

Observatoire spatial urbain

Contribution du laboratoire de télédétection

Université de Montréal,
Département de géographie
Pr François Cavayas



Supervision à la Ville de Montréal

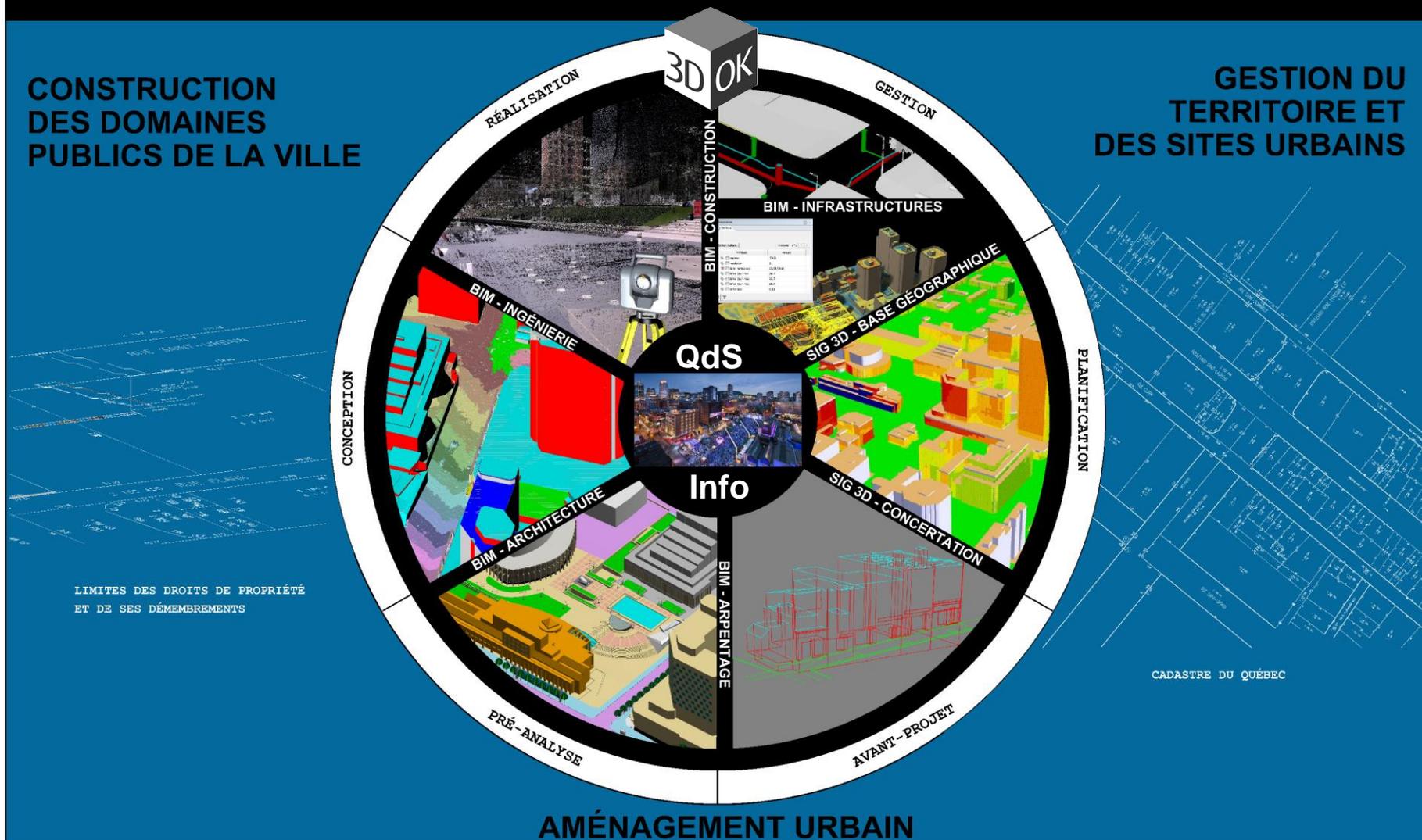
Service de l'infrastructure du réseau routier
Richard Mongeau, a-g. c/E
Isabelle Tremblay, ing.c/E

Géomatique

Montréal



SIG 3D ET BIM



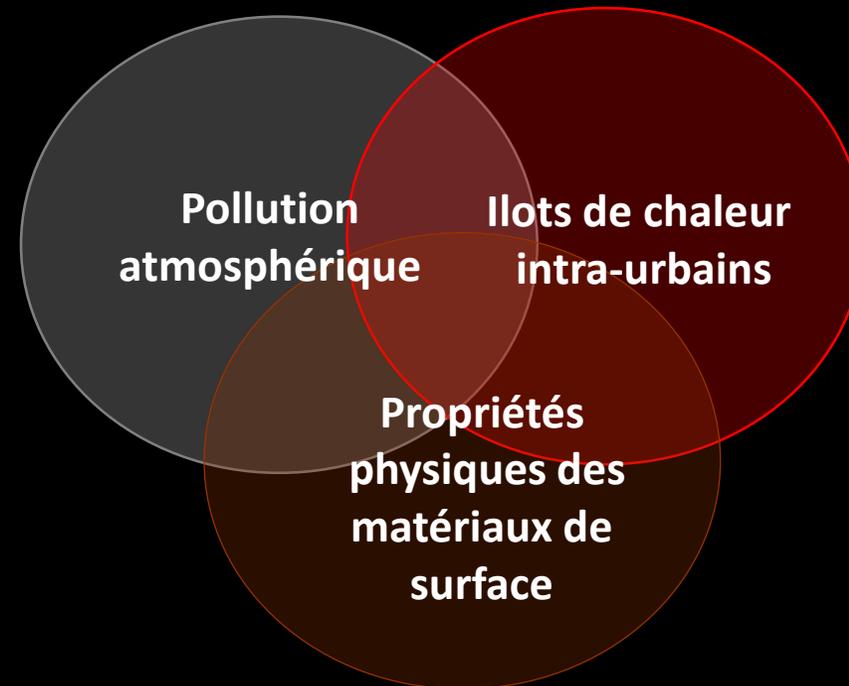
Montréal



C'est quoi l'Observatoire spatial urbain?



- L'Observatoire Spatial Urbain est un système géomatique dédié au suivi de l'environnement urbain intégrant les données de télédétection spatiale, aérienne et terrestre ainsi que des données géospatiales.
- L'OSU est en phase de développement à la Ville de Montréal, en collaboration avec les Universités de Montréal et du Québec à Montréal ainsi qu'Environnement Canada.
- L'accent est mis sur trois thématiques:



Quels sont les buts de l'OSU?

Les informations géospatiales extraites de ce système permettront de :

- (a) Identifier les situations problématiques en termes de pollution atmosphérique et d'îlots de chaleur,
- (b) Échafauder des scénarios d'aménagement des lieux à l'aide de modèles de simulation et prendre les mesures qui s'imposent pour atténuer les impacts de ces situations sur la santé et le bien-être des citoyens.
- (c) Évaluer à plus long terme l'efficacité des mesures d'atténuation appliquées par les services d'aménagement.

Observatoire spatial urbain

Environnement Canada

- chaleur accablante
- veille canicule
- qualité de l'air

Particules dans l'air

Matériaux de surface

Îlots de chaleur

Ville de Montréal

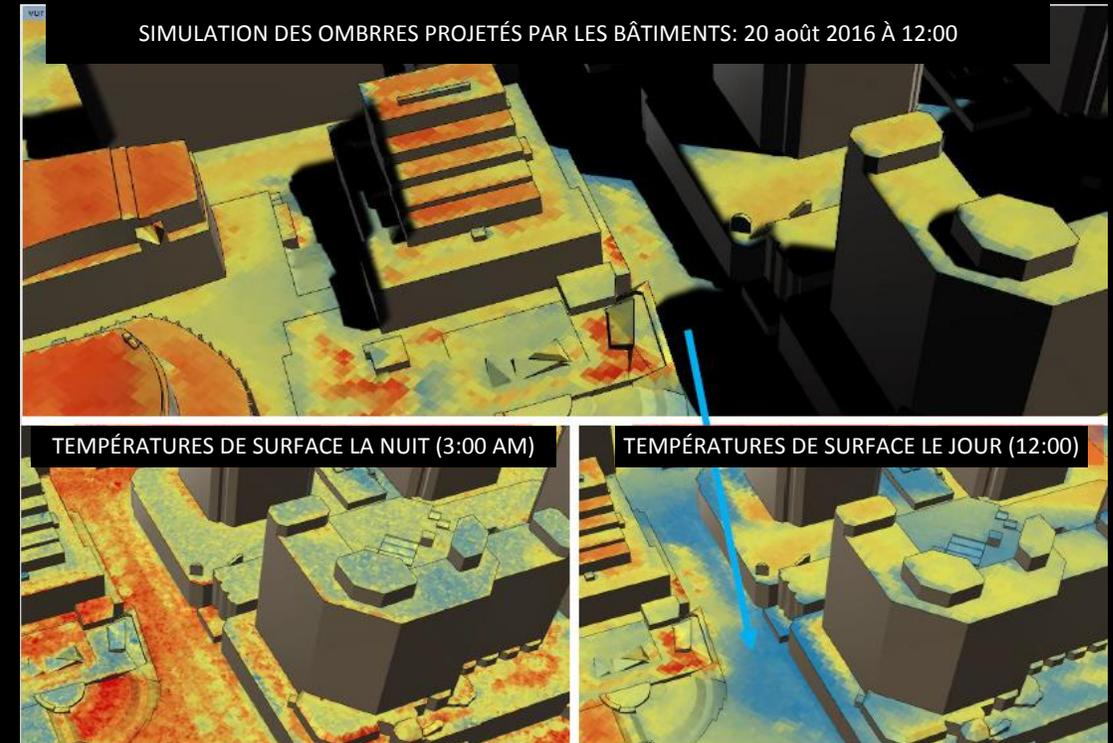
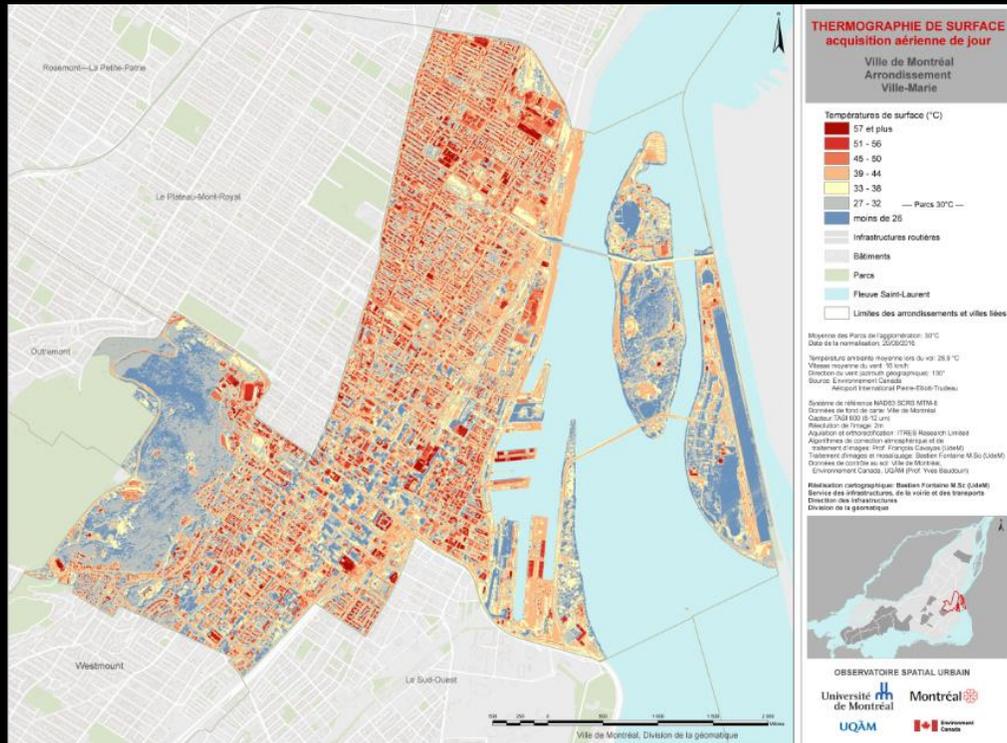
- Ingénierie
- Schéma d'aménagement
- Mesures de mitigation
- Mesures d'urgence en cas de chaleur extrême

Direction santé publique

- impact sur la santé
- interventions possibles

Caractéristiques du système

- Le système fournira le support nécessaire pour l'analyse des données la visualisation des informations en 2D ou 3D et les simulations



Accessibilité des données via un portail

OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN

> Accueil > À propos de l'OSU > Observer la ville > Alertes et nouvelles > Se connecter

Join us on Facebook and Twitter.
Suivez l'OSU sur Facebook et Twitter

⇒ Îlots de chaleur

⇒ Îlots de fraîcheur

⇒ Qualité de l'Air

⇒ Verdissement

Les objectifs spécifiques à court terme

Ilots de chaleur intra-urbains: développement de l'infrastructure informatique 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

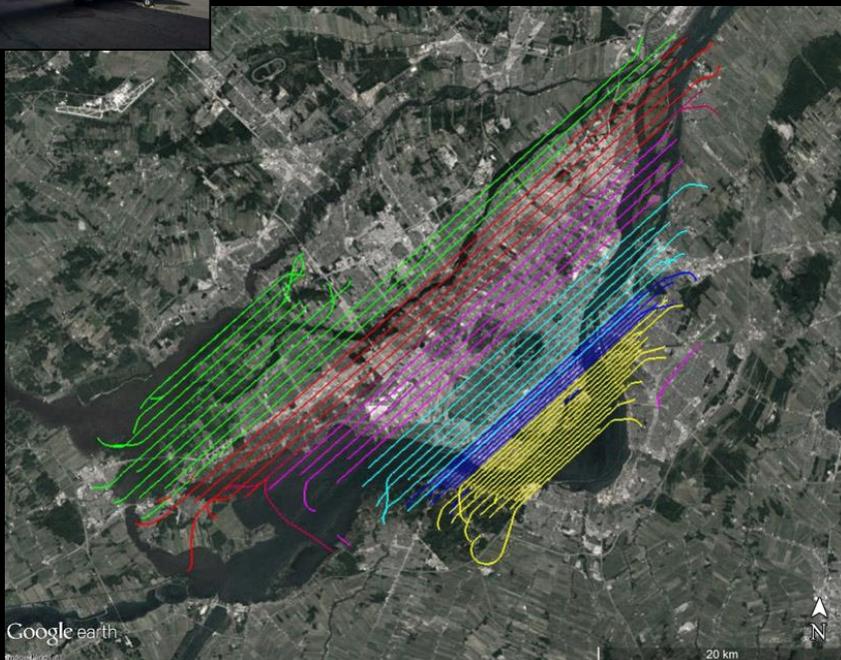
Pollutions atmosphériques: développement de l'infrastructure informatique pour le traitement des images optiques et la cartographie de la distribution spatio-temporelle des microparticules (PM2.5) dans l'île de Montréal avec calcul de l'exposition des individus selon diverses unités spatiales (résidence, code postal, etc.)

Propriétés physiques des matériaux: développement de l'infrastructure informatique 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

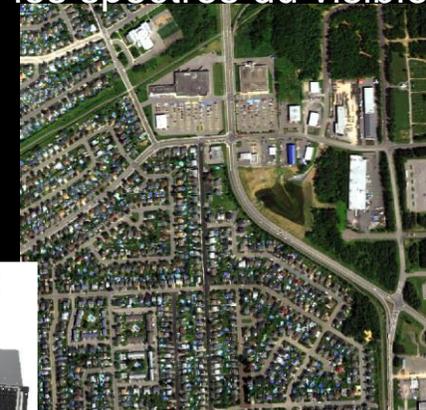
Exemples des travaux : survol 2016



Levés aéroportés: août 2016
couverture complète de l'île de Montréal
par des images hyperspectrales
aéroportées



1) le jour, images de la caméra CASI-1500
de 1 m de résolution dans les spectres du visible
et du proche infrarouge (370-1045 nm)
sur un échantillonnage
de 96 bandes



2) le jour et la nuit, images de la caméra TASI-600
respectivement de 2 m et 1 m de résolution
dans l'infrarouge
thermique (8000-11500 nm)
sur un échantillonnage
de 32 bandes



Contrôles terrain des vols

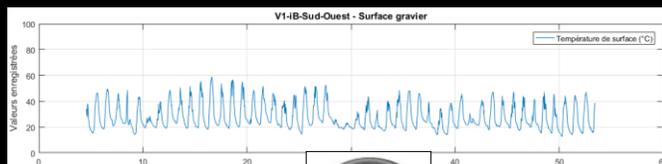
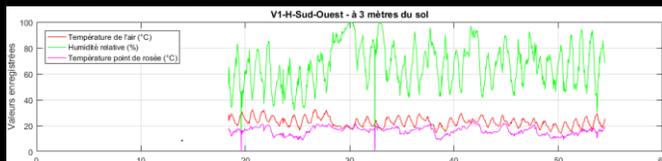


Contrôles terrain des vols



FICHES D'INFORMATION ET GRAPHIQUES D'ENREGISTREMENT

Capteur thermique de l'air « HOBO »



Capteur thermique au sol « iButton »



Géomatique Montréal 

Contrôles thermiques

Site 1

Matricule : V-1-iB
V-1-H/H2
V-1-T

No. Dossier : 22153

Rattachement par : Luc Mathieu (agent tech. en géomatique)
Stéphane Bricault (assistant tech. en géomatique)

Date : 2016/08/08

Contrôle radiométrique « TYVEK »

Rue Marc Cantin

LÉGENDE

- iButton
- HOBO
- Tyvek

Site 1: Techno-parc, terrain vacant, accès par rue Marc-Cantin. Surface de gravier.

Dessiné par : Luc Mathieu (agent tech. en géomatique)

Traitements : TASI Luminances 32 bandes – TES* →

Température des surfaces



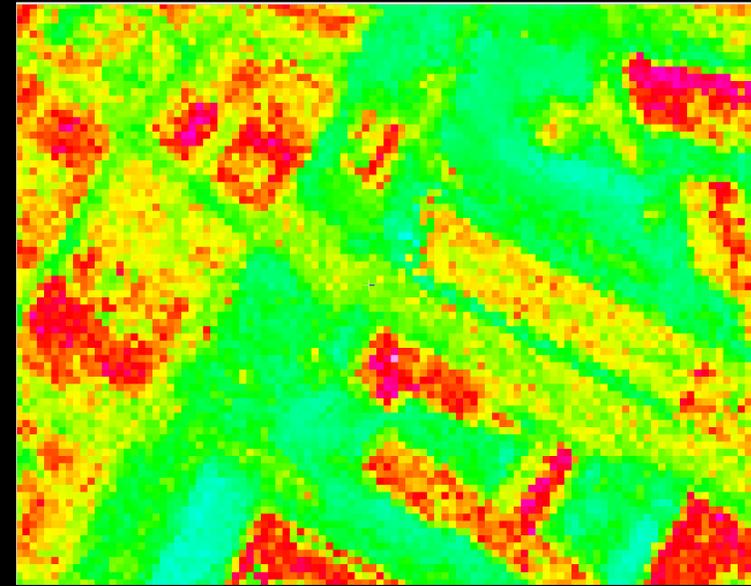
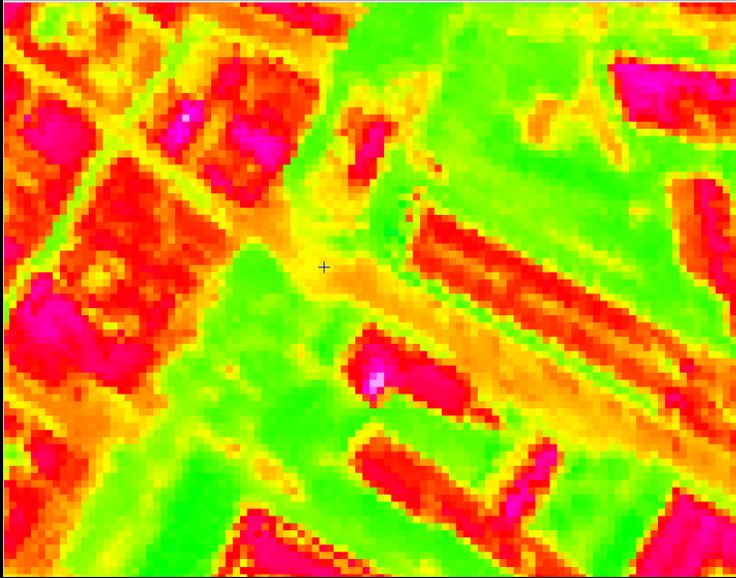
Émissivités des surfaces (32 bandes)



B: 8055 nm V: 9149 nm R:9916 nm

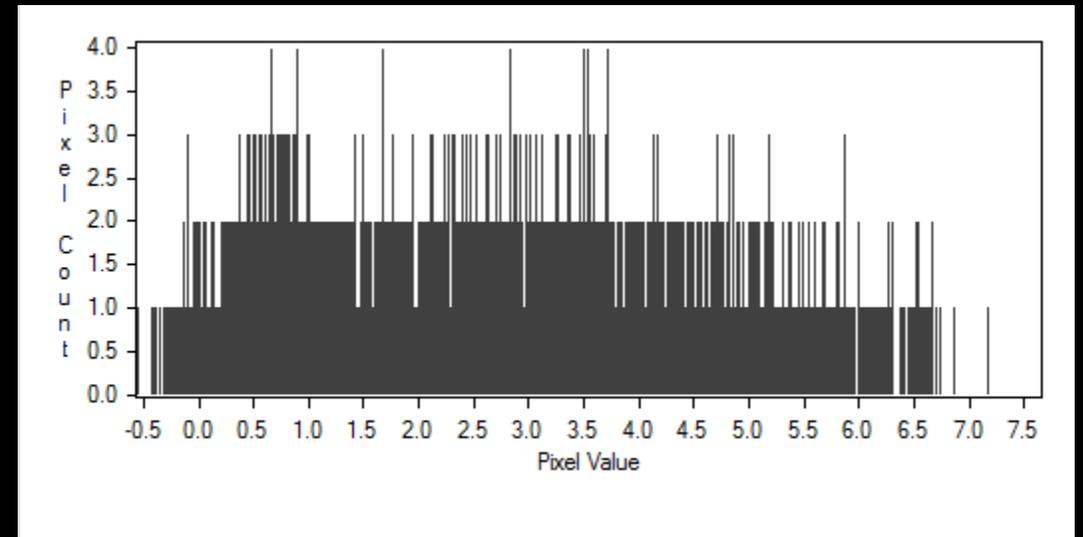
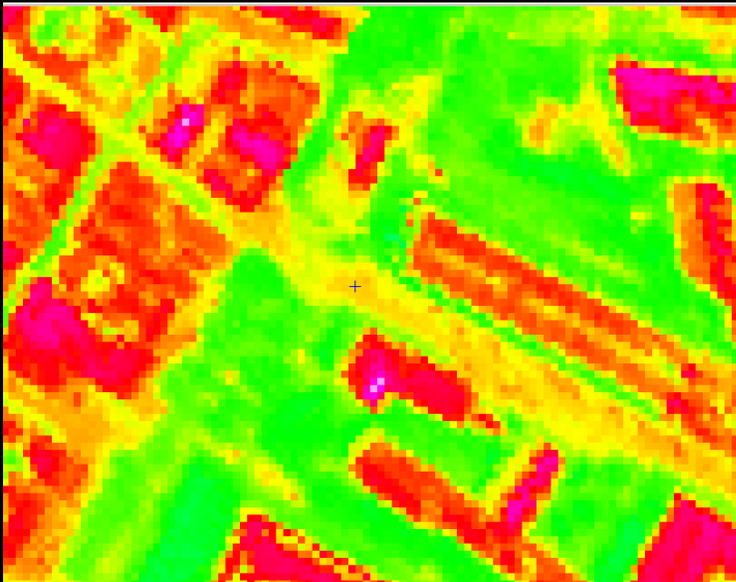
Impacts des corrections atmosphériques

Sans corrections
22 à 60 degrés C

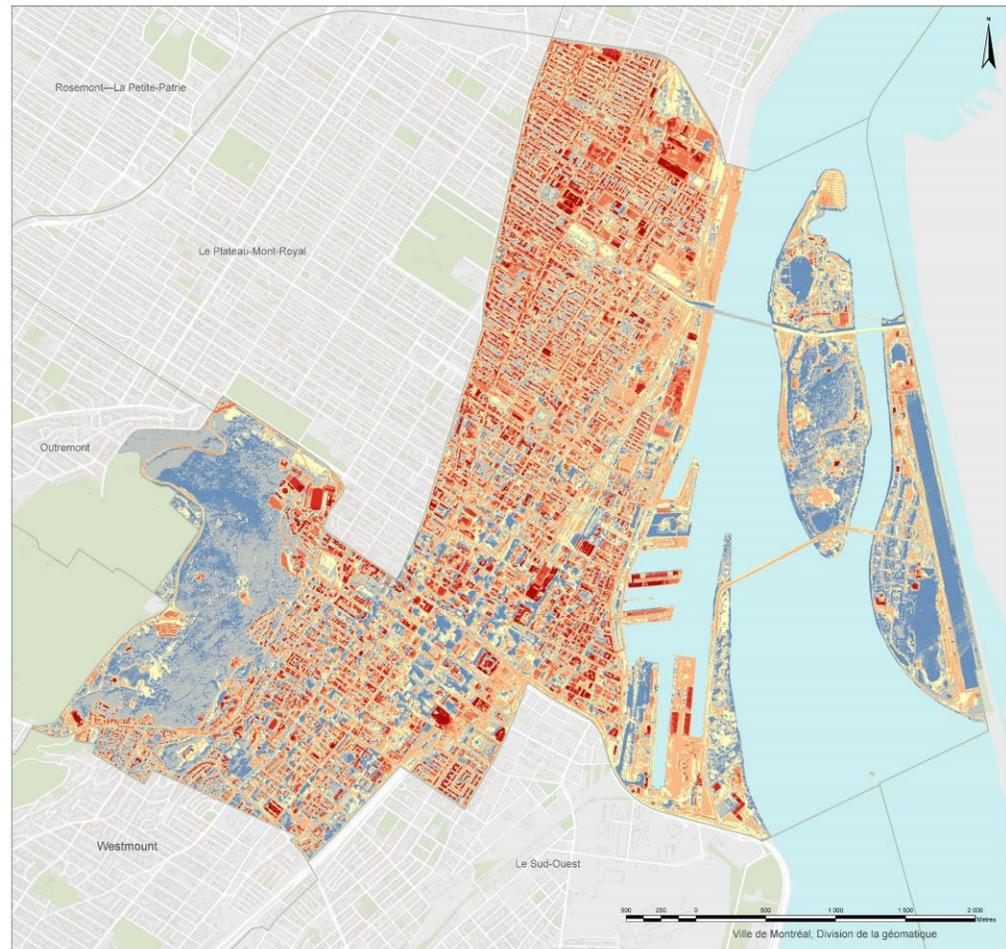


Différences

Après corrections
21 à 66 degrés C



Températures jour vs nuit



THERMOGRAPHIE DE SURFACE
acquisition aérienne de jour

Ville de Montréal
Arrondissement
Ville-Marie

Températures de surface (°C)

- 57 et plus
- 51 - 56
- 45 - 50
- 39 - 44
- 33 - 38
- 27 - 32 — Parcs 30°C —
- moins de 26

- Infrastructures routières
- Bâtiments
- Parcs
- Fluveau Saint-Laurent
- Limites des arrondissements et villes liées

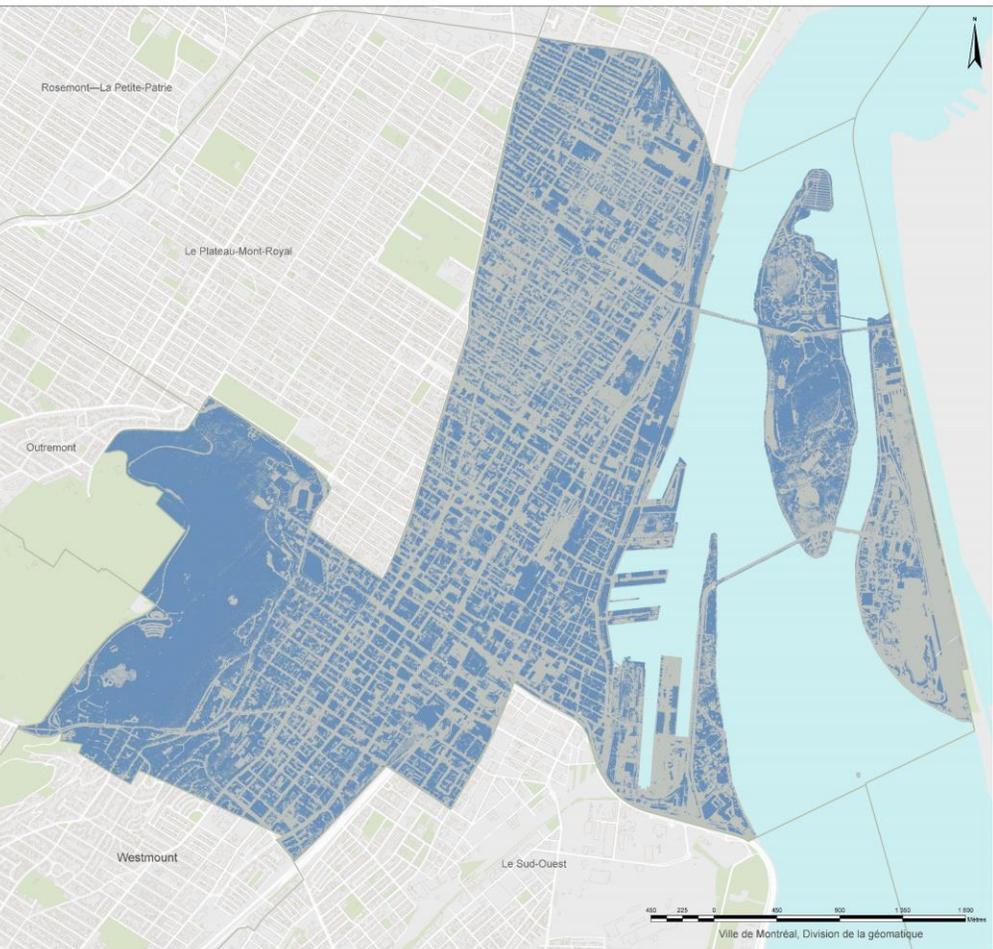
Moyenne des Parcs de l'agglomération: 30°C
Date de la normalisation: 20/09/2016
Température ambiante moyenne lors du vol: 28,9 °C
Vitesse moyenne du vent: 15 km/h
Direction du vent (azimut géographique): 130°
Source: Environnement Canada
Aéroport International Pierre-Elliott-Trudeau

Système de référence NAD83 SCRS MTM-8
Données de fond de carte: Ville de Montréal
Capteur TASI 600 (8-12 um)
Résolution de l'image: 2m
Acquisition et orthorectification: ITRES Research Limited
Algorithmes de correction atmosphérique et de traitement d'images: Prof. François Cavayas (UdeM)
Traitement d'images et mosaïquage: Bastien Fontaine M.Sc.
Données de contrôle au sol: Ville de Montréal
Environnement Canada, UQAM (Prof. Yves Baudouin)

Réalisation cartographique: Bastien Fontaine M.Sc. (UdeM)
Service des infrastructures, de la voirie et des transports
Direction des infrastructures
Division de la géomatique

OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN
Université de Montréal Montréal
UQAM Environnement Canada

Ville de Montréal, Division de la géomatique



THERMOGRAPHIE DE SURFACE
acquisition aérienne de nuit

Ville de Montréal
Arrondissement
Ville-Marie

Températures de surface (°C)

- 33 - 38
- 27 - 32
- moins de 26 — Parcs 25°C —

- Infrastructures routières
- Bâtiments
- Parcs
- Fluveau Saint-Laurent
- Limites des arrondissements et villes liées

Moyenne des Parcs de l'agglomération: 25°C
Date de la normalisation: 20/09/2016
Température ambiante moyenne lors du vol: 19,8 °C
Vitesse moyenne du vent: 11 km/h
Direction du vent (azimut géographique): 140°
Source: Environnement Canada
Aéroport International Pierre-Elliott-Trudeau

Système de référence NAD83 SCRS MTM-8
Données de fond de carte: Ville de Montréal
Capteur TASI 600 (8-12 um)
Résolution de l'image: 1m
Acquisition et orthorectification: ITRES Research Limited
Algorithmes de traitement d'images: Prof. François Cavayas (UdeM)
Traitement d'images et mosaïquage: Bastien Fontaine M.Sc. (UdeM)
Données de contrôle au sol: Ville de Montréal
Environnement Canada, UQAM (Prof. Yves Baudouin)

Réalisation cartographique: Bastien Fontaine M.Sc. (UdeM)
Service des infrastructures, de la voirie et des transports
Direction des infrastructures
Division de la géomatique

OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN
Université de Montréal Montréal
UQAM Environnement Canada

Ville de Montréal, Division de la géomatique

Albédo



Landsat 8 (30 m x 30 m)

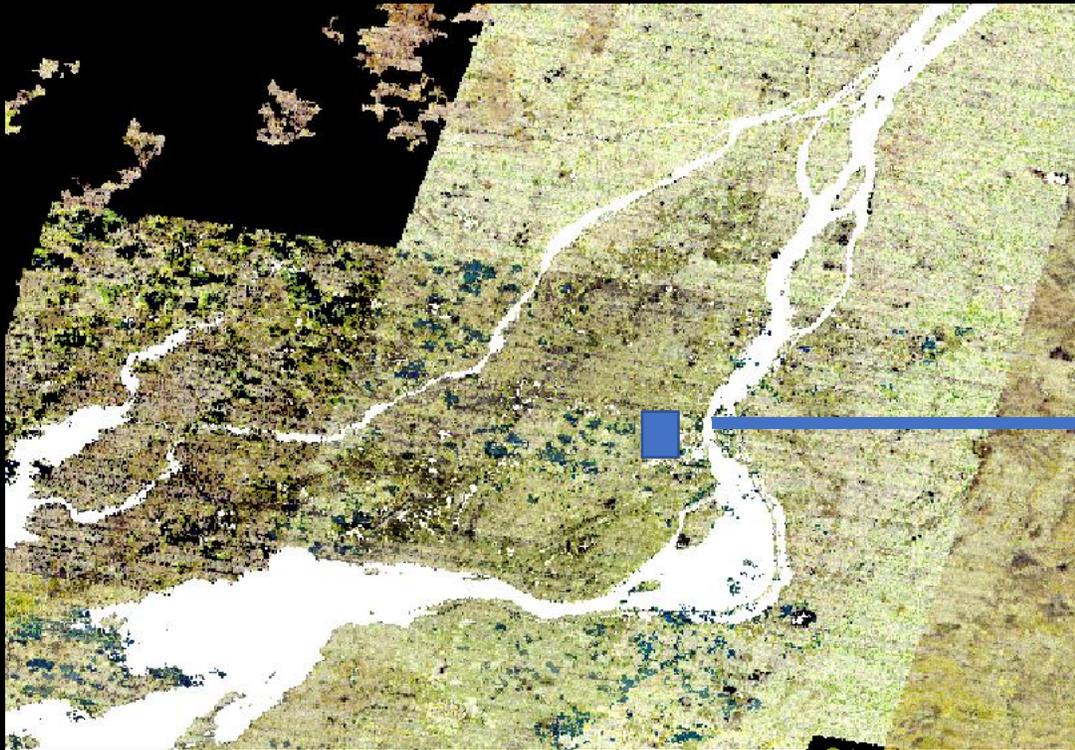


CASI-2016 (1 m x 1m)

Émissivité: Estimation à partir des images thermiques

SATELLITE ASTER (5 bandes spectrales)

100 m x 100 m



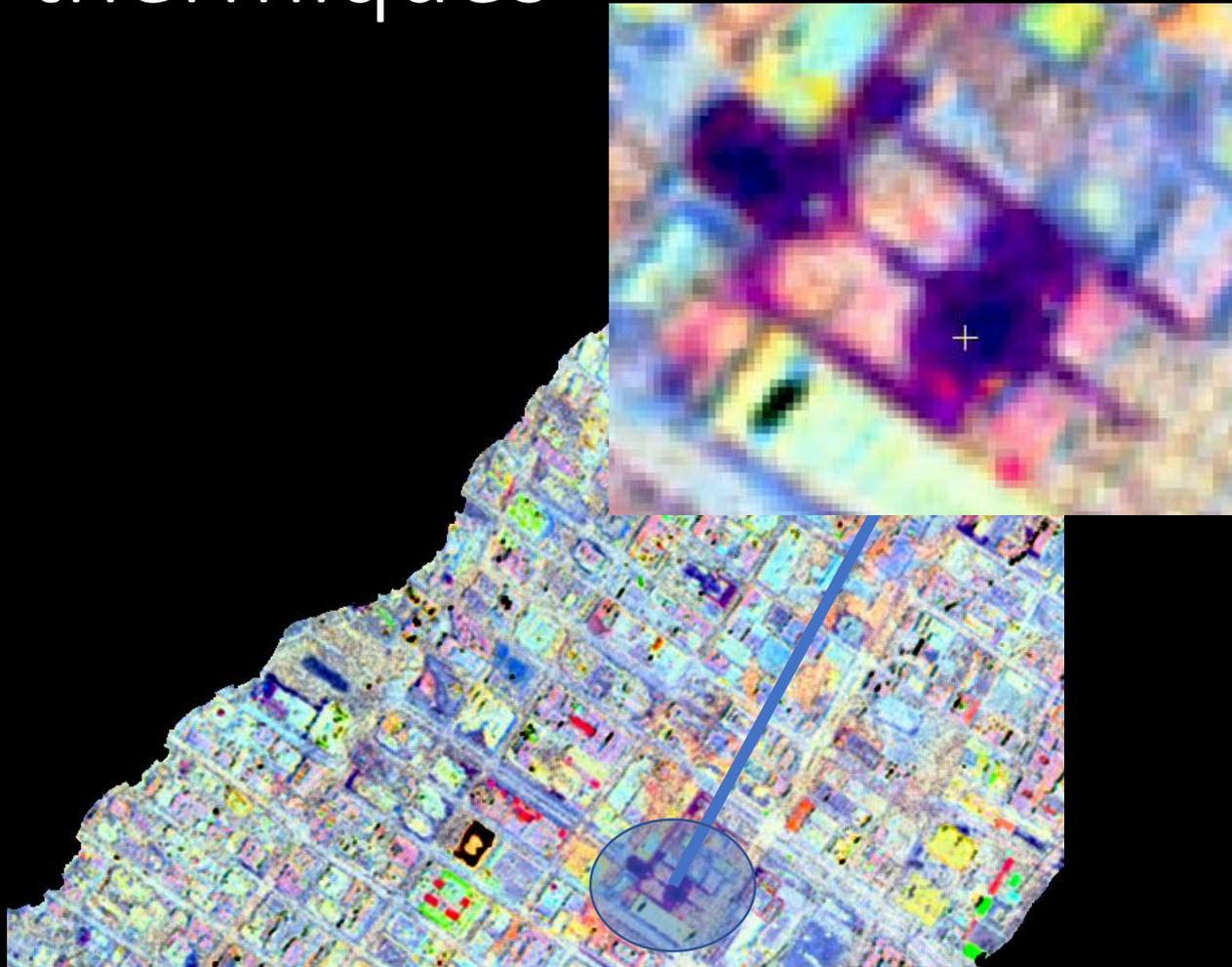
TASI (32 bandes)

2m x 2m

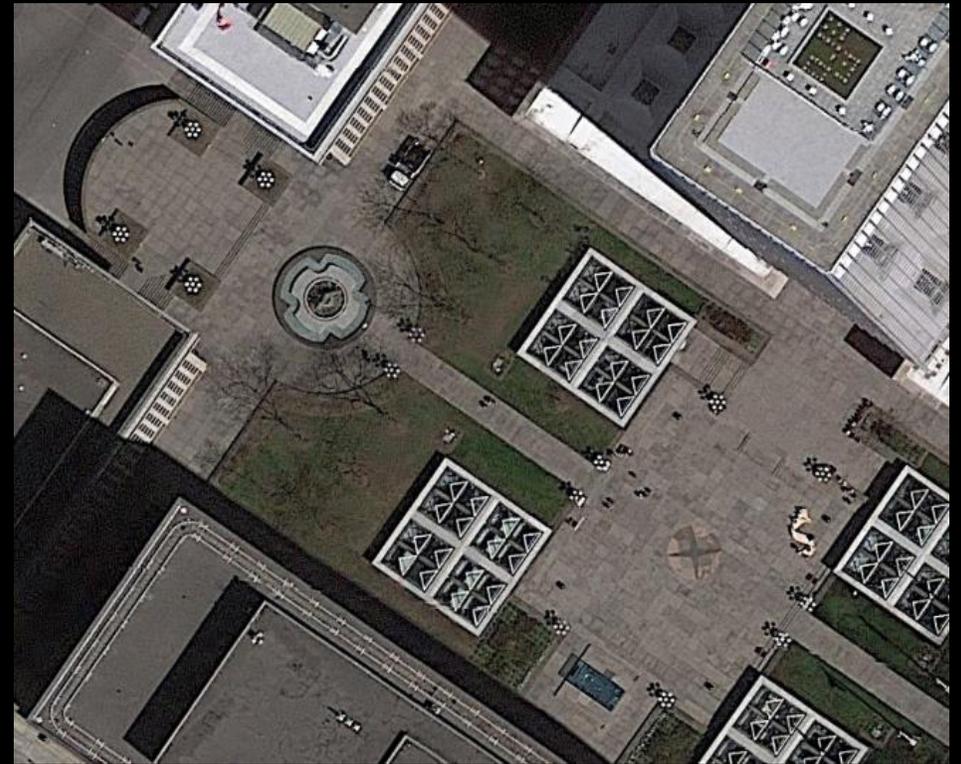


PRODUIT DISPONIBLE: The North America ASTER
Land Surface Emissivity Database (NAALSED)

Émissivité: Estimation à partir des images thermiques



Mauvais émetteur



Pavé uni

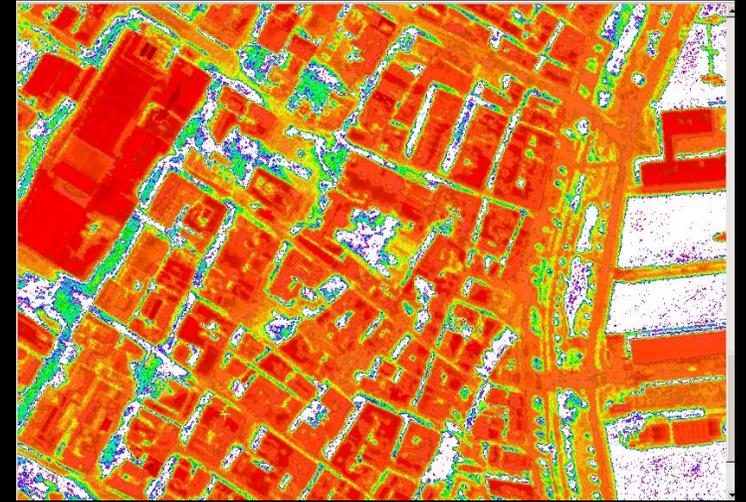
Inertie thermique (apparente)



A: Albédo CASI



DT: Différence températures
jour et nuit TASI

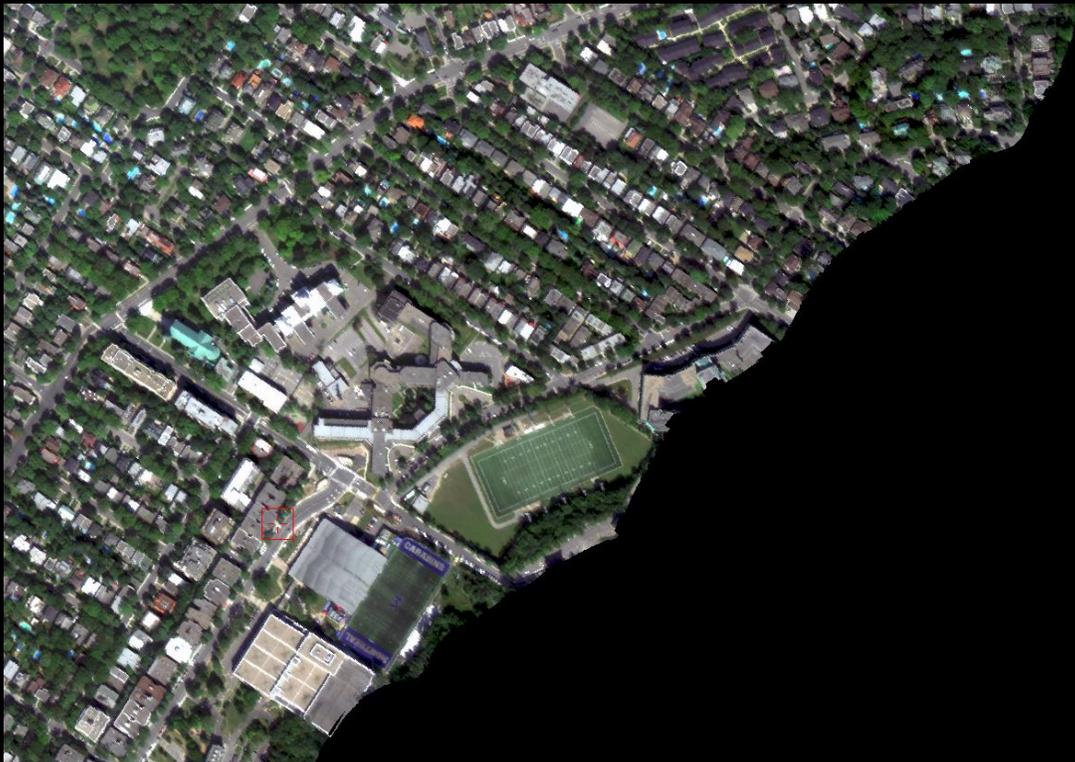


P: Inertie thermique
apparente

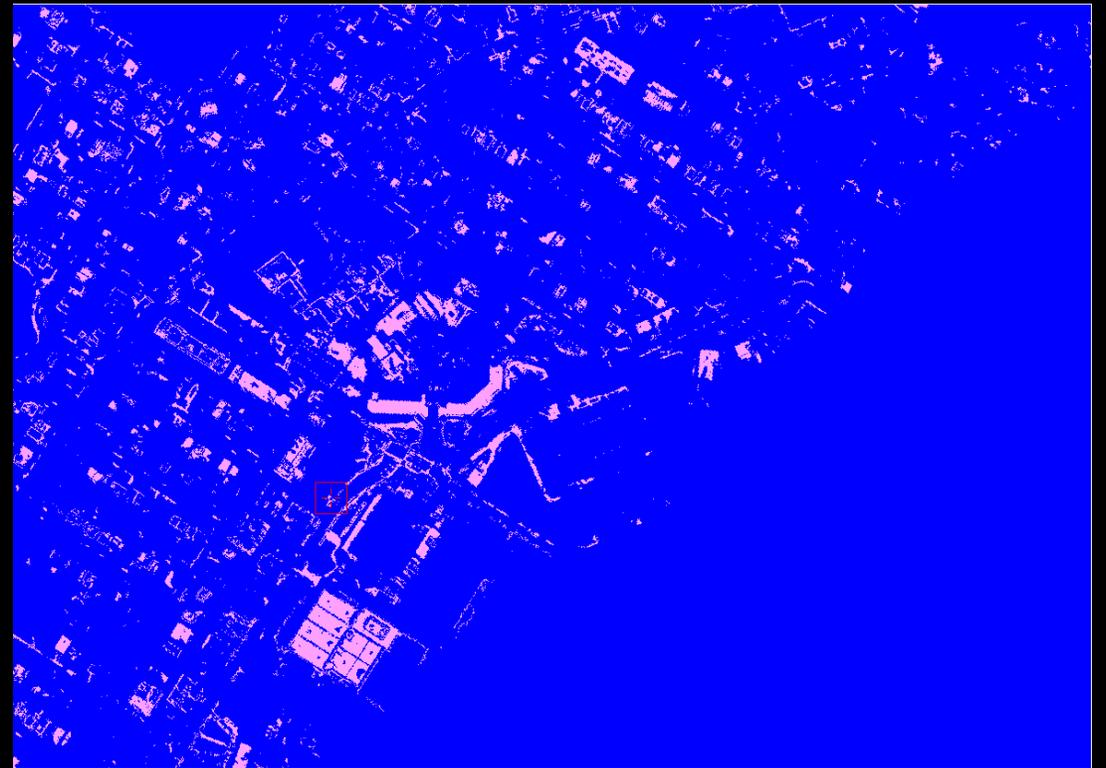
$$P = C * \frac{1 - A}{DT}$$

Identification des matériaux de surface (résultats préliminaires)

Image CASI



Localisation des surfaces bétonnées

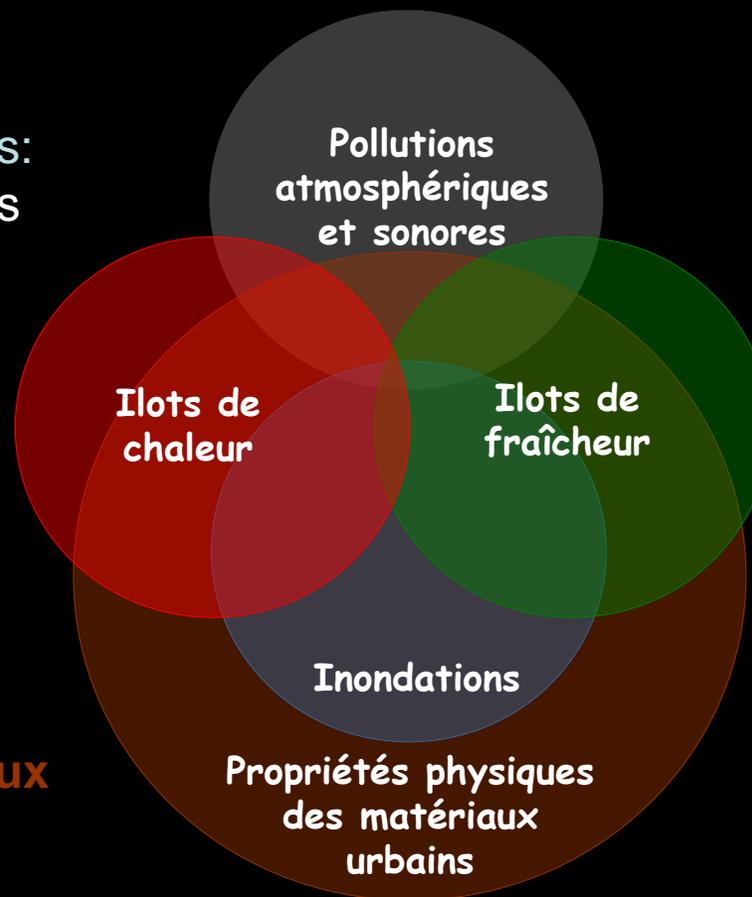


OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN (OSU) - compléments

Pollutions atmosphériques et sonores:
développement de l'infrastructure des
données spatiales permettant
la localisation de la dispersion de
l'air et du son

Ilots de chaleur intra-urbains

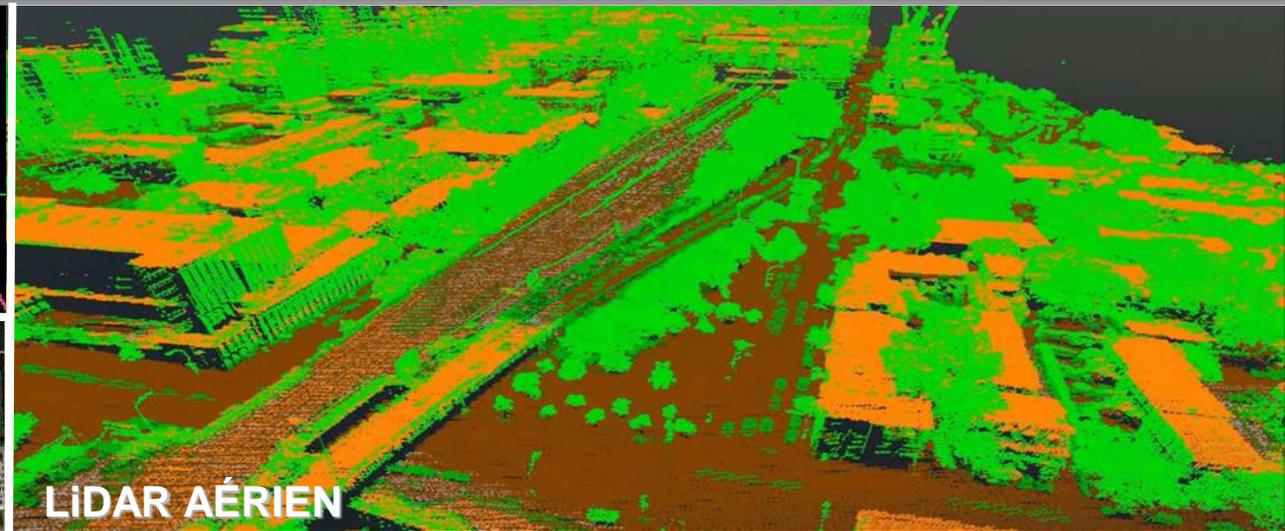
Propriétés physiques des matériaux



Ilots de fraîcheur: développement de l'infrastructure des données spatiales pour le traitement des images multispectrales et de levés (photogrammétrie, lidar et arpentage) afin de localiser les espaces végétalisés et modéliser en 3D la canopée et les arbres pour des fins d'analyse de la mitigation végétale sur les problématiques environnementales

Inondations: développement de l'infrastructure des données spatiales pour le traitement des images multispectrales et de levés afin de localiser les cuvettes dans le réseau routier ainsi que les débordements des cours d'eau, analyser des moyens de rétention, étudier le drainage et simuler les scénarios d'aménagement

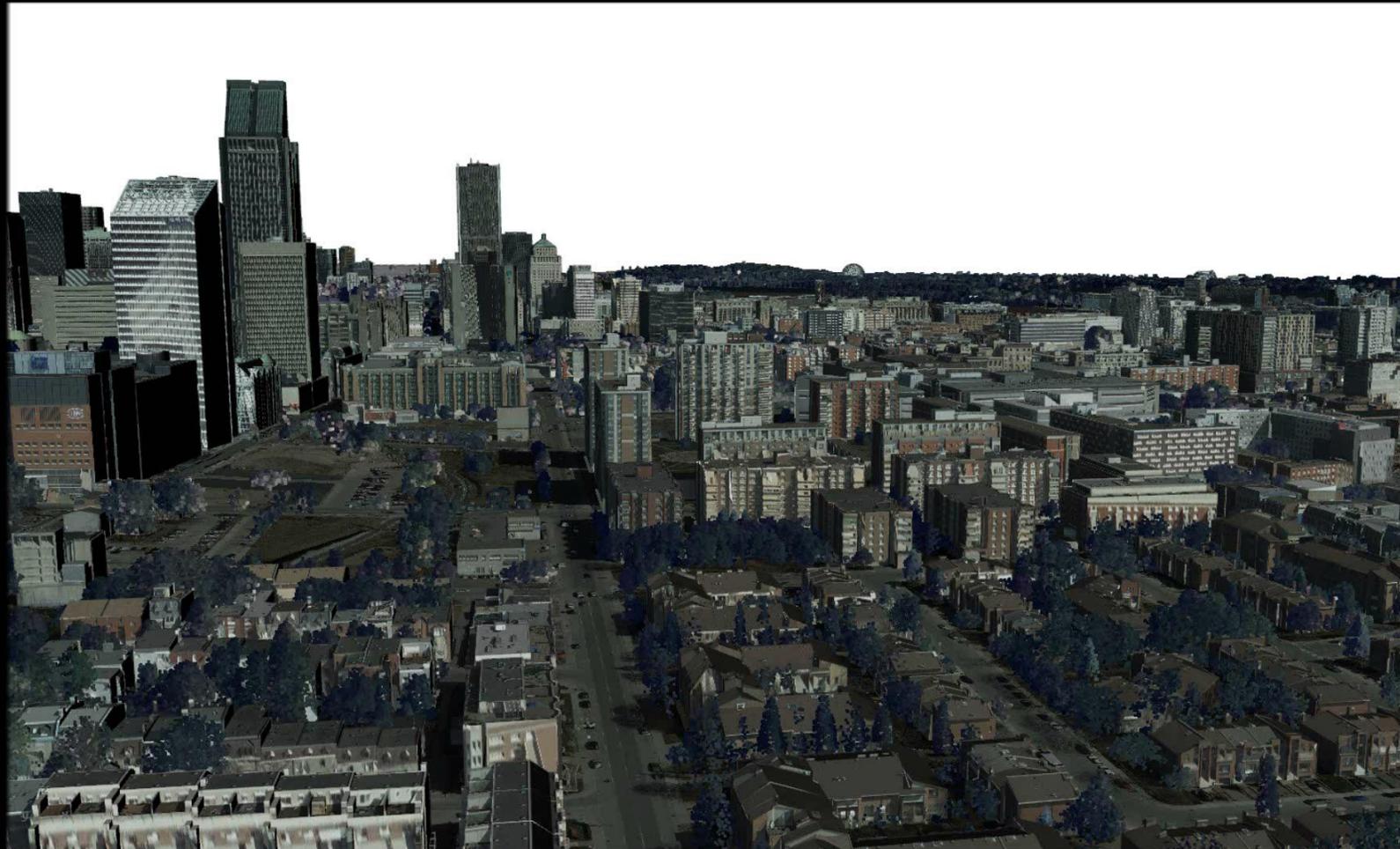
La **définition** officielle de la **télédétection** est « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (COMITAAS, 1988).





Centre-ville de Montréal

Densité résidentielle parmi les plus élevés des centres-villes d'Amérique du Nord



OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN / INDICATEURS D'AMÉNAGEMENT

Ilots de Chaleur

Drainage des eaux de ruissellement

Cuvettes et points bas

Capacité de rétention

Espace de biorétention

Zones inondées

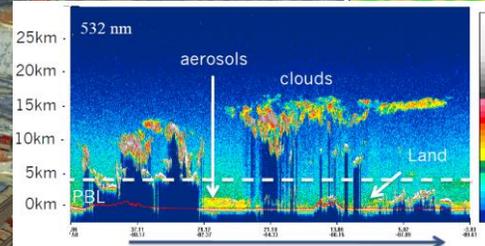
Sur sol

Sol

Sous-sol

Ilots de chaleur

Pollutions atmosphériques et sonores



Ilots de fraîcheur

Indice de canopée

Arbres plantés

Ajouts/retraits surfaces arboricoles

Surfaces végétalisées

Espace public hors rue

Inondations

Propriétés physiques des matériaux urbains

Espace public souterrain





BANCS D'ESSAIS SIG 3D – BIM

OBSERVATOIRE SPATIAL URBAIN

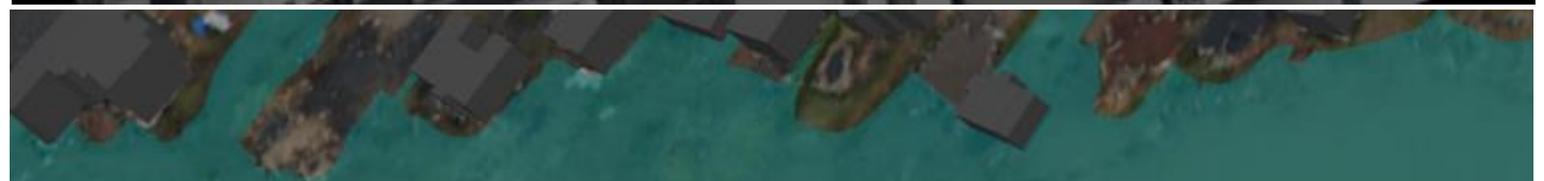
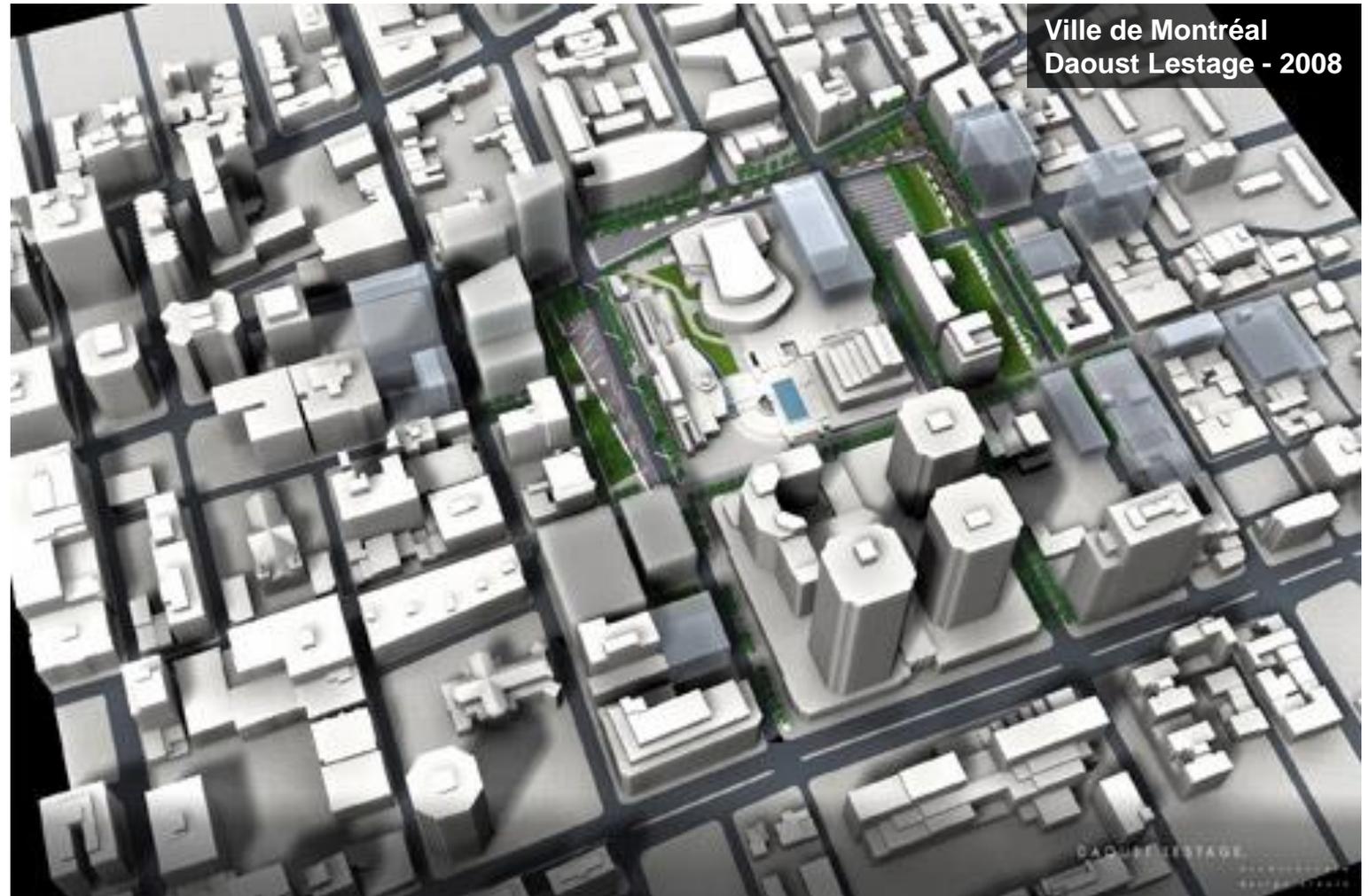
DÉMARCATIIONS,
PHÉNOMÈNES
ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

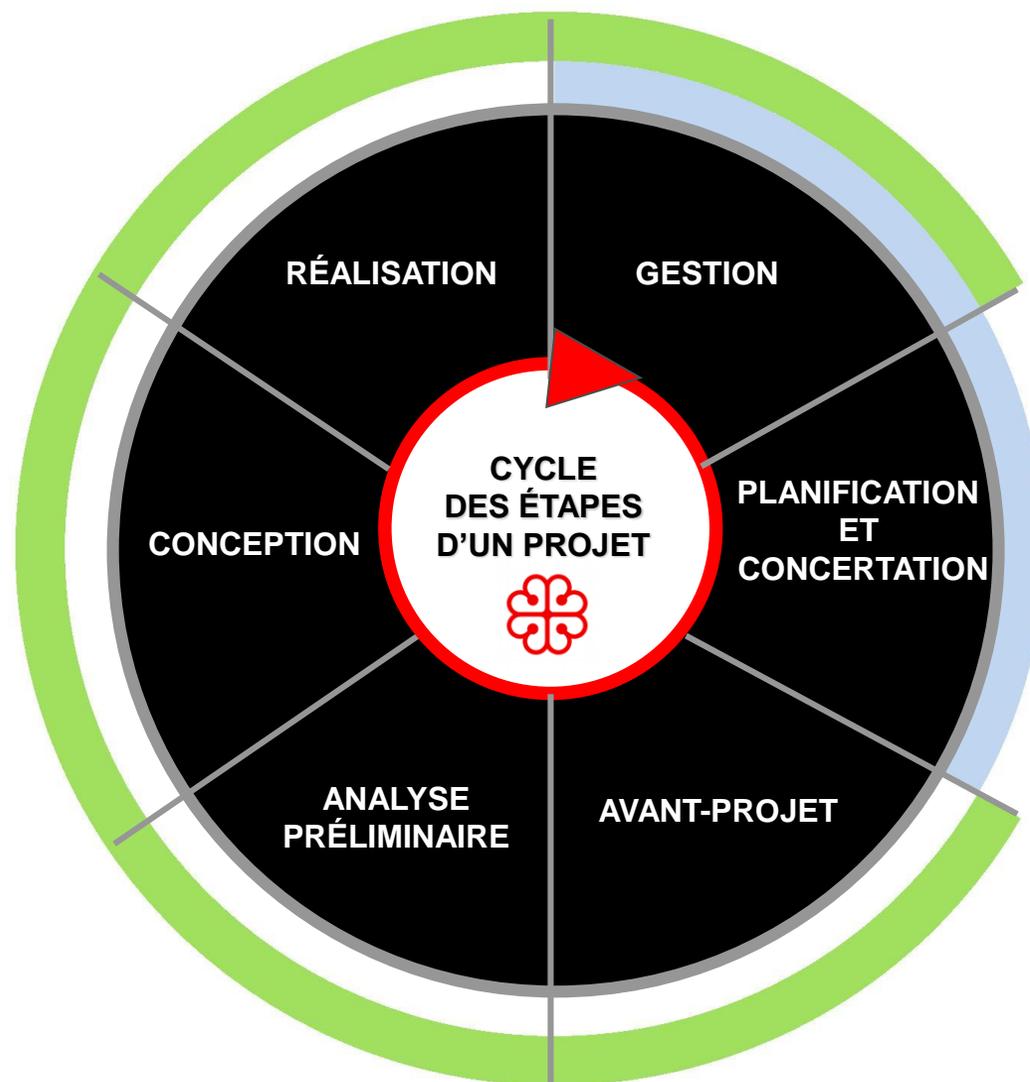
SITES PUBLICS:

QUARTIER
DES SPECTACLES

ET

LA RIVIÈRE DES PRAIRIES





GESTION DU TERRITOIRE

MAQUETTE DE BASE

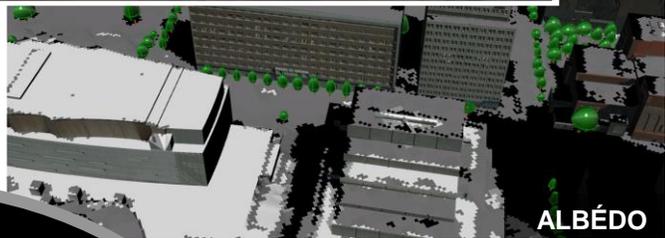
SIG 3D



ILOTS DE CHALEUR → OSU – THERMIQUE

INFORMATIONS AU LOT

- Id adresse
- Cadastre
- Superficie du sol (m²)
- Utilisation du sol:
parc, rue, ruelle, résidentiel, commercial, industriel, agriculture, utilités publiques
- Hauteur du bâtiment
- Superficie du toit (m²)
- Densité de l'habitation



Rhinceros

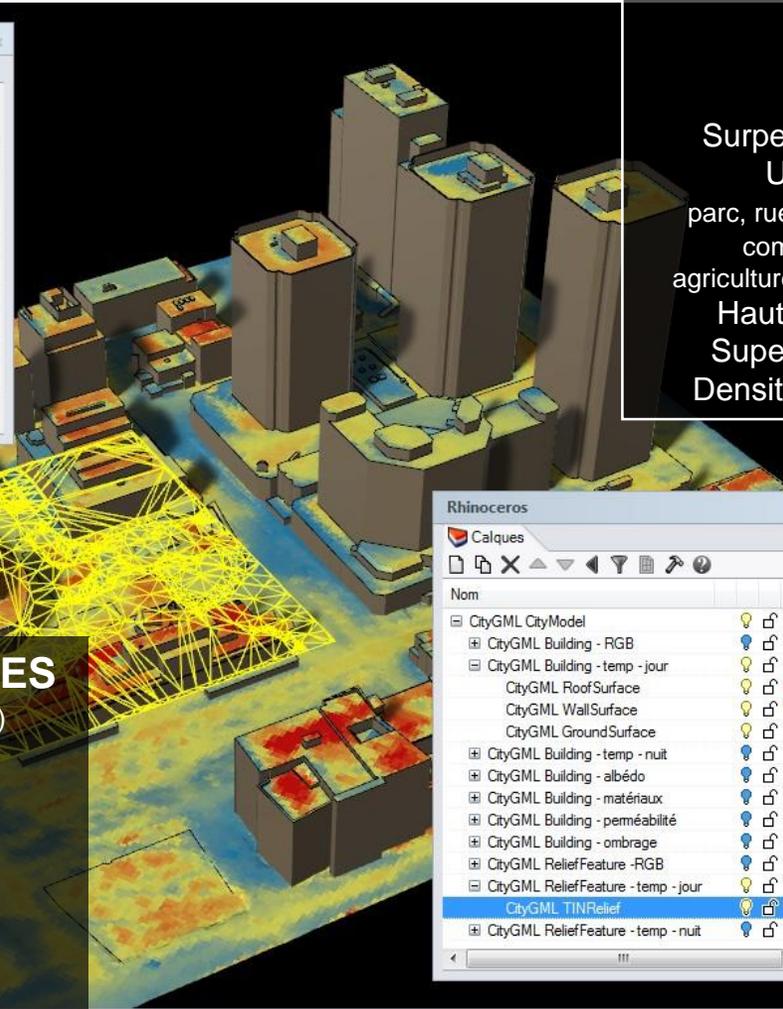
Atributs

Edition multiple 2 objets n°1

| Attributs | Valeurs |
|-----------------|------------|
| capteur | TASI |
| resolution | 2 |
| date_normalisee | 20/08/2016 |
| temp_jour_min | 16.4 |
| temp_jour_max | 37.7 |
| temp_jour_moy | 25.9 |
| ombrage | 0.12 |

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Température de surface (Jour / Nuit)
- Albédo
- Inertie thermique
- Matériaux de surface
- Canopée et arbres
- Matériaux de surface
- Toits blancs - Toits verts
- Ombres



Rhinceros

Calques

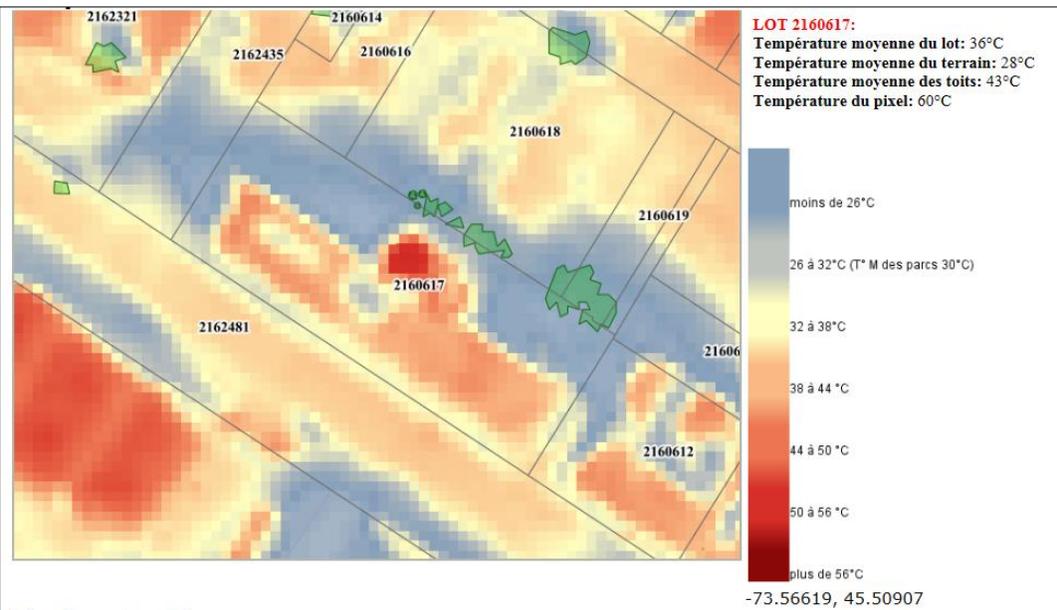
| Nom | Matériau | Typ |
|-------------------------------------|----------|------|
| CityGML CityModel | | Corr |
| CityGML Building - RGB | | Corr |
| CityGML Building - temp - jour | | Corr |
| CityGML RoofSurface | | Corr |
| CityGML WallSurface | | Corr |
| CityGML GroundSurface | | Corr |
| CityGML Building - temp - nuit | | Corr |
| CityGML Building - albédo | | Corr |
| CityGML Building - matériaux | | Corr |
| CityGML Building - perméabilité | | Corr |
| CityGML Building - ombrage | | Corr |
| CityGML ReliefFeature - RGB | | Corr |
| CityGML ReliefFeature - temp - jour | | Corr |
| CityGML TINRelief | | Corr |
| CityGML ReliefFeature - temp - nuit | | Corr |

GESTION

ÉTAPE

PLANIFICATION
ET
CONCERTATION

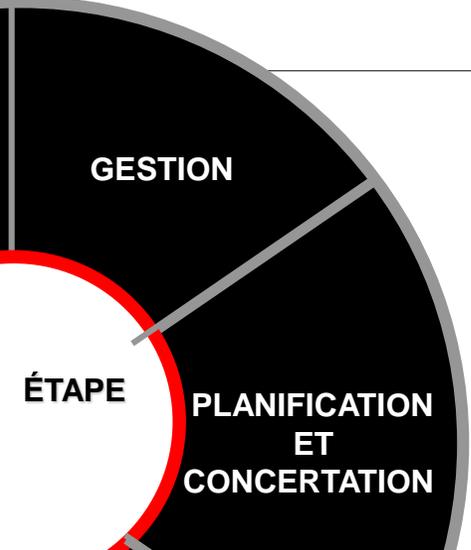




Information sur le produit
 Source orthophoto 2016 : © Communauté métropolitaine de Montréal, 2005-2016

Géomatique
 Montréal

thermique.montreal.ca



THERMOGRAPHIE DE SURFACE

Préparé par: SIMON GIGNAC
GÉOMETRE

Chef d'équipe: RICHARD MONGEAU
ARPENTEUR-GÉOMETRE

Chef de division: MARIE PARENT
ARPENTEUR-GÉOMETRE
EN CHEF DE LA VILLE

QUALIFICATION DES DONNÉES GÉOSPATIALES

SOURCES
 Imageries aériennes : Capteur thermique aéroporté TASI-600 (ITRES Research Limited)
 Saisie du 3 août au 3 sept. 2016
 Modèle numérique de surface (MNS) : LIDAR aérien novembre 2015, Ville de Montréal
 Maquette : Photogrammétrie 2016, Ville de Montréal

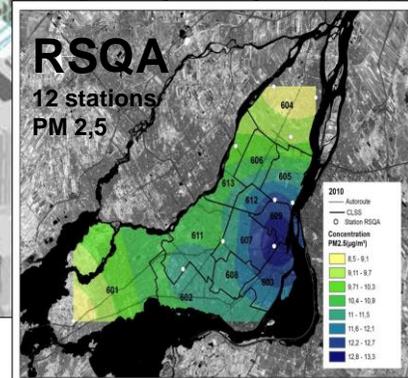
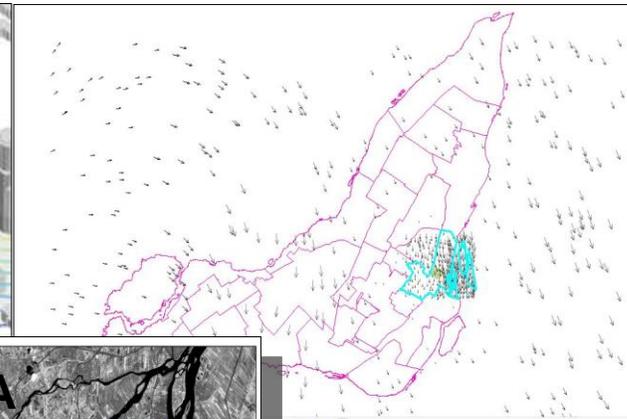
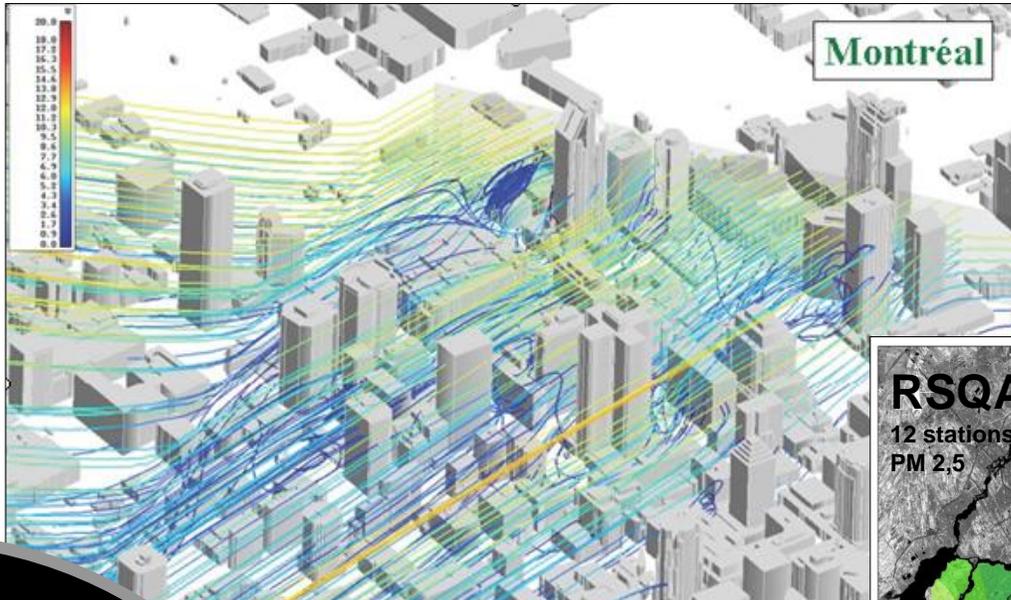
MOYEN DE PRODUCTION
 Contrôles thermiques (sol-air) : Youssef Smadi g., Ville de Montréal
 Contrôles radiométrique et rectification : ITRES Research Limited
 Correction de projection : François Cavayas, PhD., Université de Montréal
 Correction atmosphérique: Bastien Fontaine, M.Sc., Université de Montréal
 Mosaïque et harmonisation en date du 20 août 2016 : Bastien Fontaine, M.Sc., Université de Montréal
 Séparation température et émissivité : Bastien Fontaine, M.Sc., Université de Montréal
 Cartographie de la thermographie 2D : Bastien Fontaine, M.Sc., Université de Montréal

CARTOGRAPHIE THERMOGRAPHIQUE
 produits par télédétection et photogrammétrie
 exactitude de la maquette : ± 30 à 40 cm
 exactitude planimétrique de la thermographie 2D jour : EQM ± 2,3 m
 exactitude planimétrique de la thermographie 2D nuit : EQM ± 1,5 m
 exactitude de la mesure thermique : ± 3°C
 résolution thermographie 2D jour : 2 m/pixel
 résolution thermographie 2D nuit : 1 m/pixel

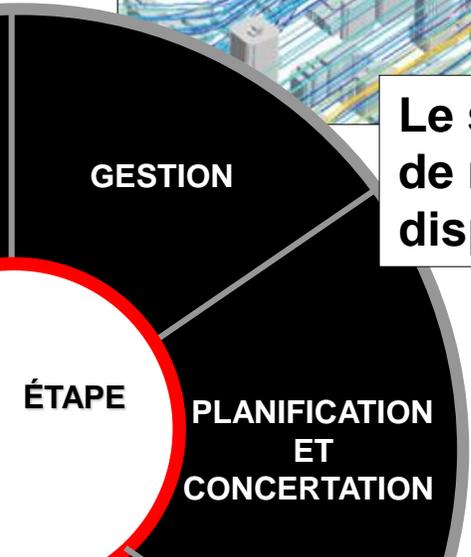
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> | <p>FINIS DU DOCUMENT</p> <p>Document final de la maquette thématique de la thermographie de surface</p> <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> | <p>QUALIFICATION DES DONNÉES GÉOSPATIALES</p> <p>Imageries aériennes : Capteur thermique aéroporté TASI-600 (ITRES Research Limited)</p> <p>MOYEN DE PRODUCTION</p> <p>Contrôles thermiques (sol-air) : Youssef Smadi g., Ville de Montréal</p> | <p>CARTES THÉMATIQUES</p> <p>Thermographie de surface</p> <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> | <p>PROPRIÉTÉ DE LA VILLE</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> <p>DESCRIPTION DU CAPTEUR</p> <p>Capteur thermique aéroporté TASI-600 (ITRES Research Limited)</p> | <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> <p>PROJET</p> <p>Maquette thématique de la thermographie de surface</p> |
|---|---|---|---|---|---|



POLLUTIONS ATMOSPHÉRIQUES ET SONORES

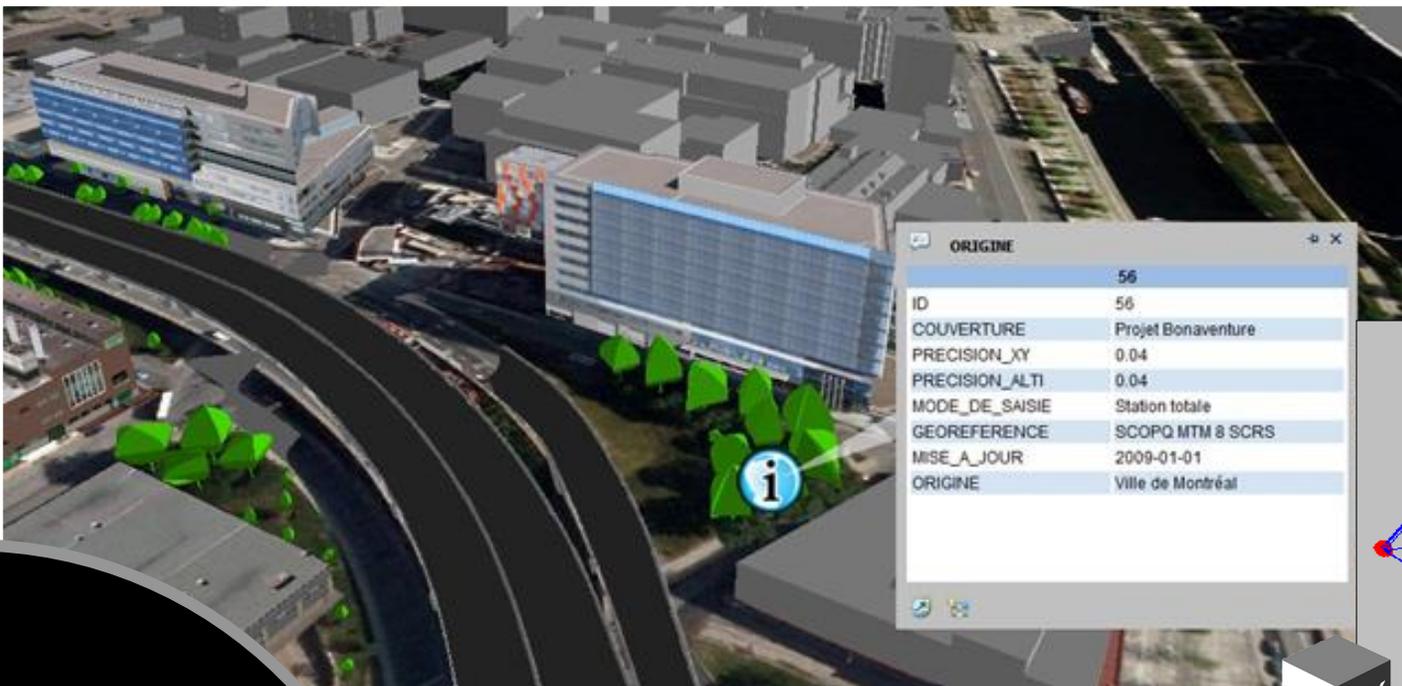


Le système canadien de modélisation de la dispersion de l'air



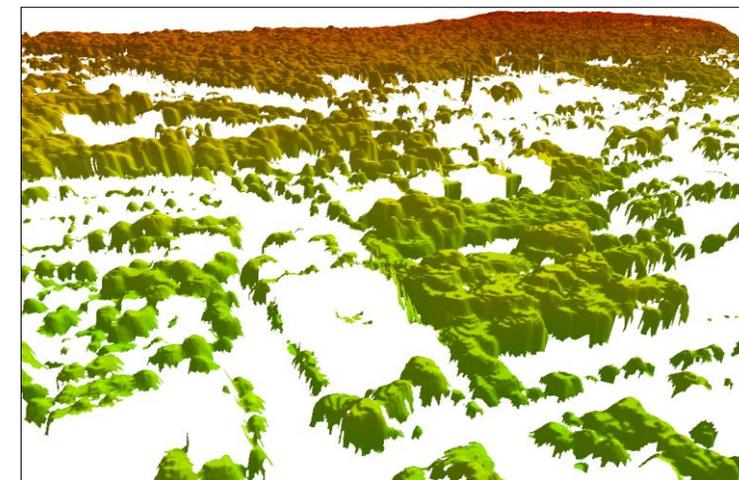
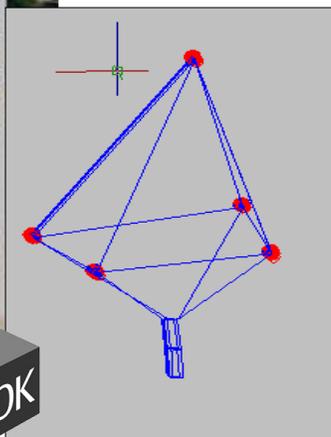


ÎLOTS DE FRAÎCHEUR



SURFACES VÉGÉTALISÉES

ARBRE 3D



MODÈLE NUMÉRIQUE DE CANOPÉE

GESTION

ALGORITHME « SEGMA » UQÀM



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | | |
|----|-----|-------|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | FID | Label | Tile | Object_ID | Centroid_X | Centroid_Y | Centroid_d | Height | HtoA_ratio | V_extent | Cr_ratio | Area | Diameter | Roundness | Eccentric | Solidity | Coef Var | Score | | | |
| 2 | 0 | 69 | canope_elev | 52 | 296210.506 | 5033988.51 | 72.7739092 | 7.29999924 | 1.32727259 | 5.66499901 | 0.77602732 | 5.5 | 2.64628371 | 1.16741581 | 0.4282594 | 1 | 0.15997678 | 68.58703 | | | |
| 3 | 1 | 70 | canope_elev | 53 | 296455.982 | 5033988.36 | 114.501825 | 6.09000015 | 1.21800003 | 4.79500008 | 0.78735632 | 5 | 2.52313252 | 1.1608312 | 0.39295262 | 0.95238095 | 0.17396723 | 70.3523688 | | | |
| 4 | 2 | 67 | canope_elev | 54 | 296983.135 | 5033988.27 | 202.966362 | 9.3900013 | 0.83466678 | 7.97750092 | 0.84957397 | 11.25 | 3.78469878 | 0.98499794 | 0.72709292 | 0.91836735 | 0.22401655 | 53.6453542 | | | |
| 5 | 3 | 64 | canope_elev | 55 | 296601.524 | 5033988.38 | 90.1364283 | 6.42000008 | 0.80250001 | 5.21000004 | 0.81152648 | 8 | 3.19153824 | 1.05148898 | 0.54498917 | 0.96969697 | 0.19481249 | 62.7505413 | | | |
| 6 | 4 | 76 | canope_elev | 57 | 296404.749 | 5033987.25 | 1.57507915 | 5.97999954 | 5.97999954 | 4.48499966 | 0.75 | 1 | 1.12837917 | 1.7724531 | 0 | 1 | 0.24588729 | 100 | | | |
| 7 | 5 | 78 | canope_elev | 58 | 296884.917 | 5033987.42 | 301.500524 | 6.68000031 | 8.90666707 | 5.01000023 | 0.75 | 0.75 | 0.97720502 | 1.79835196 | 0.81649658 | 1 | 0.23905106 | 50 | | | |
| 8 | 6 | 73 | canope_elev | 59 | 296457.661 | 5033987.08 | 100.627825 | 5.82999992 | 1.45749998 | 2.10000038 | 0.36020589 | 4 | 2.25675833 | 1.13894879 | 0.86855977 | 0.84210526 | 0.10920957 | 50 | | | |
| 9 | 7 | 60 | canope_elev | 62 | 296693.164 | 5033988.61 | 154.762045 | 11.3399982 | 0.2668 | | | 42.5 | 7.35613218 | 0.85855542 | 0.7279835 | 0.88082902 | 0.21394339 | 53.6008249 | | | |
| 10 | 8 | 56 | canope | | | | | 38.3 | | | | | | | | | 0.94467 | 0.6623062 | 0.86363636 | 0.22060378 | 56.88469 |
| 11 | 9 | 44 | canope | | | | | 57.1 | | | | | | | | | 851263 | 0.78681112 | 0.80524345 | 0.19444551 | 50.659444 |
| 12 | 10 | 65 | canope | | | | | 198. | | | | | | | | | 954493 | 0.50714739 | 0.89781022 | 0.21420509 | 64.6426303 |

ID
cercle

coordonnées
du centre

cîme
« Height »

distance
couronne-cîme
« V_extend »

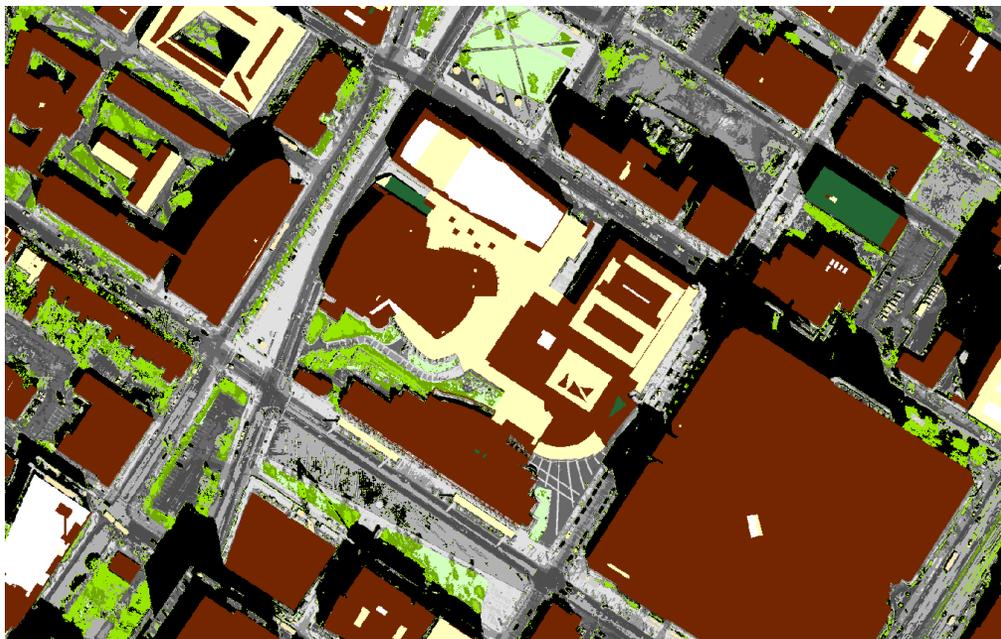
diamètre
couronne





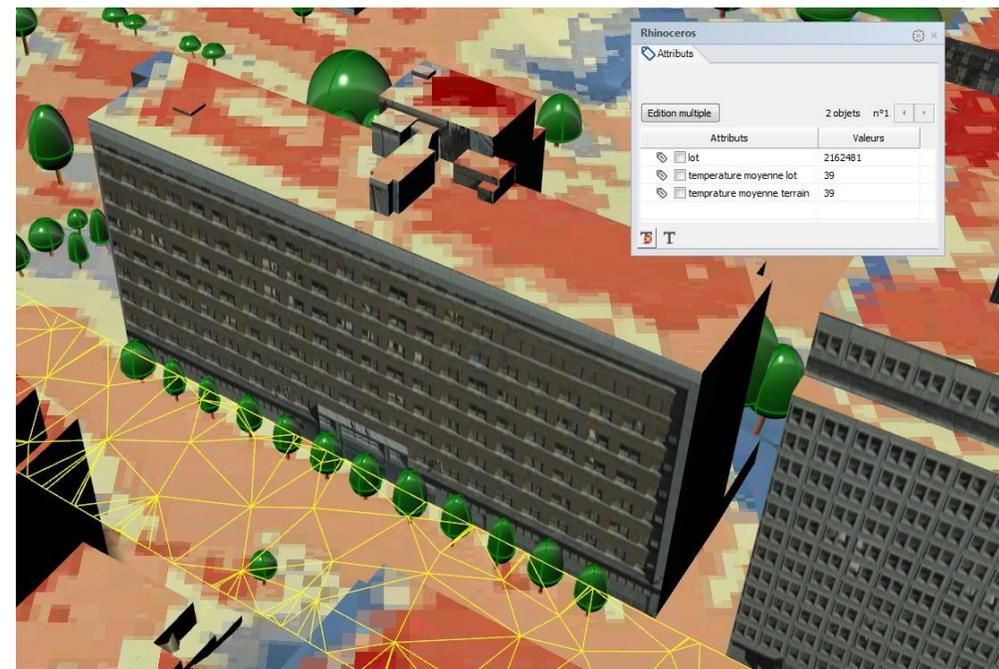
MATÉRIAUX DE SURFACES

INFORMATIONS SUR LES SURFACES



Légende

- Absence de données (ombrage)
- Végétation Type 1
- Végétation Type 2
- Minéral Type 1
- Végétation Type 3
- Minéral Type 2
- Végétation Type 4
- Minéral Type 3
- Minéral Type 4
- Minéral Type 5
- Minéral Type 6
- Valeur extrême
- Toit foncé
- Toit pâle
- Toit blanc
- Toit vert



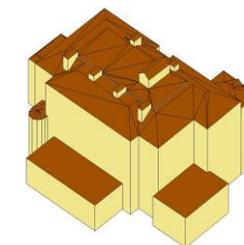
ACTIFS VOIRIE



LOTS (propriétés)



TOITS BÂTIMENT





INONDATIONS → OSU – INONDATIONS

LÉGENDE

| | |
|-------|----------------------|
| 305 | numéro de section |
| 22.62 | cote de crue 2 ans |
| 23.58 | cote de crue 20 ans |
| 23.96 | cote de crue 100 ans |

hydrographie

| | |
|--|---------------------------|
| | limite de la crue 2 ans |
| | limite de la crue 20 ans |
| | limite de la crue 100 ans |

zone de grand courant

zone de faible courant

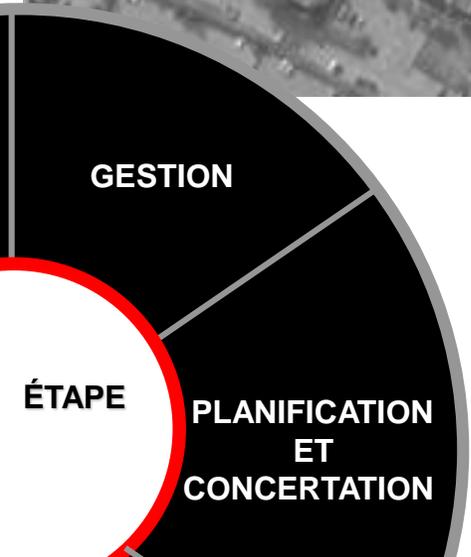
inondation.montreal.ca



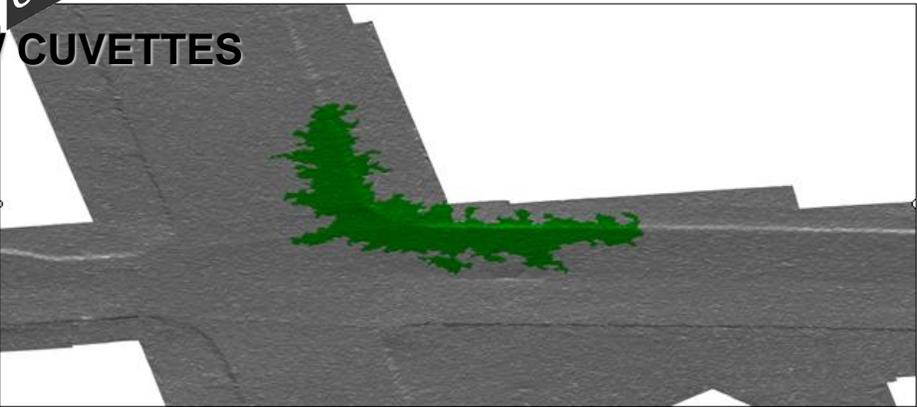
CARTES DE ZONES DE RÉCURRENCES



SCÉNARIOS D'INONDATIONS DE LA RIVIÈRE



POINTS BAS / CUVETTES



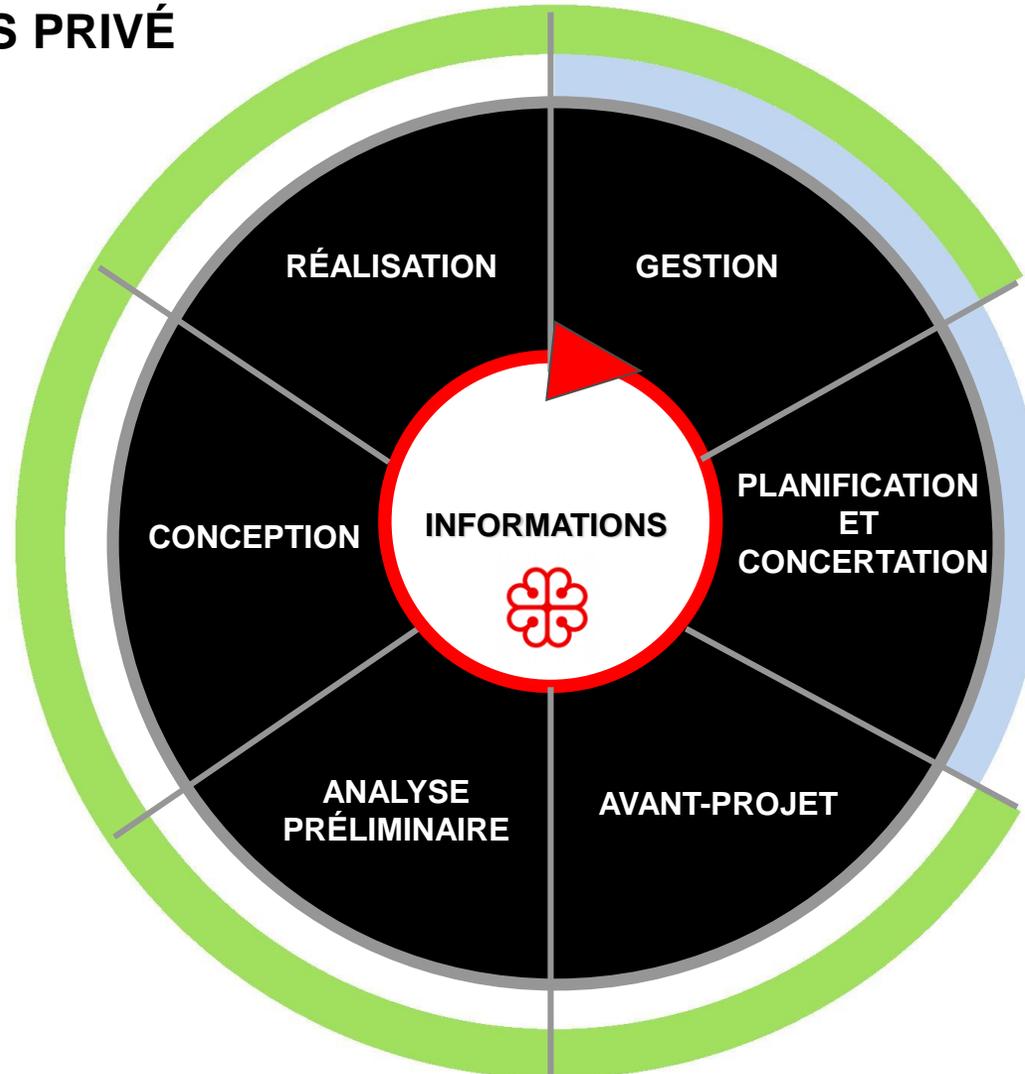
CONSTRUCTION
DES DOMAINES PRIVÉ
ET PUBLIC
DE LA VILLE

GESTION DU
TERRITOIRE
ET DE
SITES URBAINS

collaboration

BIM

MODÈLES 3D



simulation

MAQUETTE DE BASE

SIG 3D

interopérabilité

AMÉNAGEMENT URBAIN

DONNÉES GÉOSPATIALES POUR PROJET BIM

ACTUALISATION ET ÉTABLISSEMENT DU CANEVAS DE RÉFÉRENCE SPATIAL

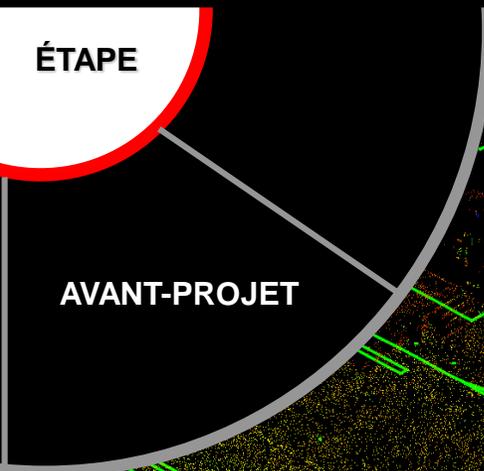


LIMITES DES PROPRIÉTÉS (TITRES / CADASTRE) ET REMEMBREMENT

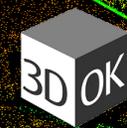
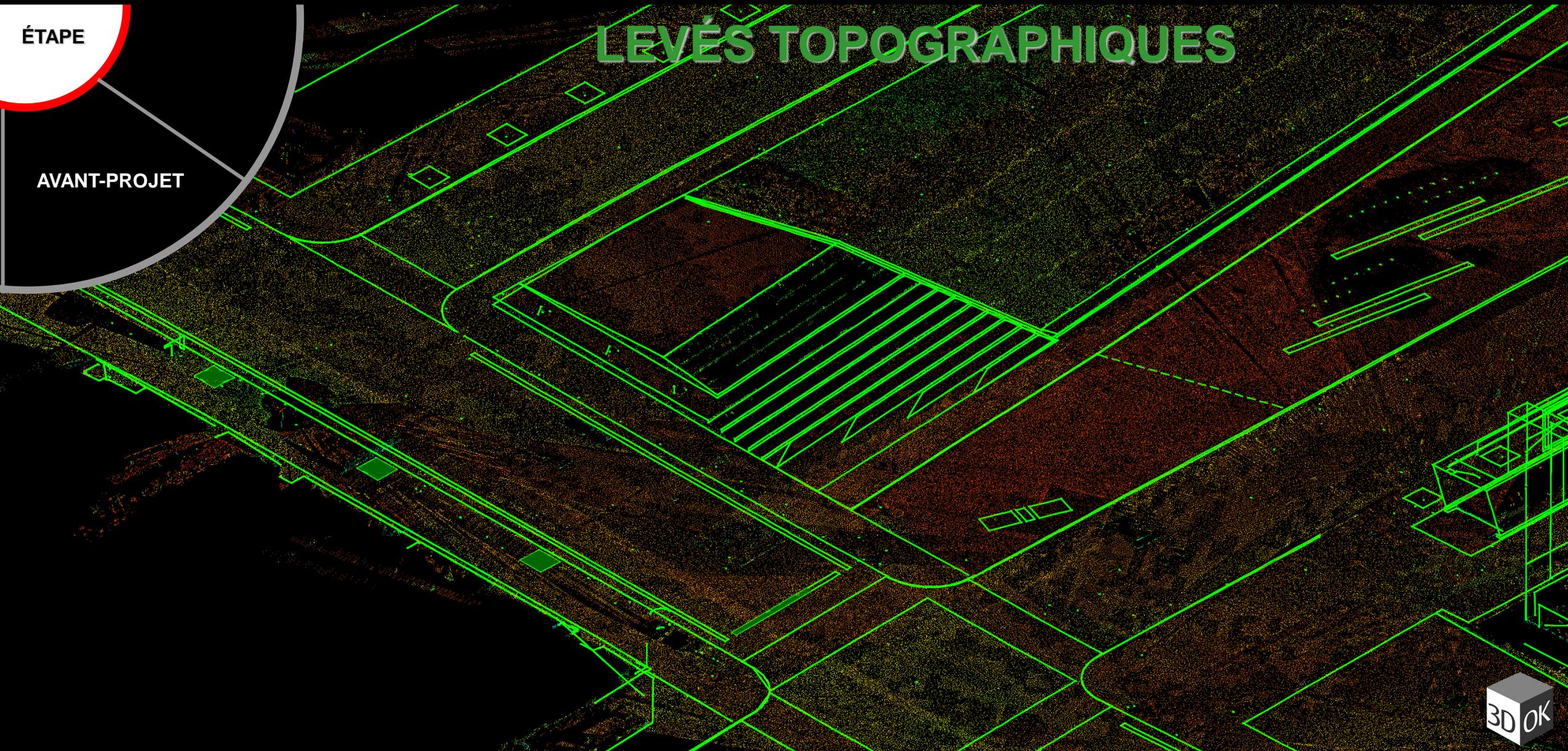


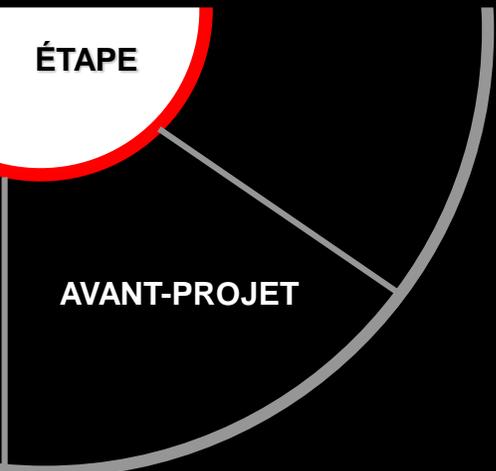
LEVÉS DE L'OCCUPATION (DÉMARCATIIONS)





LEVÉS TOPOGRAPHIQUES





MODÈLE 3D D'ANALYSE

MODÈLE 3D À DIFFÉRENTS NIVEAUX DE DÉTAILS
ET DEGRÉS D'EXACTITUDE



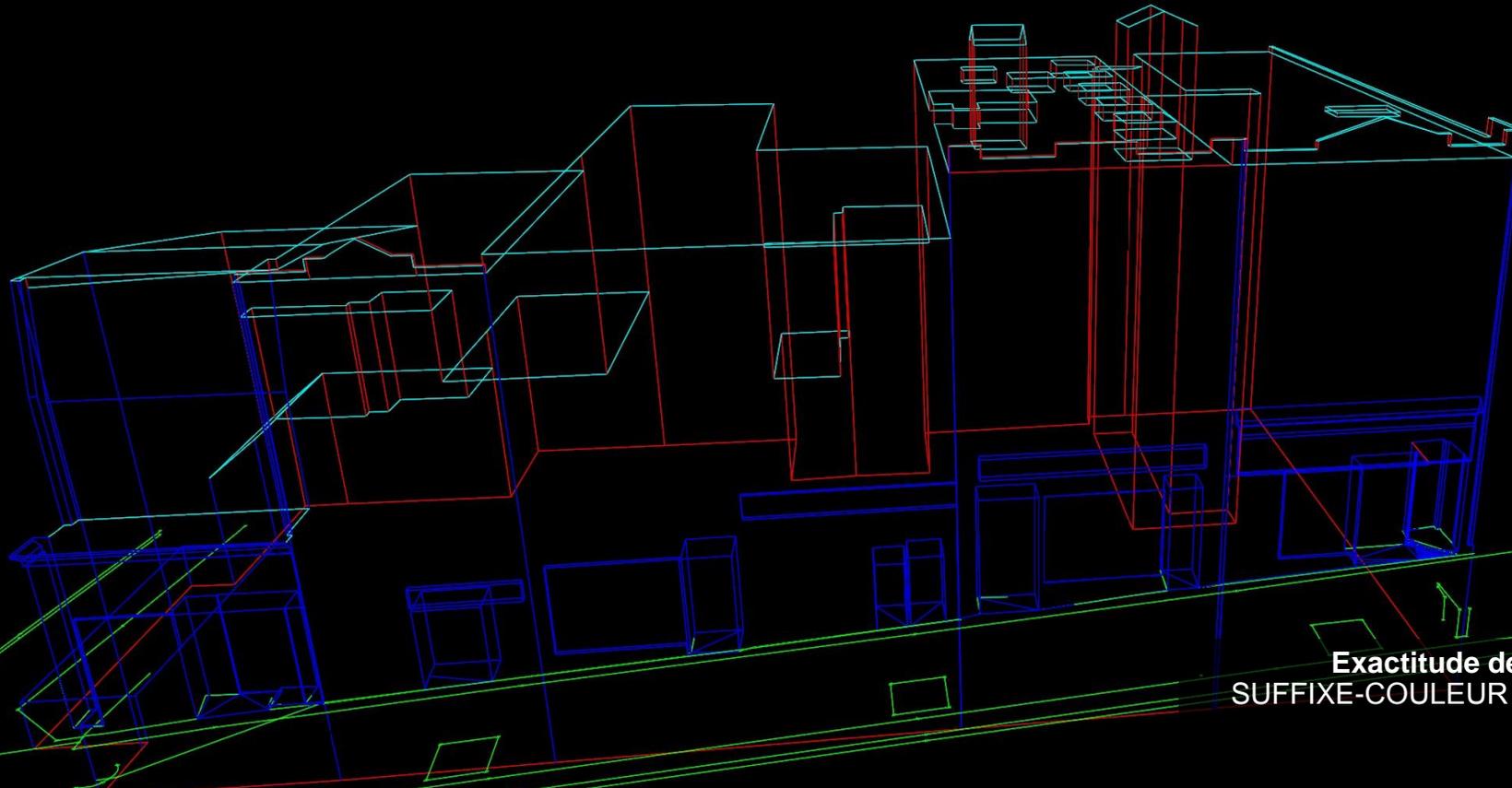
photogrammétrie



LiDAR terrestre



Station totale / DAO mobile



Exactitude de position $1,96\sigma$ en 3D
SUFFIXE-COULEUR couche d'information

- A: $\pm 0 - 4$ cm
- B: $\pm 5 - 15$ cm
- C: ± 16 cm et +
- D: déduit



ÉTAPE

AVANT-PROJET

MESURAGES SPÉCIAUX

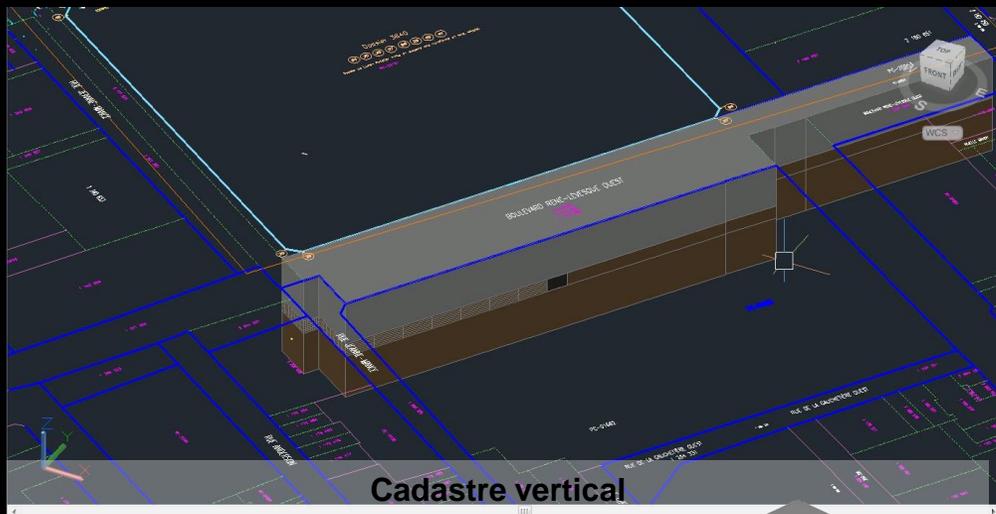
TUNNEL DU MONTRÉAL INTÉRIEUR





ANALYSE FONCIÈRE

DÉLIMITATION DES PROPRIÉTÉS
ET
MESURES DES MARGES
RÉGLEMENTAIRES DU PROJET
D'ARCHITECTURE



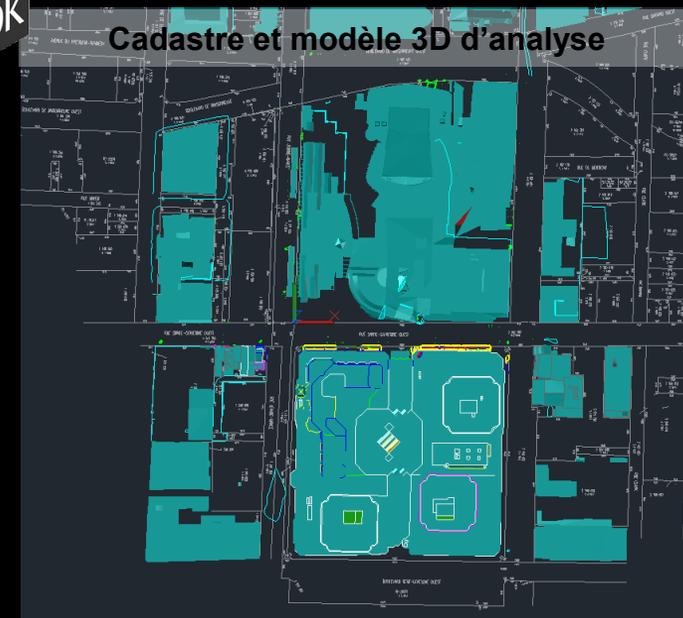
Cadastre vertical

ÉTAPE

ANALYSE
PRÉLIMINAIRE



Compilation des limites foncières et projet d'architecture



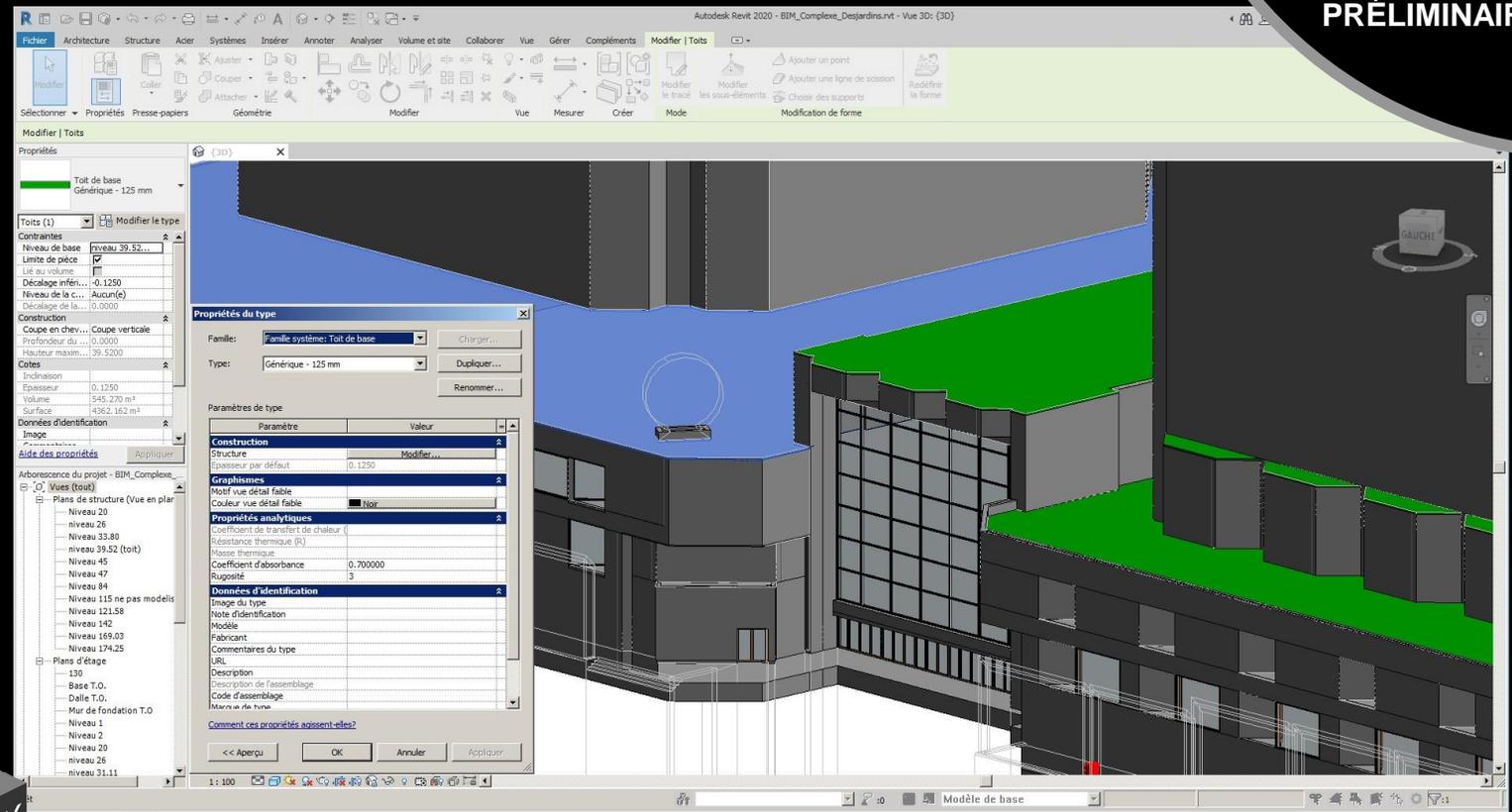
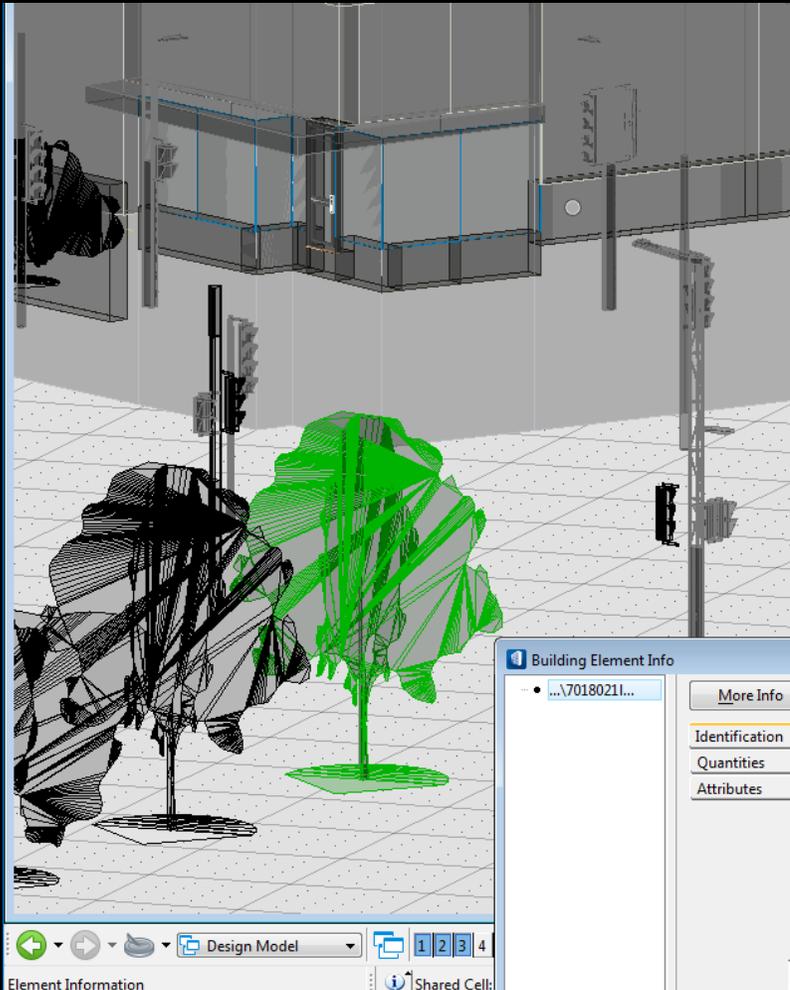
Cadastre et modèle 3D d'analyse



MATÉRIAUX DE SURFACE ET MOBILIERS URBAINS

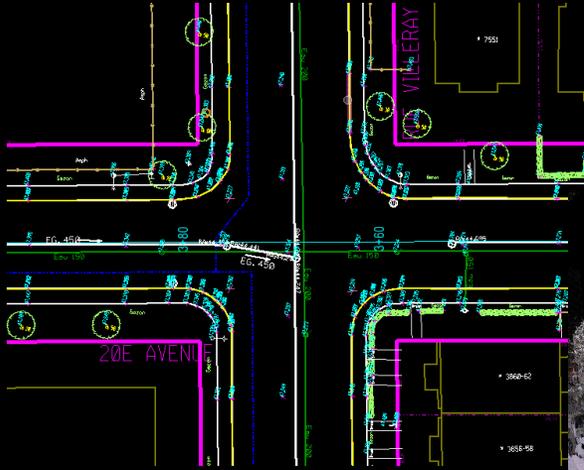
ÉTAPE

ANALYSE
PRÉLIMINAIRE

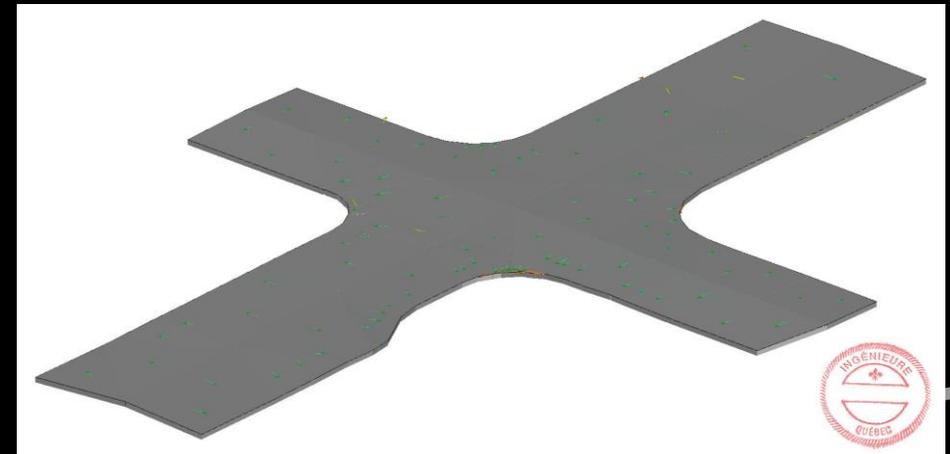


ANALYSE D'INGÉNIERIE CIVILE

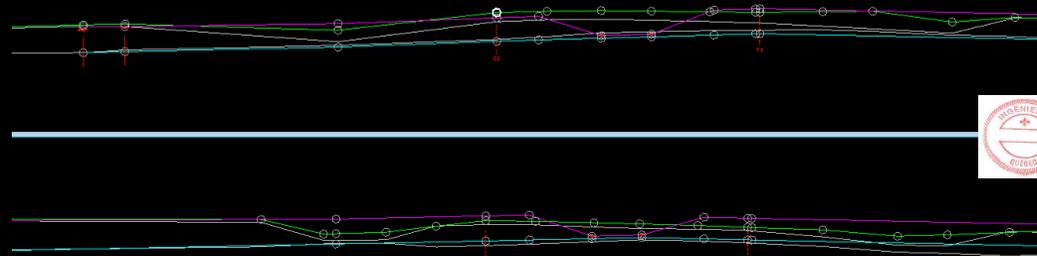
RELEVÉ, CONCEPTION DRAINAGE ET ARPENTAGE DE CONSTRUCTION 3D



Relevé / Arpentage de construction



Conception drainage



Conception drainage

CONCEPTION

ÉTAPE

CONSTRUCTION, LEVÉS ET PLANS DES INFRASTRUCTURES

CHAUSSÉES, TROTTOIRS, CONDUITES, CHAMBRES, VANNES, BORNE-FONTAINE ...

Montréal

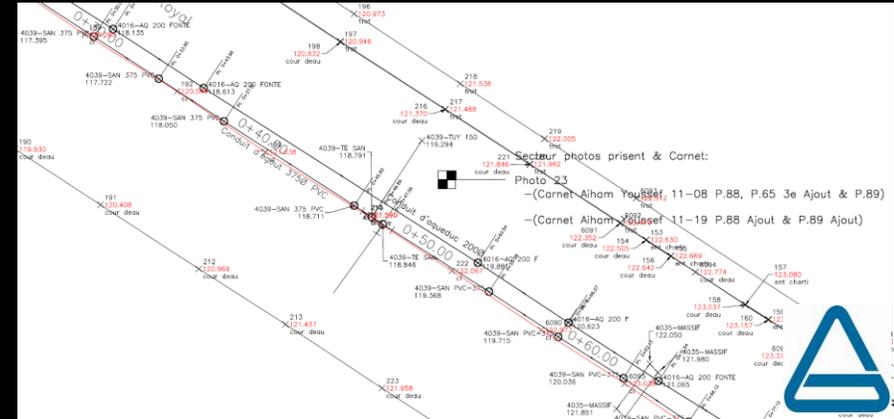
DOCUMENT TECHNIQUE NORMALISÉ
 INFRASTRUCTURES
 DTNI-12A

Guide : Plans de localisation des
 infrastructures

Préparé à l'intention des arpenteurs-géomètres
 5 MAI 2010



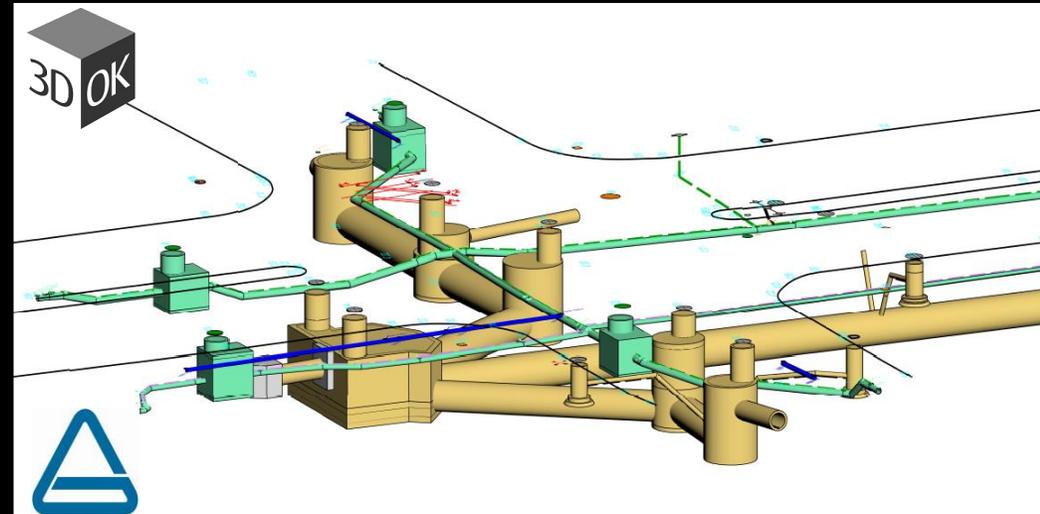
Exemple d'un massif quelconque. Reliever les points permettant la représentation en 3D. La position, la largeur et l'épaisseur doivent être montrés tant que possible.



Exemple d'une conduite d'aqueduc principal (400mm). Reliever un point à chaque pont (feuille) tant que possible.



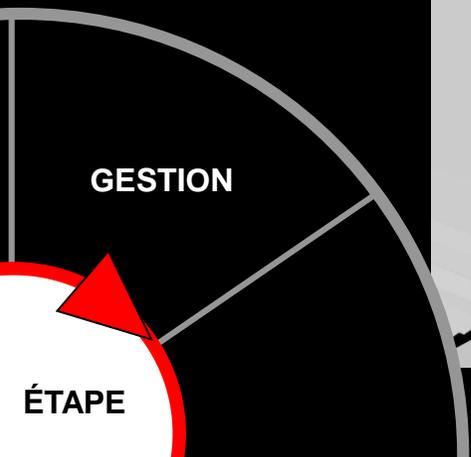
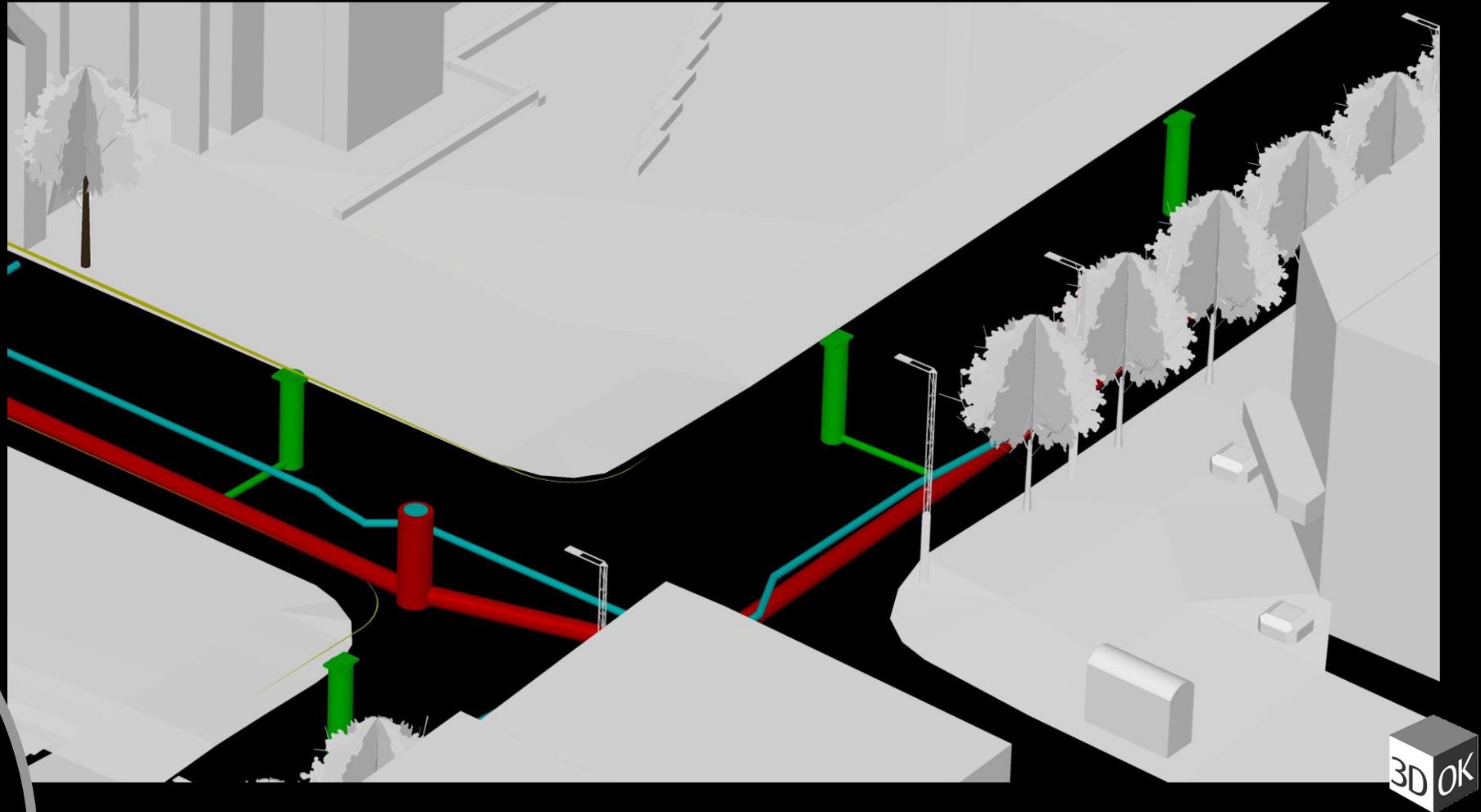
Exemple d'une borne d'incendie avec vanne, ts et chambre de vanne. Reliever le dessus de la vanne, le centre du ts, etc.

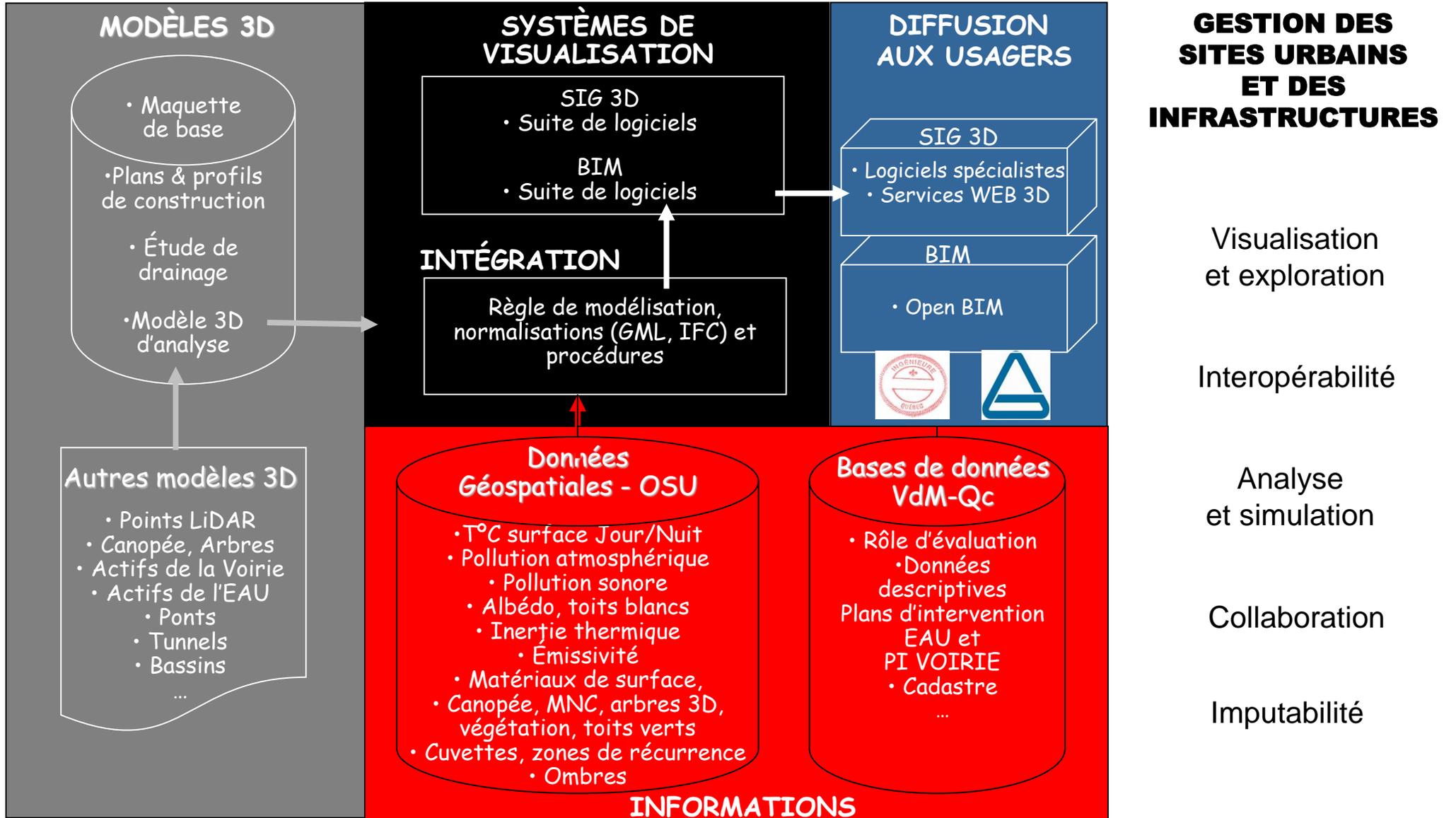


RÉALISATION

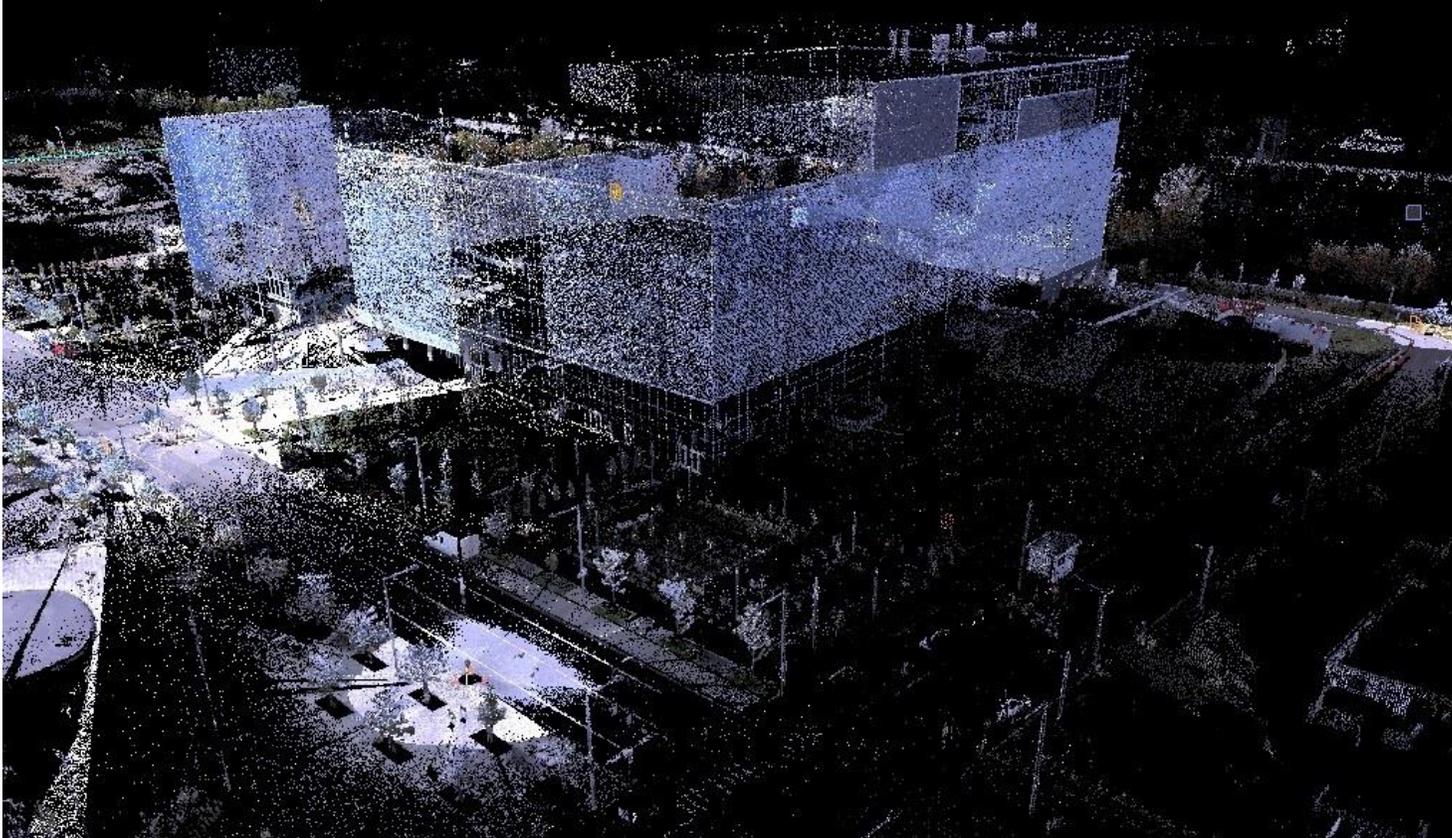
ÉTAPE

BIM DES INFRASTRUCTURES PUBLIQUES





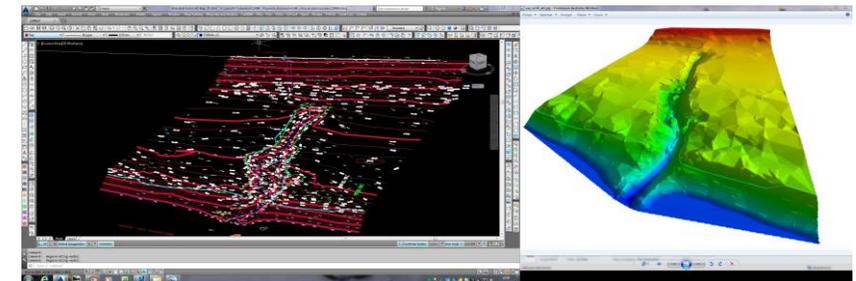
SITES URBAINS SOUS OBSERVATION



Campus MIL / Site Outremont



Jardin botanique de Montréal



Pépinière Assomption

Observatoire spatial urbain