



La géomatique au service de la lutte aux îlots de chaleur urbains et de l'adaptation aux changements climatiques

Présentation à la Conférence annuelle de la SQP

Simon Gignac g., Division de la géomatique

Marieke Cloutier et Nicolas Dedovic, Bureau de la transition écologique et de la résilience

Date : Le 5 mai 2022

Plan de présentation

1. Mise en contexte

2. Observatoire spatial urbain

- a. Données de télédétection spatiale et aérienne
- b. SIG 3D des propriétés physiques de surface

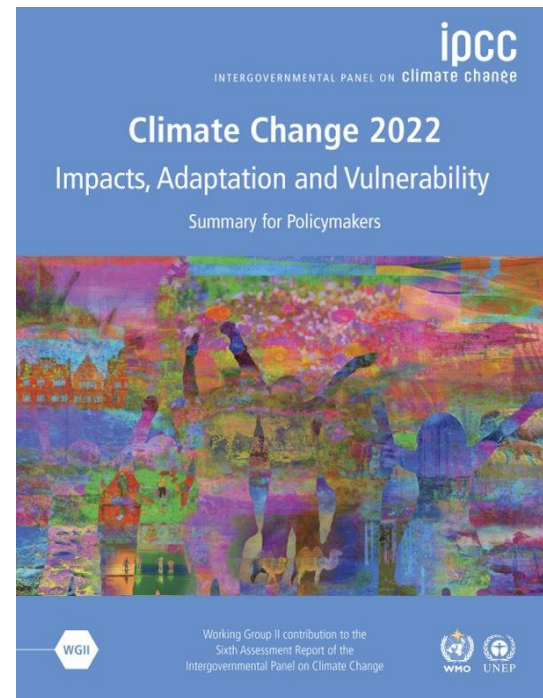
3. Bureau de la transition écologique et de la résilience

- a. Analyse de vulnérabilité aux changements climatiques
- b. Carte des îlots de chaleur
- c. Utilisation de la géomatique dans différents projets

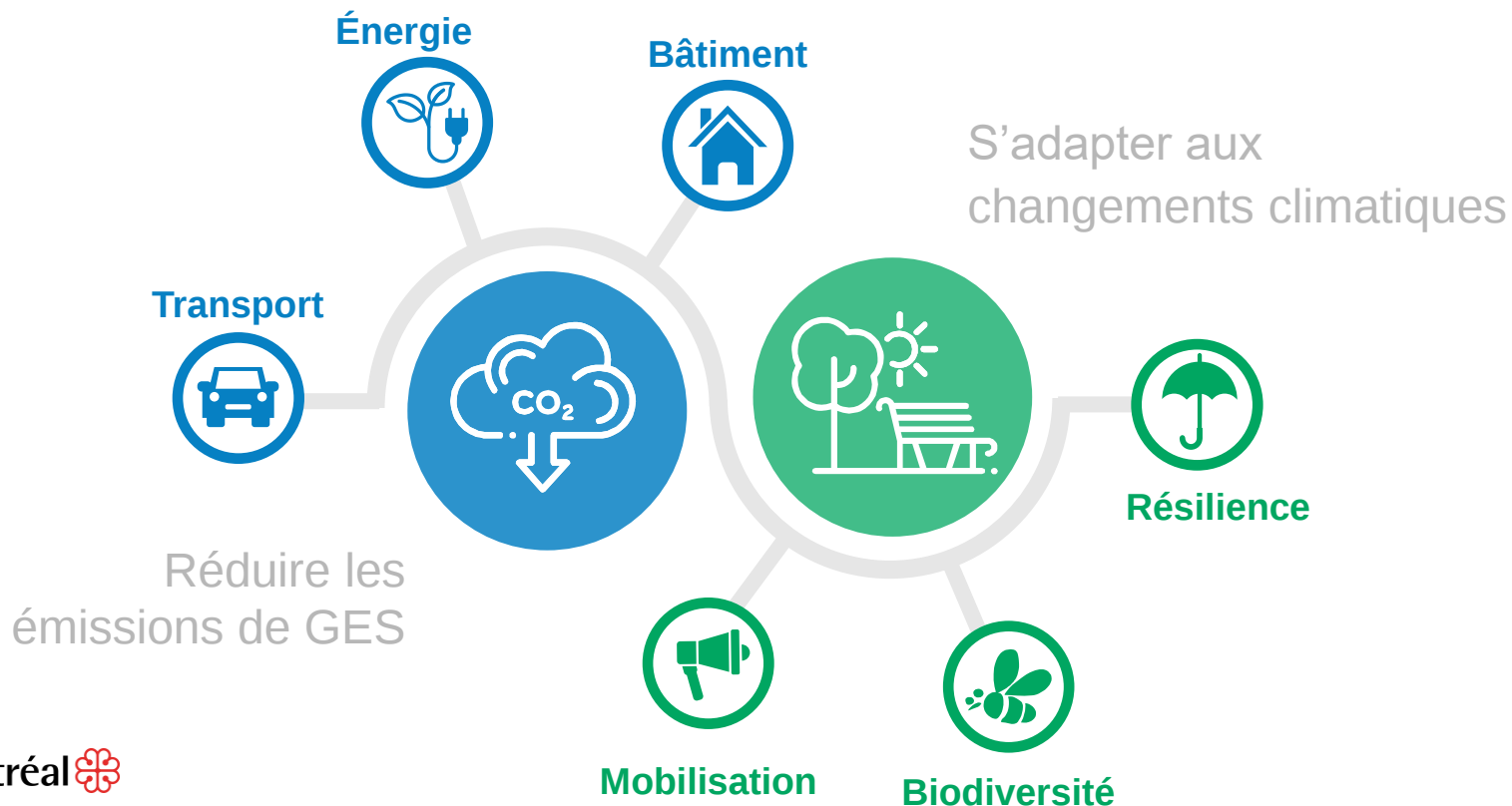
Urgence climatique

Impacts généralisés et risques croissants

- Graves impacts, parfois irréversibles
- Solutions basées sur la nature
 - Diminuer les risques
 - Apporter des avantages
- Équité et justice
 - Inégalité en matière d'adaptation



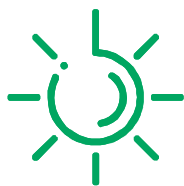
Lutte aux changements climatiques



Aléas climatiques



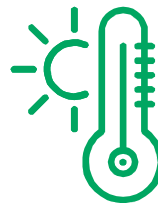
Pluies
abondantes



Vagues de
chaleur



Crues



Augmentation
des
températures
moyennes



Sécheresses



Tempêtes
destructrices

Géomatique au service de la lutte contre les changements climatiques

Collaboration pour en faire une démarche englobante

- Bureau de la transition écologique et Division de la géomatique (SIRR)
- Arrondissements et services de la Ville de Montréal
- Direction de la santé publique
- Ouranos
- Plusieurs universités, dont UQAM, McGill et Université de Montréal

A 3D architectural rendering of a city, likely Montreal, showing a dense urban environment with various building heights, green spaces, and a prominent tall skyscraper on the right. The scene is viewed from an elevated perspective.

Observatoire spatial urbain



Membre de l'Ordre des
Arpenteurs-Géomètres
du Québec

Simon Gignac, géomètre, chef d'équipe

Géomatique
Montréal 

Observatoire spatial urbain

- Système géomatique dédié au suivi de l'environnement urbain intégrant les données de télédétection spatiale et aérienne et des données géospatiales
- En collaboration avec :
- Accent mis sur trois thématiques



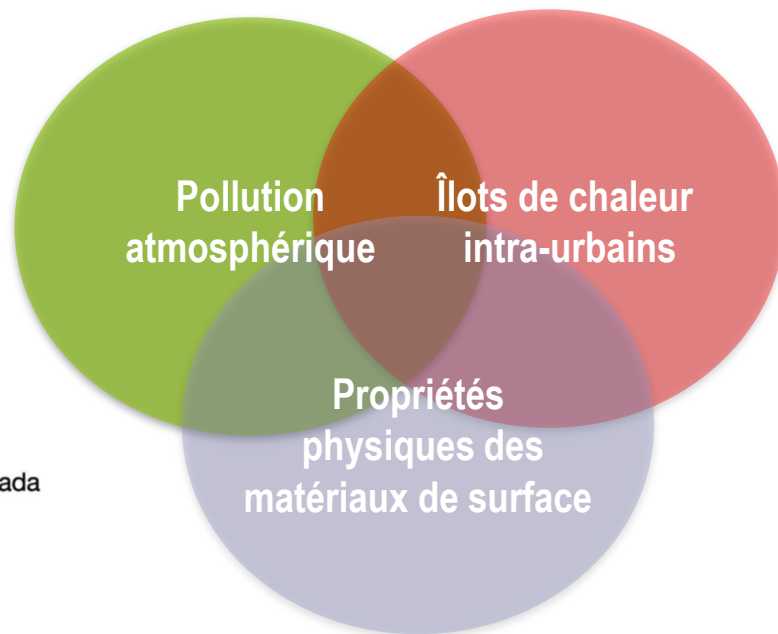
Contribution du laboratoire de
télédétection
François Cavayas, professeur



Contribution de
Yves Beaudoin, professeur



Environnement et
Changement climatique Canada



Hydrographie et ruissellement des eaux de surface

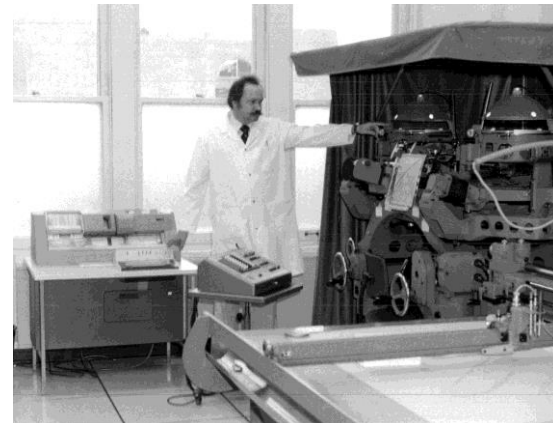
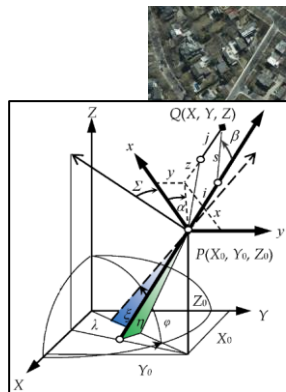


Le présent guide s'adresse à ceux qui réalisent des levés pour produire les plans topographiques ou les modèles numériques de terrain nécessaires à l'exécution des travaux routiers réalisés par le ministère des Transports du Québec.

L'objet de ce guide est d'assurer une plus grande uniformité dans le résultat des levés effectués pour le Ministère, en précisant les règles d'interprétation pour la saisie photogrammétrique et pour le levé conventionnel ainsi que le mode de captage et d'édition des détails et la représentation graphique des objets.

Extrait du Guide de captage de données topographiques.

des levés pour produire les plans topographiques
précisant les règles d'interprétation pour la saisie photogrammétrique



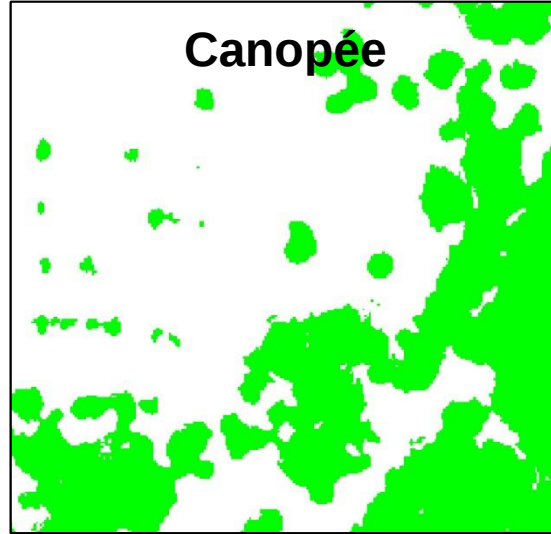
Hydrographie et ruissellement des eaux de surface



Hydrographie et ruissellement des eaux de surface



Canopée



Photographies
aériennes

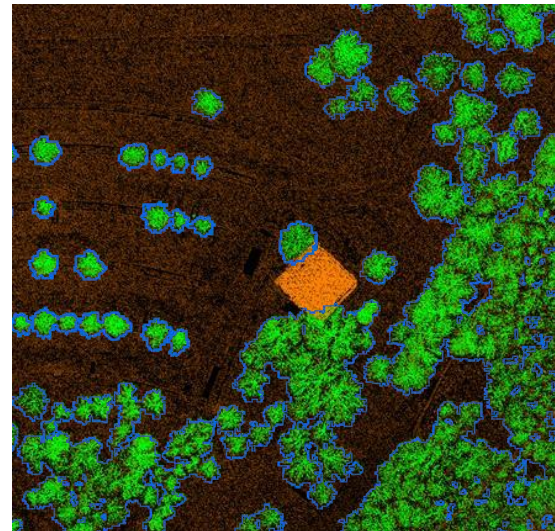
Modèle
numérique
de hauteur

Indice
de verdure

Intersection du
MNH et verdure

Canopée

Canopée



contrôle qualité sur orthophoto

LiDAR aérien

Classification
haute
végétation

Pixellisation

Intersection
autocorrélation
& LiDAR

Canopée

Qualification minérale et végétale

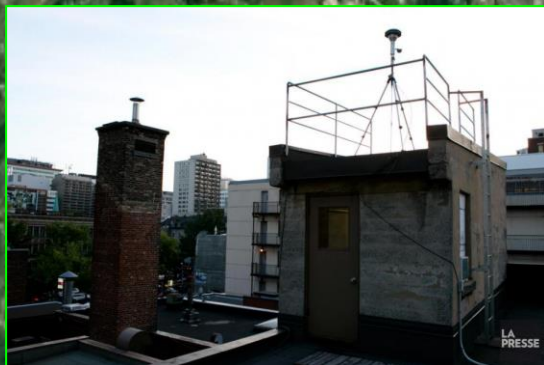


Toits blancs et toits verts

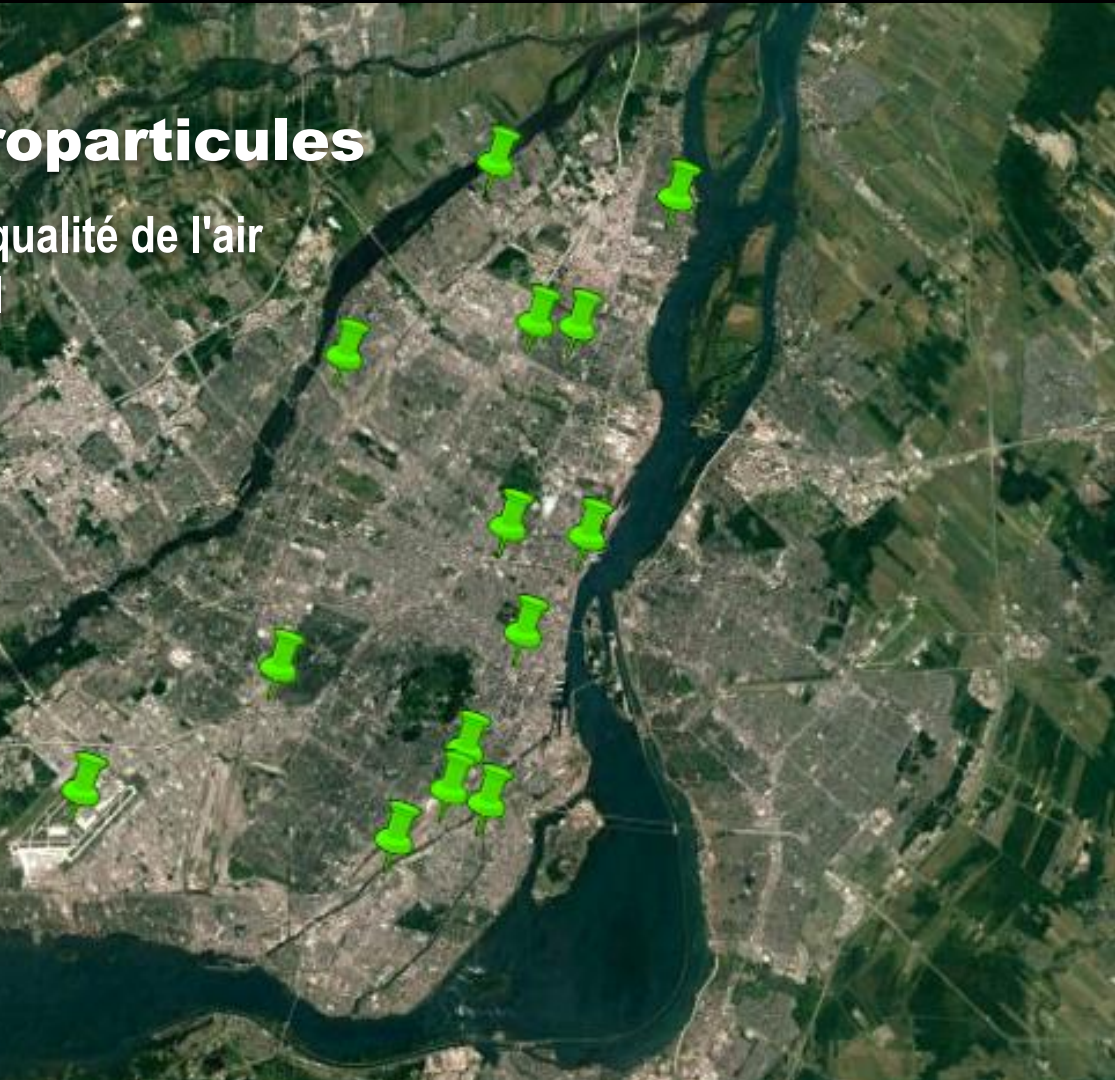


Contrôles des microparticules

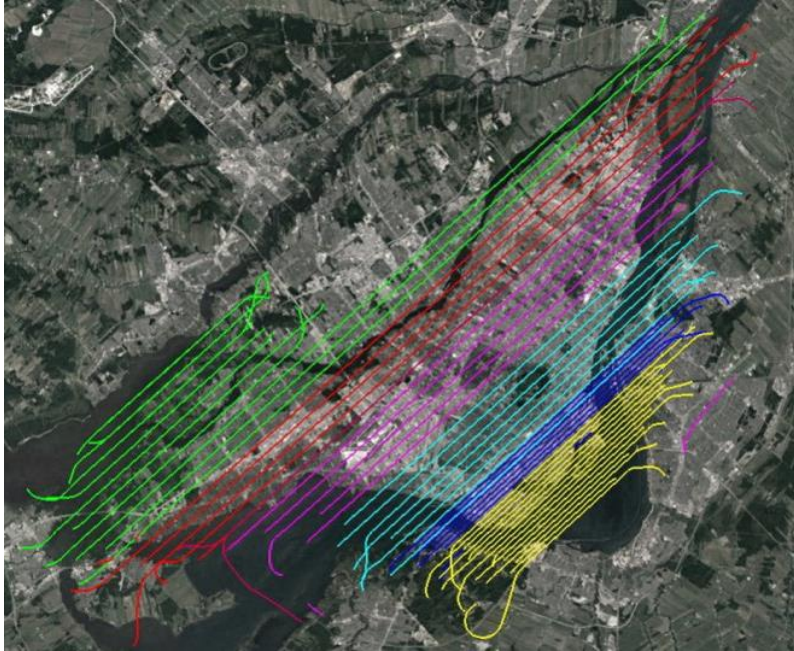
Réseau de surveillance de la qualité de l'air
(RSQA) de la Ville de Montréal



15 stations d'enregistrement
de microparticules $PM_{2,5}$



OSU - Acquisition des imageries hyperspectrales



Île de Montréal (500 km²)

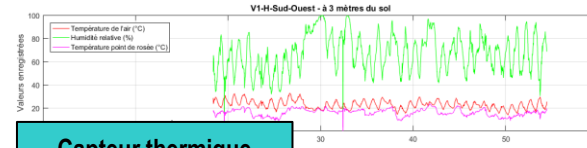
- 1) Jour et nuit, TASI - 600 caméras imageries, respectivement 2 m résolution (CONTRAÎNTE AEÉRPORT) et 1 m résolution (8,0-11,5 μm), 32 bandes
- 2) Jour, CASI-1500 caméra imageries 1 m résolution (0,37-1,04 μm), 96 bandes

OSU - Acquisition des imageries hyperspectrales

Divers contrôles terrain étaient répartis sur les 500 km² de l'île de Montréal (capteurs thermiques au sol et de l'air, thermographies, calibrage radiométrique, stations du réseau de la surveillance de la qualité de l'air)



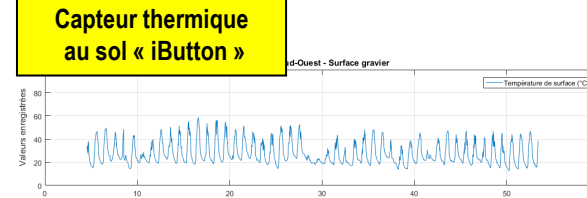
Montréal 



Capteur thermique
de l'air « HOBO »



Hauteur = 3m



Capteur thermique
au sol « iButton »



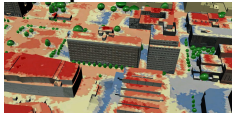
Contrôle géométrique
« TYVEK » (ou marquage)



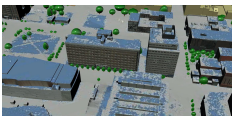
SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

Propriétés physiques des matériaux de surface

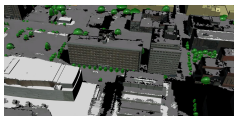
- Température de jour



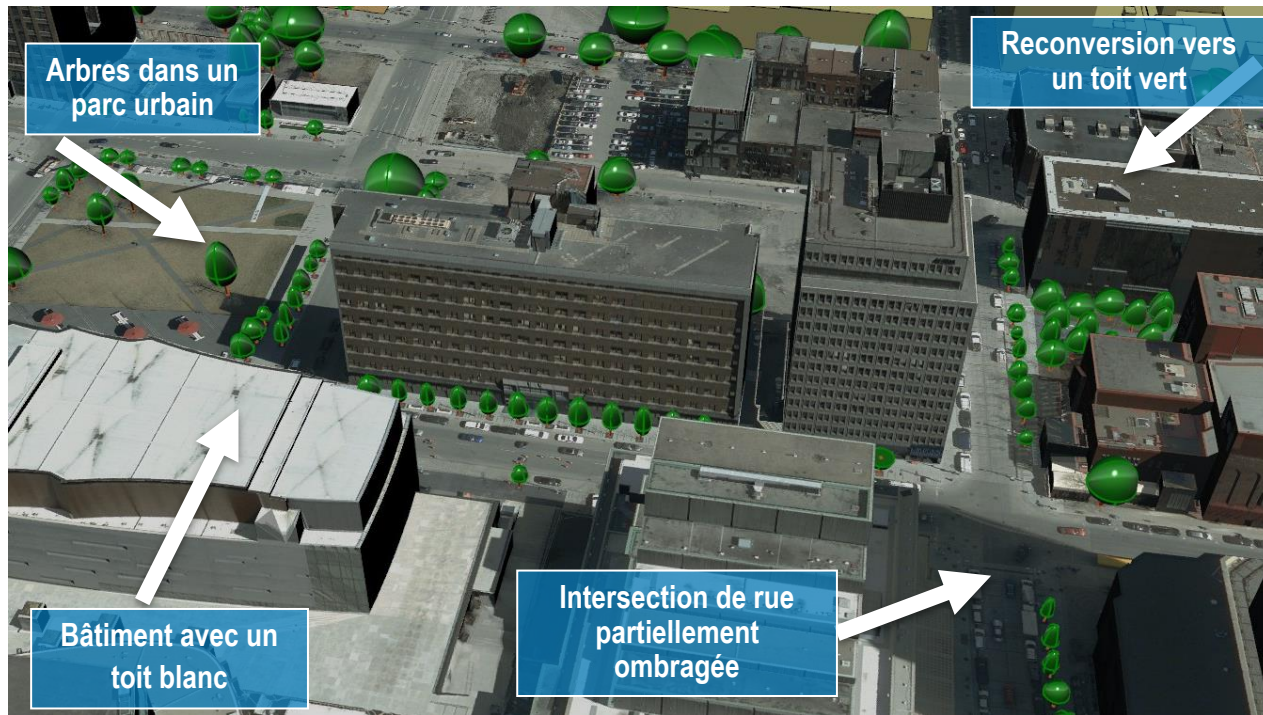
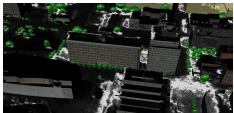
- Température de nuit



- Albédo



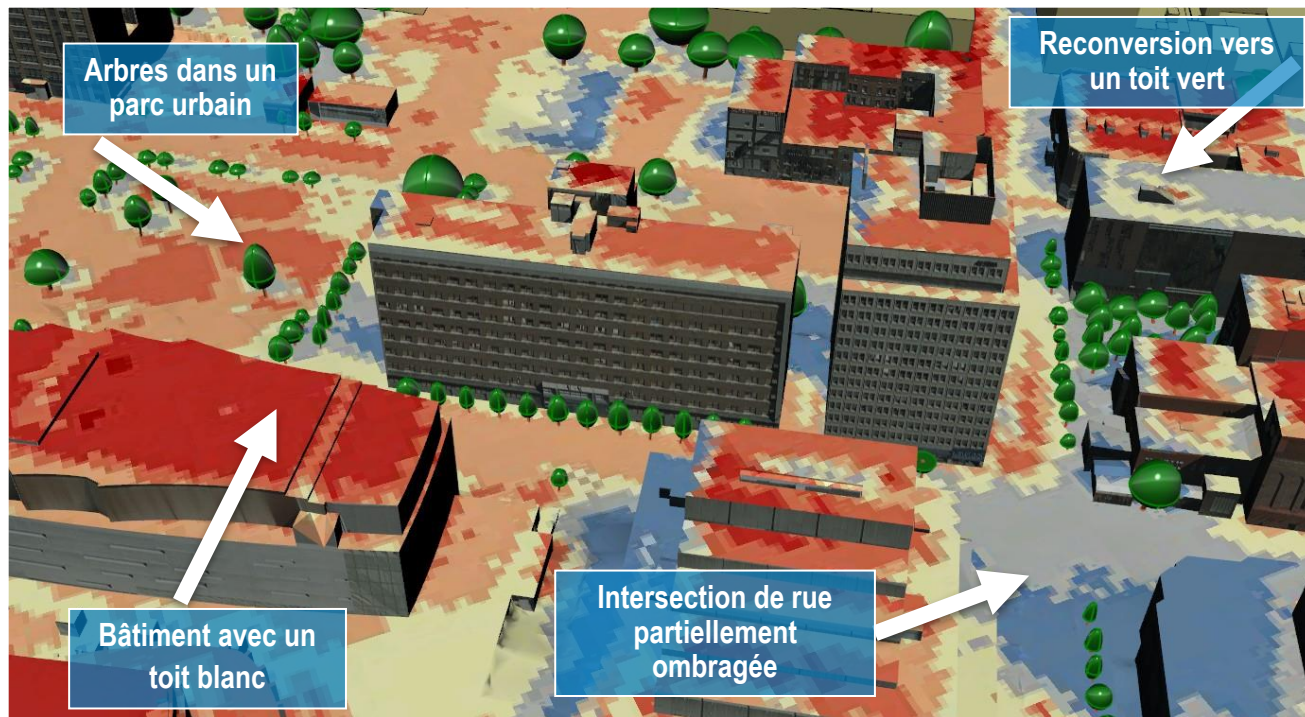
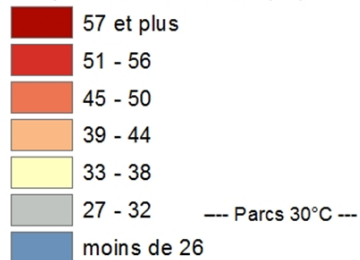
- Inertie thermique



SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

**THERMOGRAPHIE
DE SURFACE
DE JOUR (2 m / pixel)**
Normalisation en date
du 20 août 2016
eqm T = $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
eqm N,E = $\pm 2,3\text{ m}$

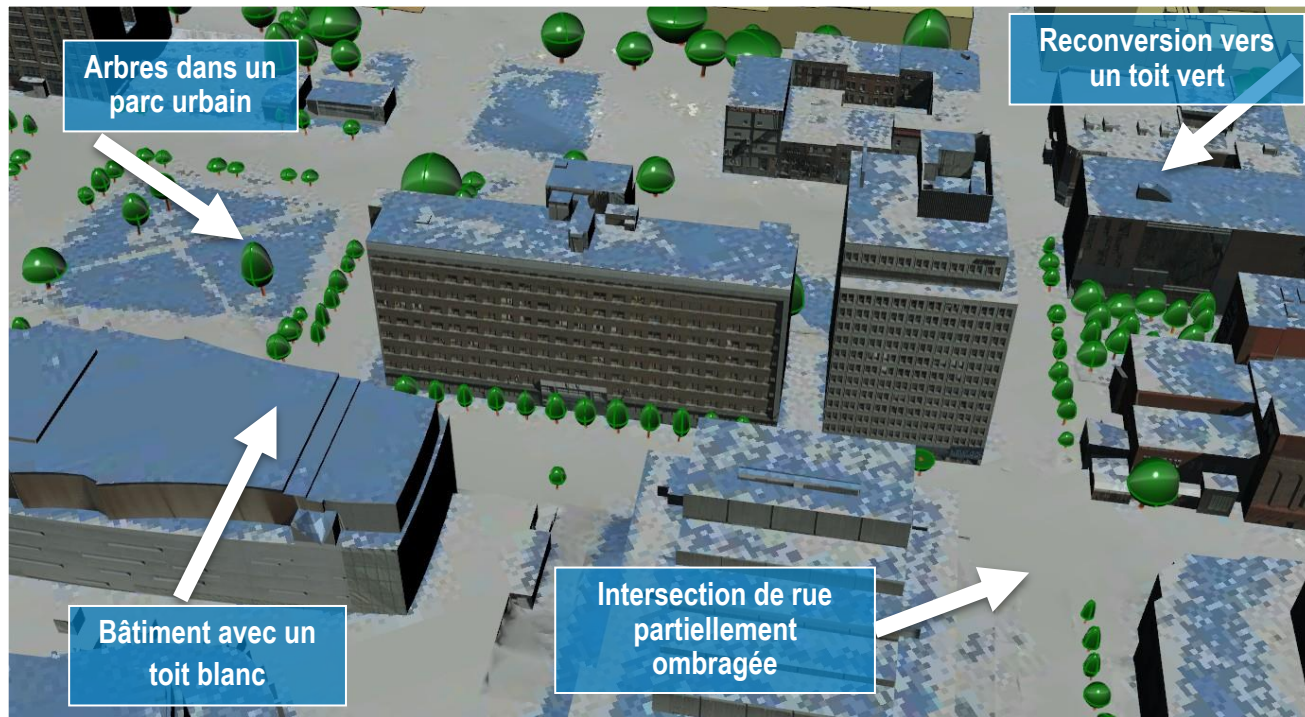
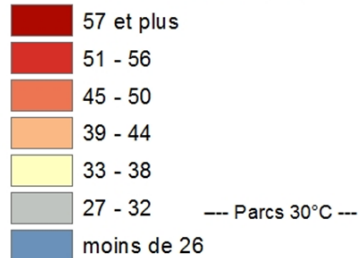
Températures de surface ($^{\circ}\text{C}$)



SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

**THERMOGRAPHIE
DE SURFACE
DE NUIT (1 m / pixel)**
Normalisation en date
du 21 août 2016
eqm $T = \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
eqm $N,E = \pm 1,5\text{ m}$

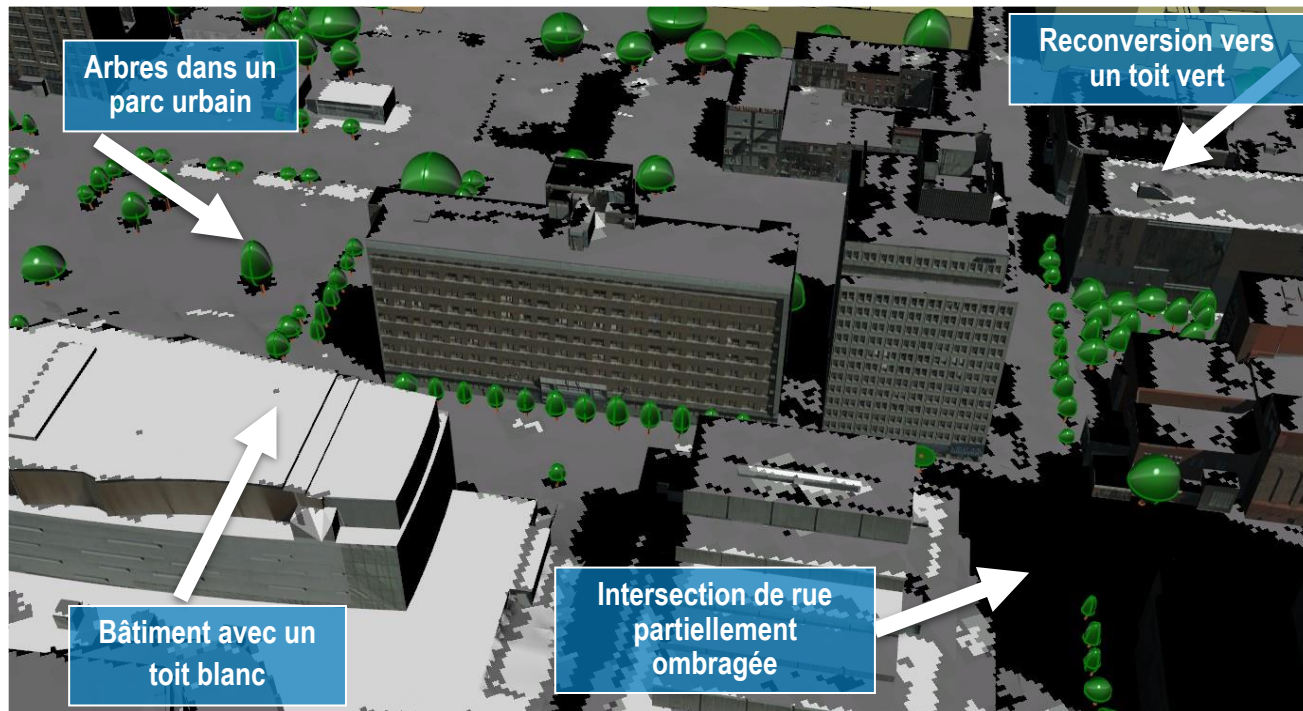
Températures de surface ($^{\circ}\text{C}$)



SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

**ALBÉDO
DE SURFACE
DE JOUR (2 m / pixel)**
Normalisation en date
du 21 août 2016
eqm N,E = $\pm 1,5$ m

Rapport entre le
rayonnement solaire
incident et le
rayonnement réfléchi



SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

INERTIE THERMIQUE

(1 m / pixel)

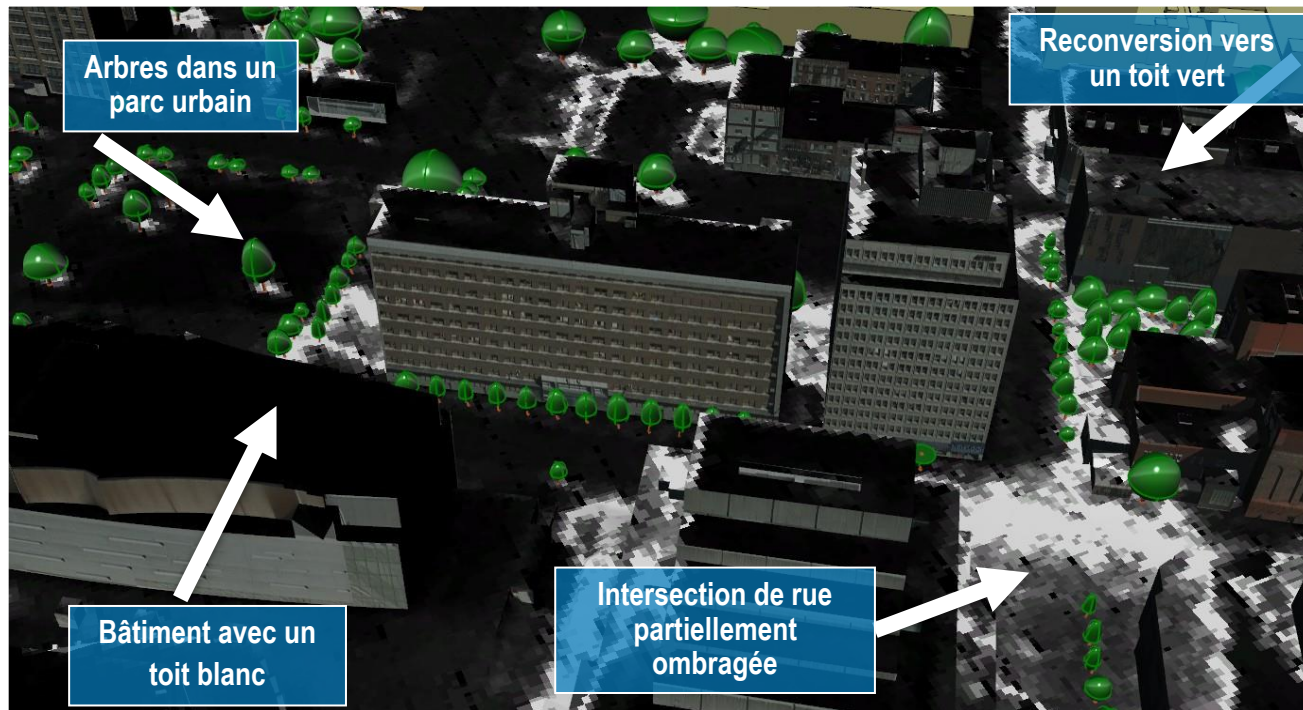
Normalisation en date
du 21 août 2016 (Jour)

au 21 août (NUIT)

eqm N,E = $\pm 1,5$ m

Capacité d'un
matériau quelconque
de retenir la chaleur et
de la restituer à son
environnement (dite
apparente, car prend
en compte que de
mesures de surfaces

Montréal 



SIG 3D des propriétés physiques de surfaces

Informations géographiques sur les surfaces de l'infrastructure géospatiale 3D

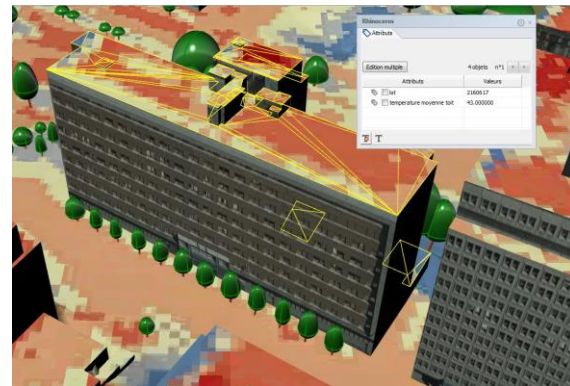
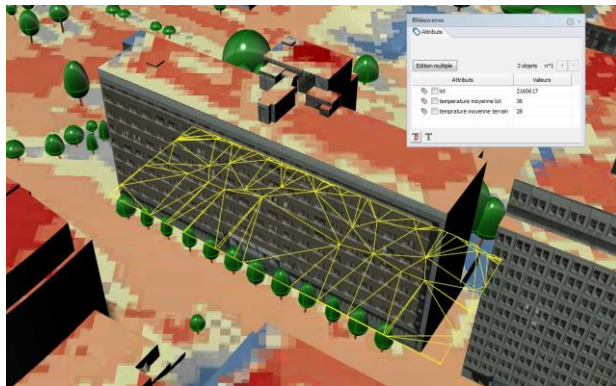
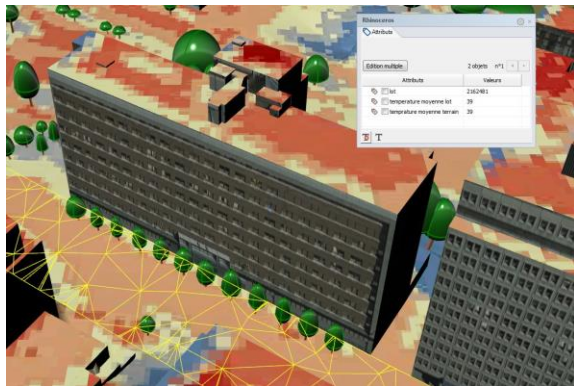
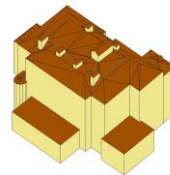
ACTIF VOIRIE



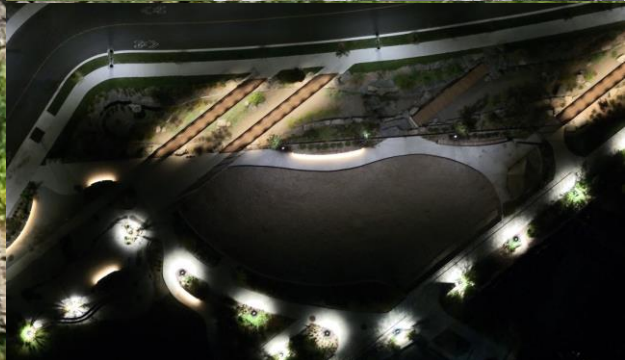
LOT (propriété)



TOIT DU BÂTIMENT



Levé thermique de très haute résolution pour projet BIM



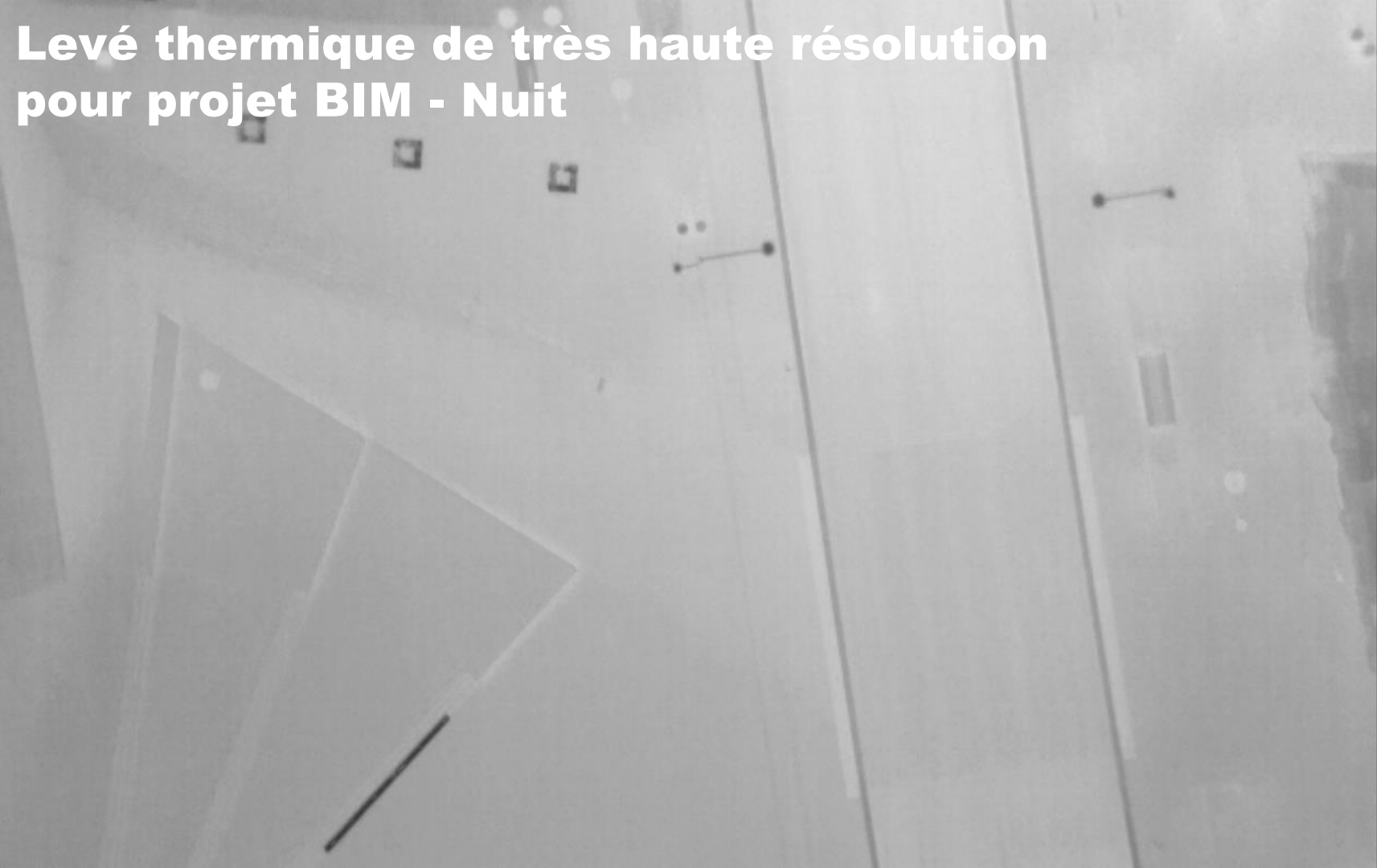
Levé par drone
résolution multispectrale (RGB) : 2,5 cm/pixel
résolution thermique : 10 cm/pixel

Levé thermique de très haute résolution pour projet BIM - Jour



19.8°C

Levé thermique de très haute résolution pour projet BIM - Nuit



Équipe de la cartographie



Pour une ville inclusive, résiliente et carboneutre

Mettre en œuvre le Plan climat d'ici 2030

- Réduire des émissions de GES en 2030 d'au moins 55 % sous les niveaux de 1990
- Devenir carboneutre d'ici 2050
- Augmenter la résilience et la capacité d'adaptation de la collectivité
- Mobiliser la communauté montréalaise



Plan climat 2020-2030

5 chantiers



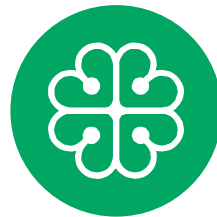
Mobilisation de
la communauté
montréalaise



Mobilité,
urbanisme et
aménagement



Bâtiments



Exemplarité
de la Ville

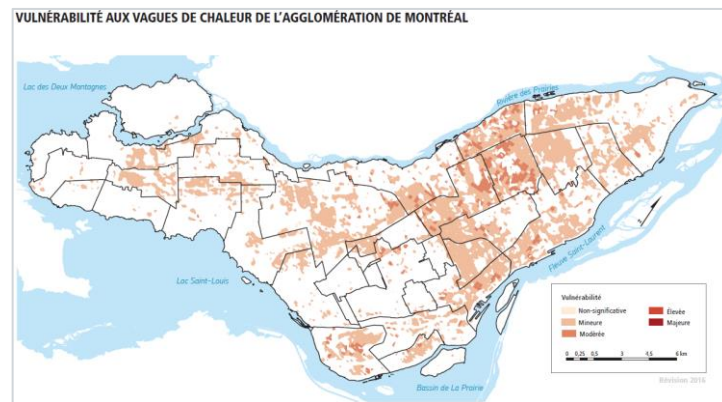
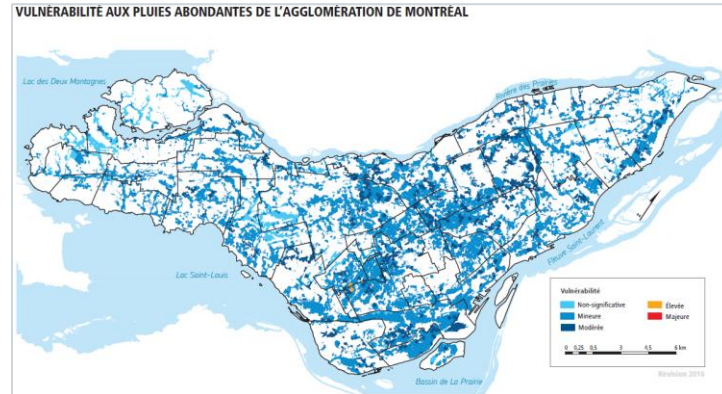


Gouvernance

Plan Climat 2020-2030

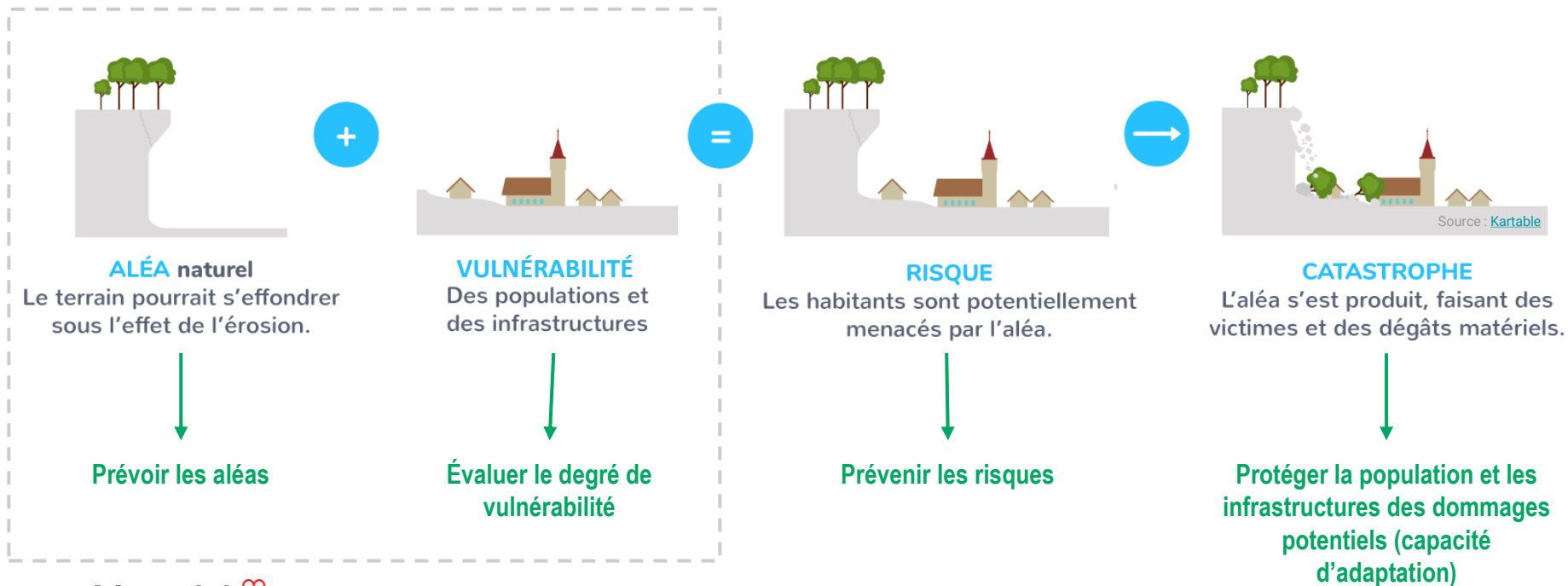
Bonifier les outils de planification et de réglementation en urbanisme afin de favoriser l'aménagement de quartiers à échelle humaine et adaptés aux changements climatiques (action 17)

- mettre à jour l'analyse de vulnérabilité aux changements climatiques
- intégrer l'analyse dans le prochain plan d'urbanisme et de mobilité



Vulnérabilité aux changements climatiques

Analyse de vulnérabilité



Comment calculer la vulnérabilité

Sensibilité physique

Aussi appelée **exposition**, c'est-à-dire le degré auquel un territoire est touché par des aléas climatiques

Sensibilité sociale

Proportion dans laquelle une **collectivité** est susceptible d'être affectée par la manifestation d'un aléa climatique



Sensibilité territoriale

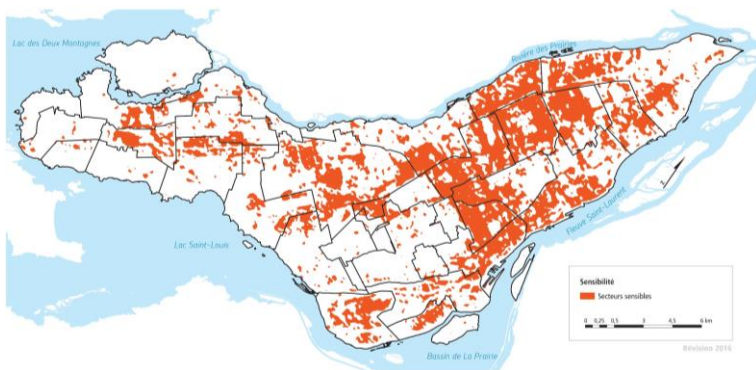
Proportion dans laquelle les **infrastructures** sont susceptibles d'être affectées (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa climatique



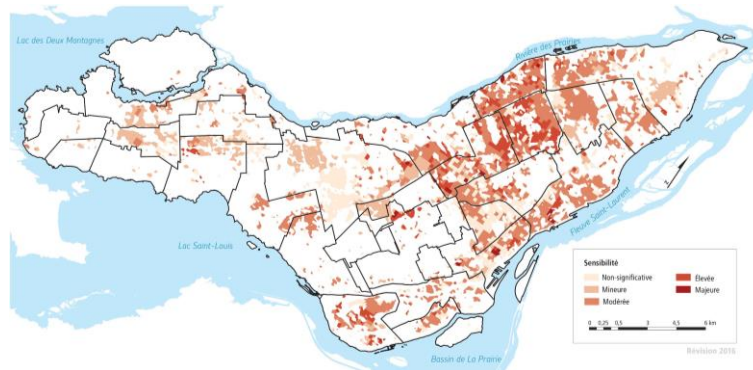
Sensibilité environnementale

Proportion dans laquelle le **milieu naturel** est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa climatique

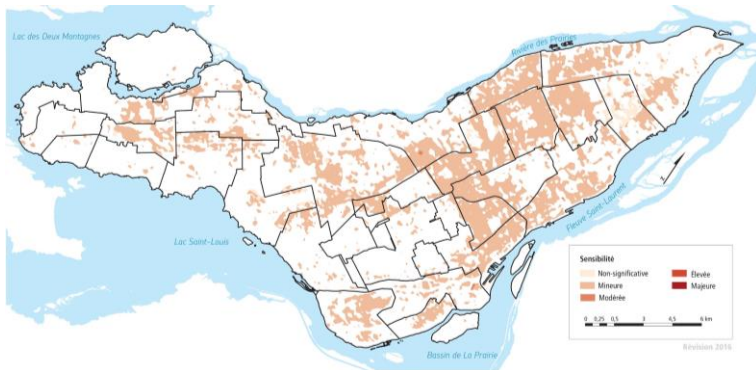
ICU de l'agglomération de Montréal (Sensibilité physique)



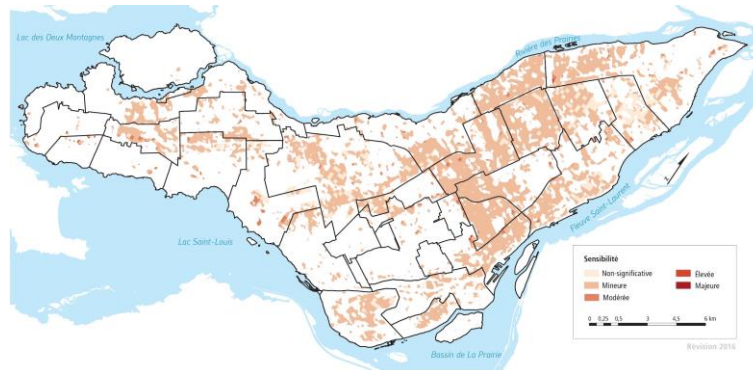
Sensibilité sociale dans les secteurs exposés aux ICU



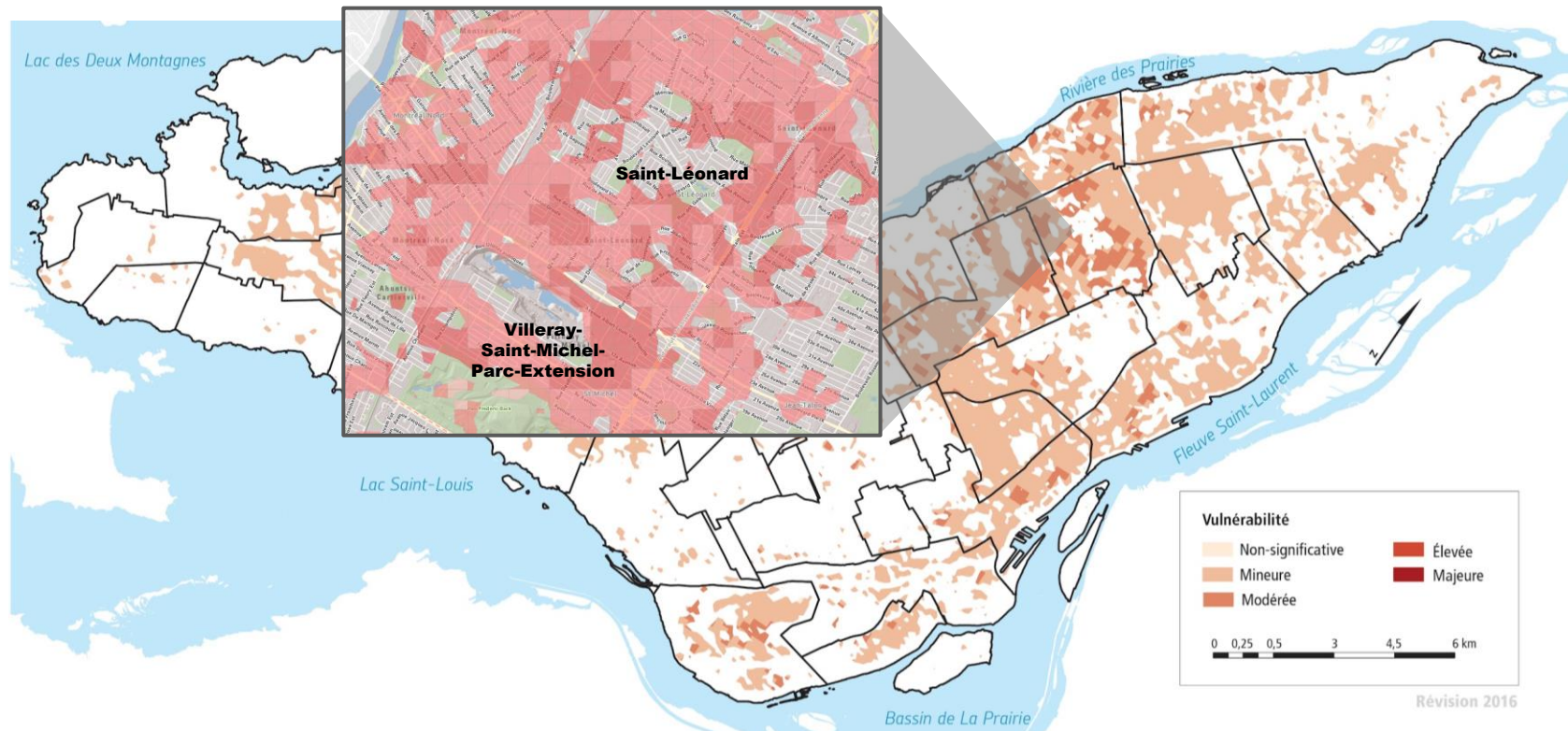
Sensibilité territoriale dans les secteurs exposés aux ICU



Sensibilité environnementale dans les secteurs exposés aux ICU



Vulnérabilité aux vagues de chaleur de l'agglomération de Montréal



Projet de loi 67 (2021, chapitre 7)

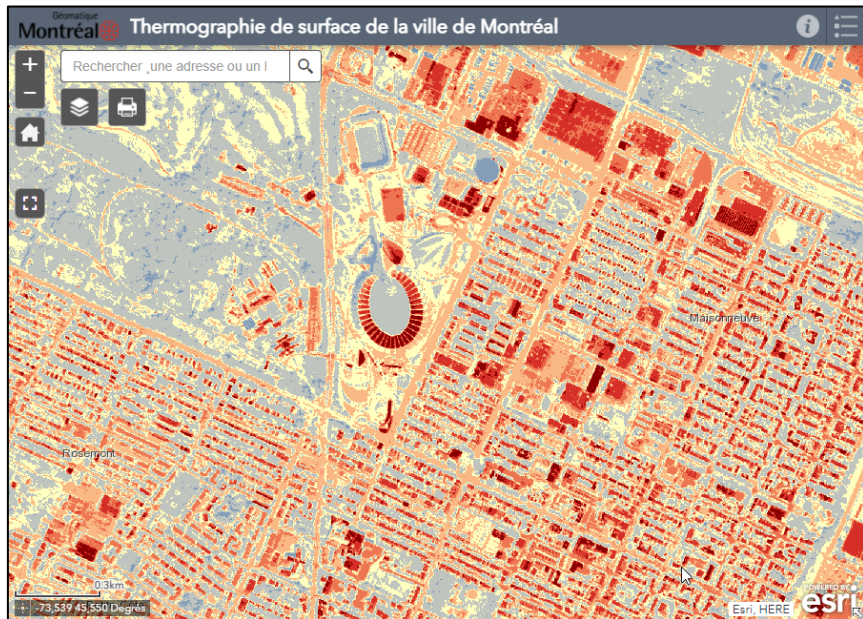
Loi instaurant un nouveau régime d'aménagement dans les zones inondables des lacs et des cours d'eau, octroyant temporairement aux municipalités des pouvoirs visant à répondre à certains besoins et modifiant diverses dispositions

Modification de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme

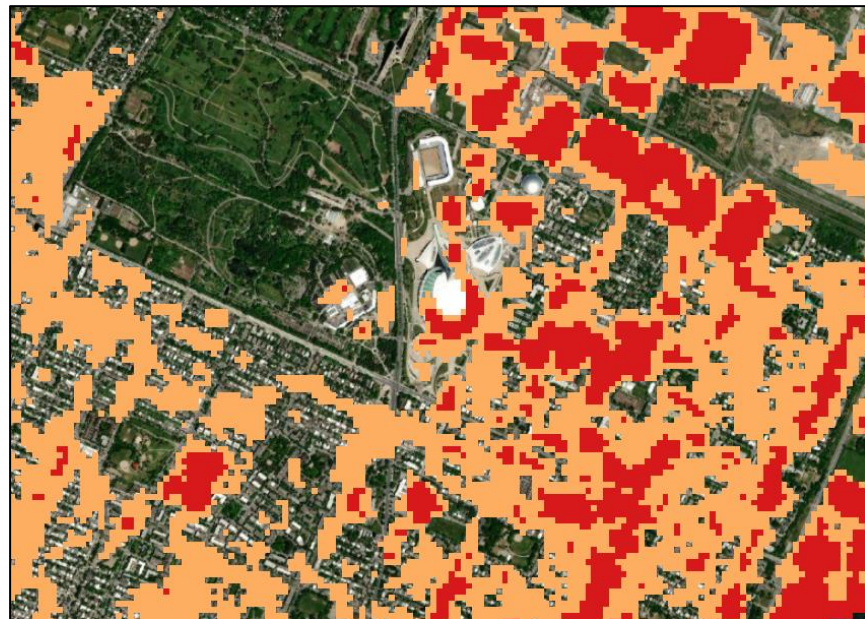
- 4° d'exiger que les zones sujettes au phénomène d'îlot de chaleur urbain soient identifiées à tout plan d'urbanisme



Aperçu de la nouvelle carte des îlots de chaleur

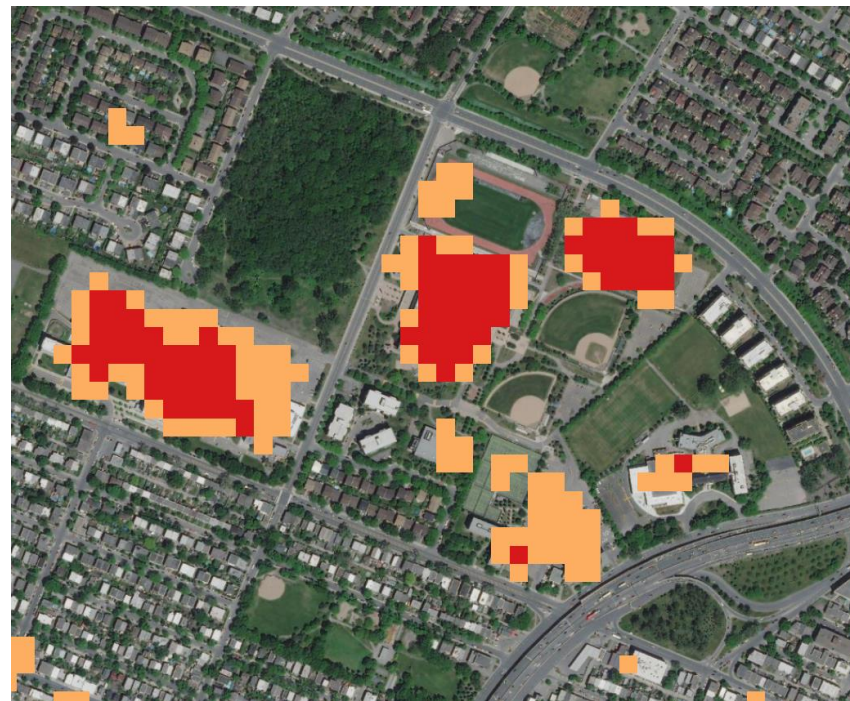
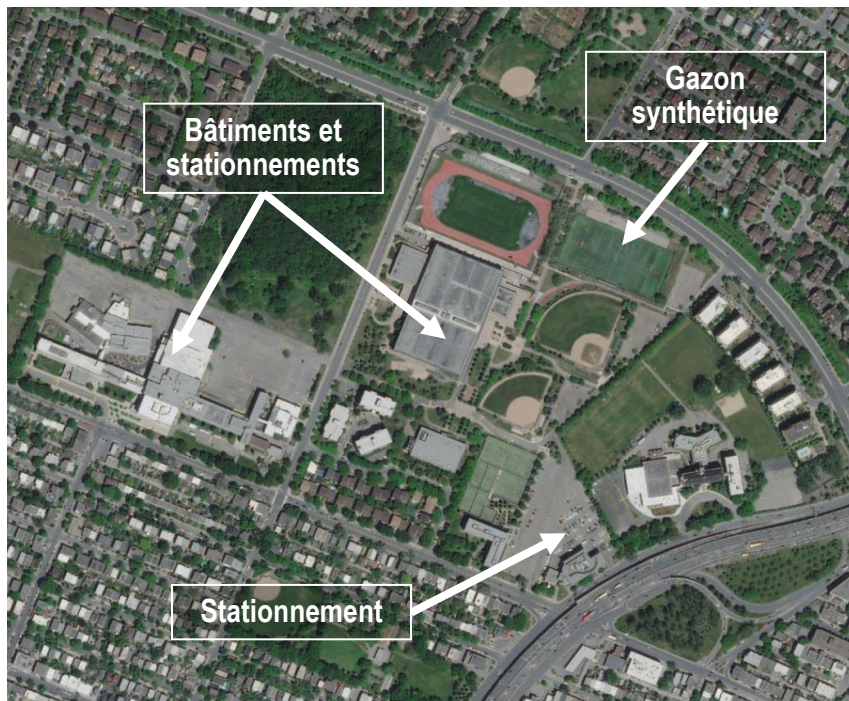


Thermographie de surface



Zones à risque et ICU 2021

Exemples d'utilisation de la nouvelle carte



Projet pilote de capteurs de la température de l'air

Projet pilote pour mesurer la température de l'air dans les arrondissements de Mercier–Hochelaga-Maisonneuve, de Saint-Léonard et de Villeray–Saint-Michel-Parc–Extension

Objectifs

- Former et sensibiliser les employés
- Mesurer l'impact des projets de verdissement
- Mesurer la température ressentie par les résidents dans les secteurs très minéralisés
- Améliorer l'analyse de vulnérabilité et la carte des îlots de chaleur



Patrouille verte

- Sensibilisation préventive des personnes en situation de vulnérabilité aux vagues de chaleur
- Utilisation de la géomatique pour visualiser les critères de sélection
 - Îlots de chaleur
 - Niveau de climatisation
 - Nombre de personnes de 65 ans et plus vivant seules et/ou vulnérables en raison de maladies chroniques

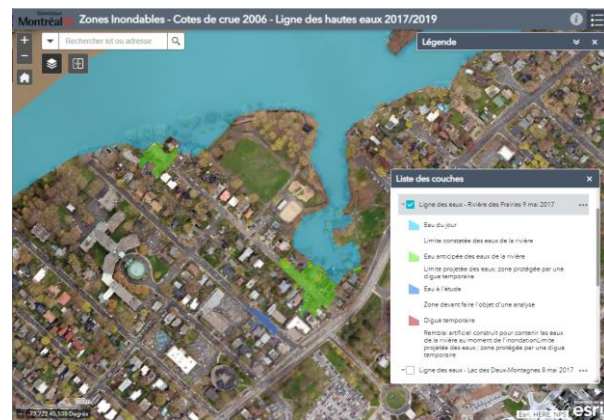


Travaux relatifs aux crues

- Développement de projets innovants pour contrer les effets des crues (ex. aménagements multifonctionnels basés sur le génie écologique et le génie civil)
- Utilisation de la géomatique pour analyser les secteurs vulnérables :
 - Niveau des eaux
 - Dynamique des eaux
 - Effets des infrastructures sur la rivière des Prairies
 - Topographie des secteurs vulnérables



Analyse de vulnérabilité 2015



Planification des actions du Plan climat



Plantation de
500 000 arbres en
priorité dans des
zones vulnérables
aux vagues de
chaleur (**action 20***)



Développer
l'agriculture urbaine,
dont les jardins
communautaires
(**action 22**)



Imposer un test
climat à l'ensemble
des décisions de la
Ville (**action 43**)



Consacrer à
l'adaptation aux
changements
climatiques de 10 à
15 % du budget du
PDI (**action 46**)

Équipe de la Division MBR



Marieke Cloutier
Cheffe de division



Matthieu Bechani
*Secrétaire d'unité
administrative*



Félissa Lareau Carpentier
Conseillère en planification



Nicolas Dedovic
Chef d'équipe - Biodiversité



Marie-Ève Marquis
Ingénieure



Sybil Zettel
Conseillère en planification



Maryse Barrette
Conseillère en planification



Mohammed Boudache
Agronome



Thomas Adams
Conseiller en planification



Marie-Philippe Chouinard
*Conseillère en changement
de comportement*



Robin Beauséjour
Conseiller en planification



Vanessa Damiani
Agente de recherche



Irène Cloutier
Conseillère en planification



Rachel Mallet
Agente de recherche



Fabrice Kamion
Conseiller en planification



Claudine Loiselle
*Agente technique -
environnement*



Montréal

Objectifs à court terme de l'Observatoire spatial urbain (OSU)

Îlots de chaleur intra-urbains : développement de l'infrastructure géospatiale pour le traitement des images thermiques et la localisation des zones propices à la formation des îlots de chaleur intra-urbains; modélisation des relations température de surface – température de l'air

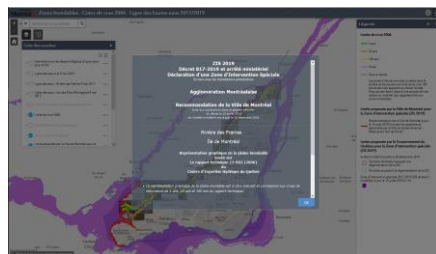
Pollution atmosphérique : développement de l'infrastructure géospatiale pour le traitement des images optiques et la cartographie de la distribution spatio-temporelle des microparticules ($PM_{2,5}$) dans l'île de Montréal avec calcul de l'exposition des individus selon diverses unités spatiales (résidence, code postal, etc.)

Propriétés physiques des matériaux : développement de l'infrastructure géospatiale pour l'extraction des informations des images sur les propriétés physiques de matériaux utilisées comme intrants dans les différents modèles de prévision météorologique et de circulation atmosphérique (albédo, émissivité, inertie thermique, rugosité, humidité, etc.) avec représentation cartographique et développement d'une base de données

Ressources



thermique.montreal.ca



inondation.montreal.ca

Données bientôt disponibles sur :



donnees.montreal.ca



https://console.virtualpaper.com/vol-48/geomatique_vol-48_no1_print_ete_2021/#12/

Ressources



<https://montreal.ca/articles/montreal-2030-un-premier-plan-strategique>



<https://montreal.ca/articles/montreal-2030-un-premier-plan-strategique>



http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/enviro_fr/media/documents/pacam_2015-2020_lesconstats.pdf

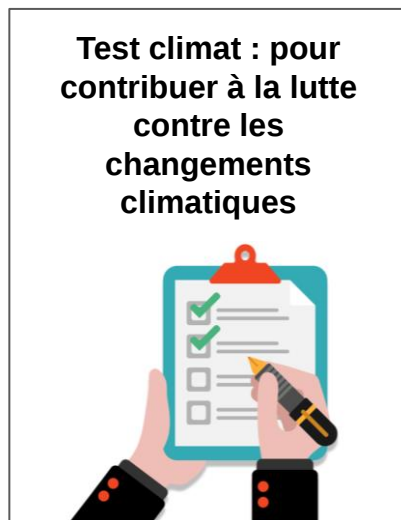


<https://resilient.montreal.ca/assets/doc/strategie-montreal-ville-resiliente-sommaire-fr.pdf>

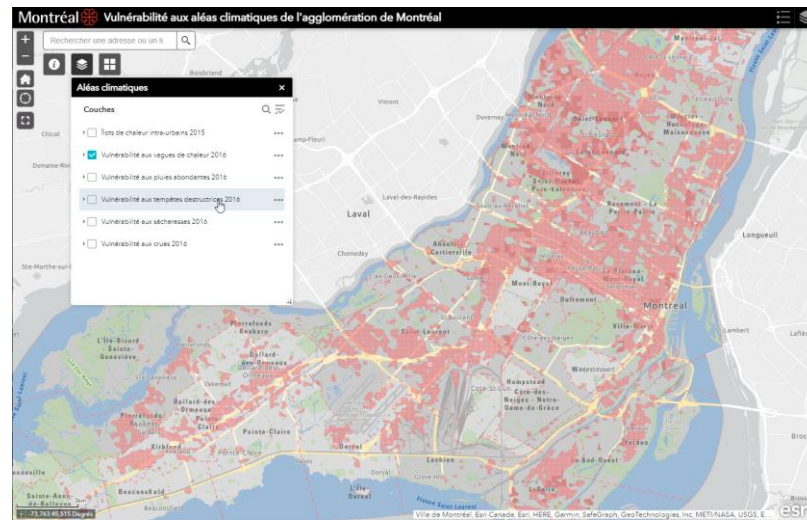
Ressources



<https://montreal.ca/articles/strategie-dagriculture-urbaine-sadapter-aux-changements-climatiques-18674>



<https://montreal.ca/articles/test-climat-pour-contribuer-la-lutte-contre-les-changements-climatiques-8761>



<https://bter.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=157cde446d8942d7b4367e2159942e05>

Définition

Adaptation : Processus par lequel les communautés et les écosystèmes s'ajustent aux changements du climat et aux effets associés afin d'en limiter les conséquences négatives et, potentiellement, d'en bénéficier. L'adaptation humaine s'exerce à tous les niveaux décisionnels et exige une approche globale et intégrée, car les enjeux touchent plusieurs secteurs et vont souvent au-delà des limites administratives.

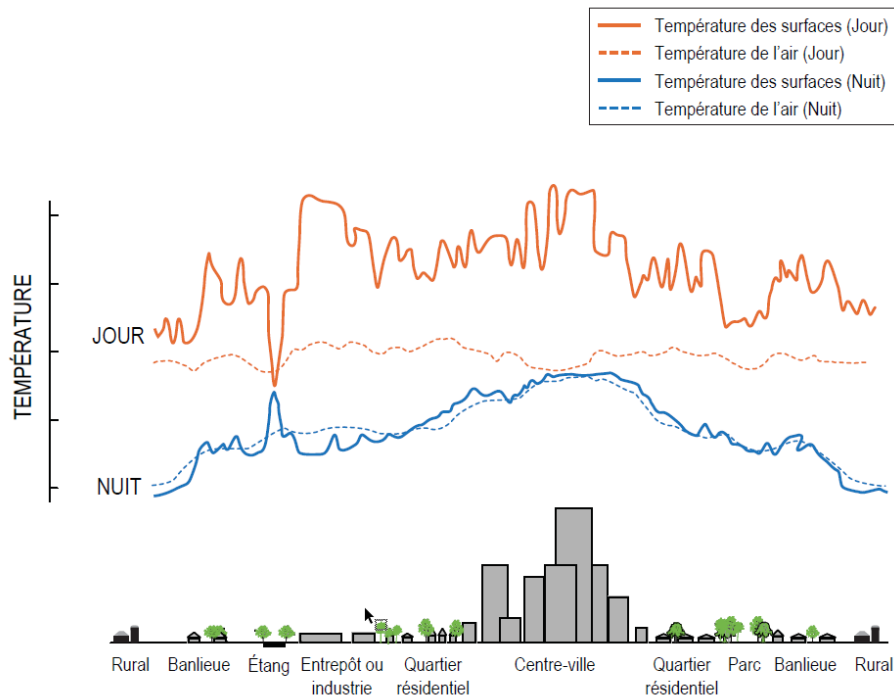
Biodiversité : Ensemble des organismes vivants et des écosystèmes dans lesquels ils vivent.

Cette diversité se retrouve à tous les niveaux, dont les écosystèmes, les habitats, les fonctions, les espèces et le pool génétique au sein des espèces. D'importants services écosystémiques sont rendus par la biodiversité : pollinisation des végétaux ; contrôle naturel des espèces invasives, des maladies et des ravageurs ; régulation et épuration des eaux de ruissellement ; stockage du carbone ; diminution des îlots de chaleur ; filtration de l'air ; amélioration générale de la santé publique ; etc.

Le verdissement, la création de corridors écologiques, la plantation d'arbres, l'agriculture urbaine, la réduction de l'utilisation de pesticides et l'adoption de la lutte intégrée sont autant de manières de favoriser la biodiversité en ville.

Définition

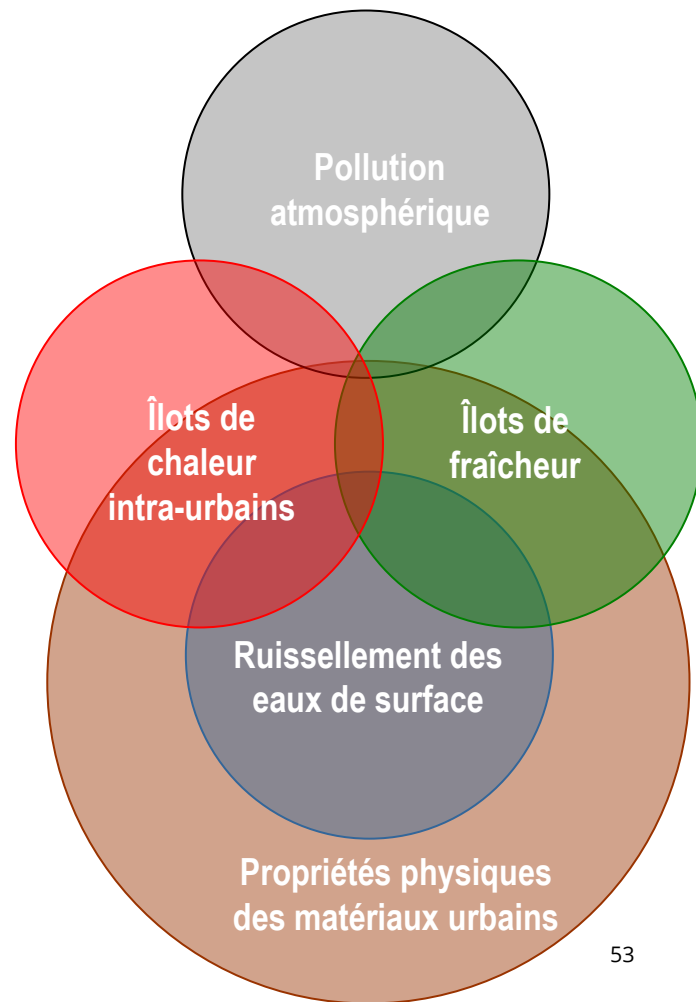
Îlots de chaleur : Zone intra-urbaine dont la température de l'air ou de surface est plus élevée que dans les autres zones du même milieu urbain (p. ex., une aire de stationnement asphaltée). Cette différence de température peut atteindre plus de 12 °C. Les îlots de chaleurs sont influencés par divers facteurs, dont la couverture végétale, l'imperméabilité des matériaux ainsi que les propriétés thermiques des matériaux. (Source : [Institut national de la santé publique du Québec](#))



Définition

Îlots de fraîcheur : développement de l'infrastructure géospatiale pour le traitement des images optiques et du lidar en vue de la localisation des zones d'ombres générées par le bâti urbain et la végétation arboricole, à la source des îlots de chaleur fraîcheur en milieu urbain. Modélisation des arbres 3D, détermination des paramètres dendrométriques et étude de leurs effets de mitigation.

Ruissellement des eaux de surface : développement de l'infrastructure géospatiale pour le traitement des images optiques et du lidar à des fins de cartographie des phénomènes liés aux pluies abondantes et aux inondations. Identification des points bas (cuvettes) dans l'infrastructure du réseau routier, particulièrement les entrées de garage en contre-pente. Cartographie des zones de crues selon la réglementation en vigueur et simulation du débordement de la rivière des Prairies.



Définition

Résilience : Processus par lequel les communautés et les écosystèmes s'ajustent aux changements du climat et aux effets associés afin d'en limiter les conséquences négatives et, potentiellement, d'en bénéficier. L'adaptation humaine s'exerce à tous les niveaux décisionnels et exige une approche globale et intégrée, car les enjeux touchent plusieurs secteurs et vont souvent au-delà des limites administratives.

Transition écologique : Par la transition écologique on vise un nouveau modèle économique et social respectant les limites des écosystèmes et qui réduit les GES. Pour la Ville de Montréal, la transition écologique passe d'abord par l'adaptation aux changements climatiques et la transformation radicale de notre façon de produire et de consommer des biens ainsi que l'énergie, tout en renforçant la biodiversité et la résilience de nos écosystèmes et de notre communauté. Le tout, en s'assurant qu'aucun Montréalais ne soit laissé pour compte.



Réduire les **SOURCES** de nos émissions de gaz à effet de serre, ou GES



Développer la **RÉSILIENCE** en soutenant le développement d'une communauté solidaire et sécuritaire



S'adapter aux **IMPACTS** des changements climatiques