

Atelier pour les communes - jeudi 14 février 2019

Îlots de chaleur et adaptation aux changements climatiques

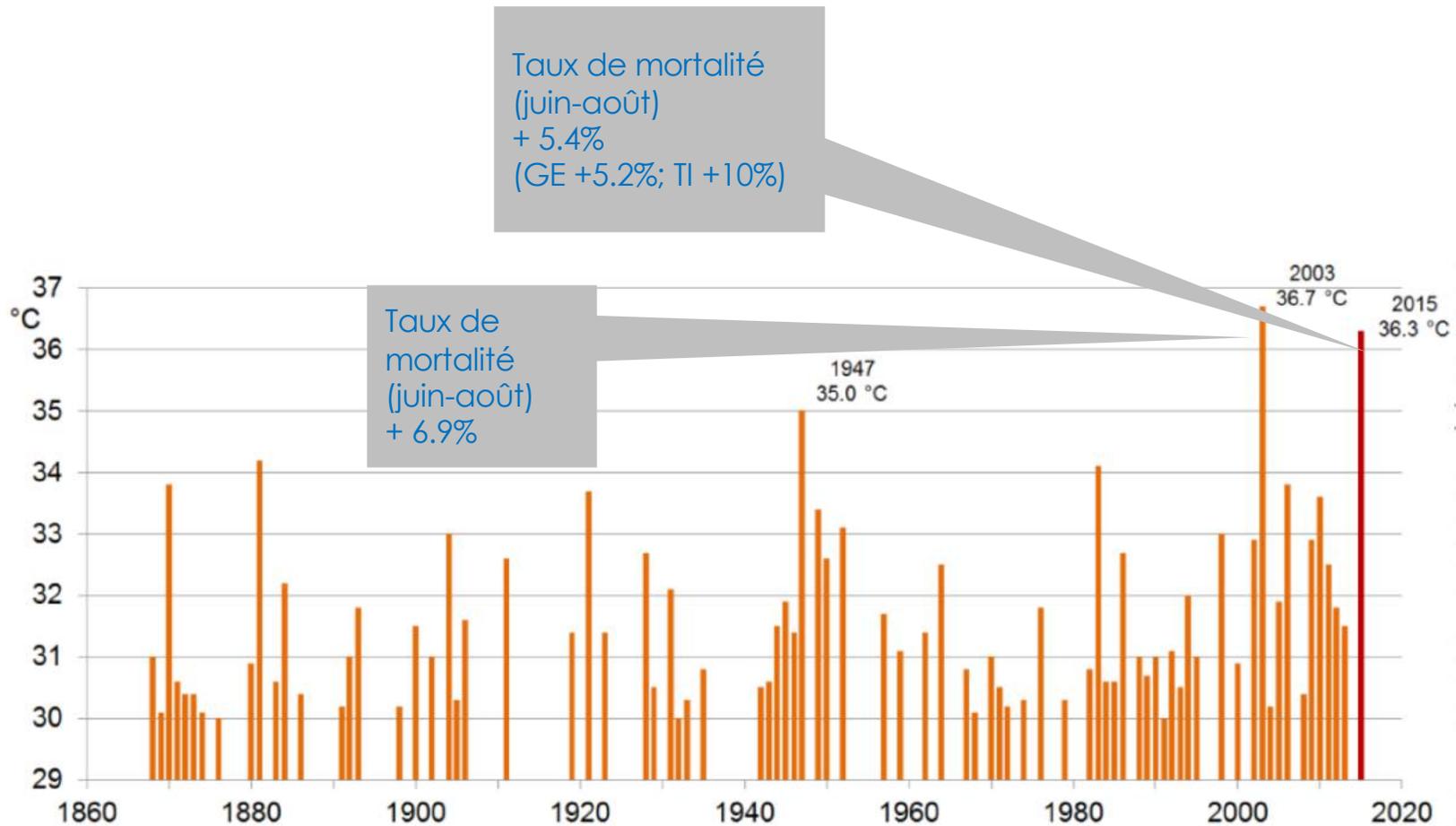
STRATEGIE CANTONALE D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Accentuation des fortes chaleurs dans les agglomérations et les villes



Record de température au nord des Alpes (7 juillet 2015 → 39.7°C)

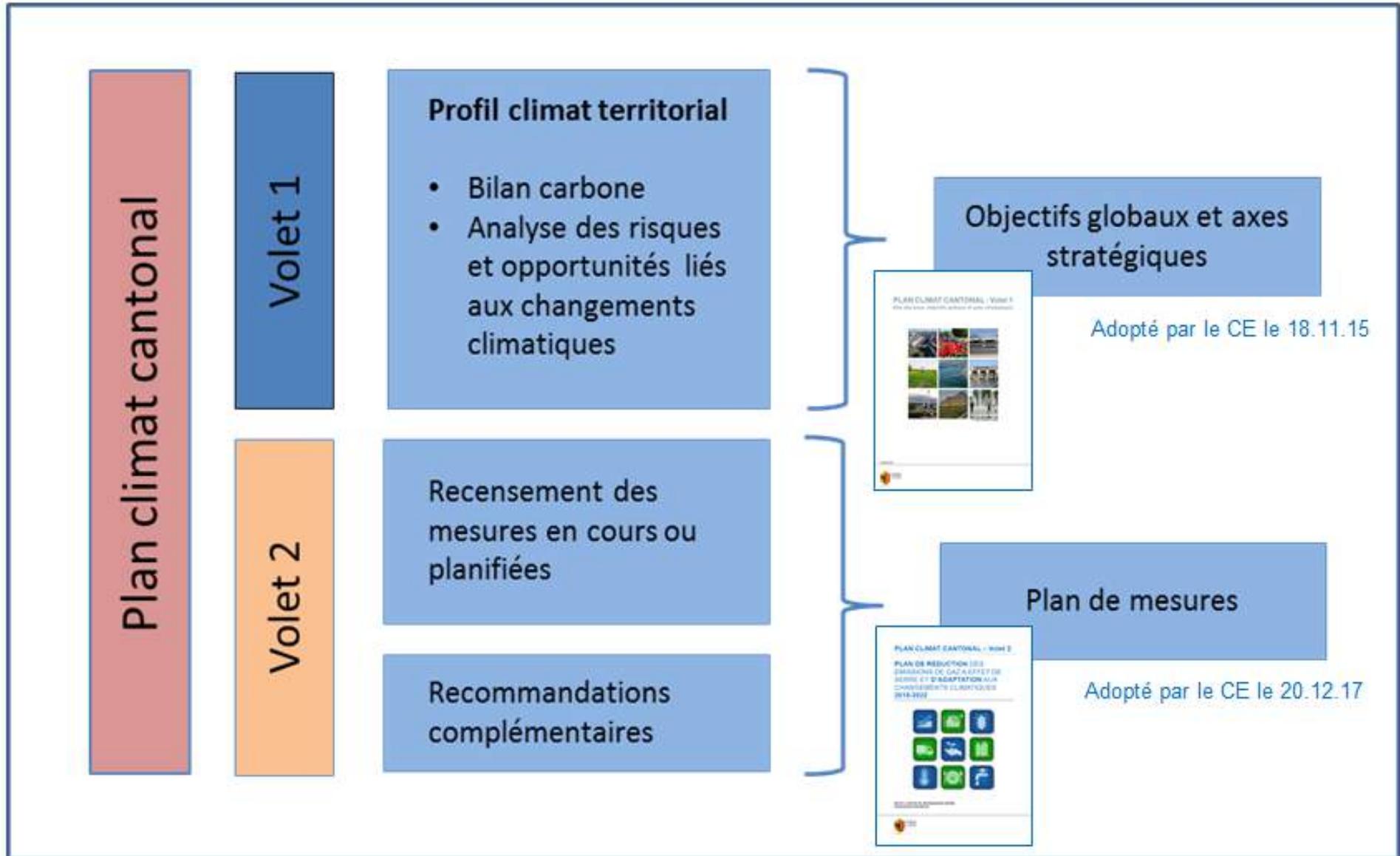
Vague de chaleur 2015 - Genève



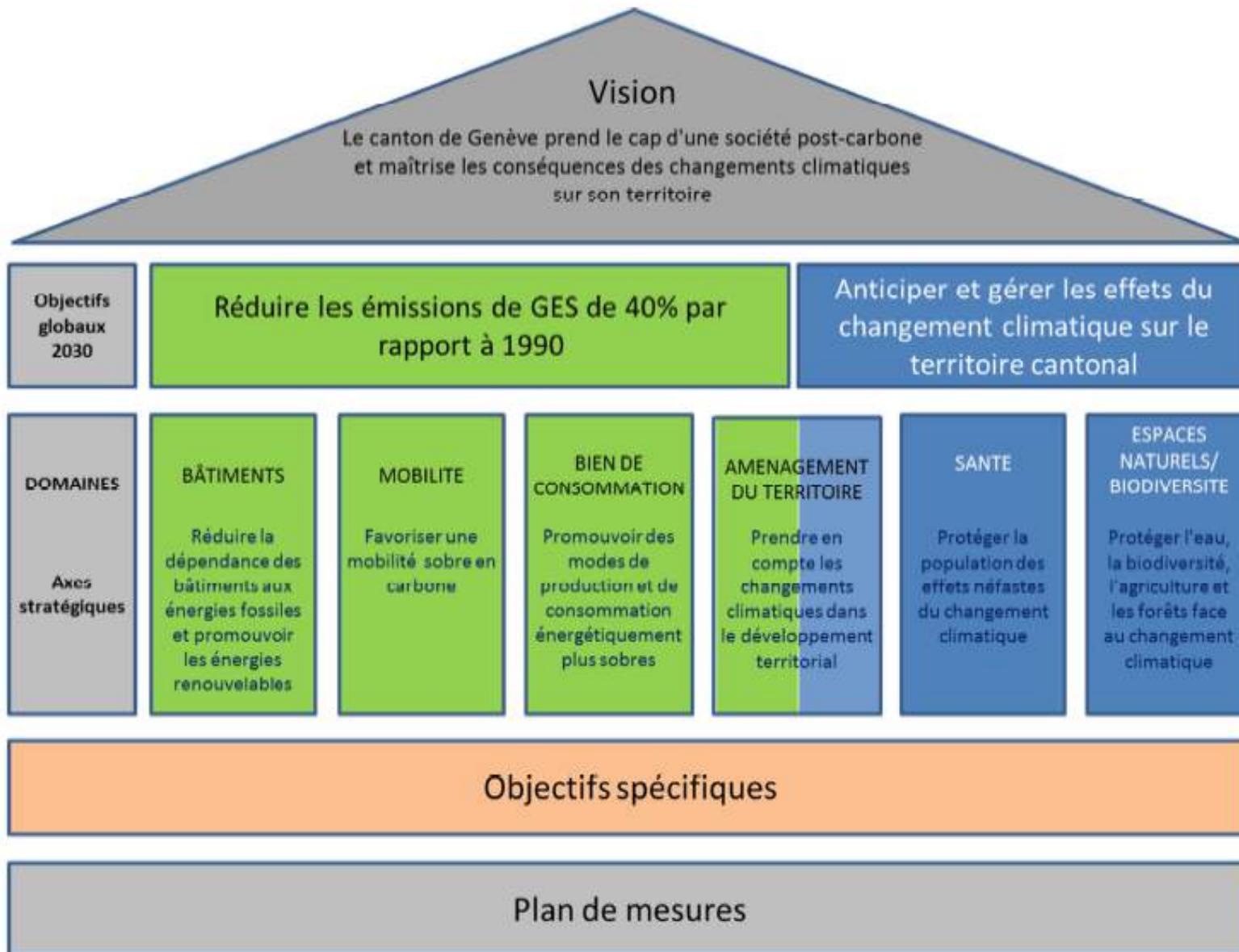
Source : National Centre for Climate Services (NCCS) et Swiss TPH



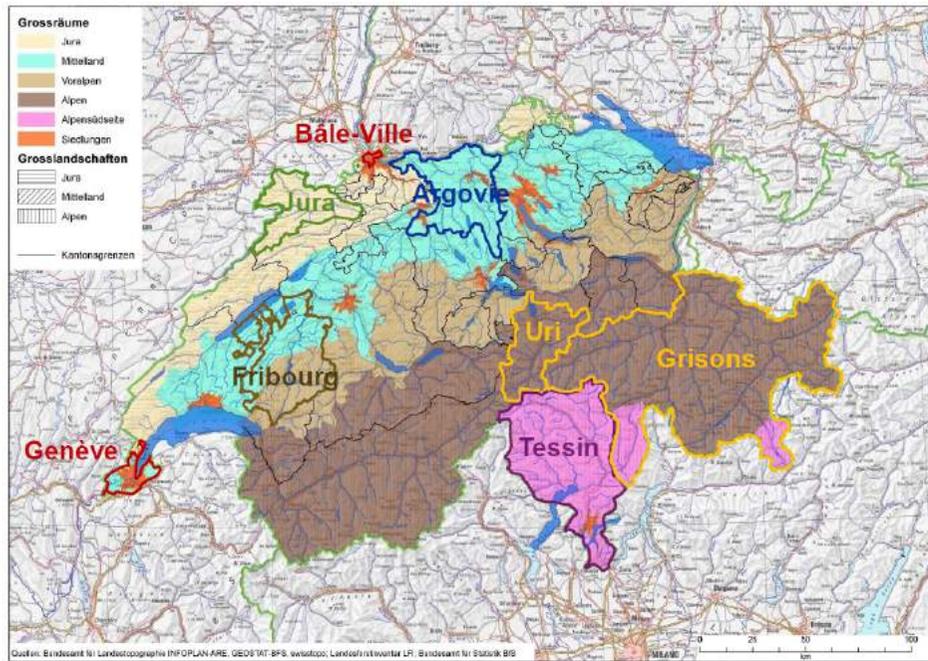
Plan climat cantonal (PCC)



Plan climat cantonal



Etudes de risques et d'opportunités



Domaine d'impact	2060 scénario faible				2060 scénario fort			
	Opportunités	Risques	Bilan total	Incertitude relative	Opportunités	Risques	Bilan total	Incertitude relative
Santé	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Agriculture	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Forêts, économie forestière	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Energie	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Infrastructure et bâtiments	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Gestion des eaux	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	neutre	très négatif	très négatif	incertitude moyenne
Biodiversité	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne	plutôt positif	très négatif	très négatif	incertitude moyenne



Dix mesures d'adaptation

Axe 4 DEVELOPPEMENT TERRITORIAL

Mesure 4.3 Prévenir et lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain

Mesure 4.4 Intégrer des critères spécifiques dans les appels d'offres pour les projets de construction et de rénovation d'infrastructures

Axe 5 PROTECTION DE LA POPULATION

Mesure 5.1 Prévenir les nuisances causées par les vecteurs de maladie et notamment le moustique tigre

Mesure 5.2 Elaborer et mettre en œuvre un plan transfrontalier de prévention des crues de l'Arve

Mesure 5.3 Renforcer les mesures liées au concept de l'eau en ville

Mesure 5.4 Gérer les eaux en vue d'un partage équitable et durable de la ressource à l'échelle transfrontalière du bassin versant genevois

Axe 6 BIODIVERSITE, AGRICULTURE ET FORETS

Mesure 6.1 Renforcer la résilience des écosystèmes

Mesure 6.2 Lutter contre les ravageurs (insectes)

Mesure 6.3 Promouvoir la futaie irrégulière auprès des propriétaires privés de forêts

Mesure 6.4 Séquestrer du carbone grâce à la généralisation de l'agriculture de conservation des sols



Prévenir et lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain

→ 2020: Adaptation de la législation

2021 → 2030: Mise en œuvre de la nouvelle législation

Enjeux

Avec les changements climatiques, les vagues de chaleur devraient se multiplier, s'intensifier et se prolonger. Dans les villes, la densité des constructions et des infrastructures, le haut degré d'imperméabilisation des sols et l'aération restreinte engendrent des îlots de chaleur. Dans ces lieux, les températures diurnes et nocturnes sont nettement plus élevées que celles des zones rurales limitrophes relevées à la même heure du jour ou de la nuit. Ceci est dû notamment à l'absence de facteurs naturels de régulation de la température tels que la végétation, et la concentration des infrastructures urbaines qui absorbent l'énergie solaire sans la réfléchir.

Les températures élevées dues à ces îlots de chaleur, ainsi que la concentration de rejets polluants qu'elles favorisent, sont une contrainte plus grande pour les citoyens, notamment pour les personnes les plus vulnérables (personnes âgées, nourissons, malades, etc.) avec des risques accrus de décès prématurés ou encore de maladies cardio-vasculaires.

Bien que la climatisation apparaisse comme une solution idéale, elle amplifie le phénomène en rejetant la chaleur à l'extérieur et de plus elle augmente la consommation d'énergie.

Les solutions positives à long terme concernent la qualité de l'environnement urbain: la végétalisation (toitures, façades, etc.), la lutte contre l'imperméabilisation des sols, le choix de matériaux à faible capacité d'absorption et de stockage de la chaleur, etc.

Description

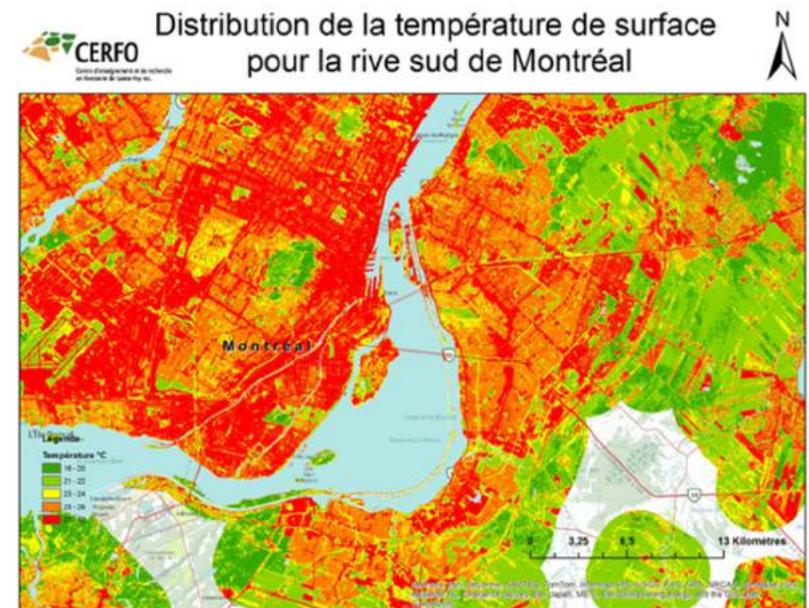
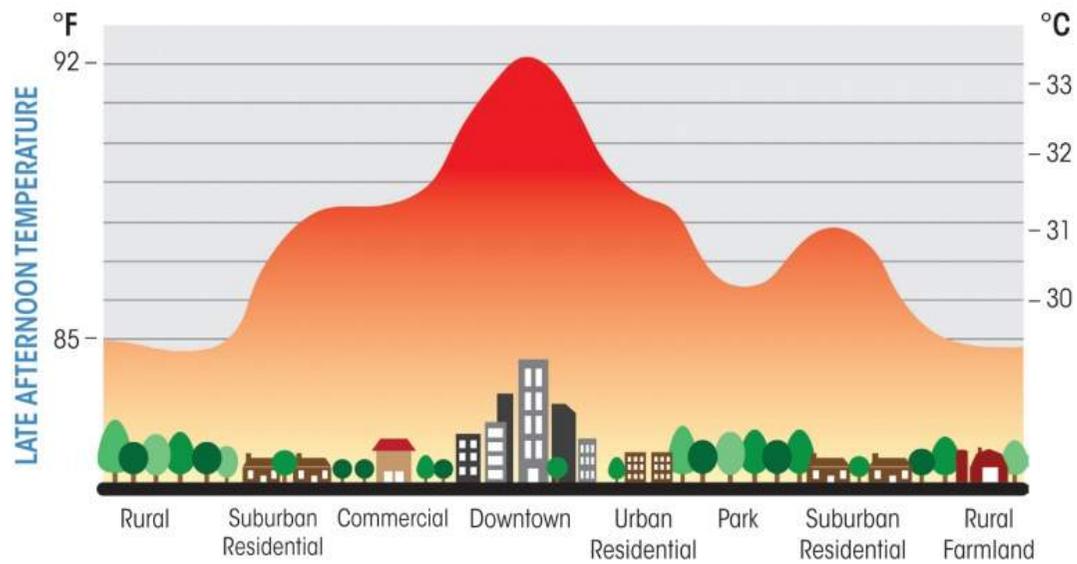
- ♦ Inscrire, dans le cadre d'une prochaine adaptation du Plan directeur cantonal, les principes à respecter pour prévenir et lutter contre les effets des îlots de chaleur: circulation de l'air, végétalisation (toitures, façades, etc.), création de zones ombragées, perméabilisation du sol, pénétrantes de verdure, etc.
- ♦ Effectuer une cartographie des îlots de chaleur afin d'identifier les points sensibles sur le canton
- ♦ Elaborer une série de fiches techniques pour faciliter la prise de décision et favoriser les bons choix d'aménagement

Effets induits

- ♦ Réduction de l'impact sur la santé
- ♦ Contribution à la préservation de la biodiversité (en ville)
- ♦ Réduction du volume des eaux de ruissellement
- ♦ Maintien d'un paysage de qualité

Pilotage : Office de l'urbanisme (DALE) - Direction générale de l'agriculture et de la nature (DETA)
 Collaborations : Direction générale de l'eau (DETA) - Direction générale des transports (DETA) -
 Office des bâtiments (DF) - Office fédéral de l'environnement (OFEV) - Haute école du paysage, d'ingénierie
 et d'architecture (HEPIA) - Etablissements publics autonomes (EPA)

Ilots de chaleur urbains



Source : IAU, 2010

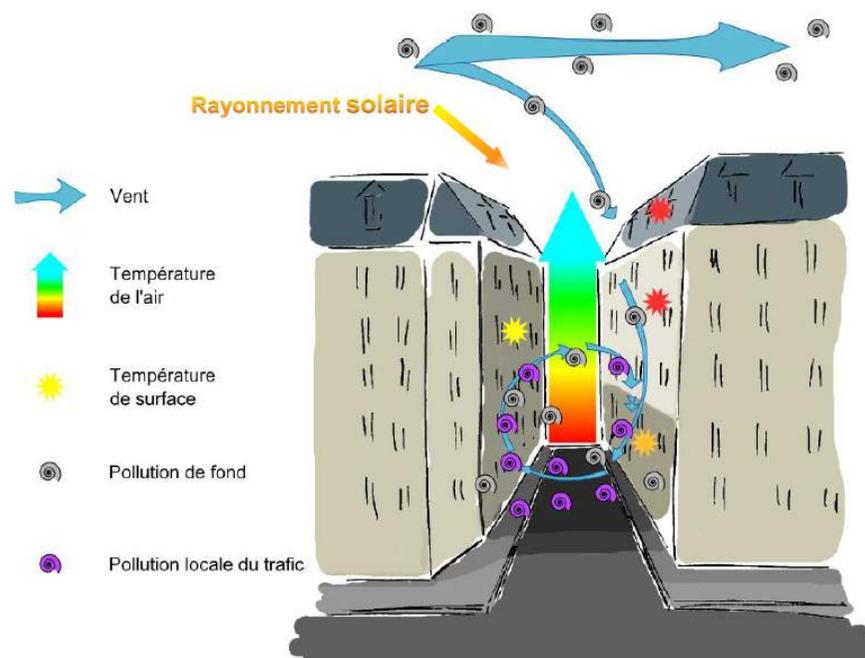
Ilot de chaleur : leviers d'actions

1. Morphologie urbaine
2. Végétalisation
3. Gestion des eaux / eau en ville
4. Matériaux (bâtiments et infrastructures durables)
5. Réduction de la chaleur anthropique

1. Morphologie urbaine

- *Prévenir les effets de canyon urbain*
- *Préserver les continuités végétales / biologiques*

Différence de température de l'ordre de 4°C entre canyon et autres parties des centres urbains

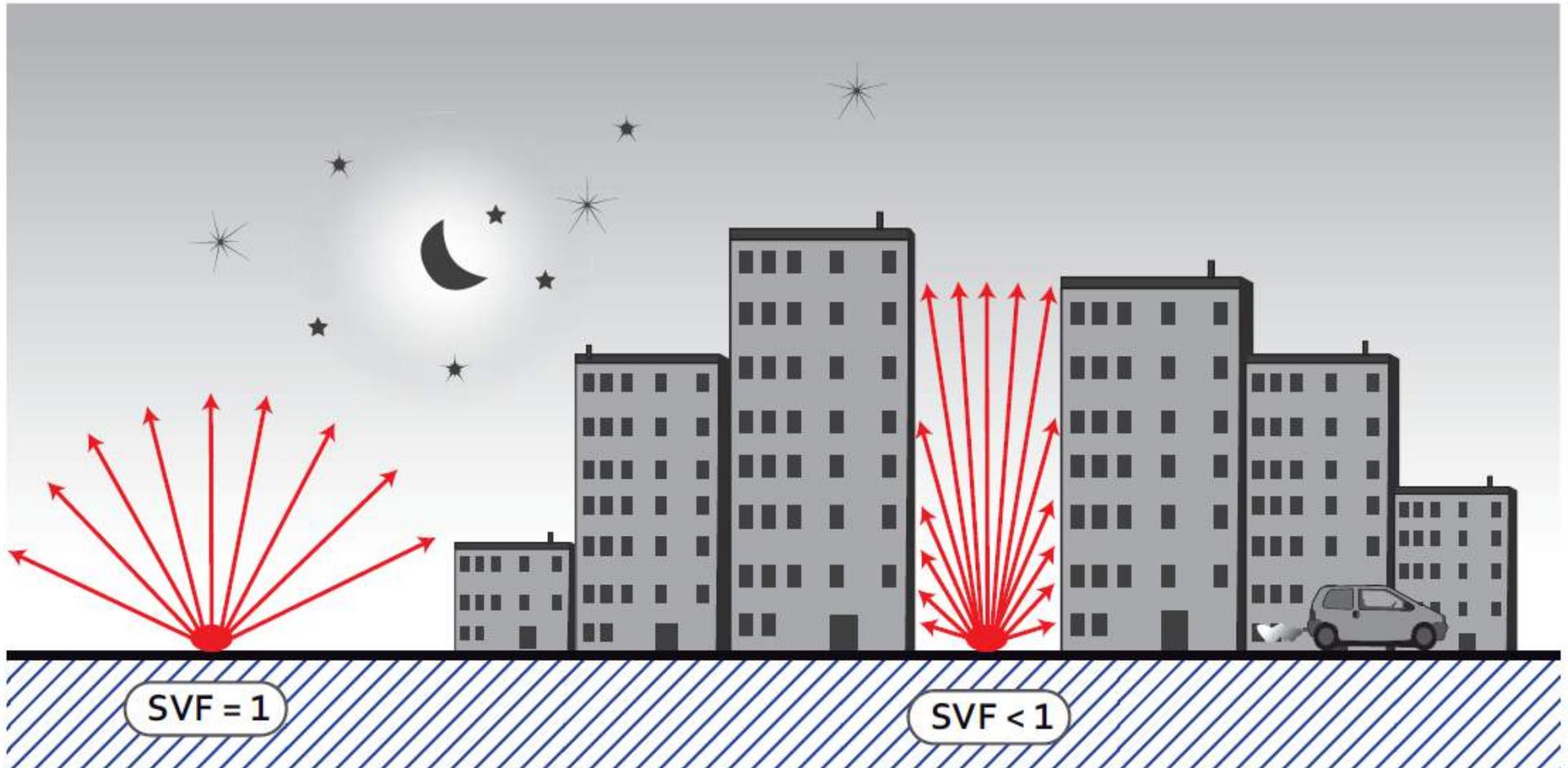


Source : IAU, 2010

Pistes d'actions

- Prendre en compte les circulations d'air lors des choix de positionnement
- Intégrer les préoccupations bioclimatiques lors de la détermination de la forme des bâtiments
- Prolonger jusqu'à la parcelle les réflexions sur les pénétrantes de verdure
- Concept mobilité douce à échelle canton / agglomération
-

Facteur «vue du ciel» (composante clé des canyon urbains)

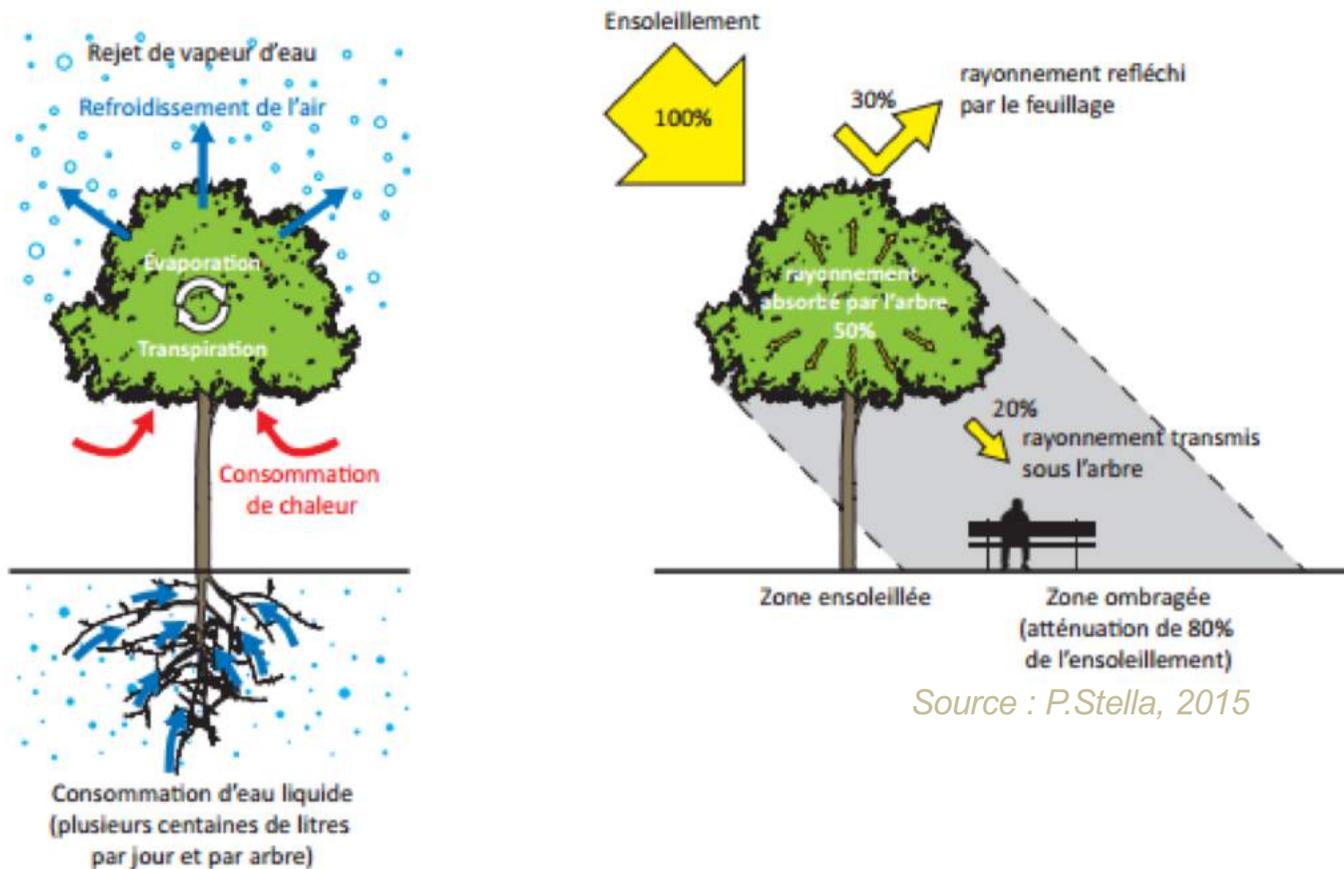


Source : APUR, 2012

Facteur «vue du ciel» = indicateur qui permet d'évaluer la facilité avec laquelle se produit le refroidissement nocturne par échange radiatif avec le ciel

2. Végétalisation

- Réduction de température par effet d'ombrage et évapotranspiration
- Renforcement de la biodiversité face aux effets des changements climatiques
- Co-bénéfices : augmentation qualité de l'air et de l'eau, santé des populations



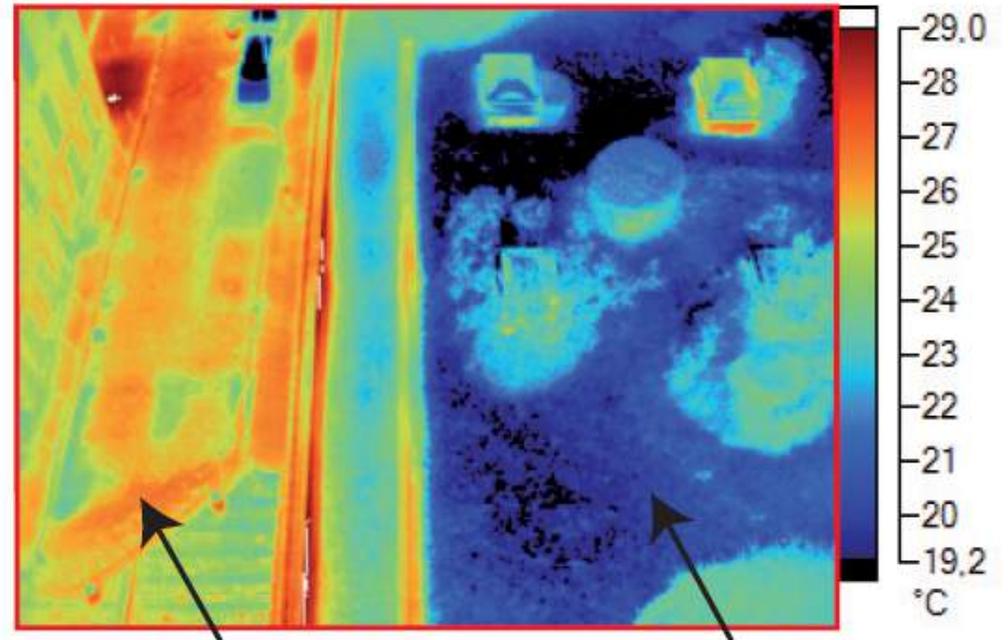
Journée estivale à midi :
20°C de différence
entre asphalte et
surface végétalisée,
2°C pour l'air ambiant
sous ombrage

Un îlot végétal urbain de
60m produit des effets
de rafraîchissement
dans un rayon de 100m

Effet microclimatique d'une toiture végétalisée



Source : APUR, 2012



En contre-bas l'espace public minéralisé encore chaud

Au premier plan : vue plongeante sur une terrasse végétale qui crée localement un îlot de fraîcheur (2 août 2011 vers 23h (21h UTC))

3. Eau en ville

Source : AFP, J.S. EVRARD

- Réduire la température en augmentant l'humidité du sol
- Offrir des points de rafraîchissement aux habitants



Pistes d'actions :

- **Humidification** : végétalisation ; revêtements poreux ; arrosage des pavés... avec eau recyclée
- **Points de rafraîchissement** : mise à ciel ouvert des cours d'eau, bassins, fontaines (d'eau potable), brumisateurs
- **Infiltration** : jardins pluviaux, bassins et tranchées de rétention, puits d'infiltration, chaussée à structure réservoir, ...

Arrosage des rues

Cas 1 : test à Lyon durant les journées estivales

Gain de 5°C au sol, de 0,5°C à 1,5 m du sol → effet très local, peu pertinent pour une route. Solution éventuelle pour des espaces devant rester minéraux (trottoirs) ou espaces minéraux en attente de pousse végétale

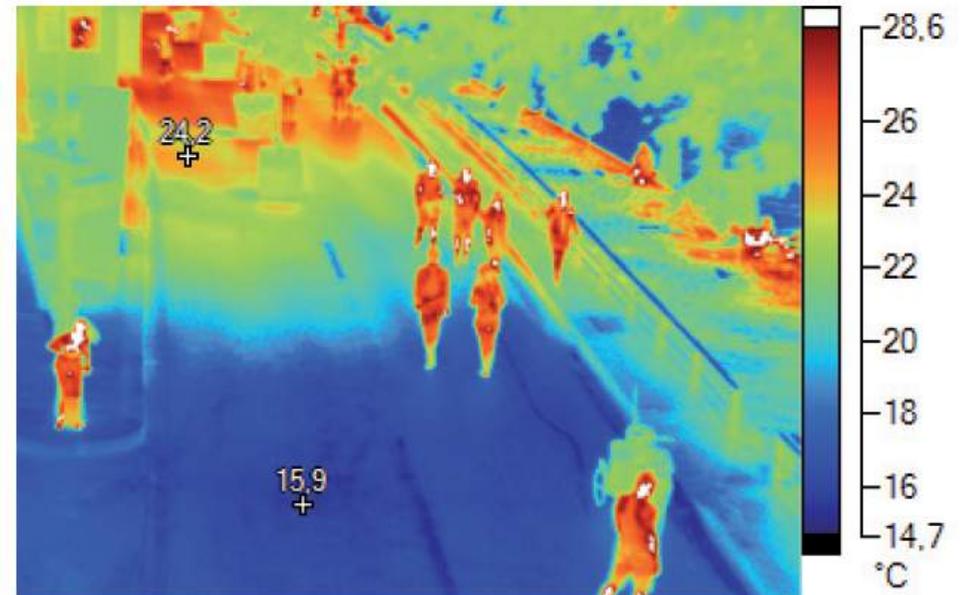
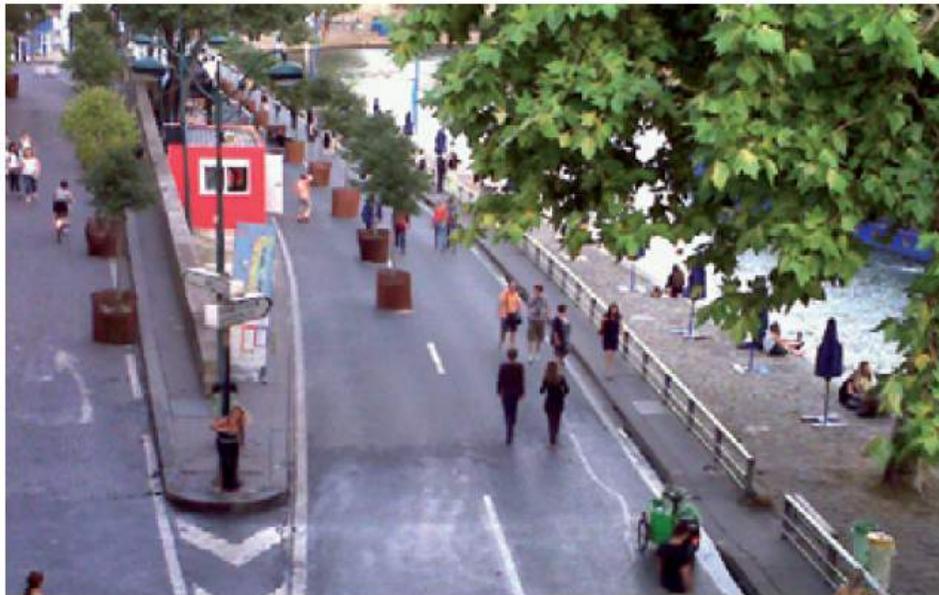


Figure 12 – Port des Célestins le 31 juillet 2011 à 21h30 : effet de refroidissement après aspersion de la chaussée. La température de la chaussée chute d'une dizaine de degrés.

Source : APUR, 2012

4. Matériaux (bâtiments, infrastructures)

- *Augmenter l'albédo des surfaces (sols, murs, toits, parkings...) pour :*
 - *diminuer la rétention et l'émission de chaleur*
 - *Réduire les besoins de climatisation*

Pistes d'actions :

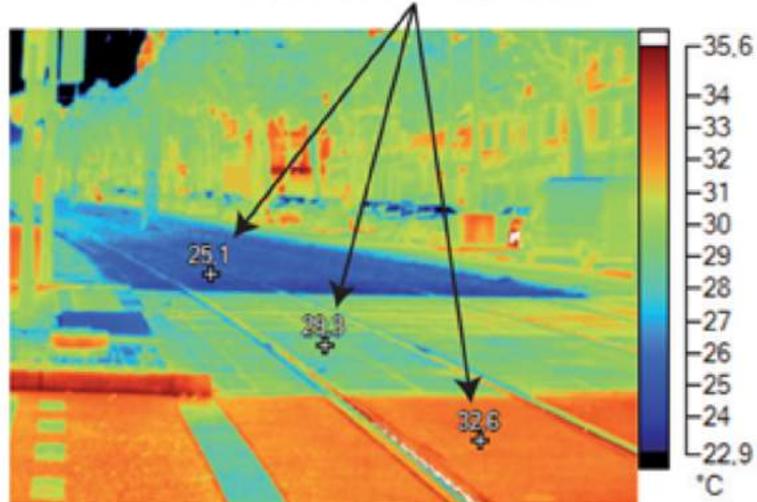
- **Surfaces de sol** : augmenter les surfaces végétalisées
- **Bâtiments** : murs et toitures à haut albédo
- **Infrastructures routières, voies de circulation** : pavés à haut albédo (+ peinture des voitures à haut albédo)



Photo « réelle »

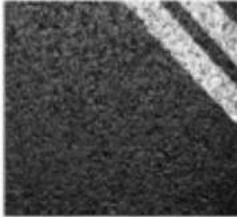
www.apur.org

Température en différents points du sol



Thermographie infra-rouge

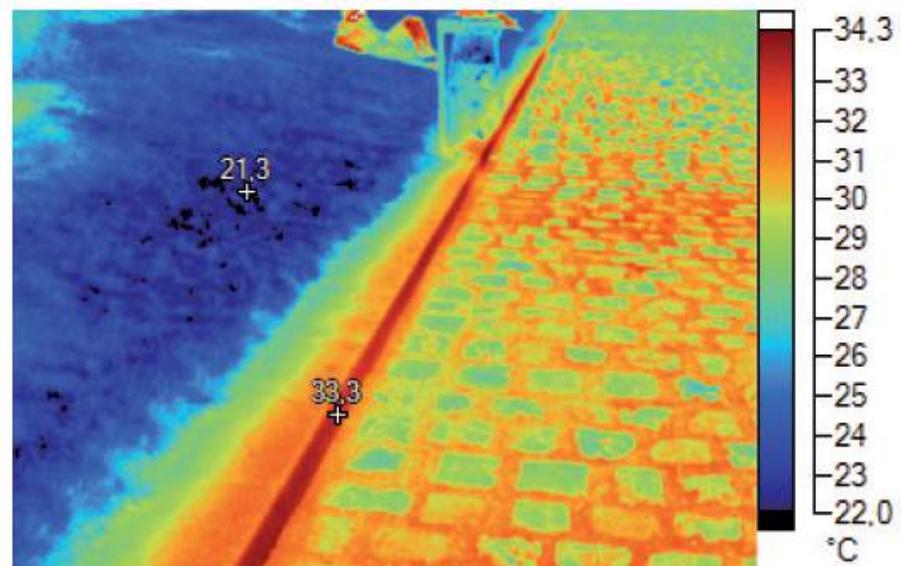
Échelle de température

Dach				
	Teer und Split 0,03 - 0,18	Wellblech 0,10 - 0,15	Dachziegel 0,10 - 0,35	Stark reflektierendes Dach 0,60 - 0,70
Wand				
	Farbige Wand 0,15 - 0,35	Back-/Naturstein 0,20 - 0,40	Weiße Wand 0,50 - 0,90	Bäume 0,15 - 0,18
Boden				
	Asphalt 0,05 - 0,20	Beton 0,10 - 0,35	Gras 0,25 - 0,30	

Albedo (Reflektion) von Oberflächen

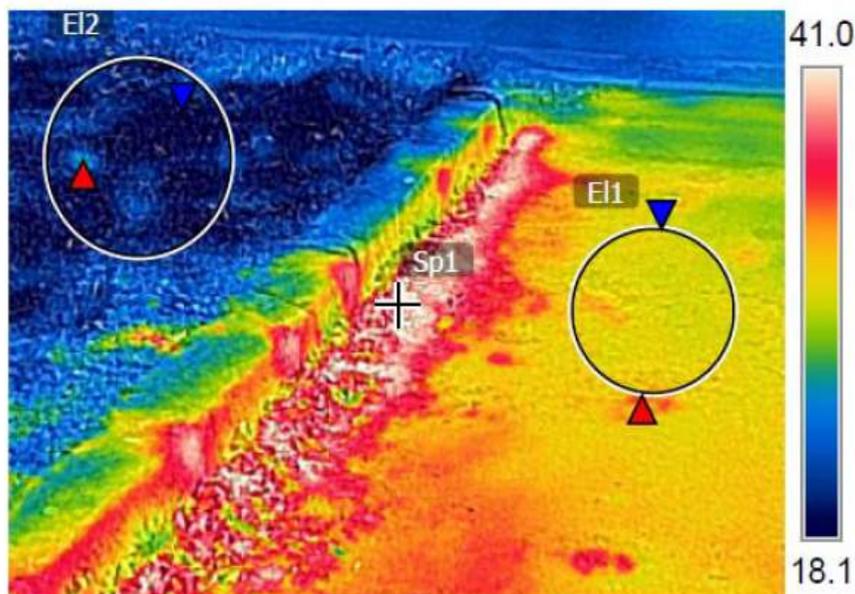
(Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2011: 37; aus: MDDI 2012: 38, verändert)

Températures des revêtement de l'espace public : Paris, 01.08.11, 20h



Source : APUR, 2012

Températures des revêtement de l'espace public (lieu non dét.)



Source : P. Stella. AgroParis Tech, 2015

5. Chaleur anthropique

Convergence avec les actions de réduction des consommations énergétiques et émissions de GES !

- *Réduire les émissions de chaleur anthropique liés :*
 - *Rafrâichissement des bâtiments*
 - *Aux éclairages, appareils et installations électriques liés aux bâtiments*
 - *Au parc automobile (moteurs thermiques principalement)*

La chaleur anthropique augmente de 2 à 3°C la température urbaine.

Par forte chaleur, +2°C en milieu urbain = + 5% de besoins de climatisation

Pistes d'actions :

- Réduction des besoins énergétiques des bâtiments
- Climatisation «passive» en remplacement des blocs froids (free cooling...)
- Réduction des besoins d'éclairage par une conception bioclimatique des bâtiments
- Réduction du nombre / des flux de véhicules thermiques (au moins déviation des centres urbains)

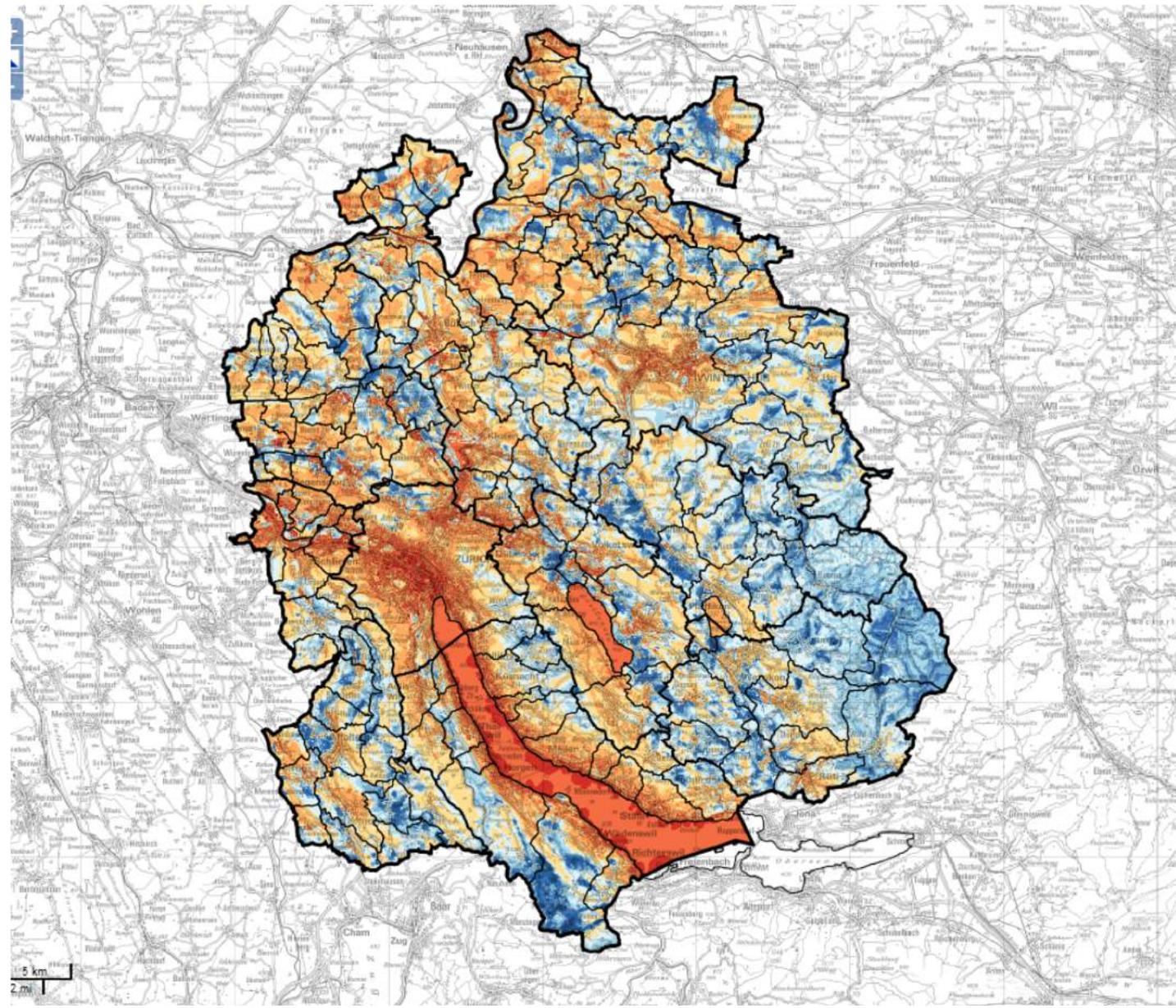
Analyse climatique du canton de Genève

(sur le modèle de maps.zh.ch)

- Modélisation climatique pour le canton de Genève : résolution de 25 mètres
- Modélisation climatique de la zone urbaine de Genève : résolution de 10 mètres

Carte indicative de planification sur la base de la situation climatique et des scénarios futurs pour le canton et la ville (évaluation des potentiels de développement des logements et de l'occupation des espaces commerciaux compatible avec le climat)

Carte représentant les effets du changement climatique basée des simulations climatiques à haute résolution provenant des données CH-2018 de MétéoSuisse



5 km
2,000

Informationen

Karteninhalt Info

Ebenen +

Legende -

Klimamodell: Klimaanalysekarte

Klimaanalysekarte

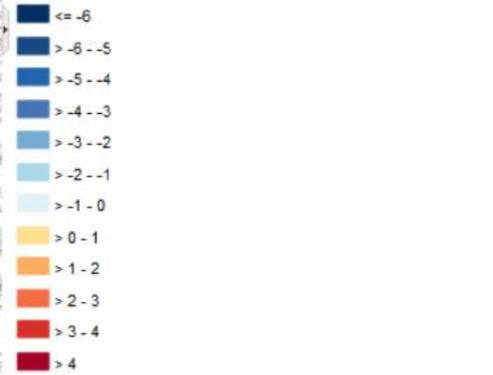
- Nachtsituation (4 Uhr)
- Tagsituation (14 Uhr)

Nachtsituation

- Temperatur:
- Lufttemperatur
 - Wärmeinseleffekt

- Wind:
- Kaltluftvolumenstrom
 - Windgeschwindigkeit
 - Windrichtung und -geschwindigkeit (ab 1:10'000)

Wärmeinseleffekt [°C], 4 Uhr



Administrative Grenzen

- Kantonsgrenzen
- Bezirksgrenzen
- Gemeindegrenzen

Landeskarten 1:25'000 bis 1:500'000:

© swisstopo (5704001878)
Übersichtsplan: © GIS-ZH



Informationen >>

Kartinhalt Info

Ebenen +

Legende -

Klimamodell: Klimaanalysekarte ⓘ

Klimaanalysekarte

- Nachtsituation (4 Uhr)
- Tagsituation (14 Uhr)

Nachtsituation

Temperatur:

- Lufttemperatur
- Wärmeinseleffekt

Wind:

- Kaltluftvolumenstrom
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung und -geschwindigkeit (ab 1:10'000)

Wärmeinseleffekt [°C], 4 Uhr

≤ -6
> -6 - -5
> -5 - -4
> -4 - -3
> -3 - -2
> -2 - -1
> -1 - 0
> 0 - 1
> 1 - 2
> 2 - 3
> 3 - 4
> 4

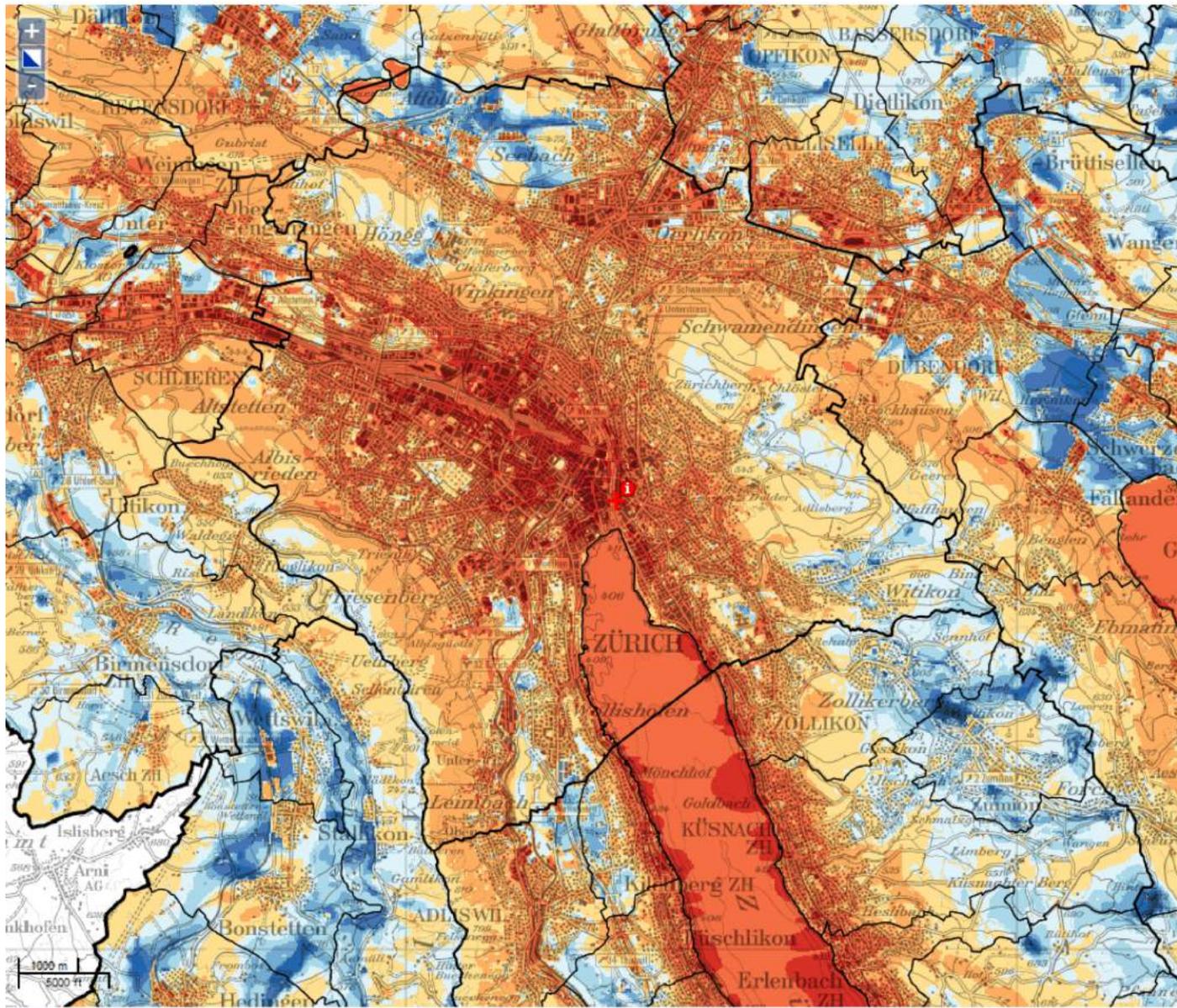
Administrative Grenzen ⓘ

- Kantonsgrenzen
- Bezirksgrenzen
- Gemeindegrenzen

Landeskarten 1:25'000 bis 1:500'000: ⓘ

© swisstopo (5704001878)

Übersichtsplan: © GIS-ZH ⓘ





In der Karte auf das interessierende Objekt klicken!



Informationen für ausgewählte Themen
bei Koordinate 2683455 / 1247274 (Höhe: 409.9 m)

Weitere Standortinformationen: ▾

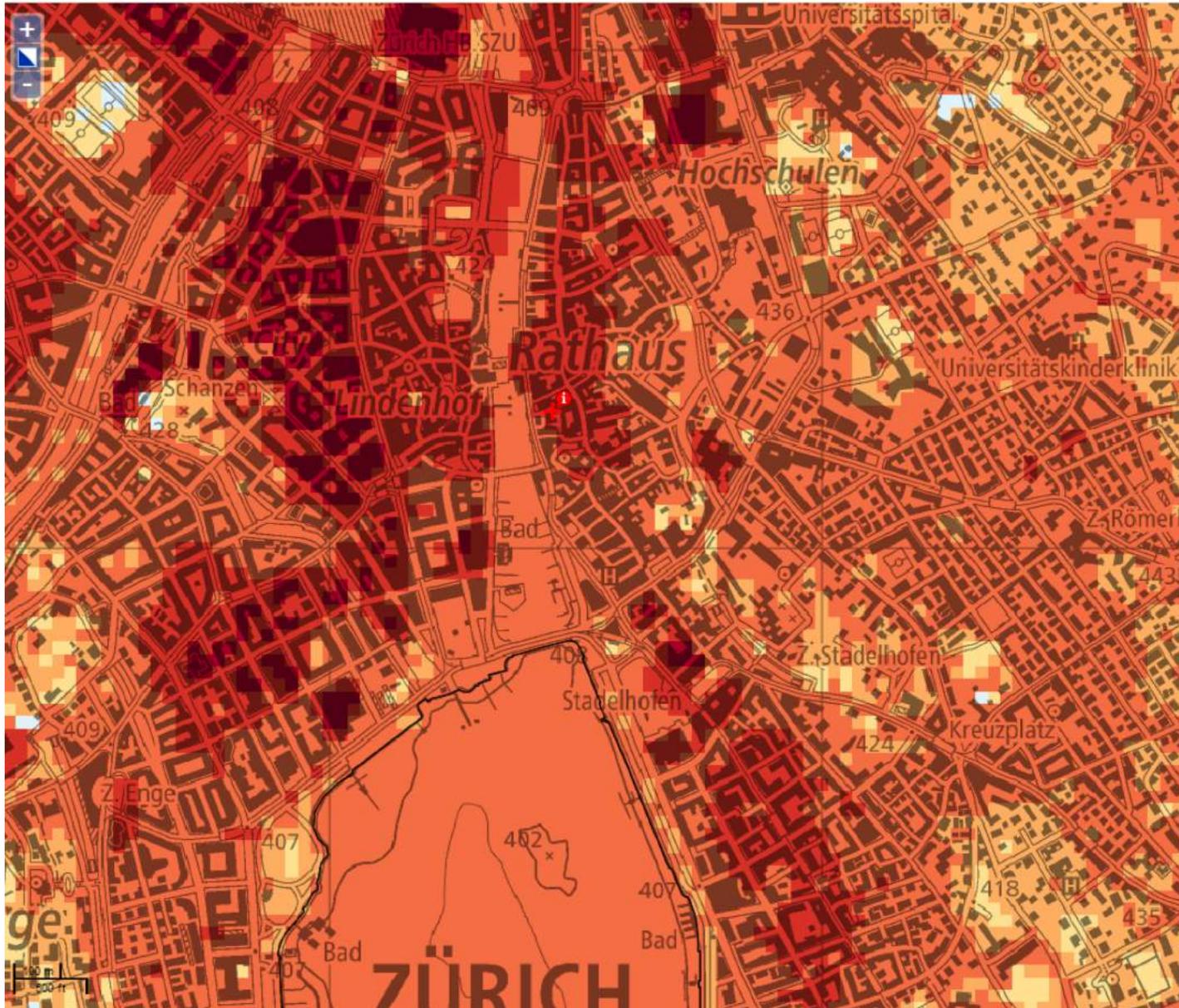
Wärmeineleffekt [°C], 4 Uhr

Abweichung der Lufttemperatur [°C] 3.06

Gemeindegrenzen

Name	Bezirk	BFS-Nr.	Markieren
Zürich	Zürich	261	

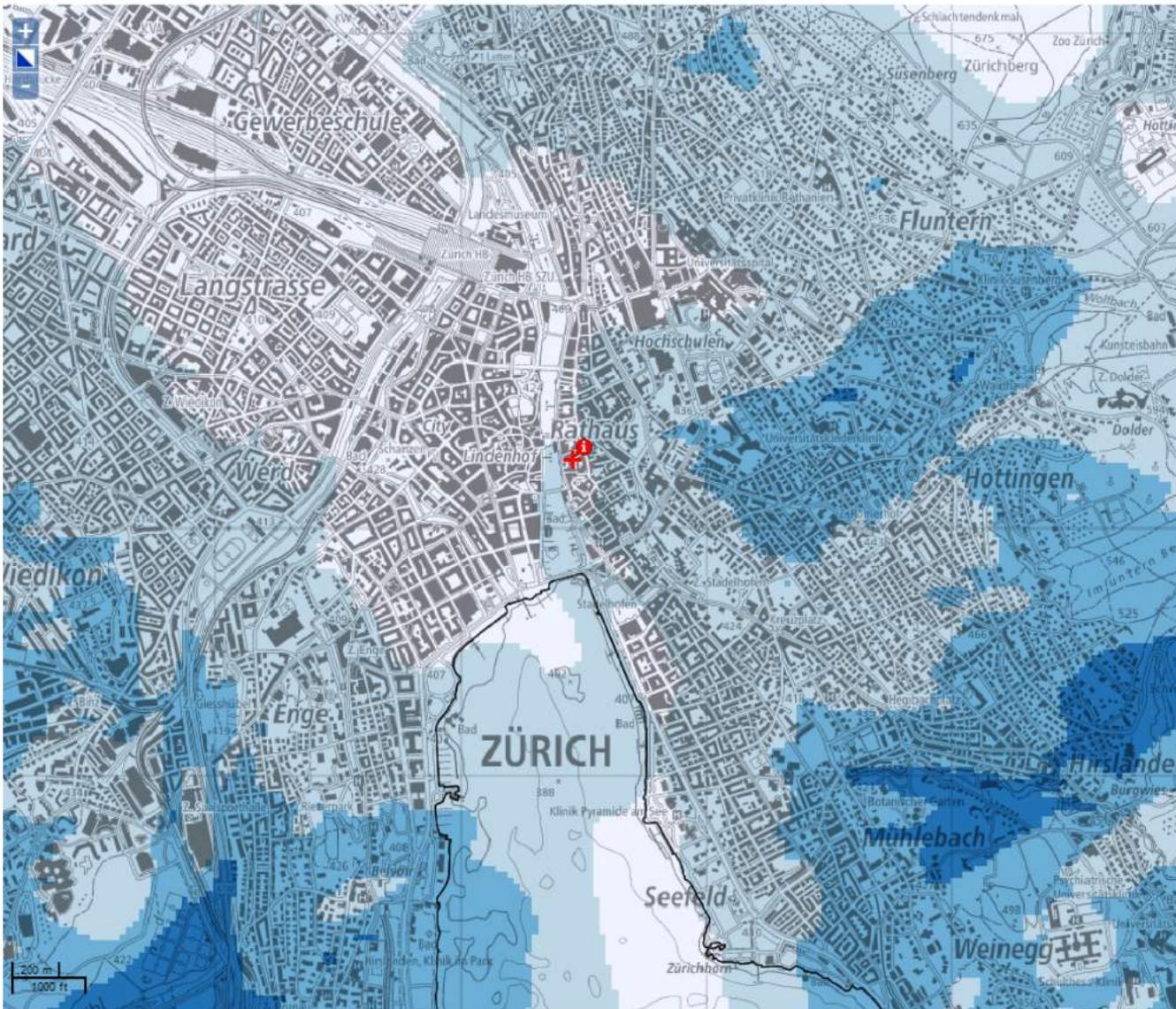
Gemeindegrenzen



2683548 / 1247081

Massstab 1: 9172

Klimamodell: Klimaanalysekarte



2683548 / 1247081

Masstab 1: 18344

Informationen

Kartinhalt Info

Ebenen

Legende

Klimamodell: Klimaanalysekarte

Klimaanalysekarte

- Nachtsituation (4 Uhr)
- Tagsituation (14 Uhr)

Nachtsituation

Temperatur:

- Lufttemperatur
- Wärmeseleffekt

Wind:

- Kaltluftvolumenstrom
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung und -geschwindigkeit (ab 1:10'000)

Kaltluftvolumenstrom [m²/s], 4 Uhr

- gering
- mässig
- hoch
- sehr hoch

Administrative Grenzen

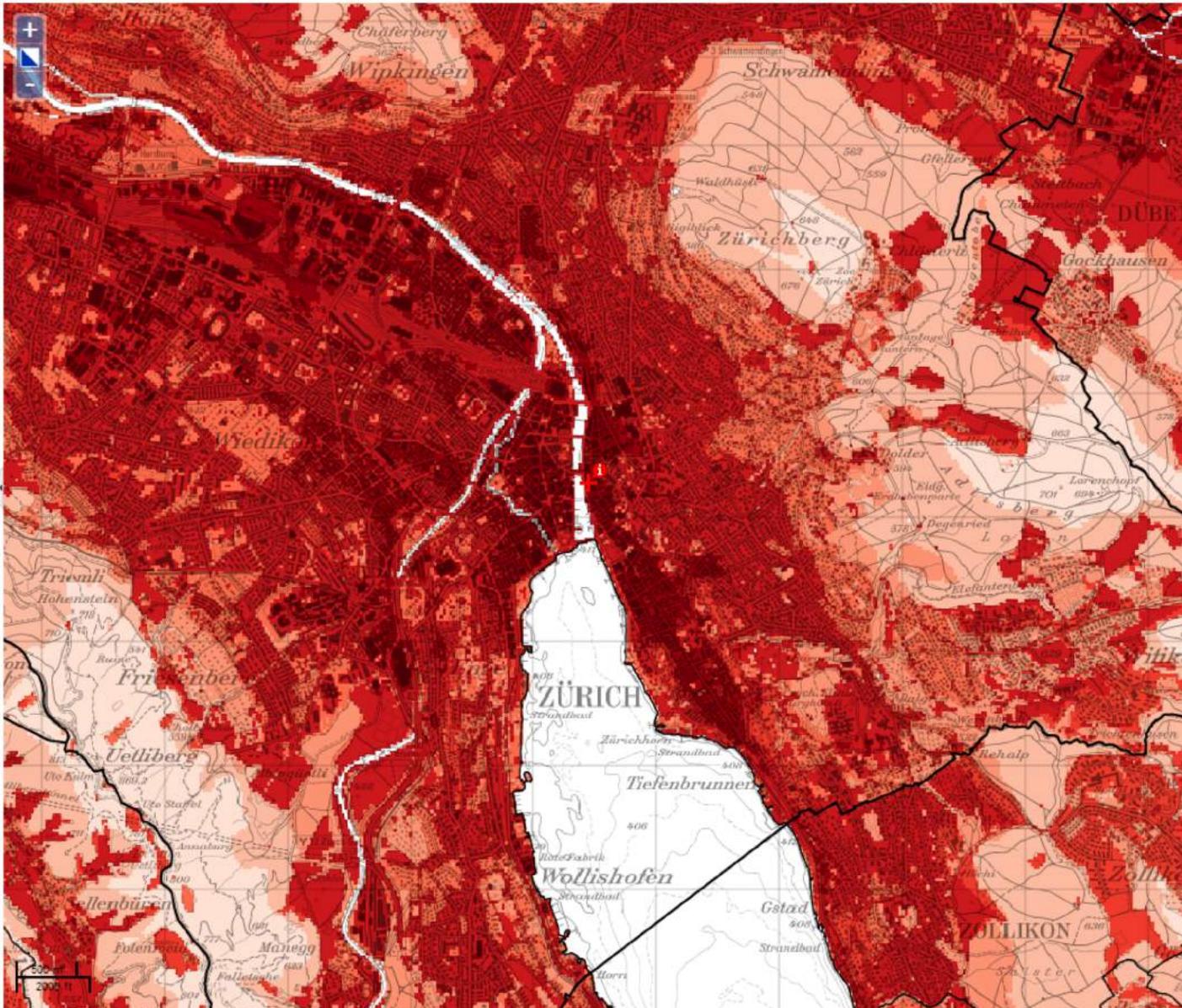
- Kantonsgrenzen
- Bezirksgrenzen
- Gemeindegrenzen

Landeskarten 1:25'000 bis 1:500'000:

© swisstopo (5704001878)

Übersichtsplan: © GIS-ZH

Klimamodell: Klimaszenarienkarte



Informationen

Karteninhalt Info

Ebenen

Legende



Klimamodell: Klimaszenarienkarte

Gewählte Zeitspanne

2071 - 2100

- Sommertage
- Hitzetage
- PET
- Tropennächte

Mittlere Anzahl Hitzetage pro Jahr ($T_{max} \geq 30^{\circ}C$)

- keine Tage
- > 0 - 2.5
- > 2.5 - 5
- > 5 - 10
- > 10 - 20
- > 20 - 30
- > 30 - 50
- > 50

Administrative Grenzen

- Kantonsgrenzen
- Bezirksgrenzen
- Gemeindegrenzen

Landeskarten 1:25'000 bis 1:500'000:

© swisstopo (570400/1878)

Übersichtsplan: © GIS-ZH



Klimamodell: Planhinweiskarte

Planhinweiskarte

- Nachtsituation (4 Uhr)
- Tagsituation (14 Uhr)

Weitere Optionen:

- Seen

Nachtsituation

- Überwärmung im Siedlungsraum
- Bioklimatische Bedeutung von Grünflächen

Kaltluft:

- Kaltluftleitbahnen
- Hauptströmungsrichtung der Kaltluft (innerhalb von Grünflächen)
- Kaltluftwirkungsbereich innerhalb Bebauung
- Kaltlufteinzugsgebiet

Weitere Optionen:

- Hohe Zunahme der nächtlichen Wärmebelastung im Siedlungsraum
- Bevölkerungsdichte (90 Perzentil)

Überwärmung im Siedlungsraum, 4 Uhr

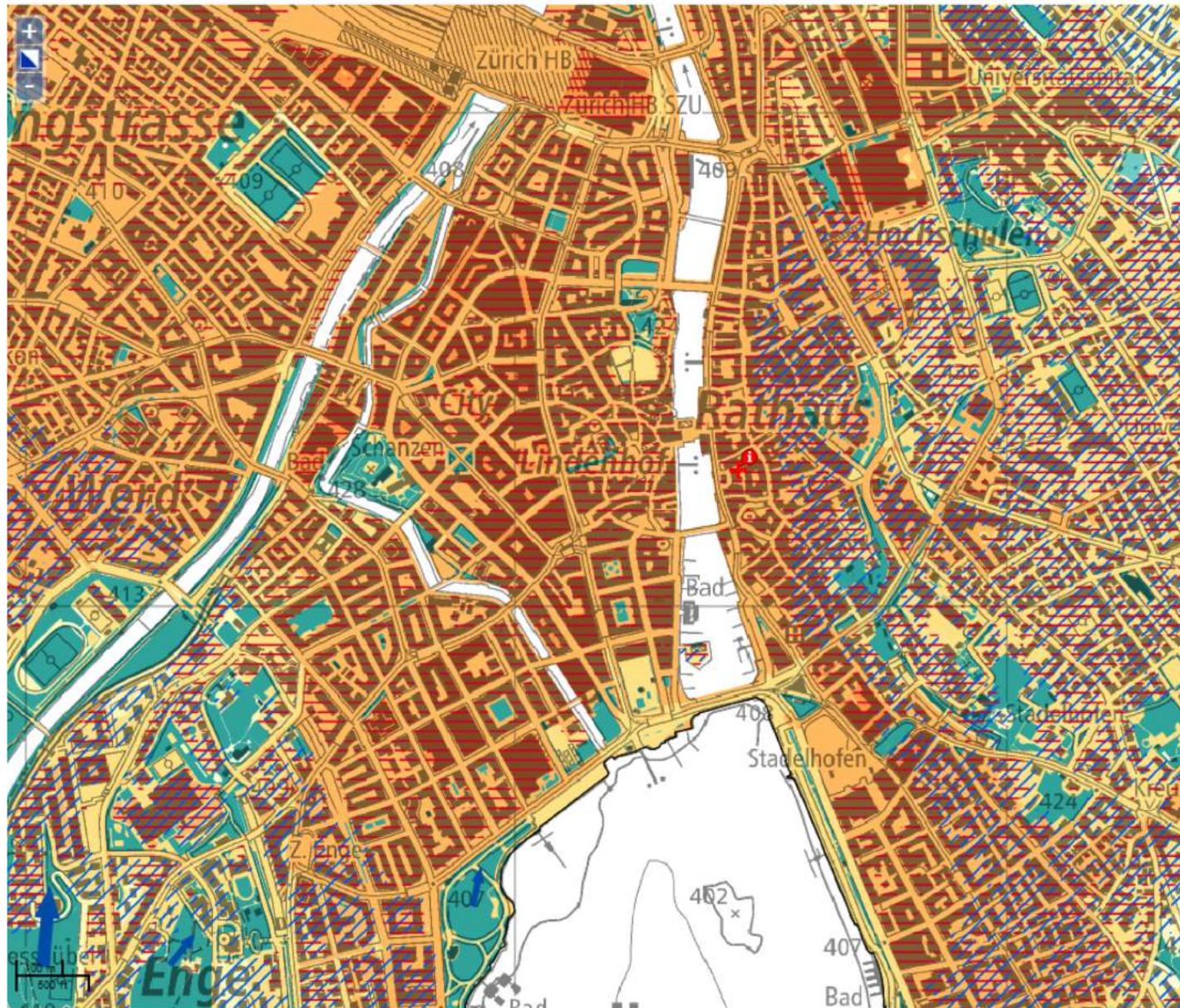
- keine
- schwach
- mässig
- hoch
- sehr hoch

Bioklimatische Bedeutung von Grünflächen, 4 Uhr

- gering
- mittel
- hoch
- sehr hoch

Kaltluftleitbahnen

- Kaltluftleitbahnen

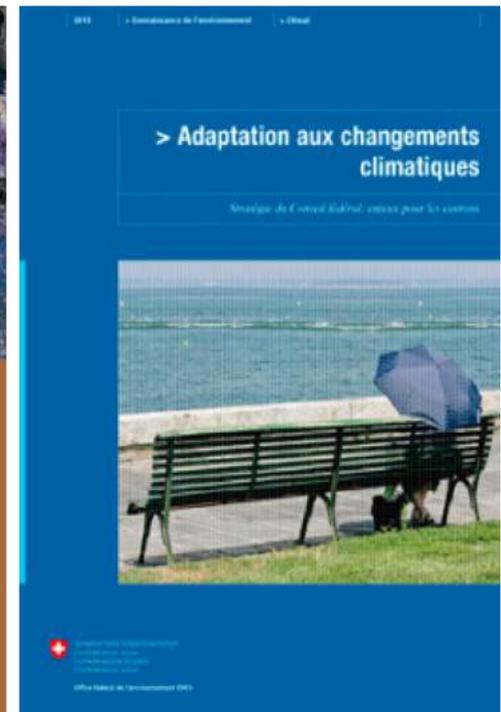
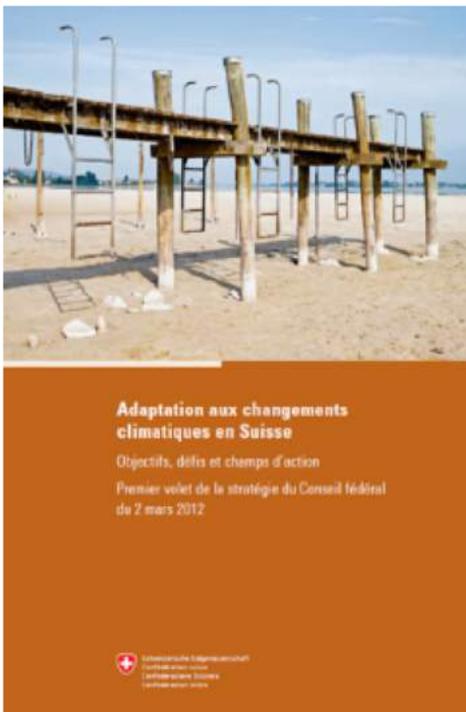


*Intégration des enjeux ilots de
chaleur dans la planification
territoriale genevoise*

Comment?

- Repérer les **questions à traiter à chaque échelle** (projets pilotes ex. Nos Arbres, Cool-City, Macadam, etc.)
 - Déterminer les modes de **prise en compte dans les différentes procédures d'aménagement**
 - Traduire ces pratiques en **recommandations concrètes**
 - **Intégrer au PDCant une fiche de synthèse** récapitulant les enjeux par échelle
- *quelques pistes de réflexions par échelle de planification (tableau ci-après) : non exhaustif !*

	Conception paysage cantonale	Stratégie des espaces publics	Grand Projet	PLQ
Morphologie urbaine	Equilibres entre zones ouvertes / vertes et urbanisées		Disposition des bâtiments : éviter les canyons urbains, prendre en compte les circulations d'air	Forme des bâtiments : bio-climatisme (protection chaud et froid !)
Végétalisation > prog. Nature en ville > stratégie biodiversité	Assurer des continuités végétales, stratégie de végétalisation	Lieux tests pour une prise en compte exemplaire des enjeux climat / biodiv.	Assurer des continuités végétales, stratégie de végétalisation	Murs et toits végétalisés, lignes directrices sur les essences
Eau en ville > Concept eau en ville	<i>Déclinaison du (futur) concept eau, en coord. avec la stratégie biodiversité et le PCC</i>	Intégrer les questions liées au cycle de l'eau, points de rafraichissement ...	déclinaison du concept eau en ville, garantir les continuités nécessaires au cycle de l'eau	Réduction surfaces imperméables, prescription caract. des matériaux pour les espaces extérieurs
Matériaux		Revêtements sols et infrastructures (notamment de) mobilité douce	Détermination matériaux des infra. publiques, recommandations pour les bâtiments	Exigences sur les matériaux des bâtiments (sols, murs, toits): albedo, rugosité, ...
Chaleur anthropique > stratégies mobilité (douce) et électromobilité > Politique énergétique : PDE	Coordination entre pénétrantes de verdure et axes de MD ?	Continuité des parcours de mobilité douce	Orientations sur les infrastructures de mobilité en complément au CET (ciblé bâtiments)	Compléments au CET sur les émissions de chaleur interne au bâtiment



Merci de votre attention !

Rémy Zinder

**Service cantonal du développement durable
Département du territoire**

18 Bis, Quai Ernest Ansermet

Tél. 41 - 22 - 388 19 40

Fax 41 - 22 - 388 19 49

remy.zinder@etat.ge.ch

www.ge.ch/agenda21