, les villes ont commencé à imperméabiliser au moins partiellement leurs sols en utilisant des matériaux comme la pierre ou même les premiers bétons chez les Romains. Les civilisations antiques avaient bien compris que l'hygiène dans les villes étaient particulièrement importante et que l'eau usée devait être évacuée pour ne pas répandre des maladies. Cet assainissement des villes donnera le terme 'assainissement' que l'on utilise encore aujourd'hui lorsqu'on parle des systèmes d'évacuation des eaux; les réseaux d'assainissement. L'hygiène acquise durant l'antiquité s'est ensuite perdue au Moyen-Âge; les égouts à ciel ouvert et les eaux stagnantes deviennent vecteurs d'épidémies souvent ravageuses. L'eau était alors associée à la maladie, ce qui a conduit à la construction des réseaux enterrés pour évacuer hors de la ville toutes les eaux.

Jusqu'au début de la révolution industrielle, les sols urbains étaient principalement constitués de deux manières: le pavage et le dallage était employé pour les rues les plus utilisées et prestigieuses, alors que différents mélanges de gravier, gravillons et sables recouvraient les axes secondaires. A Genève, jusqu'au début du XIX^{ème} des calades de galets de l'Arve, puis différentes sortes de pavés[13] plus ou moins façonnés et réguliers servaient de revêtements. Les rues non pavées étaient couvertes avec du simple gravier, voire de la terre battue.

[13] RIPOLL, David. 2012. *Pavé, caillou, ciment. Histoire matérielle du revêtement de sol à Genève*



Fig. 11
Rue du Paradis (aujourd'hui disparue, cette rue était vers le temple de la Madelaine) en galets avec caniveau central.

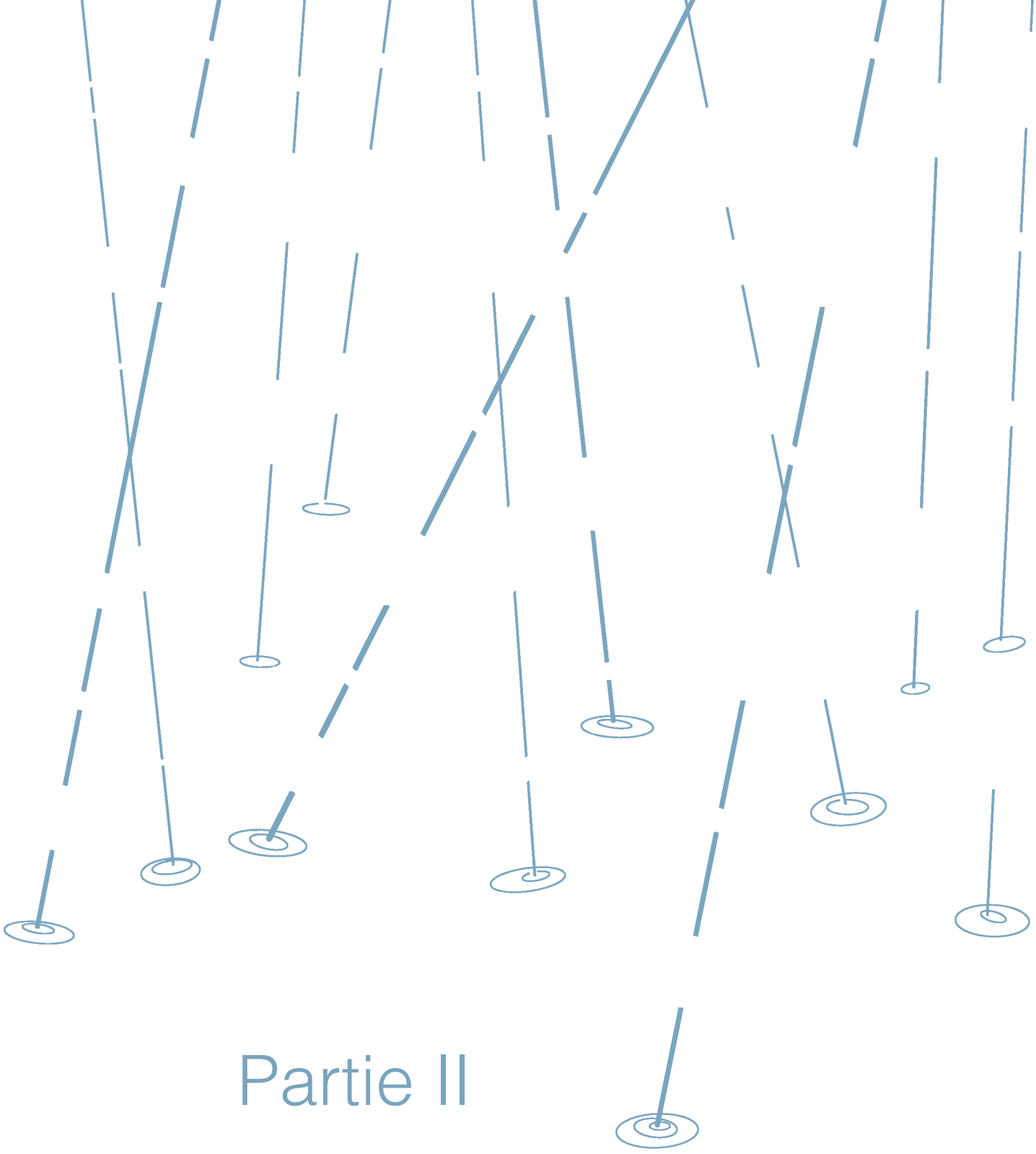
En 1833, les premiers revêtements en asphalte sont mis en place à Genève[14] d'abord pour les trottoirs. Malgré des débuts relativement timides, les techniques de mise en œuvre sont développées et améliorées pour également utiliser ce matériau comme revêtement des chaussées. À partir de la moitié du XIX^{ème} siècle, l'asphalte et les procédés assimilés commencent à s'imposer comme revêtement dans toutes les villes dont la croissance est stimulée par la révolution industrielle et l'exode rural. Différents types de revêtements «coulés» sont développés avec l'évolution de la chimie. Tantôt à base d'asphalte ou de goudron, le principe reste le même: un liant dérivé du pétrole permet de coller solidement entre eux des agrégats. Cette technique de revêtement coulé permet une mise en œuvre rapide, précise avec un rendu propre et uniforme et une durabilité dans le temps. C'est alors que l'imperméabilisation massive des

[14] RIPOLL, David. 2007. *Les revêtements de sol de la Vieille-Ville.*

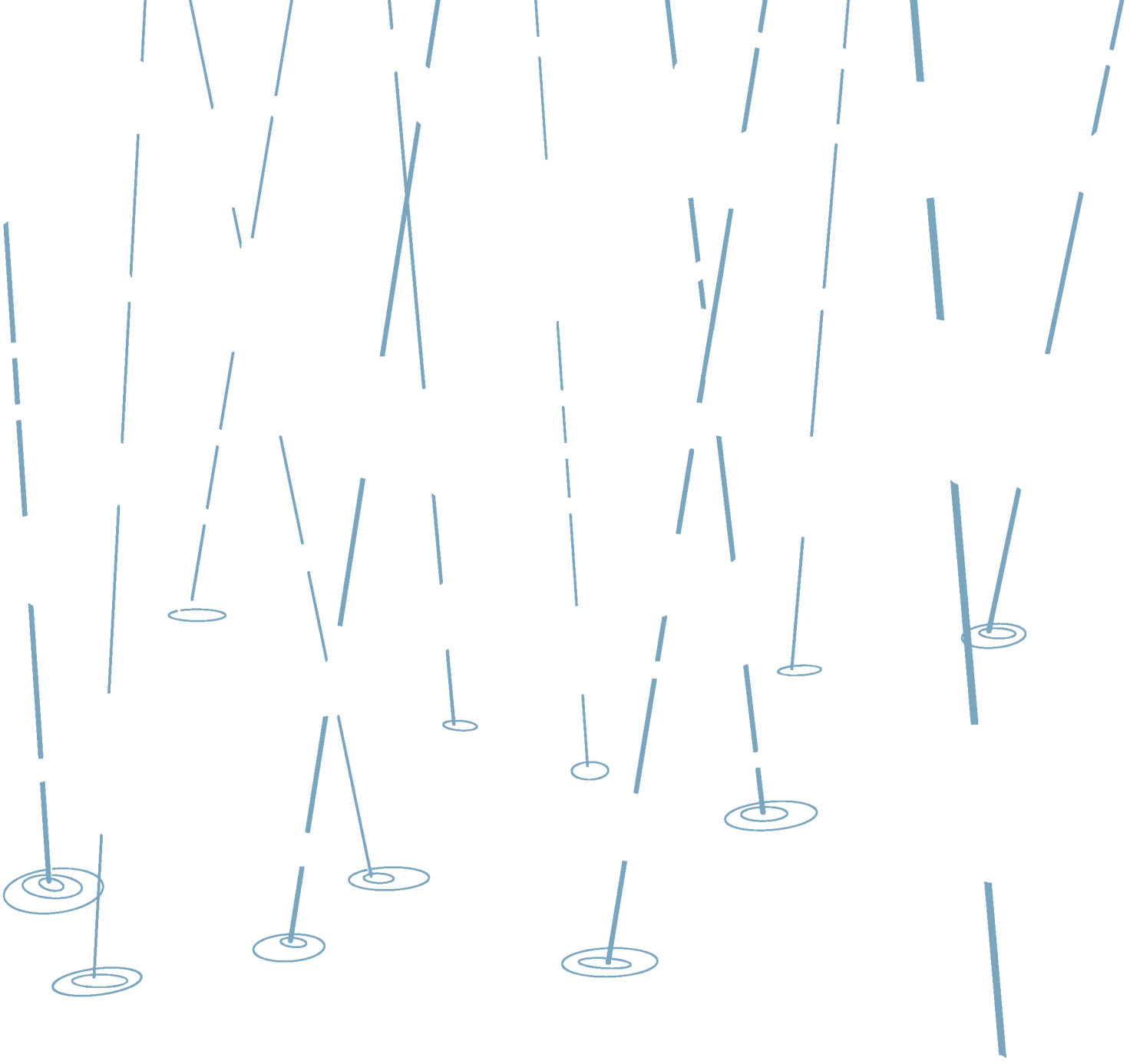
surfaces urbaines se met en place et que l'enrobé devient la norme partout et ce aujourd'hui encore. Ce processus de minéralisation des sols est étroitement liée au développement massif du réseau d'assainissement et du principe 'tout-tuyau'. Ces systèmes sont complémentaires et se sont mis en place en parallèle pour des raisons de salubrité, d'hygiène et d'assainissement des rues. C'est une image représentative de la mentalité de l'ère industrielle pendant laquelle l'humain assoit une maîtrise de la nature par la technologie.



Fig. 12
Publicité pour l'asphalte de la maison Spinedi



Partie II



La désimperméabilisation aujourd'hui



Pourquoi désimperméabiliser ?

Les bénéfices de la désimperméabilisation sont multiples et complémentaires, mais les défis presque aussi nombreux. Il est nécessaire de comprendre et mettre en relation les différents composants et enjeux qui s'articulent lors d'un tel processus afin de porter un regard critique sur ce qui se fait, comment et pourquoi c'est fait ainsi.

La désimperméabilisation des sols est en fait une réponse nécessaire au besoin de végétalisation dans les villes. Nous avons compris précédemment l'importance du cycle de l'eau pour les arbres et inversement, l'importance des arbres dans le cycle de l'eau. Pour garantir de bonnes conditions à la végétation en milieu urbain et afin que celle-ci assure ses fonctions, un cycle local de l'eau est nécessaire. Pour assurer ce cycle localement, le triptyque « eau - sol - végétation » est un principe largement reconnu et utilisé et nous verrons de quelle manière ces trois entités interagissent et sont liées. Cela permettra également de mettre en évidence l'importance de la désimperméabilisation pour le bien-être des vivants en milieu urbain particulièrement.

Cette partie propose d'explorer les différentes facettes de la question, sous plusieurs angles notamment politiques, théoriques et techniques. En étudiant les faits d'actualités, les différentes politiques publiques et les stratégies des administrations publiques à différent niveaux, l'état de la question sera exploré en Suisse et plus particulièrement à Genève. Quelques projets réalisés ou en cours, d'ici et d'ailleurs et proposant des paradigmes différents autour du thème commun seront ensuite analysés et commentés en regard des multiples enjeux en place.

Fig. 13
La renaissance du Peuplier
Lausanne Jardins 2019

La végétation urbaine

Nous avons vu précédemment les fonctions et l'importance des arbres dans le cycle de l'eau. En ville, l'arbre et la végétation d'une manière générale jouent un rôle bien plus vaste que celui d'intermédiaire du cycle de l'eau. On parle aujourd'hui très souvent des « services écosystémiques » rendus par les arbres urbains. Les services écosystémiques correspondent aux bénéfices que les êtres humains tirent des écosystèmes naturels. Ce sont les diverses contributions fournies par les écosystèmes qui profitent directement ou indirectement à notre société.

Cette vision est bien entendu extrêmement anthropocentrée et considère les dynamiques naturelles comme un produit à part entière, qui peut être chiffré et monétisé. C'est un outil à double tranchant car d'un côté il permet de mettre en avant l'importance de la nature via notre fonctionnement capitaliste en lui attribuant une valeur monétaire; d'un autre, cette valorisation propose de réduire en quelque sorte la nature à une somme. Il existe aujourd'hui de nombreux outils et recherches pour calculer cette valeur à différentes échelles.

La valeur de la végétation

À Genève, un outil est utilisé par le canton pour calculer la valeur des arbres urbains en cas d'abattage ou de dommages causés. Ce montant, appelé *valeur compensatoire* est calculé sur la base de plusieurs critères qui, au moyen d'une formule assez simple, attribuent une valeur monétaire à un arbre. Les critères utilisés sont l'essence, la taille, l'état sanitaire et la situation de l'arbre. Ils ne correspondent pas vraiment à la notion de service écosystémique, mais attribuent une importance à un arbre suivant son ampleur et sa situation. Chaque arbre abattu à Genève (hors forêt) doit faire l'objet de plantations compensatoires pour un montant au moins égal sur le périmètre proche de l'arbre abattu. Si des plantations ne sont pas possibles, ou pas suffisamment, la différence doit être versée à un fond cantonal qui finance des projets d'arborisation sur le territoire cantonal. Pour donner un ordre d'idée de la valeur attribuée, prenons pour exemple un des fameux platane sur le pourtour de la rade. Un spécimen en bonne santé, avec une force (circonférence du tronc à 1m du sol) de 120cm aura une valeur d'environ 16'000 CHF.

On retrouve ce principe dans de nombreuses villes et collectivités, avec à chaque fois des variations dans la nature des critères et leur appréciation. Ce type de mesure, bien que pas parfaite, a au moins le mérite de conférer une valeur parfois non négligeable à un arbre et de forcer une pesée d'intérêt en cas de volonté de l'abattre. Dans le cas de gros projets immobiliers, quelques arbres ne font généralement pas le poids, économiquement, face à de gros immeubles, mais pour des projets de moyenne envergure, la considération peut parfois être un peu plus grande en fonction des montants potentiellement élevés induits par une coupe.

D'autres procédés cherchent à aller plus loin dans la valeur monétaire des arbres en ville, en prenant en compte un maximum de services écosystémiques rendus et en les quantifiant. Ceci permet ensuite de comparer le coût équivalent pour remplir la même fonction avec un procédé non naturel. Pour les arbres, les critères mesurés sont par exemple la filtration des poussières fines par les feuilles, le volume de rétention d'eau ou encore le rafraîchissement par évapotranspiration.

Au-delà de l'aspect monétaire

Pour essayer d'aller plus loin dans la compréhension de la valeur que peut avoir un arbre, particulièrement en milieu urbain, il est nécessaire d'aller chercher plus loin que ce qui est quantifiable. C'est alors que la notion de service *socio*-écosystémique émerge. En plus des éléments vu précédemment, cette notion intègre également des aspects tels que les valeurs esthétiques et spirituelles associées à la nature, l'accès à des espaces récréatifs et de loisirs de qualité, l'amélioration de l'attractivité d'un espace ou encore les avantages pour la santé physique et mentale liés à la connexion avec la nature.

Dans le cas spécifique de la végétation en ville, cela permet de mettre en avant la manière dont la présence végétale influe sur la qualité de l'espace. On constate que les arbres augmentent l'agréabilité ou le sentiment de bien-être que peut conférer un lieu. Ils ont également souvent une valeur symbolique et un attachement identitaire fort pour les personnes qui les côtoient au quotidien et ceci est particulièrement vrai pour les grand et vieux arbre. A Genève, deux exemples de ce phénomène peuvent être mentionnés: le grand platane de la Place du Cirque, icône au bout de la Plaine de Plainpalais et le marronnier de la Treille, annonçant le premier jour du printemps au moment du débourrement de sa première feuille.

Ces valeurs sont beaucoup plus difficiles à véritablement quantifier et chiffrer mais elles n'en demeurent pas moins importantes. La notion globale de service socio-écosystémique permet surtout de mettre en avant les multiples bénéfices de la végétation urbaine.

La concurrence de l'espace

Aujourd'hui, la concurrence pour l'espace urbain est très rude car c'est une denrée rare. Les différentes infrastructures de la ville contemporaine sont très contraignantes pour le bon développement des vivants en ville: imperméabilité des sols, très forte occupation du sous-sol par les réseaux et les sous-terrains, forte occupation de l'espace par les véhicules, occupation de l'espace aérien par les lignes de trams et trolley-bus, chaleur et réverbération des matériaux sont autant d'éléments qui rendent la (sur)vie et le grand développement d'un arbre en ville plutôt compliquée.

Ces différentes infrastructures passent souvent avant dans l'ordre de priorité de l'occupation de l'espace, alors que très peu d'entre elles remplissent autant de fonction différentes qu'un arbre. Le plus souvent, ceux-ci occupent un espace résiduel qu'on a bien pu leur laisser, avec en plus des contraintes imposées comme une taille de fosse de plantation limitée par des barrières en béton, une hauteur de couronnement rehaussée ou un revêtement imperméable aux pieds. Il faut désormais voir l'arbre comme un élément à part entière d'un *éco*-système urbain et pas comme une décoration. Cela implique donc de mettre en place de bonnes conditions de développement, tant dans l'espace aérien que souterrain, mais également dans le temps.

Un sujet au cœur de l'actualité

La question du climat urbain est désormais récurrente dans l'actualité romande avec de nombreux thèmes mis en avant dans les titres. Le sujet principal reste néanmoins celui de l'arbre, ce dernier provoquant souvent des débats animés et comprenant une importante part émotionnelle. L'arbre en ville est rare et précieux, car il est l'un des facteurs important de la qualité du climat urbain. Les politiques publiques vont aujourd'hui vers une augmentation du nombre d'arbre et du taux de canopée et une importante communication accompagne ces propos.

Il manque pourtant très souvent deux aspects essentiels dans les grands titres; l'eau et le sol. Sans sol adapté et sans eau, les arbres n'ont aucune chance de pousser dans les villes. Des projets de plantations trop ambitieux, poussés par la course au nombre d'arbres plantés au préjudice de la qualité conduisent souvent à des échecs et une grande mortalité des nouveaux arbres[15]. Le manque de communication sur ces aspects en association avec les arbres tend à dévaloriser leur importance et à ne pas les mettre en avant dans le débat public et la compréhension globale de la problématique.

[15] O'Sullivan F., POON, L. 2021. The darker side of tree-planting pledges.

Un autre sujet peu ou pas évoqué dans la presse est celui de la temporalité. Les arbres prennent du temps à pousser et les sols encore plus de temps pour se (ré)générer. Cette dimension de la temporalité des éléments naturels est intrinsèque à la discipline de l'architecture du paysage car on travaille avec le vivant. Les élus qui *commandent* les projets travaillent sur des temporalités différentes; elles et ils veulent pouvoir communiquer sur des chiffres et des résultats rapidement, dire que tant d'arbres ont été plantés, tant de m^2 de surfaces dégrappés etc. Techniquement, les solutions de mise en place rapide existent et sont tout à fait possibles, mais plusieurs questions se posent et des problèmes émergent. Au niveau des arbres, c'est la taille à la plantation et la provenance qui peuvent poser question; si on veut planter gros, les arbres viennent souvent de l'étranger (Allemagne ou Hollande) par camion, ce qui peut sembler contre-productif. Quant au sol, celui-ci doit être reconstitué dans le milieu urbain pour accueillir des arbres et il existe pour cela grossièrement deux solutions: la première consiste à importer de la terre végétale, souvent des champs et la deuxième est de mettre en place des *technosols*[16] dont plusieurs variantes existent. Nous aurons l'occasion d'aborder plus précisément la question des sols dans la suite du travail.

[16] Un technosol est un sol anthropique, constitué de différents éléments minéraux et organiques suivant la fonction voulue. Le mélange 'terre-pierre' souvent utilisé dans les fosses de plantation en milieu urbain est un exemple.

On constate donc que la question spécifique de la pluie et de son importance pour les arbres est plutôt absente alors que son intégration dans les stratégies de végétalisation est tout aussi importante que la végétation elle-même, bien que souvent trop peu mise en avant. Il en va de même pour la question des sols urbains et de leur régénération, ces deux thématiques étant étroitement liées.

Fig. 14
Collage d'articles de presse

Les arbres en ville sont-ils un privilège de riches?



Les quartiers huppés de la cité de Calvin sont bien plus arborisés que les autres. L'arbre est-il un privilège des riches? / 19h30 / 2 min. / le 3 avril 2022

Plus le quartier est riche, plus on y trouve d'arbres. C'est le cas notamment à Genève ou à Bâle, montre une analyse de la RTS. Et t mesure que le climat se réchauffe. A tel couvrir une partie de leur territoire sous

La Ville de Genève ne taillera plus ses arbres pour lutter contre les îlots de chaleur urbains



La Ville de Genève ne taillera plus ses arbres pour lutter contre les îlots de chaleur urbains / Le 12h30 / 1 min. / le 10 février 2022

Laisser pousser les arbres pour lutter contre les îlots de chaleur, tel est le projet lancé jeudi par la Ville de Genève. Elle renonce à la taille "en tête de chat", qui consiste restreindre le volume des feuillages, pour des questions esthétiques. La ville met ainsi fin à une tradition héritée du XIXe siècle.

Une initiative genevoise demande plus d'arbres et moins de voitures



Le Journal horaire / 37 sec. / le 29 avril 2021

tive législative cantonale pour le "C imatique en donnant plus de place

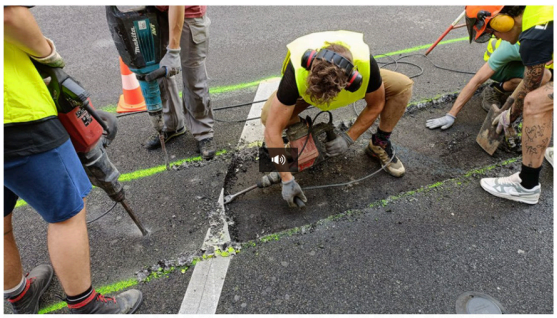
Genève se végétalise grâce à des arbres importés de l'étranger



La Ville de Genève est ob 19:30

Des arbres sont in Genève, a révélé r cherchent à davar

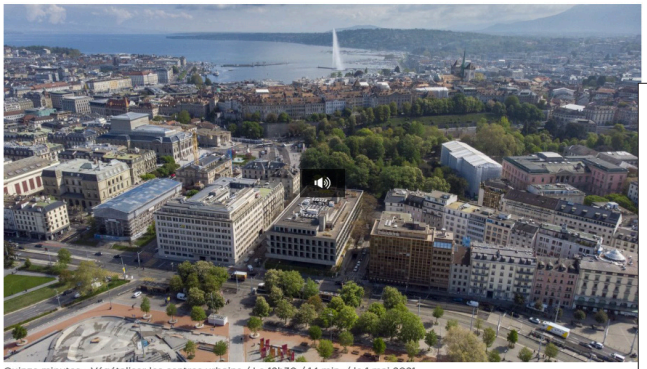
La radicalisation des actions militantes écologistes embarrasse les autorités



La radicalisation des actions militantes écologistes embarrasse les autorités / La Matinale / 2 min. / le 24 juin 2022

A Genève, les militants écologistes croquent littéralement le bitume. Mercredi, une quinzaine de membres d'Actif-Trafic et de l'association des habitants des Pâquis se sont attaqués à des places de parc armés de marteaux-piqueurs. Ils exigent plus d'espaces verts dans ce quartier très densifié. Cette action coûtera des milliers de francs à la Ville, qui a

L'arbre en ville, un allié contre le réchauffement face à de nombreux défis



Quinze minutes - Végétaliser les centres urbains / Le 12h30 / 14 min. / le 1 mai 2021

Genève transforme des parkings en micro-forêts

Publié Il y a 2 mois, le 23 janvier 2023
De **Léna Ailloud**



Les arbres seront plantés sous la méthode Miyawaki. ©MARTIAL TREZZINI

À Genève, 82 places de parc seront bientôt supprimées et remplacées par de la végétalisation.

Genève transforme des parkings en micro-forêts. La Ville a dévoilé ce lundi trois projets de végétalisation. Ainsi dès le mois prochain, le parking du parc des Eaux-Vives sera redimensionné avec la suppression de 52 places sur les 149 existantes. 18 places de stationnement, rue de Villereuse, vont accueillir 800 plants d'une trentaine d'essences. Enfin, les 12 places du parking des Grottes seront transformées dès l'été prochain avec une plantation prévue en janvier 2024.

Les villes sont les reines des nuits tropicales



La canicule se ressent particulièrement dans les villes qui tentent de réagir contre les îlots de chaleur. / 19h30 / 2 min. / le 27 juin 2019

Les espaces urbains en Suisse sont pensés pour se protéger du froid, mais pas des chaleurs extrêmes. La répétition des canicules pose de nouveaux défis aux villes qui doivent désormais se végétaliser pour éviter les îlots de chaleur.

e plus en plus de centres pour rafraîchir l'atmosphère éritable défi.

Les politiques publiques

La question de l'eau en ville touche plusieurs niveaux des politiques publiques en Suisse, du fédéral au communal. Différents types de documents sont concernés: lois, directives, normes, publications, certaines étant contraignantes pour les autorités, d'autres incitatives. Le tableau ci-dessous illustre les imbrications des différents documents cités et analysés par la suite.

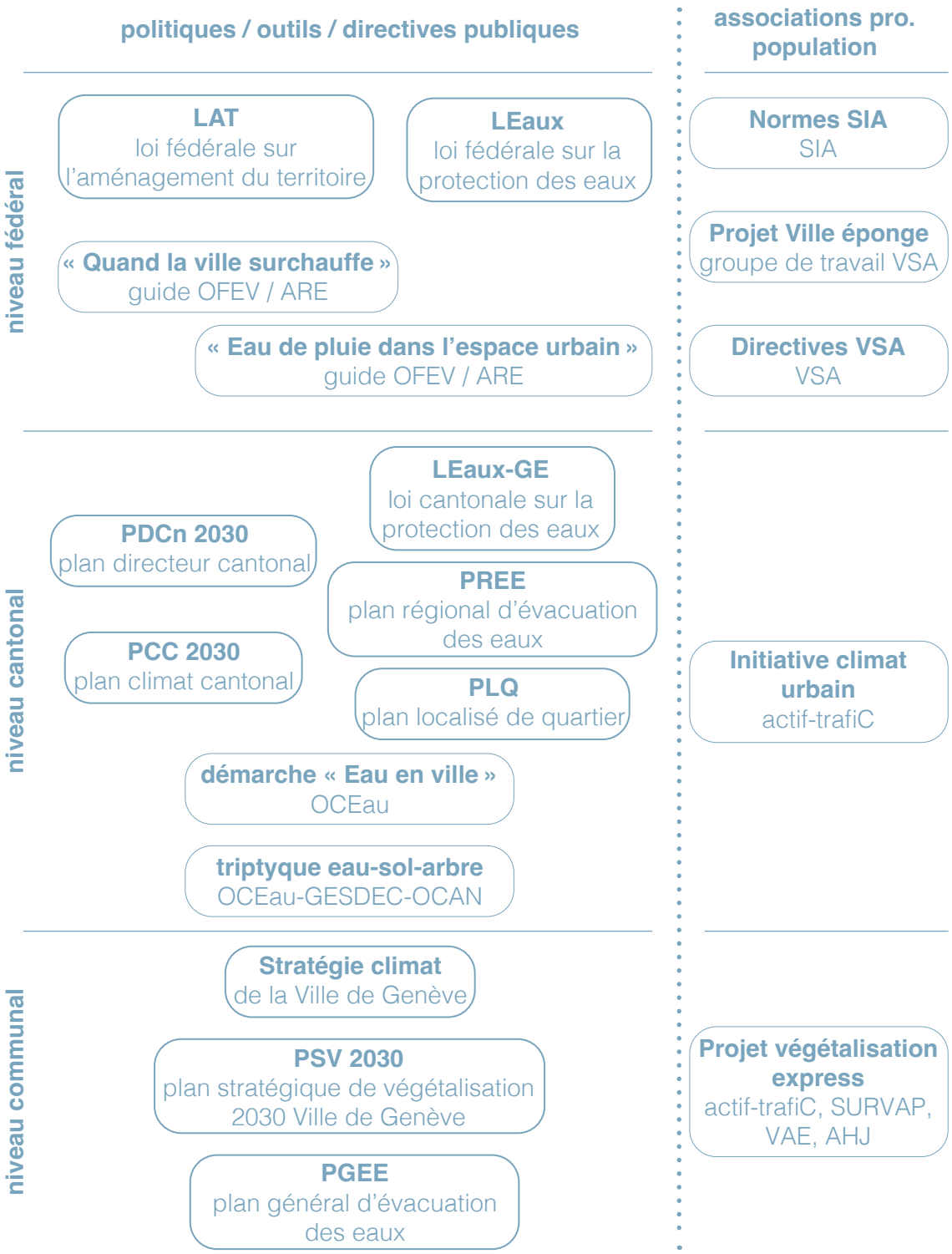


Fig. 15
Tableau de synthèse des politiques publiques, directives, normes et publication en lien avec la désimperméabilisation

Légende
contraignant
non contraignant

Le niveau fédéral

La confédération accorde une grande importance à la gestion de l'eau de pluie notamment en raison du risque qu'elle peut représenter pour la population et les infrastructures.

Au niveau du droit fédéral, c'est la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) qui définit les principes en matière de gestion de l'eau de pluie. Il est intéressant de relever l'article 7.2 en particulier qui traite de la question de l'infiltration: « *Les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent être déversées dans des eaux superficielles; dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit. Les déversements qui ne sont pas indiqués dans une planification communale de l'évacuation des eaux approuvée par le canton sont soumis à une autorisation cantonale.* » (LEaux, art. 7, al.2). Cet article indique explicitement que les eaux de pluies doivent être infiltrées dans la mesure du possible, mais ce sont les lois cantonales qui définissent dans quelle mesure ceci est applicable. D'autres lois fédérales traitent de la question de l'infiltration, comme par exemple la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), mais de manière indirecte et non explicite. Le droit fédéral reste donc relativement vague sur la question, mais la confédération a développé d'autres outils non contraignants pour orienter les Cantons vers des mesures de gestion intégrée. Ce sont en effet les Cantons qui sont les principaux responsables de l'aménagement du territoire et donc, par extension, de la gestion des sols urbains et de l'eau de pluie en ville.

Les outils proposés par la Confédération se présentent sous la forme de publications conjointes de l'OFEV (Office fédéral de l'Environnement) et de l'ARE (Office fédéral du développement territorial) dont deux vont principalement nous intéresser. « *Quand la ville surchauffe* » est le document de référence sur l'évolution du climat urbain dans les villes Suisses et les mesures générales pour adapter les villes et « *Eau de pluie dans l'espace urbain* » découle directement de la précédente publication et présente de manière détaillée les mesures spécifiques pour la gestion des pluies. Ces documents sont conçus comme des aides à l'exécution pour les autorités cantonales et communales et des guides pour orienter les pratiques.

Le premier guide « *Quand la ville surchauffe* » présente un large panorama des mesures possibles pour la compréhension du climat urbain et des îlots de chaleur, avec des exemples dans d'autres villes du monde. Ce guide met l'accent sur la nécessité d'action en encourageant non seulement des planifications stratégiques mais également des actions localisées et rapides non nécessairement liée à des planifications supérieures. Les principales mesures évoquées concernent les espaces verts, les arbres, l'ombrage, la désimperméabilisation et l'eau. En rentrant plus en détail dans les mesures, on constate un niveau de détail assez poussé avec des mesures spécifiques portant sur différents thèmes (végétalisation, désimperméabilisation, ombrage), chaque mesure étant illustrée et appuyée par plusieurs exemples de réalisations, tant en Suisse qu'à l'étranger. Un aspect qui semble habilement mis de côté est celui des contraintes et conflits. En effet, ce guide montre beaucoup de choses dans une vision idéale et ne met pas vraiment en avant les différents points de friction que les mesures proposées rencontrent bien souvent, comme par exemple oppositions des politiques ou de la population, notamment au niveau de la réduction du domaine

routier ou du stationnement. Ces notions sont subtilement évoquées entre les lignes sans pour autant être clairement identifiées. Cette absence de prise de position claire est néanmoins tout à fait compréhensible dans un tel document à l'échelon fédéral qui doit garder une forme de neutralité pour espérer avoir un minimum d'impact et ne pas être rejeté. Globalement, ce guide est un bon point de départ proposant un panel de solutions abordables tant avec des moyens limités que plus poussés.

Le guide traitant spécifiquement de la question de la pluie en ville « *Eau de pluie dans l'espace urbain* » découle du précédent et permet de rentrer dans un niveau de détail plus fin. Ce document aborde dans un premier temps la question de la pluie sous le spectre du risque d'inondations et des différentes lois relatives à la prévention de tels évènements et dresse un bilan de la situation juridique. Le constat est que la gestion de l'eau de pluie est plutôt bien cadrée, mais les normes et principes ne sont pas complètement à jour avec les enjeux actuels. Un point intéressant souligné par ce guide est le manque de représentation de la gestion intégrée de l'eau dans les planification territoriales supérieures, ce qui pourrait avoir comme effet une intégration tardive dans les processus de planification. Une grande partie est ensuite consacrée à l'analyse de stratégies et planifications dans plusieurs grandes villes européennes pionnières en la matière, comme Copenhague, Berlin ou Lyon par exemple. Puis, le guide entre dans les recommandations spécifiques et pose des principes directeurs. Les points les plus marquants à relever concernent notamment le principe directeur « évaporation > infiltration > évacuation » qui pose les niveaux de priorité à considérer pour la gestion des eaux pluviales. Un autre volet important concerne l'importance de développer, pour les cantons et les communes, une approche stratégique planifiée; cette recommandation contraste avec le guide « *Quand la ville surchauffe* » qui, comme vu précédemment, recommande autant des actions isolées qu'une planification supérieure. L'importance de la multiplicité d'usages des espaces ouverts urbain est également soulignée; l'espace urbain libre est rare et précieux et les ouvrages de gestion de l'eau en ville ne doivent pas uniquement servir cette cause mais permettre de répondre à plusieurs fonctions. Tout comme le guide précédent, des mesures spécifiques concrètes sont présentées et illustrées avec des exemples réalisés. Ce guide donne une grande palette de possibilités pour les autorités et la planification avec un niveau de détail assez poussé. Comme le précédent il garde cependant une grande neutralité dans les conflits d'usages que les mesures proposées peuvent provoquer.

Globalement, le niveau fédéral est donc peu contraignant, mais les offices fédéraux concernés ont développé une grande palette d'outils de référence, tant pour la planification supérieure que la mise en œuvre de mesures spécifiques. Ces outils permettent aux cantons et communes d'avoir une base commune avec des principes reconnus et approuvés par la pratique. L'aspect expérimental est peu voir pas mis en avant, les différents guides préférant s'appuyer sur des principes testés et validés. Malgré la précision apportée dans ces documents, on constate une absence de prise de position forte de la part de la confédération dans la question de la planification supérieure, laissant ainsi la liberté aux cantons d'imposer des mesures de gestion des eaux de pluie vraiment contraignantes dans l'aménagement du territoire.

Les normes et directives des associations professionnelles

Les associations professionnelles jouent un rôle très important dans la mise en œuvre des différentes mesures de gestion des eaux. Ces groupements édictent des normes qui, bien que pas toujours obligatoires pour les autorités, sont le plus souvent admises et largement appliquées et ce au niveau national. Parmi les normes les plus connues figurent bien entendu les normes SIA (société suisse des ingénieurs et architectes) qui régissent à peu près tous les aspects du domaine de la construction, toutes catégories confondues. Ces normes extrêmement précises se sont imposées comme *la* référence et la grande majorité des projets les adoptent. Elles ont l'avantage de poser un cadre qui permet d'unifier et sécuriser la pratique mais parfois au détriment des possibilités d'innovation et d'expérimentation. Ces normes sont édictées par et pour les professionnels et concernent les aspects techniques et opérationnels.

L'association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) joue également un rôle important dans toutes les questions liées à l'eau. Elle a notamment édicté la *directive sur la gestion des eaux urbaines par temps de pluie* qui sert de base de référence pour les autorités et les planificateurs. Cette directive règle toutes les questions de principe, de dimensionnement, traitement, évacuation etc de manière détaillée et normative. Une nouvelle tâche importante du VSA est le développement du projet *Ville éponge* depuis début 2022 (nous verrons plus en détail le principe de la ville éponge dans la partie suivante). Il a pour objectif de normaliser et intégrer dans la planification, à l'échelle nationale, les pratiques de gestion intégrée et délocalisée de l'eau en milieu urbain. Ce projet est encore à ses prémices et le chemin semble encore long pour voir une intégration systématique dans les pratiques des administrations, mais c'est une base solide et concrète.

Le niveau cantonal

Les cantons jouent un rôle prépondérant dans l'aménagement du territoire et la manière de gérer les eaux de pluie avec de nombreux outils à leur disposition. Dans ce sous-chapitre la focale sera faite sur le canton de Genève afin de poser un cadre de référence pour la suite du travail.

L'office cantonal de l'eau (OCEau) est très engagée en matière de gestion des eaux urbaine au travers notamment de la démarche *Eau en ville* qui a pour objectif de faire évoluer les pratiques professionnelles et privées en la matière. Ce travail se fait au travers de plusieurs médiums, comme des partages d'expérience et beaucoup de communication, mais surtout l'accompagnement de plusieurs projets pilotes à différentes échelles. Cette démarche s'inscrit dans la continuité des guides fédéraux vu précédemment, avec un niveau d'engagement supérieur et une incitation à l'expérimentation. Le lancement de cette démarche s'est fait via un premier mandat pilote mené par le groupement BASE / ATM et portant sur l'élaboration des principes de gestion des eaux sur le quartier en projet de Grosselin dans le périmètre du PAV. Les outils proposés par l'office sont non contraignants, l'objectif étant pour l'instant plutôt orienté vers la sensibilisation et le partage de connaissances. Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de vision stratégique globale précisément orientée sur l'évolution de la gestion des eaux pluviales en ville.

Il existe néanmoins deux outils obligatoires de planification en matière des gestion des eaux tels que définis par l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux): le plan régional d'évacuation des eaux (PREE) et le plan général d'évacuation des eaux (PGEE). Ces deux outils ont pour objectif de planifier et coordonner l'évacuation des eaux (usées et pluviales) à l'échelle d'une unité hydrologique[17] pour le PREE et d'une commune pour le PGEE. Actuellement, ces outils sont très orientés réseaux et dimensionnement, avec des mesures concernant principalement l'adaptation des infrastructures par rapport au développement urbain. L'encouragement des mesures de gestion des eaux pluviales dites 'alternatives' n'est que très peu mis en avant, tant par la loi que par les directives VSA. En tant qu'outil obligatoire et contraignant pour les autorités, ces plans semblent pourtant présenter de belles opportunités pour favoriser la mise en place de mesures fortes concernant l'infiltration des eaux. Le PGEE Ville de Genève est encore en cour d'élaboration, mais les PREE rive gauche et droite donnent déjà des informations intéressantes, notamment sur la mise en séparatif des réseaux. Actuellement, la majorité du centre-ville est équipée d'un réseau unitaire et il n'est prévu de mettre en séparatif qu'une petite partie supplémentaire[18]. On peut comprendre cela par le coût très élevé de tels travaux, mais il est étonnant que des mesures de déconnexion et de gestion délocalisée des eaux pluviales ne soient par conséquent pas beaucoup plus mises en avant.

[17] une unité hydrologique est un ensemble cohérent sur le point de vue de la gestion des eaux, généralement un bassin versant.

[18] Service de la planification de l'eau, 2016. *PREE Lac rive gauche*

L'OCEau porte également en partenariat avec l'OCAN (Office cantonal de l'agriculture et de la nature) et le GESDEC (Service de géologie, sols et déchets) le principe du triptyque eau - sol - arbres. La politique de végétalisation de la ville doit se faire via un partenariat étroit entre ces entités dont chacune est essentielle au bon développement de la végétation. Le canton de Genève travaille au bon fonctionnement de ce partenariat entre les différents services, mais celui-ci n'est pas toujours aisé en raison des différents intérêts en présence.

Un autre volet important au niveau cantonal et concernant directement les mesures de gestion des eaux est celui de l'adaptation au changement climatique avec notamment le Plan climat cantonal 2030 (PCC). Ce document stratégique détaille les mesures a entreprendre dans tous les domaines concernés pour d'une part réduire les émissions de gaz à effets de serre et d'autre part adapter le territoire et les infrastructures aux changements climatiques. Un grand nombre de thématiques sont abordées, mais nous soulignerons ici deux grands volets qui font écho au sujet de ce travail, la désimperméabilisation. La fiche 4.5 (annexe 1) traite directement de la lutte contre les îlots de chaleur et fait ressortir plusieurs points importants. Premièrement, ces îlots sont clairement identifiés par la carte de l'analyse climatique du canton que nous aurons l'occasion d'étudier plus tard; il s'agit donc de secteurs d'intervention relativement précis. Les mesures préconisées sont notamment la végétalisation et la perméabilisation des sol, le triptyque eau-sol-arbre étant explicitement cité. Un élément intéressant également est celui des effets induits par les mesures proposées; ces effets mêlent santé publique, qualité de vie, biodiversité et gestion des eaux pluviales. On comprend donc que la thématique des îlots de chaleur est tout à fait centrale dans la réflexion sur l'intervention paysagère en milieu bâti. La fiche 5.4 (annexe 2) évoque quand a elle directement la question du concept eau en ville, avec l'élaboration d'une stratégie et si besoin des changements législatifs. Le volet de la mobilité est concerné par plusieurs fiches avec principalement des mesures de report modal vers les mobilités douces et les transports publics, ainsi que l'électrification du parc de véhicules. Il est néanmoins intéressant de constater que la réduction de l'espace

routier n'est pas explicitement mentionnée. On pourrait même voir une certaine incohérence entre les mesures qui visent le report modal, donc qui ont pour objectif de réduire le nombre de voitures individuelles, et les mesures de développement de l'électromobilité qui proposent des aides à l'achat de véhicules électriques.

Le principal outil d'aménagement du territoire au niveau cantonal reste bien entendu le plan directeur cantonal (PDCn), mis a jour par le canton en 2021 avec une vision à 2030. Ce document stratégique et contraignant fixe les grandes lignes du développement territorial à l'échelle cantonale. Sans rentrer ici dans une analyse approfondie qui consisterait en un travail en soi, certains parallèles peuvent être établis, logiquement, avec le plan climat cantonal. Le paysage urbain est mentionné et reconnu comme essentiel, avec une notion de mise en réseau et de maillage des espaces verts, un principe hérité du « Rapport général de la commission d'étude pour le développement de Genève, DTP 1948 ».



Fig. 16
Zones et liaisons de verdure, Genève agglomération future.
DTP. 1948

Ce plan, souvent connu sous le terme de *Plan Braillard*[19] est depuis sa publication souvent mentionné dans les documents de planification genevois, tant cantonaux de communaux. Il tend vers un idéal qui peine à se concrétiser sur le terrain, notamment sur les connexions; pourrait-on imaginer ce maillage aujourd'hui comme une trame piétonne et perméable ? Le PDCn va en tout cas dans cette direction: « *Le canton reconnaît la valeur structurante, sociale et biologique du réseau des espaces verts et se donne les moyens financiers et opérationnels de le développer en l'inscrivant dans la continuité avec le maillage vert d'agglomération. Il soutient la création de nouveaux espaces verts accessibles et bien répartis, notamment dans les extensions urbaines. Il*

[19] Ce document a été produit par Maurice Braillard, chef du Département des travaux publics entre 1933 et 1936. Il apparaît pour la première fois en 1935 dans le plan directeur régional.

pérennise et met en valeur les pénétrantes de verdure en précisant leur rôle spécifique. Il veille à ce que le réseau des espaces verts et publics soit connecté par la mobilité douce. Il encourage les mesures visant à accroître la biodiversité. Il intègre l'eau dans la ville comme élément structurant des espaces publics et naturels. » (PDCn 20230). Sur le plan de la mobilité, on retrouve les mêmes principes que dans le PCC avec une application schématique dans le territoire. La tendance va vers l'augmentation de l'offre de transports publics et le développement des infrastructures de mobilité douce. Bien que la diminution de l'espace dédié aux transports individuels motorisés (TIM) soit brièvement évoqué, l'affirmation de sa nécessité reste timide.

Un autre outil incontournable des grands projets dans le canton de Genève est celui des plans localisés de quartier (PLQ). Il est intéressant dans le sens qu'il permet de poser, en amont du permis de construire et de manière contraignante, les gabarits des constructions (hors sol et sous sol), la nature des surfaces extérieures ainsi que (entre autre) le principe de gestion des eaux pluviales. L'OCEau peut, dans le cadre de l'élaboration du règlement du PLQ, imposer des contraintes d'infiltration à la parcelle, rendant donc cet outil très utile pour la planification supérieure à l'échelle d'un quartier. Ce document doit être approuvé par le conseil d'état, en respect des documents contraignants précités. Cet outil permet donc de poser un cadre contraignant et en accord avec les principes établis par les politiques publiques d'instance supérieure et ce, dès les prémices d'un projet. Le PLQ est néanmoins un outil utilisé majoritairement pour le développement de grands ensembles, souvent hors centre-ville. Il n'est que très peu mis en application dans le territoire urbain dense, hormis quelques exemples comme le PLQ Carré Vert (site d'Artamis à la Jonction) ou plus récemment les PLQ Bourgogne et Acacias 2 approuvés respectivement en mars en en juin 2023.

Il ressort de l'étude de ces différentes politiques publiques de niveau cantonal une vraie volonté de mutation urbaine au profit d'espaces partagés et mutualisés, avec une part importante pour les vivants et l'eau de pluie. On comprend également que l'enjeu du climat urbain est primordial et touche d'une part une grande part de la population, mais également que c'est une notion transversale. Transversale car elle touche à plusieurs thématiques fondamentales: la santé publique, le bien-être des vivants, la biodiversité, l'espace commun et partagé ainsi que la mobilité. Nous reviendrons par la suite sur cette notion de transversalité qui est fondamentale dans la démarche de projet de paysage.

Le niveau communal

Les politiques communales sont particulièrement intéressantes car c'est une échelle qui permet de traduire des principes et des directives sur le terrain et de les confronter avec la réalité. Dans cette partie nous étudierons comment la Ville de Genève a traduit les politiques cantonales sur son territoire, notamment au travers de la stratégie climat de la Ville de Genève, ainsi que du plan stratégique de végétalisation 2030.

La stratégie climat de la Ville est plus engagée que celle du canton, avec des prises de position plus affirmées, notamment en matière de mobilité. Le document exprime des mesures claires de diminution de l'espace dédié aux TIM au profit d'espaces piétons, d'axes de mobilités douces, de terrasses, places et espaces verts. Cette mesure est précisée au travers de deux objectifs principaux: la diminution de l'espace occupée par les chaussées (mesure 25) et la suppression sans compensation de 50% des places

de stationnement en surface (mesure 26). Le problème de l'imperméabilité des sols urbains est également mis en avant et la nécessité de désimperméabilisation et mise en réseau des espaces végétalisés est affirmée. La mesure concernant directement la désimperméabilisation demande un minimum de 10'000m^2 (~1 terrain de foot) par an sur le domaine publique (mesure 42). On y retrouve également la question des îlots de chaleur avec, en complément des directives cantonales, une dimension sociale liée; une priorité d'action accordée aux quartiers socio-économiquement moins lotis (mesure 51). La terme de « maillage fraicheur » est évoqué pour la mise en réseau des espaces existants au travers du tissu bâti. Une autre mesure intéressante car elle est clairement chiffrée est celle concernant le taux de canopée[20] (mesure 46). L'objectif fixé par la ville est d'arriver d'ici à 2030 à un taux de couverture de 30%, contre 21.8% aujourd'hui (Stratégie climat de la ville de Genève, 2022). Cet objectif est mis en application de manière précise dans le plan stratégique de végétalisation 2030.

[20] le taux de canopée en milieu urbain correspond à la surface du couvert arboré

Le plan stratégique de végétalisation 2030 (PSV) souligne l'importance des arbres dans la régulation du climat urbain et la lutte contre les îlots de chaleur. Une première partie permet de dresser la situation actuelle au niveau végétal avec un chiffrage précis du taux de végétalisation et de sa nature. On retrouve également le plan zones et liaisons de verdure (voir fig. 12) et la notion de densification de la trame verte qui est le fil conducteur de la stratégie. Les différents objectifs identifiés sont chiffrés de manière précise, avec des nombres d'arbres ou des métrés de surfaces. Un aspect à souligner est la diversification des mesures de végétalisation; on ne parle pas uniquement de planter de nouveaux arbres, mais également d'améliorer la situation des arbres existants (en désimperméabilisant les pieds d'arbres), d'augmenter la part de toitures végétalisées, d'inciter les privés à participer ou encore de végétaliser les



Fig. 17
Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030

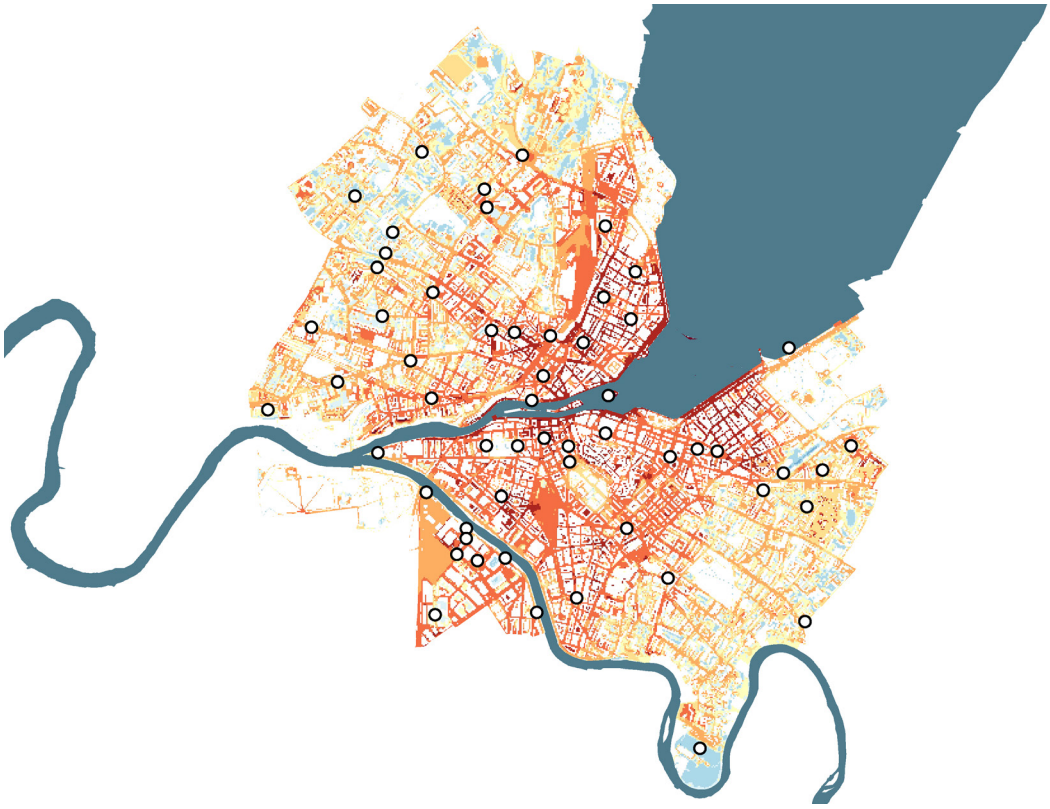


Fig. 18
Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030 sur la carte des îlots de chaleur



Fig. 19
Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030 sur le «maillage vert» de Maurice Braillard

espaces interstitiels. Bien que non cité explicitement dans le PSV, ce dernier point est particulièrement intéressant a mettre en relation avec la notion de tiers paysage[21] élaborée par Gilles Clément, qui traite des espaces délaissés; un principe remarquable pour accueillir une diversité des vivants dans l'espace urbain, très concurrentiel. Au niveau stratégique, le PSV propose ensuite différentes échelles d'intervention, tant dans l'espace que dans le temps avec des endroits spécifiquement identifiés. En analysant d'un peu plus près la localisation de ces différentes mesures, plusieurs constats émergent. Premièrement, on constate une répartition relativement équilibrée dans les différents quartiers de la ville (fig. 13), avec néanmoins certains secteurs peu ou pas concernés. Une grande partie de ces mesures sont opportunistes, s'articulant avec d'autres projets de réaménagement, des PLQ ou de grands projets. Une part minoritaire des propositions sont des projets a part entière. En superposant la localisation des projets avec la carte des îlots de chaleur projection 2020-2049 (fig. 14), on ne constate pas de corrélation spécifique entre les secteurs identifiés comme les plus touchés par le phénomène et l'emplacement des projets. Certains emplacements ponctuels sont cohérents, mais des quartiers comme les Pâquis, la Jonction, Plainpalais ou encore les Eaux-vives ne semblent pas avoir fait l'objet d'une coordination sur la question des îlots de chaleur. On remarque même que les points les plus chauds ne sont pas du tout concernés par des mesures de végétalisation. La comparaison avec le «maillage vert» de Maurice Braillard (1935) est quand à elle plutôt cohérente (fig. 19). Une grande partie des sites identifiés correspond

[21] CLÉMENT, Gilles, 2004. Manifeste du tiers paysage



Fig. 20
Vision stratégique. Projeter en fonction des espaces de référence. Plan stratégique de végétalisation. VDG. 2019.

espaces végétalisés existants

potentiels de végétalisation

à des liaisons imaginées à l'époque par l'architecte genevois et n'ayant jamais été concrétisées, particulièrement sur la rive droite. Sur la rive gauche, on remarque que le quartier historique des Eaux-Vives est plutôt délaissé, les efforts se concentrant sur sa périphérie. Le PSV est un outil très intéressant car il découle de la planification supérieure et formule des réponses concrètes, quantifiables et appliquables sur le territoire. La déclinaison par type d'intervention et par temporalité de mise en œuvre est cohérente et en lien avec les grands projets en marche. Néanmoins, il manque à la stratégie un volet exploratoire et plus ambitieux sur la continuité de la trame verte, alors même que le plan Braillard est utilisé comme base et que la discontinuité de la trame actuelle est clairement identifiée. Le plan de synthèse du potentiel de végétalisation (fig. 20) proposé ne représente pas le maillage, les connexions entre les éléments. Les questions spécifiques du sol et de l'eau de pluie, bien que sous-jacentes, ne sont pas particulièrement mise en avant pour renforcer la notion du triptyque eau-sol-arbre.

Le plan directeur communal de la Ville de Genève ne sera pas abordé ici; la dernière version date de 2009 et présentait la vision 2020. Bien que certains éléments soient encore pertinents, l'essentiel a pu être abordé au travers de la stratégie climat et du PSV 2030. Le révision du plan directeur communal de la VDG est actuellement en cours, sa date de publication n'étant à l'heure actuelle pas communiquée.

Il ressort de l'étude de la politique communale de la Ville de Genève un niveau de précision supplémentaire et surtout une traduction tangible sur le terrain des mesures conceptualisées par les planifications supérieures. On ressent un engagement politiquement plus poussé avec des prises de position plus affirmées, notamment sur la place des TIM dans l'espace urbain dense. Les différentes mesure proposées répondent partiellement aux objectifs fixés, mais ne cherchent pas à aller au-delà. Le PSV 2030 est intéressant dans la temporalité courte qu'il propose ainsi que son application sur le terrain, mais il manque de transversalité, notamment dans la synergie eau-sol-arbre. Une stratégie coordonnée entre ces trois domaines, intégrant l'eau de pluie et le sous-sol urbain ainsi que les continuités vertes, bleues, brunes et paysagères permettrait de formuler une réponse plus forte et complète. Un telle vision est évidemment très complexe à mettre en place et se fait par étape, le PSV étant une base très solide depuis laquelle la réflexion sur la mutation urbaine doit continuer à se développer.

Les initiatives citoyennes

Il est intéressant également d'étudier ce qui émane directement de la population et des associations en matière de végétalisation et de climat urbain notamment. L'association actif-trafiC agit au plan national avec des antennes localisées. Cette association, existant depuis 1992, a vu le jour via une initiative proposant de réduire par deux le trafic motorisé et elle milite encore aujourd'hui pour la promotion de la mobilité douce, mais également l'augmentation de la végétation dans les espaces urbains. Un des projets phare actuel de l'association est l'initiative climat urbain; celle ci a été développée avec une cohérence au niveau national mais est déposée à l'échelle communale ou cantonale. L'initiative demande de transformer 1% par année, sur 10 ans, de l'espace urbain alloué à la voiture en espace verts et en voie de mobilité durable (vélos ou sites propres transport public). Le texte a été déposé dans plusieurs communes en Suisse, alors qu'à Genève il a été déposé au niveau cantonal. Il a néanmoins été rejeté par le Grand Conseil qui doit élaborer un contre projet; une votation devrait

avoir lieu en 2024. L'initiative propose une double approche intéressante et tout à fait cohérente: elle traite de la problématique du climat urbain tant par une des causes de son évolution que par des solutions pour s'y adapter. En réduisant l'espace accordé aux voitures individuelles, tant en stationnement qu'en voies de circulation, au profit d'espaces plantés, de voies de mobilité douce et de transport public en site propre. Cette proposition fait directement écho aux différentes mesures, tant cantonales avec le Plan Climat Cantonal, que communales avec le Plan Stratégique de végétalisation. Elle permet également de mettre en évidence de manière engagée le conflit entre espace alloué aux TIM et adaptation de la ville aux changements climatiques. Cette initiative propose de plus un certain ancrage dans le territoire en passant par une collaboration avec les associations de quartier afin de localiser des emplacements pour des mesures de végétalisation et d'évolution en terme de mobilité douce. Les association de quartier, regroupant les habitant·e·s, pratiquants du quotidien, expert·e·s de leur territoire, ont identifié les lieux dans lesquels des volontés de changements sont exprimées.

Dans la continuité de cette démarche, les associations d'habitant·e·s des Pâquis, Eaux-Vives et de la Jonction ont développé une proposition de végétalisation express sur des places de stationnement. Ce projet propose des interventions concrètes de désimperméabilisation et de plantation de massifs sur des lieux identifiés et illustrés à l'aide de photomontages (fig. 21). Ce projet est intéressant dans son approche car les associations demandent directement à la Ville de Genève d'entreprendre des actions rapides, relativement simples et peu coûteuses, en complément des grands projets qui prennent beaucoup de temps à voir le jour. Ces propositions portent volontairement sur des interventions très simples, réversibles, sans plantations d'arbres et qui ont pour vocation d'amorcer et rendre visible la mutation de l'espace urbain. La proposition a été adressée à la Ville fin 2022, celle-ci n'ayant pour l'instant pas donnée suite aux sollicitations des associations; affaire à suivre. Il sera intéressant de voir de quelle manière la municipalité intégrera ces propositions dans le cadre par exemple du PSV qui propose également, en plus de plantations d'arbres, des mesures de végétalisation de ce type.



Fig. 21
photomontage d'une proposition de «végétalisation express» à la Jonction, Boulevard Saint-Georges.©actif-trafiC

Ce qui se fait ailleurs

Sans rentrer dans une analyse approfondie des politiques publiques d'autres territoires, il semble intéressant de s'arrêter sur différents exemples de planification large échelle de la gestion des eaux de pluie dans quelques grandes villes particulièrement avancées sur le sujet. Il existe un très grande masse de documents produits par différentes instances publiques de nombreuses villes européennes, notamment en France, avec une quantité de recommandations et principes. On retrouve d'une manière générale les mêmes approches qui restent relativement théoriques et basées sur des principes de mise en œuvre et des exemples de projets sans réelles applications dans le territoire. Le richesse de ces nombreuses références apporte une réelle plus-value à la réflexion globale, mais nous allons ici nous pencher sur des stratégies de planification urbaines mises en place par des collectivités publiques.

Copenhague

La ville de Copenhague a subi en juillet 2011 une précipitation extrême d'un temps de retour de 1000 ans. En moins de 2h, environ 150mm (donc 150L/m2) de pluie se sont abattus sur la ville, provoquant des inondations et des dégâts très importants. D'autres épisodes pluviaux intenses touchent régulièrement la capitale, ce qui a amené les autorités à élaborer un plan d'urbanisme contraignant basé sur la gestion des eaux pluviales et des évènements extrêmes. Le plan stratégique a été élaboré par l'agence Ramboll Studio Dreiseitl et s'appelle «Cloudburst management plan», littéralement plan de gestion des précipitations éclair. Il est basé sur une étude du risque dans le territoire et un masterplan localisant des lieux d'intervention pour une gestion macro des évènements intenses. En ayant modélisé les lieux les plus touchés dans la ville par les évènements extrêmes, une évolution de la morphologie des rues, places et parcs est proposée avec une double approche. Premièrement, la désimperméabilisation et la végétalisation des rues et boulevards permet une gestion de toutes les pluies quotidiennes par infiltration. Les évènements extrêmes sont quant à eux gérés par un réseau de sites temporairement inondables et permettant de guider les eaux en dehors de la ville. S'agissant de l'espace urbain dense la topographie de certains sites est finement réglée pour accueillir l'eau de manière temporaire. Ces lieux inondables sont des places ou des parcs, mais également des rues; la route faisant office de rivière éphémère à ciel ouvert. Cette approche basée sur une mutualisation des fonctions des différents éléments de l'espace urbain pour la gestion des évènements extrêmes est particulièrement pertinente pour l'adaptation des villes aux changements climatiques. Cette planification, ancrée dans le territoire avec une logique large échelle dans laquelle chaque intervention participe à l'ensemble, préfigure un 'urbanisme de la pluie' tout à fait pertinent.

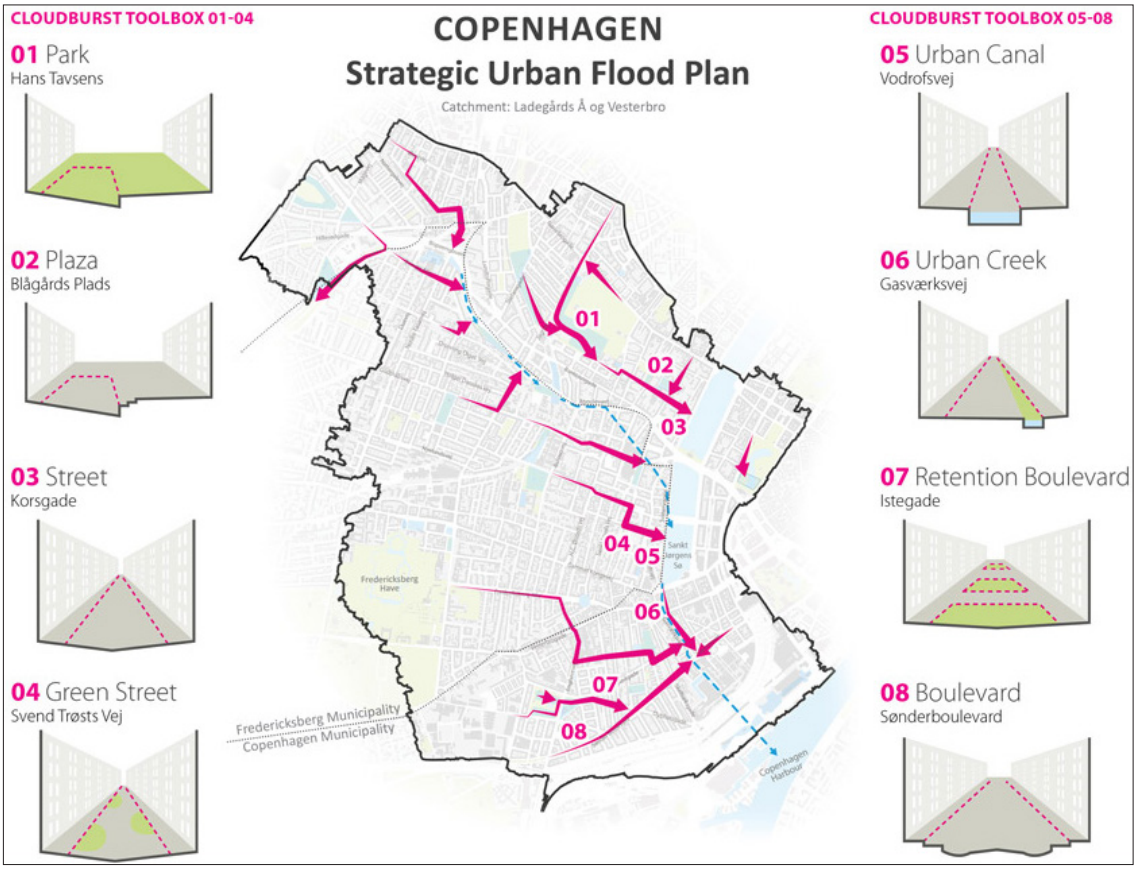


Fig. 22
Schéma d'évacuation des évènements extrêmes et toolbox des types d'intervention suivant la morphologie urbaine existante.
©Ramboll Studio Dreiseitl

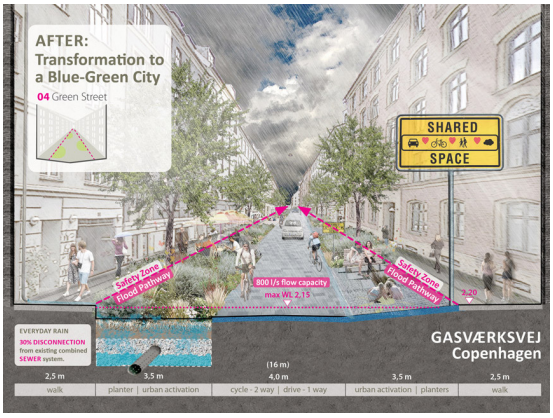




Fig. 23
Projet de transformation d'une rue pour accueillir les évènements extrêmes
©Ramboll Studio Dreiseitl

La ville éponge

La ville éponge est une approche de la planification urbaine qui vise à gérer efficacement l'eau de pluie en utilisant des techniques naturelles d'infiltration, de stockage et de réutilisation. L'idée est de transformer la ville en une sorte d'éponge qui absorbe l'eau de pluie plutôt que de laisser l'eau s'écouler sur les surfaces imperméables, pour pouvoir ensuite la restituer. Ce principe met en avant la complémentarité et la synergie de l'ensemble des mesures d'infiltration et de rétention de l'eau en ville. C'est une approche très globale et théorique, comme un catalogue des mesures qui peuvent être mise en place, qui est énormément utilisé dans la communication, notamment par l'ONU ou le WEF pour la promotion de l'adaptation des villes au changement climatique. On retrouve également ce terme dans une bonne partie des documents de planification et d'études, comme par exemple le guide de la confédération sur l'eau de pluie dans l'espace urbain ou la stratégie d'adaptation au climat de Berlin. Le VSA a lancé en 2022 le projet Ville éponge. L'objectif de l'association est dans un premier temps de sensibiliser et former par le partage d'expérience afin de faire prendre conscience à un maximum de monde. Dans un deuxième temps, le VSA va intégrer dans ses normes les principes de la ville éponge, notamment dans le cadre des directives sur les PGEE qui sont actuellement plutôt axées tuyaux et dimensionnement.



Fig. 24
Illustration du principe de la ville éponge dans le quartier blueFACTORY à Fribourg
©Sponge City Fribourg

Ce principe est intéressant dans la mesure ou il repose sur la mise en relation et la synergie de tous les principes dits alternatifs (au tout à l'égout) de gestion des eaux pluviales mais également de la réutilisation de ces eaux. Il propose une vision macro de la question avec l'eau comme fil conducteur de la mutation urbaine adaptée et résiliante au changement climatique. Il reste néanmoins très général et pas ancré dans un territoire spécifique; c'est un excellent outil pour la communication et la sensibilisation aux personnes non expertes.

Berlin

La ville de Berlin a commencé très tôt à intégrer la gestion des eaux pluviales dans la planification urbaine. La collectivité a développé une stratégie d'adaptation au climat «Stadtentwicklungsplan Klima» basée sur deux thématiques phares: l'adaptation de la ville à la chaleur et le développement urbain sensible à l'eau. Il est intéressant de relever, en comparaison par exemple avec le plan climat cantonal de Genève, que l'approche se fait dans ce cas via le principe de la ville éponge comme épicentre des adaptations urbaines. La stratégie propose, à l'images de plusieurs autres, toute une série de mesures et principes suivant différentes typologies urbaines, mais sans application précise dans le territoire. Néanmoins, toutes les mesures sont guidées par le principe de verdissement combiné à la gestion intégrée des eaux pluviales, mettant ainsi vraiment l'eau au centre de la réflexion. De plus, la ville s'est équipée de tout un arsenal législatif basé sur les contraintes de rejet dans les réseaux et les canaux. Ces lois sont donc contraignantes et forcent, dès la planification et pour tous les projets, à intégrer la rétention et même l'infiltration à la parcelle dans les réflexions.



Fig. 25
Les principes d'adaptation climatique pour la ville
© Stadtentwicklungsplan Klima

Paris

A Paris, une planification via le principe du « zonage pluvial » a vu le jour afin de résoudre le problème de saturation des égouts majoritairement unitaires, qui parfois débordent, provoquant des inondation, une saturation des STEP et une pollution de la Seine. Ce principe est basé sur le découpage de la ville en différents secteurs géographiques caractérisés par des modes de gestion de l'eau pluviale imposés pour les nouvelles constructions et les rénovations. La classification est basée sur différents facteurs, notamment le potentiel d'infiltration du sol et le dimensionnement du réseau d'assainissement existant. Ce plan appelé plan ParisPluie, est un outil contraignant directement dérivé du plan local d'urbanisme (PLU), qui fixe la planification globale de la ville. L'intérêt de ce document est le cadre contraignant qu'il pose sur des zones en fonction des contraintes urbaines; suivant le type de secteur, un certain abattement volumique22 est prescrit. Le plan permet donc de définir de grands périmètres mais reste à un niveau très général, ce qui est bien entendu cohérent en regard de l'échelle concernée. Chaque zone suit une double prescription; une certaine hauteur d'eau cumulée sur 24h (lame d'eau) doit être entièrement gérée sur place (aucun rejet dans le système d'assainissement) et un pourcentage de la pluie décennale (temps de retour de 10ans) doit être récupéré sur place.

On voit sur le plan ci-dessous qu'une majorité de la ville est en zone normale (orange) ou renforcée (jaune); ces zones demandent un pourcentage minimum d'abattage d'une pluie de 16mm de respectivement 55% (zone normale) et 80% (zone renforcée). Pour la zone normale, cela revient à devoir gérer, en 24h, 8.8l/m2 ce qui représente une quantité dans l'absolu assez faible. Ceci figure donc les préconisations légales, mais l'objectif à viser dans tous les cas est néanmoins l'abattement total pour la pluie décennale. Ce plan, contrairement à celui de Copenhague vu précédemment, se focalise sur les pluies de relativement faible intensité mais ne traite pas des évènements exceptionnels.

[22] l'abattement volumique correspond au volume non rejeté au réseau d'assainissement d'une hauteur d'eau pluviale [mm] appliquée à une surface de référence. Ce volume doit être abattu, c'est-à-dire récupéré en totalité sur les terrains concernés, dans un délai maximal de 24 heures.

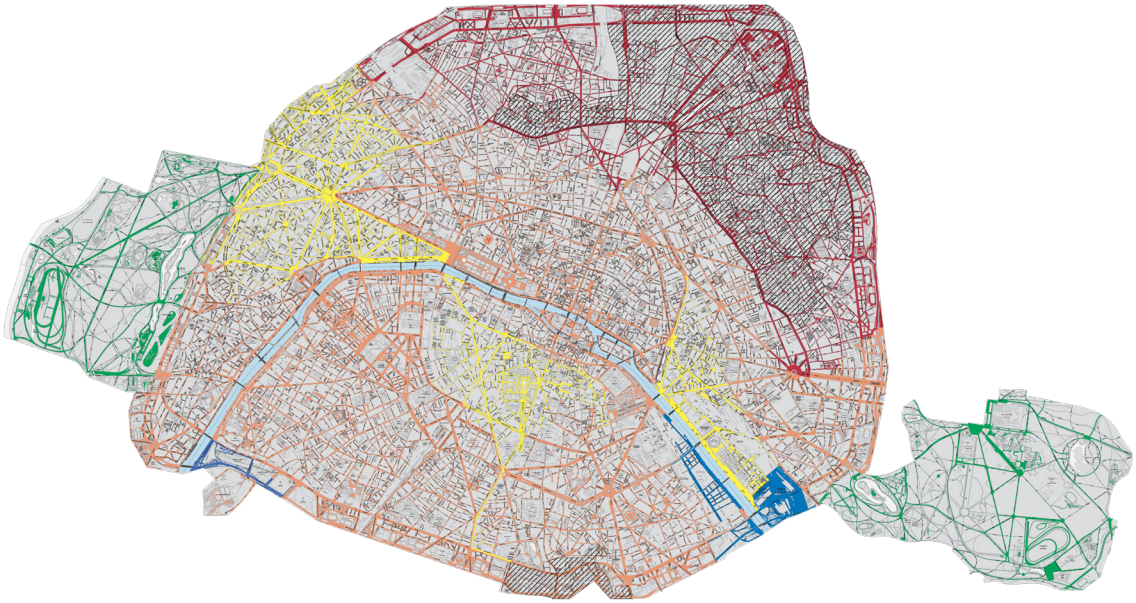


Fig. 26
Carte du zonage pluvial de Paris
©Ville de Paris

Dans la continuité et l'accompagnement du plan Paris Pluie, l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur) a produit plusieurs études et guides permettant d'approfondir la question de la gestion des eaux pluviales vis-à-vis des caractéristiques particulières de la ville. L'Apur a développé une étude nommée « Gérer les eaux pluviales à Paris, atlas du potentiel par bassin versant ». Cette étude, restituée sous forme d'atlas, se base sur un travail cartographique remarquablement précis compte tenu de l'étendue et de la complexité du territoire analysé. En croisant de nombreuses données du sol, du sous-sol, de la végétation, de l'occupation du domaine public, etc... l'étude propose une analyse fine aboutissant à un potentiel de déconnexion du réseau et de désimperméabilisation des sols, chiffré et cartographié, tant sur le domaine public que les parcelles privées. Cette étude s'accompagne de nombreux autres documents également produits par l'Apur et illustrant des principes de mise en œuvre appliqués dans certains quartiers. On constate néanmoins l'absence d'une vision stratégique pour la mise en œuvre concrète des mesures proposées sur les sites identifiés; une telle entreprise serait la suite logique de cette étude.

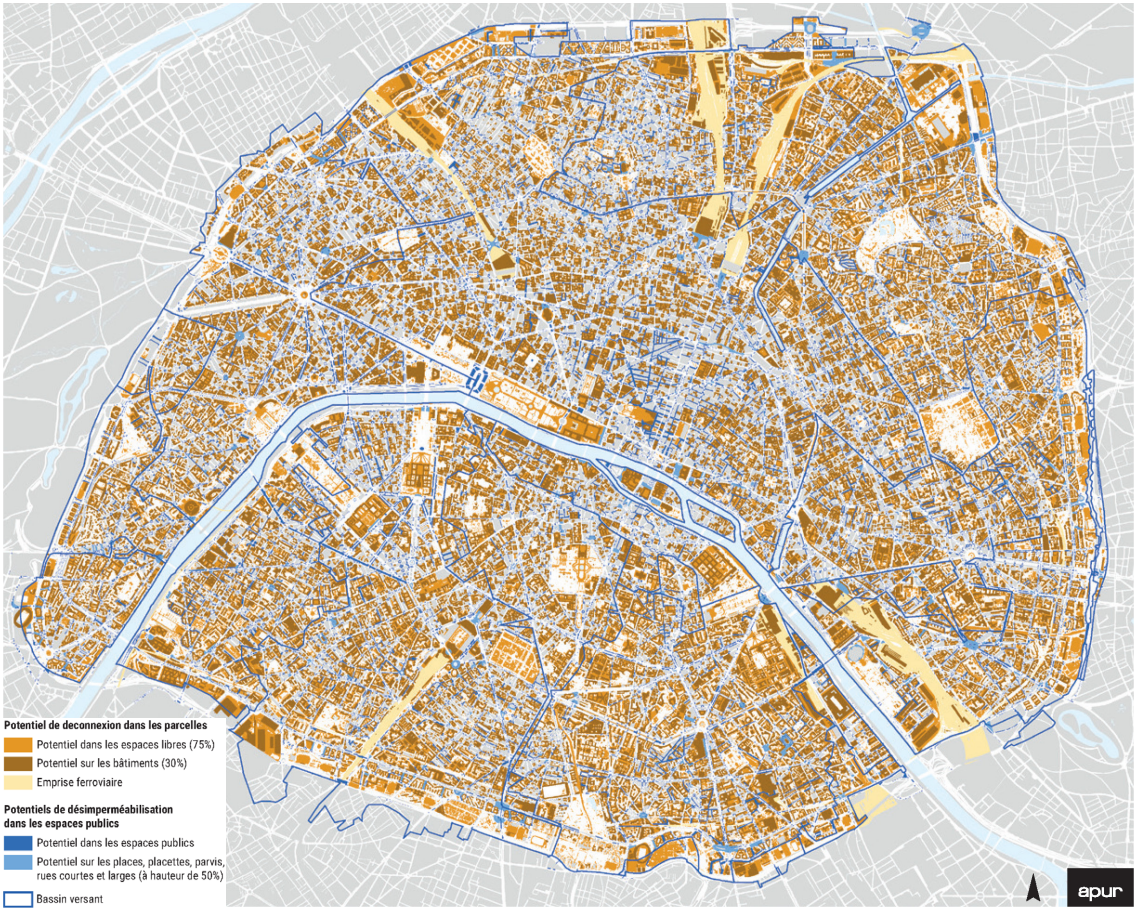


Fig. 27
Potentiels de désimperméabilisation - déconnexion
©Apur

Les méthodes et principes actuels

Cette partie va permettre de rentrer dans un niveau de détail supplémentaire au travers d'une analyse de différents projets traitants de la désimperméabilisation et de la gestion alternative des eaux de pluie en milieu urbain. Les projets étudiés ici sont tous situés en milieu urbain dense, par opposition à des projets de grand ensemble, plutôt en périphérie. Les principes de gestion des eaux mis en place, notamment à Genève, dans les nouveaux projets de PLQ sont très intéressants, comme par exemple le lac des Vernes à Meyrin, le quartier des Sciers à Plan-Les-Ouates ou encore Belle Terre à Thônex. Ces projets sont tout à fait remarquables dans les modes de gestion mis en place, mais ils représentent un paradigme et une approche totalement différente de l'intervention en milieu urbain dense qui est la focale de ce travail.

Nous verrons ici grâce à différents types de projets plusieurs principes présentant des approches différentes du *low tech* au *high tech*, les avantages et inconvénients des différents modèles. Le *low tech*, littéralement basse technologie, se caractérise par des interventions plutôt simples et relativement bon marché, se focalisant sur un aspect spécifique. Ce type d'intervention emploie également le facteur temps comme outil de projet, en relation avec le développement des vivants. Malgré leur simplicité apparente, ce type de projet demande tout de même une planification fine et bien pensée. Malgré leur simplicité apparente, ces projets requièrent une très bonne connaissance du site en amont avec un diagnostic complet. Ils peuvent avoir des impacts importants dans l'espace urbain, le cycle de l'eau et la présence des vivants. Les projets *high tech* vont quant à eux mettre en place des systèmes complexes avec des principes constructifs avancés et multicritères, comme par exemple la fosse de Stockholm et ses dérivés. Ce type de projet nécessite une très grosse planification et des moyens importants, tant d'un point de vue ressources humaines que financières, et génèrent une énergie grise importante. Ils peuvent apporter des bénéfices importants, mais comportent également de plus ou moins gros risque en raison de l'aspect expérimental de certains principes et le manque de recul sur les techniques mises en œuvre.

Les projets sont présentés dans l'ordre du projet le plus *high tech* ou complexe dans la planification et la mise en œuvre, jusqu'au plus *low tech* avec les principes les plus simples. Ce classement est arbitraire mais argumenté dans l'explication de chaque projet. L'indication du prix au m^2 est calculée selon les données publiques à disposition et permet de donner un ordre d'idée.

Une série de critères avec une graduation permet de comparer les différents projets. Cette notation subjective est basée sur les données à disposition, pas toujours complètes, mais permet de donner une échelle de référence. La notation des critères n'a pas une vocation quantitative précise, mais plutôt qualitative par rapport au regard porté; un projet avec tous les critères au maximum n'est pas nécessairement meilleur ou moins bien qu'un autre.

Complexité

Représente la complexité de mise en œuvre du projet en considérant l'étude et la réalisation des travaux. Ce critère définit le niveau plus ou moins *high* ou *low tech*. Plus le projet est complexe sur les plans de la conception et la coordination, plus le prix est en général élevé.

Cohérence climatique

Ce critère permet de mettre en relation le projet avec l'urgence climatique, tant sur le point de vue constructif (choix des matériaux, techniques de construction, énergie grise) que sur la notion de temps de mise en œuvre.

Impact urbain

Permet d'apprécier l'ampleur de la modification que le projet apporte et son échelle d'influence: placette, rue, quartier ou au-delà. Cela correspond en quelque sorte à la notion identitaire que crée le projet.

Impact eau

Ce critère traite de la place que la gestion intégrée du cycle local de l'eau prend dans le projet, tant au niveau de la réflexion que de l'ouvrage final. Il représente la manière dont l'eau est incorporée dans une logique multifonctionnelle.

Bénéfices vivants

Ce que le projet apporte aux vivants urbains, humains et non humains. Ce critère met en relation les aspects sociaux et naturels dans la logique du principe des services socio-écosystémiques.

Aménagement de l'Avenue du Mail (Genève)

Maître d'ouvrage: Ville de Genève surface: ~14'500m² prix/m²: ~880CHF

Mandataire: Atelier Descombes Rampini, bcph ingénierie, ZS ingénieurs, Atelier Nature Paysage

Statut: en cours d'étude

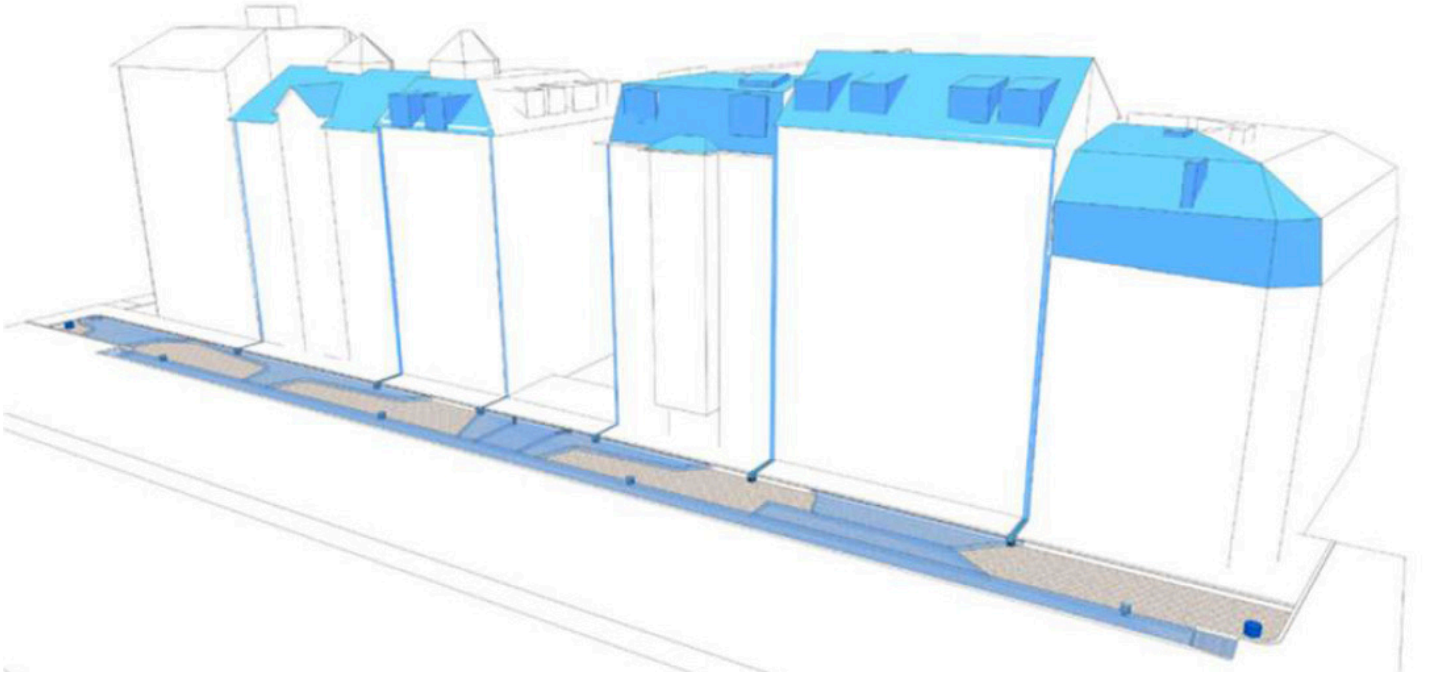


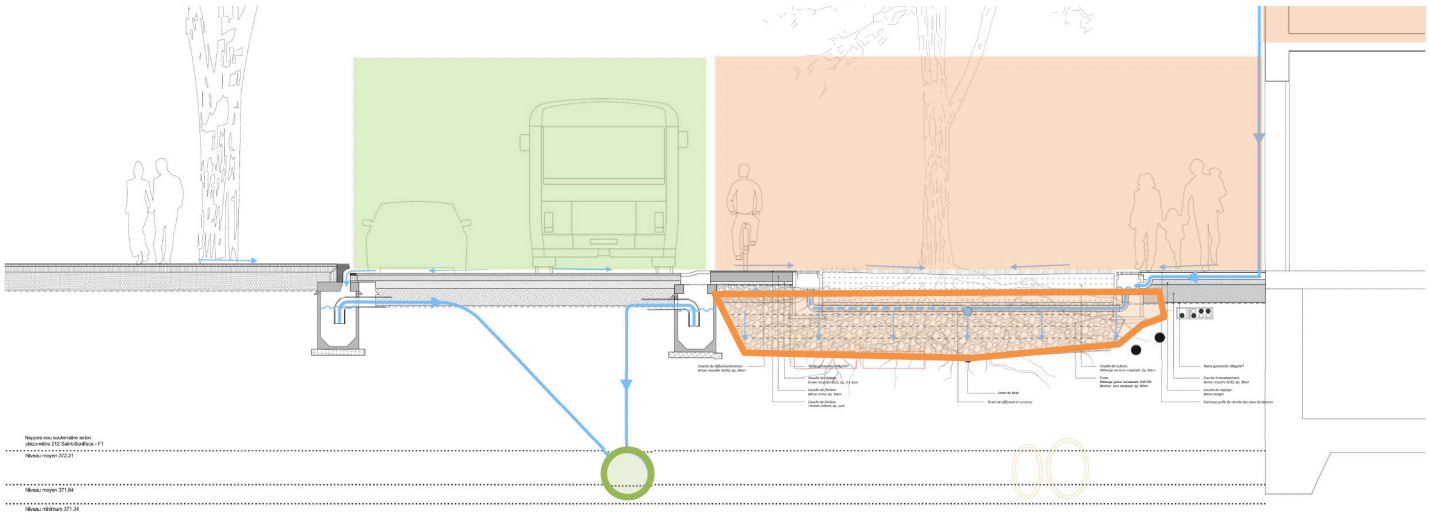
Ce très ambitieux projet traite du réaménagement complet d'une des plus grande artère de la ville. Il propose une requalification de l'avenue en supprimant une voie de circulation TIM au profit d'une bande cyclable et d'une bande plantée. L'intérêt particulier de ce projet se trouve dans l'utilisation de la gestion de l'eau pluviale comme outil de projet à part entière. L'eau pluviale est ici gérée de deux manière différente suivant sa provenance; l'eau de la chaussée, potentiellement polluée en raison de la charge de trafic importante, est évacuée dans le réseau EP (séparatif) après un passage par des sacs filtrants ou des chambres de décantation. L'eau des pistes cyclables et trottoirs, mais également des pans de toiture adjacent au projet est quant à elle récupérée et diffusée dans les fosses de plantation. Les fosses de plantation sont prévues d'être mise en place selon le principe de la fosse de Stockholm, un système de rétention et infiltration (voir p.64 pour plus de détails sur ce principe). Le projet prévoit également de tester différentes variantes partant du principe de la fosse de Stockholm dans une démarche expérimentale. Une quantité importante de végétation est également projetée avec non seulement des arbres mais également de la végétation basse, de manière continue en pied d'arbres.

Ce projet propose une approche multicritère prenant en considération toutes les thématiques principales d'adaptation des villes aux changements climatiques: réduction de l'espace accordé aux TIM, promotion de la mobilité durable, piétonisation, désimperméabilisation, gestion des eaux pluviales et végétation diversifiée. Il prend place dans un lieux central et emblématique de Genève et démontre les moyens mis en œuvre par la Ville pour adapter l'espace urbain en proposant un changement de paradigme fort. La complexité de ce projet demande néanmoins des moyens très élevés ainsi qu'une part expérimentale que le maître d'ouvrage accepte pleinement. Il requiert également beaucoup de temps de la phase d'étude jusqu'à la réalisation en raison de sa complexité. C'est un projet qui demande une grande coordination entre de nombreux services et permet notamment de mettre en pratique le triptyque eau-sol-végétation sur une échelle de projet significative.

Fig. 28
Illustration du projet de réaménagement de l'Avenue du Mail en cours d'étude
©Ville de Genève







Valorisation des quais de la Suze (Bienne)

Maître d'ouvrage: Ville de Bienne surface: inconnu prix/m^2: n.c. +++

Mandataire: apaar, CERA SA, RGR, Clément Crevoisier

Statut: en cours d'étude



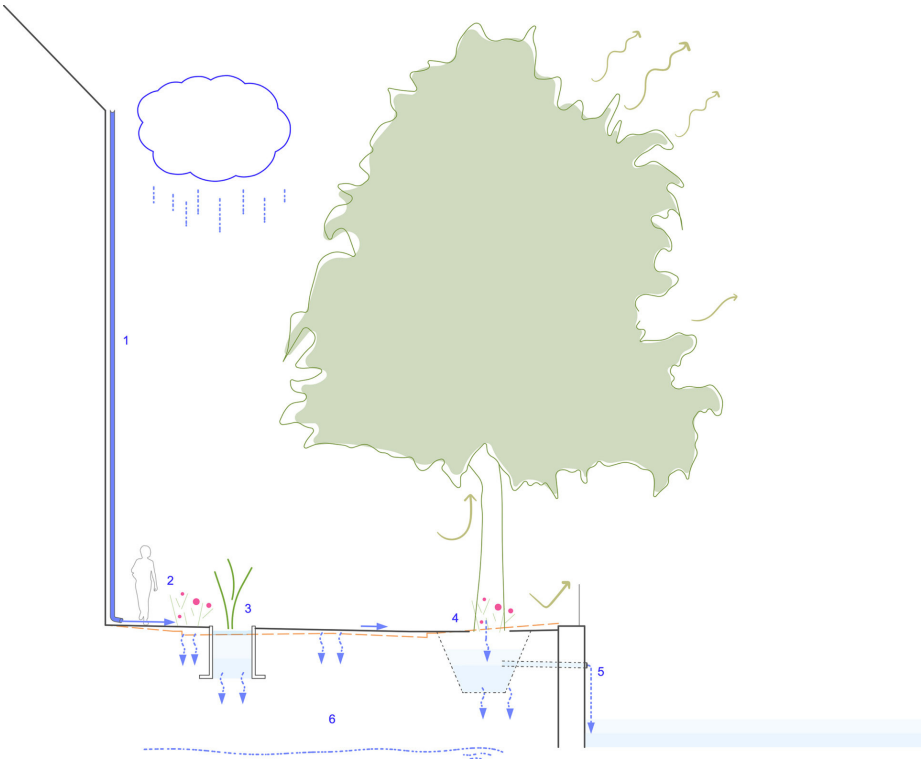
Ce projet est le fruit d'un mandat d'études parallèles (MEP) organisé en 2020 par la Ville de Bienne pour le réaménagement d'un site central et emblématique de la ville, en lien direct avec l'eau; le canal de la Suze et les quais du 19ème qui la bordent. Le principe directeur du MEP était de retrouver un rapport à l'eau qui avait été effacé par la mise a distance crée par un canal et ce, dans un contexte patrimonial.

Le projet retenu à l'issue de la procédure a pour devise « Canal éponge » et a été développé par le bureau genevois apaar. Il propose une approche très ambitieuse et engagée, basée sur trois principes: l'eau, le piéton et l'humain. La dimension de l'eau est mise en avant via le principe de la ville éponge avec une gestion globale et intégrée de la pluie dans une logique de perméabilisation des sols, de récupération des eaux des toitures, de visibilité du chemin de l'eau et de contribution pour le végétal. En parallèle de cet aspect, la dimension sociale et biodiversité est largement développée au travers de la piétonisation de l'espace et le traitement du rapport entre la rue et les commerces et lieu de vie.

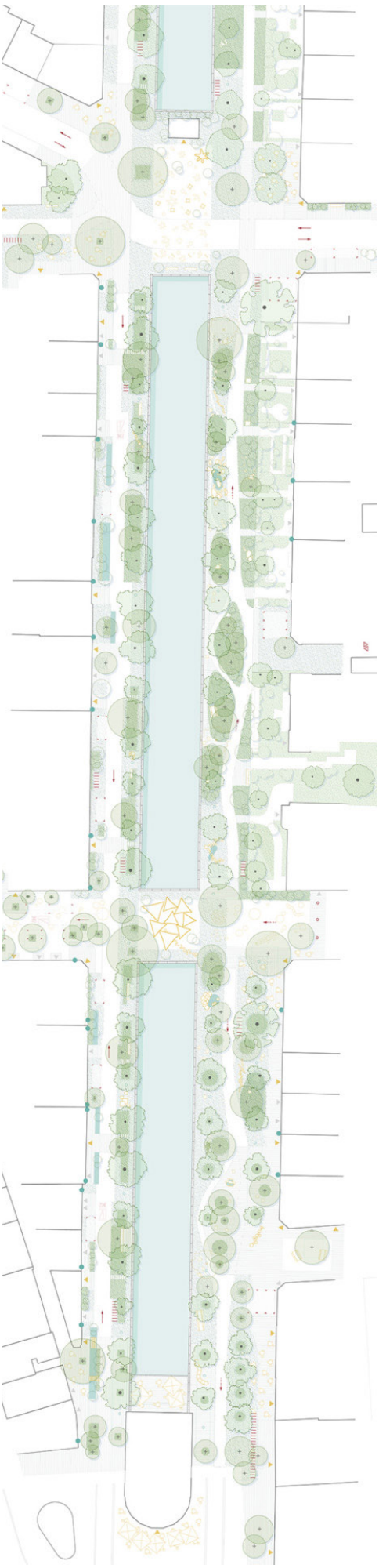
Ce projet se démarque par son très fort engagement et le côté radical de la proposition globale (particulièrement en comparaison avec les autres projets rendus à l'issue du MEP) qui offre un changement profond de paradigme sur la manière de faire la ville. Il illustre bien la possibilité de cohabitation des vivants dans l'espace urbain avec une qualité d'espace très élevée. Le principe de gestion des eaux est central et très complet mais par conséquent complexe, utilisant différents principes de gestion de manière complémentaire. Il met en avant la notion de cycle local de l'eau en intégrant la végétation de manière vertueuse. Un autre point particulièrement intéressant concernant ce projet est le fait qu'il aie été choisi par la Ville de Bienne; cela témoigne d'une réelle volonté d'aller de l'avant et d'oser essayer des choses. Le chemin reste encore long avant de parcourir ces quai à l'ombre de nouveaux arbre, mais le processus promet d'être très enrichissant.

Fig. 29
Illustrations du projet de valorisation des quais de la Suze
©apaar




1
2
3
4
5
6





Aménagement de la rue des Rois (Genève)

Maître d'ouvrage: Ville de Genève surface: 5'500m² prix/m²: 709CHF

Mandataire: Christian Von Düring, La Touche Verte, ESM ingénierie

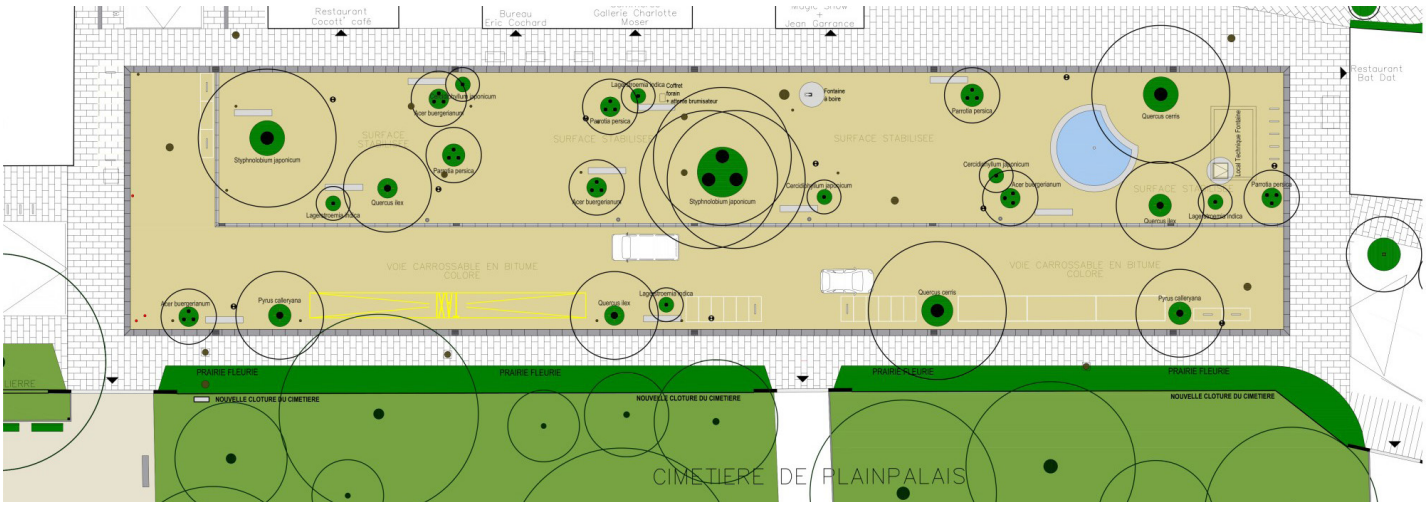
Statut: en cours de réalisation (fin prévue juillet 2023)

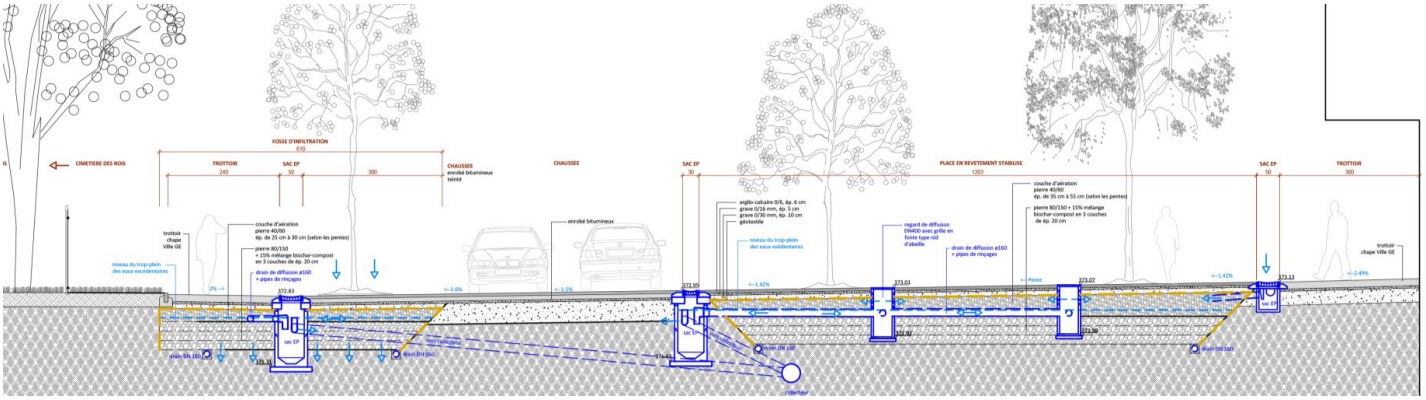


Les travaux de ce projet sont en train de toucher à leur fin au moment ou ces lignes sont écrites. Le projet propose un aménagement dans l'extension du cimetière de Plainpalais avec une diminution des voies TIM et du stationnement au profit de la création d'une placette publique avec un bassin et des plantation d'arbres. Ce projet a initialement fait l'objet d'un concours en 2009 mais présente la particularité de n'avoir a peu près plus rien à voir avec l'image du concours. De quelques arbres sur les trottoirs dans l'image de 2009, on arrive à un projet qui met au centre la valorisation de l'eau en ville au travers non seulement de sa récolte dans des fosses de Stockholm, mais également de sa mise en scène par un bassin fontaine. Cette adaptation a été motivée par l'évolution rapide du contexte climatique et les différentes directives cantonales et communales de planification qui sont apparues bien après le concours. La végétation est composée d'arbres dans différentes types de fosses avec une approche expérimentale dans leur structure. Le sol est majoritairement imperméable, en béton clair, avec une partie semi-perméable en stabilisé calcaire. L'ensemble des eaux pluviales du périmètre est récoltée dans des cunettes et diffusée dans les fosses de plantation; le sous-sol perméable permet l'infiltration.

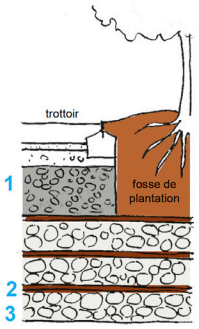
Ce projet est un bon exemple de la complexité d'intervention dans l'espace urbain, notamment en terme de revêtements. Il faut bien entendu relever toute la vertu que ce projet apporte d'un point de vue végétal et qualité de l'espace urbain, avec un nouvel espace de qualité, donnant de la place au piéton et réduisant l'effet îlot de chaleur. Une bonne intégration de la gestion de l'eau pluviale est également réalisée, avec la quasi totalité infiltrée dans les fosses. A noter que tout un système relativement complexe de chambres et drains de diffusion, ainsi qu'un trop plein vers le réseau font partie intégrante du système de fosses de Stockholm. L'aspect plus discutable du projet se trouve à la surface du sol avec le traitement de celui-ci. En effet, la majorité de la surface est imperméable, en béton (neuf, au coût écologique et financier très important), avec une placette en calcaire semi perméable dans la théorie, moyennement perméable dans les faits. La totalité de l'eau va donc ruisseler en surface, être récoltée dans des caniveaux, puis réinjectée sous la surface via un système complexe de tuyaux en plastique. Le périmètre englobe une part importante de voies de circulation, permettant ainsi de mettre en avant la complexité de la cohabitation entre les sols perméables et la voiture en milieu urbain.

Fig. 30
Illustrations du projet d'aménagement de la rue des Rois
©Ville de Genève



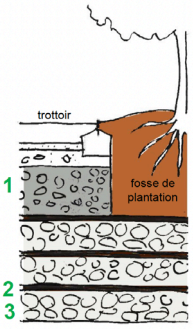


fosse type Stockholm compost



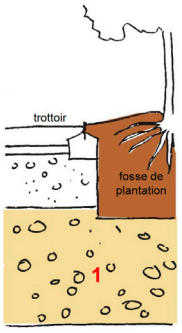
Couche d'aération :
1 pierre concassée 30/50
Sol structural :
2 compost (15%)
3 pierre 70/150 (70%)

fosse type Stockholm compost + biochar



Couche d'aération :
1 pierre concassée 30/50
Sol structural :
2 mélange biochar-compost (7.5% - 7.5%)
3 pierre 70/150 (70%)

fosse terre-pierre



1 mélange terre-pierre :
terre végétale (35%)
pierre concassée 30/50 (65%)



Tåsinge Plads (Copenhague)

Maître d'ouvrage: Ville de Copenhague surface: 5000m² prix/m²: ~310€

Mandataire: LYTT Urban & Landscape Architecture

Statut: réalisé (2015)

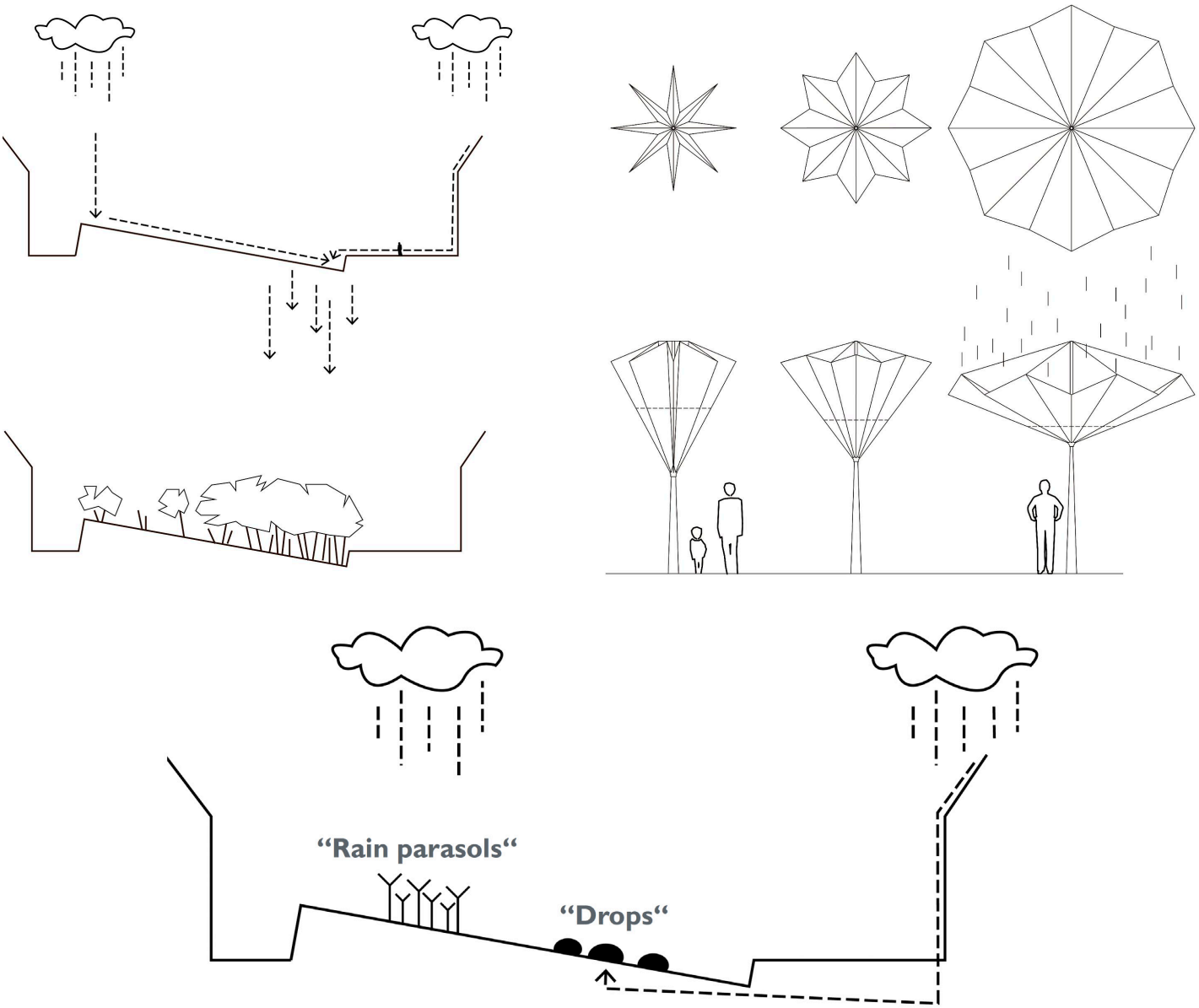


Tåsinge Plads est le premier espace urbain de Copenhague à avoir été conçu pour répondre aux défis climatiques actuels dans le cadre du «Cloudburst management plan». Située dans un quartier urbain densément construit, cette oasis de verdure est conçue comme un espace multifonctionnel capable de gérer des volumes d'eau de fortes précipitations tout en offrant au quartier un espace de vie et de rencontre. Le projet se divise en deux espace principaux; une placette urbaine au sol minéral construit en matériaux de réemploi légèrement en pente vers une zone densément plantée, en creux, qui permet de récupérer de grandes quantités d'eau de pluie. La placette est animée par des éléments de jeu mettant en scène l'eau grâce à un dispositif de fontaines récupérant l'eau de pluie. Ce projet est utilisé à Copenhague comme référence et exemple modèle de bonne pratique dans l'adaptation urbaine.

Ce projet est pertinent dans l'approche de la multifonctionnalité de l'espace urbain qu'il met en avant. Il fait la part belle au végétal en laissant des zones inaccessibles et densément plantées, alimentées en eau de pluie par les toitures environnantes et la placette minérale. Il reste néanmoins relativement complexe d'un point de vue technique, avec un système souterrain de conduites et de diffusion de l'eau de pluie, ainsi qu'un réservoir avec une pompe pour alimenter la fontaine. Le projet permet également de créer un espace vivant pour la population et animé autour de la thématique de l'eau, sans pour autant que celle-ci soit présente en permanence. Ce projet découle d'une contrainte technique et sécuritaire pour diminuer le risque de dégâts occasionnés par un évènement pluvial intense et permet de montrer comment la gestion du risque en milieu urbain peut avoir des vertus pour le quotidien d'un quartier.

Fig. 31
Illustrations schématiques des principes du projet Tåsinge Plads
©LYTT

Fig. 32
Tåsinge Plads
©GHB Landskabsarkitekter / Steven Achiam


"Rain parasols"
"Drops"

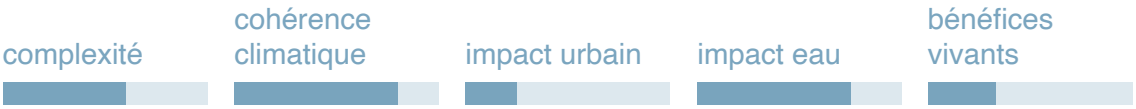


Tranchée de Stockholm à la rue Joseph-Girard (Carouge)

Maître d'ouvrage: Ville de Carouge surface: 400m² prix/m²: 112CHF

Mandataire: apaar, BCPH ingénierie, EDMS, Robert Perroulaz

Statut: réalisé (2021)



Ce projet est l'une des première mise en œuvre sur le canton du principe de la « fosse de Stockholm ». Le principe de ce système est un dérivé de la fosse de plantation avec mélange terre-pierre qui est déjà largement appliqué à Genève. Dans le cas de la fosse de Stockholm, celle-ci a, en plus de la vocation de structure porteuse du terre-pierre, tout un système de gestion des eaux pluviales visant la diffusion, l'arrosage de l'arbre et éventuellement l'infiltration de l'excédent dans le sous-sol. Au niveau constructif, il s'agit d'une structure en roche concassée grossière, sans matière fine, permettant de garder une grande porosité de vides; un apport de matière organique est ensuite fait avec du biochar[23] ou du compost, voir un mélange des deux. La couche supérieure de ce sol est soit recouverte d'un matériau imperméable (sur les routes ou trottoirs), soit de terre végétale comme dans le cas de ce projet. L'eau de pluie est amenée dans la fosse via une chambre et/ou un regard de diffusion, puis un drain. Le système mis en place dans le cadre du projet à la rue Joseph-Girard diffuse l'eau de deux manière suivant sa provenance: l'eau 'non polluée' en provenance du trottoir coule par ruissellement de surface directement dans la fosse. L'eau en provenance de la chaussée, potentiellement polluée, est récupérée dans un avaloir et décantée dans un sac avant d'être diffusée dans la fosse via un drain. La porosité du sol permet une grande capacité de rétention d'eau; celle-ci est partiellement utilisée par les arbres, l'excédent s'infiltrant plus ou moins rapidement dans le sous-sol.

Malgré la dimension modeste de ce projet, il a représenté une certaine complexité de réalisation en raison de son aspect pionnier dans le canton. La démarche de projet a dans ce cas précis été très majoritairement guidée par l'aspect technique et expérimental de la démarche, un premier pas nécessaire pour l'exploration de cette technique relativement nouvelle à Genève. D'un point de vue uniquement végétal, ce système n'était pas vraiment nécessaire, les arbres auraient été plantés en pleine terre et ils se seraient probablement plutôt bien portés; ce qui est à souligner ici est la synergie entre végétal et gestion délocalisée de l'eau que ce projet crée. Il sera intéressant de constater sur le moyen terme si les arbres présentent un meilleur développement grâce à une meilleure disponibilité de l'eau.

[23] le biochar est un matériau obtenu par la pyrolyse à basse température de matière organique. Ce matériau permet d'augmenter la fertilité du sol en retenant les nutriments, mais sert également de filtre en piégeant les polluants.

Fig. 33
Coupe technique de la tranchée d'infiltration et photos lors du chantier
©apaar

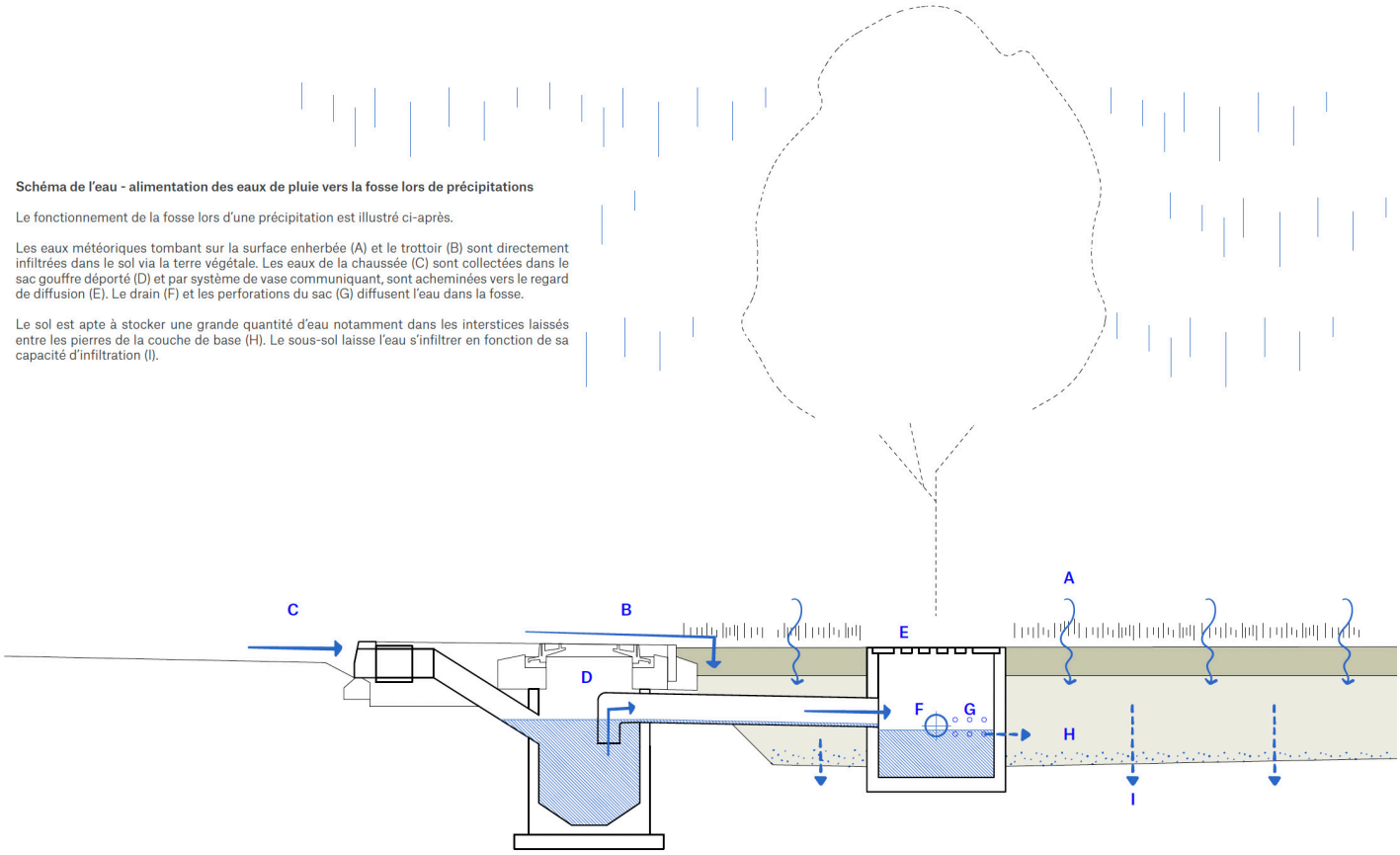
Fig. 34
Les arbres plantés après quelques mois
©Robert Perroulaz

Schéma de l'eau - alimentation des eaux de pluie vers la fosse lors de précipitations

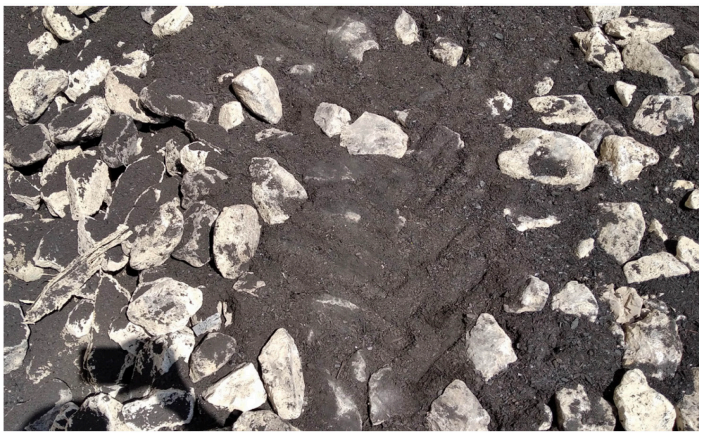
Le fonctionnement de la fosse lors d'une précipitation est illustré ci-après.

Les eaux météoriques tombant sur la surface enherbée (A) et le trottoir (B) sont directement infiltrées dans le sol via la terre végétale. Les eaux de la chaussée (C) sont collectées dans le sac gouffre déporté (D) et par système de vase communiquant, sont acheminées vers le regard de diffusion (E). Le drain (F) et les perforations du sac (G) diffusent l'eau dans la fosse.

Le sol est apte à stocker une grande quantité d'eau notamment dans les interstices laissés entre les pierres de la couche de base (H). Le sous-sol laisse l'eau s'infiltrer en fonction de sa capacité d'infiltration (I).









Désimperméabilisation de pieds d'arbres rue d'Italie et rue Dancet (Genève)

Maître d'ouvrage: Ville de Genève surface: n.c. prix/m²: n.c. +

Mandataire (rue d'Italie): Pascal Heyraud, Terasol, EDMS

Statut: en cours d'étude, projet pilote régénération de sols (rue d'Italie)



Les différents projets de désimperméabilisation de pieds d'arbres en Ville de Genève s'inscrivent directement dans les mesures décrites par le PSV. À l'heure actuelle, la rue d'Italie est en cours d'étude alors que la rue Dancet est encore au stade de l'intention politique. Il existe aujourd'hui dans ces rues des arbres (cerisiers à fleurs et érables à la rue d'Italie, platanes à la rue Dancet) vivants dans des circonstances moyennes à mauvaises, mais ayant tout de même un bon potentiel de développement si leur condition de vies sont améliorées. Ces arbres sont plantés dans des fosses avec un revêtement imperméable qui vient presque jusqu'au collet; ces beaux espaces ombragés sont actuellement occupés uniquement par des centaines de places de stationnement.

Fig. 35
Pieds d'arbres à la rue d'Italie. Mai 2023

Une intervention de désimperméabilisation prend tout son sens dans ce type de contexte; en favorisant le cycle local de l'eau et la disponibilité de celle-ci pour les arbres en place, on améliore leurs conditions de vie, donc leur croissance, leur bien-être et tous les bénéfices associés aux grands arbres. Ce type de mesure est complémentaire à la plantation de nouveaux arbres, celle-ci étant souvent complexe en milieu urbain. D'un point de vue technique, ce type de travaux est plutôt expérimental, avec peu de cas concrets deéjà réalisés. L'intervention doit être faite avec délicatesse et une part d'incertitude subsiste toujours. Le dégrappage de l'enrobé doit être fait avec soin pour ne pas endommager les racines et le sol doit ensuite être décompacté et revitalisé. La surface peut ensuite être traitée de différentes manières suivant les intentions projet, l'idéal étant de s'approcher d'un sol le plus naturel et perméable possible. Ce type de projet contribue à des mutations urbaines importantes par des interventions relativement peu complexes; d'immenses surfaces de parking deviendront des zones piétonnes, formant des rues et places végétalisées et ombragées avec un fort impact sur le microclimat local.

Fig. 36
Pieds d'arbres à la rue Dancet. Mai 2023


sandro
GE·778 306


OTIS
TAXI

Cool City: Sécheron et Espace Rivière (Genève)

Maître d'ouvrage: Ville de Genève surface: n.c. prix/m²: n.c. +

Mandataire Sécheron: MAP, CERA, urbz

Statut: Sécheron 1ère étape réalisée (2021), Espace Rivière réalisé (2021)



Ces deux réalisations ont été faites dans le cadre du projet Cool City qui a pour objectif de lutter contre les îlots de chaleur urbains. Le projet implique également les citoyen·ne·s, qui sont encouragé·e·s à participer à la création d'espaces verts dans leur ville et à adopter des comportements durables pour réduire leur empreinte écologique.

Le projet réalisé dans la cour du cycle de Sécheron est le fruit d'une démarche participative avec les élèves et enseignant·e·s de l'école qui a pour but de transformer par étapes cet aplat d'enrobé. La première phase de ce projet a abouti à la réalisation d'îlots végétalisés avec des arbres et arbustes dans la cour en lieu et place de l'enrobé qui s'y trouvait auparavant. Ces espaces accueillent également du mobilier. La suite de la démarche vise à la transformation complète de la cour.

Fig. 37
Îlot végétalisé au CO Sécheron
©Johannes Marburg

L'Espace Rivière est situé sur un lieu symbolique d'un des plus gros projet de transformation urbaine de Suisse; le projet Praille-Acacias-Vernets (PAV). L'intervention prend place à l'endroit ou la Drize et l'Aire vont confluer, deux rivières actuellement canalisées qui vont être remises à ciel ouvert. Le projet consiste en une pépinière urbaine, provisoire, symbolisant la mutation à venir du quartier. Cette mesure a principalement un but de communication mais crée un espace végétalisé et appropriable dans un secteur actuellement très minéralisé.

Ces deux projets sont intéressants sur plusieurs aspects. Premièrement, d'un point de vue technique, ce sont des projets faciles et rapides à réaliser, ne demandant pas de moyens complexes. Ils permettent tout de même d'installer des végétaux, notamment des arbres, dans d'assez bonnes conditions. Ensuite, ces projets s'inscrivent dans une démarche de communication et d'inclusion des habitant·e·s dans la mutation urbaine. En invitant à participer à la création et la réalisation, notamment pour Sécheron, le processus aide à ancrer de nouvelles pratiques de la ville. Ces projets ne sont pas des finalités en eux-mêmes, mais des mesures provisoires ou de transition qui permettent de mettre en place une étape concrète, tangible, sur des projets de plus grande ampleur qui demandent beaucoup plus de temps avant de voir le jour. Cette notion d'urbanisme transitoire ou urbanisme tactique est particulièrement pertinente dans le contexte climatique actuel dans lequel l'évolution du climat semble aller bien plus vite que l'adaptation de nos villes à celui-ci.

Fig. 38
L'espace Rivière à la rue Boissonas
©Latitude Durable





Transformation d'un parking en micro-forêt urbaine à Villereuse (Genève)

Maître d'ouvrage: Ville de Genève surface: 360m² prix/m²: n.c. -/+

Mandataire: Forêt B, La Comète

Statut: réalisé (2023)



Ce projet très récemment réalisé porte une symbolique forte en transformant un parking en forêt. Une grande surface d'enrobé a été dégrappée, un sol reconstitué avec un apport de différents matières, puis des plantons forestiers ont été installés selon la méthode Miyawaki. Un élément intéressant que ce projet a permis de mettre en évidence est celui de la mauvaise connaissance du sous-sol urbain. Lors des travaux de terrassement, des éléments de murs et dalles béton provenant d'anciennes caves comblées ont été découverts; il a fallu les évacuer et rapporter de la matière pour composer un sol permettant de répondre aux fonctions recherchées.

Fig. 39
La préparation du terrain avant plantation
©Forêt B

Cette méthode est une technique de reforestation développée par le botaniste japonais Akira Miyawaki. Elle consiste à planter des jeunes pousses d'arbres indigènes de manière dense et variée sur une petite surface afin de créer un écosystème forestier diversifié en un temps relativement court. Dans le cadre de ce projet, la plantation a été faite de manière participative, avec une cinquantaine d'habitant·e·s du quartier qui ont mis les mains dans la terre.

Les bénéfices de ce projet du point de vue du microclimat urbain seront probablement très élevés, avec une réduction importante de l'effet îlot de chaleur. L'eau n'est pas dans ce projet une thématique centrale car il n'y a pas de dispositif complexe de récupération et distribution, ce qui participe à la simplicité du projet. Ici l'eau de pluie tombe directement sur une grande surface continue désimperméabilisée et est intégrée dans un micro-cycle local. Le végétal est largement favorisé avec une densité et une diversité importante; l'humain reste plutôt autour. Cette approche très orientée biodiversité est intéressante en ville, mais elle laisse relativement peu de place à la notion de multifonctionnalité des espaces. Il sera très intéressant de voir de quelle manière le végétal se développe sur cette parcelle et l'ampleur de l'effet îlot de fraicheur qu'il pourra apporter au secteur.

Fig. 40
La première reprise après plantation. Mai 2023





Le Jardin Joyeux (Aubervilliers)

Maître d'ouvrage: OPH Aubervilliers surface: 1600m² prix/m²: 22€

Mandataire: Wagon Landscaping

Statut: réalisé (2016)



Ce jardin aujourd'hui luxuriant prend place sur une dalle de parking sous-terrain; il a été commandé en attendant le développement futur d'un projet d'urbanisation sur la parcelle et est donc un aménagement éphémère réalisé avec très peu de moyens. La démarche de l'agence parisienne Wagon a été de transformer cet ancien parking en gardant tout sur place. L'enrobé a été grossièrement cassé et remué, laissé sur place et un peu de matière organique a été importée et incorporée. Une palette végétale de plantes pionnières, peu difficiles et adaptées aux environnements pauvres a été sélectionnée. Une partie des plantes a été plantée en godets, le reste a été semé à la volée. Ce jardin est pensé comme étant dynamique, inspiré du principe de jardin en mouvement de Gilles Clément. Le travail du jardinier est minime; pas d'arrosage, très peu de taille et de désherbage, le jardin vit sa vie et se développe. L'évolution rapide de la végétation est impressionnante, en quelques années seulement l'enrobé n'est presque plus visible et une très grande diversité de plantes a pris ses quartiers et se développe en autonomie.

L'impact de ce projet compte tenu de la simplicité du geste et du peu de moyens employés est particulièrement saisissant. Il illustre parfaitement de quelle manière un projet low tech peut avoir un impact très fort.

Fig. 41
Le parking juste après plantation et 5 ans après
©Wagon Landscaping





Asphalt Jungle (Paris)

Maître d'ouvrage: Régie Elogie-Siemp surface: 18m² prix/m²: 500€

Mandataire: Wagon Landscaping

Statut: réalisé (2021)



Le jardin Asphalt Jungle tient presque du manifeste de la désimperméabilisation en milieu urbain. Ce minuscule jardin de 18m² a été installé dans le but de réduire l'effet îlot de chaleur très fortement ressenti dans cette petite cour parisienne. Ce projet recherche la simplicité et la poésie; toute la matière remuée est laissée sur site, une petite bordure en bois permet de contenir le volume supplémentaire induit par la décompaction et l'apport de matière organique. La végétation est mise en scène et contraste avec le cadre fait à partir des plaques d'enrobé réemployées, posées sur la tranche. On pourrait croire que ce petit rectangle est anecdotique et sert plus à la décoration qu'au rafraîchissement, pourtant l'effet climatique ressenti est bien réel, en plus d'amener une touche de poésie dans cette cour monotone.

Ce projet se démarque par sa dimension très réduite qui permet de montrer que toute échelle d'intervention a du sens. Il mêle habilement réemploi, économie de moyens et finesse végétale avec une touche artistique. Ce projet possède un fort potentiel de communication, en témoigne les nombreuses parutions tant dans les revues spécialisées de paysage que la presse plus générale, en France et à l'étranger. De par sa simplicité il permet de questionner le rapport entre la plante et le sol et la place du végétal dans la 'jungle d'asphalte' que représente nos villes. La question de l'eau n'est pas forcément centrale dans ce projet, mais elle est incluse de manière indirecte via la notion de désimperméabilisation et de cycle local.

Fig. 42
Asphalt Jungle
©Wagon Landscaping









Une démarche transdisciplinaire

L'espace urbain est rare et hautement concurrentiel. Il y a une forte opposition entre le modèle de la ville automobile, hérité de la deuxième moitié du XXe siècle, synonyme de liberté et de confort à l'époque, et la nécessité urgente d'adapter les villes aux changements climatiques actuels. Il est largement admis que cette adaptation doit se faire non seulement par une réduction globale des émissions de gaz à effets de serre (lutte contre la cause), mais également par des transformations urbaines fondamentales (adaptation aux conséquences).

En effet, le changement climatique est en marche et il n'y a pas d'autre choix que de s'adapter. La liberté et le confort d'aujourd'hui ne peuvent plus être basé sur le contexte d'hier. Au cours des dernières années, la prise de conscience des impacts négatifs des TIM, particulièrement en milieu urbain, a conduit à l'amorce d'un changement de paradigme dans la planification, avec une volonté de réduire l'emprise de la voiture en ville. Les différentes politiques publiques vont dans ce sens, mais l'attachement affectif à la voiture reste encore très profondément ancré chez une part importante de la population, comme en témoigne l'opposition systématique à chaque projet qui réduit l'espace alloué à la voiture et la puissance des lobbys.

L'adaptation de nos villes passera donc indéniablement par une diminution drastique de l'espace alloué aux voitures, particulièrement dans les hypercentre urbains. La cohabitation entre les vivants est un autre facteur essentiel de cette mutation et elle passe par un partage de l'espace et une mutualisation des fonctions qui lui sont allouées. Les villes étant aujourd'hui majoritairement imperméable, du fait des bâtiments et des voiries, l'incompatibilité entre la situation actuelle et celle nécessaire est évidente. La désimperméabilisation des sols est donc la matrice autour de laquelle l'adaptation et la mise en synergie des nouveaux schémas urbains va pouvoir se développer. Ce processus est donc bien à la source du bien être des vivants, humains et non humains.

Cette première partie permet de rendre compte du statut que porte la désimperméabilisation et la gestion urbaine de l'eau dans la planification et l'aménagement de nos villes. On constate globalement une intégration croissante de la notion dans les réflexions, mais souvent un manque de mise en relation avec les autres facteurs. Les objectifs d'adaptation des villes aux changements climatiques, avec une planification contraignante, sont des entrées intéressantes qui ont tendance à pousser la question de l'eau en ville sur le devant de la scène mais qui peinent à se concrétiser à large échelle. Les outils légaux contraignants à une gestion intégrée de l'eau en ville sont pour le moment quasiment inexistants en Suisse, mis à part le PLQ, ce dernier concernant uniquement des projets de quartiers avec des nouveaux bâtiments. Les différentes planifications de développement du végétal en ville n'intègrent pas assez les notions d'eau et de sols de manière transversale, quand bien même c'est la cohérence entre ces trois éléments qui peut garantir la pérennité de l'ensemble.

Les différents projets étudiés mettent en avant la diversité des pratiques de désimperméabilisation et de gestion urbaine de l'eau qu'il est possible de mettre en œuvre, avec des postulats plus ou moins engagés. Cette sélection non exhaustive offre un panorama enrichissant, mettant en avant notamment l'aspect du temps; plus un projet est complexe, plus grande sera la période entre la planification et la réalisation. Les solutions transitoires ou l'urbanisme tactique sont des pistes intéressantes qui permettent de faire vivre des projets avant leur réalisation complète et définitive.

Le projet de paysage et les échelles

La question de la désimperméabilisation est complexe dans la mesure ou elle implique beaucoup de facteurs, d'enjeux et d'acteurs très différents. Elle est tout autant une question très technique, de matière, d'épaisseur, de profondeur, que politique dans les modifications qu'elle apporte.

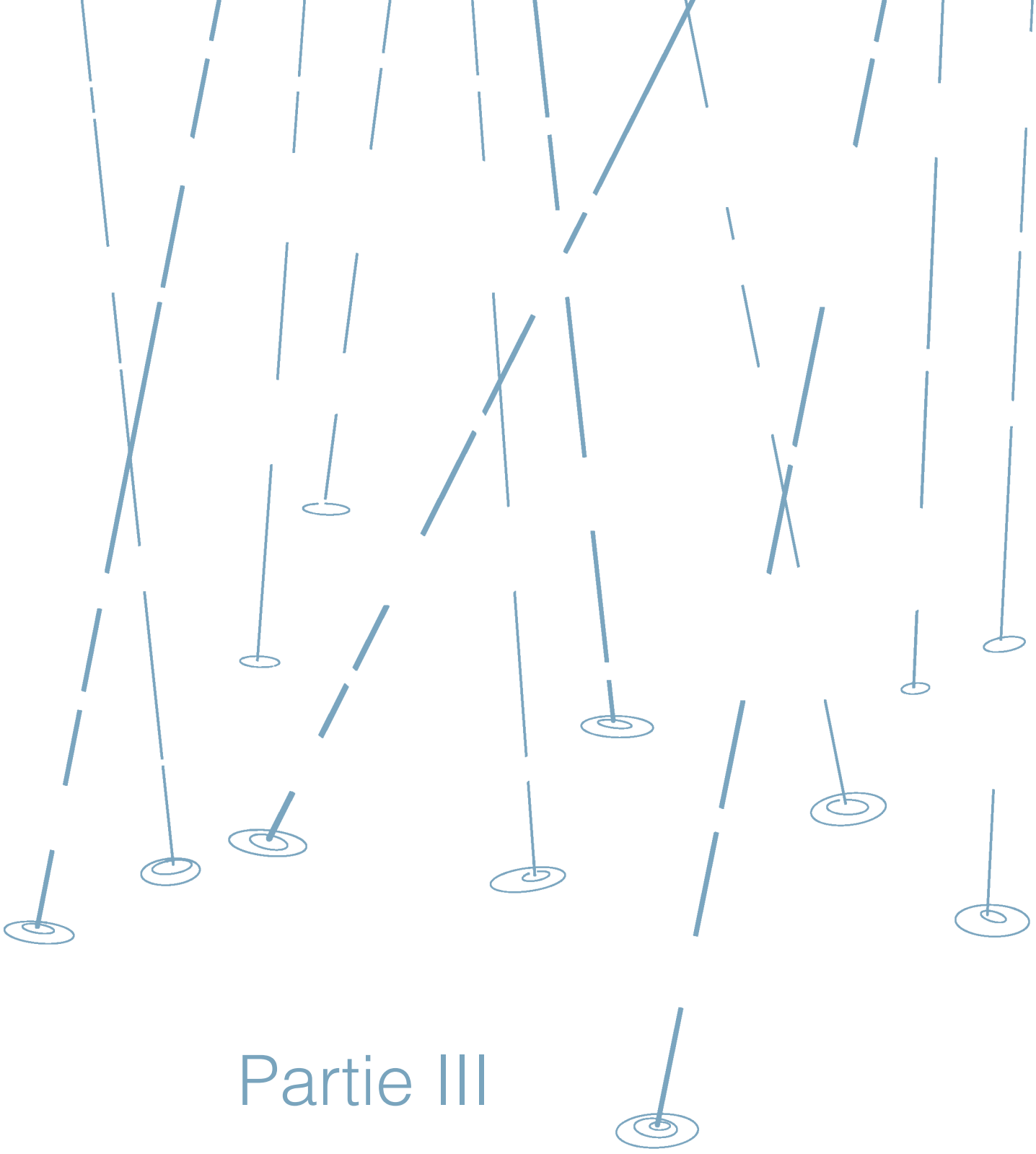
Un projet de désimperméabilisation engendre une mutation importante du paysage urbain. Il s'agit ici donc de définir ce qu'est le paysage urbain. La définition du paysage est déjà en soi complexe et fait l'objet de nombreux travaux théoriques. La définition communément utilisée est celle de la convention européenne du paysage: «*Paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations*». Cette définition s'applique donc bien au contexte urbain. Le paysage urbain a la particularité d'être pratiqué au quotidien par un grand nombre de personnes; il ne représente généralement pas dans l'imaginaire collectif de caractère exceptionnel. Pourtant, au travers de son expérience quotidienne et tout ce qu'il lui associe, l'humain tisse souvent un lien affectif à ce paysage ordinaire. Ce lien peut être perçu autant de manière positive que négative mais il est lié a un espace à échelle humaine, souvent un quartier.

La notion de quartier est étroitement liée à celle de la ville et est souvent une référence utilisée pour décrire des secteurs de celle-ci ayant une certaine unité géographique, fonctionnelle ou culturelle. Le quartier est « la partie de la ville dans laquelle on n'a pas besoin de se rendre, puisque précisément on y est » (Perec, 2000). Le rapport identitaire au paysage urbain est donc généralement lié au quartier; on parlera alors de paysage du quartier. Il existe bien entendu des constantes paysagères que l'on retrouvera à l'échelle des villes, comme les dégagement sur les montagnes qui forment le grand paysage genevois[24], mais le relation entre désimperméabilisation et paysage sera plutôt ancrée à l'échelle du quartier.

En désimperméabilisant, la *partie de territoire* concernée va être modifiée; il s'agit donc bel et bien de faire un projet de paysage. Un·e paysagiste, dans sa démarche de projet, se doit de mettre en relation le territoire et les vivants qui le pratiquent, créer du lien et mettre en dialogue les différentes relations écologiques, sociales, matérielles, immatérielles, subjectives, objectives, tangibles, sensibles[25]. Le projet de paysage ne contente pas forcément tout le monde car il doit, pour faire du sens, porter un postulat et affirmer un positionnement, mais il se doit également de considérer tous les facteurs pour affirmer ce choix.

[24] CONVERCEY et al. 2018. *Repérages. Le paysage genevois entre héritage et partage.*

[25] FOLLÉA, Bertrand, 2019. *L'archipel des métamorphoses. La transition par le paysage.*



Partie III



L’eau et les vivants en ville

L'ensemble des données analysées jusqu'ici permet d'établir le contexte dans lequel une réflexion sur la désimperméabilisation comme entrée du projet de paysage a lieu d'être et fait sens. Le projet développé dans le cadre de ce travail a pour vocation de s'ancrer dans le territoire urbain qui compose le centre-ville de Genève, un lieu au sein duquel la réflexion autour du potentiel de désimperméabilisation joue un rôle central dans la transition urbaine.

Cette partie propose une lecture du territoire de la ville de Genève et un approfondissement de deux quartiers par le sol, l'eau et les vivants. Par le biais de divers supports cartographiques, historiques, photographiques, sensibles et tangibles émergeront des caractéristiques spécifiques à différents lieux qui permettront de préfigurer le projet de paysage. Il s'agit de mettre en évidence ce qui existe, ce qui fait la ville et le quartier, tant par les qualités et les défauts que par les contraintes et les opportunités.

Ce cheminement permettra de préciser un périmètre sur lequel une proposition de projet sera développée.

Les différents supports cartographiques, les chiffres et les graphiques ont été élaborés sur la base des données 'open source' du SITG et de SWISSTOPO. Celle-ci ont été travaillées graphiquement mais la substance est fidèle aux données originales. Les ressources utilisées sont les plus récentes disponibles mais elles ne comprennent pas forcément les tout derniers projets réalisés dans les 2 à 3 dernières années.

Dans un souci de simplicité de lecture et de clarté, la charte graphique suivante est utilisée sur tous les supports produits pour la suite du travail, sauf mention contraire explicite.

Le choix du bleu et ses nuances fait référence à la couleur associée à l'eau dans l'imaginaire collectif. La couleur est utilisée ici plus globalement pour représenter les vivants, car l'eau est un des éléments essentiels à toute forme connue et circule au sein de chaque être.



l'eau



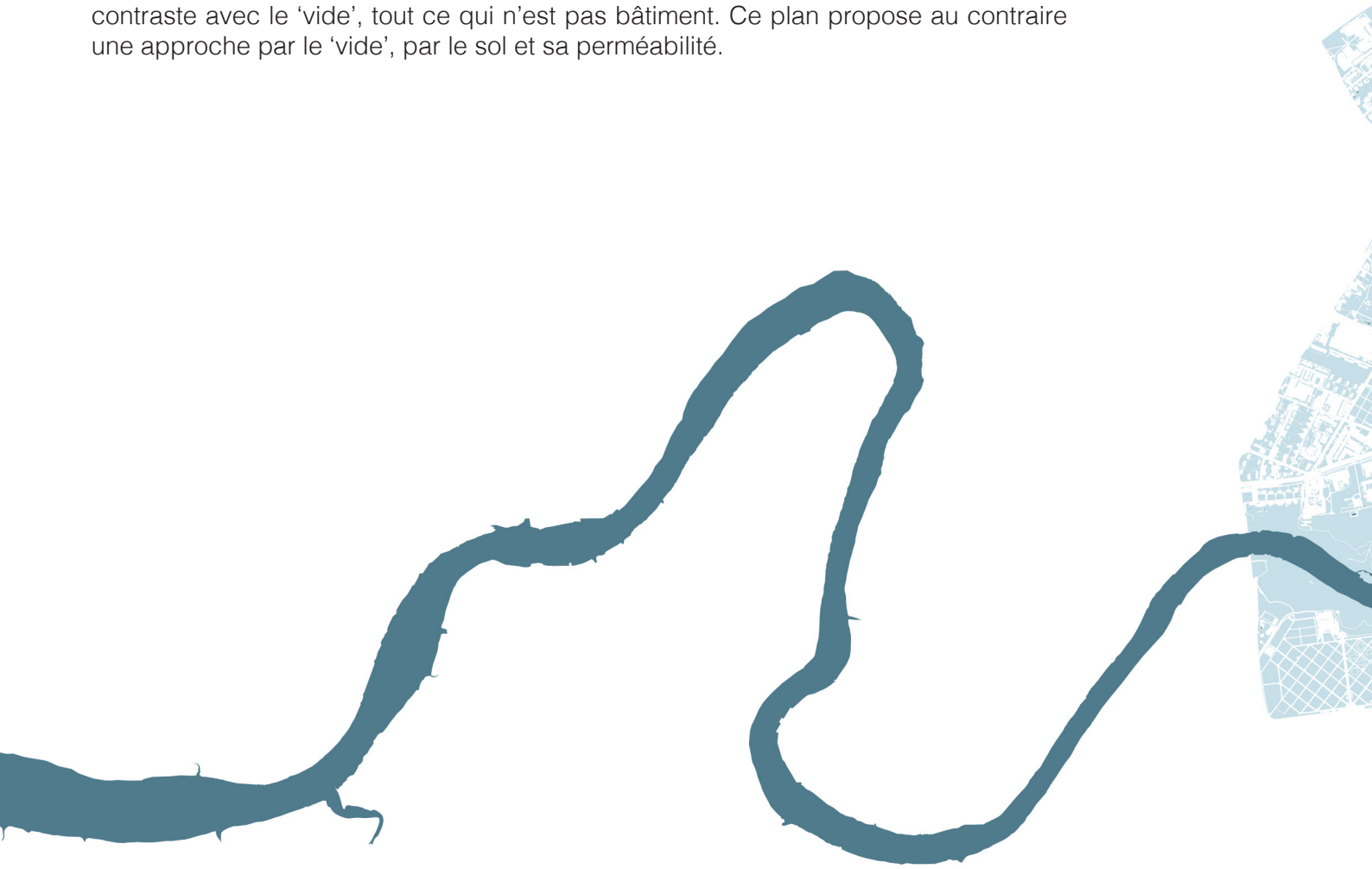
les vivants et le perméable



le minéral imperméable

La Ville de Genève

Le territoire de la ville de Genève est très urbain, composé de différentes typologies et densités. L'approche classique pour entrer dans la composition du tissu urbain d'un territoire est généralement le 'schwarzplan', particulièrement apprécié des architectes et urbanistes pour sa représentation minimaliste du 'plein' formé par les bâtiments en contraste avec le 'vide', tout ce qui n'est pas bâtiment. Ce plan propose au contraire une approche par le 'vide', par le sol et sa perméabilité.



L'imperméabilité de la ville

Le plan présenté ici (fig. 44) propose une approche par le sol pour figurer la densité urbaine, non pas par le bâti, et plus précisément par sa perméabilité. Cette carte met bien en évidence trois typologies principales. La première concerne l'hypercentre, les quartiers les plus anciens, dans lesquels les surfaces perméables sont isolées et de relativement petite taille à l'exception de quelques parcs. La seconde, sur la périphérie du territoire communal, est caractérisée par des surfaces perméables de moyenne dimension mais présentant une forme de réseau avec certaines continuités lisibles. La troisième typologie représente de grandes surfaces continues de sol perméable avec peu de ruptures; il s'agit des grands parcs et des espaces naturels qui bordent le Rhône et l'Arve.

Cette première lecture permet déjà de mettre en lumière une première intuition concernant les lieux dans lesquels la concurrence entre la ville et le sol perméable est la plus importante, à savoir les quartiers centraux: Pâquis, St-Gervais, Cité-Centre, Eaux-Vives, Jonction, Acacias.



Fig. 43
Carte de la perméabilité sur le territoire de la ville de Genève
1/25'000ème



Les vivants en ville

En ajoutant sur la carte de la perméabilité la couverture de canopée, on peut compléter la lecture du sol perméable par la présence des arbres. Cette carte des vivants non humains permet de mettre en évidence quel espace est occupé, ou plutôt accordé, aux végétaux en ville ainsi que l'organisation de ceux-ci. On constate sur ce plan que l'arbre de rue est assez rare et souvent de dimension restreinte en comparaison avec ses voisins des parcs. Les arbres sont le plus souvent structurés en alignements de rue en suivant les lignes dictées par les façades des bâtiments.



Fig. 44
Carte des vivants non humains sur le territoire de la ville de Genève
1/25'000ème



La chaleur en ville

Il semble ici pertinent de mettre en contraste avec la carte précédente celle des îlots de chaleurs. On constate sur la carte des vivants que les zones dans lesquelles le blanc est dominant, donc les surfaces imperméables, correspondent directement aux zones les plus chaudes de la carte des ICU. L'imperméabilité du sol est un facteur important pour l'effet, mais il n'est pas le seul. Les deux autre principaux sont la densité bâtie et la capacité de circulation de l'air dans les rues.



Fig. 45
Carte des ICU sur le territoire de la ville de Genève
1/25'000ème

L'eau en ville

Genève est une ville dont l'histoire est étroitement liée à celle de l'eau, et ce à bien des égards. Une référence historique emblématique de ce rapport à l'eau est celui des villages palafittiques dont des vestiges d'une période s'étalant sur près de 200 ans, de 1063 à 858 av. J.-C., ont été retrouvés dans la rade. Contrairement à ce qui était imaginé lors des premières découvertes archéologiques, ces villages n'étaient pas construits sur pilotis au dessus de l'eau, mais à côté, sur le sol meuble formé par le retrait du lac dont le niveau était bien plus bas à cette époque qu'aujourd'hui[26]. C'est tout de même bien la situation offerte par ce contexte lacustre et l'attrait des ressources qu'offre ce dernier qui ont très probablement incitée ces peuplements.

[26] CORBOUD, Pierre, 2017. *Genève, il y a 3000 ans. Chronique d'une fouille dans le village préhistorique du Plonjon.*

La première véritable ville s'est installée sur la colline de la Vieille-Ville actuelle, une situation stratégique et dominant un territoire façonné par l'eau. L'hydrologie naturelle du territoire Genevois est très éloignée de celle qui existe aujourd'hui (fig. 46). Au nord-est de la colline de la vieille ville, on trouve le lac dont les contours ont un peu évolués en raison des changements de niveaux et des constructions humaines sur son pourtour, mais qui globalement avait une emprise proche de celle d'aujourd'hui. Du nord jusque vers l'ouest se trouve le Rhône, exutoire du lac qui sinue jusqu'à la Méditerranée, et au sud l'Arve qui n'a plus grand chose à voir avec la forme sous laquelle on la connaît aujourd'hui. En effet, tout le plateau aujourd'hui occupé par les quartiers de Plainpalais et la Jonction était un paysage en mouvement formé par le delta de l'Arve. Au fil du temps, cette plaine alluviale a été peu à peu maîtrisée



Fig. 46
Le delta de l'Arve, période burgonde ~ l'an 450
Archives TeTu

jusqu'à contenir l'Arve de manière canalisée, la forme sous laquelle on la connaît aujourd'hui. En plus de ces cours d'eau majeurs, quelques rivières parcourent le territoire désormais urbanisé, telles que la Drize ou l'Aire, actuellement enterrées dans leur portion urbaine bien qu'elles seront remise à ciel ouvert dans le cadre du grand projet PAV. Des nants moins importants descendaient également les coteaux du lac, dans les actuel quartiers des Eaux-Vives et de Chantpoulet. Plus rien de tangible ne subsiste aujourd'hui de ces ruissaux et très peu d'informations existent; ils ne sont même pas répertoriés dans les données cartographiques cantonales. Les bassins versants de ces nants sont aujourd'hui presque totalement urbanisés, les eaux de pluies étant évacuées dans les canalisation principalement.

C'est ensuite l'industrie qui a utilisée la force motrice du Rhône: en 1886, l'usine hydraulique de la Coulouvrenière est construite. Elle permet d'alimenter les industries, horlogères notamment, en énergie via des conduites d'eau sous pression. C'est d'ailleurs la surpression du réseau en fin de journée, lorsque l'activité industrielle s'arrêtait pour la nuit, qui a donné naissance au premier jet d'eau qui se situait à l'usine de la Coulouvrenière[27]. La modernisation du réseau a ensuite rendu obsolète ce mécanisme, mais la Ville de Genève à souhaiter garder ce principe pour en faire un emblème et a construit, en 1891, le jet d'eau à l'emplacement que nous lui connaissons aujourd'hui. C'est maintenant un emblème de la ville, représenté sur presque toutes les carte postales, témoin de 140m de haut de l'histoire industrielle du centre-ville genevois.

[27] SIG. Le jet d'eau: un symbole riche en histoire.

Les fontaines sont également un élément représentatif de ce rapport à l'eau. On dénombre en ville de Genève 330 fontaines[28], certaines historiques comme dans la vieille ville, d'autre sophistiquées comme à la Place des Nations et une majorité plus discrète mais distribuant de l'eau potable, comme les emblématiques fontaines à tête de lion.

[28] Ville de Genève. Fontaines.

Aujourd'hui, il subsiste à Genève un attachement fort aux composantes hydrologiques majeures, le Lac, le Rhône et l'Arve. Ces entités participent à l'identité des quartiers qui les bordent; les Pâquis et les Eaux-Vives avec le Lac, Plainpalais et Carouge avec l'Arve, le Centre et Saint-Jean avec le Rhône et bien sûr la Jonction, entre les deux cours d'eau.

Les quartiers

Le choix des sites

Afin de rentrer dans un niveau d'analyse plus fine, il convient de changer d'échelle et de rentrer dans celle du quartier. Plusieurs entrées sont possibles et font du sens et un choix doit être fait, motivé par la logique développée jusqu'à présent.

L'objectif de ce travail est de démontrer de quelle manière la désimperméabilisation de l'espace urbain dense et la gestion intégrée de l'eau pluviale peuvent être bénéfique aux vivants. Les cartes présentées aux pages précédentes permettent une lecture à large échelle de ces différentes thématiques et le croisement de celles-ci permet de mettre en évidence plusieurs secteurs dans lesquels la problématique de projet est applicable. La carte de la 'nécessité de désimperméabilisation' (fig. 47) représente la soustraction de la couverture de canopée à la carte des îlots de chaleur. Le résultat montre les zones dans lesquelles l'effet ICU est supérieur à 4°C avec un gradient d'intensité. Sans surprise, ce sont les quartiers[29] les plus dense du centre-ville qui ressortent le plus; c'est là ou le besoin d'action est le plus important pour améliorer, voir créer, une bonne cohabitation entre les vivants.

[29] Voir annexe 4 pour la nomenclature des quartiers

Parmi ces différents quartiers, différentes typologies urbaines sont représentées. Les Acacias font partie du grand projet PAV qui va totalement modifier le secteur; malgré l'intérêt du sujet de l'eau en ville à cet endroit, il ne rentre pas dans le cadre de l'approfondissement de ce travail. Les Pâquis et les Eaux-vives, qui se font face autour de la rade, présentent une forme urbaine comparable; densité importante, orientation des rues selon des axes parallèles ou perpendiculaires au lac, hauteur des bâtiment, largeur des rues notamment. Le tissu social est par contre très différent. Les quartiers de Cité-Centre (hors Vieille-Ville) et des Philosophes-Cluse se font écho dans leur organisation longitudinale avec des axes forts, marqués notamment par la présence du tram. La Vieille-Ville se démarque fortement par son caractère patrimonial et ancien; toute intervention dans ce type d'environnement devrait faire l'objet d'un projet spécifique qui n'est pas l'objectif visé dans le cadre de ce travail. Le quartier de la Jonction-Plainpalais est caractérisé par un tissu bâti assez hétéroclite, mêlant industrie et logement, entre Rhône et Arve avec des rues orientées par rapport à ces deux composantes territoriales et se resserrant jusqu'à la pointe, lieu de convergence.

Bien que chacun de ces quartiers mériterait un approfondissement et un niveau d'analyse plus fin, le suite de cette étude portera sur une analyse croisée de deux d'entre eux. Le choix spécifique a été motivé non seulement par les différents critères vus jusqu'à présent, mais également par un lien particulièrement marqué à l'eau dans l'histoire de ces territoires. Les quartiers choisis sont ceux de la Jonction et des Eaux-Vives. Des tissus bâtis différents, un historique fortement lié à l'eau via des thématiques contrastées, plus ou moins visible et lisible aujourd'hui, un faible taux de végétation et une présence importante de la voiture dans l'espace publique sont autant d'aspects qui sont étudiés plus précisément dans les pages suivantes.

Fig. 47
Carte de la nécessité de désimperméabilisation 1/25'000ème


-
+
0
1
2 km

Données et statistiques

L'ensemble des données traitées dans les cartes suivantes provient des ressources en libre accès du SITG et de SWISSTOPO, dans leur version à disposition début 2023. Il convient de souligner ici la grande qualité du matériel cartographique à disposition (gratuitement) du public, particulièrement dans le canton de Genève. Ces produits très complets sont extrêmement précieux pour l'élaboration de cartes d'analyse avec un niveau de précision élevé.

Toutes les données ont été traitées dans l'emprise des périmètres définis. Le tracé précis de ces périmètres influe fortement sur certaines des données traitées; en changeant le trait d'un côté ou l'autre de la route, en incluant tel ou tel espace, on peut rendre des éléments plus ou moins parlants. L'indice de densité urbaine est un très bon exemple pour mettre cela en lumière: pour un même groupe de bâtiments, l'indice va fortement varier si le périmètre est pris à la parcelle, au trottoir, à l'axe de la route ou jusqu'aux façades alentour par exemple[30].

[30] Office de l'urbanisme, département des constructions et des technologies de l'information. 2012. La densité bâtie: un indice clé.

Le tracé précis du périmètre a fait l'objet d'une réflexion autour d'une unité urbaine subjective, le quartier vécu, par opposition à des découpages statistiques qui existent.

Lors de l'analyse des différents résultats statistiques, il s'agit bien évidemment de les interpréter dans un contexte plus large, avec des influences externes au périmètre stricte. Ces données permettent néanmoins grâce à l'emprise relativement large des périmètres, de donner un ordre d'idée et proposer une analyse comparative entre deux tissus urbains différents.

Les principales données utilisées pour l'élaboration des cartes et l'extrapolation des statistiques sont listées ci-dessous. Ce sont des bases de travail qui sont croisées entre elles, assemblées, comparées, superposées afin de réaliser des produits cartographiques exprimant des approches particulières en lien avec le propos.

- Données cadastrales générales (parcelles, bâtiments hors sol, sous-sol, toitures)
- Cadastre technique du sous-sol (données publiques, une grande partie des données sous-sol n'est pas accessible au public)
- Cadastre du domaine routier (affectation et nature du sol routier)
- Couverture du sol selon classification OTEMO (ordonnance technique sur la mensuration officielle)
- Inventaire cantonal des arbres isolés ICA
- Modèle numérique de surface de canopée MNC (état 2019)
- Graphe de l'eau
- Réseau d'assainissement des eaux, sous-bassins versants
- Analyse climatique nocturne 2020, îlot de chaleur nocturne
- Aléa ruissellement (SWISSTOPO)

Fig. 48
Localisation des périmètres d'analyse 1/25'000ème


0
1
2 km

La Jonction

Le territoire de la Jonction est un lieu emblématique de Genève, à la confluence des deux cours d'eau majeurs du canton, le Rhône et l'Arve. Ce lieu est d'ailleurs connu dans le monde grâce à la fameuse image du mélange des eaux de la rivière, remuées, chargées de sédiments lui donnant un aspect opaque et une couleur beige avec les eaux du fleuve, translucides et vertes émeraude.

Le périmètre précis délimité pour l'analyse a été établi logiquement au nord et au sud par respectivement le Rhône et l'Arve. La partie à l'est de la zone est délimitée par la rue des Bains et la rue des Rois; bien que cette limite ne corresponde pas à la frontière administrative du secteur, elle est cohérente au niveau urbain car elle marque un linéaire continu du fleuve à la rivière. Cette limite marque également, de manière subjective, la notion du quartier de Georges Perec comme « la partie de la ville dans laquelle on n'a pas besoin de se rendre, puisque précisément on y est. » (Perec, 2000).

C'est aujourd'hui un quartier présentant un tissu bâti hétérogène, mêlant des immeubles de logement assez anciens, de gros ensembles locatifs, des administrations et quelques reliquats d'industries et d'artisanat. Le quartier est relativement populaire avec une mixité sociale importante. C'est un endroit très vivant, de jour comme de nuit, avec beaucoup de commerces, services restaurants en lieux nocturnes. La présence de l'eau rend les berges très prisées des baigneur·euse·s en eau vive qui se retrouvent au lieu-dit 'la pointe', situé comme son nom l'indique à l'extrémité de ce territoire mais plutôt orienté du côté du Rhône, l'Arve n'étant pas propice à la baignade.

Il convient de préciser qu'un grand projet de réaménagement de la pointe est actuellement en cours d'étude. Ce dernier va partiellement supprimer le couvert le plus à l'extrémité du quartier et transformer la zone en un parc pour la population. Les travaux devraient débuter à l'horizon 2025.

périmètre:
51.1 [ha]

population:
9'844 [hab]

densité population:
192.6 [hab/ha]



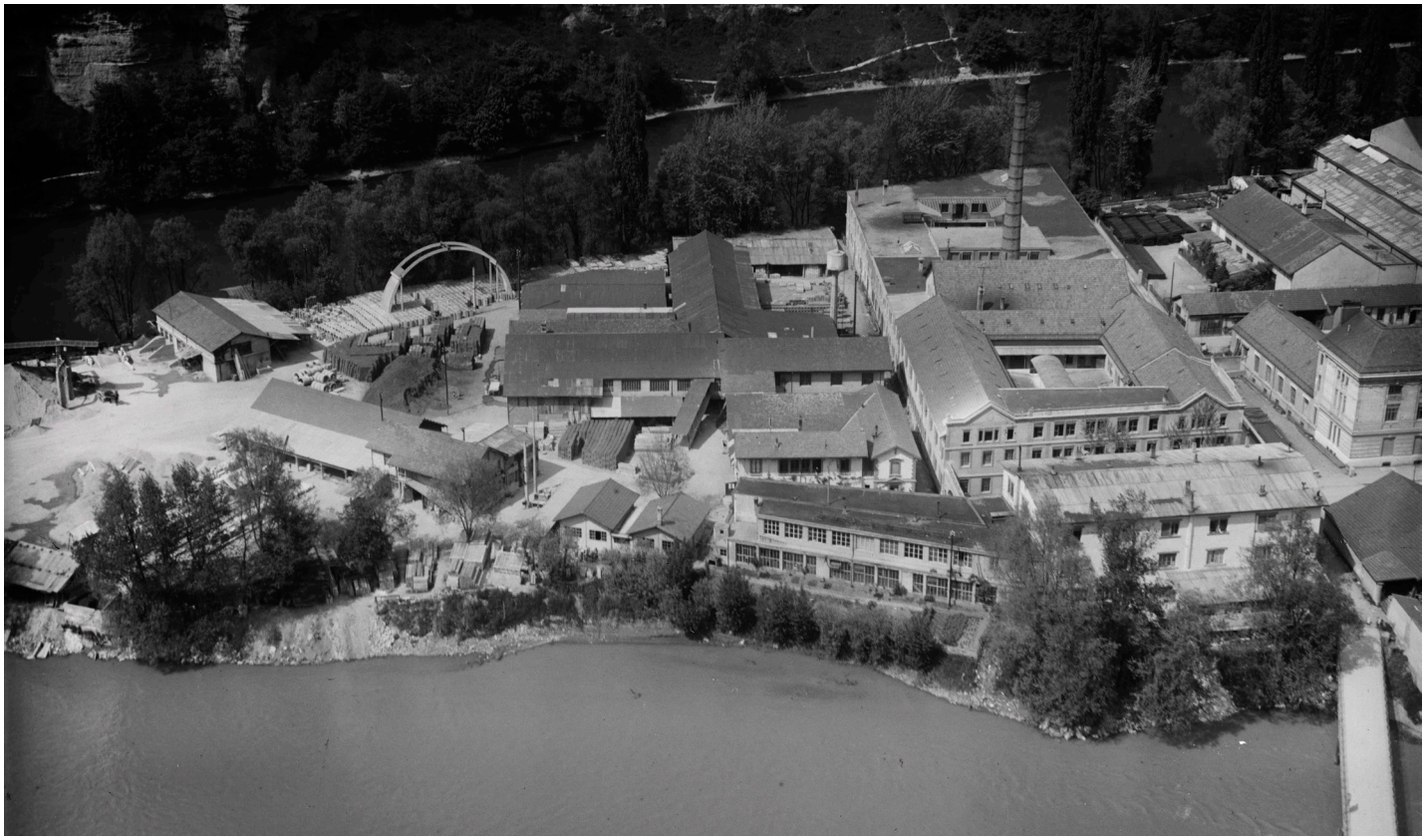
occupation du sol

Fig. 49
Orthophoto (2019)
et périmètre d'étude
Jonction
1/7'500ème



0 1 2 km





La Jonction, historique et mémoire de l'eau

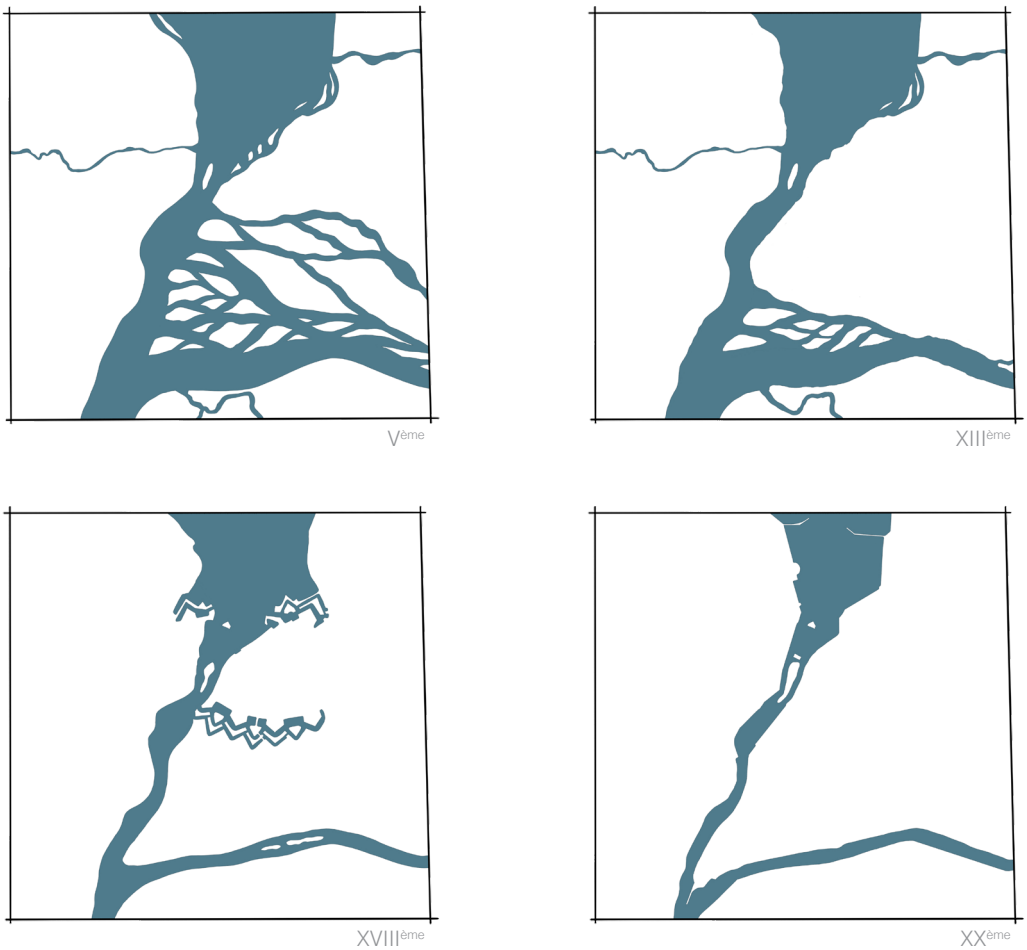
Le territoire de la Jonction est fondamentalement un territoire d'eau. Situé aujourd'hui plus ou moins paisiblement entre les deux cours d'eau, l'Arve ne manque pas de régulièrement rappeler sa présence avec des crues importantes comme par exemple celle, centenale, de mai 2015 qui a provoqué finalement peu de dégâts mais il ne manquait pas grand chose pour que la rivière sorte complètement de son lit.

Avant l'intervention humaine, la zone correspondant aujourd'hui à la Jonction et Plainpalais étaient dans le lit majeur de l'Arve. La rivière formait en effet un delta avant de se jeter dans le Rhône (fig. 52). À chaque crue, le lit se déplaçait un peu dans ce territoire, déposant des alluvions et sédiments. C'est donc le dépôt répété de matière, depuis la fin de la dernière glaciation, qui a formé le socle de cette portion de territoire.

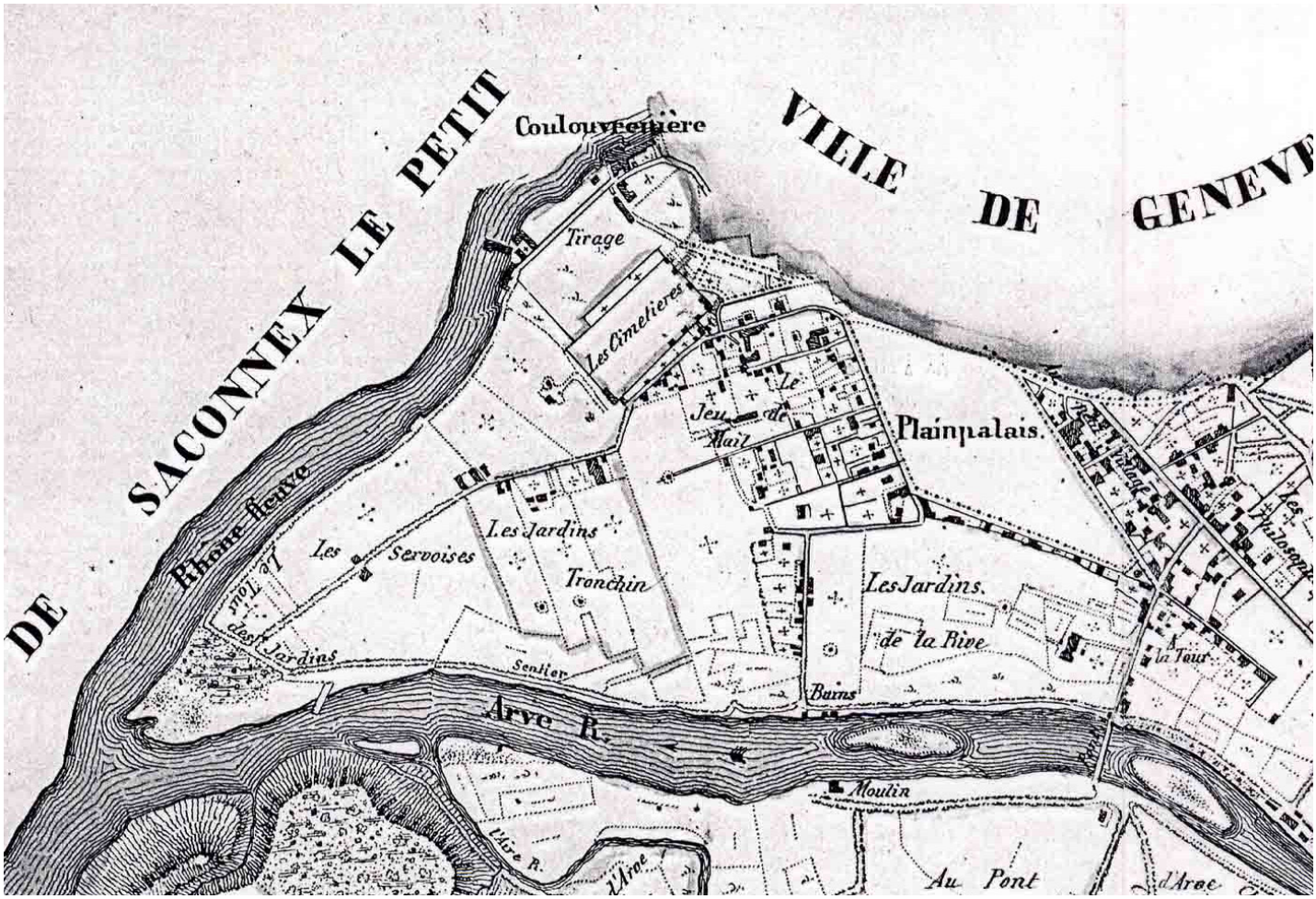
Au fil du temps, le cours de l'Arve a été petit à petit dompté jusqu'à être canalisé dans toute sa portion urbaine. L'affectation du territoire de la Jonction a progressivement évolué, d'abord 'jardins' (fig. 53), cultures maraîchères particulièrement propices au sol fertile de l'ancien Delta, le quartier s'est par la suite industrialisé. Des moulins exploitent la force motrice de l'eau (fig. 50) alors que des industries s'installent à la pointe (fig. 51). On y met les activités gênantes pour la cité, comme les abattoirs ou les tanneurs, qui sont mis à l'écart, au bout.

< Fig. 50
Moulins et bains à la Coulouvrenière en 1852.

< Fig. 51
La Jonction et ses industries en 1925

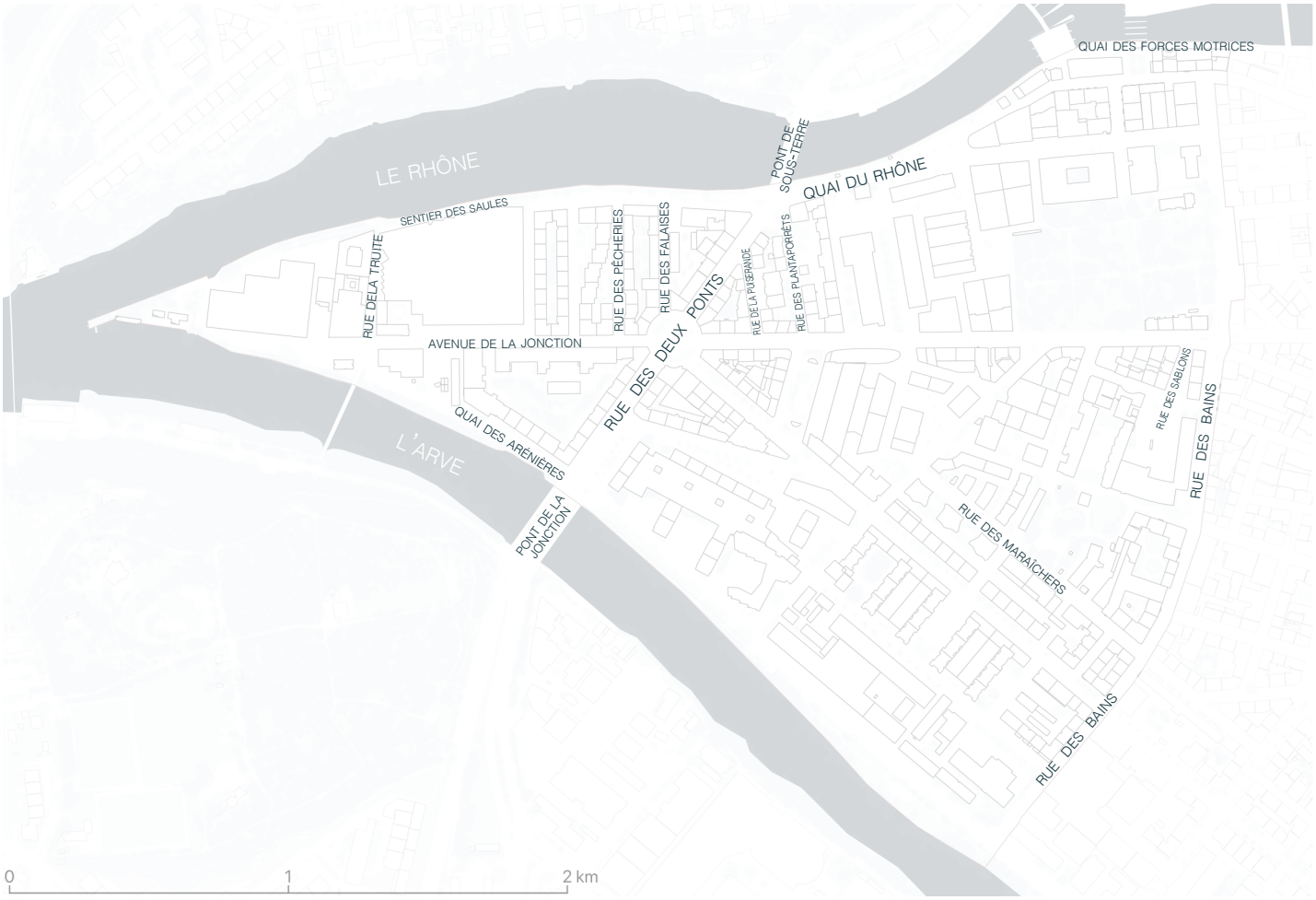


> Fig. 52
Évolution de l'hydrographie à Genève



On observe sur cette carte du début XIX[ème] que l'essentiel de la Jonction est occupé par des grandes parcelles de 'jardins', à comprendre ici au sens potager du terme. Les moulins occupent déjà les bords du Rhône à la hauteur de la Coulouvrenière, alors que des bains sont établis sur l'Arve, à l'extrémité de l'actuelle rue des Bains qui leur doit son nom. On remarque également que le cimetière historique est déjà présent. La pointe de la Jonction semble préservée, avec une représentation graphique semblable à celle des bois de la Bâtie; on peut raisonnablement imaginer que cette zone était encore à la merci des fluctuations de l'Arve et accueillait une végétation alluviale, pionnière et adaptée aux fréquentes inondations.

Fig. 53
Plainpalais et la Jonction en 1828, extrait de l'Atlas Mayer



On retrouve aujourd'hui cet historique du rapport à l'eau dans la toponymie de plusieurs rues du quartier.

Certaines font référence au rapport direct à l'eau, comme la rue des Bains pour la ressource, le quai des Forces Motrices pour la puissance et celui du Rhône, l'avenue de la Jonction qui part en direction de la pointe ou encore la rue de la Puiserande du nom des roues de moulins activées par la force de l'eau.

D'autres témoignent du passé agricole du site, rendu possible par les dépôts fertiles de l'Arve: rue des Maraîchers, rue des Plantaporrêts (nom donné aux jardinier·ère·s qui cultivaient des poireaux apparemment réputés en ce lieu).

Plusieurs rappellent la ressource; rue de la Truite et rue des Pêcheries pour le rapport à la pêche, Quai des Arénières (lieu ou on extrait le sable) et rue des Sablons (nom d'un sable très fin extrait de l'Arve) pour l'exploitation des matériaux.

Fig. 54
Toponymie urbaine du rapport à l'eau à la Jonction
1/7'500ème

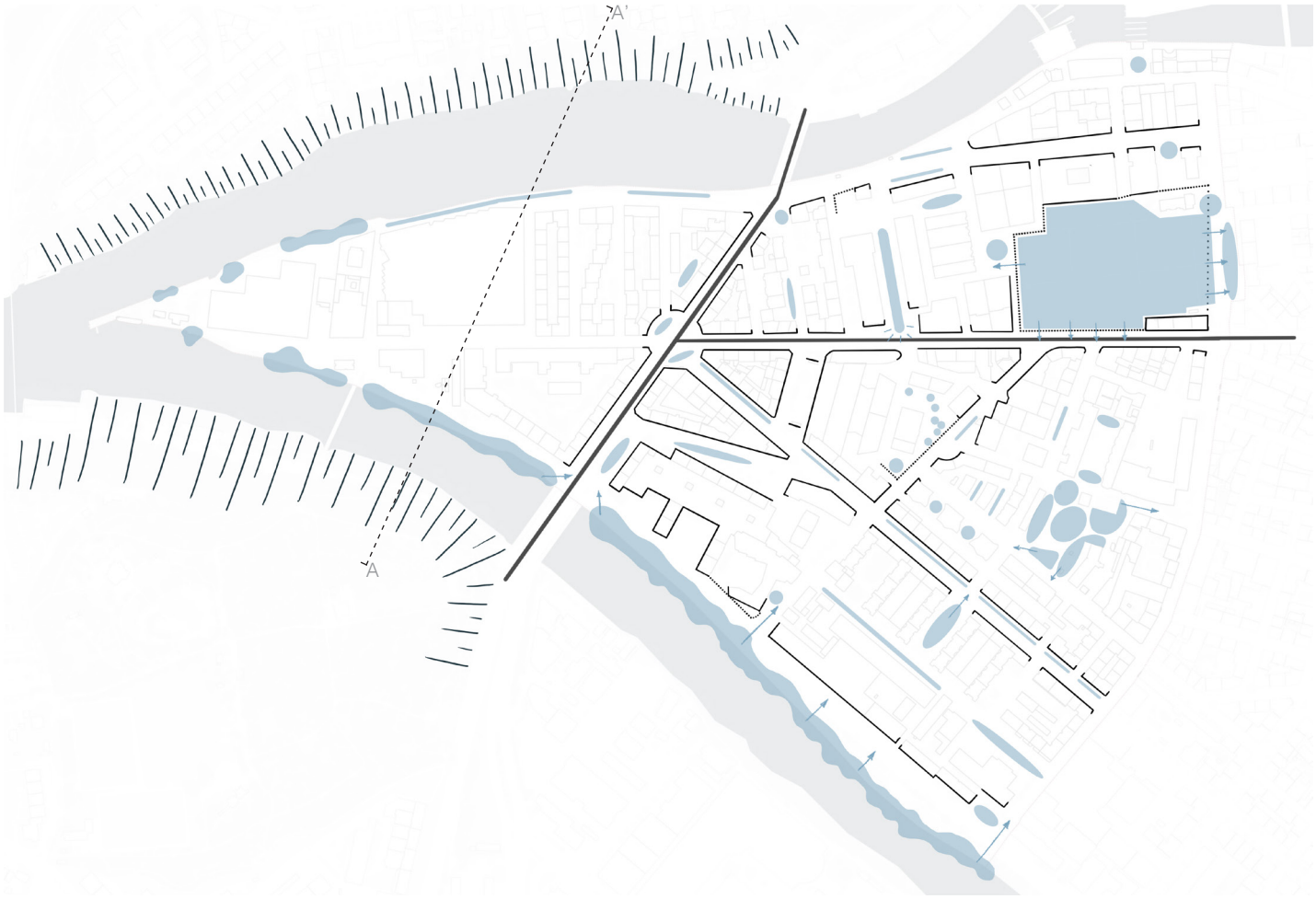




Fig. 55
Structure urbaine et
paysage de la Jonction
1/7'500ème

Le paysage de la Jonction

Le secteur est relativement plat, proche de l'eau mais tout de même détaché de celle-ci pour s'en protéger. De part et d'autre, sur les rives opposées de chaque cours d'eau, se dressent des falaises de roches très friables, usées par le passage de l'eau. Les falaises de la Bâtie et de Saint-Jean accueillent une végétation abondante, marquant côté Rhône la transition entre le fleuve urbain, en amont et le fleuve sauvage, en aval. Cette présence massive offre des perspectives intéressantes depuis certaines rues, mais la distance mise par les cours d'eau ne confère pas de sentiment d'encaissement particulier.

Le quartier, situé entre les eaux, est fondamentalement très urbanisé. Il est caractérisé par des rues principales, les boulevards et quais, en provenance de la ville et qui convergent en direction de la pointe, formant des îlots bâtis orientés sur différentes faces. Des rues transversales, secondaires, découpent par conséquent ces îlots bâtis de forme et de taille très irrégulières et hétérogènes. Seule une rue principale traverse entièrement le quartier, du nord au sud, reliant les deux ponts franchissant respectivement le Rhône et l'Arve. Le croisement des rues orientées selon différents angles crée des espaces de respiration intéressants, assez généreux, bien que pour le moment largement occupés par la voiture.

La végétation est présente sous trois formes principales. Premièrement, les entités structurantes sont représentées par le cordon boisé qui accompagne l'Arve, mais également la végétation des falaises qui, bien qu'en dehors du périmètre, participe à l'ambiance végétale des berges. Ensuite, quelques masses importantes, principalement les arbres du cimetière des Rois et ceux du parc Gourgas, amènent une présence au cœur du quartier. Ces deux premières entités, grâce à la grande taille des arbres qui les composent, ont une zone d'influence qui va au-delà de leur emprise propre, servant de repère et diffusant leur présence dans les espaces et rues adjacentes. La troisième entité est représentée par les arbres de rues, disposés en alignements réguliers avec le plus souvent des espaces de stationnement à leurs pieds et un sol plutôt fermé et imperméable. Ces arbres participent fortement à l'ambiance des rues qu'ils occupent.

Aujourd'hui, l'imaginaire collectif du rapport à l'eau de la Jonction est construit autour de l'image forte de la confluence de l'Arve et du Rhône, ainsi que la baignade dans ce dernier. La notion de l'existence même du socle de ce territoire comme le fruit du travail de l'Arve est presque inexistante. Le quartier est très urbain et imperméable, et l'eau, jadis omniprésente en surface et dans toute l'épaisseur du sol, est aujourd'hui évacuée par des tuyaux, partiellement vers les cours d'eau, majoritairement vers la station d'épuration.

v Fig. 56
Vue sur la falaise de la Bâtie depuis le Boulevard de Saint-Georges

v Fig. 57
Vue sur le cordon boisé de l'Arve depuis l'Avenue de Sainte-Clotilde




Orlati

Les Eaux-Vives

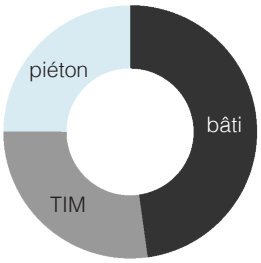
Le quartier des Eaux-Vives est bien connu pour son rapport au lac et son grand parc. Considéré comme un quartier plutôt huppé, voir bohème, c'est un lieu très vivant accueillant de très nombreux restaurants, cafés, bars, galeries d'art et commerces, ainsi que quelques enseignes prestigieuses sur le front face au lac et beaucoup de logements.

Le périmètre défini ici n'englobe volontairement pas le parc La Grange. Les limites sont formées au nord-est par le parc, au sud-est par la route de Frontenex, au sud-ouest par l'avenue Pictet-De-Rochemond et au nord-ouest par le quai Gustave-Ador. Ce périmètre présente une unité bâtie cohérente délimitée par des axes principaux peu franchissables. On y trouve quelques bâtiments anciens mais de qualité, avec des façades très soignées, ainsi que quelques ensembles de la fin du XX^{ème}. Il y a dans ce périmètre relativement peu de développements neufs, hormis quelques surélévations de bâtiments existants.

périmètre:
36.0 [ha]

population:
15'612 [hab]

densité population:
433.6 [hab/ha]



occupation du sol

Fig. 58
Orthophoto (2019) et périmètre d'étude Eaux-Vives
1/7'500ème


0
1
2 km





Les Eaux-Vives, historique et mémoire de l'eau

On associe aujourd'hui très facilement le quartier à l'eau en raison des nombreux éléments en lien avec le lac; le jet d'eau, la plage, le port, et les quais notamment. Ancien faubourg de la ville, ce territoire était autrefois un lieu de sources et de ruisseaux avec des nappes phréatiques abondantes et peu profondes. On imagine aujourd'hui difficilement cette présence de l'eau tant le quartier l'a effacée, évacuant tout par les tuyaux et imperméabilisant le sol.

Au Moyen-Âge déjà, le quartier est occupé par des activités directement liées au lac. Pêcheurs et bateliers développent le lien au lac, le port devient plus tard un maillon important du développement de la ville. Une grande partie des pierres de construction, en provenance notamment des carrières de Meillerie, transitent par le port marchand des Eaux-Vives (fig. 59) sur des bateaux semblables à la Neptune que l'on connaît bien aujourd'hui.

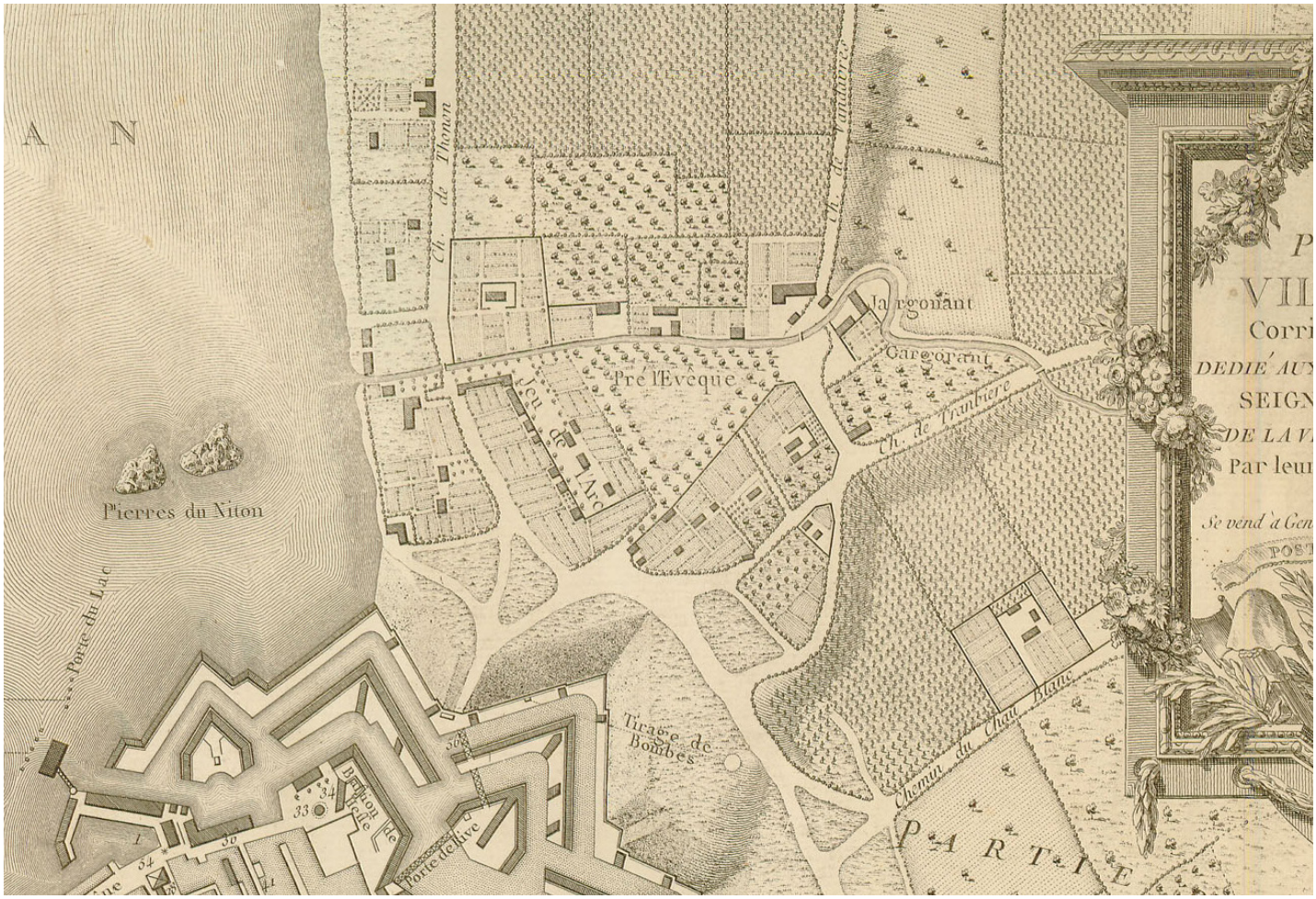
Parallèlement, l'attrait du lac comme lieu de loisir se développe. La plage des Eaux-Vives que nous connaissons aujourd'hui, qui aura mis des années à voir le jour, existait en fait déjà il y a 100 ans à l'emplacement de l'actuel port de plaisance et elle semble tout autant appréciée que maintenant (fig. 60).

En 1891, le jet d'eau est installé à son emplacement actuel pour devenir *le* symbole de Genève et ainsi renforcer encore le lien du quartier avec l'eau.

Fig. 59
Le port marchand des Eaux-Vives vers 1875

Relevons également les pierres du Niton, deux gros blocs erratiques déposés il y a plus de 10'000 ans par le retrait glaciaire. Ces deux blocs, émergeant de quelques mètres des eaux de la rade, sont utilisés comme point de repère depuis le XIX^{ème} siècle déjà en raison de leur stabilité. D'abord simplement pour relever les fluctuations du niveau du lac, elle deviennent au tout début du XX^{ème} le point de référence altimétrique de tout le système géodésique suisse et le sont encore à ce jour.

Fig. 60
La plage des Eaux-Vives en 1919



Cette représentation de la ville de Genève et ses alentours de la fin du XVIII[ème] permet de mettre en avant certaines constantes du territoire, ainsi que ce qui a disparu. On voit en évidence les deux pierres du Niton, largement sur-dimensionnées sur le plan, témoignant de leur importance à cette époque. Le Pré l'Évêque est également présent à ce moment là, dans une forme semblable à celle d'aujourd'hui, avec représenté ici un double alignement d'arbres sur tout le pourtour. Un autre élément intéressant, totalement disparu aujourd'hui, est le nant de Jargonant, une petite rivière qui coulait depuis Florissant, puis le long du Pré l'Évêque avant de se jeter dans le lac à la hauteur des pierres du Niton. Cette « eau vive » a aujourd'hui totalement disparu, pas même répertoriée comme rivière canalisée. L'ensemble de son bassin versant est imperméabilisé, les eaux qui autrefois l'alimentaient sont aujourd'hui évacuées par des tuyaux directement à la STEP.

Fig. 61
Les Eaux-Vives en 1777, extrait du plan de la Ville de Genève de Glot et Mayer



Le terme Eaux-Vives provient des différentes sources et ruisseaux qui jalonnaient ce coteaux. Certaines de ces sources alimentaient à l'époque les fontaines de la ville. Au delà du nom même du quartier, quelques rues témoignent encore du rapport à l'eau. L'activité portuaire est évoquée par la ruelle des Marins, la rue des Barques et la rue des Cordiers (fabricants de cordes, principalement utilisées pour les bateaux).

Les désormais disparues « eaux vives » apparaissent à la place de Jargonnant, la rue du Nant ainsi que la rue de la Scie, du nom d'un petit ruisseau qui y coulait.

Fig. 62
Toponymie urbaine du rapport à l'eau aux Eaux-Vives
1/7'500ème





Fig. 63
Structure urbaine et paysage des Eaux-Vives
1/7'500ème

Les Eaux-Vives, structure urbaine et composantes paysagères

Ce territoire est implanté sur une pente assez douce et régulière, orientée en direction du lac, offrant des points de vue sur toute la rade, la rive d'en face et, en arrière plan, le Jura.

Le quartier présente une densité importante, parmi les plus élevée du canton. Les bâtiments ne sont pas particulièrement hauts, mais l'ensemble est compact. Au niveau urbain, le secteur est organisé par des rues disposées globalement sur deux axes, un perpendiculaire à la pente et l'autre parallèle. Des rues principales traversent de part et d'autre le quartier, alors que des secondaires découpent des plus petits îlots. Les rues perpendiculaires à la pente offrent, grâce à celle-ci et l'orientation vers le lac, des vues caractéristiques sur le paysage de la rade, contribuant à l'identité du quartier.

L'espace publique est presque uniquement constitué par l'espace de la rue; à l'exception du Pré l'Évêque (qui est actuellement un parking), il n'y a pratiquement pas d'espace publique ouvert en plus des rues. Notons tout de même quelques cours d'école que l'on peut considérer comme de l'espace semi-publique, bien qu'elles soient plutôt fermées. Les grands espaces libres sont en fait situés en périphérie du tissu bâti dense, avec bien évidemment le parc La Grange et la promenade du Lac. La présence du parc, pourtant imposant, ne se fait que peu ressentir dans le quartier en raison du front bâti qui le borde, souligné par une rue assez étroite. Seule la rue de Montchoisy donne directement sur le parc, avec une perspective sur toute sa longueur. La promenade du lac est quant à elle détachée du cœur bâti par le quai Gustave-Ador qui est une route de 2x2 voies à fort trafic dont la traversée piétonne est restreinte à quelques passages piétons.

La végétation est très peu présente dans les rues, avec quelques poches dans les cours d'école et de rares petits espaces ouverts. Tout le capital végétal du quartier est en quelque sorte délocalisé dans le parc ainsi que le long du quai. L'essentiel de l'espace libre est occupé par les routes et stationnements, laissant aucune place à une végétation urbaine.

Fig. 64
La rue Montchoisy avec la perspective sur le cordon boisé du parc La Grange

Fig. 65
La rue du 31 Décembre avec la perspective sur le lac, le jet d'eau et le Jura




1004
Café - Restaura
La Fringal

L’eau aujourd’hui

L’eau est finalement peu visible à l’intérieur même de ces quartiers, celle-ci ayant été canalisée il ne reste aujourd’hui que les principales entités hydrographiques, en périphérie des deux périmètres étudiés, à savoir le Rhône, l’Arve et le Lac. L’eau est désormais présente de manière éphémère par la pluie qui tombe et s’écoule brièvement en surface, sur les sols asphaltés, avant de disparaître dans des grilles et des tuyaux qui vont l’évacuer.

Lors de fortes pluies, l’eau peut localement s’accumuler et présenter un risque d’inondation si les canalisations arrivent à saturation. Les cartes ci-contre proviennent d’un modèle numérique de la Confédération qui calcule, de manière théorique, l’aléa ruissellement, à savoir la hauteur d’eau probable en cas d’événement exceptionnel (temps de retour de 100ans). Cette donnée est calculée sur la base de plusieurs critères, notamment la topographie du terrain, la nature du sol et les précipitations.

Cette donnée est très intéressante à prendre en considération pour la planification urbaine de l’eau car elle montre le risque. Elle permet de mettre en évidence les bâtiment et autres infrastructures potentiellement touchées par des dégâts d’eau et peut servir de levier pour améliorer la gestion de l’eau de pluie sur des secteurs précis.

On remarque qu’à la Jonction, le danger est relativement modéré, avec quelques points à risque comme le rue des Rois en cours de travaux actuellement. Notons tout de même que cette donnée prend en compte l’eau de pluie de manière locale et n’inclut pas le risque d’inondation induit par une crue de l’Arve et du Rhône.

Aux Eaux-Vives, le risque est bien plus élevé et se situe logiquement sur la zone de replat, dans la partie basse du quartier. L’eau de pluie ruissellerait rapidement dans les rues perpendiculaires à la pente, goudronnées et sans aucun obstacle à l’écoulement, pour s’accumuler au point bas.

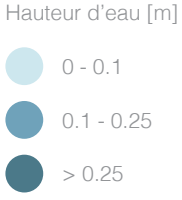


Fig. 66
Aléa ruissellement (hauteur d’eau) 1/7’500ème







La perméabilité et les vivants

Ces cartes permettent de visualiser l'étendue et la répartition des surfaces perméables, ainsi que la couverture de canopée qui a également une fonction d'interception partielle de la pluie. Ces cartes ont été élaborées sur la base des données de couverture du sol, ainsi que du modèle de canopée qui propose un niveau de précision élevé.

La Jonction présente un taux de perméabilité assez faible, avec surtout quelques grandes surfaces comme les parcs et les berges de l'Arve, mais une répartition très peu homogène au sein du secteur. Le taux de canopée est également assez faible, bien qu'on puisse lire une certaine répartition dans l'ensemble du quartier avec plusieurs alignements de rue. L'essentiel de la masse de canopée se situe néanmoins dans le cimetière et sur les berges de l'Arve ou on retrouve de grands arbres. La disposition en alignement permet de souligner les différentes orientations des rues et le découpage formé par les grands axes non plantés, comme l'avenue de la Jonction et la rue des Deux Ponts.

Aux Eaux-Vives, le quartier est encore plus minéral, avec très peu de surfaces perméables, l'essentiel se concentrant dans la partie ouest, un ensemble bâti gagné sur le parc au début des années 1950. La situation est presque identique pour la couverture de canopée, avec néanmoins quelques arbres au Pré l'Évêque, relativement petits, et des plantation récentes dans la cour de l'école des Eaux-Vives. Les alignements de rue sont pratiquement inexistants.

Ces cartes permettent de bien mettre en évidence l'état de la situation au niveau du sol et des arbres. On constate tout de même de grandes différences entre les deux quartiers, avec un potentiel existant significatif à la Jonction, alors qu'aux Eaux-Vives presque aucune place n'est laissée aux vivants. Rappelons ici que les rues de ce quartier sont parmi les plus touchées par l'effet ICU vu précédemment.

Fig. 67
Un érable dans le parking du Pré l'Évêque avec très peu de perméabilité et un sol piétiné et compacté.



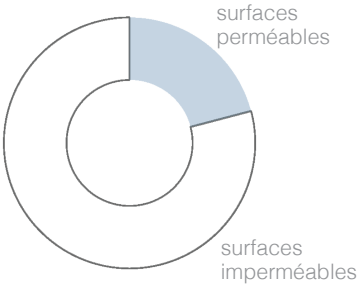
surfaces imperméable (hors bâti):
247'840 [m²]

surfaces perméables:
65'510 [m²]

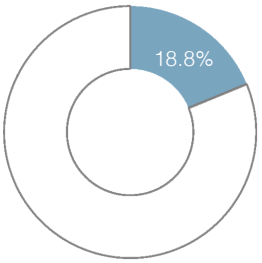
ratio de surfaces perméables de l'espace non bâti
[m² perméable / m² imperméable]: 0.26

couverture de canopée:
périmètre: 11.3%
espace non bâti: 18.8%

surface de canopée par habitant·e:
5.9 [m²/hab]



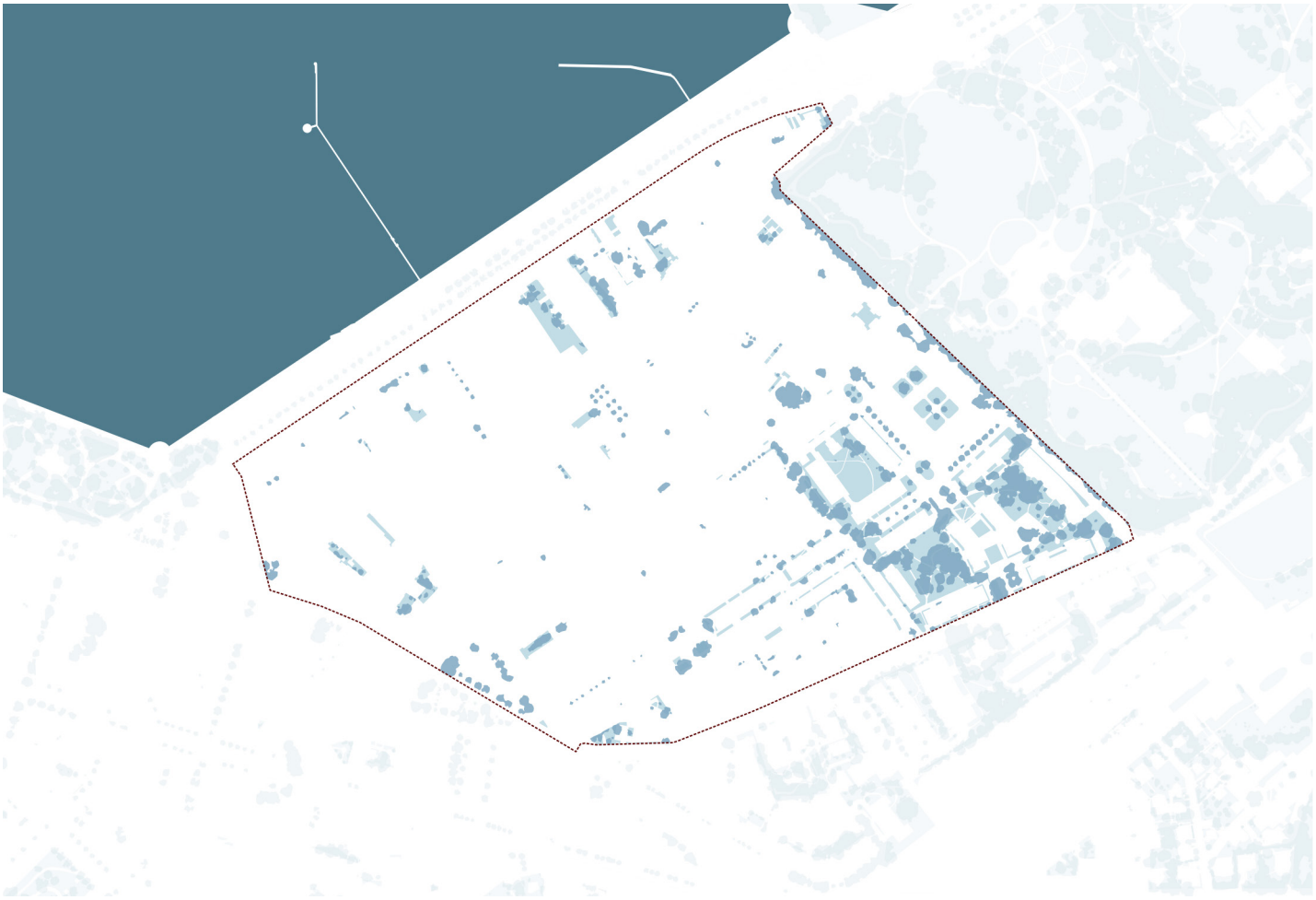
perméabilité des sols (hors bâti)

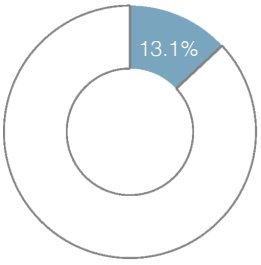


couverture de canopée (hors bâti)

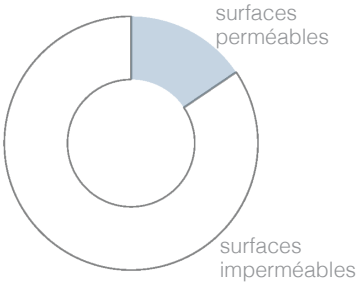
canopée

surfaces perméables





couverture de canopée (hors bâti)



perméabilité des sols (hors bâti)

surfaces imperméable (hors bâti):
158'188 [m²]

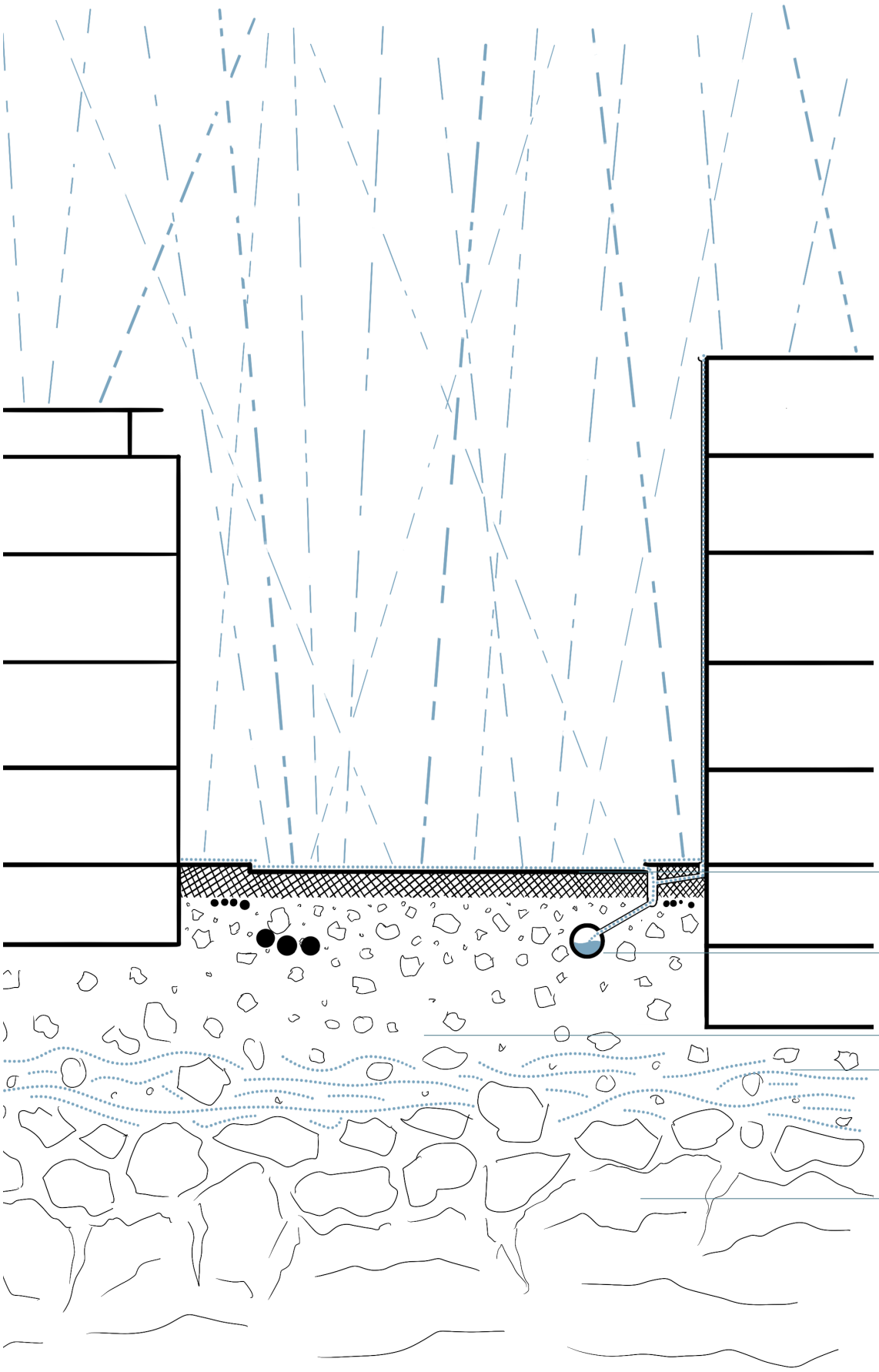
surfaces perméables:
29'114 [m²]

ratio de surfaces perméables de l'espace non bâti
[m² perméable / m² imperméable]: 0.18

couverture de canopée:
périmètre: 6.8%
espace non bâti: 13.1%

surface de canopée par habitant·e:
1.6 [m²/hab]

Fig. 68
Sols perméables et canopée
1/7'500ème


enrobé imperméable et socle de fondation compacté
réseaux divers, -0.8 à -1.5m, plus pour les gros collecteurs
remblais parfois jusqu'à -4m ou alluvions
nappe phréatique profondeur variable, -3 à -5m en Ville de Genève
moraine glaciaire -6 à-8m suivant les secteurs

Le sous-sol

Il existe sous la surface de la ville un autre monde, caché et pourtant étroitement lié à la celle-ci. Sans l'occupation du sous-sol, la ville serait un chaos de fils et tuyaux aériens dans tous les sens et les bâtiments ne tiendraient pas droits sans leurs fondations profondément ancrées.

Le sous sol est occupé par divers éléments suivant la profondeur. En ville, il faut en général descendre de quelques mètres pour retrouver le support géologique naturel; tout ce qu'il y a dessus a été mis en place par l'humain. On parle en géologie d'une ère de l'anthropocène[31] tant le sol, sur une immense partie de la planète, a été complètement remodelé par les activités humaines. Dans nos villes, outre les sous-sols et fondations des bâtiments, ainsi que quelques ouvrages souterrains comme des parkings principalement, on trouve sous les rues à peu près tous les réseaux: électricité, gaz, eau potable, eaux usée, eaux pluviales, câbles téléphoniques et internet et plus récemment, la fibre optique et les imposants réseaux de chauffage à distance (CAD) qui, bien que très vertueux sur le plan écologique, occupent un espace très important. Le sol urbain est le plus souvent reconstitué avec des remblais et de la grave, fortement compactée pour supporter le poids des véhicules et des trams. Certains sols sont également pollués, plus ou moins sévèrement, soit par des matériaux mis en place, soit par des activités industrielles et chimiques. Et dessous, parfois juste quelques mètres, parfois plus, on retrouve des nappes phréatiques, temporaires ou permanentes suivant les secteurs. Ces réservoirs d'eau, alimentés en partie par le ruissellement et l'infiltration de l'eau de pluie, ont tendance à s'affaiblir sous les grandes étendues urbaines en raison non seulement de leur exploitation importante, mais également des peines à se réalimenter à cause de l'imperméabilité des sols.

Les informations et données sur les réseaux sont toujours partielles. Ils ne sont pas toujours répertoriés, certains sont désaffectés et laissés en place. Les tracés exacts sont, surtout pour les plus anciens réseaux, rarement connus de manière précise et ouvrir un sol urbain réserve le plus souvent des surprises.

Le quartier de la Jonction, qui a accueilli de nombreuses industries, présente de grandes étendues de sols pollués par ces activités. Cette pollution est à prendre en compte dès lors qu'on ouvre le sol et qu'on veut infiltrer ou planter. Les Eaux-Vives sont plutôt épargnées par ce problème. Pour les réseaux, les données publiques sont indicatives et permettent de donner une idée, mais il faut partir du principe qu'il en existe sous chaque rue, généralement concentrés sous les trottoirs, les milieux des chaussées étant plutôt libres à l'exception des collecteurs d'eau principaux, profonds.

[31] du grec *anthropos* «être humain» et *kainos* «nouveau», suffixe utilisé pour décrire les différentes ères géologiques. Le concept de l'anthropocène n'est pas un consensus scientifique total et existe sous de très nombreuses approches, portées néanmoins par de nombreux·euses chercheur·euse·s.

Fig. 69
Coupe schématique d'un sous-sol urbain typique



socles et sous-sols des bâtiments

réseaux

nappes phréatiques principales

sols pollués



Fig. 70
Composition du sous-sol urbain
1/7'500ème



Le bâti

Le bâti est le principal élément structurant le volume de l'espace urbain. L'organisation des différents bâtiments et le rapport entre eux et les voiries, l'espace entre les volumes, la forme de leur implantation au sol et la hauteur des immeubles sont autant de facteurs qui influent sur la forme urbaine d'un quartier.

Le tissu bâti de la Jonction est globalement hétérogène, avec des époques de construction très variables, une implantation sur différentes orientations et des volumes et hauteurs très variés. Des immeubles d'habitation plutôt anciens côtoient les grands dépôts TPG et la caserne des pompiers. On y trouve également quelques reliques industrielles reconverties ou en cours de transformation, comme la fonderie Kugler, les manufactures Stern et Tissot ou encore l'ancienne usine de dégrossissage d'or convertie en centre culturel alternatif autogéré (l'Usine). Certains ensembles sont très récents comme l'écoquartier de la Jonction sur l'ancien site d'Artamis, qui regroupe des bâtiments de gros volumes, ou encore quelques chantiers et PLQ d'envergure qui sont en cours, notamment à la rue des Maraîchers. Plusieurs surélévations d'immeubles ont également été faites, notamment sur d'anciens immeubles industriels aux structures souvent robustes, propices à ce genre de travaux. D'une manière générale, le bâti du quartier semble en mutation constante, avec d'importants travaux récents et dans le futur proche. Le secteur a muté d'un lieu accueillant ce que l'on ne voulait pas dans la ville à un centre urbain en plein développement et mêlant des affectations très variées.

Le quartier des Eaux-Vives présente un urbanisme beaucoup plus dense et régulier, organisé sur un quadrillage presque orthogonal, formant des îlots compacts de volumes comparables entre eux. Le développement urbain de ce quartier a véritablement commencé dans la deuxième partie du XIX^{ème} après la démolition des remparts de la ville. L'organisation des îlots bâtis avec une forte utilisation du sol découle essentiellement de cette période. On remarque tout de même le secteur dans la partie est qui présente une forme bâtie différente du reste du quartier. Le principe d'implantation de cet ensemble a été dessiné par l'architecte Genevois Maurice Braillard dans les années 1920 et est aujourd'hui classé. Tout le front bâti du lac présente également un intérêt patrimonial important, avec des façades élégantes, et on retrouve dans le reste du quartier une valeur patrimoniale plutôt élevée, avec plusieurs ensembles d'intérêt et quelques objets classés comme la Maison Royale. Le tissu bâti du quartier est beaucoup plus statique que celui de la Jonction, avec plutôt des rénovations que de gros projets de mutation urbaine.

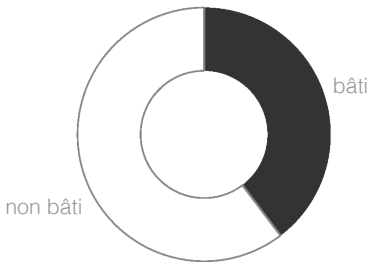
Fig. 71
Vue aérienne sur le quartier des Eaux-Vives
1975



surface bâtie:
202'781 [m²]
39.7% du périmètre

surface brute de plancher (SBP):
746'112 [m²]

indice de densité:
1.5



occupation du sol

bâtiments hors sol





occupation du sol

surface bâtie:
172'161 [m²]
47.8% du périmètre

surface brute de plancher (SBP):
968'606 [m²]

indice de densité:
2.7

Fig. 72
Emprise bâtie
1/7'500ème



Les toitures

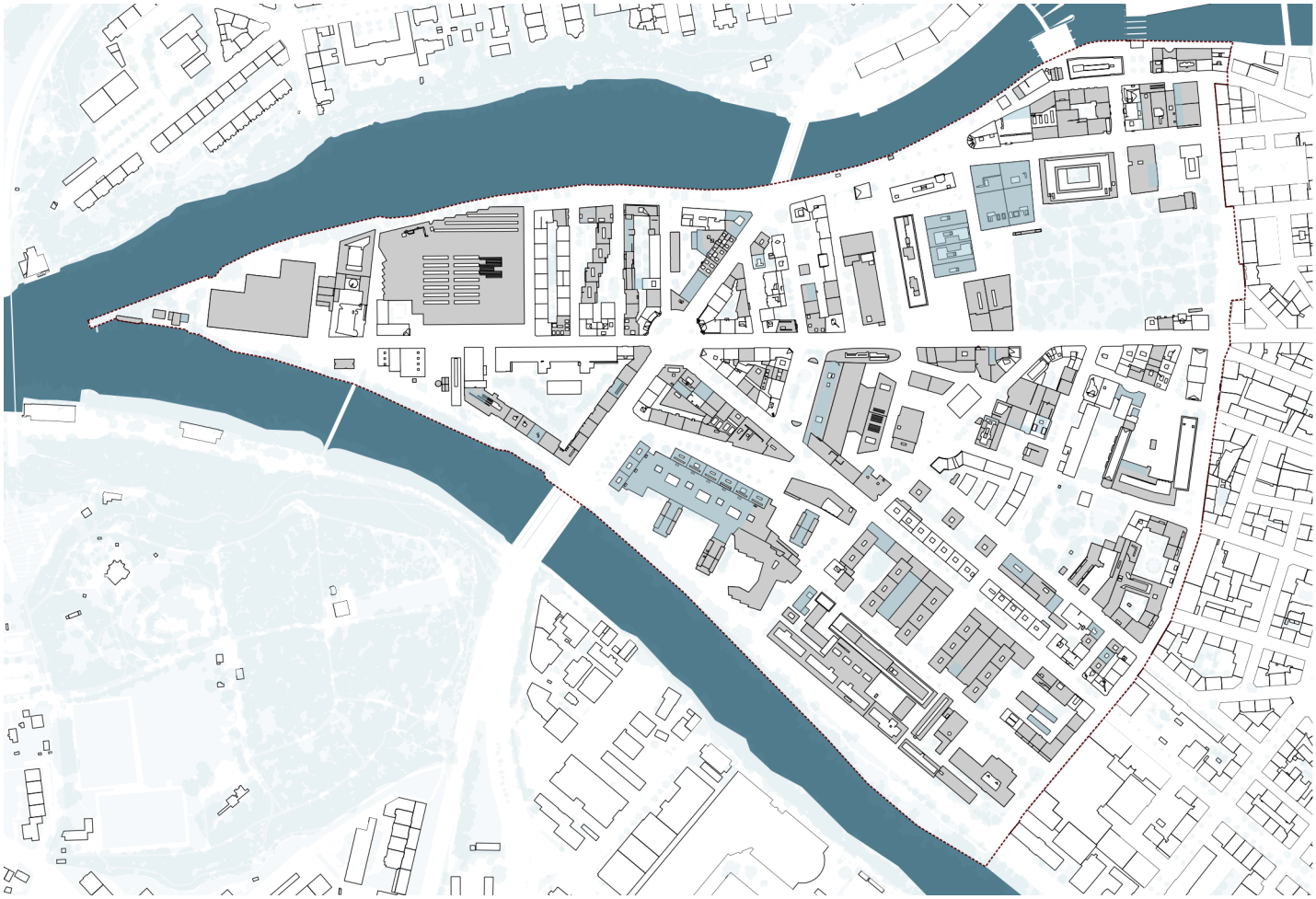
Quand on pense à la pluie, la toiture d'un bâtiment correspond à la surface de contact de celui-ci avec l'eau. Cette cinquième façade marque plus ou moins l'empreinte au sol du bâtiment; ce qui a été enlevé au sol naturel. Traditionnellement, les toitures étaient toujours en pente afin de faire ruisseler l'eau et éviter qu'elle ne s'accumule et cause des fuites et des problèmes structurels. Plus tard, avec l'architecture dite moderne qui apparait au début du XX^{ème} siècle et se démocratise rapidement, de plus en plus de toitures sont construites plates, dans une expression de simplicité et un témoignage de modernité.

On retrouve aujourd'hui dans la *skyline* de Genève un mélange de différents type de toitures avec des pentes sur les immeubles anciens et des plats sur la majorité des immeubles dès la deuxième partie du XX^{ème}. Les cartes des toitures présentent la répartition entre les toitures en pente, plates non végétalisées et végétalisées. Les données de pente proviennent du cadastre 3D des toitures et représentent une moyenne. La limite de pente déterminant si il s'agit d'une toiture plate ou non a été fixée à 15%, correspondant à une valeur approximative au-delà de laquelle la mise en œuvre d'une toiture végétalisée devient plus complexe. Les toitures représentées comme végétalisées comprennent différentes natures, allant de végétalisation extensive (sur au minimum 50% de la surface) à toiture-jardin.

On remarque dans les deux quartiers une majorité de plats non végétalisés avec de grandes étendues comme par exemple le dépôt TPG ou les couverts de la pointe (qui seront partiellement démolis dans le cadre du projet de parc). La nature exacte de chaque toiture plate devrait être examinée au cas par cas, mais il y a généralement deux cas de figures: soit l'étanchéité est directement à l'air, soir celle-ci est recouverte d'une couche de gravillons. Dans tous les cas, ces espaces sont presque toujours partiellement occupés par différents éléments; panneaux solaires, ventilation, pompe à chaleur, etc..

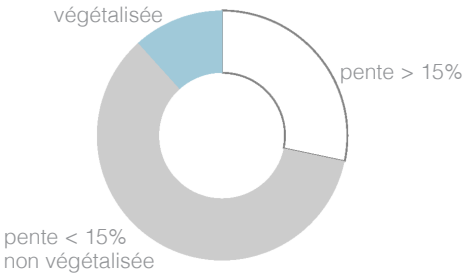
Les toitures végétalisées sont un excellent moyen de gestion des eaux pluviales, surtout pour les petites pluies. Plus la végétation sera abondante (cela est surtout déterminé par l'épaisseur de substrat), plus la capacité d'interception de la pluie sera grande. Une toiture plate peut relativement facilement accueillir de la végétation, particulièrement si la surface est en gravier car la capacité de charge est existante.

Fig. 73
Les toitures jardinées de l'immeuble de la CODHA dans l'écoquartier de la Jonction



surfaces de toitures plates (pente moyenne < 15%):
156'268 [m²]

surfaces de toitures plates végétalisées:
25'455 [m²]
16.3% des toitures plates



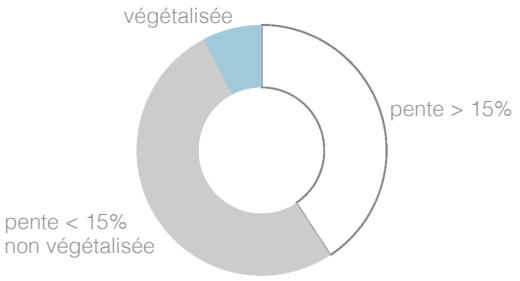
nature des toitures

toitures avec pente > 15%

toitures non végétalisées avec pente < 15%

toitures végétalisées





nature des toitures

surfaces de toitures plates (pente moyenne < 15%):
109'144 [m²]

surfaces de toitures plates végétalisées:
14'021 [m²]
12.8% des toitures plates

Fig. 74
Toitures plates
végétalisées et minérales
1/7'500ème

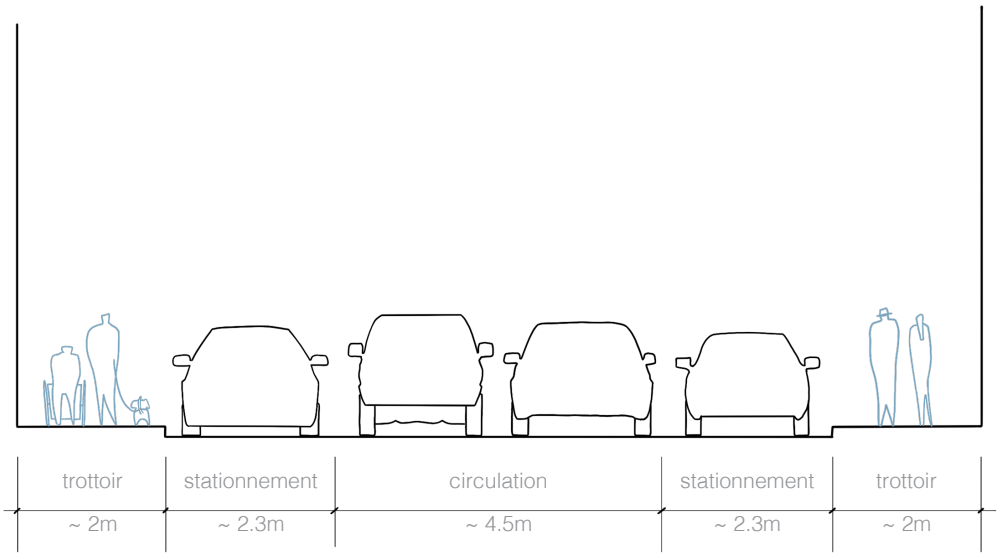

20
GE·154 153

Le domaine de la voiture

Quand on pense à une rue, le première image qui vient en tête est généralement une route avec des trottoirs de part et d'autre, parfois des places de stationnement entre deux. Cette manière de faire est profondément ancrée dans nos pratiques de la ville et de la 'rue moderne' dans laquelle tout est optimisé pour le flux de voitures. Bien que la tendance évolue (très) lentement, une part très importante de l'espace urbain est dévolu à la voiture. Entre les circulations et le stationnement, le véhicule motorisé est omniprésent dans le centre-ville et surtout il ne partage pas son espace. En effet, contrairement à d'autre composantes urbaines, la route n'est que très peu multifonctionnelle: voiture, deux roues, transports publics et vélos se partagent le bitume, avec une part très minoritaire pour les derniers. Les transports publics desservent efficacement toute la ville sans passer par toutes les rues, alors que les TIM circulent et stationnent partout.

La part de l'espace non bâti occupée par les TIM est très variable d'un quartier à l'autre comme le montrent les cartes suivantes. On retrouve néanmoins le schéma de la rue-voiture un peu partout, à savoir, pour une rue à double-sens, une voirie centrale de minimum 4.4m en zone 30 (5.5m en zone 50), des places de parking, souvent des deux côtés, de 2.3m, puis des trottoirs de environ 2m. Ces largeurs représentent les valeurs normalisées qui peuvent fortement varier d'une rue à une autre mais donnent un ordre d'idée.

Ce qui ressort de l'analyse de l'occupation des rues est la très large domination de la voiture qui est la norme, le reste s'articulant autour, généralement dans l'espace résiduel. Dans les graphiques d'occupation de l'espace aux pages suivantes, on constate tout de même une part importante de l'espace non occupé par les TIM; cela correspond à l'échelle du quartier pour grande partie au parcs et placettes et partiellement aux trottoirs. Si on resserre notre vision sur l'espace de la rue-voiture classique telle que décrite plus haut, la part occupée en permanence par les voitures est bien plus élevée.



> Fig. 76
Coupe de principe d'une rue-voiture

< Fig. 75
La rue de Montchoisy, une zone 20 dominée par la voiture

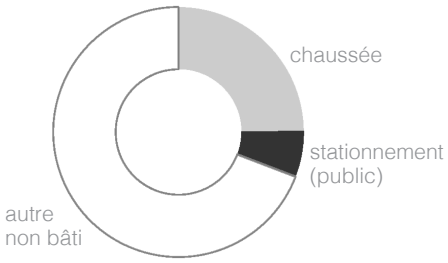


domaine TIM total:
94'977 [m²]
30.8% de l'espace non bâti

surfaces de chaussée:
76'677 [m²]

surfaces de stationnement public:
18'300 [m²]
5.9% de l'espace non bâti

surface de parking public hors sol par habitant·e:
1.9 [m²/hab]



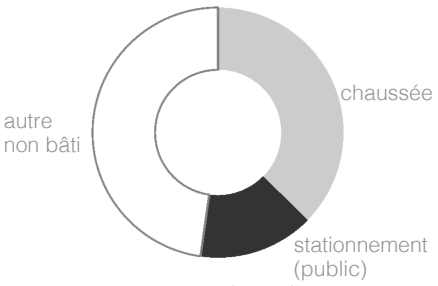
occupation de
l'espace non bâti

chaussée

surfaces de
stationnement
public

parkings publics
sous-terrains





occupation de
l'espace non bâti

domaine TIM total:
98'163 [m²]
52.2% de l'espace non bâti

surfaces de chaussée:
70'228 [m²]

surfaces de stationnement public:
27'935 [m²]
14.9% de l'espace non bâti

surface de parking public hors sol par habitant·e:
1.8 [m²/hab]

Fig. 77
Occupation de l'espace public par la voiture
1/7'500ème




ZONE

Le domaine piéton

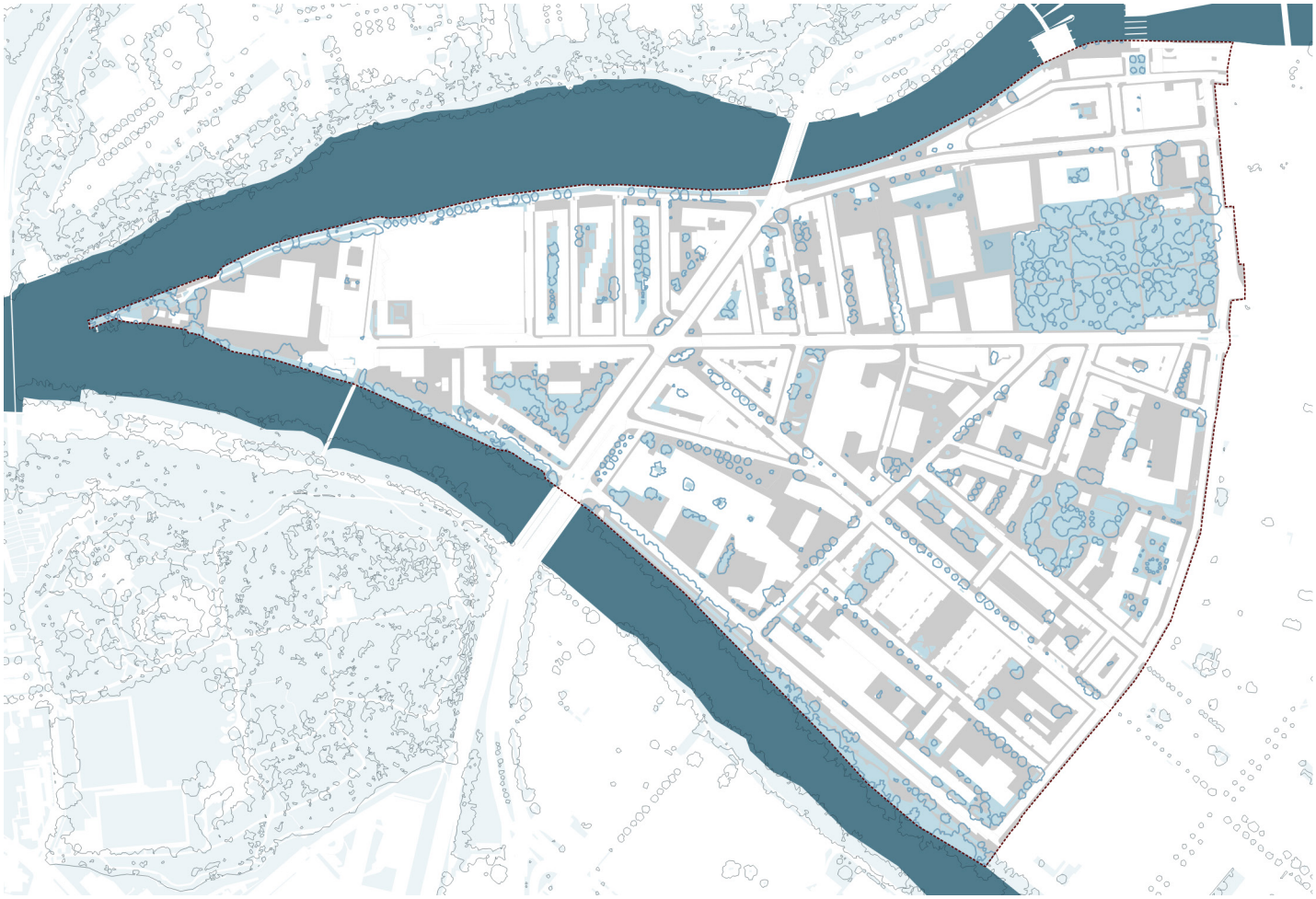
Le domaine piéton comprend ici la part de l'espace non bâti qui n'est pas dévolue à la voiture. On y trouve principalement les trottoirs, les places et les parcs. Ces cartes ont été produites sur la base des informations de couverture du sol et du cadastre routier; certaines surfaces hors domaine public sont représentées ici comme espace piéton alors qu'il s'agit en réalité de parkings privés. Il n'existe pas de donnée sur les parkings privés, donc un affinement au cas par cas serait nécessaire.

On remarque néanmoins trois typologies principales qui ressortent: les espaces linéaires, assez étroits (trottoirs), les espaces minéraux avec des surfaces continues et les grands espaces perméables (parcs et jardins). En comparaison avec les cartes de l'occupation de l'espace par la voiture, on remarque un différence majeure dans la continuité des surfaces. Alors que les voiries sont continues et interconnectées, le domaine piéton est composé d'îlots isolés de plus ou moins grande taille et toujours coupés par des routes. Il existe évidemment des passages piétons qui permettent de relier ces espaces, mais cela démontre le paradigme selon lequel l'espace est organisé pour la voiture, avec une exception pour le piéton lorsqu'il veut traverser. Quel serait la rue avec une vision inversée dans laquelle les trottoirs et espaces piétons sont continus et la voiture peut, exceptionnellement, les traverser ?

On constate également que les surfaces perméables sont plutôt réparties sous formes de poches et de grands espaces, avec peu de petites zones dans les rues. La couverture de canopée est quant à elle majoritairement au-dessus de ces surfaces.

Fig. 78
Le parvis de l'église de Sainte-Clotilde. Un sol essentiellement minéral avec quelques îlots plantés. L'échelle du végétal ne correspond pas à l'emprise du minéral et les lieux d'appropriation sont en plein soleil.

Fig. 79
Parvis du lieu nocturne Le Groove. Cette zone piétonne est partiellement sur dalle mais presque totalement minérale. Elle est coupée par un accès au parking sous-terrain des Gazomètres. Seul un arbre en bac (planté récemment) apporte une timide présence végétale dans ce lieu.

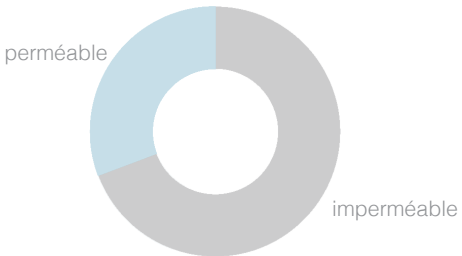


domaine piéton total:
213'240 [m²]
69.2% de l'espace non bâti

n.b. les stationnement hors sol privés sont inclus dans ce total

part imperméable du domaine piéton:
69.3%

part perméable du domaine piéton:
30.7%

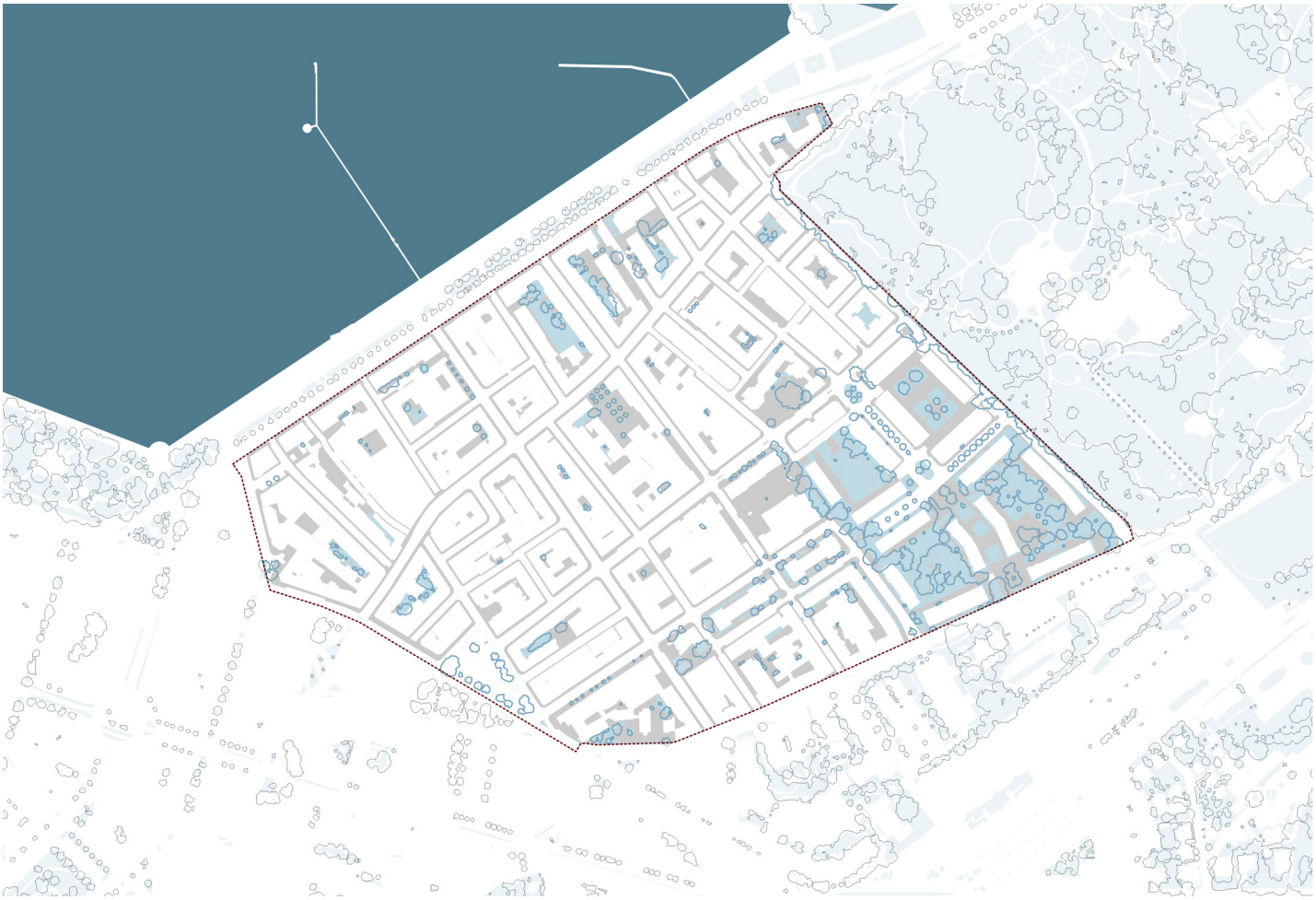


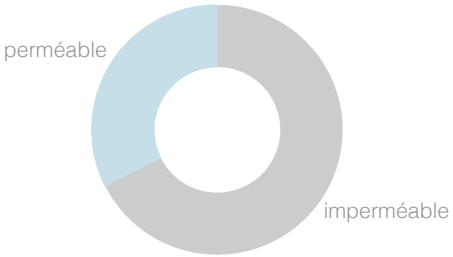
perméabilité du domaine piéton

surfaces piétonnes imperméables

surfaces piétonnes perméables

canopée





perméabilité du
domaine piéton

domaine piéton total:
89'723 [m²]
47.8% de l'espace non bâti

n.b. les stationnement hors sol privés sont inclus dans ce total

part imperméable du domaine piéton:
67.6%

part perméable du domaine piéton:
32.4%

Fig. 80
Domaine piéton
1/7'500ème



La (faible) valorisation de l'eau aujourd'hui

La carte ci-contre présente les surfaces imperméables pour lesquelles toute la pluie qui tombe dessus est gérée en système unitaire, c'est à dire envoyée dans les eaux usées pour être traitée dans les stations d'épuration. La planification du réseau d'assainissement ne prévoit pas de mise en séparatif des réseaux car cela représente, spécifiquement en milieu urbain dense, des travaux colossaux et extrêmement coûteux. En connaissant la problématique de la saturation des réseaux en cas de pluie forte ou exceptionnelle, et les risques d'inondations et de pollution que cela représente, on peut mettre en avant la gestion délocalisée de l'eau comme un outil à fort potentiel pour améliorer la situation.

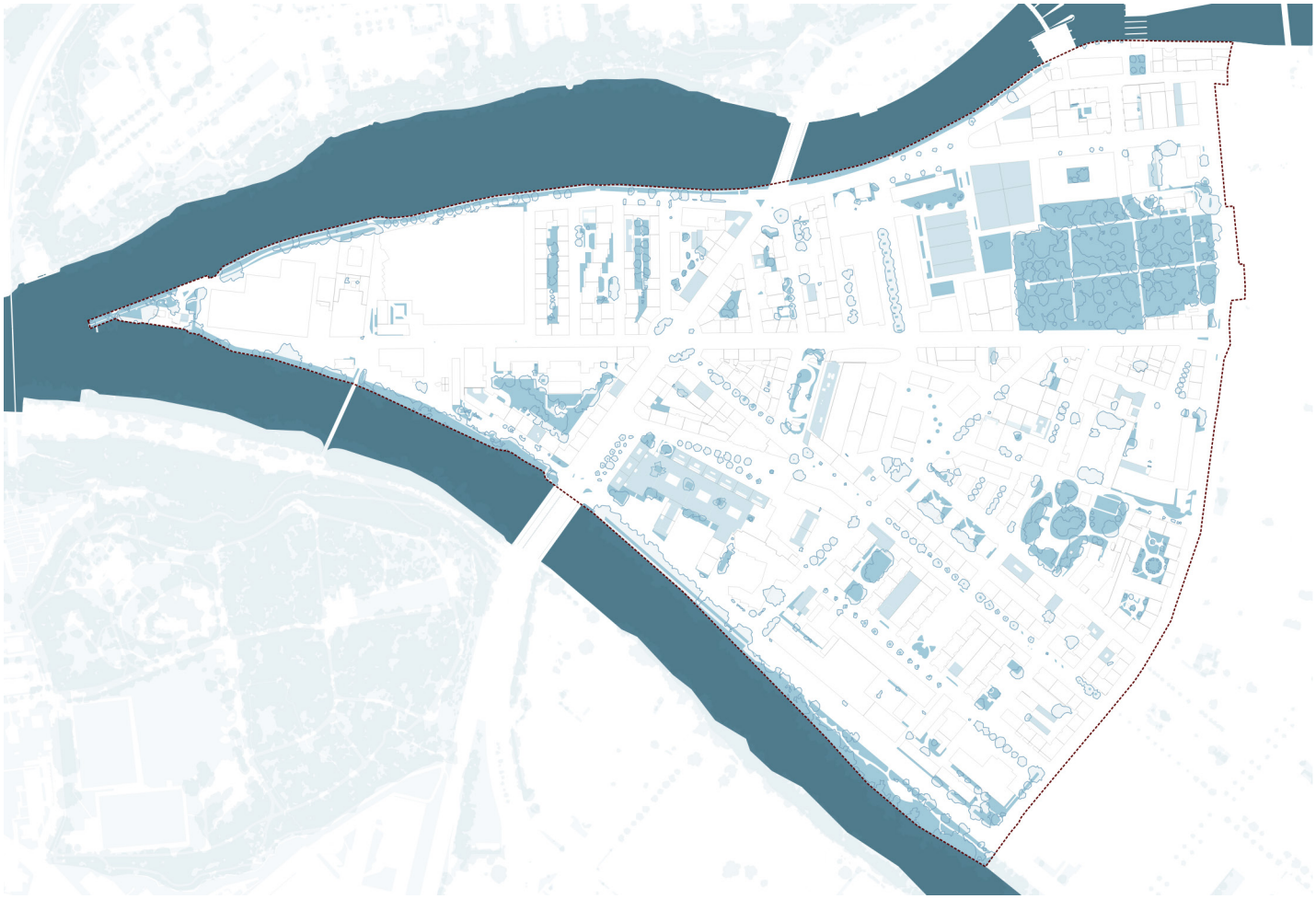
Les cartes présentées aux pages suivantes illustrent les surfaces de valorisation de l'eau de pluie. On y distingue les espaces en toiture et ceux au sol, ainsi que la canopée qui intercepte une partie de l'eau. Ces cartes permettent de mettre en avant l'ampleur et surtout la répartition dans l'espace des surfaces de gestion de l'eau. Ces cartes ne montrent par les surfaces imperméables dont l'eau n'est pas évacuée dans les réseaux mais infiltrée; il n'en existe à priori pas pour le moment, à l'exception éventuelle des petits chemins dans les parcs comme le cimetière des Rois. A noter que le projet de réaménagement de la rue des Rois vu précédemment va intégrer ce type de gestion sur l'ensemble de son périmètre avec le principe de la fosse de Stockholm.

Dans le quartier de la Jonction, on remarque d'assez grandes surfaces de valorisation au sol, ainsi que quelques grandes toitures. Ces espaces sont relativement répartis dans le secteur, avec néanmoins de grandes zones avec très peu de valorisation.

Aux Eaux-Vives la répartition est bien moins équitable, avec quelques grandes surfaces dans le secteur urbanisé le plus tardivement, le reste étant très minéral, tant au sol qu'en toiture.

surface imperméable
en bassin versant
'eaux mélangées'

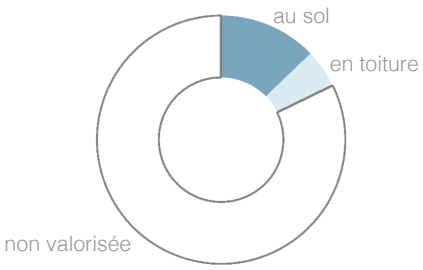
Fig. 81
Surfaces d'évacuation de l'eau dans les égouts
1/25'000ème



surface totale de valorisation de l'eau:
90'965 [m²]
17.8% du périmètre

dont
72.0% au sol
28.0% en toitures

ratio de surface de valorisation de l'eau [m² valorisation / m² imperméable]:
0.21

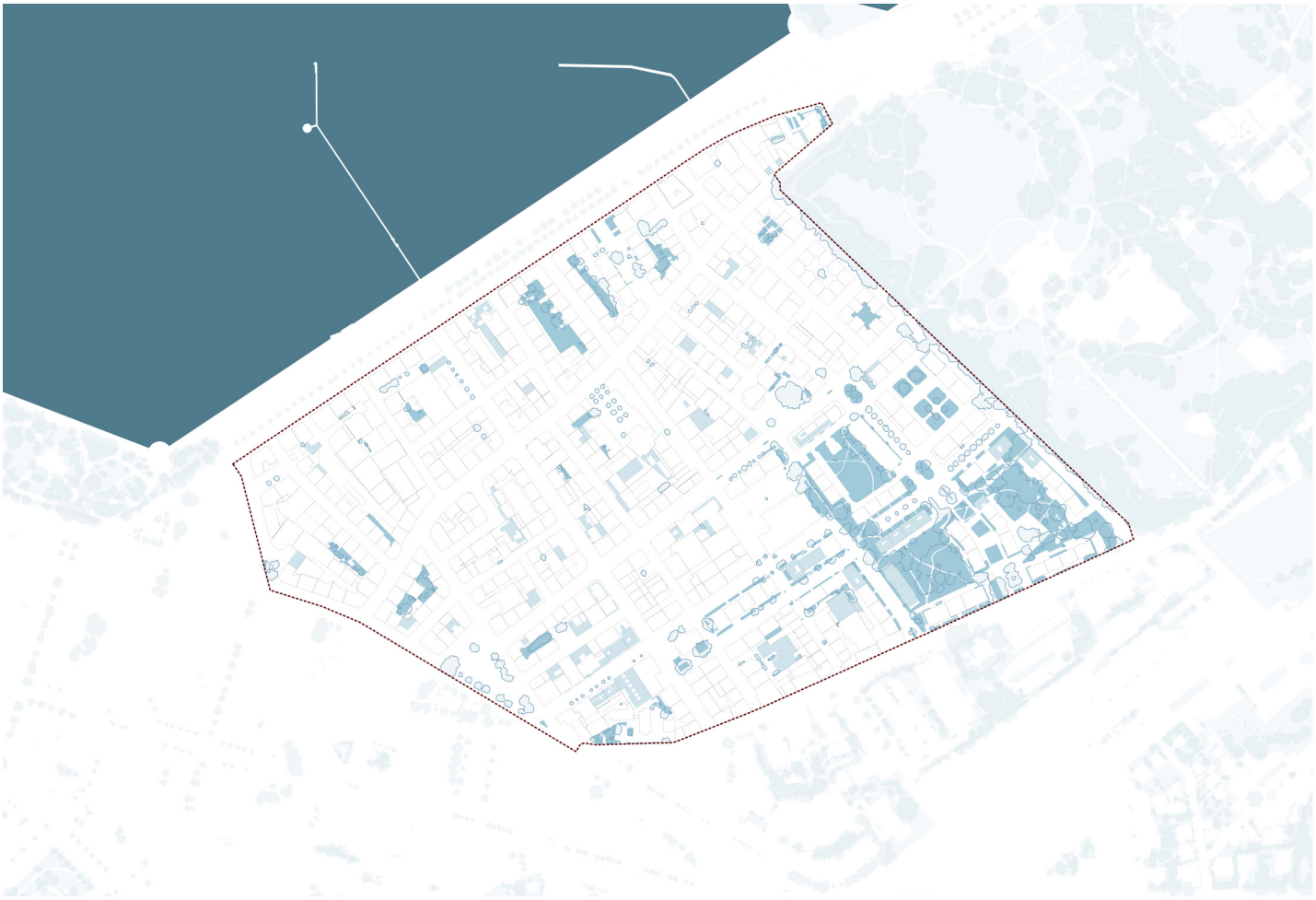


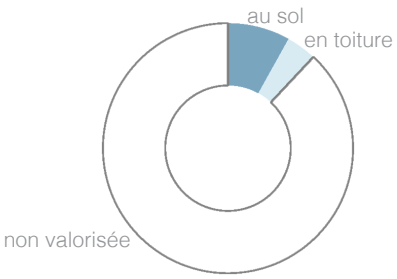
surfaces de valorisation de l'eau

surfaces perméables au sol

surfaces perméables en toitures

canopée, interception partielle





surfaces de
valorisation de l'eau

surface totale de valorisation de l'eau:
43'135 [m²]
12.0% du périmètre

dont
67.5% au sol
32.5% en toitures

ratio de surface de valorisation de l'eau [m² valorisation / m² imperméable]:
0.14

Fig. 82
Surfaces de valorisation de l'eau de pluie
1/7'500ème

Pistes et opportunités

Les différentes cartes présentées permettent de comprendre la composition et la superposition des différentes composantes urbaines qui fabriquent les quartiers de la Jonction et des Eaux-Vives. Il s'agit de montrer de manière factuelle la manière dont la ville est faite et comment la pluie est accueillie dans ces portions de territoire.

Le constat global est qu'actuellement les différentes composantes ont une tendance à ne pas être multifonctionnelles. Chaque élément répond à un nombre limité de facteurs: la route et les parkings pour les voitures, les trottoirs pour les piétons, les toits pour protéger les bâtiments, les arbres pour décorer et faire un peu d'ombre. Cette vision est un peu caricaturée mais elle propose de mettre en évidence la manière dont les éléments de la ville sont assignés à des fonctions spécifiques.

Dans un contexte de pression toujours plus forte sur l'utilisation de l'espace urbain et la nécessité d'adapter les villes aux changements climatiques, il faut trouver des solutions pour mutualiser les fonctions et surtout, faire des choix et des pesées d'intérêt.

L'analyse proposée montre l'importance de l'occupation de la voiture avec les surfaces de circulation et de stationnement qui occupent l'essentiel des rues et forcent une imperméabilisation des surfaces. Les trottoirs, places et zones piétonnes sont également très minéralisées, répondant à une logique de la ville 'propre', facile à entretenir, ne laissant pas de place au sauvage. Les bâtiments composent également une grande partie de l'espace, tant avec les toitures que les façades qui répondent généralement uniquement aux fonctions du bâtiment même.

Le potentiel de valorisation de l'eau de pluie

Nous avons vu au travers de plusieurs exemples de projets que les solutions existent sur le point de vue technique. Une gestion intégrée de la pluie en milieu urbain dense nécessite néanmoins plus que la technique; c'est une question politique voir sociétale car cela requiert un changement de paradigme dans la manière de faire et d'habiter la ville. En effet, voitures et perméabilité des sols ne sont pas compatibles. Il ne s'agit pas de tout désimperméabiliser et supprimer toutes les circulations pour mettre des arbres et de l'herbe partout, mais plutôt de développer une autre manière d'aménager les rues en misant sur la multifonctionnalité des éléments. Tout cela doit se faire dans une optique d'intégration et de conciliation des différents intérêts tout en étant capable de définir des priorités.

Plusieurs méthodes sont possibles pour répondre à cette adaptation. L'entrée proposée dans le développement du projet est celle par l'eau.

La gestion de l'eau pluviale dans l'espace urbain au service des vivants.

Cette approche prend son sens dans la multiplicité des fonctions auxquelles elle permet de répondre. Les îlots de chaleur urbains sont un des problèmes majeurs auxquels nos villes sont déjà confrontées, avec une tendance vers l'amplification du phénomène. De même, les pluies deviennent moins régulières, avec des évènements plus intenses et moins prévisibles. Les villes ne sont pas adaptées pour gérer ce genre de situations car elles ont été construites sur la base de modèles aujourd'hui obsolètes. Il ne s'agit pas de tout effacer et recommencer, mais plutôt d'adapter et améliorer l'existant pour intégrer ces nouvelles dynamiques.

Possibilités d'intervention et contraintes

Les cartes présentées aux pages suivantes montrent les surfaces potentielles de valorisation de l'eau sans modification de la circulation. Ces cartes, délibérément brutes, comprennent les toitures plates non végétalisées, les places piétonnes minérales et les espaces de stationnement. Les trottoirs et les routes ne sont pas inclus, permettant de maintenir les modes de transport, livraisons, accès urgences etc... tels qu'actuellement.

Ces cartes ne cherchent pas à donner une image vers laquelle tendre en désimperméabilisant partout, mais plutôt à montrer que le potentiel est très important, sans même avoir besoin de supprimer de routes. Il y a beaucoup de contraintes qui ne sont pas intégrées dans ces cartes, notamment le foncier qui peut être très limitant, mais cela permet une première approche.

Une manière complémentaire de gérer les eaux est l'infiltration par micro-bassins versants. Une surface donnée de sol perméable, avec une capacité d'infiltration moyenne, peut gérer l'eau d'un bassin versant de plusieurs fois sa taille. Ce ratio se calcule sur la base du coefficient d'infiltration d'un sol donné qui est spécifique à chaque lieu. La métropole de Lyon, dans son guide sur les 'arbres de pluie'[32] utilise comme valeur par défaut un facteur 10. Cela signifie qu'une surface perméable (dans le cas de ce guide en pied d'arbre) de 1m^2 est capable de gérer, pour une pluie quotidienne, 10m^2 de surface imperméable. Cette valeur permet de donner un ordre d'idée des possibilités de déconnexion du réseau par rapport aux surfaces perméables existantes d'une part mais également aux nouvelles. Le travail doit néanmoins se compléter par une analyse fine des pentes du terrain existant qui guident naturellement les eaux, ainsi que les différentes bordures et seuils.

[32] *Livret technique. Les arbres de pluie.* MÉTROPOLE DE LYON, 2022.

L'intervention sur les voiries et les trottoirs n'est évidemment pas exclue et doit au contraire être intégrée. Cela doit néanmoins faire l'objet d'un approfondissement au cas par cas, avec une réflexion globale sur la mobilité. Ce type d'intervention, nécessaire, est plus complexe à mettre en œuvre en raison des importantes contraintes du domaine routier, sans pourtant être impossible.

On voit sur les graphiques des plans (fig 84 et 86) que le potentiel est partagé pour moitié presque entre les toitures et le sol. Il convient de souligner que les interventions sur toitures sont, d'un point de vue opérationnel, plus compliquées à mettre en place car il s'agit du domaine privé. On ne peut pas obliger les propriétaires d'immeubles à végétaliser leurs toitures plates mais il existe des outils d'incitation.

Le potentiel exploitable se trouve donc bien au sol, mais là encore le foncier est à prendre en considération. La majorité du domaine public consiste en l'espace de la rue, de fait le domaine routier. Presque tous les autres espaces sont de l'ordre du domaine privé, parfois en main publique (canton, commune), souvent privé. Cela ne rend pas l'intervention dans ces parcelles impossible, mais nécessite coordination, incitation et négociation, particulièrement dans le cas des constructions existantes.

Une fois ces différentes contraintes exposées, on comprend que la marge de manœuvre est relativement limitée, les interventions les plus simples du point de vue foncier se trouvant sur le domaine routier. Si on part du principe que le régime de circulation n'est pas modifiable à court terme, il reste la possibilité d'intervention sur les places de stationnement. A moyen terme, on peut néanmoins intégrer un travail sur l'emprise routière et le domaine privé.

Surfaces de valorisation

Le terme 'surface de valorisation' est à comprendre comme une surface sur laquelle l'eau n'est pas directement évacuée comme un déchet, mais valorisée comme une ressource. Il peut s'agir de revêtement semi-perméable, de sol naturel ou de surface de récupération dont l'eau est gérée localement en étant dirigée vers un sol favorisant l'infiltration.

Potentiel brut de valorisation: comprend l'ensemble des surfaces au sol imperméables hors voies de circulation et trottoirs, ainsi que les toitures plates non végétalisées. Les surfaces de parking sont intégrées dans le potentiel car elles constituent un levier important d'intervention, particulièrement dans l'espace des rues.

Potentiel de valorisation à court terme: réduit le potentiel brut à 10%. Cette approximation permet de mettre en évidence que même une intervention partielle sur une petite fraction du potentiel peut être très vertueuse.

Potentiel de valorisation à moyen terme: réduit le potentiel brut à 25%. Cette approximation propose une vision idéal sur une échelle de temps plus longue

Principes prioritaires

Améliorer l'existant. Comme vu dans les différentes cartes précédentes, il existe un patrimoine arboré existant plus ou moins conséquent dans les différents secteurs. Les arbres urbains sont souvent plantés dans des fosses de plantation en bordure de route, entre des places de stationnement ou sur les trottoirs. Afin de pérenniser le patrimoine arboré existant et garantir les meilleures conditions possibles pour une croissance optimale, un premier axe important d'intervention est la désimperméabilisation et la plantation des pieds d'arbres. Cette procédure peut également être complétée par une alimentation en eau pluviale par écoulement de surface sur le principe des arbres de pluie cités précédemment (fig. 83). L'avantage de ce type d'intervention est qu'il nécessite des moyens modérés pour un résultat significatif, sans apporter de modification importantes à la configuration de la rue.

Un autre principe d'amélioration concerne simplement les revêtements de sol. L'enrobé et le béton sont les matériaux par défaut pour toutes les voiries et les trottoirs. Des alternatives à ces types de revêtements, comme l'argilo-calcaire ou le gravier doivent être mises en place en tenant compte bien sur des contraintes liées à ce type de matériaux, notamment l'adéquation pour les PMR[33]. En mettant en place des alternatives, on peut fortement réduire le coefficient de ruissellement (Cr) d'un revêtement, ce qui va contribuer à la dé-saturation des réseaux et à l'infiltration. Ce type de surface a généralement un albédo[34] plus élevé que les enrobés noirs ou le béton, ce qui va également contribuer à la diminution de l'effet ICU. L'humidité contenue dans le revêtement est également évaporée.

[33] Personnes à mobilité réduite

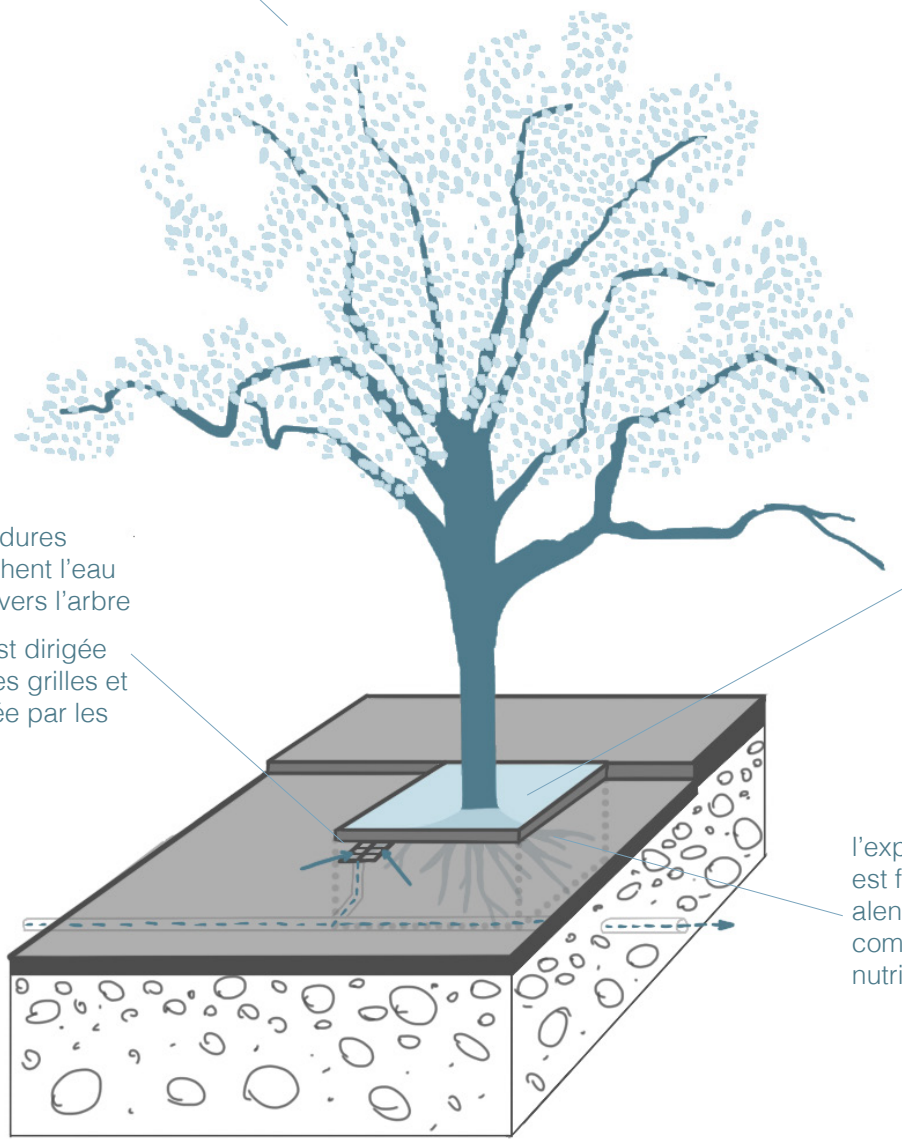
[34] Pouvoir réfléchissant d'une surface

Compléter et renforcer. Dans un deuxième temps, les structures végétales existantes doivent également être complétées pour établir idéalement une continuité de canopée et de vivants. Les rues sans arbres doivent également être traitées par une réduction du stationnement (et si possible de la voirie) au profit de surfaces végétales permettant l'infiltration et, idéalement, la plantation d'arbres.

Avec une capacité d'infiltration théorique plutôt défavorable, une place de parking de rue (~11.5m^2) désimperméabilisée avec un sol végétal (pas forcément un arbre) permet d'infiltrer les pluies quotidiennes de plus de 110m^2 de surface imperméable. On voit donc que par des interventions de petite ampleur et ponctuelles, on peut déjà initier une amélioration conséquente de la situation. Ce type de travaux peut s'apparenter à la notion d'urbanisme tactique, mais avec un côté pérenne, contrairement aux aménagements provisoires comme la mise en place de pots avec des petits arbres dedans, ce type de mesure relevant plus de la décoration que de l'aménagement urbain.

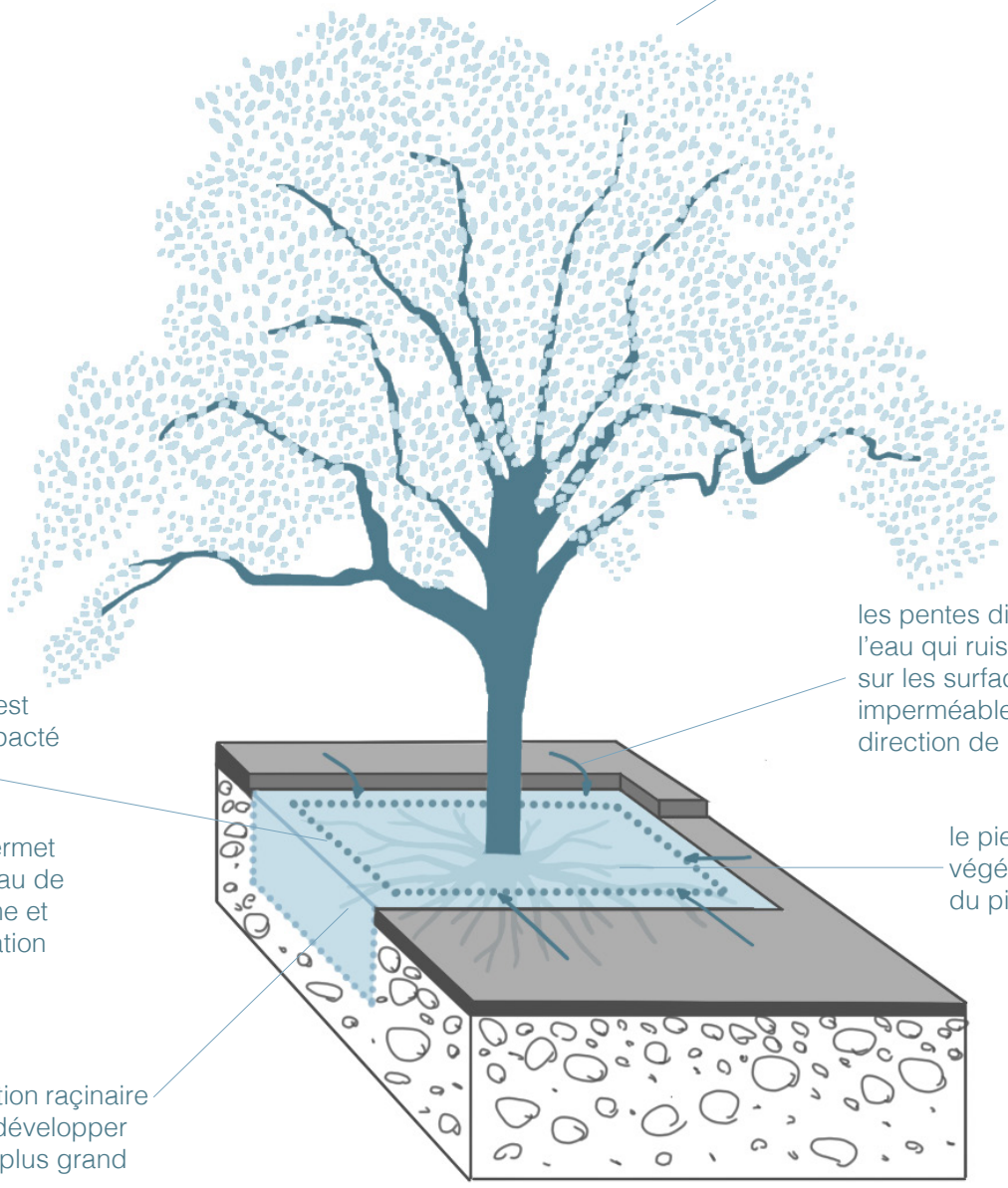
Créer et intégrer. Les nouveaux aménagements doivent intégrer dès les premières esquisses la notion de l'eau de pluie. Dans le secteur de la Jonction, plusieurs projets sont en cours d'étude ou de travaux mais pas aux Eaux-Vives. Le réaménagement de la rue des Rois va dans ce sens avec toutes les surfaces imperméables connectées à des fosses de Stockholm. Un autre gros projet actuellement en cours d'étude est celui du parc de la Pointe.

AVANT



En raison des mauvaises conditions de vie de l'arbre, celui-ci va se mettre dans un état de survie en limitant son développement. Il ne va pas pouvoir développer tout son potentiel et par conséquent ne servira pas correctement les différents services socio-écosystémiques qu'on pourrait lui attribuer. Le longévité de l'arbre sera également raccourcie en raison d'une plus grande vulnérabilité aux maladies et ravageurs, ainsi qu'un risque accru de stress hydrique.

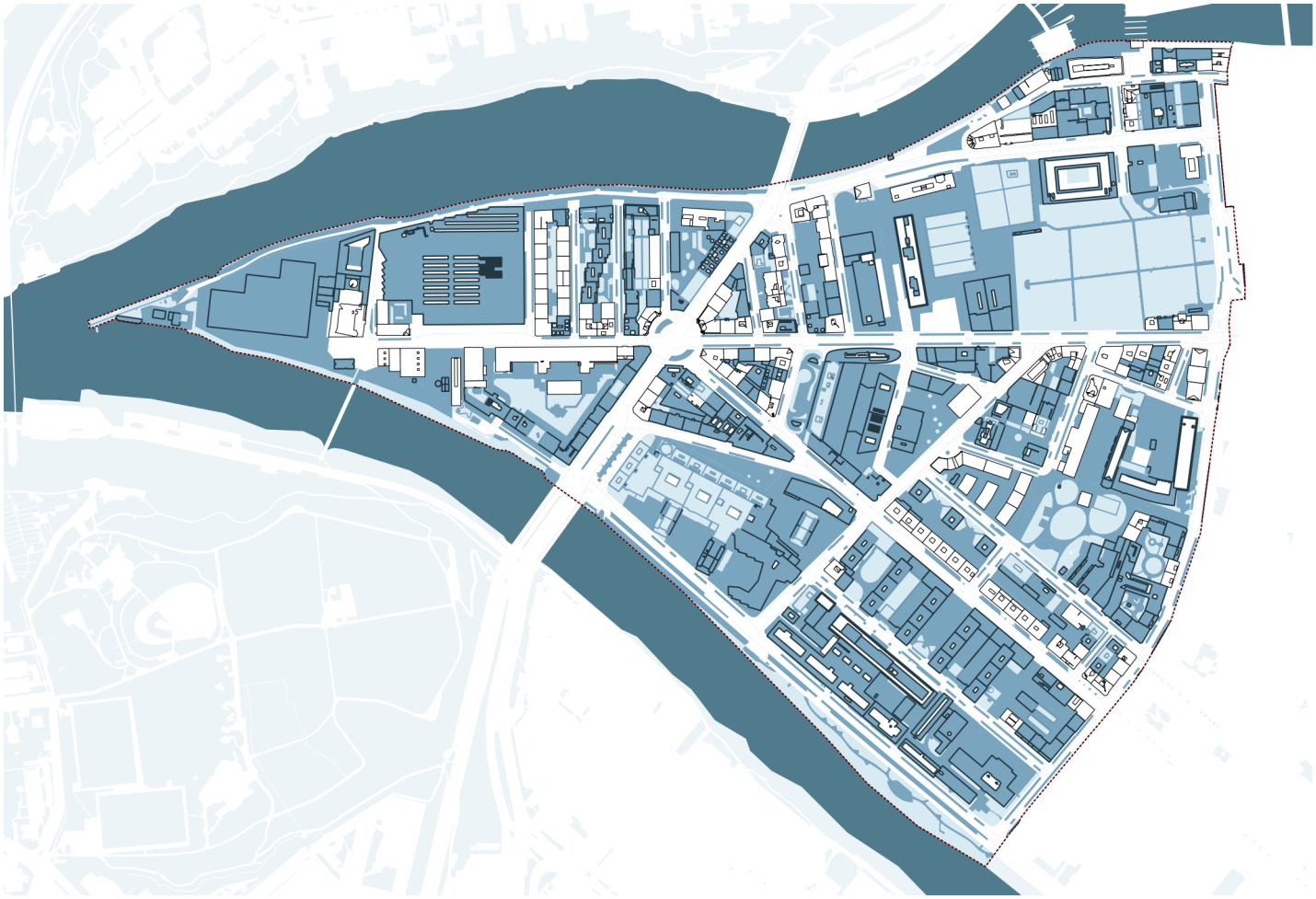
APRÈS

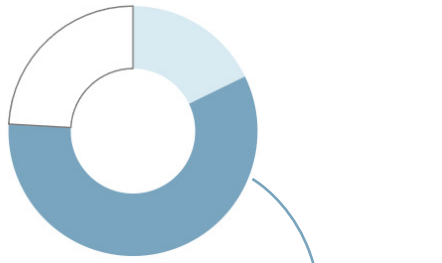


Par une intervention peu invasive, quelques mètres carrés sont gagnés sur les surfaces minérales. Le sol est décompacté et revitalisé, ce qui améliore significativement les conditions de vie de l'arbre. L'arbre aura un plus grande résilience et remplira de manière plus importante les différents services socio-écosystémiques typiques; amélioration du cadre de vie, ombrage, esthétique, évapotranspiration, etc..

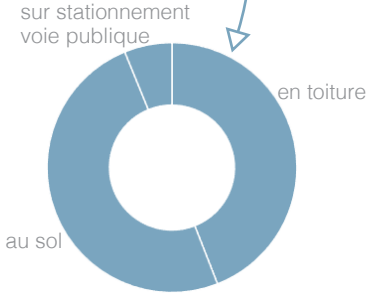
Ce schéma présente un principe peu détaillé mais facilement adaptable au cas par cas.

Fig. 83
Transformation d'un pied d'arbre existant en arbre de pluie.

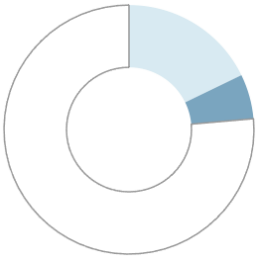




potentiel brut de
valorisation de l'eau

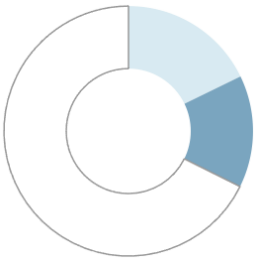


répartition du
potentiel brut



potentiel de
valorisation de l'eau
scénario court terme

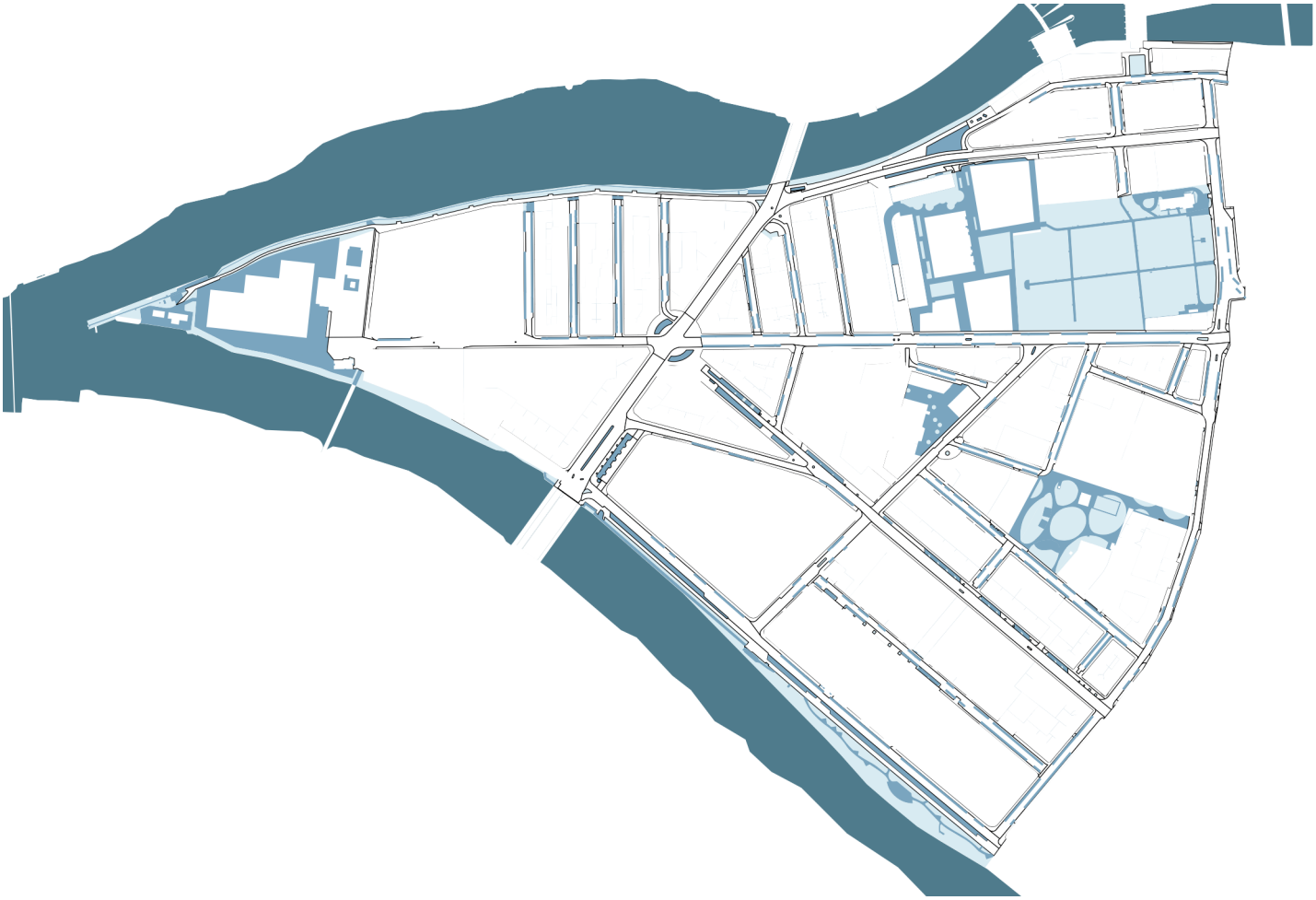
10%



potentiel de
valorisation de l'eau
scénario moyen terme

25%

Fig. 84
Carte du potentiel brut de valorisation de l'eau
Jonction
1/7'500ème



surfaces perméables existantes

surfaces perméables potentielles

surfaces imperméables

Le potentiel court terme à la Jonction

En raison des assez grands espaces continus que l'on peut retrouver dans le quartier, il existe à la Jonction un fort potentiel brut de valorisation avec une part conséquente au sol et en stationnement. On voit que le scénario 'court terme' prenant en compte 10% du potentiel brut permettrait d'arriver à presque 25% de surface totale de valorisation de l'eau dans le périmètre.

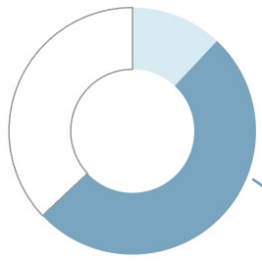
En se penchant sur le domaine publique et assimilé[35] spécifiquement, il ressort deux typologies d'espace d'intervention. Premièrement, les grands espaces. Il s'agit des places piétonnes des cours d'école et des parkings: ces surfaces souvent imperméables peuvent facilement être améliorées par de nouvelles plantations et la modification des revêtements pour diminuer le coefficient de ruissellement. Le réaménagement des cours d'école est un très bon levier car il répond bien à la notion de multifonctionnalité. Les parkings ne doivent pas nécessairement être complètement supprimés, mais une diminution des places au profit de surfaces d'infiltration et vivantes est à intégrer.

La deuxième typologie est celle, linéaire, du stationnement de rue. Sans nécessairement supprimer toutes les places, on peut transformer une partie de celle-ci en surfaces de valorisation selon les principes énoncés précédemment.

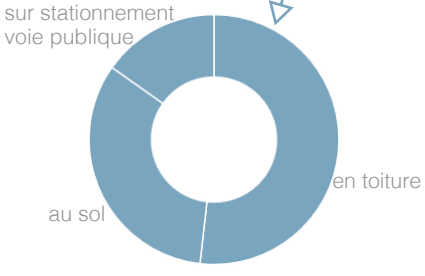
[35] Comprend le domaine publique, les parcelles privées en main publique et les parcelles privées avec accès publique

Fig. 85
Carte du potentiel de valorisation de l'eau sur le domaine publique et assimilé
Jonction
1/7'500ème

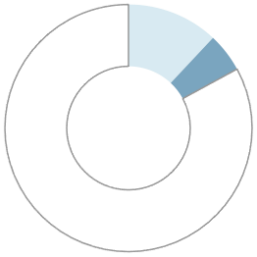




potentiel brut de
valorisation de l'eau

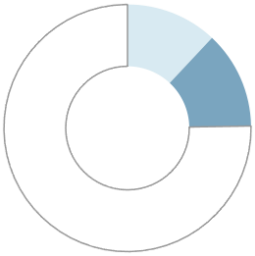


répartition du
potentiel brut



potentiel de
valorisation de l'eau
scénario court terme

10%



potentiel de
valorisation de l'eau
scénario moyen terme

25%

Fig. 86
Carte du potentiel de
valorisation de l'eau
Eaux-Vives
1/7'500ème



surfaces perméables existantes

surfaces perméables potentielles

surfaces imperméables

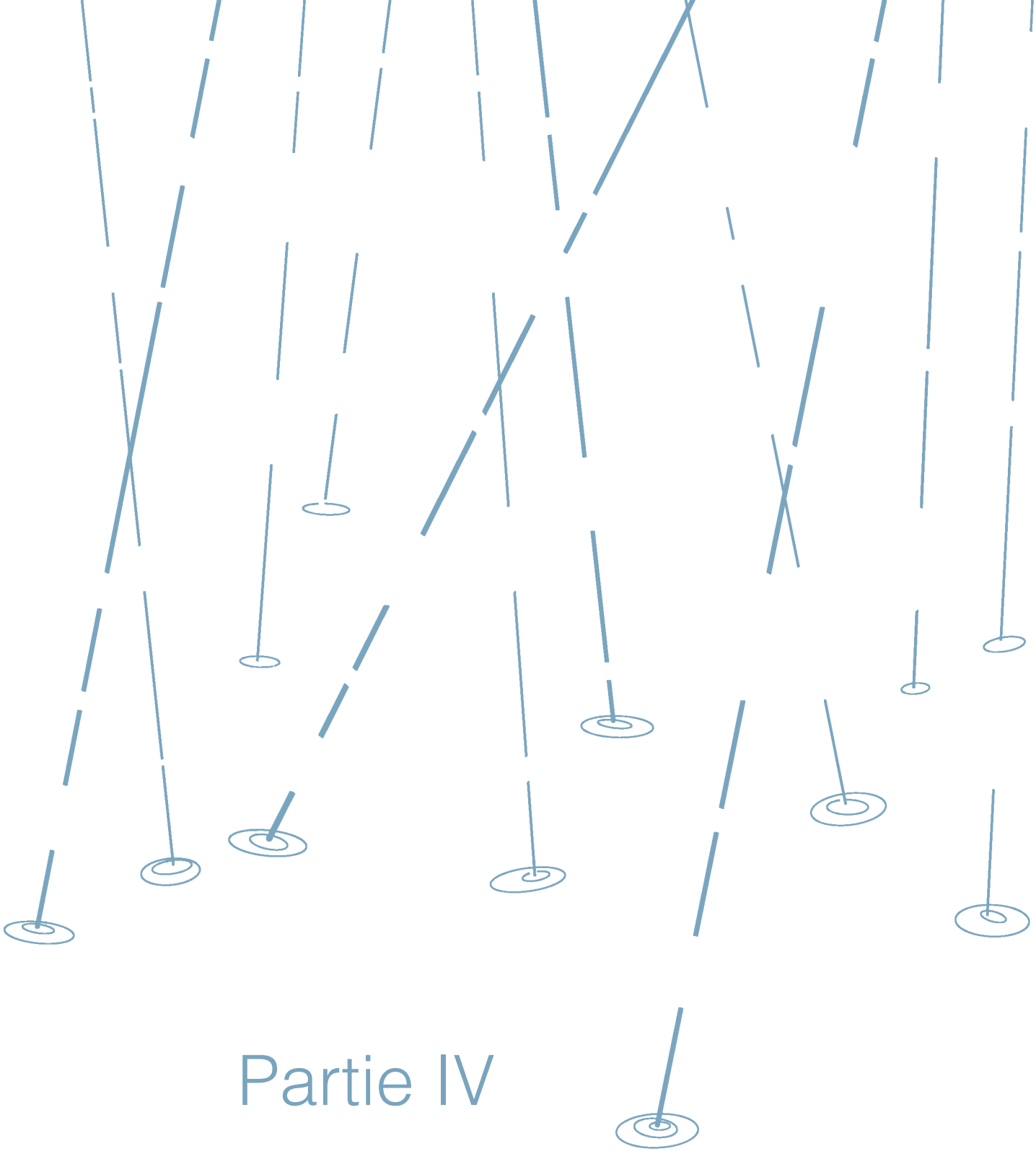
Le potentiel court terme aux Eaux-Vives

La forme urbaine des Eaux-Vives ne laisse que peu de place aux espaces de respiration, ce derniers étant soit des cours d'école soit des parkings. Le travail dans les cours est nécessaire, bien que sur les trois existantes dans le périmètres, deux sont déjà un peu plantées et la troisième se trouve sur dalle.

L'essentiel du potentiel se trouve dans un le travail du linéaire des rues et sur le parking du Pré l'Évêque. On remarque sur ce plan que l'axe de la rue de Montchoisiy, identifié précédemment dans la logique des continuités paysagères, permet de raccrocher plusieurs sites de perméabilisation potentielle entre eux dans une logique de continuité à l'échelle de tout le quartier et au-delà (connexion avec le parc La Grange et tout le projet de réaménagement de rive. cf. partie suivante pour plus de détails). Cette rue est également partiellement en zone 20 avec un fort attrait en raison des nombreuses terrasses et commerces qui se fraient une place entre les voitures et scooters garés partout.

La suite du travail propose d'entrer dans un niveau de détail supplémentaire à l'échelle de cette rue.

Fig. 87
Carte du potentiel de valorisation de l'eau sur le domaine publique Eaux-Vives
1/7'500ème



Partie IV



Un projet de paysage urbain

Le site

La rue de Montchoisy

Le projet propose une approche croisée, découlant directement des éléments préalablement étudiés dans le travail, tant au niveau des stratégies et planifications que du paysage. Le choix du site de projet est un produit de l'analyse développée dans la partie précédente.

Cette rue du quartier des Eaux-Vives présente un très fort potentiel d'évolution et d'adaptation via une proposition de projet découlant de plusieurs échelles de lecture. Perçue comme une des rues emblématiques du quartier, elle le traverse de part et d'autre en établissant un lien entre le parc la Grange et la Place du Pré-l'Évêque. La rue est très animée, avec de nombreux commerces et terrasses et fait l'objet depuis quelques années d'une forme d'urbanisme tactique durant la période estivale. Une portion a été transformée en zone de rencontre et les terrasses occupent des places de stationnement de manière éphémère durant la belle saison.

Une rue à plusieurs échelles

D'un point de vue historique, ce tronçon a été imaginé dans le plan Braillard comme une connexion 'verte' importante entre le parc La Grange et les espaces publiques du centre-ville, notamment le secteur de Rive (fig. 88). Cette connexion est également mise en relation avec des axes transversaux créant le lien avec le lac au travers du quartier. Ce plan de 1948 propose donc un maillage fort dans le quartier qui est aujourd'hui totalement inexistant, tant d'un point de vue de la situation actuelle que des différentes planifications communales ou cantonales en vigueur. Seul l'axe le long du lac est actuellement valorisé.

Sans forcément chercher à tout rapporter aux planifications passées, on remarque tout de même qu'aujourd'hui, la grande pénétrante de verdure de la rive gauche prend fin avec le parc La Grange (fig. 89) et presque aucune continuité végétale significative ne s'imbrique dans le tissu bâti du quartier des Eaux-Vives qui forme une limite bâtie dense. La rue de Montchoisy semble par conséquent un axe pertinent permettant de prolonger dans la ville une continuité territoriale caractéristique du paysage genevois.

À l'échelle du quartier, cette rue forme une colonne vertébrale mettant en relation les autres rues et offrant différents espaces appropriables par les commerces et les piétons. Malgré une présence très (trop) importante de la voiture, le régime de circulation est plutôt calme avec des tronçons limités à 20 ou 30 km/h et une desserte de quartier, par opposition à la rue des Eaux-Vives, parallèle en contrebas, qui concentre non seulement un trafic beaucoup plus important et traversant, mais également la desserte en transport public avec des trolley-bus.



site de projet

Fig. 88
Mise en évidence de la Rue de Montchoisy sur un extrait du plan Zones et liaisons de verdure, Genève agglomération future. DTP. 1948

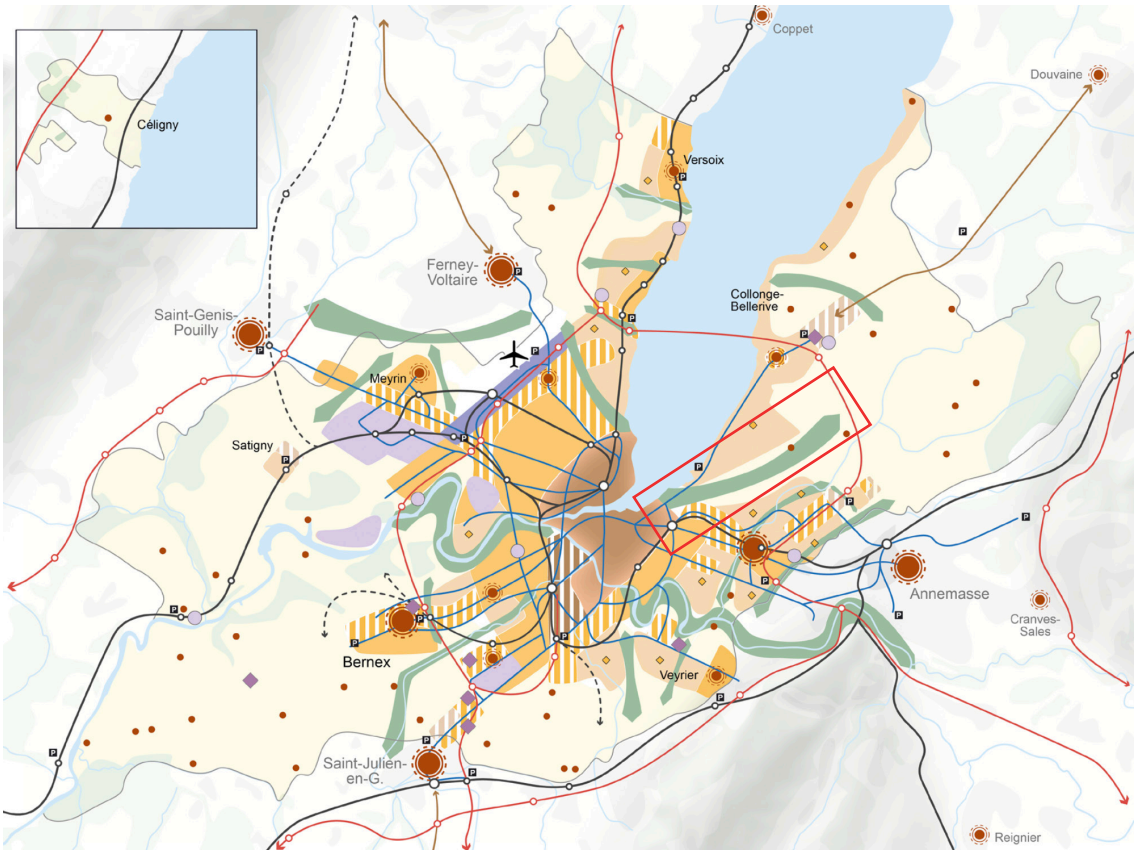


Fig. 89
Mise en évidence de la pénétrante de verdure rive gauche sur le *plan de synthèse du Plan Directeur Cantonal 2030*. République et Canton de Genève. 2021.

Un secteur oublié dans la planification ?

Bien que ce tronçon ait un temps fait l'objet d'une planification de végétalisation, on constate aujourd'hui qu'il n'est plus du tout considéré de cette manière. Il en va de même pour l'ensemble du cœur de quartier des Eaux-Vives pour lequel les connexions se font en périphérie avec côté lac les quais et sur la partie haute la continuité établie par la voie verte. Le plan de synthèse (fig. 91) permet de mettre en évidence le 'trou' de planification végétale qui occupe tout le tissu urbain des Eaux-Vives. En superposant les différentes échelles, territoriale avec la pénétrante de verdure, de la ville avec les parcs et continuités, de quartier avec les rues, la pertinence d'un maillon de connexion entre entités territoriales et quartiers prend tout son sens dans cette rue.

Statistiquement, le quartier est pourtant plutôt considéré comme 'vert' en raison de la présence du parc La Grange et de celui des Eaux-Vives (fig. 92). En effet, le secteur statistique considéré englobe tout cet ensemble et, malgré le fait que ces espaces apportent une qualité exceptionnelle au périmètre, le secteur bâti du quartier reste l'un des plus touché par le phénomène ICU de tout Genève.

La morphologie urbaine du quartier, très dense, rend le défi de la transformation des espaces plus complexe; il n'existe que très peu de respirations dans le tissu bâti et le travail doit par conséquent se faire dans la rue, en lieu et place de l'emprise de la voiture. C'est un type d'intervention qui est, dans le cadre juridique actuel, plutôt compliqué à mettre en place mais pourtant essentiel par rapport à la situation climatique et la nécessité d'adaptation.



Fig. 90
Le site de projet comme maillon entre entité territoriale et maillage de quartier.

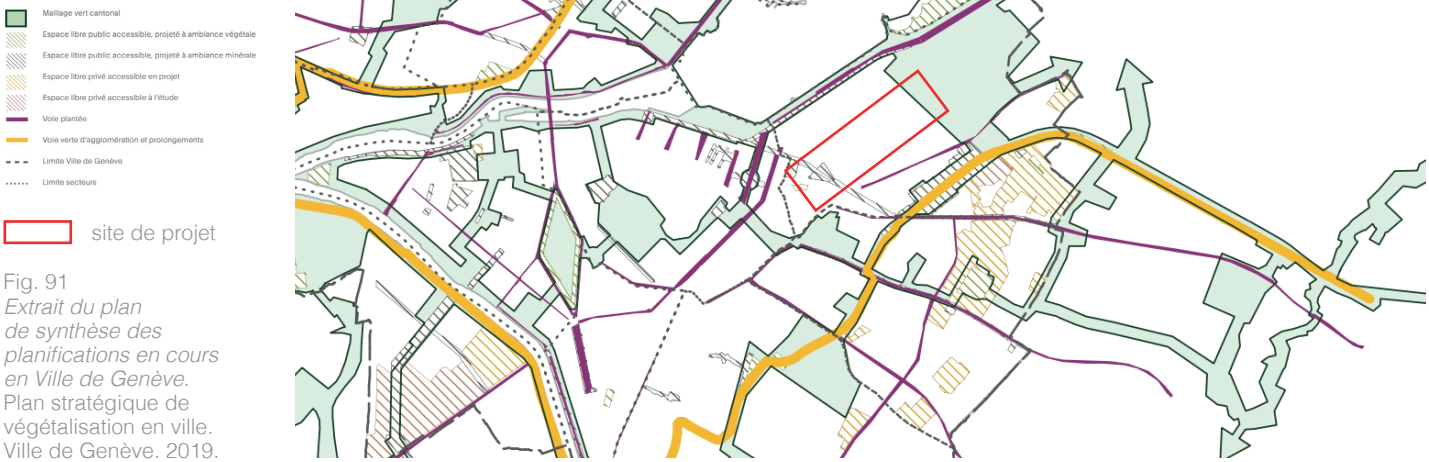


Fig. 91
Extrait du plan de synthèse des planifications en cours en Ville de Genève. Plan stratégique de végétalisation en ville. Ville de Genève. 2019.

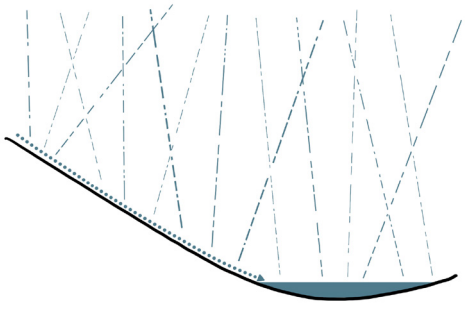


Fig. 92
Secteur Eaux-Vives. Descriptif de l'état existant. Plan stratégique de végétalisation en ville. Ville de Genève. 2019.

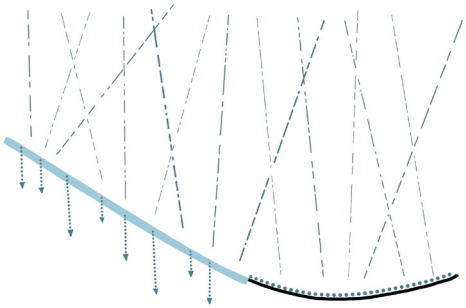
Une approche par le ruissellement

Le choix de travailler sur cette rue spécifiquement est également appuyé par la question du ruissellement. La carte de l'aléa ruissellement (fig. 94) permet d'interpréter la pertinence de travailler sur la perméabilité de cette rue autour de la notion du risque causé par l'eau. En gardant à l'esprit que cette carte est faite à l'échelle de toute la Suisse, les données fournies peuvent être croisée avec une connaissance plus fine du terrain pour mettre en évidence les risques et opportunités potentiels.

Dans le cas de ce quartier, en pente vers le lac avec un point bas dans la rue des Eaux-Vives, on constate sur cette carte le risque d'une hauteur d'eau dépassant les 10 à 25cm, voir plus. Les rues perpendiculaires au lac, en pente et presque entièrement imperméables, servent en effet de couloir pour le ruissellement de l'eau qui s'accumule aux points bas et contre les obstacles. Afin de réduire le risque il y aurait théoriquement deux solutions. La première consisterait à fortement augmenter la capacité du réseau d'évacuation, donc entreprendre des travaux conséquents pour mettre de gros tuyaux. En gardant en mémoire que le réseau du quartier est en eaux mélangées, cette solution est à peu près impensable. L'autre option consisterait à réduire le ruissellement sur le bassin versant et les zones d'écoulement, donc les rues en amont des zones à risque (fig. 93). La désimperméabilisation de la rue de Montchoisy permettrait donc de créer une zone tampon faisant d'une part barrière à l'écoulement amont et d'autre part minimisant voir supprimant le ruissellement en aval.



avant
bassin versant imperméable, ruissellement et accumulation de l'eau en point bas



après
perméabilisation du bassin versant, réduction du ruissellement et infiltration

Fig. 93
Réduction du ruissellement par la perméabilisation du bassin versant.





Fig. 94
Aléa ruissellement secteur Eaux-Vives1/2'500ème

Un périmètre et des séquences

Afin de rentrer dans un niveau de détail suffisant pour une proposition de projet, le périmètre d'intervention est délimité par les façades qui tiennent l'espace de la rue de Montchoisy. La partie de la place du Pré l'Évêque en relation directe avec la rue est également comprise. Le périmètre de réflexion n'est pas définissable sur une carte car celui-ci correspond à l'imbrication des différentes échelles vues précédemment, du quartier au grand territoire.

Sur son linéaire, la rue se décline en différentes séquences, définies par des facteurs variables tels que l'occupation et les usages, la largeur, la vitesse ou les connexions et ouvertures.

La rue est orientée nord-est / sud-ouest, ce qui lui confère un ensoleillement important tout au long de la journée, alternant d'une rangée de façade exposée le matin à l'autre plutôt l'après-midi.

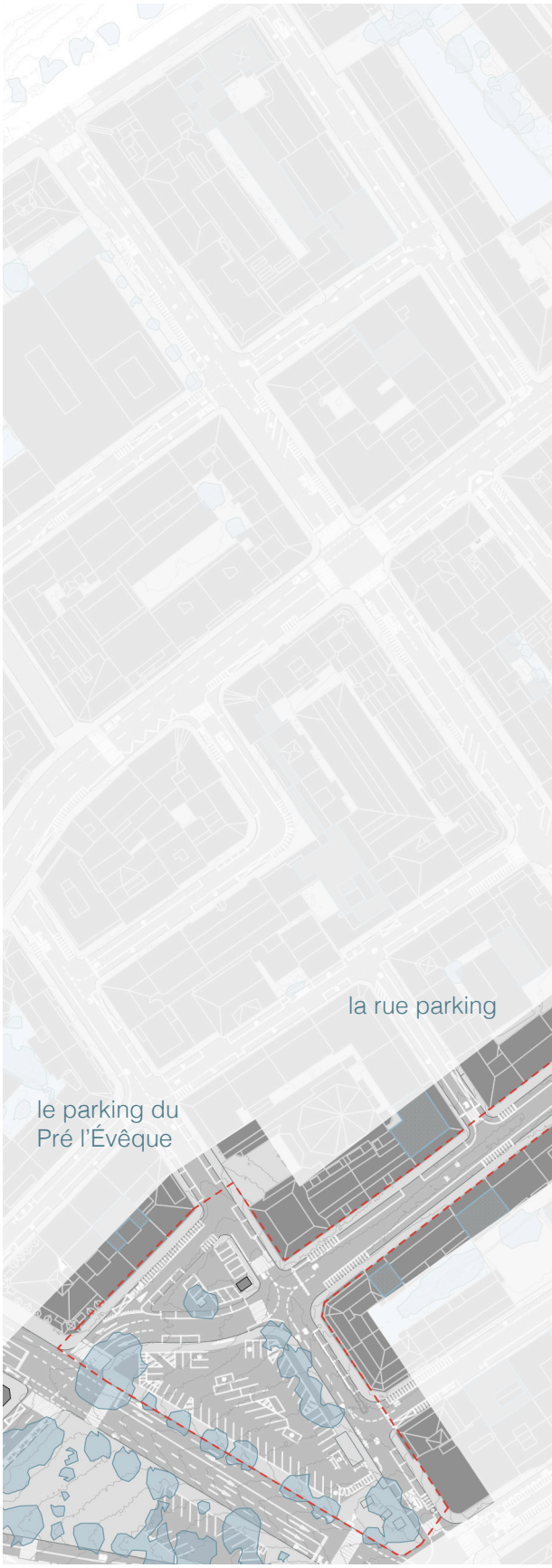
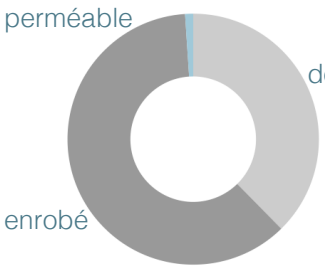
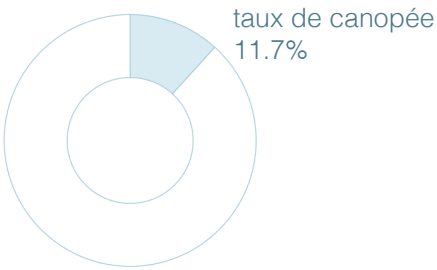


Fig. 95
Plan masse rue de Montchoisy, état existant 1/2'000ème


perméable
domaine piéton
enrobé


taux de canopée
11.7%

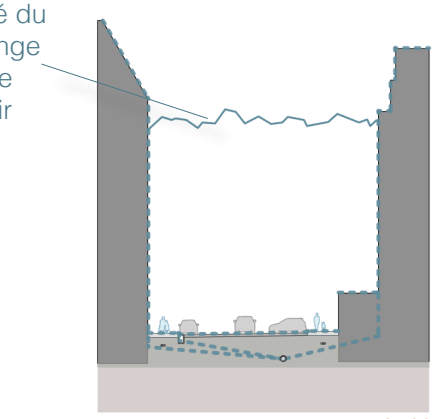

le parc
La Grange
la cour de l'école
de Montchoisy
le square
déchetterie
la zone 20
vivante et animée
les ginkos

A. Connexion avec le parc et square déchetterie

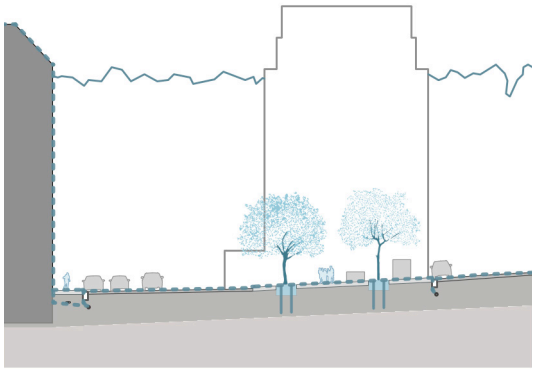
Cette portion de rue marque une coupure forte avec l'espace du parc. Le vocabulaire routier est fortement présent avec de grandes surfaces de parking de part et d'autre de la route. Un square en connexion directe avec la rue offre un intérêt particulier au niveau de l'espace. Or, ce lieu à l'ombre de quatre marronniers en carrés est chargé de containers et entouré de places de parking, devenant ainsi plutôt un espace de décharge moyennement accueillant. Les pieds des marronniers existants, disposés en carré, sont légèrement végétalisés mais possèdent une faible surface ouverte ainsi que très peu d'alimentation en eau en raison de leur situation sur la partie haute du trottoir formant l'îlot.



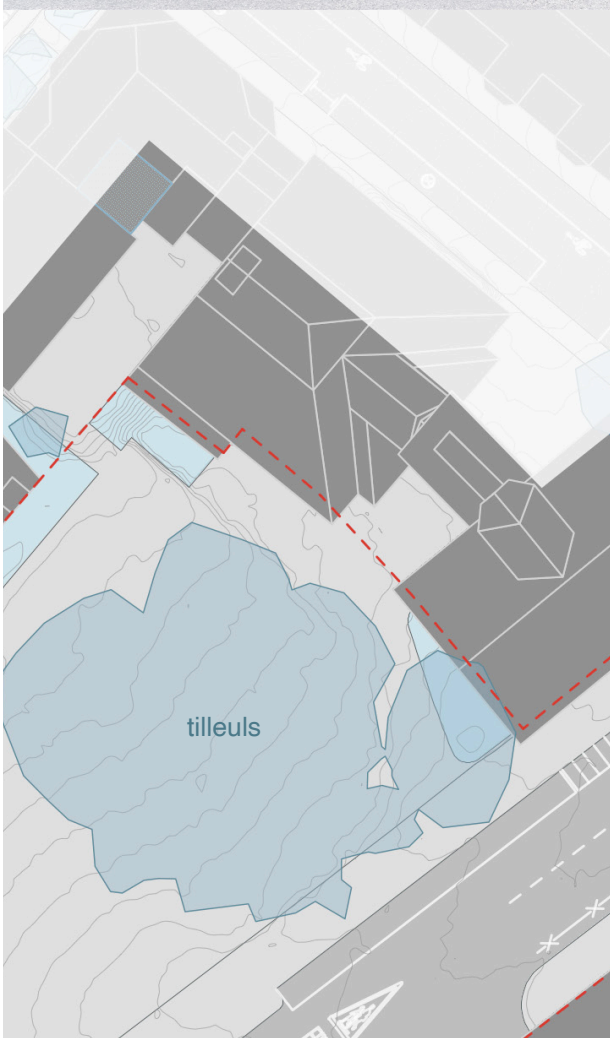
la canopée du cordon boisé du parc La Grange se fait encore bien ressentir



A-A'



B-B'



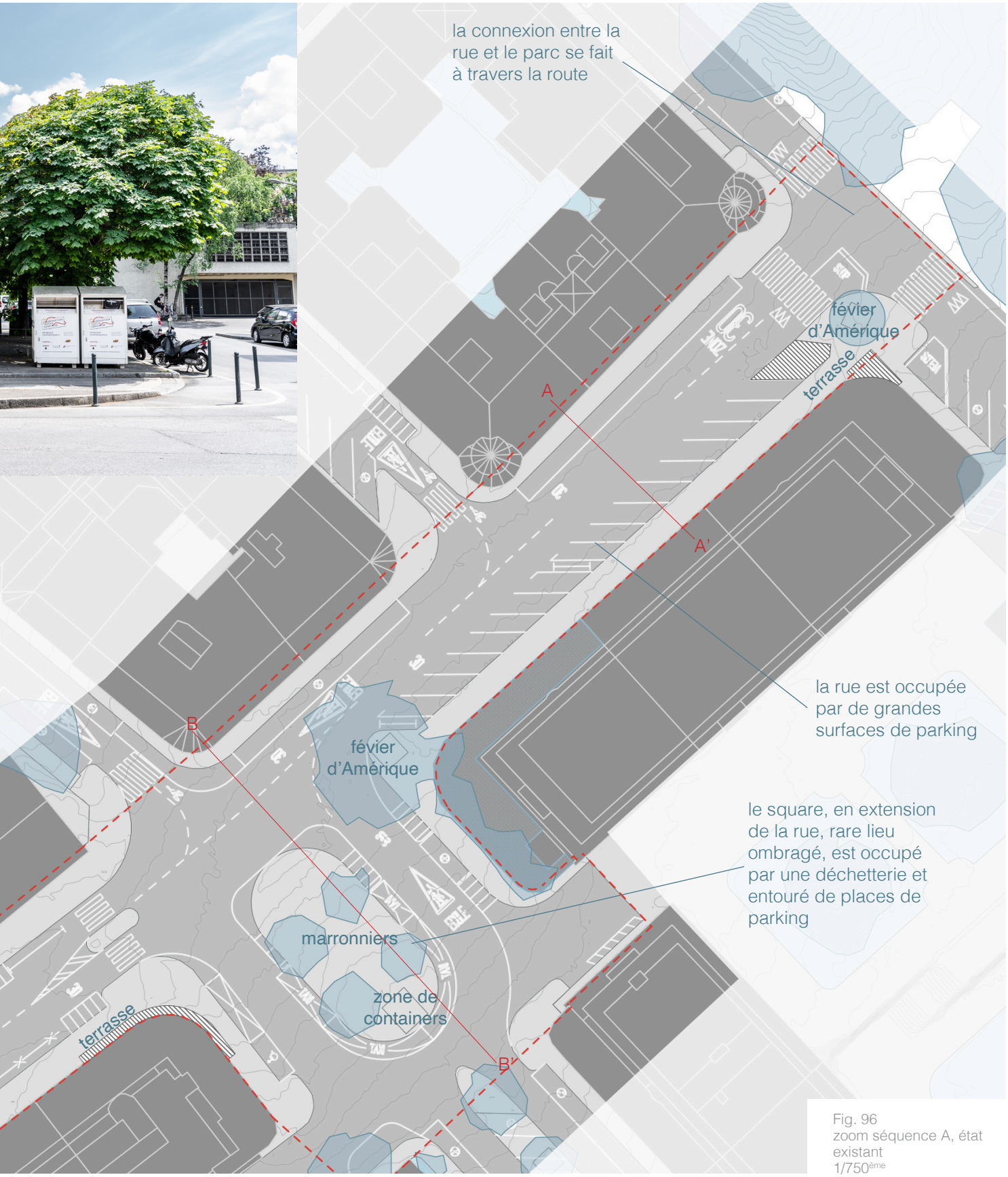


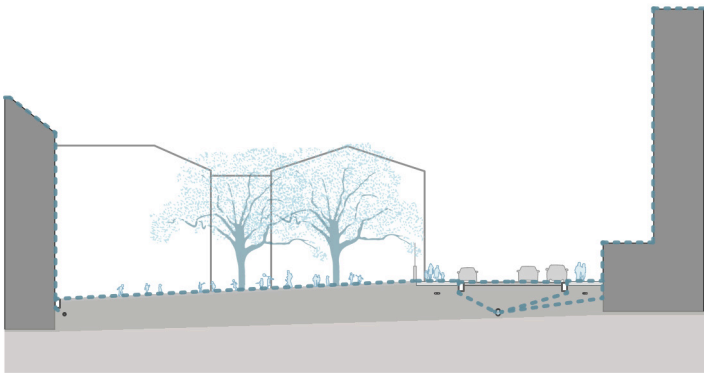
Fig. 96
zoom séquence A, état existant
1/750ème

B. L’école et les ginkos

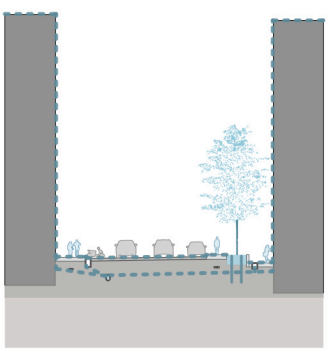
Cette séquence est la plus arborée de la rue. Du côté de la cour d’école, un élargissement de l’espace de la rue offre un dégagement spatial permettant le développement de grands arbres, en l’occurrence un mail de tilleuls. Ces derniers apportent un ombrage dense et bienvenu dans la cour de l’école, malgré un sol très majoritairement imperméable à leurs pieds. Un séquoia géant est également présent à l’angle de la cour mais sont port très élancé apporte une ombre limitée à l’espace. Le long de la rue un peu plus loin on retrouve un alignement de ginkos dans une sorte de talus semi-bétonné, ainsi que quelques grands peupliers d’Italie à l’angle d’une rue.







C-C’



D-D’



Fig. 97
zoom séquence B, état existant
1/750ème

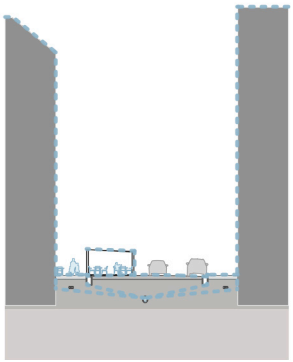
C. La zone 20, active et animée

On retrouve dans cette séquence une concentration de restaurants, cafés et boutiques rendant la rue très animée. Cela est particulièrement le cas lors de la période estivale pendant laquelle les terrasses prennent place sur les places de parking, de manière éphémère.

Cette portion de rue, plus large que les autres, est la seule actuellement en zone 20 ou zone de rencontre, une affectation dans laquelle les piétons sont prioritaires. Néanmoins, on constate aujourd'hui une présence encore très forte de la voiture, notamment en raison des nombreuses places de stationnement qui bordent trottoirs et terrasses. De fait, cette zone reste à dominance routière dans l'occupation de l'espace de la rue.







E-E'



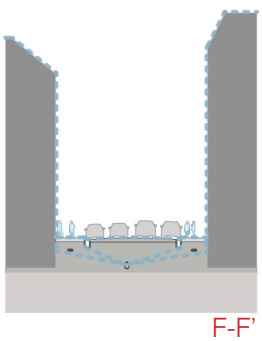
Fig. 98
zoom séquence C, état existant
1/750ème

D. La rue parking

Cette portion est un peu plus étroite que les autres, avec du stationnement en long sur tout le linéaire de la rue. En été, quelques terrasses prennent timidement place entre les voitures. Une majorité des rez est affectée à du logement.







F-F'

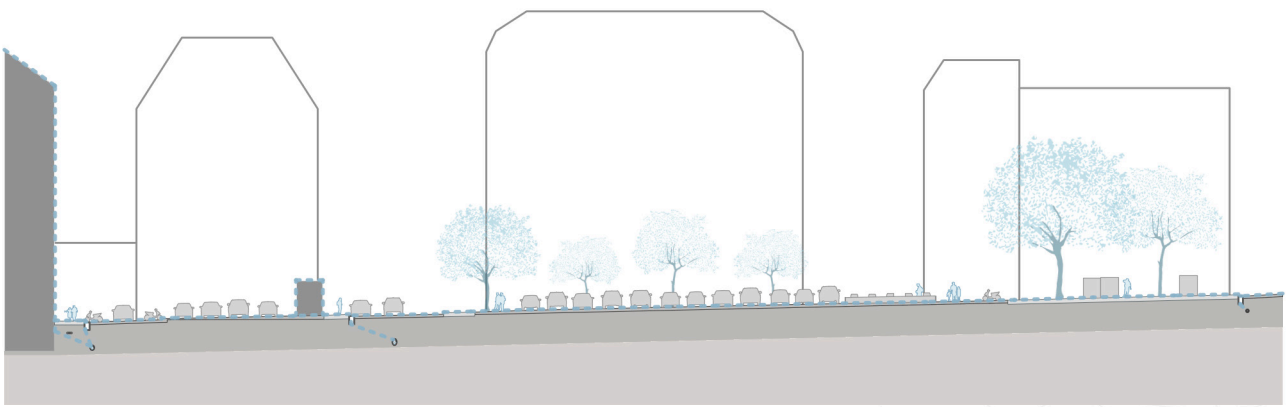


Fig. 99
zoom séquence D, état existant
1/750ème

E. Le parking du Pré l'Évêque

La géométrie de cet espace est un héritage historique datant de bien avant la construction de tous les bâtiments autour. Cet espace était à l'origine un pré entouré d'un double alignement d'arbres (voir fig. 61); il est aujourd'hui presque exclusivement un parking, entouré de routes et coupé par un des axes majeur de la ville. Quelques arbres subsistent dans des conditions assez mauvaises, malgré quelques grands sujets sur la partie ouest de la 'place'. Un petit espace a été piétonnisé sur la moitié sud-ouest, mais il demeure entièrement minéral avec quelques arbres en pots et est peu agréable en raison du trafic routier rapide partout autour.





G-G'



Fig. 100
zoom séquence E, état existant
1/750ème

Rendre la rue vivante

Le constat de l'occupation de cette rue est sans appel: la voiture est reine et le piéton doit se frayer un chemin. Tout l'espace de la rue est organisé autour de la présence des véhicules et les installations destinées à d'autres fonctions, notamment les terrasses, doivent actuellement composer avec cette contrainte.

La ville d'aujourd'hui doit concilier les différent·e·s usagèr·e·s dans une logique d'aménagement de l'espace prenant en compte l'adaptation aux changements climatiques. Le modèle de rue typique, comme celui représenté par la rue de Montchoisy, est actuellement la norme. Il s'agit de fondamentalement requestionner la composition et l'occupation de ce type d'espace afin de rendre la ville résiliante et vivable en regard des changements climatiques.

Une approche évolutive

Le projet propose une approche basée sur la mise en place de principes évolutifs et adaptables. Ils sont ici mis en application sur le site de projet afin de démontrer de manière détaillée le processus, mais ils sont applicables dans tous types de rues semblables.

Le projet est mis en place en trois temps. Premièrement, il s'agit de reconquérir. C'est une intervention rapide sur les principes de l'urbanisme tactique afin de préfigurer la suite du projet. L'urbanisme tactique est un principe de plus en plus utilisé par les collectivités, mais il fait souvent l'objet de mesures provisoires et réversibles, comme des arbres en bacs ou du mobilier. Le principe proposé ici se fait via des interventions en lien direct avec la notion de désimperméabilisation du sol; c'est un travail de la surface, de l'interface entre sous-sol et rue. Dans un deuxième temps, il s'agit de pérenniser. Le projet est affirmé dans sa volumétrie et son emprise, les revêtements de sol sont adaptés à la question de l'eau et la végétation prend une place plus affirmée. Il s'agit, en plus du travail de la surface, d'une intervention dans l'épaisseur, tant hors sol que sous-sol. La dernière étape, sur un horizon temporel plus large, propose d'intensifier le projet via une évolution vers la rue idéale, une vision ambitieuse mais nécessaire. Les prochaine pages permettent d'illustrer la mise en œuvre de ce projet en trois temps à l'échelle de la rue.



< Fig. 101
Boulevard Pasteur, Paris (14ème). ©CG concept.

> Fig. 102
Sao-Paolo, Synthèse 2100. Luc Schuiten. 2011.



1. Reconquérir, (ré)générer

complexité

cohérence climatique

impact urbain

impact eau

bénéfices vivants

La première étape d'intervention de la rue se fait très rapidement et sur un élément spécifique: les places de parking. Celle-ci sont décapées, le sol est ouvert, mais le reste de la rue ne change pas fondamentalement; le régime de zone de rencontre est étendu mais la circulation reste possible avec une priorité pour les piétons.

Cette première phase permet d'une part d'amorcer le changement radical nécessaire rapidement et d'autre part de préparer le terrain pour la suite. Le sol, nouvellement ouvert est inerte; il faut lui redonner vie. Cette étape est cruciale pour la suite du projet car on ne peut raisonnablement pas évacuer tout le sol et apporter de la terre végétale des champs en ville car cela est contre-productif. Par un travail *in situ* du sol existant, ce dernier amorce un processus de régénération. L'enrobé est scié et évacué et c'est le sous-sol qui est utilisé comme base. Un apport de matière organique ainsi qu'un semi de plantes régénératrice en surface permet en un a deux an d'insuffler les bases d'un sol vivant.

Ces surfaces désimperméabilisées permettent également d'infiltrer une partie de l'eau de pluie. Le système d'évacuation existant est néanmoins maintenu et sert de trop-plein pour les évènements les plus intenses.

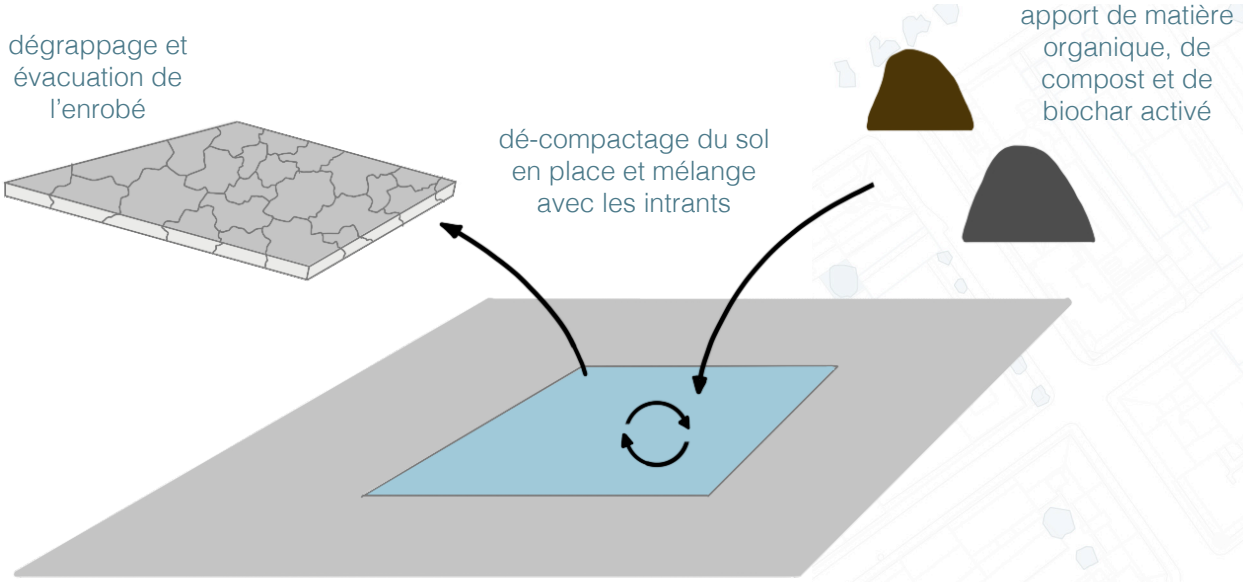
Cette première étape intègre également un élément crucial; l'inclusion de la population locale. L'intérêt doit être suscité par l'implication et la participation du public, des résident·e·s et des commerçant·e·s dans l'évolution de la manière de pratiquer la rue.

Cette phase dure environ un à deux ans, pendant lesquels la suite du projet peut être affinée et les sols peuvent s'enrichir pour accueillir par la suite une végétation plus abondante.



Fig. 103
Les places de parking sont dégrappées, l'espace auparavant occupé par les voitures l'est désormais par des plantes.


CAFE RESTAURANT PORTOFINO
20

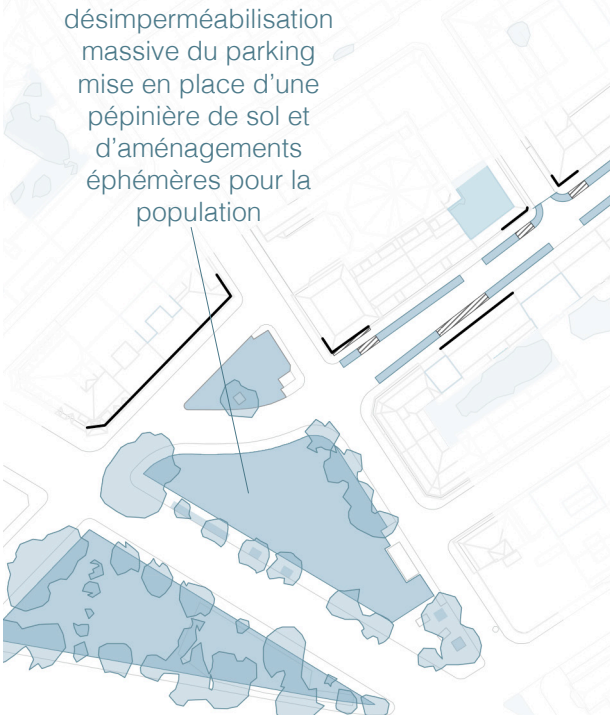


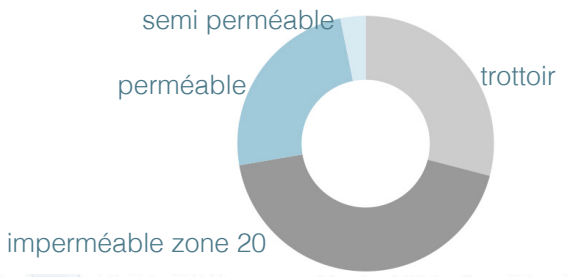
La régénération du sol en place se fait en trois étapes. La première consiste à ouvrir le sol, donc dégrapper l'enrobé et l'évacuer. Les granulats d'enrobés peuvent être presque entièrement recyclés pour refaire des sous-couches pour la réfection de routes par exemple. La composition exacte du sol est difficilement prévisible. Suivant la nature spécifique à chaque fouille, le type et la quantité des intrants est à adapter.

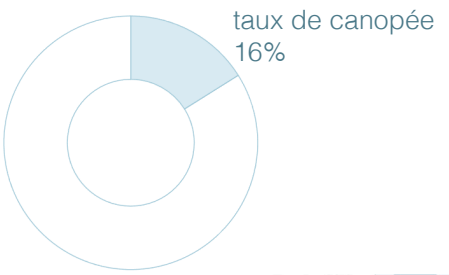
Ensuite, un travail du sol en place est effectué; décompactage et apport de matière organique, de composte et de biochar activé. Ces intrants permettent d'une part d'activer le sol et d'autre part de stocker du carbone tout en apportant les bases pour recréer un sol vivant.

Le sol est ensuite semé et planté avec différentes espèces régénératrices. Un engrais vert, avec des plantes annuelles, ainsi que des arbres tolérants les conditions spécifiques du site permettent d'enrichir et améliorer le sol. Le cycle de vie court des plantes annuelles apporte de la matière organique alors que les arbres à croissance rapide permettent d'apporter un peu d'ombrage, de masse foliaire, de structuration du sol par le réseau racinaire et éventuellement une floraison esthétique.

La palette végétale de la strate arborée est composée d'essences tolérant bien l'environnement urbain et les sols pauvres. Elle comporte une diversité d'espèces, dont certaines considérées actuellement comme invasive. Ces espèces sont pourtant particulièrement bien adaptées à l'environnement urbain à priori hostile au végétal: tolérance à la sécheresse, croissance rapide, exploration racinaire importante. D'autre sont fixatrice d'azote ou régénératrice du sol.







développement d'une cour type 'oasis'

amélioration de la situation des arbres existants par une désimperméabilisation des leurs pieds et des mesures de revitalisation du système racinaire

terrasses conservées

désimperméabilisation des places de stationnement et régénération des sols en place

rez actif | sol vivant et perméable | terrasses | canopée

Fig. 104
Plan et principes de projet. Étape 1. plan au 1/2500ème



Ailanthus altissima

Ailante glanduleux

croissance rapide, résiliante, pionnière

Alnus cordata

Aulne de Corse

résilient, résistant à la sécheresse, tolère les sols pauvres, fixateur d'azote





Gleditsia triacanthos

Févier d'Amérique

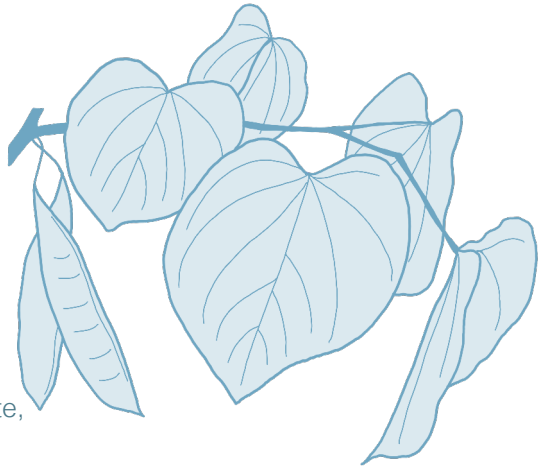
résilient, résistant à la sécheresse et la chaleur, tolérant la pollution, fixateur d'azote, mellifère



Lupinus sp.

Lupins

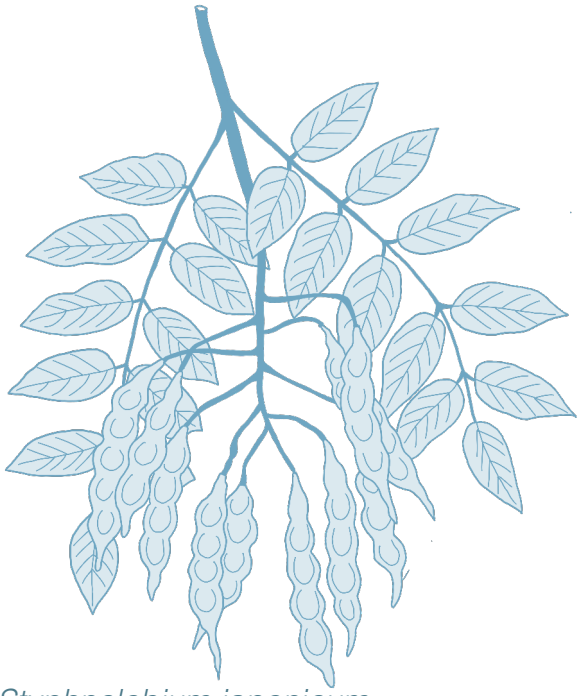
pionnier, régénérateur de sol, fixateur d'azote, fixateur de phospohre, adapté aux sols pauvres



Cercis canadensis

Gainier du Canada

résilient, résistant à la sécheresse et la chaleur, fixateur d'azote, mellifère



Styphnolobium japonicum

Arbre des pagodes

résiliant, tolère la sécheresse, la chaleur et la pollution, fixateur d'azote, mellifère



Rhus typhina

Sumac de Virginie

résilient, pionnier, croissance rapide, tolérant la sécheresse, tolérant la pollution



Robinia pseudoacacia

Robinier faux-acacia

résilient, pionnier, croissance rapide, tolérant la sécheresse et la pollution, fixateur d'azote, mellifère



Vicia cracca

Vesce craque

résiliante, fixatrice d'azote



Sinapis alba

Moutarde blanche

résiliante, fixatrice d'azote, structurant le sol

Fig. 105
Palette végétale. Étape 1.

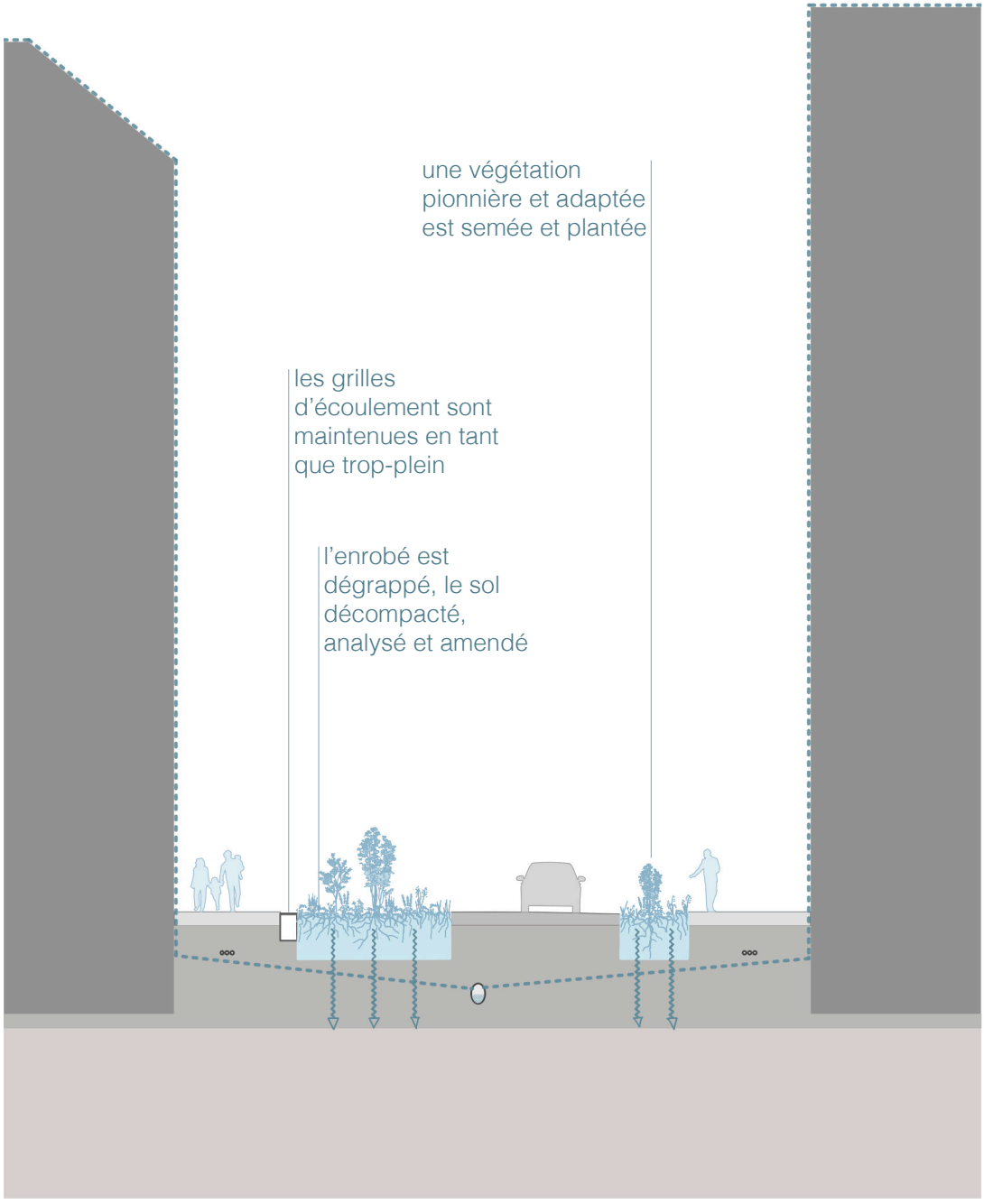


Fig. 106
Coupe de principe.
Étape 1.
coupe au 1/200ème

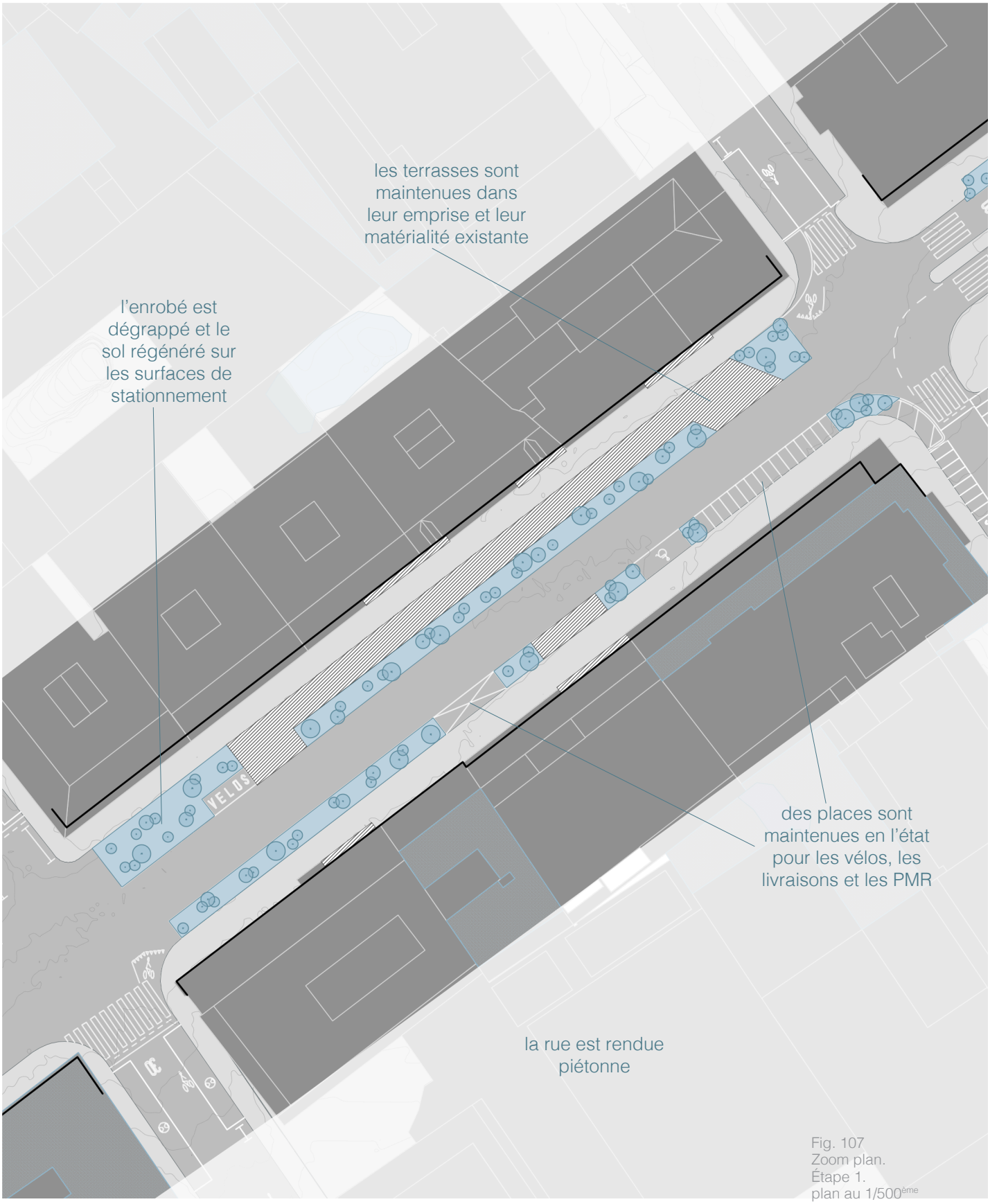


Fig. 107
Zoom plan.
Étape 1.
plan au 1/500ème

2. Pérenniser

complexité

cohérence climatique

impact urbain

impact eau

bénéfices vivants

Le projet est pérennisé par une présence renforcée des vivants. On n'utilise pas l'arbre comme un élément de mobilier urbain, comme c'est encore souvent le cas: les végétaux sont plantés sur un principe de système vivant. Une végétation étagée est mise en place, avec de la diversité et des espèces complémentaires et résiliantes.

La différence de niveau entre rue et trottoirs est effacée, contribuant ainsi à éliminer la domination de la voiture sur cet espace. Les rues sont totalement piétonnes, mais restent accessibles pour les livraisons, les secours, les PMR ou des accès exceptionnels et ponctuels.

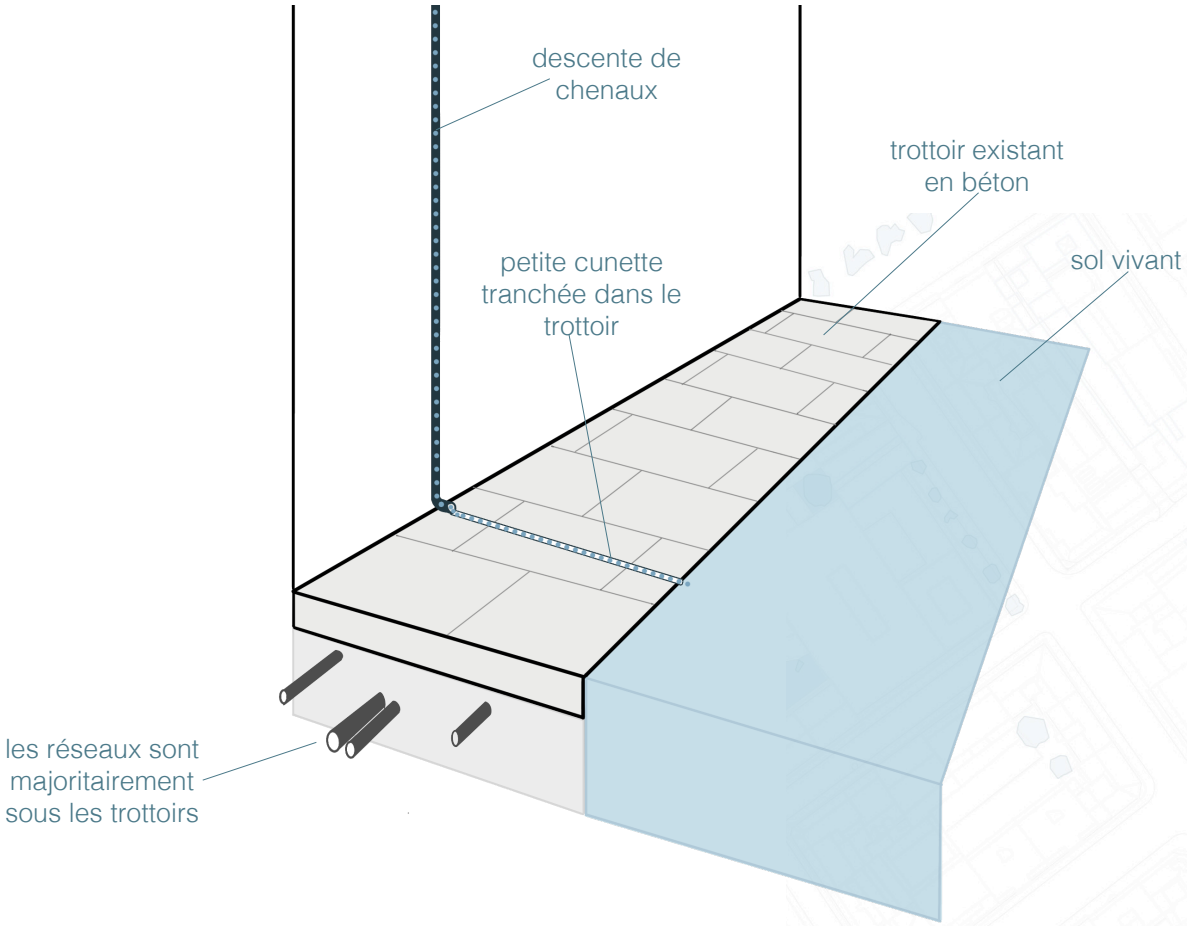
Les sols plantés sont vivants, ouverts et fonctionnels. Ils récoltent l'eau par l'écoulement de surface et permettent de l'infiltrer et la stocker pour l'usage des végétaux. On n'utilise pas ici de principes complexes tel les fosses de Stockholm ou d'autres système *high tech*. Pour les terrasses et devantures des commerces, le sol est rendu perméable mais praticable. Différents revêtements semi-perméables sont mis en place, tels que des dallages ou pavages avec des joints permettant l'infiltration, ou alors du gravier.

Le chemin de l'eau est visible, dans certains cas mis en valeur. L'eau des revêtements imperméables maintenus, comme les trottoirs ou une partie de la chaussée, s'écoule directement en surface vers les zones vivantes, tout comme l'excès d'eau sur les surfaces semi-perméables lors d'événement intense. Les descentes de chenaux apparentes sont débranchées du réseau et un dispositif permet a l'eau de s'écouler dans un petit canal à travers le trottoir, directement dans les zones vivantes.



Fig. 108
Les systèmes vivants sont mis en place dans un sol régénéré. La rue est piétonne, les trottoirs subsistent mais la différence de niveau est effacée

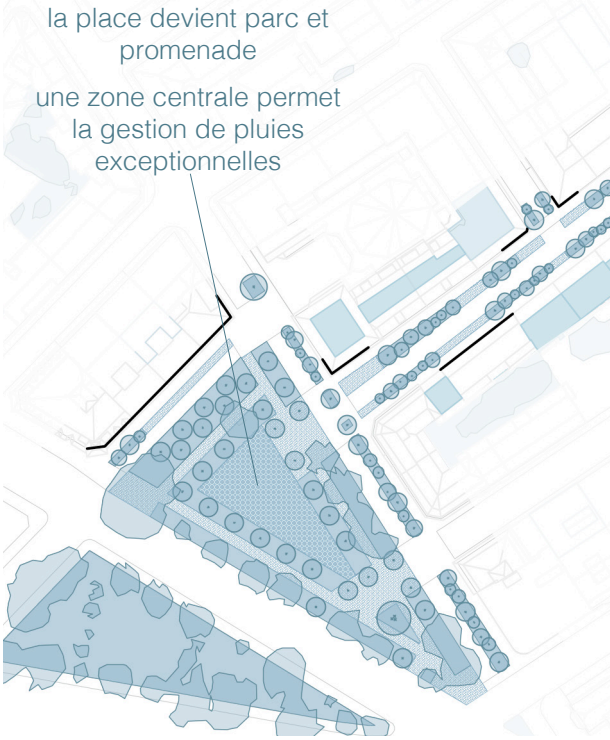

20

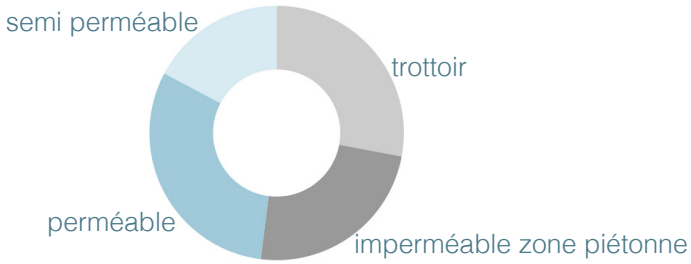


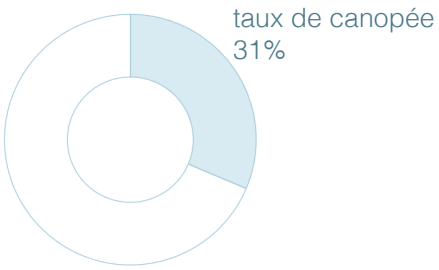
La perméabilité de l'espace prend plus d'ampleur. Les arbres de la première phase peuvent être transplantés et ils sont complétés par d'autres essences, exigeant des sols un peu plus riches. Les arbres sont plantés relativement jeunes afin de favoriser leur adaptation au milieu spécifique. A terme, l'objectif est qu'ils forment une continuité de canopée.

L'axe central de l'ancienne route, aujourd'hui piétonne, et les trottoirs sont conservés en l'état. L'enrobé permet la circulation des cyclistes, les éventuelles livraisons et les accès pour les urgences. On garde l'enrobé en place, il ne s'agit pas de refaire du neuf mais de faire avec l'existant au maximum. Les trottoirs genevois, caractéristiques avec leur calepinage béton, sont conservés. On n'enlève pas ce qui est déjà acquis au piéton; tout l'espace est gagné sur le domaine de la voiture. Seul de petites tranchées dans le trottoirs permettent de mettre en valeur le chemin de l'eau récupérée des descentes de chenaux et envoyée vers les surfaces d'infiltration. Là ou d'autres routes croisent la promenade, c'est le trottoir qui devient traversant. La continuité est établie pour les piétons, les véhicules traversent cette espace en cédant toute priorité.

La place du Pré l'Évêque est remise en valeur dans une logique de parc. Un double alignement, inspiré de la substance historique du lieu, marque une promenade périphérique. L'espace central, en légère dépression, permet la récolte des eaux pluviales des surfaces imperméables alentours. Cet espace peut se mettre en charge lors d'événements pluviaux importants, quelques jours dans l'année.







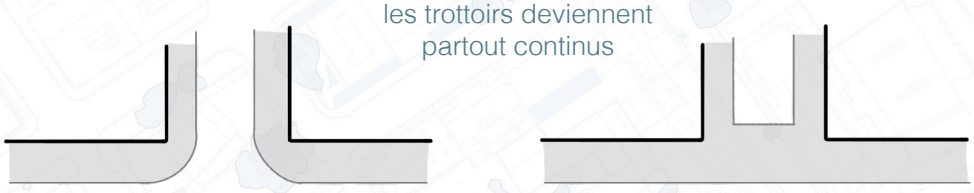
la cour oasis est plantée les arbres ont de l'espace pour se développer

les toitures plates sont dans la mesure du possible végétalisée, au moins de manière extensive

les terrasses deviennent semi-perméable, l'espace est rendu bien plus agréable

le square est amplifié et devient un mail, placette ombragée avec des arbres

les trottoirs deviennent partout continus



rez actif | sol vivant et perméable | sol semi perméable | canopée

Fig. 109
Plan et principes de projet. Étape 2.
Plan au 1/2500ème



les précipitations sont interceptées par la canopée, réduisant l'effet d'accumulation et le ruissellement au sol.

les différentes espèces d'arbres et arbustes composent ensemble un système vivant, un milieu, résilient et diversifié

le sol est vivant est possède une couverture végétale étagée

la structuration du sol par le réseau racinaire favorise l'infiltration et le stockage de l'eau

interception, stockage et infiltration de l'eau lors des pluies

Le végétal est installé selon une logique de système ou de milieu. L'arbre n'est pas utilisé comme élément de mobilier urbain; il est mis en relation avec les autres espèces végétales, chacune ayant une fonction dans le système vivant. Les espèces pionnières de la première étape du projet peuvent être intégrées. Des essences plus nobles, de grand développement et adaptées au changement climatique, viennent enrichir la diversité d'espèces.

Des plantations denses et étagées assurent une masse foliaire importante et créent un microclimat local bénéfique à l'ensemble. Une strate herbacée, dynamique, permet d'assurer une couverture du sol, stimuler la croissance racinaire en profondeur et fixer des nutriments. Le renouvellement de cette strate apporte régulièrement de la matière organique et contribue à la pérennisation et l'amélioration du sol vivant.

l'évapotranspiration libère de l'humidité dans l'air, produisant un effet rafraîchissant

cet effet est d'autant plus efficace que de l'eau est disponible en quantité pour la végétation

un microclimat local peut se mettre en place grâce à la complémentarité du système

la porosité du sol permet le stockage de l'eau et la rend disponible pour la végétation



disponibilité, captation et évapotranspiration de l'eau

Exemple d'espèces d'arbres caractéristiques pour l'étape 2 (en plus des espèces pionnières de l'étape 1)

Acer monspessulanum
Érable de Montpellier

Carpinus japonica
Charme du Japon

Celtis australis
Micocoulier de Provence

Corylus colurna
Noisetier de Byzance

Ostrya carpinifolia
Charme houblon

Prunus dulcis
Amandier

Quercus petraea
Chêne rouvre

Tilia tomentosa
Tilleul argenté

Fig. 110
Système vivant et cycle local de l'eau.

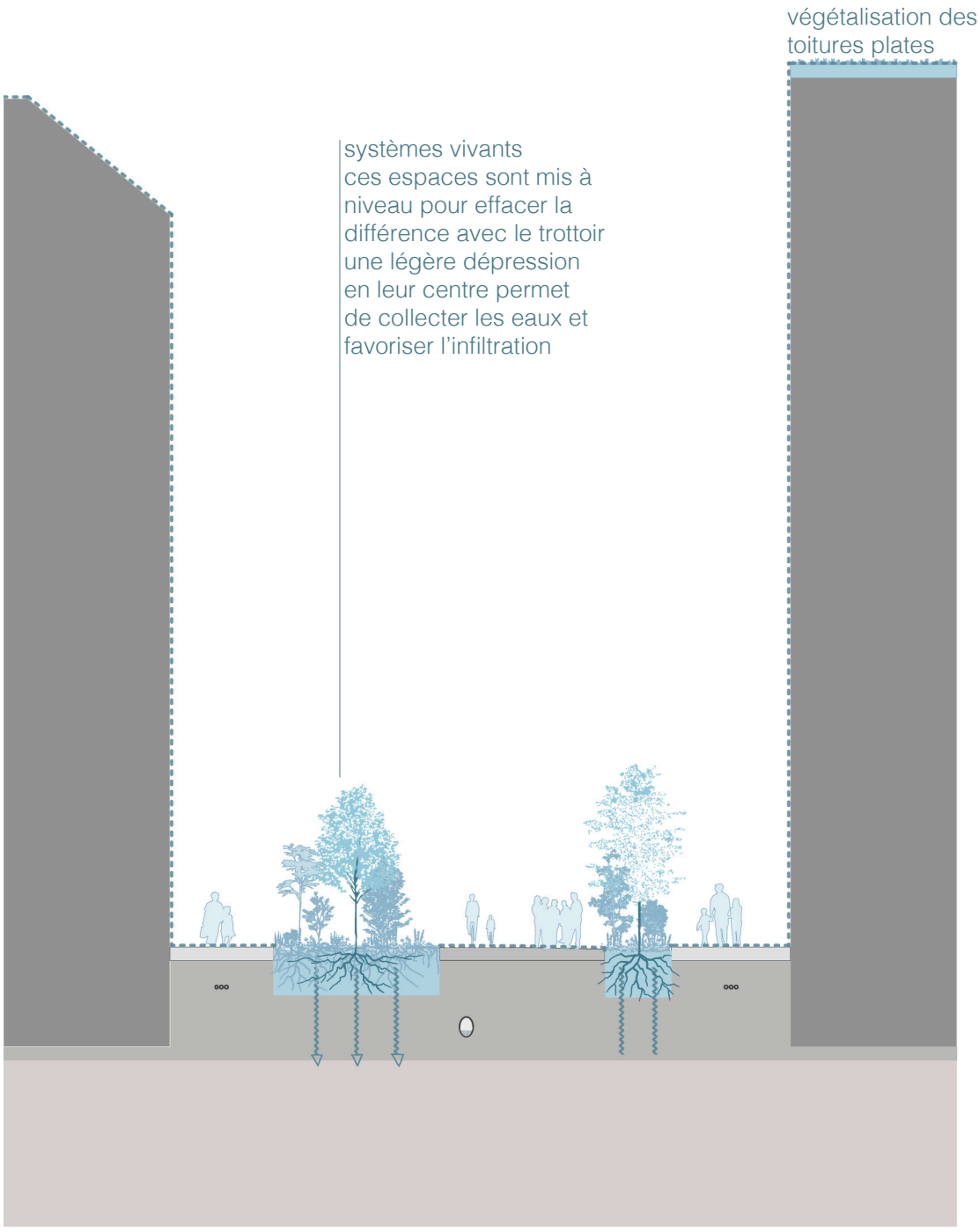


Fig. 111
Coupe de principe
Étape 2.
coupe au 1/200ème

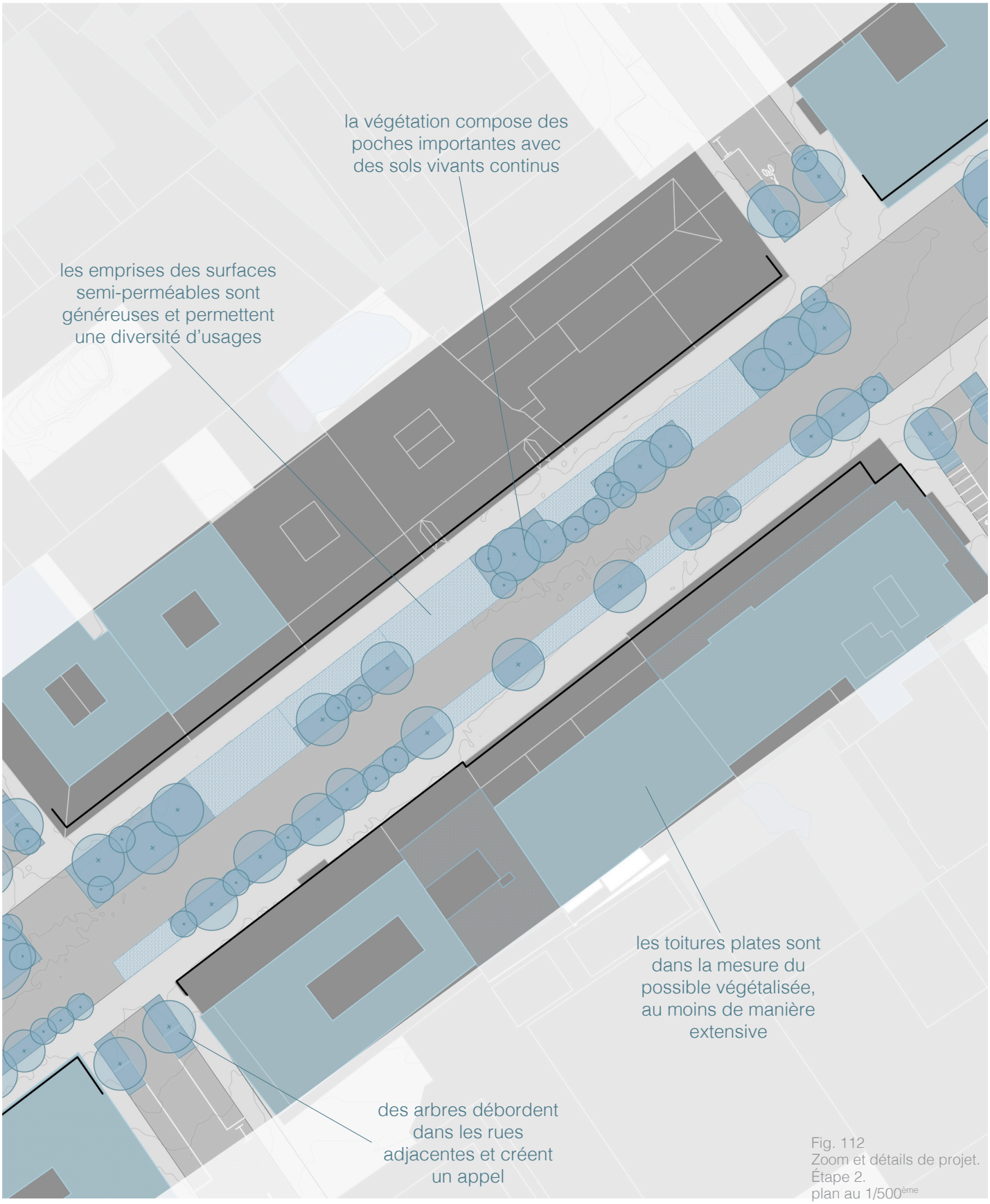


Fig. 112
Zoom et détails de projet.
Étape 2.
plan au 1/500ème

3. Intensifier

complexité

cohérence climatique

impact urbain

impact eau

bénéfices vivants

La dernière étape vise a transformer la rue en parc linéaire ou promenade plantée. Les surfaces de chaussées n'existent plus mais l'accès est garanti pour les urgences. Le sol est en grave, perméable, et les surfaces vivantes sont encore amplifiées. Les arbres ont continué de pousser pour former une continuité de canopée.

Dans la logique de mutation de la rue, seuls les trottoirs subsistent en dur. Tout l'espace de la voiture a muté mais le piéton n'a rien perdu de ce qui était déjà acquis, il n'a fait que gagner. Les trottoirs existants, en béton, permettent de maintenir des seuils devant les bâtiments et de les souligner. Ils deviennent ombragés grâce à la canopée des arbres qui s'est développée.

L'accès reste possible; urgences, livraisons exceptionnelles en camion, PMR, déménagements ou autre. La mobilité active est favorisée: déplacement à pieds ou à vélo, livraisons en vélo cargo.

La rue devient une véritable extension du parc. C'est une rue jardin, elle est habité par les commerces, les cafés et les résident·e·s. Le végétal est présent en plusieurs strates et forme un système vivant adapté, résilient et diversifié.

Toute l'eau de pluie est valorisée, plus rien n'est perdu ou évacué. Le sol est désormais enrichi naturellement par le cycle des vivants et rempli un maximum de fonctions.

Un entretien et un suivi conséquent est nécessaire, créant du travail proche de la nature et au service du climat urbain.

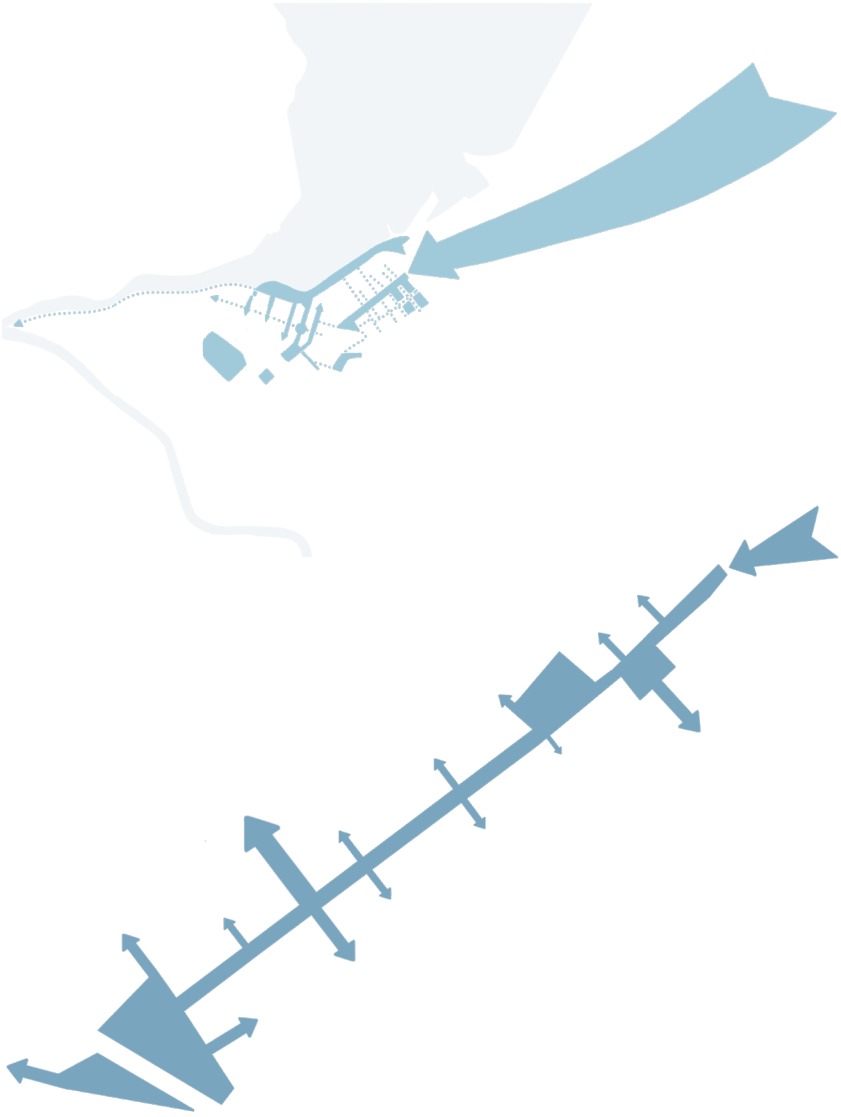


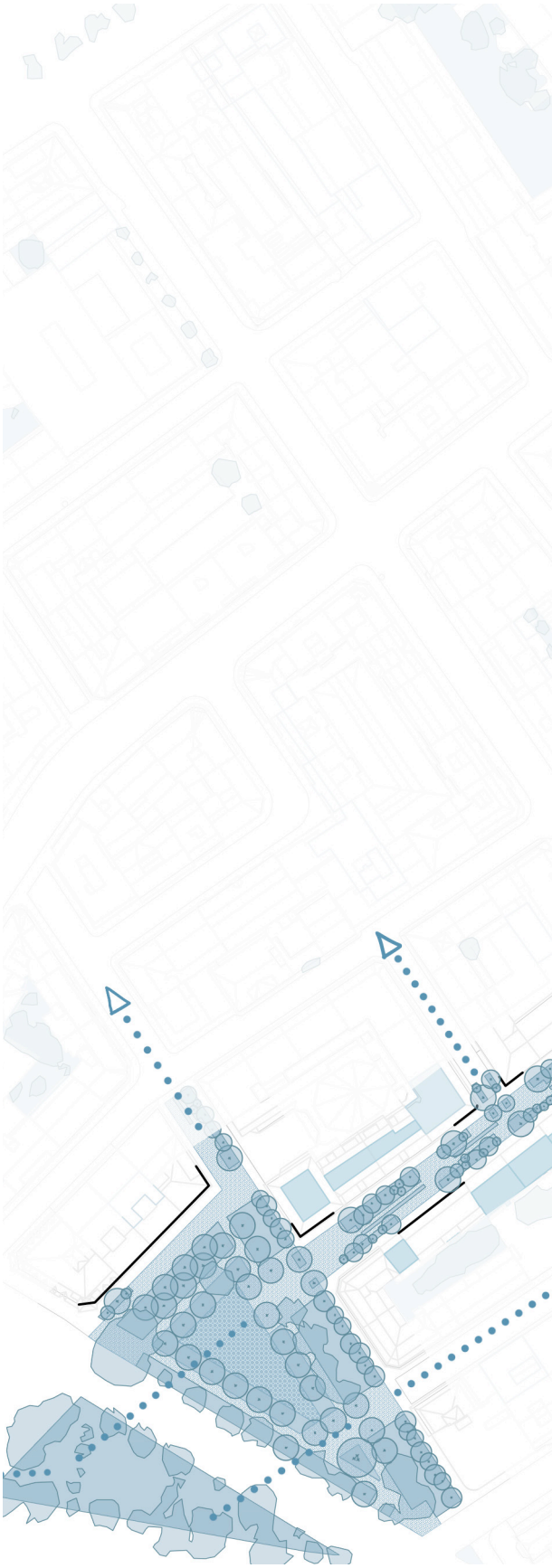
Fig. 113
La rue ressemble désormais à un parc linéaire, ponctué de terrasses. Vivants et résilients, les végétaux poussent dans un sol fonctionnel.

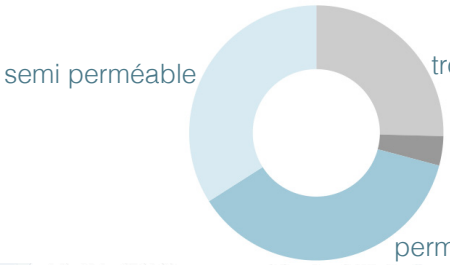


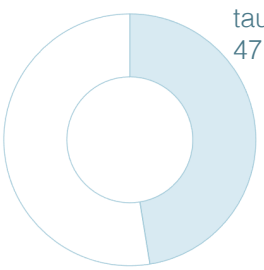
Cette phase d'intensification voit les grands principes du projet se développer et prendre plus d'ampleur. La piétonnisation et les principes des étapes précédentes se développent et s'étendent dans les rues perpendiculaires afin de conquérir plus d'espace dans le quartier. Les différents espaces végétalisés, quels que soit leurs échelles, sont mis en réseau via la colonne vertébrale vivante que forme désormais la rue de Montchoisy.

Une réflexion et des études à plus large échelle sur la question de la mobilité doivent être développée en parallèle de cette mutation.









la végétation est intensifiée en extension des étapes précédentes

des discontinuités dans les surfaces plantées créent un rythme dans le linéaire de la rue

ces ouvertures servent également de place de travail pour les pompiers en cas d'intervention

rez actif | sol vivant et perméable | sol semi perméable | canopée

Fig. 114
Plan et principes de projet. Étape 3. plan au 1/2500ème

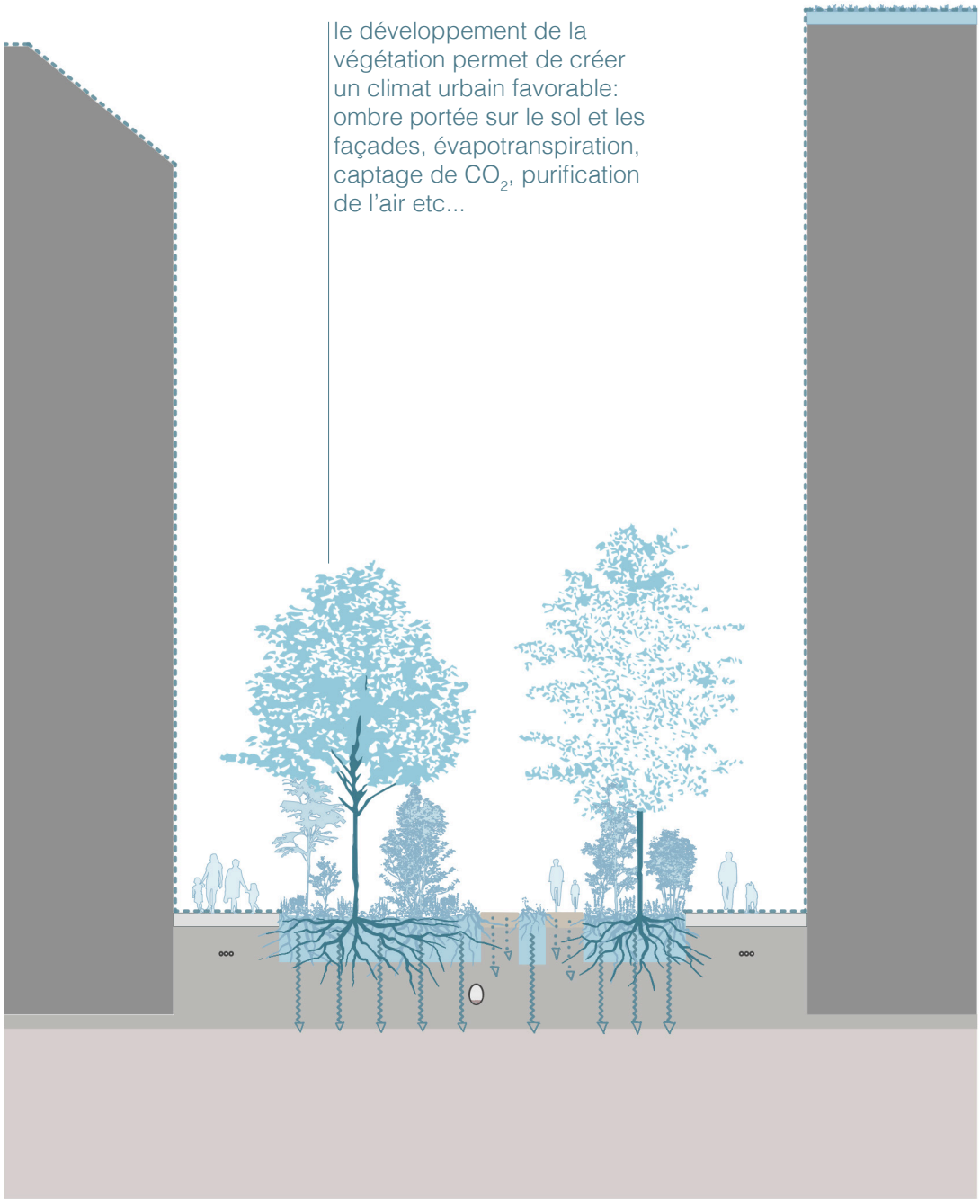


Fig. 115
Coupe de principe.
Étape 3.
coupe au 1/200ème

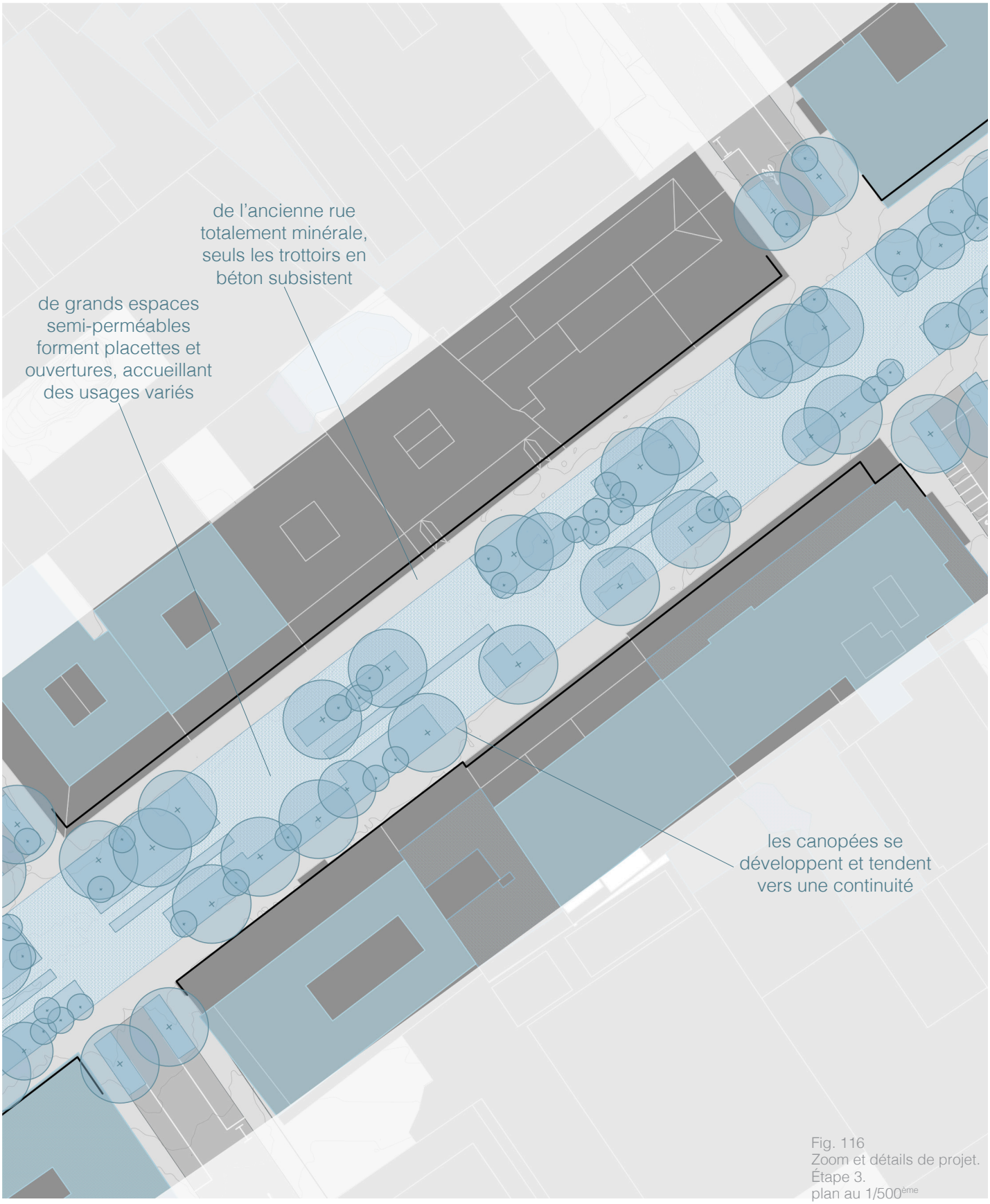
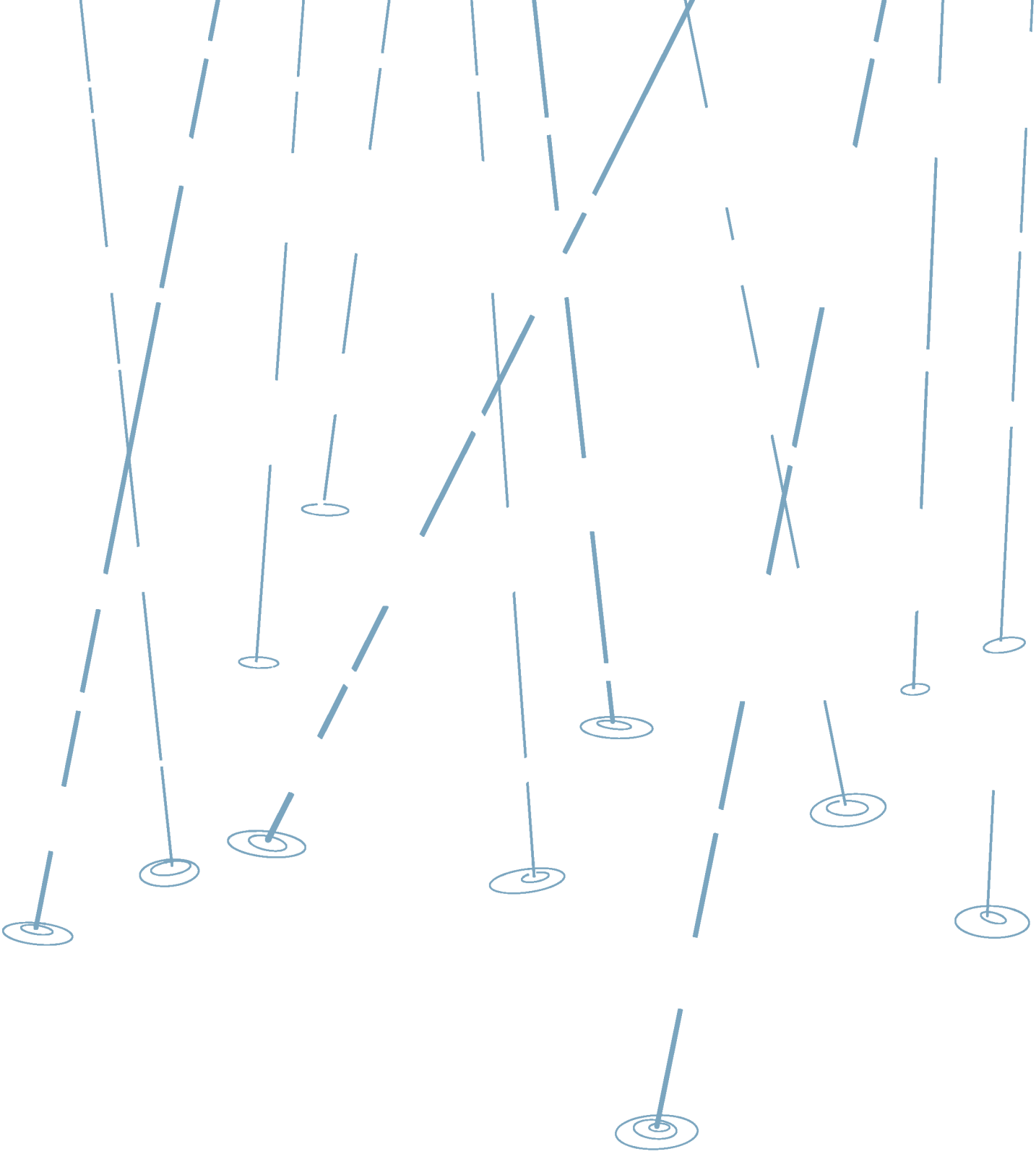
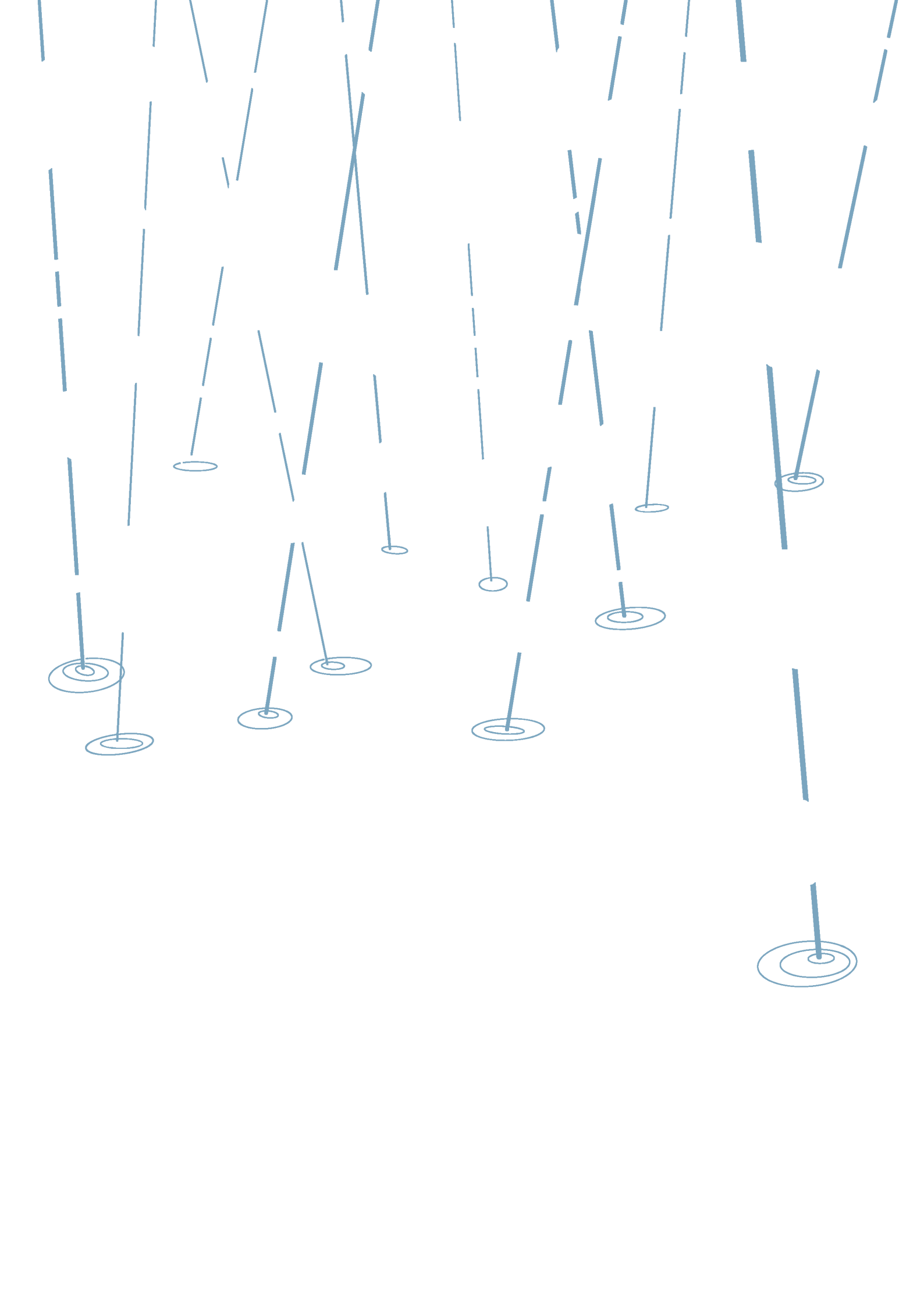


Fig. 116
Zoom et détails de projet.
Étape 3.
plan au 1/500ème





Conclusion

Ce travail cherche a mettre en évidence le rôle que la gestion intégrée de l'eau de pluie joue dans l'adaptation des villes aux changements climatiques.

La gestion de l'eau de pluie en milieu urbain touche en fait de nombreux autres thèmes, notamment le sol, la végétation et l'occupation de l'espace urbain. Cette transversalité rend la question complexe et transdisciplinaire.

La manière de gérer l'eau a de tout temps été un élément important dans la manière de faire la ville et la pratique a évolué au fil du temps pour différentes raisons, d'abord sanitaires ensuite pratiques et techniques et aujourd'hui climatiques.

Le cadre juridique encourage les mesures de désimperméabilisation et de gestion décentralisée de l'eau, mais cela se fait par des directives assez peu contraignantes dans les faits. La planification du territoire intègre cette question à différents niveaux, avec parfois un manque de mise en relation explicite avec les autres thématiques liées, notamment le sol et la végétation.

Les pratiques évoluent désormais dans la manière d'intégrer la gestion de l'eau de pluie dans les projets urbains, avec de nombreuses approches possibles et a explorer. La thématique est très actuelle, en mouvement et dynamique, l'innovation en la matière est nécessaire. L'approche par le processus de projet de paysage permet une mise en récit et en relation des différentes thématiques touchées, notamment le fameux triptyque eau-sol-végétation.

Une analyse fine des quartiers de la Jonction et des Eaux-Vives, sous le prisme de l'imperméabilité actuelle et l'occupation de l'espace, permet de comprendre l'état de la situation dans des quartiers urbains denses.

Cette analyse permet de mettre en avant le conflit majeur qui existe entre notre manière d'occuper les rues et la nécessité d'adaptation aux changements climatiques. Un des outils majeur et incontournable de cette adaptation est le végétal. Implanter des systèmes vivants et résilients en ville demande de l'espace, tant en surface qu'en profondeur et en hauteur.

L'espace est actuellement majoritairement occupé par la voiture, tant en stationnement qu'en voirie. Sans forcément chercher à supprimer 100% des voitures dans toute la ville, il s'agit de remettre en question le modèle de la rue-voiture présent presque partout.

Le projet de paysage développé propose une approche radicale mais cohérente avec l'ampleur des enjeux en présence.

Les éléments de projets proposés sont basés sur des principes structurants forts mettant l'eau, le sol et les vivants au centre de la réflexion. C'est un projet volontairement ambitieux, tendant vers un idéal de mutation profonde dans la manière de pratiquer et de faire la ville.

Les principes mis en application sont réalistes mais nécessiteraient un approfondissement conséquent dans chacun des domaines spécifiques qu'ils touchent avec des spécialistes. La question du sol est l'une des plus fondamentale.

A la fois socle, ressource et réservoir, les sols vivants doivent être remis au centre de la réflexion urbaine. Ils sont la plateforme sur laquelle les villes auront une chance de s'appuyer pour s'adapter aux changements climatiques.

Les principes proposées par le projet seraient applicables dans de nombreuses rues tout en cherchant à maintenir une logique et une cohérence paysagère. La mise en réseau et les connexions avec l'existant sont des principes fondamentaux sur lesquels il faut s'ancrer pour proposer des projets qui font sens.

La désimperméabilisation est donc un levier fondamental et nécessaire, pour l'adaptation aux changements climatiques des villes notamment, qu'il faut mettre en œuvre de manière significative mais réfléchie. L'eau de pluie est bien une ressource, de plus en plus précieuse, qu'il s'agit désormais d'utiliser comme tel au service des vivants.

Bibliographie

Ouvrages

CONVERCEY, P., BARTHASSAT, M., BEUCHAT, S., BUSSY-BLUNIER, T., DAUNE, L., MULHAUSER, G., 2018. *Repérages. Le paysage genevois entre héritage et partage*. HEPIA. Genève.
ISBN 978-2-9701070-1-9

CORBOUD, Pierre, 2017. *Genève, il y a 3000 ans. Chronique d'une fouille dans le village préhistorique du Plonjon*. Infolio. Gollion.
ISBN 978-2-88474-447-8

CLÉMENT, Gilles, 2004. *Manifeste du tiers paysage*. Sens&Tonka. Paris.
ISBN 978-2-84534-236-1

FOLLÉA, Bertrand, 2019. *L'archipel des métamorphoses. La transition par le paysage*. Parenthèses. Marseille.
ISBN 978-2-86364-413-3

GEHL, Jan, 2010. *Cities for People*. Island Press, Washington DC.
ISBN 978-1-59726-573-7

MAYS, Larry W., 2010. *Ancient Water Technologies*. Springer. London, New York.
ISBN 978-90-481-8631-0

OLESON, John Peter, 2018. *Strategies for Water Supply in Arabia Petraea during the Nabataean through Early Islamic Periods: Local Adaptations of the Regional 'Technological Shelf'*. In BERKING, Jonas. *Water Management in Ancient Civilizations*. Topoi. Berlin.
ISBN 978-3-9818369-6-7

PEREC, Georges, 2000. *Espèce d'espaces*. Galilée. Paris.
ISBN 978-2-7186-0550-0

Publications et articles

ADEME, 2023. *La rue commune. Guide méthodologique pour la transformation des rues ordinaires*.
Disponible à l'adresse: https://www.ruecommune.com/guide

ACTIF-TRAFIC, 2021. *Initiative Climat Urbain. De la place en ville pour les arbres, la mobilité douce et les transports publics*. Genève: actif-trafiC.
Disponible à l'adresse: https://www.actif-trafic.ch/media/3781/download?attachment=

ACTIF-TRAFIC, 2022. *Initiative Climat Urbain. À la rencontre des quartiers et communes concernées. Synthèse des besoins et demandes émanant des quartiers en matière de réaménagement des rues, végétalisation et modération du trafic*. Genève: actif-trafiC.
Disponible à l'adresse: https://www.actif-trafic.ch/media/3783/download?attachment=

ACTIF-TRAFIC, SURVAP (Association des habitant.e.s des Pâquis), VAE (Vivre aux Eaux-Vives), AHJ (Association des habitant.e.s de la Jonction), 2022. *Projet de «végétalisation express» en Ville de Genève*. Genève
Disponible à l'adresse: https://www.actif-trafic.ch/media/3961/download?attachment

ALBA, Dominique, BERTRAND, Frédéric, ALGIS, Maxime, LITOU, Marine, BEAUREGARD, Alain, BESSE, Marie-Thérèse, LAITHIER, Tristan, 2018. *Gérer autrement les eaux pluviales: une approche par bassins versants*. Paris: Apur.
Disponible à l'adresse: https://www.apur.org/fr/nos-travaux/gerer-autrement-eaux-pluviales-une-approche-bassins-versants

ALBA, Dominique, BLANCOT, Christiane, BERTRAND, Frédéric, GUILBAUD, Mélanie, JOUBERT, Willem, 2015. *Préservation et valorisation de la ressource en eau brute. Une gestion parisienne des eaux pluviales*. Paris: Apur.
Disponible à l'adresse: https://www.apur.org/fr/nos-travaux/preservation-valorisation-ressource-eau-brute-une-gestion-parisienne-eaux-pluviales

ALBA, Dominique, PELLOUX, Patricia, BEAUREGARD, Alain, BERTRAND, Frédéric, BESSE, Marie thérèse, sous la direction de RICHARD, Olivier, 2020. *Gérer les eaux pluviales à paris, atlas du potentiel par bassin versant*. Paris: Apur.
Disponible à l'adresse: https://www.apur.org/fr/nos-travaux/gerer-eaux-pluviales-paris-atlas-potentiel-bassin-versant

APAAR, OCEAU, OCEV, OCAN, Ville de Carouge, 2021. *Rapport de suivi de la tranchée de Stockholm rue Jospeh-Girard*. Genève: OCEau.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/eau-ville-tranchee-stockholm-rue-joseph-girard

BACHMANN, Frédéric, SEGUIN, Gaëtan, 2020. *Eau en ville. Vers un changement de pratiques*. Aqua & Gas n°7 2020.
Disponible à l'adresse: https://vsa.ch/wp-content/uploads/2022/06/FA_Bachmann_MidRes_Fr.pdf

BASE, ATM, OCEau, 2020. *Genève - eau en ville. Mandat pilote*. Genève: OCEau.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/eau-ville-mandat-pilote-quartier-grosselin

BEAUREGARD, Alain, BERTRAND, Frédéric, BESSE, Marie Thérèse, RICHARD, Olivier, 2020. *Gérer les eaux pluviales à Paris, Atlas du potentiel par bassin versant*. Paris: Atelier parisien d'urbanisme.
Disponible à l'adresse: https://www.apur.org/fr/nos-travaux/gerer-eaux-pluviales-paris-atlas-potentiel-bassin-versant

BOURGEOIS, Camille, 2022. *Wagon Landscaping ou la recherche du bon sens*. Espazium.
Disponible à l'adresse: https://www.espazium.ch/fr/actualites/wagon-landscaping-ou-la-recherche-du-bon-sens

CARETTA, M.A. A. MUKHERJI, M. ARFANUZZAMAN, R.A. BETTS, A. GELFAN, Y. HIRABAYASHI, T.K. LISSNER, J. LIU, E. LOPEZ GUNN, R. MORGAN, S. MWANGA, S. SUPRATID, 2022: Water. In: H.-O. PÖRTNER, D.C. ROBERTS, M. TIGNOR, E.S. POLOCZANSKA, K. MINTENBECK, A. ALEGRÍA, M. CRAIG, S. LANGSDORF, S. LÖSCHKE, V. MÖLLER, A. OKEM, B. RAMA (eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 551–712
Disponible à l'adresse: https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

GALABERT, Jean-Luc, 2022. *Comprendre les cycles hydrologiques et cultiver l'eau pour restaurer la fécondité des sols et prendre soin du climat*. Documentation ISI - Initiatives et Solutions Interculturelles. Version 2.
Disponible à l'adresse: https://interculturelles.org/project/cultiver-l-eau/

HASLER, Stefan, SICHER, Paul, 2021. *Projet «Ville éponge». Pour une gestion des eaux adaptée au climat en zone urbaine*. Aqua & Gas n°10 2021.
Disponible à l'adresse: https://vsa.ch/wp-content/uploads/2021/12/FA_Sicher_F_1021.pdf

JAILLALS NELLAZ, Martin, 2020. *Hanoï, ses petits cours d'eau urbains*, Openfield n°15
Disponible à l'adresse: https://www.revue-openfield.net/2020/07/01/hanoi-ses-petits-cours-deau-urbains/

MAIRIE DE PARIS, DIRECTION DE LA PROPRETÉ ET DE L'EAU, SERVICE TECHNIQUE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT, 2018. *Zonage d'assainissement de la ville de Paris*. Paris: Mairie de Paris.
Disponible à l'adresse: https://www.paris.fr/pages/le-plan-parispluie-5618

MÉTROPOLE DE LYON, 2022. *Livret technique. Les arbres de pluie*. Lyon: Métropole de Lyon.
Disponible à l'adresse: https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan/documentation-life-artisan/grand-lyon-livret-technique-les-arbres-de

NIESAR, Franziska, TREICHLER, Kilian, REGLI, Pascal, 2017. *Cas de croisements et largeur de chaussée*. Zurich: Mobilité piétonne Suisse.
Disponible à l'adresse: https://mobilitepietonne.ch/publications/fiches-dinformation-prises-de-position/

OCEAU, 2010. *Pluies genevoises. Intensité des pluies de la région genevoise. Directive IDF 2009*. Genève: OCEau.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/13223/annexe/2

OCEAU, *2020. Eau en ville. Gestion des eaux pluviales: vers un changement de pratiques ?*. Genève: OCEau.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/eau-ville-gestion-eaux-pluviales-changement-pratiques

OFEV/ARE, 2022: *Eau de pluie dans l'espace urbain. Fortes précipitations et gestion des eaux pluviales dans le contexte d'un développement urbain adapté aux changements climatiques.* Berne: OFEV et ARE. Connaissance de l'environnement n°2201.
Disponible à l'adresse: https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/publications-etudes/publications/eau-de-pluie-dans-l-espace-urbain.html

OFEV, 2018. *Quand la ville surchauffe. Bases pour un développement urbain adapté aux changements climatiques*. OFEV. Connaissance de l'environnement n°1812.
Disponible à l'adresse: https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/publications-etudes/publications/quand-la-ville-surchauffe.html

OFEV et al., 2020: *Changements climatiques en Suisse. Indicateurs des causes, des effets et des mesures*. Berne: OFEV, MétéoSuisse et NCCS
Disponible à l'adresse: https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/publications-etudes/publications/changements-climatiques-suisse.html

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE (DT), 2012. *La densité bâtie: un indice clé*. Genève: République et canton de Genève.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/densite-batie-autres-indicateurs-amenagement-rapport-etude

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE (DT), SERVICE CANTONAL DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (SCDD), GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, 2020. *Situation climato-écologique du canton de Genève: analyse climatique sur la base d'un modèle*. Genève: République et canton de Genève.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/analyse-climatique-guide-utilisateur-resume-etude-complete

RIPOLL, David, 2007. *Les revêtements de sol de la Vieille-Ville. Étude historique*. Genève: Ville de Genève, Unité de Conservation du patrimoine architectural. (non publié)

RIPOLL, David, 2012. *Pavé, caillou, ciment. Histoire matérielle du revêtement de sol à Genève*. Art + Architecture en Suisse n°2012.3 Pierre et béton, p.30.
Disponible à l'adresse: https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=kas-002%3A2012%3A63%3A%3A409

SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT KOMMUNIKATION, 2016. *Stadtentwicklungsplan Klima. KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Kommunikation.
Disponible à l'adresse: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_konkret.pdf

SCHLAEPFER, Martin, AMOS, Eric, ROBERT, Olivier, 2018. *Projet NOS-ARBRES - Synthèse pour les instances de décision*. Genève: GE-21, Ville de Genève, fonds G'Innove.
Disponible à l'adresse: http://www.ge21.ch/index.php/projets/nos-arbres

SONNETTE, Stéphanie, 2022. *Une Suze nature, s'il vous plaît!*. Tracés, espazium.
Disponible à l'adresse: https://www.espazium.ch/fr/actualites/une-suze-nature-sil-vous-plait

VILLE DE BIENNE, 2021. *Valorisation des quais de la Suze, Bienne. Rapport du collège d'experts*. Bienne: Ville de Bienne
Disponible à l'adresse: https://www.biel-bienne.ch/public/upload/assets/19809/Rapport%20final.pdf?fp=1662975018928

WAGON LANDSCAPING, 2021. *Le jardin des joyeux*. Openfield n°17, Juillet 2021
Disponible à l'adresse: https://www.revue-openfield.net/2021/07/06/le-jardin-des-joyeux/

Pages internet

APAAR, 2020. *Valorisation des quais de la Suze*. Page consultée le 29.04.2023
Disponible à l'adresse: https://apaar.ch/bie/

ÉTAT DE GENÈVE. *Cool City*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/cool-city

ÉTAT DE GENÈVE. *Noms géographiques du canton de Genève.* Page consultée à pluisuers reprises entre 04.2023-06.2023.
Disponible à l'adresse: https://noms-geographiques.app.ge.ch

ETH ZÜRICH. *e-pics*. Page consultée à pluisuers reprises entre 04.2023-06.2023.
Disponible à l'adresse: https://www.e-pics.ethz.ch/en/home_en/

FORÊT B. Méthode Miyawaki. *Une approche innovante*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: https://foret-b.ch/methode_miyawaki/

HEPIA, TETU. *Archives territoires et tissus urbains*. Page consultée à pluisuers reprises entre 04.2023-06.2023.
Disponible à l'adresse: https://www.architrave-hesge.ch/tetu

LANDEZINE. *Copenhagen Strategic Flood Masterplan*. Page consultée le 21.04.2023
Disponible à l'adresse: https://landezine.com/copenhagen-strategic-flood-masterplan-by-atelier-dreiseitl/

LYTT. *Tåsinge Plads*. Page consultée le 29.04.2023.
DIsponible à l'adresse: https://www.lytt.dk/projekter/tasinge-plads

OCEAU, 2021. *Eau en Ville - Tranchée de Stockholm à la rue Joseph-Girard (Carouge)*. Page consultée le 29.04.2023
Disponible à l'adresse: https://www.ge.ch/document/eau-ville-tranchee-stockholm-rue-joseph-girard-carouge

OFS, OCDE, 2019. *La population suisse, faits et chiffres*. Page consultée le 16.04.2023
Disponible à l'adresse: https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/fr/home/gesellschaft/bevoelkerung/die-bevoelkerung---fakten-und-zahlen.html

OPPLA. *Cloudburst Management Plan, Copenhagan*. Page consultée le 21.04.2023
Disponible à l'adresse: https://oppla.eu/casestudy/18017

SIG. *Le jet d'eau: un symbole riche en histoire*. Page consultée le 01.05.2023.
Disponible à l'adresse: https://ww2.sig-ge.ch/a-propos-de-sig/nous-connaitre/sites_expositions/jet_deau

SPONGE CITY FRIBOURG. Page consultée le 22.04.2023
Disponible à l'adresse: https://www.spongecity.ch

VILLE DE GENÈVE. *A Villereuse, un parking a été transformé en micro-forêt urbaine*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: https://www.geneve.ch/fr/actualites/villereuse-parking-ete-transforme-micro-foret-urbaine

VILLE DE GENÈVE. *Fontaines*. Page consultée le 05.05.2023.
Disponible à l'adresse: *https://www.geneve.ch/fr/themes/environnement-urbain-espaces-verts/monuments-fontaines-plaques/fontaines*

VILLE DE GENÈVE. *Micro-forêts urbaines*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: *https://www.geneve.ch/fr/themes/environnement-urbain-espaces-verts/ville-nature/arbres/micro-forets-urbaines*

VSA. *La « Ville éponge » comme outil de gestion de l'eau adaptée au changement climatique dans les zones urbaines*. Page consultée le 22.04.2023
Disponible à l'adresse: *https://vsa.ch/fr/la-ville-eponge/*

WAGON LANDSCAPING. *Asphalt Jungle*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: *https://www.wagon-landscaping.fr/asphalt-jungle/*

WAGON LANDSCAPING. *Jardin Joyeux - La Maladrerie - Aubervilliers*. Page consultée le 30.04.2023.
Disponible à l'adresse: *https://www.wagon-landscaping.fr/index-jardiner-la-ville#/joyeux/*

Bases légales, directives et planification

BACHMANN, Frédéric, MARTIGNAGO, Yvan, 2016. *Plan régional d'évacuation des eaux Lac rive gauche. Phase III - Plan d'actions*. Genève: Service de la planification de l'eau, République et Canton de Genève.
Disponible à l'adresse: *https://www.ge.ch/document/eau-plan-actions-du-pree-lac-rive-gauche*

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1987. *Loi d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 4 juin 1987* (LaLAT, L 1 30). 4 juin 1987

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1991. *Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991* (LEaux, RS 814.20). 24 janvier 1991

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1979. *Loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979* (LAT, RS 700). 22 juin 1979

CONFÉDÉRATION SUISSE, 1998. *Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998* (OEaux). 28 octobre 1998.

CONSEIL DE L'EUROPE, 2000. *Convention européenne du paysage*. Florence, 20 octobre 2000.

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, 1957. *Loi générale sur les zones de développement du 29 juin 1957* (LGZD, L 1 35). 29 juin 1957

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, 1961. *Loi sur les eaux du 5 juillet 1961* (LEaux-GE, L 2 05). 5 juillet 1961

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, 1929. *Loi sur l'extension des voies de communication et l'aménagement des quartiers ou localités du 9 mars 1929* (LExt, L 1 40). 9 mars 1929

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, OFFICE DE L'URBANISME (OU), DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE (DT), 2021. *Plan directeur cantonal 2030 mis à jour*. Genève: Département du territoire (DT).
Disponible à l'adresse: *https://www.ge.ch/document/plan-directeur-cantonal-2030-mis-jour*

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENÈVE, DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE (DT), SERVICE CANTONAL DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (SCDD), 2021. *Plan climat cantonal 2030, 2ème génération*. Genève: Service cantonal du développement durable (SCDD).
Disponible à l'adresse: *https://www.ge.ch/document/plan-climat-cantonal-2030-2e-generation-0*

VILLE DE GENÈVE, DÉPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DE L'AMÉNAGEMENT, 2020. *Plan stratégique de végétalisation 2030. Objectifs et mise en œuvre*. Genève: Service d'urbanisme.
Disponible à l'adresse: *https://www.geneve.ch/fr/actualites/plan-strategique-vegetalisation-2030-2030*

VILLE DE GENÈVE, SERVICE D'URBANISME, SERVICE AGENDA21 - VILLE DURABLE, 2022. *Stratégie climat de la Ville de Genève*. Genève: Service d'urbanisme.
Disponible à l'adresse: *https://www.geneve.ch/fr/actualites/dossiers-information/changement-climatique-geneve/strategie-climat*

Divers

BLOOMBERG, 2017. *Berlin is becoming a sponge city*. Youtube. 23 août 2017.
Disponible à l'adresse: *https://www.youtube.com/watch?v=uWjGGvY65jk&t=1s*

CÔTÉ JARDIN, 2023. *L'eau, le sol et l'arbre: les 3 mousquetaires au service de la nature en ville avec Gaétan Seguin*. RTS. 9 avril 2023.
Disponible à l'adresse: *https://pages.rts.ch/la-1ere/programmes/monsieur-jardinier/13893417-leau-le-sol-et-larbre-les-3-mousquetaires-au-service-de-la-nature-en-ville-avec-gaetan-seguin-09-04-2023.html?mediaShare=1*

MILLISON, Andrew, 2022. *How trees make water*. Youtube. 3 novembre 2022.
Disponible à l'adresse: *https://www.youtube.com/watch?v=oY8ds4BiG1A*

OCEAU, 2022. *Webinaire Eau en ville: présentation du projet Avenue du Mail de la Ville de Genève*. 23 juin 2022
Disponible à l'adresse: *https://www.ge.ch/document/eau-ville-video-du-webinaire-presentation-du-projet-avenue-du-mail-ville-geneve*

OCEAU, 2022. *Webinaire Eau en ville: présentation du projet rue des Rois de la Ville de Genève*. 20 octobre 2022
Disponible à l'adresse: *https://www.ge.ch/document/partage-experiences-eau-ville-webinaire-du-20-octobre-2022*

WORLD ECONOMIC FORUM, 2019. *This man is turning cities into giant sponges to save lives | Pioneers for Our Planet*. Youtube. 20 août 2019.
Disponible à l'adresse: *https://www.youtube.com/watch?v=U37gst79pGc*

TOMMOROW'S BUILD, 2021. *China is Building Sponge Cities to Fix Its Flood Problem.* Youtube. 17 août 2021.
Disponible à l'adresse: *https://www.youtube.com/watch?v=jursRm7mnQk*

Données cartographiques

CENTRE DE COMPÉTENCE DU SITG, 2023. *SITG, Le territoire genevois à la carte* [en ligne]. Décembre 2022 à Juin 2023 [consulté à plusieurs reprises].
Disponible à l'adresse: *https://ge.ch/sitg/*

OFFICE FÉDÉRAL DE TOPOGRAPHIE, 2023. *Swisstopo* [en ligne]. Décembre 2022 à Juin 2023 [consulté à plusieurs reprises].
Disponible à l'adresse: *https://www.swisstopo.admin.ch/fr/home.html*

NEXTGIS, 2023. *Catalogue de données* [en ligne]. Mars 2023 à Juin 2023 [consulté à plusieurs reprises].
Disponible à l'adresse: *https://data.nextgis.com/en/catalog/subdivisions*

Liste des figures

Liste des figures

Fig. 1
Simon Boudvin, 2021. Tiré de *Ailanthus altissima*. Une monographie située de l'ailante.

Fig. 2
OFEV. MétéoSuisse, 2020 *Changements importants du climat en Suisse basés sur des données d'observation.* OFEV, MétéoSuisse

Fig. 3
Carte personnelle réalisée avec les données cartographiques opendata SITG. *Écarts par rapport à la température moyenne nocturne à 04h00*. 2023

Fig. 4
SHIKLOMANOV Igor A., 1979. *The world's water cacle. Global precipitation, evaporation, evapotranspiration and runoff*. State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris)
Modification personnelle des couleurs

Fig. 5
Illustration personnelle. *L'interception de la pluie et la conduite dans le sol via la structure de l'arbre.* 2023

Fig. 6
Illustration personnelle. *La captation de l'humidité de l'air et la précipitation de l'eau au sol*. 2023

Fig. 7
Illustration personnelle. *Le processus d'évapotranspiration.* 2023

Fig. 8
© MAYS, Larry W. *Caniveau et bassin de sédimentation à Cnossos, Crète*
Modification personnelle des couleurs

Fig. 9
Une case à impluvium en Casamance, Sénégal. Source inconnue
Modification personnelle des couleurs

Fig. 10
Illustration personnelle. *Schéma de fonctionnement d'un impluvium.* 2023

Fig. 11
Rue du Paradis (aujourd'hui disparue, cette rue était vers le temple de la Madelaine) en galets avec caniveau central.
Image tirée de RIPOLL, David, 2012. *Pavé, caillou, ciment. Histoire matérielle du revêtement de sol à Genève*. Art + Architecture en Suisse n°2012.3

Fig. 12
Publicité pour l'asphalte de la maison Spinedi
Image tirée de RIPOLL, David, 2012. *Pavé, caillou, ciment. Histoire matérielle du revêtement de sol à Genève*. Art + Architecture en Suisse n°2012.3

Fig. 13
© L'odeur du café. *La renaissance du peuplier*. Lausanne Jardins 2019. BERNIER, Juliette, DESARZENS, Rémi, NETTI, Barbara, PAMINGLE, Jeremy.

Fig. 14
Illustration personnelle. *Collages d'articles de presse*. (source des articles: RTS). 2023

Fig. 15
Illustration personnelle. *Tableau de synthèse des politiques publiques, directives, normes et publication en lien avec la désimperméabilisation*. 2023

Fig.16
Département des travaux publics (DTP), 1948. *Zones et liaisons de verdure, Genève agglomération future. Annexe n°29 du Rapport général de la commission d'étude pour le développement de Genève.* DTP.

Fig. 17
Illustration personnelle sur la base des données SITG et du Plan stratégique de végétalisation 2030. *Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030*. 2023

Fig. 18
Illustration personnelle sur la base des données SITG et du Plan stratégique de végétalisation 2030. *Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030 sur la carte des îlots de chaleur*. 2023

Fig. 19
Illustration personnelle sur la base des données SITG et du Plan stratégique de végétalisation 2030. *Localisation des mesures du plan stratégique de végétalisation 2030 sur le «maillage vert» de Maurice Braillard*. 2023

Fig. 20
Ville de Genève, 2019. *Vision stratégique. Projeter en fonction des espaces de référence*. Plan stratégique de végétalisation.

Fig. 21
© actif-trafiC. *Photomontage d'une proposition de «végétalisation express» à la Jonction, Boulevard Saint-Georges*.

Fig. 22
© Ramboll Studio Dreiseitl. *Schéma d'évacuation des évènements extrêmes et toolbox des types d'intervention suivant la morphologie urbaine existante*.

Fig. 23
© Ramboll Studio Dreiseitl. *Projet de transformation d'une rue pour accueillir les évènements extrêmes*.

Fig. 24
© Sponge City Fribourg. *Illustration du principe de la ville éponge dans le quartier blueFACTORY à Fribourg.*

Fig. 25
© Stadtentwicklungsplan Klima. *Les principes d'adaptation climatique pour la ville*.

Fig. 26
© Ville de Paris. *Carte du zonage pluvial de Paris*.

Fig. 27
© Apur. *Potentiels de désimperméabilisation - déconnexion*.

Fig. 28
© Ville de Genève. *Illustration du projet de réaménagement de l'Avenue du Mail en cours d'étude*.

Fig. 29
© apaar. *Illustrations du projet de valorisation des quais de la Suze*.

Fig. 30
© Ville de Genève. *Illustrations du projet d'aménagement de la rue des Rois*

Fig. 31
© LYTT. *Illustrations schématiques des principes du projet Tåsinge Plads*.

Fig. 32
© GHB Landskabsarkitekter / Steven Achiam. *Tåsinge Plads*.

Fig. 33
© apaar. *Coupe technique de la tranchée d'infiltration et photos lors du chantier*.

Fig. 34
© Robert Perroulaz. *Les arbres plantés après quelques mois*

Fig. 35
Illustration personnelle. *Pieds d'arbre à la rue d'Italie*. 2023

Fig. 36
Illustration personnelle. *Pieds d'arbre à la rue Dancet*. 2023

Fig. 37
© Johannes Marburg. *Îlot végétalisé au CO Sécheron*.

Fig. 38
© Latitude Durable. *L'espace Rivière à la rue Boissonas*.

Fig. 39
© Forêt B. *La préparation du terrain avant plantation*.

Fig. 40
Illustration personnelle. *Première reprise après la plantation*. 2023

Fig. 41
© Wagon Landscaping. *Le parking juste après plantation et 5 ans après*.

Fig. 42
© Wagon Landscaping. *Asphalt Jungle*.

Fig. 43
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte de la perméabilité sur le territoire de la Ville de Genève, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 44
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte des vivants non humains sur le territoire de la Ville de Genève, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 45
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte des ICU sur le territoire de la Ville de Genève, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 46
Archives Territoires et tissus urbains (TeTu). *Le delta de l'Arve, période burgonde ~l'an 450*.

Fig. 47
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte de la nécessité de désimperméabilisation, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 48
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Localisation des périmètres d'analyse, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 49
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Ortophoto (2019) et périmètre d'étude Jonction, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 50
BGE, Centre d'iconographie genevoise. *Vue du Rhône et du quartier de la Coulouvrenière, au premier plan à droite Moulin Prélaz, Bains et Bâteau-lavoir*. 1852.

Fig. 51
ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz / Fotograf: Mittelholzer, Walter. *La Jonction et ses industries en 1925*. 1925.

Fig. 52
Illustration personnelle sur la base des archives TeTu et des données SITG. *Évolution de l'hydrographie à Genève.* 2023

Fig. 53
Archives TeTu. *Plainpalais et la Jonction en 1828, extrait de l'Atlas Mayer*.

Fig. 54
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Toponymie urbaine du rapport à l'eau à la Jonction*. 2023

Fig. 55
Illustration personnelle. *Structure urbaine et paysage de la Jonction, 1/7'500èème*. 2023

Fig. 56
Illustration personnelle. *Vue sur le falaise de la Bâtie depuis le Boulevard de Saint-Georges*. 2023

Fig. 57
Illustration personnelle. *Vue sur le cordon boisé de l'Arve depuis l'Avenue de Sainte-Clotilde*. 2023

Fig. 58
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Ortophoto (2019) et périmètre d'étude Eaux-Vives, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 59
ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Fotograf: Garcin, Auguste. *Le port marchand des Eaux-Vives vers 1875*. 1875.

Fig. 60
ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv/Stiftung Luftbild Schweiz / Fotograf: Mittelholzer, Walter. *La plage des Eaux-Vives en 1919*. 1919.

Fig. 61
Archives TeTu. *Les Eaux-Vives en 1777, extrait du plan de la Ville de Genève de Glot et Mayer*. 1777-1793.

Fig. 62
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Toponymie urbaine du rapport à l'eau aux Eaux-Vives*. 2023

Fig. 63
Illustration personnelle. *Structure urbaine et paysage des Eaux-Vives, 1/7'500è^{ème}*. 2023

Fig. 64
Illustration personnelle. *La rue de Montchoisy avec la perspective sur le cordon boisé du parc La Grange*. 2023

Fig. 65
Illustration personnelle. *La rue du 31 Décembre avec la perspective sur le lac et le Jura*. 2023

Fig. 66
Illustration personnelle sur la base des données SITG et SWISSTOPO. *Aléa ruissellement (hauteur d'eau), 1/7'500ème*. 2023

Fig. 67
Illustration personnelle. *Un érable sur le parking du Pré l'Évêque avec très peu de perméabilité et un sol piétiné et compacté*. 2023

Fig. 68
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Sols perméables et canopée, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 69
Illustration personnelle. *Coupe schématique d'un sous-sol urbain typique*. 2023

Fig. 70
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Composition du sous-sol urbain, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 71
Gertrude Trepper. *Genève, quartier des Eaux-Vives*. 1975

Fig. 72
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Emprise bâtie, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 71
Espazium, Eik Frenzel. *Les toitures jardinées de l'immeuble de la CODHA dans l'écoquartier de la Jonction.*.

Fig. 74
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Toitures plates, végétalisées et minérales, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 75
Illustration personnelle. *La rue de Montchoisy, une zone 20 dominée par la voiture*. 2023

Fig. 76
Illustration personnelle. *Coupe de principe d'une rue-voiture*. 2023

Fig. 77
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Occupation de l'espace public par la voiture, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 78
Illustration personnelle. *Le parvis de l'église de Sainte-Clotilde.* 2023

Fig. 79
Illustration personnelle. *Parvis du lieu nocturne Le Groove.* 2023

Fig. 80
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Domaine piéton, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 81
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Surfaces d'évacuation de l'eau dans les égouts, 1/25'000ème*. 2023

Fig. 82
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Surfaces de valorisation de l'eau de pluie, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 83
Illustration personnelle sur la base du guide Les arbres de Pluie, Lyon Métropole. *Transformation d'un pied d'arbre existant en arbre de pluie*. 2023

Fig. 84
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte du potentiel brut de valorisation de l'eau. Jonction, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 85
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte du potentiel de valorisation de l'eau sur le domaine publique et assimilé. Jonction, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 86
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte du potentiel brut de valorisation de l'eau. Eaux-Vives, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 87
Illustration personnelle sur la base des données SITG. *Carte du potentiel de valorisation de l'eau sur le domaine publique et assimilé. Eaux-Vives, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 88
Extrait de: Département des travaux publics (DTP), 1948. *Zones et liaisons de verdure, Genève agglomération future. Annexe n°29 du Rapport général de la commission d'étude pour le développement de Genève.* DTP.

Fig. 89
République et canton de Genève, 2021. *Plan de synthèse du plan directeur cantonal 2030*.

Fig. 90
Illustration personnelle. *Le site de projet comme maillon entre entité territoriale et maillage de quartier*. 2023

Fig. 91
Extrait de: Ville de Genève, 2019. Plan stratégique de végétalisation en ville. *Plan de synthèse des planifications en cours en Ville de Genève*.

Fig. 92
Ville de Genève, 2019. Plan stratégique de végétalisation en ville. *Secteur Eaux-Vives. Descriptif de l'état existant*.

Fig. 93
Illustration personnelle. Réduction du ruissellement par la perméabilisation du bassin versant. 2023.

Fig. 94
Illustration personnelle sur la base des données SITG et SWISSTOPO. *Aléa ruissellement secteur Eaux-vives, 1/7'500ème*. 2023

Fig. 95
Illustration personnelle. *Plan masse rue de Montchoisy, état existant*. 1/2000ème. 2023

Fig. 96
Illustration personnelle. *Zoom séquence A, état existant*. 1/750ème. 2023

Fig. 97
Illustration personnelle. *Zoom séquence B, état existant*. 1/750ème. 2023

Fig. 98
Illustration personnelle. *Zoom séquence C, état existant*. 1/750ème. 2023

Fig. 99
Illustration personnelle. *Zoom séquence D, état existant*. 1/750ème. 2023

Fig. 100
Illustration personnelle. *Zoom séquence E, état existant*. 1/750ème. 2023

Fig. 101
© CG concept. *Boulevard Pasteur, Paris (14ème)*

Fig. 102
Luc Schuiten, 2011. *Sao-Paolo, Synthèse 2100*.

Fig. 103.
Illustration personnelle. *Photomontage rue de Montchoisy, projet étape 1*. 2023.

Fig. 104.
Illustration personnelle. *Plan et principes de projet. Étape 1*. 1/2500ème 2023.

Fig. 105
Illustration personnelle. *Palette végétale. Étape 1*. 2023.

Fig. 106
Illustration personnelle. *Coupe de principe. Étape 1*. 1/200ème 2023.

Fig. 107
Illustration personnelle. *Zoom plan. Étape 1*. 1/500ème. 2023.

Fig. 108
Illustration personnelle. *Photomontage rue de Montchoisy, projet étape 2*. 2023.

Fig. 109
Illustration personnelle. *Plan et principes de projet. Étape 2*. 1/2500ème 2023.

Fig. 110
Illustration personnelle. *Système vivant et cycle local de l'eau*. 2023.

Fig. 111
Illustration personnelle. *Coupe de principe. Étape 2*. 1/200ème 2023.

Fig. 112
Illustration personnelle. *Zoom plan. Étape 2*. 1/500ème. 2023.

Fig. 113
Illustration personnelle. *Photomontage rue de Montchoisy, projet étape 3*. 2023.

Fig. 114
Illustration personnelle. *Plan et principes de projet. Étape 3*. 1/2500ème 2023.

Fig. 115
Illustration personnelle. *Coupe de principe. Étape 3*. 1/200ème 2023.

Fig. 116
Illustration personnelle. *Zoom plan. Étape 3*. 1/500ème. 2023.

Annexes

Liste des annexes

par ordre d'apparition

Annexe 1: *Intensité des pluies genevoises selon le temps de retour: tableau des valeurs*. Tiré de: *Pluies genevoises. Intensité des pluies de la région genevoise. Directive IDF 2009*. Genève: OCEau

Annexe 2: *Fiche 4.5 du plan climat Cantonal 2030*. 2021. DT, SCDD

Annexe 3: *Fiche 5.4 du plan climat Cantonal 2030*. 2021. DT, SCDD

Annexe 4: *Carte de nomenclature des quartiers de la Ville de Genève*. Illustration personnelle sur la base des données SITG.

Annexe 5: réduction planche de présentation du projet, étape 1 (format original A0)

Annexe 6: réduction planche de présentation du projet, étape 1 (format original A0)

Annexe 7: réduction planche de présentation du projet, étape 1 (format original A0)

Tableau des valeurs (intensités en [mm/h])

	T [an]	0.25	0.50	0.75	1	2	5	10	20	30	50
t [h]	t [min]										
	1	84.8	110	126	136	162	196	222	247	262	281
	2	74.6	97.8	111	121	144	175	198	222	235	252
	3	66.5	87.8	100	109	130	158	180	201	213	229
	5	54.7	72.8	83.4	90.9	109	133	151	169	180	193
	10	37.8	51.0	58.7	64.2	77.4	94.9	108	121	129	139
	15	28.8	39.2	45.3	49.6	60.0	73.8	84.2	94.6	101	108
	20	23.6	32.2	37.2	40.8	49.4	60.7	69.3	77.9	83.0	89.3
	30	18.1	24.5	28.3	31.0	37.4	45.8	52.3	58.7	62.4	67.1
1	**60**	11.6	15.4	17.7	19.3	23.2	28.3	32.2	36.1	38.3	41.2
2	**120**	7.35	9.70	11.1	12.0	14.4	17.5	19.8	22.2	23.6	25.3
4	**240**	4.67	6.09	6.92	7.51	8.93	10.8	12.2	13.6	14.5	15.5
6	**360**	3.58	4.64	5.26	5.70	6.76	8.16	9.21	10.3	10.9	11.7
8	**480**	2.97	3.83	4.33	4.69	5.54	6.68	7.54	8.40	8.90	9.53
12	**720**	2.27	2.91	3.29	3.56	4.20	5.04	5.68	6.32	6.70	7.17
18	**1080**	1.74	2.22	2.50	2.70	3.17	3.81	4.28	4.76	5.04	5.39
24	**1440**	1.44	1.83	2.06	2.22	2.60	3.12	3.50	3.89	4.12	4.40
48	**2880**	0.91	1.15	1.29	1.38	1.62	1.93	2.16	2.40	2.53	2.71
72	**4320**	0.70	0.87	0.98	1.05	1.22	1.45	1.63	1.80	1.91	2.03

Annexe 1: *Intensité des pluies genevoises selon le temps de retour.*
Tiré de: Pluies genevoises. Intensité des pluies de la région genevoise. Directive IDF 2009. Genève: OCEau.

Fiche 4.5



Prévenir et lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain

→ **2022 :** Consolidation des outils et des principes à partir de cas pilotes

2022 → 2030 : Intégration dans les outils de planification et mise en œuvre

Enjeux

Avec les changements climatiques, les vagues de chaleur devraient se multiplier, s'intensifier et se prolonger. Dans les villes, la densité des constructions et des infrastructures, le haut degré d'imperméabilisation des sols et l'aération restreinte engendrent des îlots de chaleur. Dans ces lieux, les températures diurnes et nocturnes sont nettement plus élevées que celles des zones rurales limitrophes relevées à la même heure du jour ou de la nuit (jusqu'à 7°C de différence selon les observations effectuées en Suisse). Ceci est dû notamment à l'absence de facteurs naturels de régulation de la température tels que la végétation, ainsi qu'à la forte densité des infrastructures urbaines qui absorbent l'énergie solaire sans la réfléchir.

Les températures élevées dues à ces îlots de chaleur, ainsi que la concentration de rejets polluants qu'elles favorisent, sont une contrainte plus grande pour les citadins, notamment pour les personnes les plus vulnérables (personnes âgées, nourrissons, malades, etc.) avec des risques accrus de décès prématurés ou encore de maladies cardio-vasculaires.

Les solutions positives à long terme concernent la qualité de l'environnement urbain : l'arborisation des espaces ouverts (objectif cible de 30 % de taux de canopée envisagé dans la stratégie cantonale d'arborisation), la végétalisation (toitures, façades, etc.), la préservation des sols naturels et la lutte contre l'imperméabilisation des sols, la gestion et la mise en valeur de l'eau en ville (voir fiche mesure 5.4), le choix de matériaux à faible capacité d'absorption et de stockage de la chaleur (voir fiche mesure 3.4), etc.

La Confédération mène une politique active dans ce domaine, il est du ressort du canton de décliner les différentes orientations qu'elle donne dans les nouveaux projets urbains mais aussi dans les projets de transformation du tissu bâti existant.

Description

- Finaliser, diffuser via le SITG et utiliser comme référence de tous les travaux les cartes issues de l'analyse climatique, qui identifient les points sensibles (îlots de chaleur) actuels et futurs selon les scénarios climatiques à l'horizon 2100 à Genève.
- Inscrire, dans le cadre de la prochaine adaptation du Plan directeur cantonal les principes à respecter pour prévenir et lutter contre les effets des îlots de chaleur : circulation de l'air, végétalisation (toitures, façades, etc.), création de zones ombragées, perméabilisation du sol, pénétrantes de verdure, eau en ville (triptyque Eau-Sol-Arbre), etc.
- Mener une analyse systématique de l'impact des projets de planification à toutes les échelles sous l'angle des ilots de chaleur et du confort climatique des usagers des espaces publics.
- Élaborer une série de fiches opérationnelles et des recommandations pour faciliter l'intégration de la thématique du microclimat urbain dans les projets d'aménagement du territoire à toutes les échelles de la planification territoriale à l'action localisée.
- Mettre en valeur et conforter le réseau des parcs et des fontaines sur le canton.
- Poursuivre le projet pilote Cool-City soutenu par la Confédération dans le cadre de son programme d'encouragement et l'intégration des principes qu'il porte dans les projets d'aménagement, et promouvoir l'expérimentation de techniques de rafraichissement sur des secteurs très chauds et dans la transformation des CO.
- Soutenir le renforcement des compétences des professionnels de l'aménagement pour réaliser des projets adaptés aux changements climatiques.
- Adapter les concours et les cahiers des charges des projets d'aménagement en intégrant un critère de maintien et/ou de développement d'oasis de fraicheur et de confort des usagers au regard du microclimat urbain.
- Intégrer systématiquement des spécialistes des microclimats urbains et des ingénieurs environnement dans les jurys de concours et de projets d'aménagement des espaces publics.

Effets induits

- Prévenir un excès de mortalité
- Amélioration de la qualité de vie
- Contribution à la préservation de la biodiversité (en ville) et au maintien d'un paysage de qualité
- Réduction du volume des eaux de ruissellement

Périmètre d'application

Canton de Genève en lien avec Grand Genève

Pilotage : OU (DT) – OCAN (DT) – SCDD (DT) / **Collaborations :** OCEau (DT) – OCEV (DT) – DPA (DT) – OCT (DI) – OCGC (DI) – OCBA (DI) – DIP – HEPIA – ISE (UNIGE) – Communes – FTI – Partenaires sociaux

Annexe 2: *Fiche 4.5 du plan climat Cantonal 2030. 2021. DT, SCDD*

Fiche 5.4

Renforcer les mesures liées au concept de l'Eau en Ville

→ **2023 :** Déploiement de la démarche Eau en Ville selon la feuille de route OCEau et mise à disposition des outils

→ **2030 :** Genève canton exemplaire en matière d'Eau en Ville

Enjeux

La manière dont les eaux de pluie sont gérées en milieu bâti devra être repensée en profondeur afin de faire face aux conséquences du changement climatique, notamment la modification du régime des précipitations.

Les mesures à mettre en place devront être résilientes et multifonctionnelles et devront permettre de faire face tant à des périodes prolongées de sécheresse qu'à des épisodes pluvieux intenses.

L'eau devra être intégrée dans les aménagements urbains pour les bénéfices qu'elle apporte en tant que ressource pour la biodiversité, en tant qu'élément structurant de l'espace (pour la gestion des eaux, le ruissellement de surface, le paysage, etc.) ainsi qu'en tant qu'élément contribuant à l'amélioration du confort thermique (évapotranspiration de la végétation, plans d'eau, accès à l'eau, fontaines, etc.).

Ces modifications de pratiques auront non seulement des conséquences positives sur l'environnement urbain, mais également plus globalement sur la qualité du lac et des cours d'eau et sur la disponibilité de la ressource.

À plus petite échelle, les particuliers devront être incités à recourir le plus possible à des mesures de gestion des eaux privilégiant la réutilisation et l'infiltration.

Description

- Élaborer une stratégie, un concept et/ou un guide de l'Eau en Ville en tirant les enseignements du mandat pilote « Eau en Ville » réalisé sur le secteur Grosselin du PAV.
- Intensifier l'accompagnement des projets urbains du point de vue de la politique publique de l'eau et privilégier une approche pluridisciplinaire et décloisonnée.
- Intensifier les collaborations avec le milieu académique et les partenaires institutionnels et professionnels.
- Prévoir le cas échéant des changements législatifs favorisant une meilleure gestion de l'eau en milieu urbain.

Effets induits

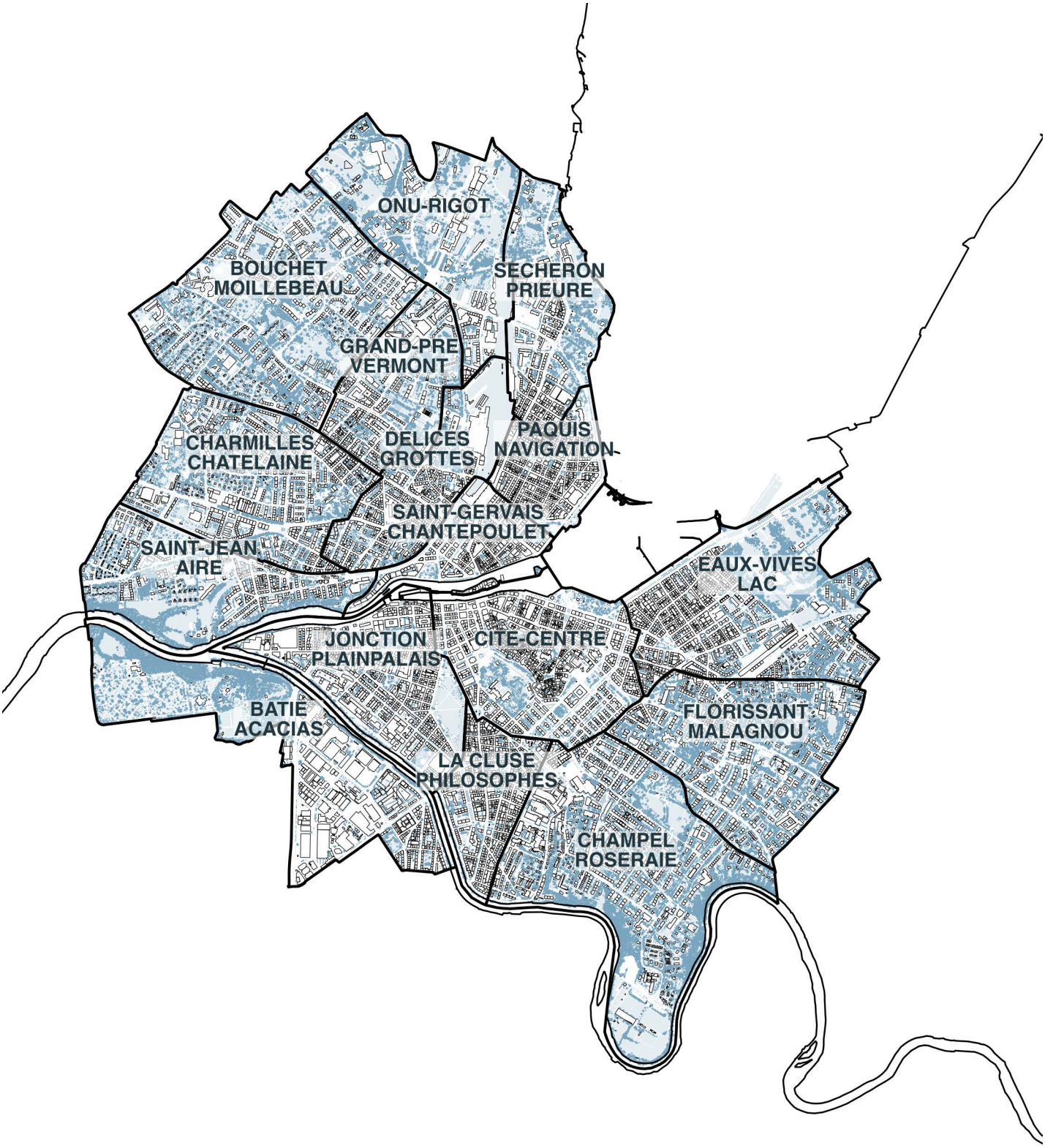
- Préservation de la ressource en eau.
- Préservation de la qualité des cours d'eau et de la biodiversité.
- Réduction des dommages corporels et/ou matériels (réduction du ruissellement de surface et meilleure gestion des inondations).
- Amélioration de la qualité de vie et du confort thermique (zones de fraîcheur, accès à l'eau).

Périmètre d'application

Canton de Genève

Pilotage : OCEau (DT) / **Collaborations :** OU (DT) – OCAN (DT)

Annexe 3: *Fiche 5.4 du plan climat Cantonal 2030. 2021. DT, SCDD*



Annexe 4: *Carte de nomenclature des quartiers de la Ville de Genève. Illustration personnelle sur les base des données SITG.*



Cercis canadensis
Gainier du Canada
résilient, résistant à la sécheresse et la chaleur, fixateur d'azote, mellifère



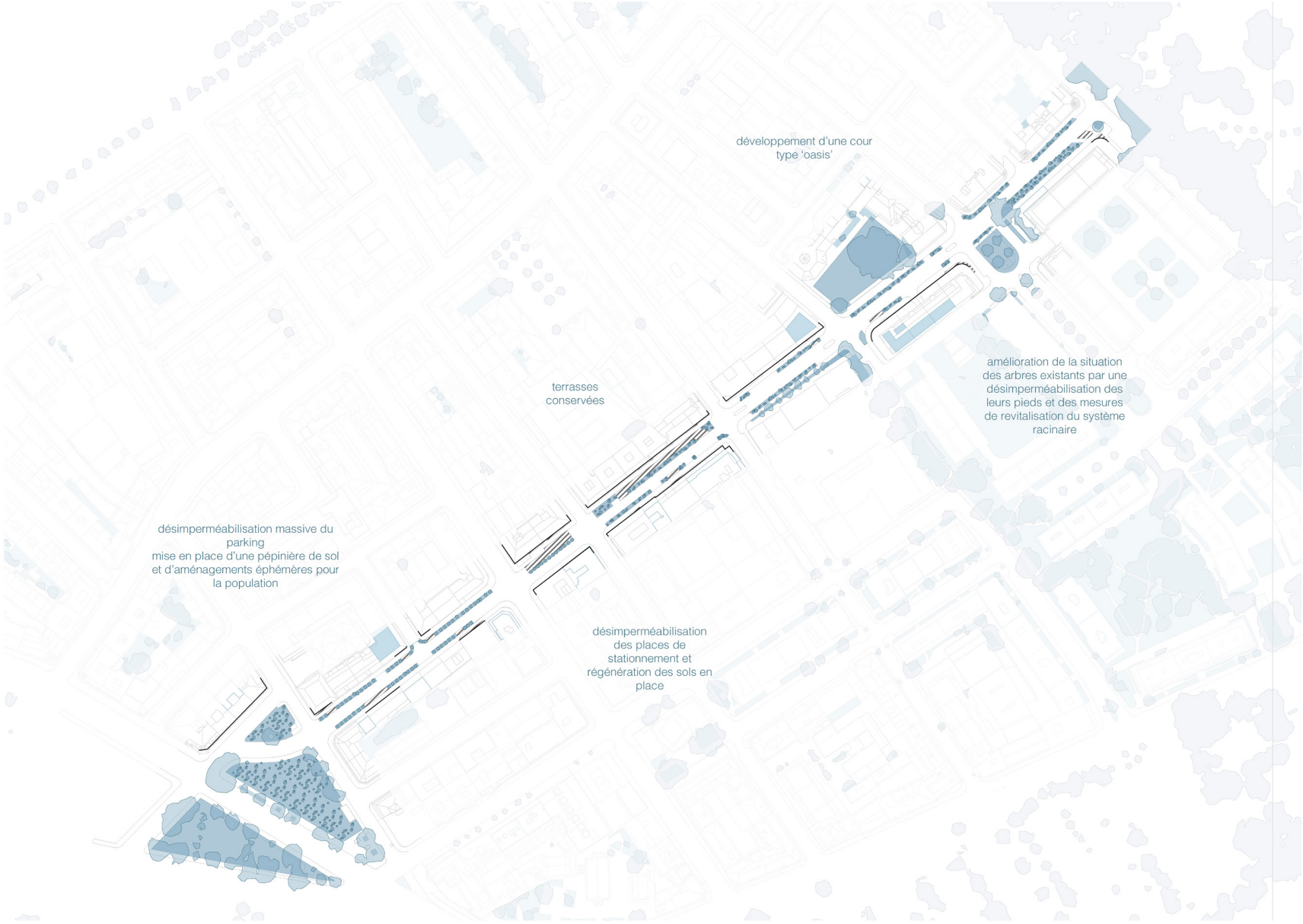
Vicia cracca
Vesce craque
résiliante, fixatrice d'azote



sécheresse et la chaleur, tolérant la pollution, fixateur d'azote, mellifère



Coupe de principe
étape 1
1/100ème



Plan masse
étape 1
1/1000ème

Reconquérir

complexité

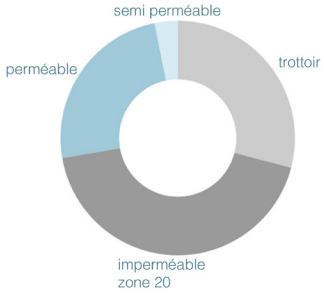
cohérence climatique

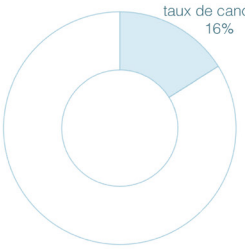
impact urbain

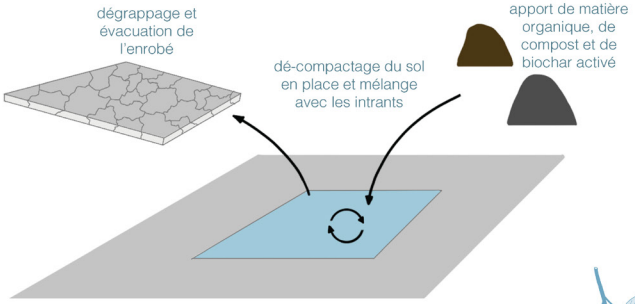
impact eau

bénéfices vivants















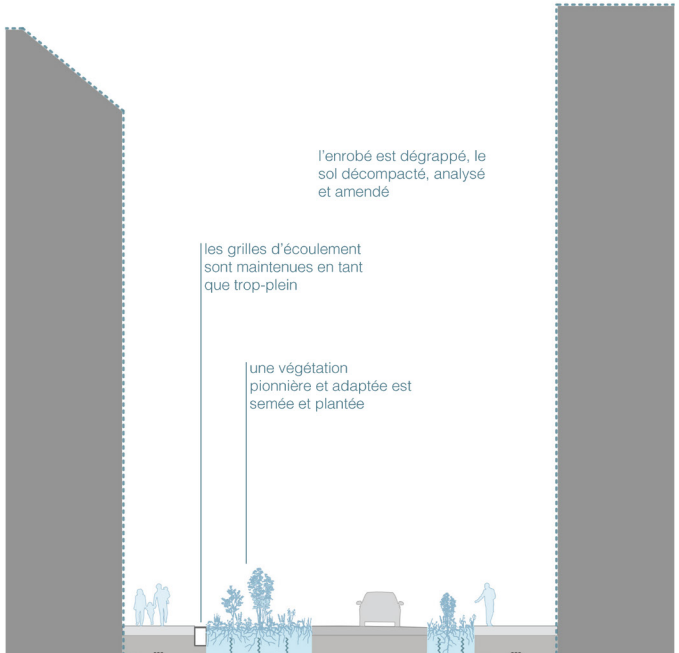














avant: la route coupe le trottoir

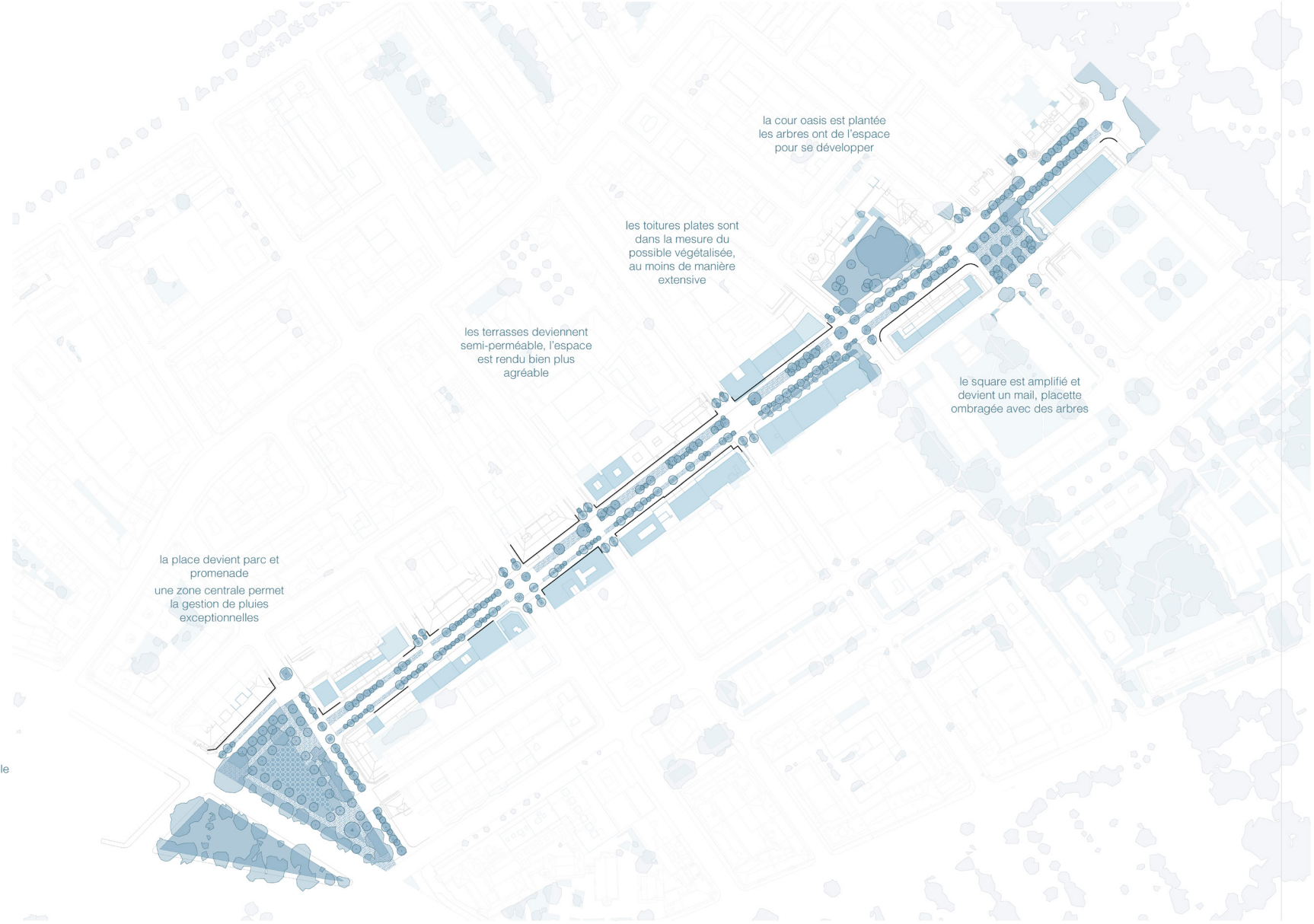
après: le trottoir coupe la route



disponibilité, captation et évapotranspiration de l'eau



Coupe de principe
étape 2
1/100ème



Plan masse
étape 2
1/1000ème

Pérenniser

complexité

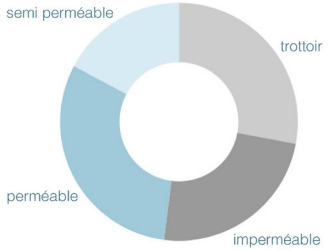
cohérence climatique

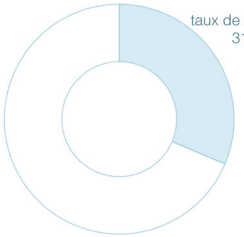
impact urbain

impact eau

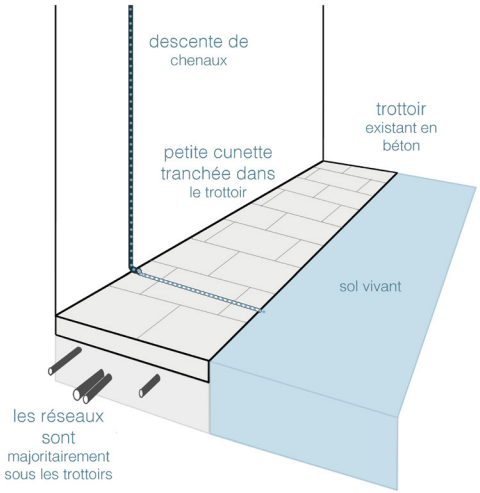
bénéfices vivants

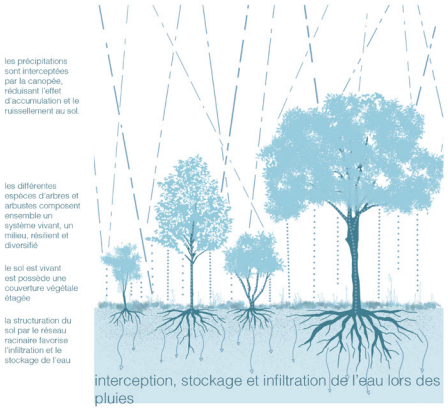






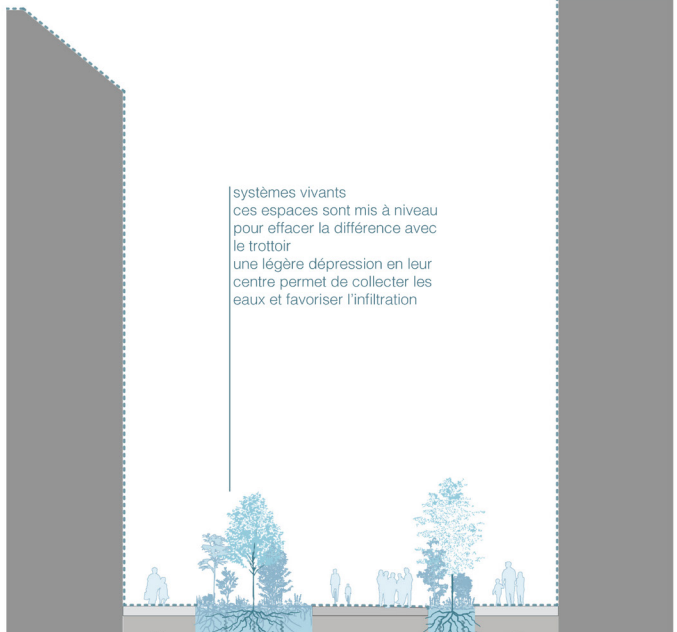
végétalisation des toitures plates



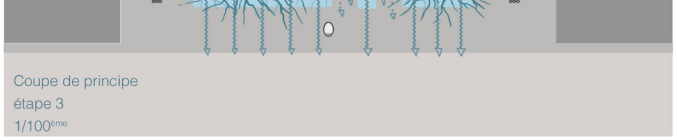


interception, stockage et infiltration de l'eau lors des pluies





extension dans le quartier



Coupe de principe
étape 3
1/100ème

la végétation est intensifiée
en extension des étapes
précédentes

des discontinuités dans les surfaces
plantées créent un rythme dans le
linéaire de la rue
ces ouvertures servent également
de place de travail pour les
pompiers en cas d'intervention

rez actif

sol vivant et
perméable

sol semi perméable

canopée

Plan masse
étape 3
1/1000ème

Intensifier

complexité

cohérence climatique

impact urbain

impact eau

bénéfices vivants



