



Cahier 1

COOL CITY

RAPPORT FINAL DE LA DÉMARCHE

Mars 2019 – juin 2023



Impressum

Pilotes

Etat de Genève

- Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN):
Patrik Fouvry et Yves Kazemi
Rue des Battoirs 7 – 1205 Genève
nature.ocan@etat.ge.ch
- Direction de la durabilité et du climat (DDC):
Rémy Zinder et Delia Fontaine
Rue des Gazomètres 7 – CP 36 – 1211 Genève 8
durabilite-climat@etat.ge.ch

Référent Confédération suisse

- Office fédéral de l'environnement (OFEV):
Guirec Gicquel

Partenaires

- Université de Genève (UNIGE): Martin Schlaepfer
- Hes-so\Genève, Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA): Reto Camponovo

Gestion de projet

- Latitude Durable: Maude Sauvain

Graphisme

- Chatty Ecoffey – atelier de graphisme

Site Web de la démarche

www.ge.ch/document/cool-city

FÉVRIER 2025

Pilote



Soutenu par



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Partenaires



**UNIVERSITÉ
DE GENEVE**

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

COOL CITY

- ▶ Identifier des mesures efficaces pour lutter contre les îlots de chaleur et maintenir des îlots de fraîcheur
- ▶ De la planification territoriale à l'action localisée, identification, tests et analyses de mesures de réduction de la chaleur urbaine ressentie à l'échelle des usagères et usagers de l'espace public

RAPPORT FINAL DE LA DÉMARCHE

Mars 2019 – juin 2023



Table des matières

1	Introduction	6
1.1	Contexte	7
1.2	COOL CITY – la démarche	7
1.3	Objectifs	8
1.4	Publics cibles	9
1.5	Structure du document	10
1.6	Périmètre et limites de la démarche	11
2	Stratégies climatiques fédérale et cantonale	12
2.1	Stratégie fédérale d'adaptation aux changements climatiques	13
2.2	Programme pilote « Adaptation aux changements climatique »	13
2.3	Plan climat cantonal 2030 – 2 ^e génération	16
3	COOL CITY	17
3.1	Ambitions	18
3.2	Spécificités	20
3.3	Des outils climatiques adaptés aux échelles	21
4	Bases climatiques	23
4.1	Augmentation des températures	24
4.2	Phénomène d'îlots de chaleur urbains	25
4.3	Température ressentie	27
5	Analyse climatique à l'échelle du canton de Genève	29
5.1	Cartographie de l'analyse climatique du canton de Genève	30
5.2	Méthodologie simplifiée UNIGE	31

6	Compréhension du microclimat urbain	32
6.1	Le microclimamètre	33
6.2	Facteurs d'influence diurnes et efficacité des mesures d'adaptation	34
6.3	Course solaire et étude d'ombrage	40
7	Recommandations et bonnes pratiques	41
7.1	Déployer les leviers d'action	42
7.2	Capitaliser sur les retours d'expérience de terrain des projets pilotes	47
8	Perspectives	49
8.1	COOL CITY: la fin d'une étape et une vision pour l'avenir	50
8.2	Neuf actions	51

Les livrables du rapport final de la démarche



1

Introduction



COOL CITY: une démarche transversale pour préserver
et renforcer les îlots de fraîcheur au service de la qualité
de vie de la population genevoise.

1.1 Contexte

Les zones urbaines suisses, dont Genève, subissent des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes et intenses dont les effets affectent la population. Cette situation soulève des préoccupations en matière de confort climatique et de santé publique incitant les collectivités à s'impliquer dans la prévention et la lutte contre les îlots de chaleur.

L'ensemble des instances publiques; la Confédération, les cantons et les communes, structurent leurs engagements par le biais de stratégies climatiques et de plans climat. Il s'agit de prendre des mesures et de mettre en œuvre des actions pour anticiper et réduire les effets négatifs des changements climatiques, notamment en milieu urbain.

1.2 COOL CITY – la démarche

La **démarche COOL CITY** – projet pilote du programme d'adaptation aux changements climatiques phase 2, porté par la Confédération, **allie une approche théorique et opérationnelle pour identifier des mesures efficaces pour préserver et renforcer les îlots de fraîcheur.**

COOL CITY a pour objectif de développer et combiner des approches théoriques et pratiques pour intégrer dans les outils de planification existants les enjeux liés à l'adaptation aux changements climatiques et les mesures pour y faire face. Cette démarche multidimensionnelle implique un nombre important d'actrices et d'acteurs et touche différents aspects du développement urbain.

Le canton de Genève et ses partenaires ont testé plusieurs approches en matière d'aménagement du territoire afin d'atténuer les effets attendus des changements climatiques. L'objectif était de mettre en œuvre des projets concrets sur le terrain. D'une part pour développer les connaissances en termes d'efficacité des mesures et d'autre part pour améliorer la qualité du confort thermique et du ressenti des usagères et des usagers dans l'espace public. Ces réalisations ont permis de sensibiliser la population et d'initier une nouvelle dynamique chez les professionnelles et les professionnels du développement urbain.

Ainsi, outre les progrès réalisés sur le plan de la connaissance et de la méthodologie, des améliorations concrètes ont été apportées en faveur du climat urbain grâce à la réalisation des 5 projets pilotes présentés dans le cahier 2:

- Espace public de Boissonnas: Du parking à l'oasis
- Cycle d'orientation de Sécheron: Oasis des cours d'école
- École primaire de Pont-Rouge: Une école jardin
- Goutte de Saint-Mathieu: Architecture et espaces publics
- Bus à haut niveau de service Genève-Vernier-Zimeysa (BHNS-GVZ): Confort climatique et mobilités

Ces projets ont été menés sur le périmètre cantonal, à diverses échelles. Ils ont mobilisé des outils climatiques variés et impliqué un nombre considérable d'actrices et d'acteurs.

«A07 – COOL CITY – Identifier des mesures efficaces pour lutter contre les îlots de chaleur et maintenir des îlots de fraîcheur – De la planification territoriale à l'action localisée, identification, tests et analyses de mesures de réduction de la chaleur ressentie à l'échelle des usagères et usagers de l'espace public».

 Cahier 2:
Projets pilotes

1.3 Objectifs

Ce rapport final COOL CITY poursuit trois objectifs:

1

Clôturer une étape de la démarche

Restituer et présenter de manière structurée les 4 ans de mise en œuvre de la démarche COOL CITY (mars 2019 – juin 2023) grâce au présent rapport de clôture de projet:

- ▶ Comment la démarche COOL CITY a participé, à l'échelle cantonale, à mieux considérer les enjeux de l'adaptation aux changements climatiques, jusqu'alors peu intégrés dans la planification territoriale ou l'aménagement des espaces publics?
- ▶ Quelles sont les mesures à mettre en œuvre dans les projets pour assurer un confort climatique aux usagères et usagers de l'espace public?

2

Renforcer l'intégration des mesures d'adaptation dans les processus de projet

Prendre du recul sur la démarche, en tirer de bonnes pratiques et **identifier les points d'entrée et les leviers dans les processus décisionnels pour faciliter la mise en œuvre de mesures d'adaptation climatique dans les projets.**

3

Pérenniser la démarche

La démarche COOL CITY est un point de départ pour créer une dynamique autour des enjeux de l'adaptation aux changements climatiques. Au-delà des conclusions de la démarche, ce rapport propose des **perspectives** pour assurer la continuité et renforcer l'intégration de ces enjeux à l'échelle cantonale.

- 1 Mettre en place une plateforme de coordination
- 2 Développer une certification COOL CITY
- 3 Mettre à jour les informations en ligne sur la démarche
- 4 Opérationnaliser l'analyse climatique à la demande
- 5 Développer une cartographie cantonale des îlots de fraîcheur
- 6 Renforcer l'intégration des enjeux du rafraîchissement nocturne
- 7 Affiner les modèles de calcul
- 8 Prévoir des formations et la réalisation d'un guide pour les collaboratrices et collaborateurs de l'Etat
- 9 Instaurer un partage d'expérience

Ce rapport présente l'ensemble des résultats de COOL CITY qui permettent aux responsables de projets de :

- Se rappeler les bases climatiques et les phénomènes associés
- Comprendre les outils climatiques à mobiliser, et plus spécifiquement l'analyse climatique et le microclimamètre, pour accompagner le développement des projets
- Mettre en œuvre un catalogue de mesures d'adaptation favorables au confort thermique des usagères et usagers des espaces publics.
- Définir l'efficacité des mesures selon des facteurs d'influence identifiés grâce à des projets pilotes

1.4 Publics cibles

Ce document s'adresse :

- Aux personnes concernées par la lutte contre les îlots de chaleur urbain, comme par exemple : professionnelles et professionnels de l'aménagement du territoire et du secteur de l'immobilier, urbanistes, architectes, architectes paysagistes, géographes, ingénieures et ingénieurs en environnement actifs dans les collectivités publiques ou dans le privé
- Au grand public intéressé par le sujet

1.5 Structure des documents

La synthèse de la démarche COOL CITY est structurée en plusieurs volets :

Cahier 1 – Démarche COOL CITY

- ▶ Connaître les bases de l'adaptation aux changements climatiques et leur ancrage institutionnel
- ▶ Comprendre la démarche COOL CITY
- ▶ Se familiariser avec les notions de l'analyse climatique et du microclimat pour savoir comment les appliquer à la bonne échelle de projet
- ▶ Prendre connaissance des résultats de la démarche
- ▶ Examiner les perspectives de la démarche et les modalités de sa mise en œuvre

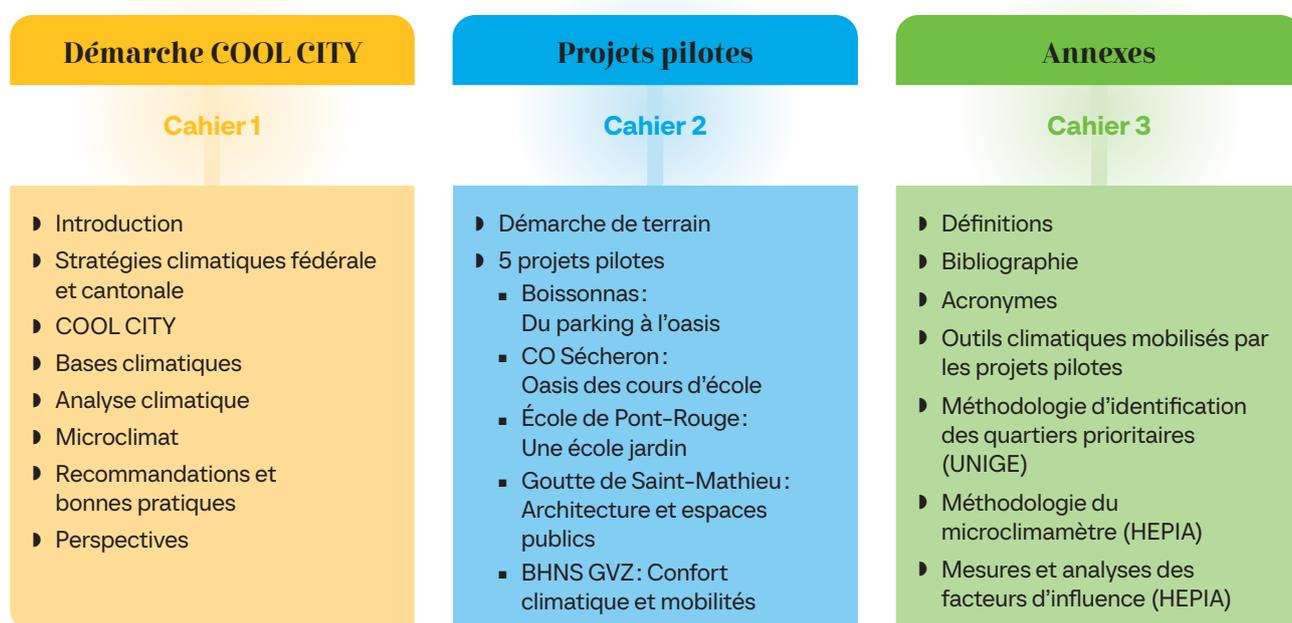
Cahier 2 – Projets pilotes

- ▶ Mettre l'accent sur les cinq projets pilotes qui ont abordé de manière distincte les enjeux et les leviers de l'adaptation aux changements climatiques
- ▶ Bénéficier d'un retour d'expérience

Cahier 3 – Annexes

- ▶ Mettre à disposition les définitions, une bibliographie et la liste des acronymes
- ▶ Apporter des précisions méthodologiques relatives aux projets pilotes
- ▶ Présenter les recherches scientifiques et les méthodologies d'analyses réalisées par les partenaires universitaires et des hautes écoles dans le cadre de la démarche COOL CITY
- ▶ Référencer l'ensemble des mesures réalisées sur le terrain par l'HEPIA

► Figure 1: Structure des livrables de la démarche COOL CITY



1.6 Périmètre et limites de la démarche

La démarche COOL CITY a été mise en œuvre sur une période de 4 ans durant laquelle d'autres projets se sont développés en parallèle à l'échelle cantonale. Des synergies et des complémentarités ont été tissées entre ces différentes initiatives, comme l'analyse climatique du canton de Genève. Cette dernière a été réalisée en même temps que la démarche COOL CITY et a été utilisée pour effectuer le diagnostic climatique des projets pilotes (→ Cahier 2).

Il est nécessaire de préciser que l'appréhension des enjeux d'adaptation aux changements climatiques est multiple et peut être structurée selon les 3 piliers du développement durable :

- ▶ **Économique** : par exemple le coût des mesures d'adaptation et celui de l'inaction, les pertes économiques, mais également les opportunités comme la recherche et l'innovation, etc.
- ▶ **Social** : par exemple la santé, les inégalités sociales, les conditions de vie dans un appartement ou un quartier, les conditions de travail, les personnes vulnérables, etc.
- ▶ **Environnemental** : par exemple la dégradation des écosystèmes et la perte de biodiversité, les menaces sur les services écosystémiques, etc.

L'adaptation aux changements climatiques nécessite des solutions globales et coordonnées et les politiques publiques doivent à la fois prendre en compte les impacts économiques, sociaux et environnementaux. Des approches intégrées sont nécessaires pour garantir que l'adaptation soit équitable et durable.

La démarche COOL CITY s'est concentrée sur son enjeu initial : identifier des mesures efficaces pour préserver et renforcer les îlots de fraîcheur au service du confort climatique des usagères et usagers des espaces publics. Ainsi, les 3 piliers de la durabilité ne sont pas au centre de l'approche méthodologique de la démarche ni traités de manière systématique, mais transparaissent dans le suivi et la mise en œuvre des projets pilotes (→ Cahier 2).

Finalement, l'adaptation aux enjeux climatiques nécessite une appréhension différenciée entre le jour (diurne) et la nuit (nocturne).

- ▶ De **jour**, les enjeux sont liés notamment à la température, au rayonnement solaire, à l'ombrage et aux activités humaines.
- ▶ De **nuit**, les enjeux sont liés particulièrement à la capacité de ventilation des espaces urbanisés et au refroidissement induit, notamment dans les logements.

Une adaptation efficace exige une compréhension fine de ces variations pour mieux répondre aux besoins spécifiques de chaque période et agir en conséquence. Les rythmes de vie actuels en Suisse, la gestion des horaires, les temps de vacances sont autant de modèles d'organisation de la société susceptibles d'évoluer pour s'adapter aux changements climatiques et notamment au réchauffement.

La démarche COOL CITY concentre son implication sur la période diurne et ne propose pas de mesures d'adaptation spécifiques pour la période nocturne (→ Chapitre 8 : Perspectives).



Cahier 2:
Projets
pilotes



Cahier 2:
Projets
pilotes

2

Stratégies climatiques fédérale et cantonale



Adaptation aux changements climatiques : comment la Suisse
et le canton de Genève abordent-ils cet enjeu ?

Grâce à un programme pilote dédié, la Confédération accompagne
le développement de projets novateurs, dont COOL CITY. À son échelle,
le canton de Genève élargit ses ambitions et leur mise en œuvre
avec un Plan climat qui passe à l'action !

2.1 Stratégie fédérale d'adaptation aux changements climatiques

En Suisse comme ailleurs, les changements climatiques entraînent des répercussions sur l'environnement, l'économie et la société. C'est pourquoi le Conseil fédéral a élaboré une stratégie et un plan d'action pour l'adaptation aux changements climatiques qui vise à minimiser les risques et les impacts, et à valoriser les opportunités.

La stratégie fédérale d'adaptation aux changements climatiques¹, adoptée le 2 mars 2012 par le Conseil fédéral, définit les objectifs et principes d'adaptation aux changements climatiques, à savoir:

- ▶ La Suisse exploite les opportunités offertes par les changements climatiques
- ▶ Elle minimise les risques liés aux changements climatiques, protège la population, les biens et les ressources naturelles vitales
- ▶ Elle augmente la capacité d'adaptation de la société, de l'économie et de l'environnement

Le plan d'action 2020 – 2025², adopté par le Conseil fédéral le 19 août 2020, précise la mise en œuvre opérationnelle de la stratégie avec un panel de 75 mesures.

2.2 Programme pilote «Adaptation aux changements climatiques»

Le climat évolue et notre pays doit s'y adapter. À cette fin, la Confédération, sous l'égide de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), a lancé, dès 2013, un programme pilote³ qui présente comment la Suisse peut concrètement s'adapter aux changements climatiques. Ce programme soutient des projets exemplaires et novateurs initiés par les cantons, les régions, les villes ou les communes qui mettent sur pied une politique d'adaptation aux changements climatiques. La mise en œuvre des projets est portée conjointement par des services, des collectivités publiques et des entreprises du secteur privé. Ce travail de concert entre autorités, milieux économiques et population apportent une réelle plus-value dans les solutions développées pour relever ce défi.

1 Adaptation aux changements climatiques en Suisse, Objectifs, défis et champs d'action, Premier volet de la stratégie du Conseil fédéral du 2 mars 2012, Office fédéral de l'environnement, 2012

2 Adaptation aux changements climatiques en Suisse, Plan d'action 2020–2025, Office fédéral de l'environnement, 2020

3 Adaptation aux changements climatiques, Programme Pilote, Office fédéral de l'environnement, 2013–2023, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/mesures/pak.html>, consulté en octobre 2024

Phase 1 et 2 du programme pilote de la Confédération

Le programme pilote « Adaptation aux changements climatiques » débute en 2013 avec une **première phase pilote** qui s'achève avec succès en 2017. Avec 31 projets réalisés, elle se conclut par la publication « *Impulsion pour une adaptation de la Suisse aux changements climatiques, Conclusion de 31 projets pilotes sur l'adaptation aux changements climatiques* »⁴. Une deuxième publication de référence, « *Quand la ville surchauffe, Bases pour un développement urbain adapté aux changements climatiques* »⁵, guide un urbanisme soucieux d'intégrer les enjeux de l'adaptation aux changements climatiques dans les planifications et les projets.

Une **seconde phase** du programme pilote d'adaptation aux changements climatiques est lancée en mars 2019. Elle intègre 50 projets dans toutes les régions du pays, dont celui du canton de Genève. Le programme pilote de la phase 2 fait émerger de nombreuses solutions pour l'adaptation aux changements climatiques en Suisse⁶. Les rapports de synthèse des différents projets pilotes apportent des réponses concrètes aux besoins d'adaptation des territoires, mais également des analyses intéressantes des bénéfices économiques induits par ces démarches pionnières. Deux publications concluent cette deuxième phase « *Impulsion pour une adaptation de la Suisse aux changements climatiques, Conclusions de 50 projets pilotes de la seconde phase du programme pilote adaptation aux changements climatiques* »⁷ et « *Solutions du programme pilote adaptation aux changements climatiques* »⁸.

COOL CITY est le projet A07 de cette deuxième phase de projets pilotes. Il s'intègre dans la thématique générale « Accentuation des fortes chaleurs ».

Synergies entre les projets pilotes de la phase 2

Le programme a permis de créer un réseau entre les actrices et acteurs des 50 projets impliqués dans la démarche. Par des rencontres annuelles et un lien entre les projets, des synergies se sont développées entre les personnes qui ont contribué au programme pilote. Genève a accueilli deux moments clés de partage : la rencontre annuelle du programme en 2021 et la Clim-Expo en 2022.

Rencontre annuelle du programme – 2021

Le 16 novembre 2021, au pavillon Sicli, Genève a accueilli l'évènement organisé par la Confédération « En visite à Genève : L'adaptation aux changements climatiques, une opportunité d'action pour des communes plus durables »⁹.

4 Impulsion pour une adaptation de la Suisse aux changements climatiques, Conclusions de 31 projets pilotes sur l'adaptation aux changements climatiques, Office fédéral de l'environnement, 2017

5 Quand la ville surchauffe, Bases pour un développement urbain adapté aux changements climatiques, Connaissance de l'environnement, No 1812: 109 S, Office fédéral de l'environnement, 2018

6 Adaptation aux changements climatiques, Programme Pilote, Connaissance acquises lors de la phase 2, 2023, Office fédéral de l'environnement, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/mesures/pak/projekte-phase2.html>, consulté en octobre 2024

7 Impulsion pour une adaptation de la Suisse aux changements climatiques, Conclusions de 50 projets pilotes de la seconde phase du programme pilote adaptation aux changements climatiques, Office fédéral de l'environnement, 2023

8 Solutions du programme pilote adaptation aux changements climatiques, Résumé phase 2, Office fédéral de l'environnement, 2023

9 Visites sur site : une deuxième édition réussie, Office fédéral de l'environnement, 2022, https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/nouvelles-et-evenements/newsdetail.html/fr/nccs/2022/02/site_visit_2.html, consulté en octobre 2024

Clim-Expo

«Clim-Expo – Faire comprendre et se préparer aux changements climatiques à l'échelle locale» – porté par la Maison de la Rivière, est un des 50 projets pilotes de la phase 2 (F.01). Ce projet pilote propose une exposition itinérante sur le climat accessible au grand public. Composée de plusieurs panneaux appelés totems, elle propose une courte ballade didactique qui offre des réponses et des explications sur les changements climatiques. Dans chacun des lieux où l'exposition s'installe, un panneau spécifique au lieu est réalisé.

L'exposition a pris ses quartiers à Genève d'octobre 2021 à février 2022. La Clim-Expo s'est déployée dans un premier temps dans la pépinière urbaine de Boissonnas (→ Cahier 2). Le totem dédié à Genève a été réalisé et posé en novembre 2021. Dès janvier 2022, l'exposition s'est implantée en un deuxième lieu stratégique, Rue David-Dufour, devant les locaux de l'administration cantonale de Genève, notamment des services de l'aménagement du territoire. L'objectif: informer et sensibiliser les actrices et acteurs de l'aménagement du territoire aux enjeux des changements climatiques et communiquer sur la démarche COOL CITY en cours.

Cahier 2:
Projets pilotes

Figure 2: Clim-Expo dans la pépinière urbaine de Boissonnas



© Latitude Durable

Et à Genève ?

Plan climat cantonal

La lutte contre les changements climatiques est un enjeu planétaire. Le canton de Genève n'est pas épargné et la qualité de vie de ses habitants en dépend. C'est pourquoi il assume ses responsabilités en prenant la juste mesure de son enjeu.

Après avoir décidé l'urgence climatique en décembre 2019, le Conseil d'Etat a décidé de renforcer les objectifs climatiques cantonaux. La stratégie climatique a ainsi été revue dans le cadre du plan climat cantonal 2030 - 2^{ème} génération adopté par le Conseil d'Etat le 14 avril 2021. Ce dernier comprend des objectifs ambitieux qui seront atteints grâce à des mesures concrètes et à l'implication de l'ensemble des acteurs du territoire (collectivités publiques, partenaires du secteur privé, ainsi que la population).

#GenèveClimate
Plus qu'un mot, une promesse. Genève 2030

SCAN ME

Réduire de 60% les émissions de gaz à effet de serre + Adapter le territoire aux changements climatiques = Plan climat cantonal 2030 - 2^{ème} génération

→ Neutralité carbone en 2050

Le plan climat est articulé en deux parties : une stratégie à l'horizon 2050 et un plan de mesures 2021 - 2023. Les défis à relever sont multiples et concernent plusieurs thématiques :

Réduction	Adaptation
<ul style="list-style-type: none"> Energie et bâtiments Mobilité Biens de consommation Aménagement du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> Espaces naturel / Biodiversité Santé Aménagement du territoire

Vu le contexte géographique et économique du canton, une coordination à l'échelle de l'agglomération du Grand Genève est essentielle pour atteindre les objectifs climatiques. La politique climatique s'inscrit dans le cadre de la transition écologique qui offre de nouvelles opportunités. Cette dernière génère une dynamique territoriale positive, elle crée des richesses locales et des emplois, elle favorise la réalisation de constructions durables, de circuits alimentaires courts, ou encore le développement d'une économie circulaire. Ainsi, ce plan climat nous donne les moyens de préserver notre qualité de vie, notre santé et notre environnement.

Plan climat cantonal
MARS 2021 - LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Figure 3: Extrait du totem genevois de la Clim-Expo

2.3 Plan climat cantonal 2030 2^e génération

À l'échelle genevoise, après avoir décrété l'urgence climatique en décembre 2019, le Conseil d'Etat décide de renforcer les objectifs climatiques cantonaux. Ces derniers définissent les lignes directrices¹⁰ suivantes:

- ▶ Réduire les émissions de gaz à effet de serre sur son territoire de 60 % d'ici 2030 par rapport à 1990 et viser la neutralité carbone pour 2050
- ▶ S'engager à maîtriser les conséquences des changements climatiques, leurs effets étant déjà perceptibles.

La stratégie climatique a ainsi été révisée dans le cadre du Plan climat cantonal 2030 – 2^e génération. Ce dernier comprend des objectifs ambitieux qui seront atteints grâce à des mesures concrètes et à l'implication de l'ensemble des actrices et acteurs du territoire (collectivités publiques, partenaires du secteur privé, population).

Le Plan climat cantonal 2030 – 2^e génération, se décline en deux parties:

- ▶ La 1^{ère} partie présente le contexte, les objectifs et les axes stratégiques à l'horizon 2030. Elle précise les objectifs visés, tant au niveau de la réduction des émissions de gaz à effet de serre que de l'adaptation aux changements climatiques.
- ▶ La 2^e partie présente les mesures à mettre en œuvre. Elle définit les actions concrètes nécessaires pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de 60 % d'ici 2030 et atteindre la neutralité carbone en 2050. Ces mesures considèrent non seulement la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais également l'adaptation aux changements climatiques et l'accompagnement des actrices et des acteurs notamment avec le site web « Mon climat, Genève agit pour le climat, agissons ensemble!¹¹ ».

▶ **Figure 4:**
Les clés du
Climat, Genève



**Clés
du Climat
Genève**

Sous l'angle de l'adaptation aux changements climatiques, le canton positionne clairement la prévention et la lutte contre les îlots de chaleur en milieu urbain au travers de la fiche 4.5. En ce sens, le projet COOL CITY s'inscrit dans la mise en œuvre de cette fiche et poursuit de manière opérationnelle les objectifs du Plan climat.

¹⁰ Plan climat cantonal 2030 – 2^e génération, adopté par le Conseil d'Etat le 14 avril 2021, République et canton de Genève, Département du territoire, 2021

¹¹ Mon climat, République et canton de Genève, Département du territoire, <https://www.ge.ch/teaser/mon-climat/mon-climat>, consulté en octobre 2024

3

COOL CITY



La démarche COOL CITY vise à identifier des mesures efficaces pour préserver et renforcer les îlots de fraîcheur. COOL CITY s'applique de la planification territoriale à l'action localisée, identifie, teste et analyse des mesures de réduction de la chaleur ressentie à l'échelle des usagères et usagers de l'espace public.

Quels sont les secteurs d'actions prioritaires ? Comment intégrer les enjeux d'adaptation aux changements climatiques dans les projets d'aménagement du territoire ? Quelles sont les mesures les plus efficaces pour assurer le confort climatique des espaces publics ?

Autant d'enjeux auxquels la démarche COOL CITY propose de répondre grâce à une méthodologie basée tant sur la théorie que sur des expériences de terrain.

3.1 Ambitions

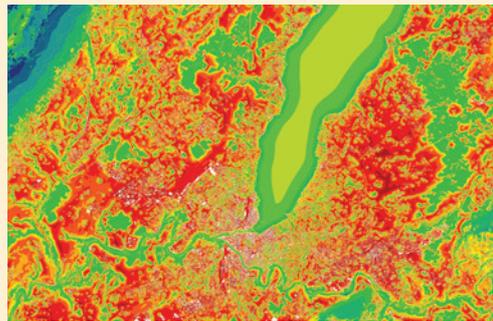
La démarche COOL CITY allie des approches scientifique et opérationnelle afin d'identifier des mesures permettant d'améliorer la qualité de vie des usagères et usagers des espaces publics et ainsi augmenter leur confort climatique.

COOL CITY poursuit **quatre objectifs** visant à réduire l'impact de la chaleur sur les usagères et usagers de l'espace public. Les réponses apportées à ces objectifs sont présentés dans le présent rapport de la démarche basé sur les retours d'expériences pour l'intégration du climat dans les planifications et projets d'aménagement du territoire.

1

Identifier les quartiers prioritaires pour la mise en place de mesures d'adaptation

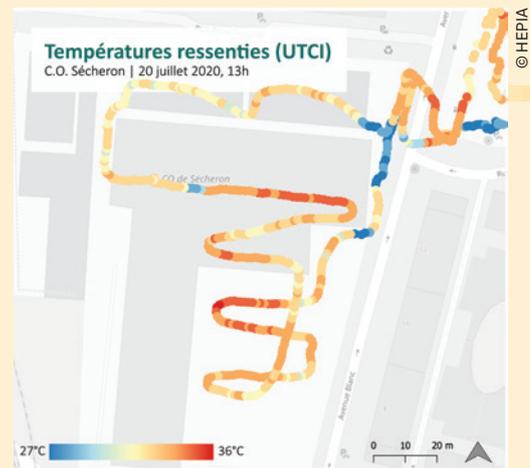
- ▶ Méthode scientifique reproductible réalisée par l'Université de Genève (Institut des sciences de l'environnement) (→ Cahier 1 et 3)
- ▶ Cartographie d'analyse climatique du canton de Genève comme référence à l'échelle cantonale (→ Cahier 1 et 3)



2

Définir un catalogue de mesures avec une caractérisation et une qualification de leur efficacité sur le confort thermique des usagères et usagers des espaces publics

- ▶ Relevés de terrain pour mesurer l'efficacité des mesures d'adaptation
- ▶ Liste de facteurs d'influence réalisée par l'HEPIA, à partir d'une synthèse de l'ensemble des relevés de terrain effectués (→ Cahier 1, 2 et 3)



3

Identifier les leviers d'action dans les outils de planification et les processus décisionnels permettant de faciliter la mise en place de mesures d'adaptation dans les projets d'aménagement

- ▶ Pistes et bonnes pratiques pour intégrer les mesures dans les outils de planification et projets à différentes échelles (→ Cahier 1)
- ▶ Mise en évidence de leviers d'action au travers de projets pilotes sur le territoire cantonal (→ Cahier 2)



© Latitude Durable

4

Développer un réseau interdisciplinaire sensibilisé à la thématique

- ▶ Amélioration des connaissances et sensibilisation des professionnelles et professionnels de l'aménagement du territoire aux enjeux de l'adaptation aux changements climatiques et du confort des usagères et usagers des espaces ouverts (→ Cahier 1)
- ▶ Présentation des bonnes pratiques et identification des solutions adaptées à la nature des projets pour une meilleure intégration des enjeux climatiques dans les projets d'aménagement du territoire (→ Cahier 1)



© Johannes Marburg

3.2 Spécificités

La démarche COOL CITY, qui aborde des enjeux novateurs tels que le confort thermique des piétonnes et piétons dans les espaces ouverts, a instauré une dynamique de travail alignée avec ses objectifs et ambitions. Elle s'appuie sur une gouvernance transversale et repose sur une approche qui intègre théorie et pratique.

Gouvernance

↪ Cahier 2:
Projets
pilotes

La **gouvernance de projet** adopte une dynamique participative à deux niveaux: la démarche COOL CITY et les projets pilotes (→ Cahier 2). Un large éventail d'intervenantes et d'intervenants, représentant divers domaines d'expertise, a été mobilisé pour établir une gouvernance de projet pluridisciplinaire. Cette coordination transversale a permis de développer les compétences et de partager les retours d'expérience ainsi que d'agir sur plusieurs thèmes essentiels pour l'acclimatation, tels que la végétalisation, l'eau, les surfaces et les bâtiments. Différents offices et services de l'administration cantonale (climat, nature, eau, sols, aménagement du territoire, instruction publique, gestion des bâtiments, etc.) et plusieurs communes (Lancy, Genève, Bernex, Meyrin, Vernier) ont été impliqués, à des niveaux différents, dans la démarche COOL CITY.

Cette gouvernance élargie offre des **opportunités de partage des connaissances et des bonnes pratiques**, accompagnées d'une sensibilisation collective des enjeux de l'adaptation aux changements climatiques. Cette sensibilisation ne se fait pas de manière générale (par des stratégies ou des plans climatiques), mais à travers la mise en œuvre concrète dans des procédures et des projets d'aménagement.

Théorie et pratique

↪ Cahier 2:
Projets
pilotes

La particularité de la démarche COOL CITY est de combiner une dimension **théorique et opérationnelle**. Le fait de mener en parallèle une réflexion scientifique (cartographie et relevés de terrain) et des projets pilotes confrontés à l'opérationnalisation des enjeux climatiques dans les processus et procédures d'aménagement du territoire en vigueur apporte une dimension pratique et pragmatique à la démarche.

En effet, le suivi de plusieurs projets pilotes genevois (→ Cahier 2) permet de se confronter rapidement à la **réalité du terrain**, de comprendre les mécanismes et d'identifier les leviers d'action concrets permettant de mieux intégrer les enjeux relatifs au micro-climat urbain.

Cette double approche ancre le statut de « projet pilote » de la démarche COOL CITY qui, par principe, **encourage l'expérimentation, l'innovation** et la gestion des risques associés, notamment le droit à l'erreur.

Confort thermique

La force de la démarche COOL CITY est l'intégration du **confort et du ressenti thermiques** des usagères et usagers dans l'espace public, par le relevé de terrain de l'effet tangible de la chaleur et de son rayonnement grâce à l'utilisation d'un microclimamètre portable. Cette technologie de mesure est utilisée en amont et en aval de certains projets pilotes (→ Cahier 2) pour mesurer l'efficacité des actions sur le ressenti à l'échelle humaine.

 Cahier 2:
Projets pilotes

3.3 Des outils climatiques adaptés aux échelles

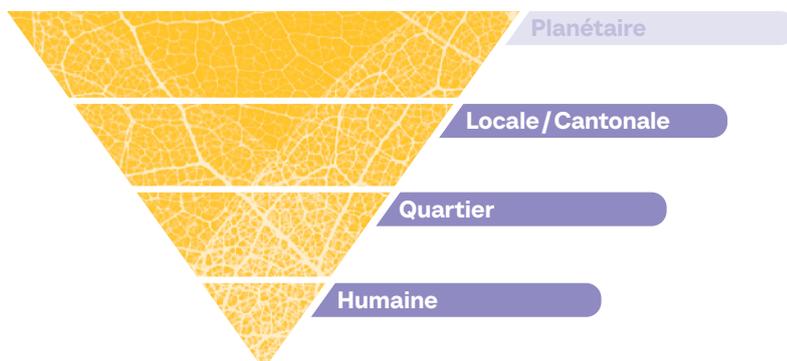
Le climat en général et l'adaptation aux changements climatiques en particulier doivent se comprendre au travers de différentes échelles de réflexion. En fonction de ces échelles, planétaire, locale/cantonale, de quartier ou humaine, les phénomènes climatiques en jeu peuvent être différents.

Une question fondamentale a guidé la démarche COOL CITY : **quels sont les outils climatiques à mobiliser à telle échelle de projet ou à tel stade de procédure d'aménagement pour intégrer de manière adéquate les enjeux de l'adaptation aux changements climatiques et ainsi maintenir et développer des îlots de fraîcheur** au service des usagères et usagers de l'espace public ?

Pour répondre à cette demande, il est nécessaire de partir de l'objectif final, le confort thermique à l'échelle humaine, c'est-à-dire celle des piétonnes et piétons et d'intégrer les échelles supérieures qui présentent des leviers d'action : le quartier et le canton.

Ainsi, la démarche COOL CITY se concentre sur les échelles suivantes :

► Figure 5 : Échelles climatiques

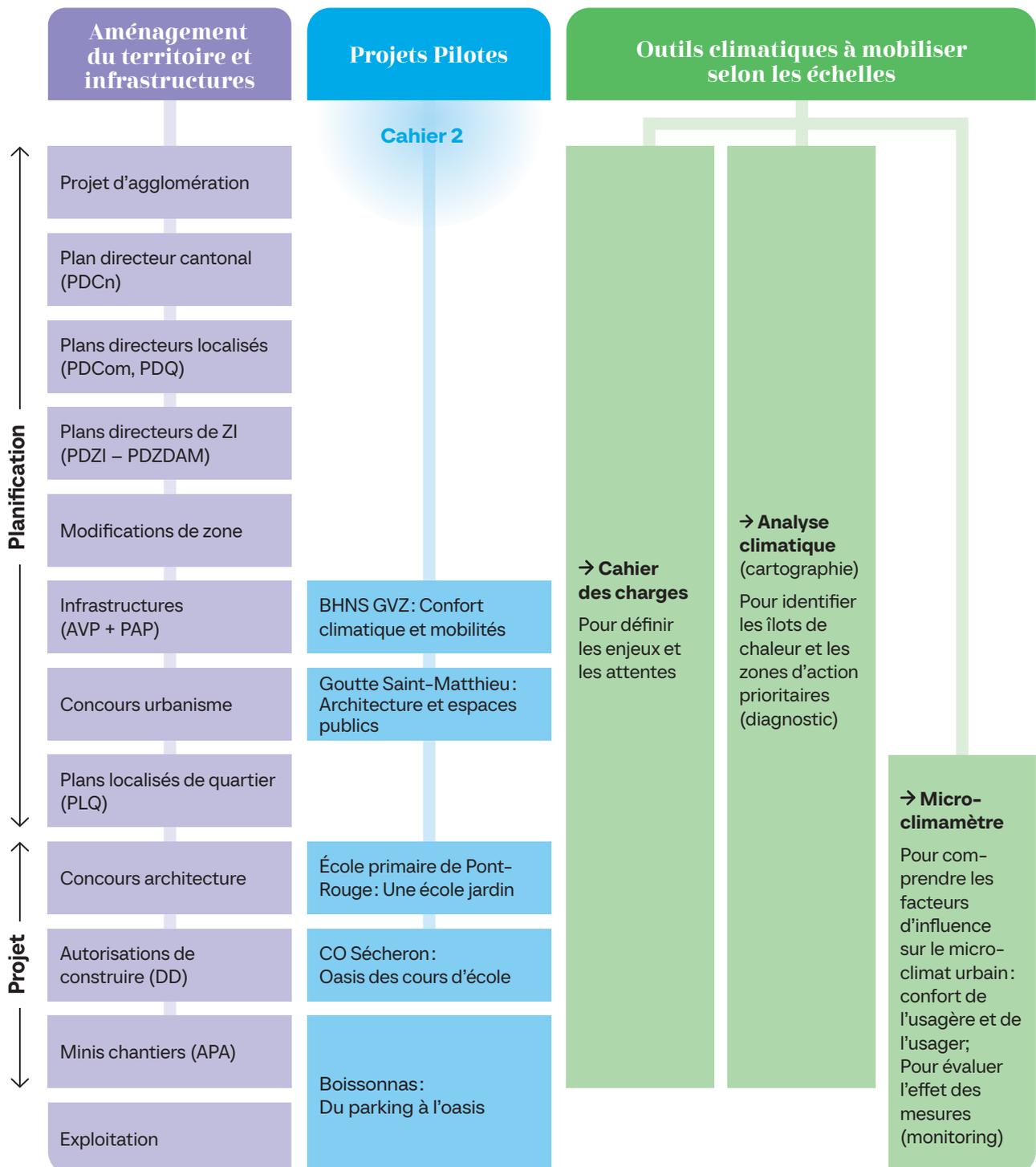


**Cahier 2:
Projets pilotes**

En ce sens, la démarche COOL CITY et les projets pilotes (→ Cahier 2) ont utilisé une palette variée d'outils pour appréhender l'adaptation aux changements climatiques dans différents contextes et échelles de travail, mais aussi selon les spécificités des différentes procédures d'aménagement du territoire.

La démarche COOL CITY a appréhendé l'intégration des enjeux climatiques en fonction des différentes procédures d'aménagement genevoises à travers 5 projets pilotes, qui ont permis de tester, de manière pratique, plusieurs outils climatiques et de proposer des mesures adaptées.

Figure 6: Correspondances entre les procédures d'aménagement, les projets pilotes et les outils climatiques





Bases climatiques



Îlots de chaleur, températures mesurées ou ressenties, confort climatique... autant de notions à définir pour intégrer les bons réflexes.

Certaines notions centrales permettent d'appréhender les enjeux du climat actuel ainsi que son évolution. En effet, pour lutter contre l'amplification de ces phénomènes et pour intégrer la composante climatique dans la planification urbaine, il est essentiel de comprendre les processus à l'œuvre dans nos villes en matière de réchauffement climatique.

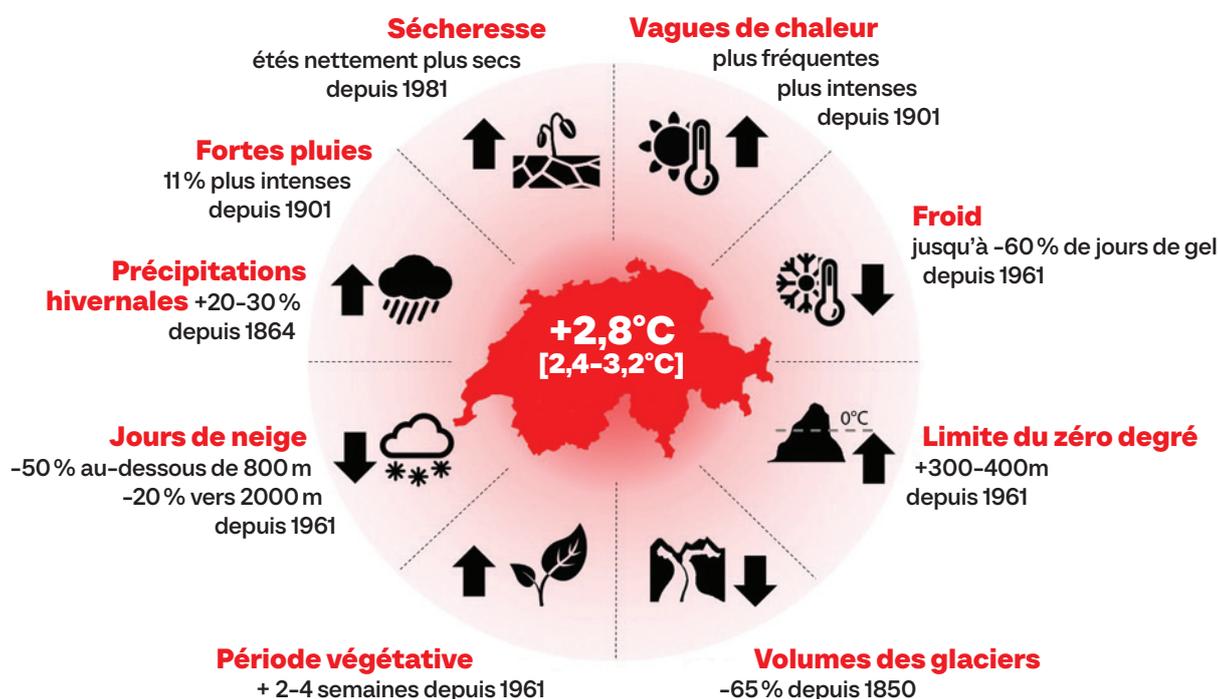
4.1 Augmentation des températures

Le climat change, à l'échelle mondiale et en Suisse. De nombreux indicateurs le prouvent de manière impressionnante et sans équivoque¹².

Si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter, l'incidence d'ici le milieu du siècle à l'échelle de la Suisse pourrait être une hausse des températures moyennes de 2,4 à 3,5°C par rapport à aujourd'hui¹³, avec de multiples conséquences: étés secs, épisodes de fortes précipitations, augmentation des journées tropicales et hivers peu enneigés plus fréquents¹⁴.

En Suisse, la température moyenne de l'air est déjà supérieure d'environ 2,8°C à la moyenne de la période préindustrielle (1871-1900). Ce réchauffement est bien plus prononcé que la moyenne mondiale, qui se situait à environ 1,3°C en 2024¹⁵ et ce réchauffement s'est accéléré de manière notable depuis les années 1980. La Suisse se réchauffe 2 fois plus vite que la moyenne mondiale.

► **Figure 7: Changements importants du climat en Suisse basés sur des données d'observation – OFEV / MétéoSuisse (2020), mises à jour et adaptées**



12 Changement climatique, Office fédéral de météorologie et de climatologie, <https://www.meteosuisse.admin.ch/climat/changement-climatique.html>, consulté en octobre 2024

13 Changement climatique, Office fédéral de météorologie et de climatologie, <https://www.meteosuisse.admin.ch/climat/changement-climatique.html>, consulté en octobre 2024

14 CH 2018, Scénarios climatiques pour la Suisse, Office fédéral de météorologie et de climatologie, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/changement-climatique-et-impacts/scenarios-climatiques-suisse.html>, consulté en octobre 2024

15 Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/changement-climatique-et-impacts/scenarios-climatiques-suisse/evolution-du-climat-observee-en-suisse.html>, consulté en octobre 2024

Les scénarios de réchauffement climatique publiés en novembre 2018 par Météo-Suisse (National Center for Climate Services CH2018) permettent de comprendre les évolutions des températures selon 3 scénarios principaux définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)¹⁶. À noter que ces scénarios climatiques sont en cours de mise à jour¹⁷.

Figure 8 : Scénarios climatiques au niveau mondial

Scénarios RCP (Representative Concentration Pathways)	Définition	Conséquences sur l'évolution des températures moyenne de l'air (année de référence 1850)		
		2035	2060	2085
RCP 8.5	Pas d'atténuation des changements climatiques = quantité de gaz à effet de serre émise très importante en constante augmentation	+ 1,5 °C	+ 2,6 °C	+ 4,6 °C
RCP 4.5	Atténuation limitée des changements climatiques = quantité de gaz à effet de serre émise moyenne	+ 1,3 °C	+ 2 °C	+ 2,4 °C
RCP 2.6	Atténuation conséquente des changements climatiques = quantité de gaz à effet de serre émise relativement faible avec une baisse immédiate des émissions	+ 1,2 °C	+ 1,3 °C	+ 1,3 °C

La Suisse ayant déjà observé une augmentation des températures de 2,8 °C (cf. figure 7), elle se réchauffe encore plus rapidement que le scénario RCP 8.5 en dépassant déjà actuellement les prédictions de 2060.

4.2 Phénomène d'îlots de chaleur urbains

L'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) correspond à la **différence de température de l'air entre une zone urbaine et ses environs ruraux et forestiers**. Cette différence de température « ville-campagne » est plus importante la nuit, ce qui témoigne de la difficulté de la ville à dissiper la chaleur accumulée durant la journée en raison du manque d'aération et de dégagement. Les matériaux urbains stockent la chaleur la journée, laquelle peine à se libérer par manque de ventilation urbaine de nuit : c'est le facteur prépondérant de l'îlot de chaleur urbain. De jour, peu de différences de température sont constatées et la température est rendue relativement homogène par le brassage de l'air.

¹⁶ GIEC, <https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>, consulté en octobre 2024

¹⁷ Climat CH2025, Office fédéral de météorologie et de climatologie, <https://www.meteosuisse.admin.ch/portrait/recherche-et-collaboration/projets/2023/climat-ch2025.html>, consulté en octobre 2024

Plusieurs facteurs influencent l'ICU et sont tous en lien avec les caractéristiques des milieux urbains¹⁸ :

- ▶ Les propriétés des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries et autres infrastructures
- ▶ L'occupation du sol (sols minéralisés, absence de végétation)
- ▶ La morphologie urbaine (voies de circulation importantes, « rugosité » urbaine diminuant la convection, etc.)
- ▶ Le dégagement de chaleur issu des activités humaines (moteurs, systèmes de chauffage et de climatisation, etc.)

Il est nécessaire de considérer ces facteurs d'influence des températures diurnes et nocturnes dans les réflexions menées sur les enjeux d'aménagement en milieu urbain.

L'effet d'îlot de chaleur est avéré dans la zone urbaine du canton de Genève. Il peut atteindre 7,7°C de nuit avec des différences marquées selon les portions de territoire¹⁹.

Les températures élevées dues à ces îlots de chaleur affectent le confort, voire la santé de la population. Pour les personnes les plus vulnérables, atteintes de maladies cardiovasculaires ou respiratoires, les risques d'aggravation des symptômes et de décès prématurés sont accrus.

Il existe une confusion courante entre les phénomènes « d'îlots de chaleur intra-urbains » et l'effet « d'îlot de chaleur urbain » (ICU), qui s'appliquent à deux échelles différentes ;

- ▶ L'îlot de chaleur intra-urbain, ou **microclimat urbain**, se réfère aux conditions climatiques spécifiques qui se forment à l'intérieur d'une zone urbaine en raison des caractéristiques propres à l'environnement bâti et aux activités humaines
- ▶ L'ICU est un phénomène à l'échelle d'une ville / d'une agglomération (tel que décrit précédemment)

Les mesures pour limiter leur progression et leurs effets sont différentes.

La démarche COOL CITY, de par la diversité de ses échelles d'influence, travaille plus spécifiquement à la mise en œuvre de mesures qui auront une efficacité sur le microclimat urbain (espace public). Sur le long terme, la multiplication de ces actions localisées doit également permettre un impact (notable) sur l'effet d'ICU.

COOL CITY et les cahiers qui présentent la démarche utilisent les termes d'îlot de chaleur et de microclimat comme l'expression du microclimat urbain.

¹⁸ Îlots de chaleur: Agir dans les territoires pour adapter les villes au changement climatique, CEREMA, <https://www.cerema.fr/fr/actualites/ilots-chaleur-agir-territoires-adapter-villes-au-changement>, consulté en octobre 2024

¹⁹ Analyse climatique du canton de Genève, Cartographies à l'attention des actrices et acteurs de l'aménagement du territoire, Guide d'utilisateur, République et canton de Genève, Département du territoire, 2021

4.3 Température ressentie

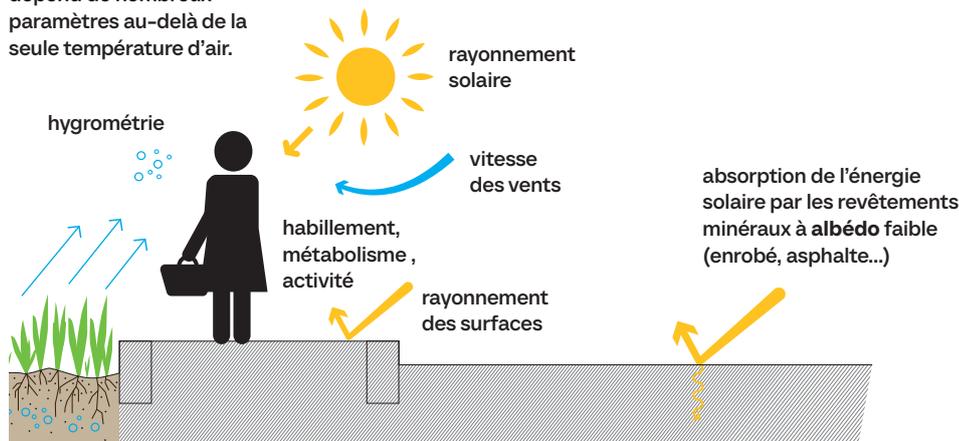
Les facteurs qui influencent la perception de la température sont nombreux et varient entre le jour et la nuit. Ils sont particulièrement importants dans le cadre de la démarche COOL CITY, car le focus proposé porte sur le confort climatique des espaces publics dont la composante principale est justement le ressenti.

De jour, au-delà de la température de l'air, les facteurs qui influencent la perception de la température par l'être humain sont notamment les suivants (voir figure ci-après) :

- ▶ Le rayonnement solaire et celui des surfaces
- ▶ Le niveau d'albédo des surfaces au sol (indirectement lié à la sensation de chaleur) et également sur les façades des bâtiments
- ▶ Les vents
- ▶ La présence d'eau ou d'ombre

▶ Figure 9: Facteurs d'influence de la température ressentie

Le ressenti thermique dépend de nombreux paramètres au-delà de la seule température d'air.



Deux indicateurs permettent de mesurer la température ressentie : la température physiologique équivalente (PET, pour physiological equivalent temperature) et l'index universel de confort thermique (UTCI).

Température physiologiquement équivalente (PET)

La PET est un indice du bien-être thermique d'un individu qui découle de paramètres météorologiques. En combinant la température et l'humidité de l'air, la vitesse du vent et les flux de rayonnement solaire, la température physiologique équivalente caractérise la charge thermique ressentie par l'organisme. Les propriétés physiologiques du corps humain sont aussi prises en considération pour le calcul, en plus des variables d'environnement. L'âge des personnes, leur habillement et le type d'activité sont variables dans le calcul et la modélisation de la PET. Par rapport à des indices comparables, la PET offre l'avantage d'être plus facile à comprendre, grâce à l'unité en degrés Celsius (°C) «équivalents» et d'être devenue un standard, de sorte que les valeurs peuvent être comparées à celles d'autres villes. Il est important de préciser qu'avant toute comparaison, les variables du modèle utilisé doivent être connues pour assurer la pertinence de la comparaison puisque chaque être humain est différent et soumis à des facteurs d'influence variés. La PET va des valeurs de «stress extrême de froid» à «stress extrême de chaleur²⁰» comme présenté dans la figure ci-dessous.

► **Figure 10: PET, sensation thermique et niveau de stress thermique**

Sensation thermique		Niveau de stress thermique
Très froid	4°C	Stress de froid extrême
	8°C	
	13°C	
	18°C	
Confortable	20°C	Pas de stress thermique
	23°C	
	29°C	
	35°C	
Extrêmement chaud	> 41°C	Stress de chaleur extrême

Index universel de confort thermique (UTCI)

De manière similaire à la PET, l'UTCI est un indice qui porte sur la température équivalente à la sensation de chaleur. L'UTCI est un indice permettant d'évaluer la température ressentie par une personne dans un environnement thermique complexe. Il intègre les grandeurs physiques telles que la vitesse du vent l'humidité, le rayonnement de son environnement proche et solaire et la température de l'air. Cet indice permet ainsi de prendre en compte l'ensemble des échanges thermiques entre l'être humain et son environnement en extérieur.

20 Analyse climatique du canton de Genève, Cartographies à l'attention des actrices et acteurs de l'aménagement du territoire, Guide d'utilisateur, République et canton de Genève, Département du territoire, 2021

5

Analyse climatique à l'échelle du canton de Genève



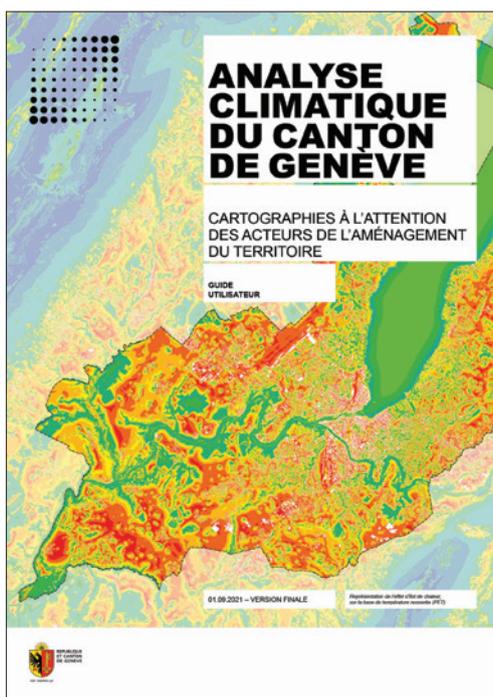
Quels sont les secteurs du canton soumis aux plus fortes chaleurs aujourd'hui et dans le futur? Quels sont les périmètres où la mise en œuvre de mesures d'adaptation aux changements climatiques est prioritaire? L'analyse climatique du canton met à disposition des cartes qui sont un outil précieux pour établir un diagnostic climatique, étape essentielle dans la définition de mesures d'adaptation répondant aux enjeux spécifiques du contexte d'un projet.

5.1 Cartographie de l'analyse climatique du canton de Genève

Les cartes climatiques²¹ (disponibles librement sur le portail du système d'information du territoire genevois (SITG))²², développées par la Direction de la durabilité et du climat (DDC), s'inscrivent dans une démarche globale, guidée par le Plan climat cantonal 2030.

Grâce à une compilation de données météorologiques, climatiques, géographiques et physiologiques, les cartes climatiques mettent notamment à disposition la température ressentie (PET) tant actuellement que dans des projections futures. Cette analyse climatique permet d'identifier les zones problématiques et celles importantes à protéger pour maintenir la capacité de la ville à se rafraîchir et préserver le confort de la population, de jour comme de nuit.

► **Figure 11:**
Guide utilisateur
de l'analyse
climatique
du canton
de Genève²³



Les différentes cartes produites font l'objet d'une réflexion poussée qui précise les axes d'intervention et d'amélioration, tant dans les tissus bâtis existants que dans les nouveaux projets. L'analyse des cartes permet de tirer de précieux enseignements sur le climat genevois actuel et futur, de différencier les portions du territoire en fonction de leur charge thermique et de leur importance bioclimatique, mais aussi d'estimer l'impact des développements urbains prévus sur le territoire cantonal.

Les cartes climatiques constituent ainsi un outil adapté et efficace, sur lequel les aménagistes des milieux bâtis doivent s'appuyer pour proposer des projets résilients et adaptés au réchauffement climatique. Il est impératif de développer le réflexe d'utiliser les cartes climatiques durant la conception de projets de développement urbain de toutes tailles, comme un **diagnostic climatique**, afin de se donner les moyens de bien comprendre la situation climatique et bioclimatique de la zone dans laquelle on se trouve. En plus du guide utilisateur de l'analyse climatique (ci-contre), l'Etat de Genève met à disposition un guide à l'attention des porteuses et porteurs de projet offrant une méthodologie pour favoriser la prise en compte des questions d'adaptation aux changements climatiques, le plus en amont possible, dans toutes les planifications et réalisations²⁴.

21 Cartes bioclimatiques Genève, République et canton de Genève, Département du territoire, <https://www.ge.ch/actualite/cartes-bioclimatiques-geneve-18-12-2020>, consulté en octobre 2024

22 Cartes climatiques du canton de Genève, SITG, République et canton de Genève, Département du territoire, <https://ge.ch/sitg/actualites/analyse-climatique-du-canton-de-geneve>, consulté en octobre 2024

23 Analyse climatique du canton de Genève, Guide utilisateur, République et canton de Genève, Département du territoire, 2021, <https://www.ge.ch/document/23298/telecharger>

24 <https://www.ge.ch/document/adaptation-climatique-projet-urbain>, consulté en octobre 2024

La compréhension de ces cartes est un levier essentiel à l'intégration des enjeux climatiques dans la conception des projets. Elles offrent :

- ▶ Une cartographie de l'état existant et futur
- ▶ Une mise en évidence de l'évolution des différents paramètres
- ▶ Une analyse du périmètre d'intervention et de son contexte
- ▶ Une base pour développer un projet qui réponde aux enjeux d'aujourd'hui, mais surtout de demain

Développées en parallèle de COOL CITY, ces cartes ont été utilisées dans le cadre de la démarche dès leur mise à disposition, en 2020. De manière générale, la réalisation et la mise à disposition publique des cartes, du rapport technique et du guide utilisateur visent à améliorer le niveau de connaissance et de compréhension des questions climatiques à l'échelle du canton, notamment l'effet de l'ICU. Pour le projet COOL CITY, elles constituent une base de données importante pour comprendre le contexte climatique général et spécifique des projets pilotes. Les 5 projets pilotes présentés dans la démarche (→ Cahier 2) ont tous utilisé cette grille de lecture du contexte climatique pour identifier les enjeux actuels et à venir.

 Cahier 2:
Projets
pilotes

5.2 Méthodologie simplifiée UNIGE

Avant la mise à disposition publique des cartes de l'analyse climatique, une question restait entière : comment identifier et cartographier les quartiers les plus exposés aux enjeux du réchauffement climatique. Dans le but de permettre à un maximum de collectivités de bénéficier de cartes climatiques, l'Université de Genève a développé une méthodologie simplifiée pour les produire.

Ce travail de recherche a pour objectif de permettre à n'importe quelle ville suisse de réaliser une cartographie d'inconfort thermique et, ainsi, d'être à même d'identifier rapidement les quartiers où des mesures d'atténuation des effets indésirables des îlots de chaleur sont prioritaires.

Le canton de Genève n'a pas mobilisé cette méthode simplifiée puisqu'une analyse climatique poussée a été réalisée en parallèle de la démarche COOL CITY. L'approche simplifiée propose une régression linéaire qui estime le confort thermique (PET) sur la base de mesures publiquement disponibles ou relativement facile à obtenir (LCZ, albedo, NDMI et LST). Cette approche permet d'identifier approximativement les zones les plus inconfortables dans d'autres villes pour autant que leur morphologie et climat ressemble à ceux de Genève. La méthode est disponible dans le manuscrit de la publication scientifique déposé sur EarthArXiv²⁵ ainsi que dans l'annexe du présent rapport (→ Cahier 3).

 Cahier 3:
Annexes

25 <https://doi.org/10.31223/X5JQ5H>, consulté en janvier 2025

6

Compréhension du microclimat urbain



L'analyse et la compréhension du contexte territorial sont des données de base qui influencent directement le développement d'un projet d'aménagement.

De manière similaire, pour l'adaptation aux changements climatiques, le contexte du périmètre d'intervention – le microclimat – doit être analysé pour permettre aux porteuses et porteurs de projet de choisir la ou les mesures d'adaptation les plus cohérentes.

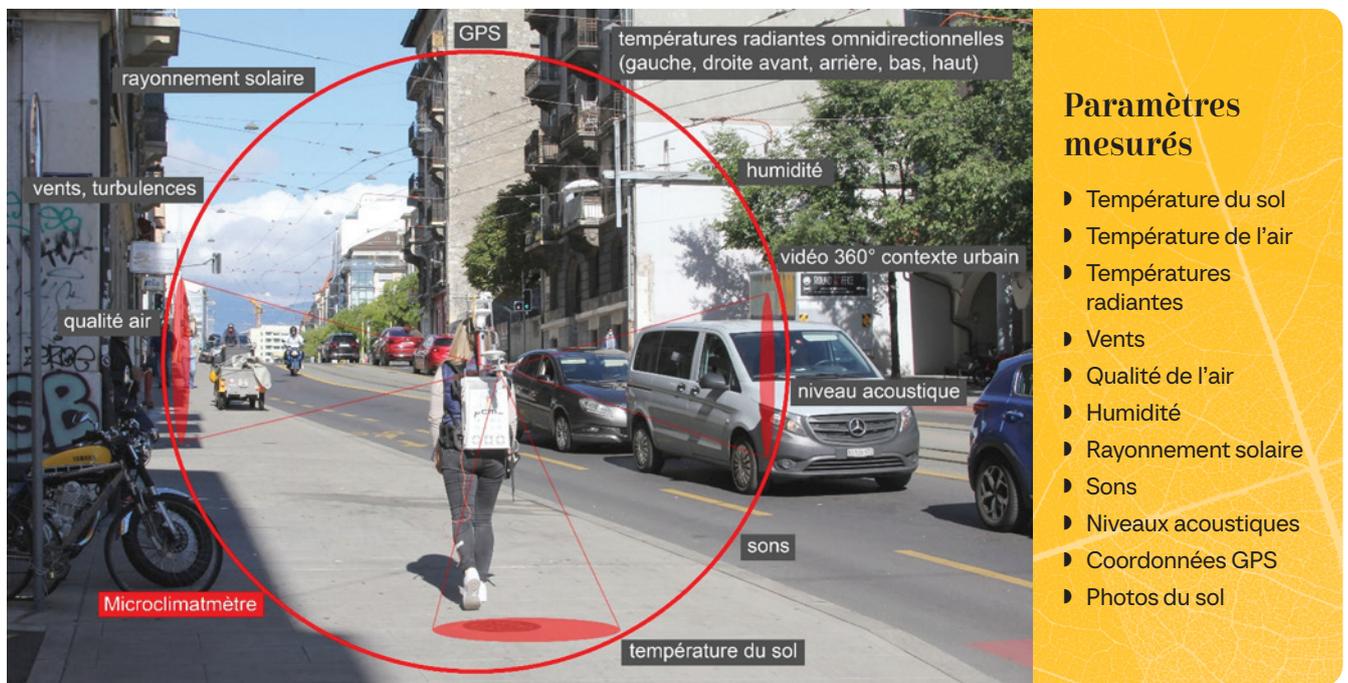
Ce chapitre restitue les résultats des relevés de terrain effectués avec le microclimamètre et présente l'efficacité des mesures d'adaptation sur le confort climatique des piétonnes et piétons.

6.1 Le microclimatmètre

Développé par HEPIA, le microclimatmètre²⁶ est un appareil qui mesure le ressenti microclimatique des piétonnes et piétons. Il référence un ensemble de paramètres de l'espace urbain, afin d'étudier le comportement de l'environnement selon différents facteurs ainsi que l'évolution des températures mesurées et ressenties en période de fortes chaleurs. Il permet de réaliser un diagnostic in situ d'un espace ouvert et d'affiner les données issues de la cartographie de l'analyse climatique.

Les mesures sont relevées lors de parcours réalisés à pied. Elles permettent d'enregistrer divers paramètres physiologiques, climatiques, ou de l'environnement proche et de définir sur cette base la température ressentie par les piétonnes et piétons. Les paramètres mesurés sont mis en évidence et listés ci-après.

Figure 12: microclimatmètre



À partir de ces mesures, sont également calculés :

- ▶ L'indice universel du climat thermique (UTCI)
- ▶ La moyenne des températures radiantes (MRT)
- ▶ La température physiologique équivalente (PET)

Le microclimatmètre est composé de différents capteurs de mesures qui sont calibrés pour assurer la fiabilité des données mesurées (→ Cahier 3).

 Cahier 3:
Annexes

²⁶ Dispositif de mesure développé par le LECEALEEA (Laboratoire Environnement, Climat, Énergie et Architecture, au sein de HEPIA).

6.2 Facteurs d'influence diurnes et efficacité des mesures d'adaptation

Lors de la conception d'un quartier ou de l'aménagement d'espaces publics, il est essentiel de prendre en compte les enjeux relatifs au confort climatique des usagères et usagers en les analysant de manière anticipée et pertinente à l'échelle du microclimat urbain.

Au-delà d'outils, il s'agit de comprendre les phénomènes qui influencent les températures et le confort climatique des usagères et usagers de la ville. **Un projet se développe en prenant en compte une multitude de facteurs et le (micro) climat doit devenir l'un d'entre eux.** Que ce soit dans un contexte de requalification de zones en mutation ou pour de nouveaux aménagements, de bons réflexes peuvent être intégrés dans la conception des projets, pour assurer la réalisation d'espaces de qualité et qui participent de manière générale à la résilience et l'adaptation du canton aux changements climatiques.

Dans le cadre de la démarche COOL CITY, le microclimat a été pris en considération autant pour les 5 projets pilotes dans le cadre de diagnostics climatiques que dans d'autres secteurs à l'échelle cantonale permettant ainsi de mieux comprendre les facteurs d'influence. L'intégration de la compréhension du microclimat a permis de contextualiser, relever des situations spécifiques et analyser les effets et l'efficacité de certaines mesures ou aménagements.

Afin de **comprendre les paramètres qui contribuent à la création et au renforcement de zones de fortes chaleurs, plusieurs relevés de terrain ont été réalisés avec le microclimamètre.** Ces relevés ont permis d'analyser différents contextes urbains et les facteurs qui influencent le confort climatique, suivant un protocole de relevés déterminé en amont.

Les résultats obtenus, grâce à 5 projets pilotes (→ Cahier 2) et 15 cas d'études (→ Cahier 3), ont permis de qualifier les différentes mesures d'aménagement. Ainsi, en fonction des enjeux présents dans un espace public, ces résultats permettent de sélectionner la ou les mesures d'adaptation les plus pertinentes et de prioriser leur mise en œuvre en fonction de leur efficacité.

Ainsi, l'analyse de terrain démontre l'importance des facteurs d'influence suivants sur le confort climatique :

- ▶ L'ombrage
- ▶ L'eau
- ▶ Les façades
- ▶ Le sol
- ▶ La morphologie urbaine

 Cahier 2:
Projets
pilotes

 Cahier 3:
Annexes

Les facteurs d'influence sont des typologies de paramètres relevés par le microclimatmètre qui ont la capacité de modifier la température ressentie. Des mesures d'adaptation sont proposées par facteurs d'influence. Cette manière de structurer le propos permet de définir sur quel facteur d'influence on souhaite agir et, de fait, choisir les bonnes mesures d'adaptation (par exemple facteur d'influence: ombrage → mesure d'adaptation possible: arborisation).

Pour définir ces facteurs d'influence et les mesures d'adaptation cohérentes, des relevés ont été réalisés. À travers un ou plusieurs parcours, ils permettent :

- ▶ d'étudier les variations des conditions microclimatiques le matin, à midi et le soir
- ▶ d'identifier les facteurs exerçant une influence sur le confort microclimatique aux divers moments de la journée et dans des situations urbaines différentes
- ▶ de comparer les résultats grâce à des conditions de mesures standardisées

La synthèse des 15 cas d'étude est présentée en annexe (→ Cahier 3). Ces cas d'étude intègrent ces deux types de relevés et visent à mettre en évidence les facteurs d'influence de plusieurs situations urbaines. Cette première approche expose les grandes tendances mesurées dans la comparaison des facteurs d'influence.



Une synthèse est présentée dans les chapitres suivants par facteurs d'influence.

Point d'attention : *l'évaluation chiffrée des variations de la PET (valeur valable de jour) présentées aux pages suivantes est issue des relevés réalisés et présentés en annexe. Il s'agit de souligner des **tendances** qui sont mesurées par les relevés de terrain qui comparent une situation sans mesure d'adaptation (défavorable) avec une situation qui propose une ou plusieurs mesure d'adaptation (favorable). La comparaison de ces 2 situations permet de définir l'efficacité de la mesure. Chaque projet étant unique du fait de son contexte et de ses objectifs, les mesures doivent être définies de manière spécifique et non systématique.*

Ombrage

Du point de vue du microclimat urbain, l'ombrage filtre, voire bloque complètement le rayonnement solaire, permettant d'offrir des espaces urbains plus confortables. **L'ombrage impacte très fortement la température ressentie, l'UTCI et la PET.**

Les dispositifs d'ombrage (végétal comme la canopée des arbres ou artificiel comme des toiles ou un parasol) protègent les surfaces horizontales, mais également les façades. Ceci permet d'éviter la surchauffe intérieure ainsi que le double rayonnement solaire sur une façade. Les arbres ont également besoin d'ombre en période de grosse chaleur afin de protéger leur organisme.

À travers les cas d'études, différents types d'ombrage sont analysés: naturels et artificiels.

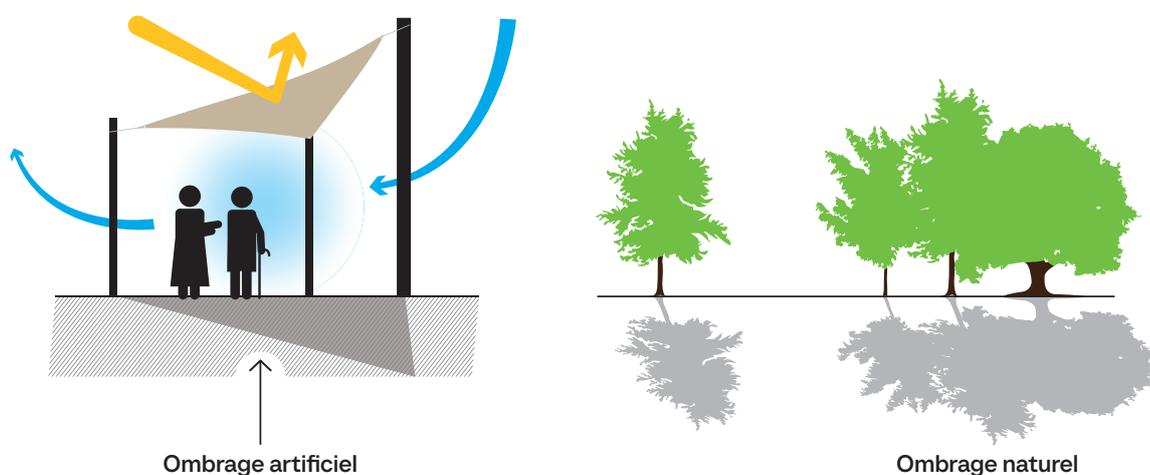
Les relevés de terrain réalisés montrent qu'en fonction de plusieurs paramètres comme l'ombrage végétal ou artificiel et la matérialité du sol, la température ressentie peut varier d'environ 2 à 10°C.

Un sol foncé sans ombrage est une situation défavorable. Un ombrage végétal dense permet de limiter l'inconfort climatique.

La mesure d'adaptation qui a le plus d'efficacité selon les relevés est l'ombrage végétal, la canopée, qui présente une efficacité de 6° (PET) pour un arbre isolé et de 10° (PET) pour une couverture végétale plus importante par rapport à une situation sans arbre.

À noter qu'un ombrage textile n'est pas une mesure d'adaptation dépourvue d'efficacité. Les relevés ont montré une efficacité de 4° (PET) par rapport à une situation sans ombrage.

► **Figure 13: Exemples de mesures**



Eau

L'eau peut être source de fraîcheur dans l'espace public, accentuant ainsi la nécessité de la rendre accessible aux piétonnes et piétons.

De manière générale, **l'accès à l'eau est à favoriser dans l'espace public** autant pour se désaltérer que pour se rafraîchir en période de fortes chaleurs.

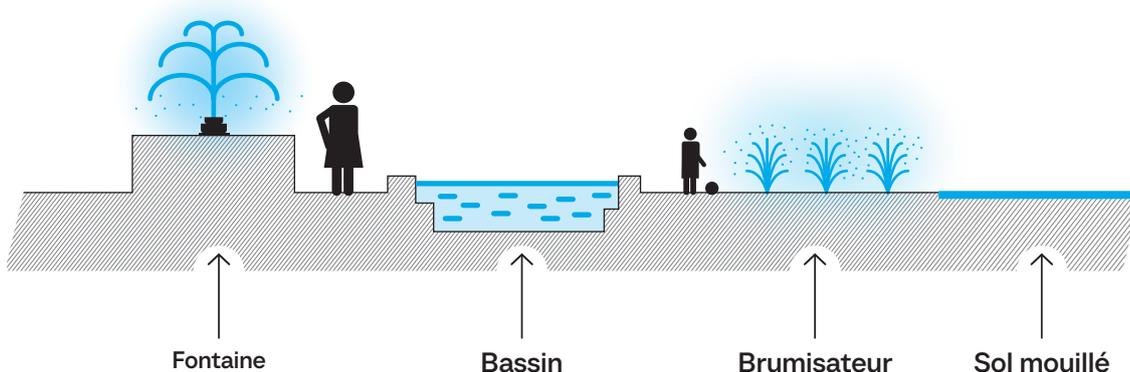
Néanmoins, certaines situations ou aménagements sont plus favorables que d'autres. Par exemple, un dispositif de brumisation participera davantage à créer un sentiment de fraîcheur par rapport à un plan d'eau stagnante exposé au soleil. En effet, les mesures de la température ressentie effectuées aux abords de plans d'eau stagnante ne montrent pas de différences concrètes par rapport à une situation sans plan d'eau. En revanche, un sol arrosé par un jet de fontaine continu aura tendance à se maintenir à une température plus basse que lorsqu'il est sec. L'eau va contribuer à la diminution de la température du sol et en réduire ainsi la température rayonnante.

Les mesures réalisées montrent qu'en fonction de plusieurs paramètres, comme la matérialité des revêtements de sol, s'ils sont mouillés ou secs, et de l'environnement végétal, la PET peut varier d'environ 2 à 6°C.

Un sol sec, foncé, sans accès à l'eau est une situation défavorable. Un environnement arboré avec un sol clair, mouillé et un accès à l'eau permet de limiter l'inconfort climatique.

La mesure d'adaptation qui a le plus d'efficacité selon les relevés est une pataugeoire qui, combinant un accès à l'eau, de l'eau en mouvement, un sol mouillé, présente une efficacité de 6° (PET) par rapport à un sol sec sans pataugeoire.

Figure 14: Exemples de mesures



Façades

La façade fait partie intégrante de l'environnement urbain. Les typologies de façades sont multiples et leur comportement au regard du microclimat urbain dépend de leur exposition au rayonnement solaire, de leur matérialité (type de matériaux et couleur) ainsi que de leur mode de réflexion.

En raison d'une posture naturelle verticale, les piétonnes et piétons sont particulièrement sensibles au rayonnement des façades, car une grande partie du corps y est exposée.

Les relevés effectués révèlent que la PET peut varier d'environ 3°C en fonction de divers paramètres, tels que le type de façade, les revêtements de sol et la présence de végétation.

Une façade vitrée associée à un sol sombre représente une configuration défavorable, tandis qu'un environnement arboré avec un sol clair contribue à réduire l'inconfort climatique.

Parmi les mesures d'adaptation évaluées, la plus efficace est l'ombrage végétal appliqué à une façade. Cette solution permet une réduction de 3,5 °C (PET) par rapport à une façade vitrée sombre, située le long d'un trottoir foncé.

Sol

En période de fortes chaleurs, la température du sol varie fortement en fonction de son exposition, de sa couleur et de sa matérialité. Pour que la température du sol ait un effet sur la température ressentie, l'écart entre la température de l'air et la température du sol doit être important.

Les cas d'études visent à identifier dans quel contexte un certain type de sol peut influencer négativement ou positivement le confort microclimatique.

Les mesures réalisées montrent qu'en fonction de plusieurs paramètres, comme la matérialité des revêtements de sol (foncé, clair, végétal, pavé), la PET peut varier d'environ 1 à 3°C.

Un sol foncé et synthétique est une situation défavorable. Un sol clair avec du gazon ou des pavés permet de limiter l'inconfort climatique. Combiné à des surfaces perméables, l'efficacité est renforcée.

La mesure d'adaptation qui a le plus d'efficacité selon les relevés est un gazon avec une efficacité de 3° (PET) par rapport à un sol en revêtement noir synthétique.

À noter que la différence de température ressentie entre un sol asphalte classique (foncé) et un revêtement stabilisé clair ou pavé est de 1.5° (PET). Ainsi la couleur des revêtements a une importance non négligeable sur la température ressentie.

Conclusions

Grâce à la mise en évidence des facteurs d'influence de jour (diurne) et en fonction de l'efficacité des mesures d'adaptation sur la température ressentie, des premières conclusions peuvent être formulées :

- ▶ **L'ombrage végétal démontre la meilleure efficacité**
- ▶ **La présence d'eau et de revêtements clairs améliore le confort thermique**
- ▶ **Les façades vitrées engendrent des phénomènes de surchauffe dans les espaces adjacents**
- ▶ **Des sols clairs participent au confort thermique**

Chaque projet d'aménagement est différent par son contexte, mais également les usages qu'il proposera dans l'espace public. Ainsi, ces premières propositions de mesures d'adaptation, mises en évidence en fonction de leur efficacité, sont à mobiliser de manière différenciée selon les projets (→ chapitre 7 – Des mesures efficaces à implémenter).

6.3 Course solaire et étude d'ombrage

Le microclimat est également analysé à travers l'étude des ombres et de leur évolution au cours de la journée et des saisons sur le périmètre du projet d'espace public. Définir la course solaire permet de comprendre comment les jeux d'ombres vont se décliner sur le périmètre de projet, devenir un réel enjeu de confort climatique et une composante forte qui influence le choix des mesures d'adaptation et leur localisation.

Une bonne compréhension de la course solaire permet d'orienter de manière précise les éléments d'ombrage et garantir ainsi l'efficacité des dispositifs. L'installation du mobilier urbain doit être planifiée en tenant compte de cette donnée, afin d'optimiser les usages et le confort microclimatique, tant pendant les périodes de canicule que durant le reste de l'année.

► **Figure 15: Ombrage réalisé grâce au SITG**

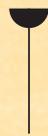


© Extrait du SITG par Latitude Durable

La méthode d'intégration de la course du soleil permet également de tester et infléchir un projet qui n'est pas encore construit, d'effectuer des choix pertinents dans l'orientation et la morphologie des bâtiments. Il est important de bien définir les coordonnées du lieu concerné ainsi que de créer des modélisations durant les solstices d'été et d'hiver. Plusieurs options et logiciels sont disponibles gratuitement pour réaliser ces évaluations (par exemple, le système d'information du territoire genevois, SITG, ou le logiciel QGIS, déjà utilisé par les professionnelles et professionnels de l'aménagement pour réaliser cartes, données géoréférencées et calculs de projet).

7

Recommandations et bonnes pratiques



Que retenir de la démarche COOL CITY? Quels sont les outils climatiques à disposition? Comment les utiliser et à quel stade de projet?

Ce chapitre présente les résultats de la démarche COOL CITY et précise comment utiliser les leviers d'action testés, notamment l'importance du processus de projet.

De plus, il expose en synthèse, les enseignements principaux des 5 projets pilotes, et invite à se référer au Cahier 2 pour plus d'informations.

7.1 Déployer les leviers d'action

La démarche COOL CITY a permis de mettre en évidence des leviers d'action efficaces et à privilégier pour intégrer les enjeux d'adaptation à l'échelle cantonale. Il s'agit maintenant de les déployer dans l'ensemble des projets, par l'utilisation des outils climatiques à disposition, par le choix et la mise en œuvre de mesures efficaces et finalement en s'inspirant des retours d'expériences de projets pilotes.

Des outils climatiques disponibles à mobiliser

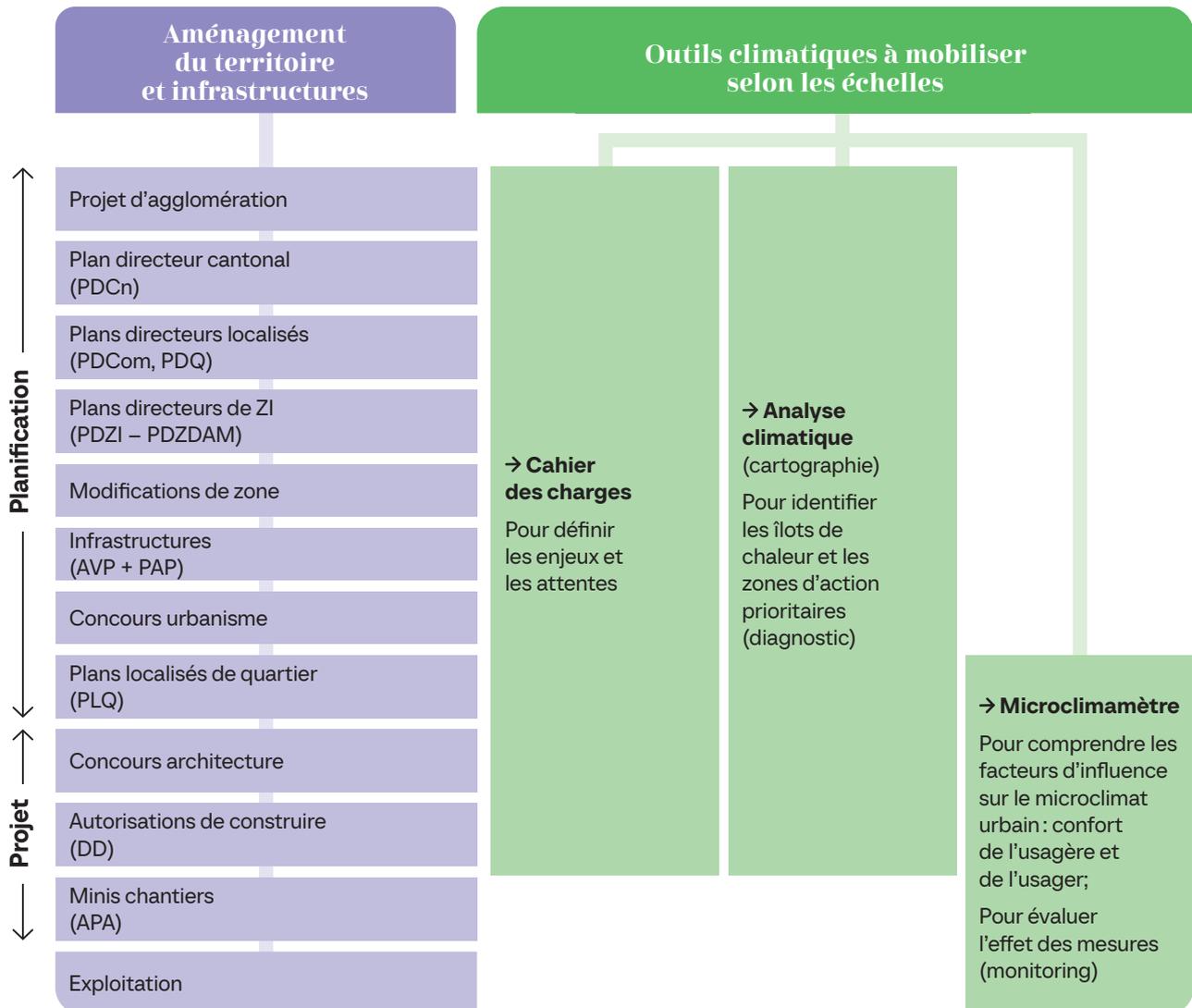
Le développement d'un projet doit devenir une opportunité d'intégration des enjeux climatiques. Pour accompagner la démarche, des outils simples et accessibles sont mis à disposition. Ces derniers sont à mobiliser de manière différenciée selon les procédures d'aménagement et les échelles de projet.

Les outils suivants sont disponibles :

- ▶ **Le cahier des charges** → pour définir les enjeux et les attentes
- ▶ **La cartographie de l'analyse climatique** → pour réaliser un diagnostic et identifier les îlots de chaleur et les zones d'action prioritaire
- ▶ **Les relevés de terrain** → pour comprendre les facteurs d'influence sur le microclimat urbain et le confort des usagères et usagers

Finalement, de manière générale, **un monitoring** (avant – après) du périmètre sous l'angle climatique est un suivi pertinent pour identifier l'efficacité des aménagements et éventuellement les faire évoluer.

Figure 16: Procédures d'aménagement du territoire et outils climatiques à disposition



Ainsi, pour chaque procédure d'aménagement du territoire ou d'infrastructures, l'intégration des enjeux d'adaptation aux changements climatiques est possible grâce à des outils adaptés à toutes les échelles.

Des mesures efficaces à appliquer

Les facteurs d'influence et l'efficacité des mesures d'adaptation présentés précédemment démontrent qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des solutions adaptées au contexte. Ainsi, une combinaison de mesures doit être pensée en intégrant une étude d'ombrage, une analyse climatique (grâce aux données disponibles sur le SITG) et une mise en perspective avec les usages prévus sur le périmètre des aménagements pour planifier les mesures qui répondent aux enjeux du contexte et du projet. En effet, il n'existe pas de catalogue systématique de l'efficacité d'une mesure d'adaptation, mais des tendances avérées. Les facteurs d'influence sont nombreux et peuvent agir à l'échelle des piétonnes et piétons ou plus largement de l'îlot de chaleur urbain (ICU).

Le projet COOL CITY a identifié 4 mesures d'adaptation particulièrement efficaces pour atténuer l'impact microclimatique des ICU :

- ▶ **Proposer de l'ombre végétale**
- ▶ **Assurer un accès à l'eau**
- ▶ **Privilégier les matériaux clairs (sols et façades)**
- ▶ **Construire / rénover avec des façades non réfléchissantes**

Figure 17: Recommandations de mise en œuvre des mesures d'adaptation et bénéfiques

Facteur d'influence	Recommandations de mesures d'adaptation	Échelle d'influence	Bénéfices
FAÇADE	Favoriser les façades non réfléchissantes (sans réverbération du soleil). Limiter les surfaces en verre et ainsi obtenir un pourcentage de façades « pleines » suffisent pour bénéficier d'un effet favorable.	Piétonne	Empêcher le rayonnement solaire (car augmente fortement les températures ressenties).
	Installer, sur les façades réfléchissantes, des protections solaires / brise-soleil visant à stopper le rayonnement solaire avant qu'il ne touche la façade.	Piétonne	Empêcher le rayonnement solaire (car augmente fortement les températures ressenties).
	Penser à l'orientation des bâtiments lors de nouveaux projets et développer les façades les plus exposées au soleil de manière appropriée (non réfléchissantes et claires).	Piétonne	Empêcher le rayonnement solaire (car augmente fortement les températures ressenties).
	Favoriser, au niveau architectural, les matériaux et les détails constructifs présentant une faible inertie thermique.	ICU Piétonne	Réduire la chaleur emmagasinée par le bâti.
	Favoriser des matériaux et les teintes claires.	ICU Piétonne	Réduire la chaleur emmagasinée par le bâti.
EAU	Permettre le contact physique avec l'eau (aménager des accès).	Piétonne	Permettre le rafraîchissement des usagers et usagères.
	Créer des surfaces mouillées (avec renouvellement de l'eau).	Piétonne	Refroidir le sol.
	Intégrer des pataugeoires, jets d'eau, fontaines, brumisateurs, jeux d'eau, etc.	Piétonne	Permettre le rafraîchissement des usagers et usagères.
SOL	Éviter les revêtements foncés.	ICU Piétonne	Réduire la chaleur emmagasinée par les sols.
	Favoriser des revêtements à faible inertie thermique.	ICU Piétonne	Réduire la chaleur emmagasinée par les sols.
	Créer des surfaces mouillées (avec renouvellement de l'eau).	Piétonne	Refroidir le sol.
	Ombre les surfaces au sol.	ICU Piétonne	Réduire le réchauffement des sols.
OMBRE NATU-RELLE	Augmenter la surface et la densité de canopée.	Piétonne	Créer de l'ombre.
	Travailler à un design de canopée favorisant les puits d'aération et les couloirs de rafraîchissement.	ICU	Permettre au sol de se refroidir sans obstacle.
OMBRE ARTIFICIELLE	Installer des dispositifs d'ombrage dans les rues ou places ayant un ensoleillement conséquent (pergolas, toiles, etc.).	Piétonne	Créer de l'ombre.
	Mettre en valeur les zones ombragées par la configuration urbaine dans les moments chauds de la journée.	Piétonne	Renforcer l'attractivité de zones urbaines ombragées.
	Développement de nouveaux quartiers: connaître la course solaire et le rayonnement solaire reçu afin de penser des espaces d'ombre, en accord avec la géographie du lieu et les futurs aménagements.	ICU	Anticiper la présence d'ombre dans les zones bâties.

Un processus de projet à intégrer

Les outils climatiques et les mesures d'adaptation restent théoriques s'ils ne sont pas considérés dans le cadre d'une démarche de projet.

Les solutions s'intègrent à toutes les échelles et étapes du processus de projet et doivent se décliner dans les études de planification, de conception, de mise en œuvre et d'entretien des projets de quartiers, d'espaces publics (nouveaux ou requalifiés), de construction et de rénovation de bâtiments.

► Figure 18 : Processus de projet



Les facteurs d'influence et les mesures d'adaptation sont appréhendés dans le cadre de COOL CITY sous l'angle du confort climatique et thermique des usagers et usagers des espaces publics. L'ensemble des mesures implique un nombre important de politiques publiques qui font la ville : la qualité du bâti et des espaces publics, la gestion de l'eau, la protection des sols, le développement du végétal, la préservation de la biodiversité, la mobilité, l'éducation, la santé, etc.

Ainsi la démarche COOL CITY est pluridisciplinaire par nature et intègre l'ensemble des actrices et acteurs du territoire pour proposer des aménagements cohérents au services de la qualité de vie. Ces personnes jouent un rôle actif et proactif pour assurer une intégration des enjeux d'adaptation aux changements climatiques dans les projets. La mise en œuvre de ces mesures d'adaptation est de nature transversale et implique une coopération entre les différentes politiques publiques pour assurer une mise en œuvre optimale.

Dans une approche globale, les solutions pour maintenir et développer des îlots de fraîcheur doivent être évaluées grâce à plusieurs critères afin d'optimiser les bénéfices.

Ainsi la mise en œuvre de COOL CITY doit se coordonner en s'appuyant sur des démarches cantonales connexes dont les ambitions incluent les objectifs d'adaptation climatique dans les espaces publics et soutiennent la mise en œuvre de mesures efficaces :

- Faire ensemble l'espace public
- Triptyque Eau-Sol-Arbre
- Stratégie d'arborisation
- Stratégie biodiversité
- Eau en Ville
- Programme Nature en ville
- Quartier en transition
- Etc.

7.2 Capitaliser sur les retours d'expérience de terrain des projets pilotes

Pour rappel, les 5 projets pilotes sont les suivants :

- ▶ Espace public de Boissonas : Du parking à l'oasis
- ▶ Cycle d'orientation de Sécheron : Oasis des cours d'école
- ▶ École primaire de Pont-Rouge : Une école jardin
- ▶ Goutte de Saint-Mathieu : Architecture et espaces publics
- ▶ Bus à haut niveau de service Genève-Vernier-Zimeysa (BHNS-GVZ) : Confort climatique et mobilités



Les 5 projets pilotes ont permis de travailler à différentes échelles du territoire et de procédures d'aménagement en testant les outils climatiques mis progressivement à disposition. Ainsi, ils sont une **source de retour d'expérience** riche présentée de manière complète dans le Cahier 2. Ce chapitre met en évidence les **enseignements principaux** qui doivent devenir une source d'inspiration pour le développement de projets.

Procédure

- ▶ Chaque étape de la ligne de vie d'un projet d'aménagement ou d'infrastructures est pertinente pour intégrer les enjeux climatiques. En fonction de la procédure et de l'échelle de projet, des outils climatiques performants doivent être mobilisés pour accompagner la démarche de projet.
- ▶ Dans le cadre des procédures de la société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) ou assimilables, bénéficier de l'expertise d'une référente ou d'un référent sur les enjeux climatiques est pertinent. Ce dernier devra être membre du jury (éventuellement complété par un expert externe au jury) pour participer au processus décisionnel et porter les enjeux climatiques dans les débats. Ainsi, les solutions mises en œuvre par le projet et les mesures d'adaptation envisagées serviront d'indicateurs pour évaluer la qualité d'une proposition.
- ▶ Il n'y a pas de taille de projet limite en termes de surface. Chaque projet est une opportunité de résilience climatique et les facteurs d'influence identifiés peuvent se décliner de manière différenciée selon les situations.

Mesures d'adaptation

- ▶ La réalisation d'un diagnostic climatique est essentielle pour comprendre le contexte et identifier les enjeux climatiques du périmètre. Ainsi, le choix des mesures d'adaptation pourra non seulement répondre aux enjeux de confort thermique, mais également aux futurs usages.
- ▶ Chaque projet (quartiers, espaces publics, infrastructures, etc.) a la possibilité d'intégrer une ou plusieurs mesures d'adaptation en faveur du confort climatique.

Réseau d'actrices et acteurs

- ▶ L'intégration, dès les prémises du projet, de l'ensemble des actrices et acteurs pertinents, permet de planifier, soutenir et éventuellement cofinancer les mesures d'adaptation en faveur du confort climatique. Cette co-construction de projet aide à la mise en œuvre et au partage des connaissances.
- ▶ Un processus de concertation est très enrichissant pour orienter le projet en fonction des besoins et attentes des usagères et usagers. La concertation doit faire l'objet d'une démarche spécifique et être pleinement intégrée dans la conception du projet pour en assurer sa pertinence. Elle devra être calibrée spécifiquement selon les projets en intégrant les partenaires choisis à chaque étape du processus, de la planification à l'exploitation.
- ▶ Le partenariat avec les milieux académiques est intéressant pour ouvrir le champ de la réflexion et bénéficier de l'accès aux dernières recherches. Sur la question des enjeux climatiques et plus spécifiquement de l'adaptation, les milieux académiques pourront apporter des mises à niveau sur les nouvelles tendances et pratiques.

Priorisation

- ▶ Les quartiers identifiés comme soumis à des stress thermiques importants par la cartographie de l'analyse climatique du canton de Genève doivent être appréhendés prioritairement.
- ▶ Les espaces publics accueillant les populations les plus sensibles, comme les préaux d'écoles, sont une priorité. Ces secteurs sont propices à la requalification et à la mise en œuvre d'une combinaison de mesures pertinentes. De plus, ils sont intéressants en termes de processus participatif et de formation.

Communication

- ▶ Chaque projet devrait être une occasion de communication, d'information et de sensibilisation aux enjeux de résilience et d'adaptation climatiques.

8

Perspectives



Comment déployer de manière durable et efficace les enseignements de la démarche COOL CITY? Comment porter les enjeux de l'adaptation aux changements climatiques et de la résilience des espaces publics au service de la qualité de vie des Genevoises et Genevois?

Comment penser, concevoir, réaliser, entretenir et monitorer des projets qui intègrent des solutions pour développer et créer, à leur échelle, une trame d'îlots de fraîcheur urbains?

Ce dernier chapitre clôture la démarche pilote de COOL CITY et propose 9 actions pour passer de l'expérimentation à l'opérationnalisation.

8.1 COOL CITY: la fin d'une étape et une vision pour l'avenir

Le canton de Genève a eu l'opportunité de participer au programme pilote de la Confédération. De sa journée de lancement en mars 2019 à sa clôture en mai 2023, 50 projets ont suscité des réflexions et proposé des solutions pour progresser sur la voie de l'adaptation aux changements climatiques.

La Confédération souhaite poursuivre ces démarches en les orientant plus spécifiquement sur la mise en œuvre opérationnelle. En ce sens, COOL CITY s'inscrit déjà dans cette tendance de réalisation de terrain puisqu'il a accompagné des projets pilotes de procédure, de réalisation et de monitoring.

Les 5 projets pilotes menés par COOL CITY montrent l'intérêt grandissant des actrices et acteurs du territoire à proposer des réponses concrètes à ces enjeux d'adaptation. De plus, l'intitulé « COOL CITY » semble bénéficier d'une certaine adhésion, comme un marqueur qui communique sur les ambitions climatiques poursuivies par nombre de projets à l'échelle locale.

Les ambitions poursuivies par COOL CITY restent au cœur de l'actualité du canton de Genève qui s'engage dans la transition écologique. De nombreuses démarches déclinent les actions à mener et convergent toutes vers la résilience climatique du canton: Le Plan climat de 2^e génération, Nature en ville, Quartiers en transition, Stratégie et plan d'action biodiversité, Stratégie d'arborisation et sa feuille de route, Eau en Ville, etc.

Le succès de COOL CITY pousse à penser la suite de la démarche: **passer de l'expérimentation à l'opérationnalisation.**

COOL CITY est pleinement soutenu par le Département du territoire qui, dans le chapitre « Développer et ménager le territoire » de sa feuille de route 2023 – 2028²⁷, cite la démarche:

« 6. Créer de nouveaux espaces publics accueillants et améliorer l'existant.

Si les projets pérennes de conception ou de requalification d'espaces publics sont à privilégier, des projets pilotes peuvent servir à les préfigurer et, par exemple, répondre à la problématique des îlots de chaleurs en ville, à l'image du projet COOL CITY dans les cours d'école. Une collaboration est mise en place avec les communes de sorte à démultiplier l'action en faveur d'espaces publics de qualité et rafraîchissants. Les maîtrises d'ouvrages cantonales facilitent et accélèrent également la réalisation de projets d'importance cantonale et intercommunale. »

27 Feuille de route 2023-2028, République et canton de Genève, Département du territoire, 2024

8.2 Neuf actions

La démarche COOL CITY est maintenant connue et reconnue notamment grâce :

- ▶ À son approche transversale orientée qualité de vie
- ▶ Au développement du réseau d'actrices et acteurs des projets pilotes et leur implication pour mettre en œuvre et diffuser ces bonnes pratiques
- ▶ Au partage d'expérience avec un cercle de partenaires élargi

Ainsi les porteuses et porteurs de la démarche COOL CITY proposent de pérenniser et de renforcer sa mise en œuvre au niveau genevois par le biais de 9 actions principales.

▶ — **Figure 19: Les 9 actions principales**



Gouvernance

1 Mettre en place une plateforme de coordination

La 1^{ère} action est la mise en place d'une gouvernance orientée vers l'action et l'opérationnalisation de la démarche COOL CITY comme une « plateforme de coordination ». Sa composition devrait être transversale et pluridisciplinaire et pourrait être composée d'un noyau de membres permanents et d'invités ponctuels. Cette gouvernance pourrait être formée au début par les membres de l'administration cantonale et être ensuite complétée par des membres externes, comme les communes ou des privés, selon les projets qui se développent à l'échelle cantonale. Il s'agirait d'un groupe opérationnel, qui assurerait le suivi de la démarche du point de vue technique et d'expertise et qui bénéficierait de la vision d'ensemble des projets COOL CITY.

Ses missions pourraient être les suivantes :

- ▶ Avoir la **vision d'ensemble** de la mise en œuvre de la démarche
- ▶ **Accompagner** les projets qui s'inscrivent dans la démarche
- ▶ Confirmer la **certification** des projets à la démarche « COOL CITY » (→ action 2)
- ▶ Suivre la mise en œuvre des **recommandations** et proposer de **nouvelles actions** au fil de la mise en œuvre
- ▶ **Communiquer** autour de la démarche et valoriser les réalisations COOL CITY (site web, réseaux, événements, etc.)
- ▶ Partager les expériences et poursuivre le développement du **réseau d'actrices et acteurs**
- ▶ Être à jour sur les publications et de projets inspirants pour proposer de nouvelles solutions, faire preuve de **créativité** dans la cadre du développement de COOL CITY

Cette liste n'est pas exhaustive et devra s'adapter au projet original et à ses éventuelles déclinaisons, par exemple à l'échelle des écoles, secteur qui prend actuellement de l'ampleur.

La flexibilité de cette gouvernance est essentielle pour accompagner l'adaptation progressive du territoire aux enjeux soutenus par la démarche.

Communication

2 Développer une certification COOL CITY

La 2^e action propose de **certifier les projets COOL CITY** sur la base d'une liste de critères à définir qui reconnaîtrait les projets exemplaires.

Ces derniers bénéficieraient ainsi d'une certification, assortie d'une identité visuelle, qui permettrait de communiquer sur les ambitions et les performances climatiques du projet. Ainsi, un marqueur identitaire pourrait être utilisé pour signifier l'adhésion du projet à la démarche.

Cette proposition permet de garder une certaine maîtrise de l'utilisation de la terminologie «COOL CITY» pour des projets qui entrent réellement dans une démarche d'adaptation climatique. Elle pourrait également aider à la recherche de financements et offrir une vision globale des actions sur le terrain.



Le développement d'une certification semble pertinent et permet, sur l'exemple de « Nature en ville », de développer des projets cohérents, de communiquer sur la démarche et d'accroître les compétences des actrices et acteurs du territoire.

Exemples de critères :

- Utilisation des outils climatiques (cahier des charges, analyse climatique, microclimatmètre)
- Mise en œuvre des mesures d'adaptation : au minimum « X » facteurs devront être réalisés en assurant une diversité
- Ingéniosité des mesures : participe au développement de mesures nouvelles, novatrices
- Monitoring : de l'efficacité et de l'usage
- Développement des connaissances : collaboration avec des chercheuses et chercheurs, nombre d'actrices et acteurs impliqués
- Communication : photos, rapports, textes de présentation, etc.
- Localisation dans un espace prioritaire, selon la carte de l'analyse climatique et / ou de la considération d'espaces utilisés par des populations vulnérables comme les écoles

Cette certification pourrait, à moyen terme, être accompagnée d'un programme de soutien technique et/ou financier en fonction de l'évolution des besoins, afin de renforcer son volet incitatif.

Elle permettrait également de tenir à jour un registre des réalisations certifiées (par exemple grâce à une cartographie des projets) et mettre ainsi à disposition des aménagistes des inspirations et une documentation de qualité réalisée selon un canevas prédéfini dans le cadre de la démarche (→ action 9).

3 Actualiser les informations en ligne

L'objectif de cette 3^e action est de pouvoir rassembler les informations en lien avec la démarche COOL CITY et mettre en évidence les projets certifiés.

Pour ce faire les informations disponibles en ligne seront mises à jour régulièrement en débutant par la publication des 3 cahiers.

L'évolution des contenus devra être définie par la plateforme de coordination en fonction des besoins et de leurs temporalités. Les modalités de publications seront à coordonner avec les règles en vigueur du site web de l'Etat de Genève et les options de publication qu'il propose.

Mise en œuvre

4 Opérationnaliser l'analyse climatique à la demande

Cette 4^e action propose de développer un **outil d'analyse climatique à la demande, à l'échelle du quartier et de la parcelle.**

L'analyse climatique à l'échelle cantonale présentée dans le présent Cahier offre une excellente vision globale, actuelle et future, des enjeux climatiques avec une résolution de 10x10 m. Cette première étape de compréhension du climat soulève toutefois quelques limites:

- ▶ L'impossibilité de tester des variantes de projets: la donnée disponible sur le Système d'Information du Territoire à Genève (SITG) n'est pas modifiable
- ▶ La résolution (10x10 m) s'avère très pertinente pour des échelles de projet relativement larges, mais moins pour des aménagements d'espaces publics
- ▶ Une information qui ne précise pas l'efficacité de certains partis pris d'aménagement, comme la structure de l'arborisation ou la matérialité

Ces limites mettent en lumière les besoins suivants:

- ▶ **Tester des variantes** de projet et leur cohérence quant aux questions de confort climatique
- ▶ Pouvoir comprendre les effets de certaines mesures d'adaptation et éventuellement des variantes pour **aider au choix le plus pertinent pour les espaces extérieurs**, ainsi que les constructions exerçant une influence directe sur ces derniers
- ▶ Documenter l'évolution du territoire et ainsi **actualiser l'analyse climatique** (datant de 2020) avec les nouvelles données disponibles

Ainsi, développer un outil d'analyse climatique à la demande, qui puisse fournir une donnée plus fine en termes de résolution et comparer certaines variantes de projet, est essentiel pour répondre aux enjeux et besoins identifiés. Cet outil permettra de disposer d'une analyse climatique opérationnelle à l'échelle du quartier/de la parcelle. Il pourra être appliqué aux projets urbains d'importance pour s'assurer que les porteurs et porteurs de projets soient en mesure de répondre aux enjeux climatiques.

De plus, l'analyse climatique à l'échelle cantonale réalisée en 2020 devrait être actualisée tous les 5 ans environ pour y intégrer les projets réalisés et ainsi suivre l'évolution du territoire. Dans le cadre de la prochaine actualisation, une résolution de 5x5 m pourra être proposée pour apporter plus de précision aux modélisations.

5 Développer une cartographie cantonale des îlots de fraîcheur

L'enjeu à l'échelle cantonale est de préserver une trame d'espaces de répit climatique pour assurer une surface suffisante d'îlots de fraîcheur et de connexions entre eux. L'analyse climatique permet déjà d'identifier, selon plusieurs facteurs, les secteurs considérés comme des îlots de chaleur ou de fraîcheur intra-urbains (microclimat), mais il s'agit maintenant d'aller un cran plus loin dans la démarche.

Ainsi cette 5^e action propose de développer une **carte de l'infrastructure climatique prioritaire et structurante** qui référence les îlots de fraîcheur et les connexions entre ces derniers.

Il pourrait être intéressant de développer une cartographie de la trame de fraîcheur à conserver et à renforcer pour assurer l'accessibilité à ces lieux à l'ensemble de la population. À l'instar de l'infrastructure écologique, un pourcentage du territoire devrait être considéré comme un lieu de répit climatique, un maillage frais au service de la qualité de vie des Genevoises et Genevois.

Cette proposition, orientée sur l'adaptation climatique, répond aussi à d'autres enjeux notamment sociaux ou de santé comme l'accessibilité à un espace vert (frais) à moins de 300 m pour chaque habitante et habitant tel que recommandé par l'OMS depuis 2016²⁸.

Deux inspirations:

- ▶ L'exemple du sentier climatique de la Ville de Genève²⁹ illustre la mise en œuvre d'une trame de fraîcheur et permet d'imaginer une démarche similaire pour identifier les lieux frais et mettre en lumière les projets COOL CITY. Il s'agirait également de prioriser les projets et les aménagements à venir pour concevoir un maillage de fraîcheur à l'échelle cantonale.
- ▶ L'exemple parisien, « Cartographier les îlots de fraîcheur en ville » du projet Adaptaville³⁰, a permis de localiser plus de 1300 îlots de fraîcheur. Cette démarche a facilité la localisation des lieux frais sur une carte interactive et accompagne désormais la mise en œuvre du plan canicule.

28 World Health Organization (WHO), 2016. Urban Green Spaces and Health: A review of evidence. Geneva: World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345751/WHO-EURO-2016-3352-43111-60341-eng.pdf> consulté en janvier 2025

29 Le changement climatique à Genève, Ville de Genève, Service d'urbanisme, <https://www.geneve.ch/actualites/dossiers-information/changement-climatique-geneve/sentier-climatique>, consulté en octobre 2024

30 Cartographier les îlots de fraîcheur en ville, Agence Parisienne du Climat, <https://www.adaptaville.fr/cartographie-des-ilots-de-fraicheur-urbain>, consulté en octobre 2024

6 Renforcer l'intégration des enjeux du rafraîchissement nocturne

La thématique du confort climatique traitée dans la démarche COOL CITY est centrée sur l'enjeu diurne dans l'espace public. La 6^e action intègre le confort climatique dans sa globalité en élargissant la réflexion aux **facteurs d'influence de jour comme de nuit**.

En effet, le jour, les solutions sont pensées et de plus en plus mises en œuvre pour offrir au public des lieux de répit dans les espaces publics : ombre, accès à l'eau, à des parcs, etc. En revanche, de nuit, les enjeux sont non seulement liés à l'aménagement du territoire et aux mesures qui facilitent l'aération de la ville, mais intègrent également des aspects sociaux et de santé, tels que la capacité des logements à être tempérés. Il s'agit dès lors de développer des réflexions en lien avec l'architecture climatique, le passage de l'extérieur (l'espace public) vers l'intérieur (le logement) pour mieux agir sur les enjeux de santé publique de nuit.

En ce sens, il s'agira de mener des réflexions approfondies pour comprendre ces phénomènes et leurs impacts avec un réseau d'actrices et acteurs élargi à la santé notamment.

Technique

7 Affiner les modèles de calcul de l'analyse climatique

Les limites de l'outil de l'analyse climatique mises en évidence précédemment (Action 4) poussent également à se questionner sur le besoin de préciser certains modèles de calcul. En effet, pour intégrer des phénomènes microclimatiques de manière plus précise dans ces modèles, il est nécessaire de mieux les comprendre et connaître plus finement les phénomènes en présence. Ainsi, des études complémentaires et des relevés de terrain sont nécessaires.

Pour illustrer l'enjeu, la thématique de l'effet de rafraîchissement des arbres est intéressante. Il est démontré que l'arbre est un facteur participant à la régulation du microclimat urbain, mais des questions restent ouvertes : quelle est la capacité de l'arbre à diminuer la température de l'air ? est-ce que l'air circule dans la canopée ou est-il enfermé (comme le suggèrent certains modèles climatiques) ? est-ce que le rafraîchissement nocturne peut être limité par la présence d'arbres ?³¹

Ce sont ces questions qui guident notamment le programme de recherche MERA, « Mesure de l'effet de rafraîchissement des arbres »,³² qui est basé sur des relevés de terrain pour préciser l'effet des arbres sur le microclimat urbain.

31 Les arbres rafraichissent les villes. Mais à quel point ?, La Forêt, Le mensuel suisse de la forêt et du bois, numéro 7-8/24, 2024

32 MERA – Mesure de l'effet rafraichissant des arbres, LECEA, laboratoire énergie, climat, environnement & architecture, <https://leea.hesge.ch/index.php?article41/mera-mesure-leffet-rafraichissant-arbres>, consulté en octobre 2024

Formation

8 Prévoir des formations et réaliser un guide d'accompagnement pour les collaboratrices et collaborateurs de l'Etat

L'intégration de la thématique dans les planifications et les projets est relativement récente et en cours de développement face à l'urgence climatique et la vulnérabilité des villes. Des connaissances et des compétences sont nécessaires pour :

- Utiliser les outils mis à disposition et en tester d'autres
- Accompagner les procédures de type concours (jury et/ou spécialistes-conseils)
- Développer des projets intégrant un set de mesures pertinentes et efficaces en fonction du contexte, des usages et des publics cibles

La formation et le guide sont l'objet d'un travail en cours au sein de l'Etat de Genève. Une première formation a été testée en 2023. L'objectif est de pouvoir la proposer au catalogue de formation de l'Etat.

Le guide « **Adaptation climatique et projet urbain** »³³, publié en juin 2024, s'inscrit dans la mise en œuvre de la mesure 4.5 du Plan climat cantonal (PCC), « Prévenir et lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain ». Il découle d'une commande de plusieurs offices du département du territoire (DT) – Office de l'urbanisme (OU), Direction de la durabilité et du climat (DDC), Office cantonal de l'eau (OCEau), Office cantonal de l'environnement (OCEV), Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN) – traduisant ainsi une préoccupation transversale.

Il a pour but d'offrir aux collaboratrices et collaborateurs de l'administration cantonale, impliqués dans des projets d'aménagement et de construction, un document pour mieux comprendre les enjeux climatiques et, de ce fait, en assurer une meilleure considération dans leurs projets. Il fournit des leviers d'action pour favoriser la prise en compte et la mise en œuvre de mesures d'adaptation climatique dans les planifications et projets.

L'urgence climatique implique de saisir chaque occasion pour renforcer la capacité d'adaptation du canton et ainsi de préserver un espace supportable pour la population. En ce sens, une sensibilisation de toutes les collaboratrices et de tous les collaborateurs de l'Etat impliqués dans le processus de la fabrique urbaine est nécessaire.

Bien que destiné aux collaboratrices et collaborateurs de l'Etat de Genève, ce guide est mis à disposition de l'ensemble des porteuses et porteurs de projets.

³³ Adaptation climatique et projet urbain, Guide méthodologique à destination des collaborateurs et collaboratrices de l'Etat de Genève, République et canton de Genève, Département du territoire, 2024, <https://www.ge.ch/document/36136/telecharger>

9 Instauration d'un partage d'expérience

Pour capitaliser sur les expériences menées et permettre de développer les compétences, la 9^e action propose de **mettre en place un partage d'expérience** :

- ▶ Entre les actrices et acteurs institutionnels (Confédération, canton, communes)
- ▶ Entre les professionnelles et professionnels de l'aménagement du territoire
- ▶ Avec les milieux académiques
- ▶ Avec les usagères et les usagers des espaces publics

Il est préconisé de débiter ce partage d'expériences en utilisant les canaux existants et déjà connus par les publics cibles, tels que :

- ▶ Communes & Climat
- ▶ Eau en ville
- ▶ Rendez-vous de l'urbanisme
- ▶ Les Jeudis de l'environnement
- ▶ Etc.

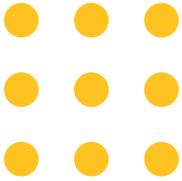
En lien avec la communication et la certification COOL CITY (action 2), le partage d'expérience pourrait également se développer grâce à une cartographie qui référencerait les projets certifiés et mettrait à disposition une fiche descriptive. Des informations structurées seraient alors disponibles : le descriptif projet, les actrices et acteurs (pilotes, partenaires), les mesures d'adaptations mises en œuvre, etc.

Finalement, la Confédération, plus spécifiquement l'OFEV, a annoncé en 2024 lancer un programme pilote phase 3, dont les thèmes et les modalités restent à définir. Lors du premier « Forum Climat Suisse – Faire face aux changements climatiques » qui s'est réuni le 18 juin 2024, la Confédération a donné le ton des principales préoccupations pour l'avenir « **adaptation – solutions – mise en œuvre** » offrant ainsi des opportunités de collaboration aux actrices et acteurs genevois en vue de futures mises en œuvre.

Pour conclure

Ces 9 actions viennent structurer et pérenniser la démarche COOL CITY, tout en capitalisant sur l'effet d'entraînement. Saisir les opportunités offertes par les nouveaux projets ou les requalifications (quartiers, espaces publics, infrastructures) est nécessaire pour appliquer dès maintenant les bonnes pratiques de la démarche COOL CITY.

- ▶ Prioriser l'action dans les zones « critiques » identifiées grâce à l'analyse climatique
- ▶ Intégrer dans chaque projet une réponse aux enjeux d'adaptation climatique
- ▶ Identifier les potentiels de requalification d'espaces ouverts pour augmenter le nombre de projets (pérennes ou provisoires)
- ▶ Mettre en œuvre des combinaisons de mesures d'adaptation choisies en fonction du contexte du projet et de leur efficacité
- ▶ Travailler sur des lieux, mais aussi sur les connexions entre eux afin de créer un « maillage de fraîcheur »



www.ge.ch/document/cool-city

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE

Département du territoire

Direction de la durabilité et du climat

Rue des Gazomètres 7 – CP 36

1211 Genève 8

Office cantonal de l'agriculture et de la nature

Rue des Battoirs 7

1205 Genève