Géomatique
Montréal

Le LiDAR pour la gestion du territoire à la Ville de Montréal

Richard Mongeau, arpenteur-géomètre, M.Sc. (géodésie)
Chef de l'Équipe de la Cartographie et des Levés Spéciaux

Présentation d'applications des technologies du LiDAR, terrestre et aérien, depuis 2006 à la Ville de Montréal. Ces expériences couvrent une large panoplie des activités de la gestion du territoire : cartographie, topographie, urbanisme, design urbain, gestion immobilière, inventaire arboricole, aménagement urbain, arpentage foncier, construction d'infrastructures routières et sécurité routière. La production de documents professionnels à partir de ces technologies nous a amenés à développer un regard critique quant aux avantages et inconvénients de leur utilisation. Des exigences techniques, méthodologiques et déontologiques (Charte d'éthique de la 3D) en sont découlé et sont présentées.

Infra 2015
2015

Québec le 1er décembre

Géomatique Montréal

Le LiDAR pour la gestion du territoire à la Ville de Montréal

L'Équipe de la Cartographie et des Levés Spéciaux œuvre principalement dans les activités 3D de captage photogrammétrique, mesurage de précision et représentation territoriale aux fins de projets d'aménagement urbain et d'ingénierie de construction. Depuis de nombreuses années, ces spécialistes acquièrent et traitent des nuages de points générés par les technologies LiDAR ou corrélation d'images. L'équipe fait également figure de chef de file au Québec dans la réalisation des modèles 3D du milieu urbain et le respect des principes de la Charte d'éthique de la 3D.

Géomatique Montréal

Le LiDAR pour la gestion du territoire à la Ville de Montréal

UN FIL ROUGE DANS LES OPÉRATIONS DE SES DIVISIONS ADMINISTRATIVES

- Domaine public: environ 34% du territoire est constitué de rues, ruelles et parcs
- Domaine privé: la Ville de Montréal est un des plus important propriétaire immobilier de son territoire, possédant plus de 1477 immeubles

- Géodésie
- Cartographie
- Urbanisme
- Design urbain
- Gestion Immobilière
- Topographie
- Aménagement urbain
- Arboriculture
- Arpentage foncier
- Infrastructure
- Transport
- Construction
- Sécurité routiière

Géomatique Montréal

Séquences des activités LiDAR en géomatique et en documentation

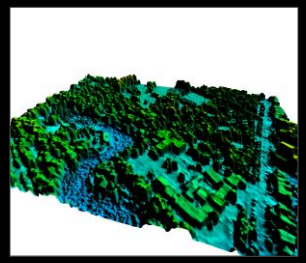
Fins du document

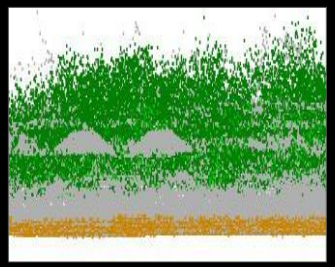
ACQUISITION

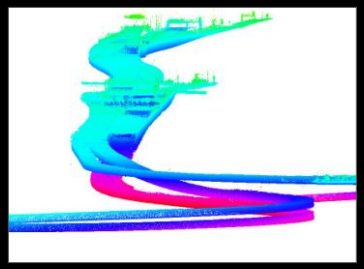
EXTERNE

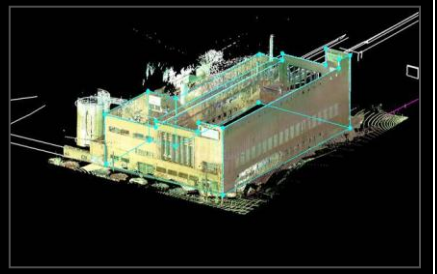
EXTERNE

TRAITEMENT

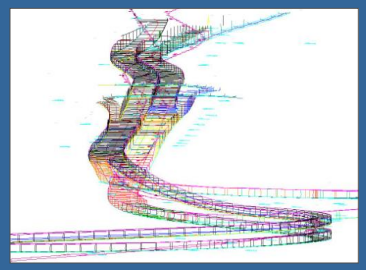


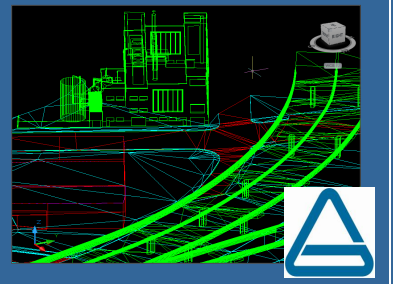






DIFFUSION

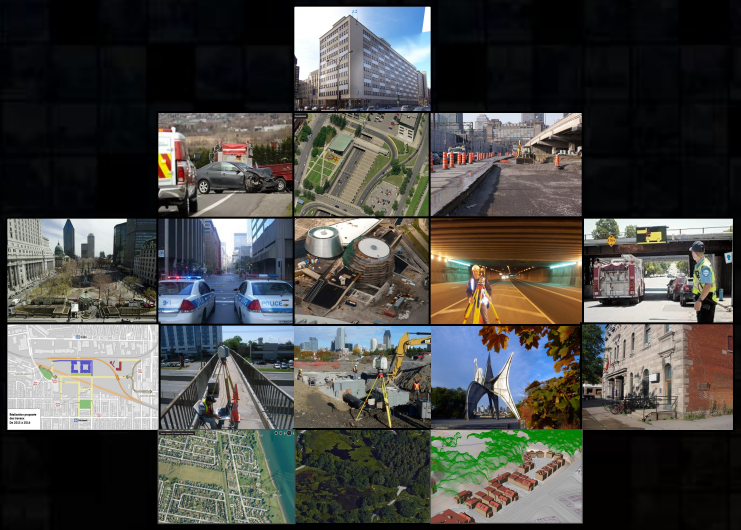




Usages

Géomatique
Montréal

Présentation de projets types selon l'ordre chronologique

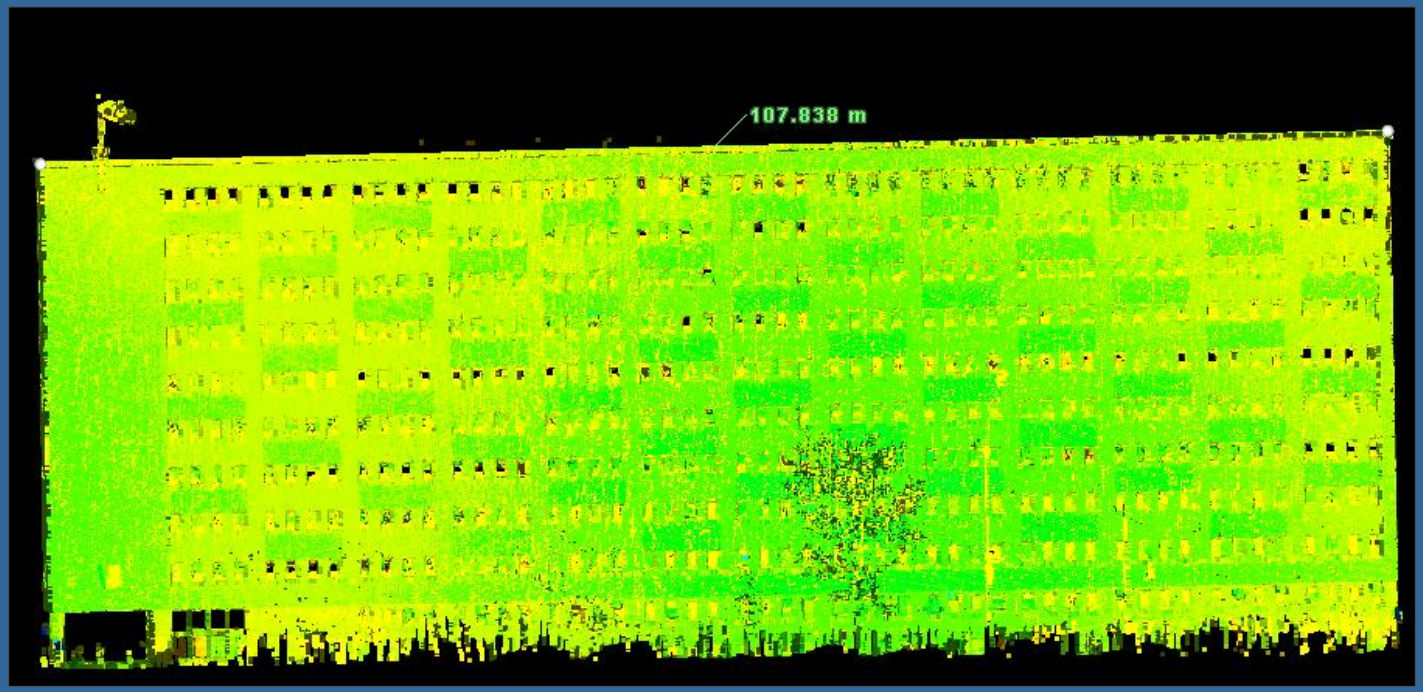


Élévations des façades des bâtiments de l’hôpital St-Luc

Géomatique Montréal

• Urbanisme

2006



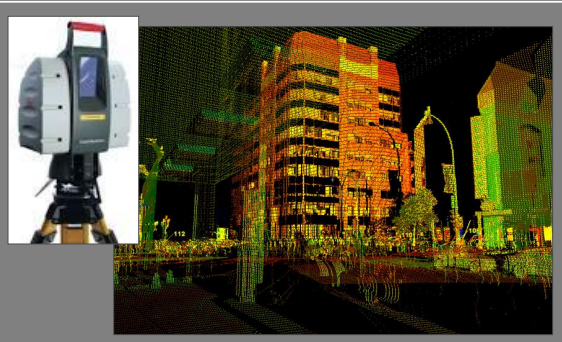
Élévations des façades des bâtiments de l’hôpital St-Luc

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

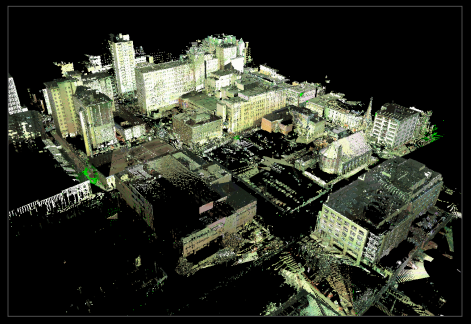


Février 2006

Secteur du Centre Hospitalier Universitaire de Montréal (CHUM)

Levés: Lidar terrestre

TRAITEMENT

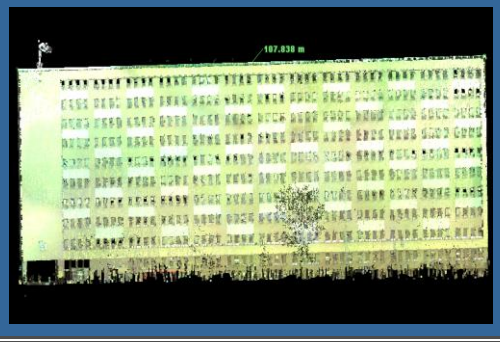


Alignement des scans: par quelques cibles, mais principalement par corrélation des nuages de points

Géoréférence: rattachement à une paire de points géodésiques situés sur le boulevard René-Lévesque Ouest

Contrôle: aucun **Exactitude:** non déterminée

DIFFUSION



- Images numériques

Vues d'élévations des bâtiments de l'hôpital St-Luc

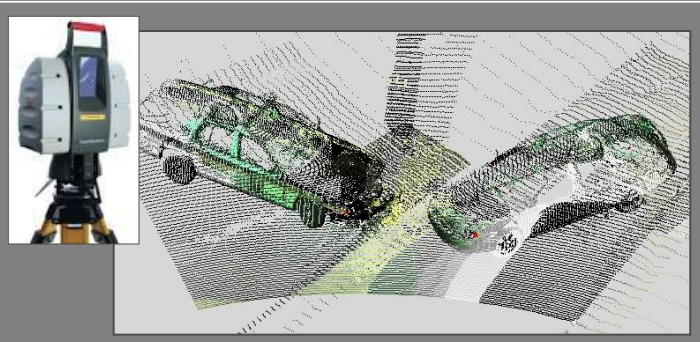
Usage: urbanisme

Banc d’essai pour l’analyse d’une scène d’accident

Géomatique Montréal

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

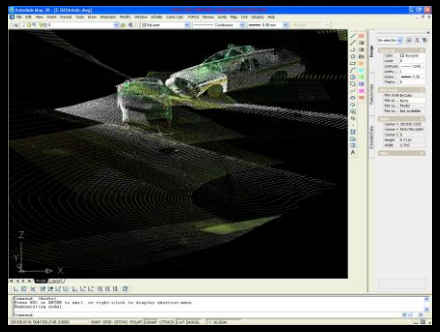


Décembre 2006

Banc d'essai

Levés Lidar terrestre

TRAITEMENT



Alignement des scans: principalement par corrélation des nuages de points

Géoréférence: par observations GPS en temps réel en lien avec une base permanente

Contrôle: aucun **Exactitude:** non déterminée

DIFFUSION

- Nuages de points

Analyse d'une scène d'accident

Usage: sécurité routière

Géomatique Montréal • Aménagement urbain

2007

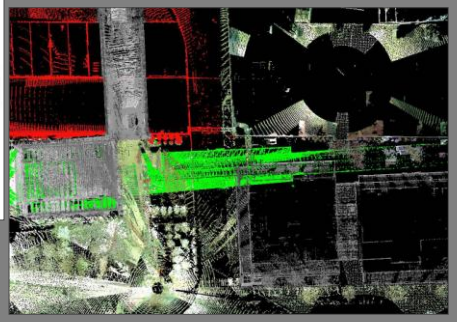
Esquisse d’une passerelle au-dessus de la rue Saint-Antoine Est

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

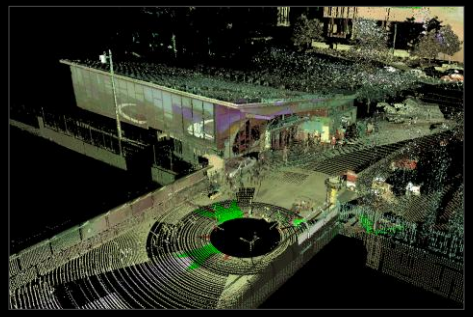


Avril 2007

Secteur du métro Champ-de-Mars

Levés: Lidar terrestre par un technologue

TRAITEMENT

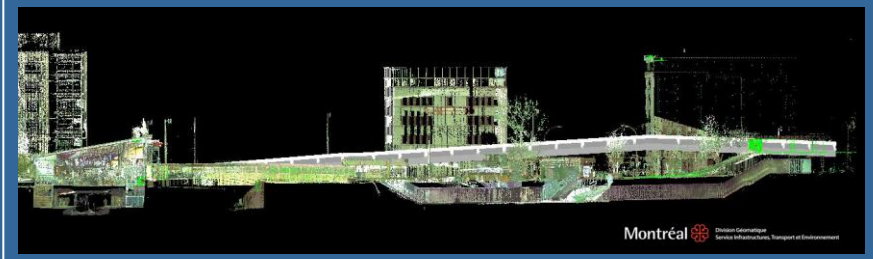


<u>Alignement des scans:</u> par quelques cibles, mais principalement par corrélation des nuages de points

<u>Géoréférence:</u> rattachement à 2 points géodésiques situés sur la rue Saint-Antoine E.

<u>Contrôle:</u> aucun **<u>Exactitude:</u> non déterminée**

DIFFUSION



- **Maquette numérique**

Esquisse d'une passerelle au-dessus de la rue Saint-Antoine Est

Usage: sécurité routière

Analyse de 2 levés au même endroit à des époques différentes

février 2006

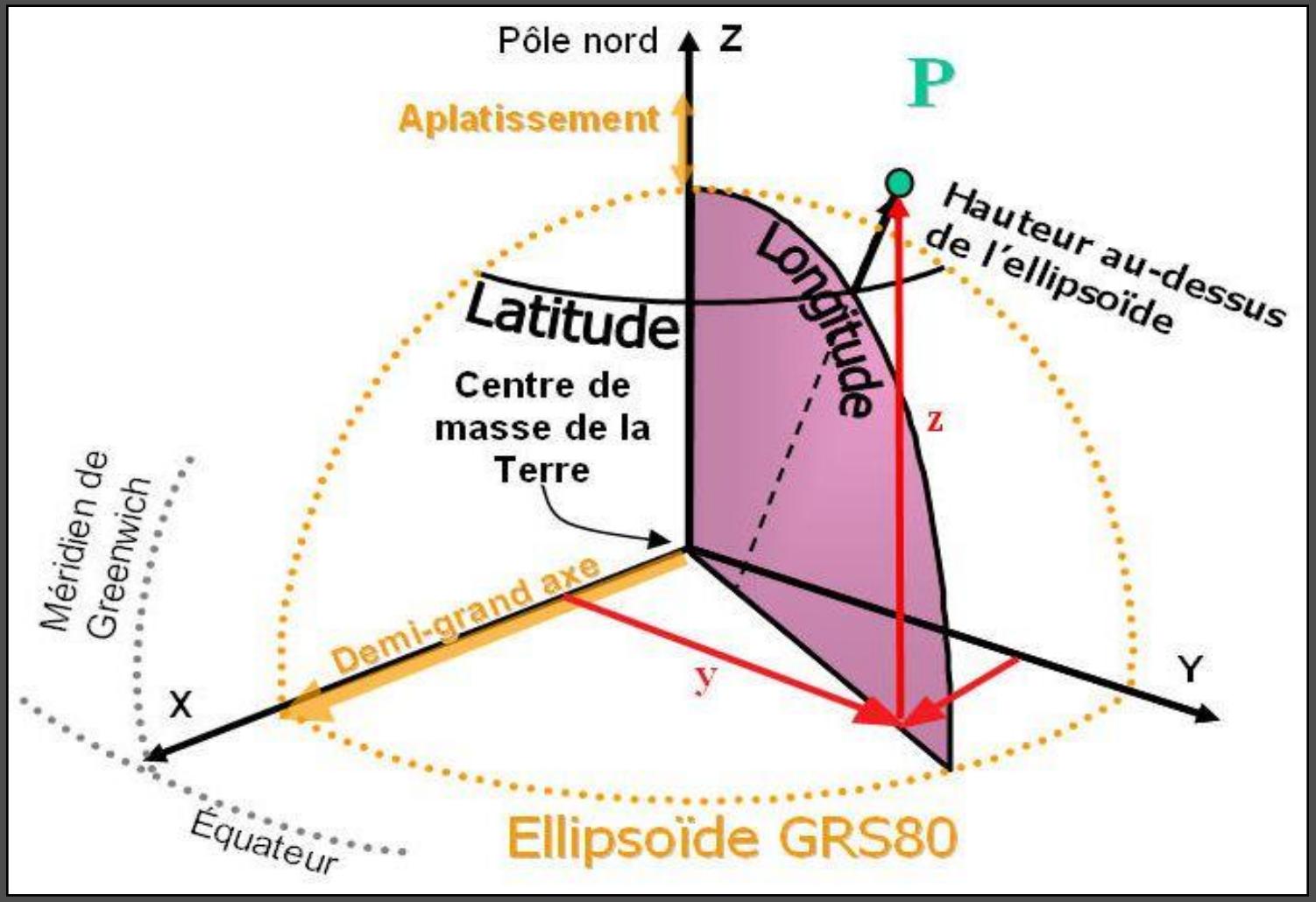
avril 2007

PROBLÈMES DE GÉORÉFÉRENCEMENT

SOLUTION: GÉODÉSIE

GÉORÉFÉRENCEMENT ET CONTRÔLE
SELON LES RÈGLES DE L'ART DE LA MESURE
DE L'ARPENTEUR-GÉOMÈTRE
ET QUANTIFICATION DE L'EXACTITUDE DU POSITIONNEMENT

écart 30 cm ?



Géoréférencement des données acquises, contrôle et exactitude

Actualisation des réseaux géodésiques et établissement de stations d'arpentage

Géomatique Montréal

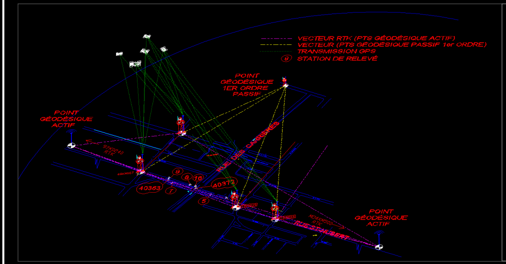
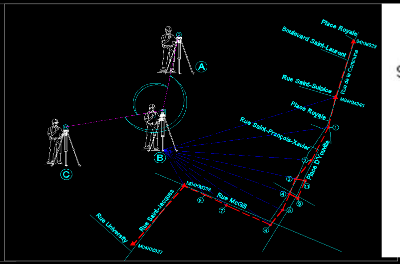
Fins: mesurages et nivellement de précision

ACQUISITION

Normes officielles MERN Qc

<u>Levés sur l'ensemble d'un secteur et en périphérie :</u>
GPS statique,
niveau automatique et station totale
de grande précision

TRAITEMENT

Error Propagation
=================

Station Coordinate Standard Deviations

N	E	Elev
0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000
0.00183	0.00203	0.00509
0.00156	0.00146	0.00392
0.00275	0.00322	0.00721
0.00343	0.00396	0.00767
0.00420	0.00472	0.00847
0.00584	0.00578	0.01149

<u>Géoréférence :</u>
observations GPS, nivellement géométrique, cheminement polygonale

<u>Contrôle:</u>
Compensation

<u>Exactitude:</u>
centimétrique

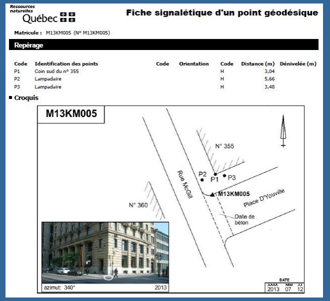
DIFFUSION

COMPLÉMENT NOTES

- Les altitudes sont en référence au système canadien de référence altimétrique de 1928 (CGVD28) également connu comme le niveau moyen des mers de 1929 (NMM29) et ont été déterminées par des nivellements géométriques et trigonométriques à partir du point géodésique 63KM065 altitude orthométrique =14,399 m.
- Les données planimétriques sont en référence au système NAD 83, soit le système de référence planimétrique nord-américain de 1983 dont la compensation a été réalisée NAD83 [1986].

Repère géodésique utilisés pour ce relevé en NAD 83

Repère	Coord. X	Coord. Y
61KM109	300370,529	5039077,379
63KM065	300614,387	5039514,725
66KM101	300331,833	5039663,552
67KM247	299533,511	5039813,958



Liste de coordonnées calculées des points géodésiques indiquée dans le cartouche des plans légaux

Usage: géodésie

Fiche d'information

Ressources naturelles Québec

Fiche signalétique d'un point géodésique

Données descriptives

Identification

Matricule : M13KM005 (N° M13KM005) — **Date d'inspection :** 2013-07-12
Type de point : Point planimétrique — **État :** En bon état

Repère

Description : Médaillon plat ancré(e) sur une dalle/base de béton — **Classe :** Repère artificiel permanent
Inscription : VILLE DE MONTRÉAL arpenteur-géomètre — **Regard :** Absence de regard
Illustration : Photographie — **Site :** Dans la chaussée
Grille d'obstacle : Aucune — **Magnétisme :** Repère non détectable

Localisation

Accès et situation — **Municipalité :** 66023 Montréal (V)
Le repère est situé dans la chaussée, au nord de la jonction des rues McGill et Place D'Youville. — **Mode de transport :** Automobile

Données altimétriques - CGVD-28 (NMM)

Altitude (m) : 13,64 — **Méthode :** GPS (méth. stat. rapide L1-L2)
Ordre : 4A — **Compensation d'appui :** RF1929 — **Projet :** M05X13 (3)
Classe : 1 - Excellent — **Statut :** Validée(s) — **Date de publication :** 2013-08-13

Données altimétriques - NAD-83 (SCRS)

(Coordonnées basées sur la compensation du Réseau de base canadien v2.0 mars 1998)

Hauteur ell. (m) : -17,10 — **Méthode :** GPS (méth. stat. rapide L1-L2)
Niveau : B2 — **Compensation d'appui :** CSRS98 — **Projet :** M05X13 (2)
Classe : 1 - Excellent — **Statut :** Validée(s) — **Date de publication :** 2013-08-13

Données planimétriques - NAD-83 (SCRS)

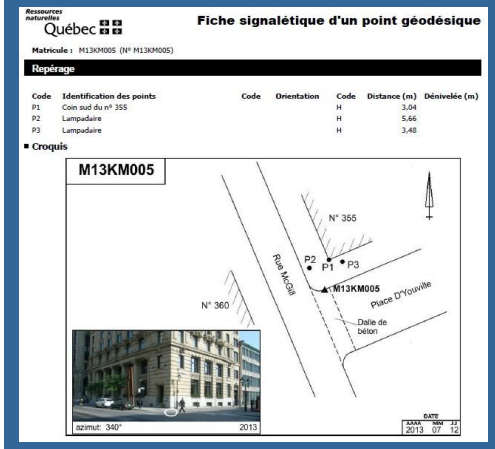
(Coordonnées basées sur la compensation du Réseau de base canadien v2.0 mars 1998)

Niveau : B2 — **Méthode :** GPS (méth. stat. rapide L1-L2)
Classe : 1 - Excellent — **Compensation d'appui :** CSRS98 — **Feuillet :** 31H12-200-0102
Statut : Validée(s) — **Projet :** M05X13 (2) — **Date de publication :** 2013-08-13

Coordonnées

Système	Fuseau	Latitude/y (m)	Longitude/x (m)	Facteur d'échelle	Convergence
Géo.		45° 30' 00,34888"	73° 33' 23,81448"		
UTM	18	5 039 520,479	612 766,658	0,999 756 3	+ 1° 01' 46,58"
SCOPQ	8	5 040 020,987	300 375,521	0,999 900 2	- 0° 02' 25,37"

Aucun point visé



Fiche officielle et croquis de localisation dans la base de données GEODEQ du MERN Qc

Documents produits suite au travail d'un arpenteur-géomètre en pratique exclusive

Géoréférencement des données acquises, contrôle et exactitude

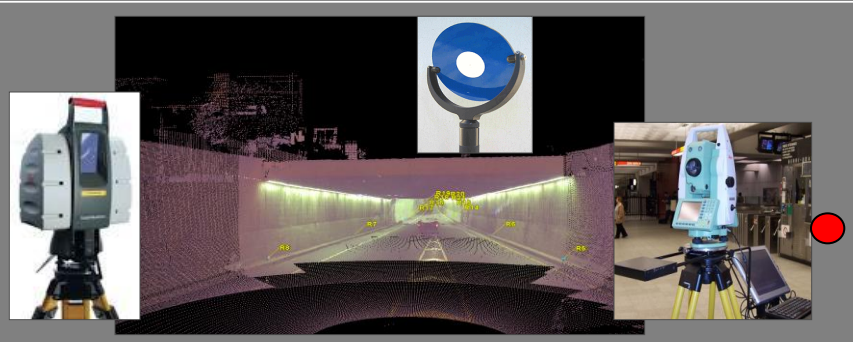
Réaménagement de l’autoroute Bonaventure

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: plan d'arpentage général

ACQUISITION

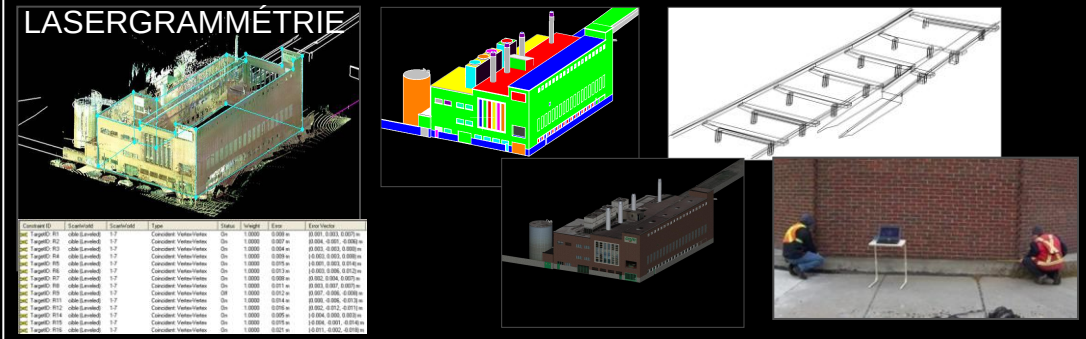


2007 à 2012

Secteur de l'autoroute Bonaventure

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT



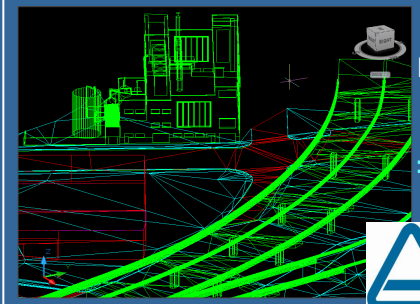
Alignement des scans et vecteurs captés: cibles, nuages de points, arêtes de construction

Géoréférence: réseaux géodésiques & stations d'arpentage

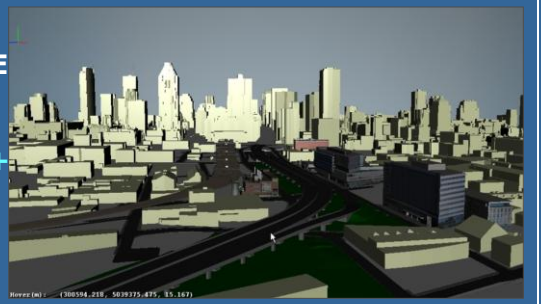
Contrôle: chaînage

Exactitude: variable

DIFFUSION



EXACTITUDE
± 0 - 4 cm
± 5 - 15 cm
± 16 cm et +
déduit



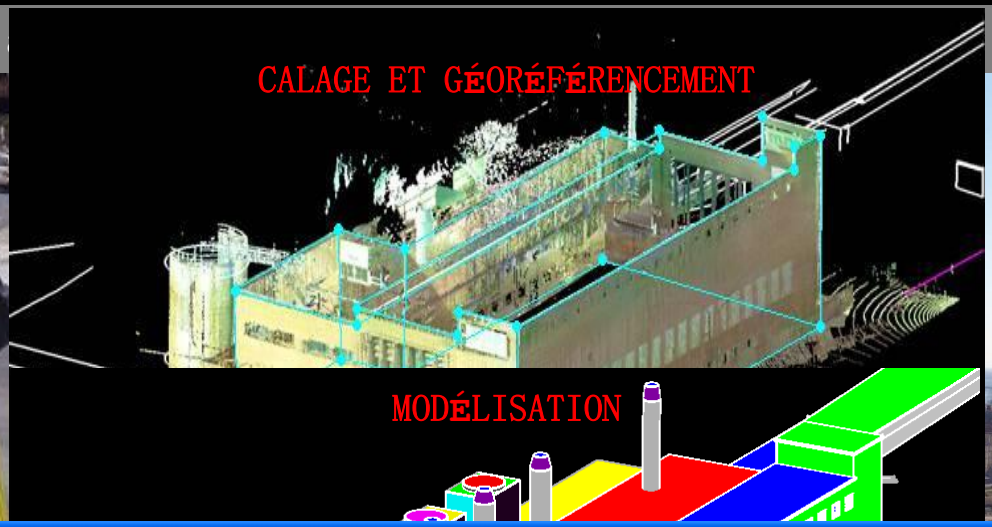
- Modèle 3D d'analyse avec légende
- Maquette numérique

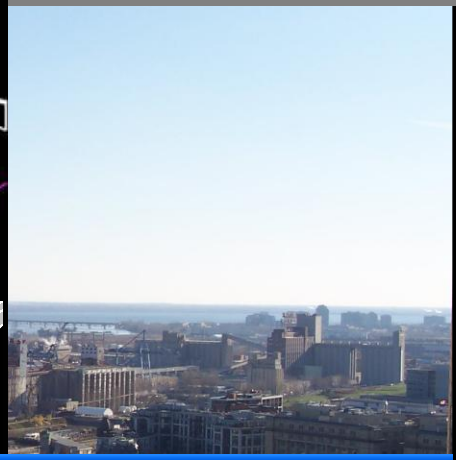
Terrain et constructions de l'autoroute Bonaventure et des propriétés connexes

Usage: aménagement urbain et infrastructure

Levés d'arpentage 3D
LASERGRAMMÉTRIE
DAO 3D MOBILE ET/OU LIDAR TERRESTRE

Levé d'arpentage **haute densité**



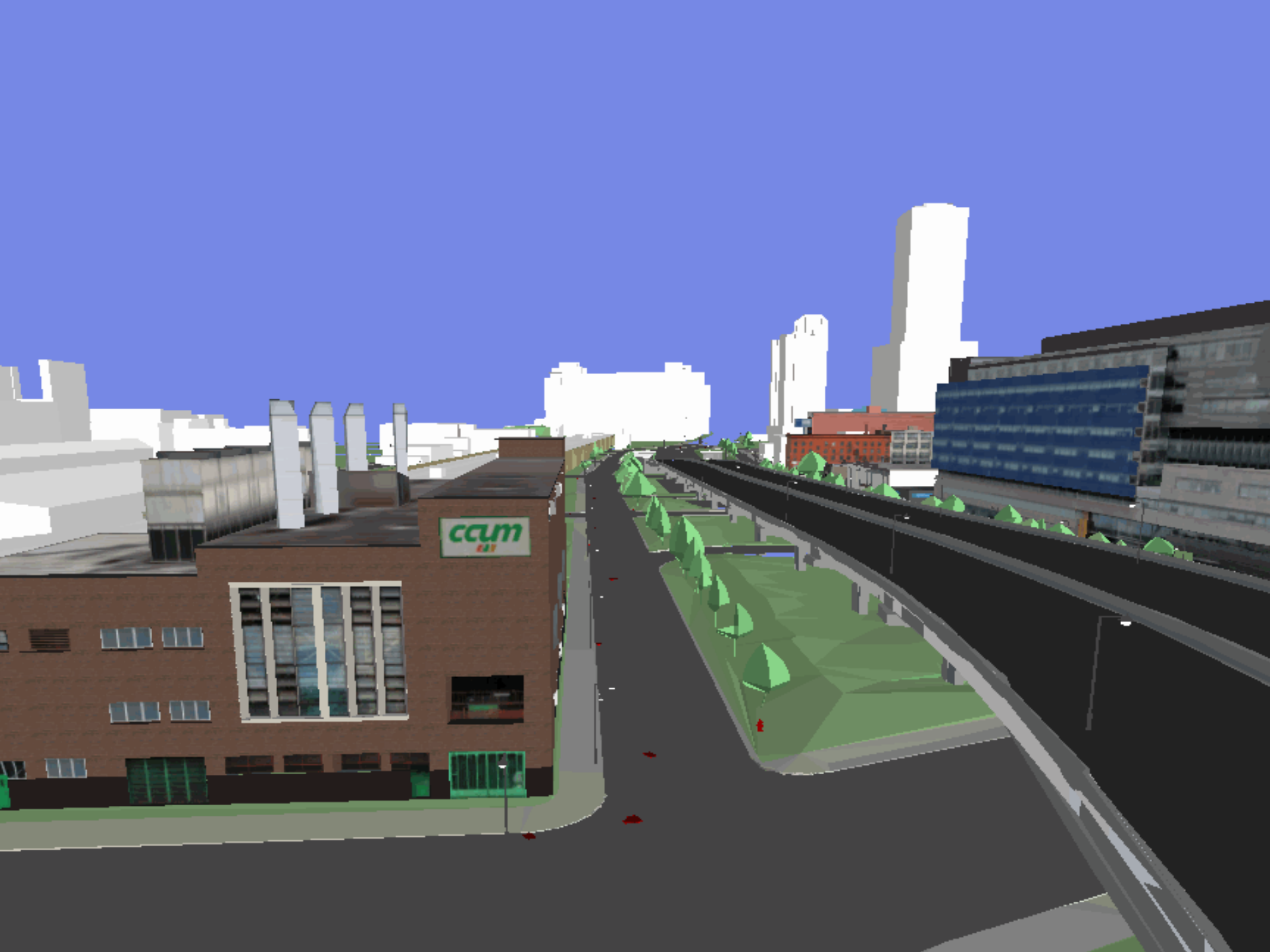


Registration: RS CCUM

Registration Edit ScanWorld Constraint Cloud Constraint Viewers Help

ScanWorlds' Constraints | **Constraint List** | ModelSpaces

Constraint ID	ScanWorld	ScanWorld	Type	Status	Weight	Error	Error Vector
TargetID: R153	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.002, -0.003, 0.000) m
TargetID: R174	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.001, -0.001, -0.004) m
TargetID: R156	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.001, 0.000, -0.004) m
TargetID: R154	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, 0.004, 0.004) m
TargetID: R179	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.003, 0.005, -0.001) m
TargetID: R173	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.002, -0.001, 0.006) m
TargetID: R166	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.004, 0.003, -0.005) m
TargetID: R157	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.009 m	(0.001, 0.005, 0.007) m
TargetID: R171	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.009 m	(0.008, -0.002, -0.001) m
TargetID: R175	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.010 m	(0.002, -0.009, -0.002) m
TargetID: R168	cibleccum (Leveled)	ScanWorld [1-7]	Coincident: Vertex-Vertex	Off	1.0000	0.025 m	(-0.020, -0.006, -0.014) m


ccm

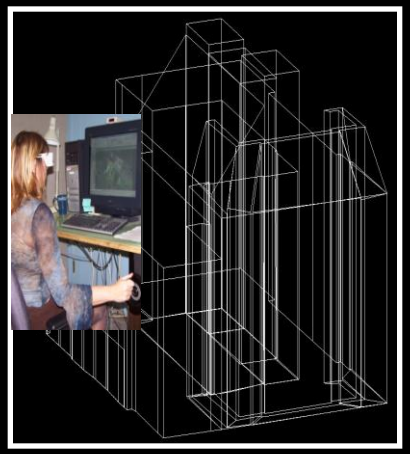
Géomatique Montréal

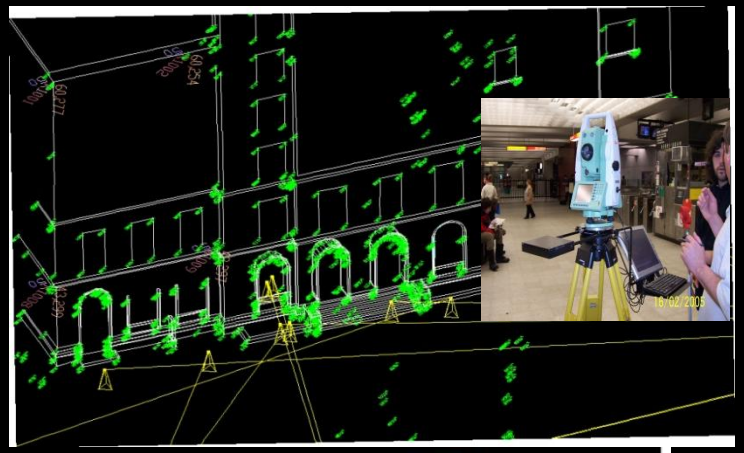
• Aménagement urbain

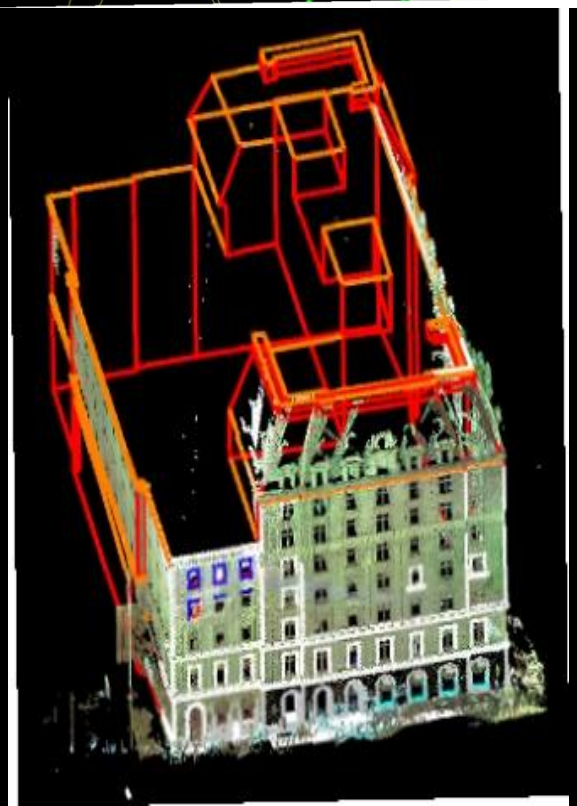
2008

Réaménagement du domaine public du square Dorchester

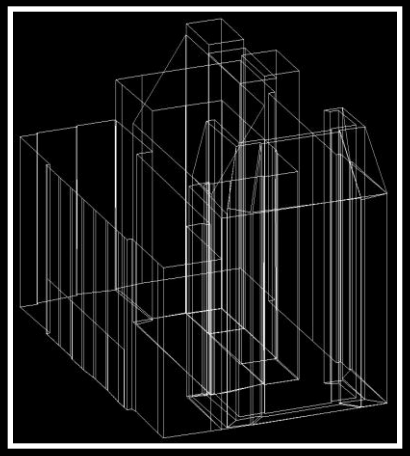
LASERGRAMMÉTRIE

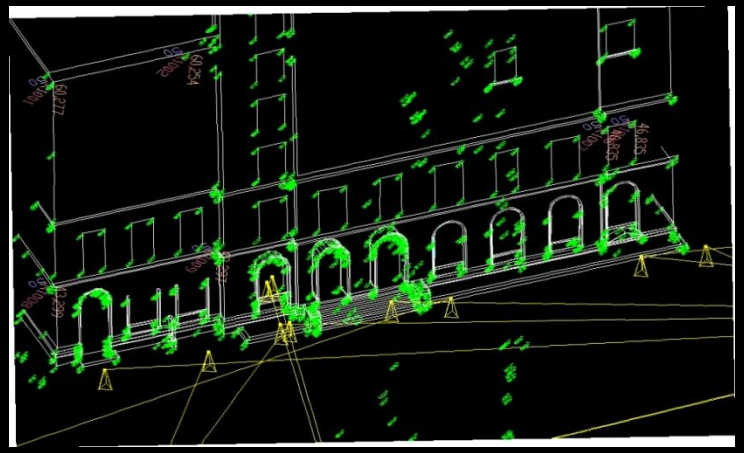






NIVEAUX D'EXACTITUDE D'UN BÂTIMENT



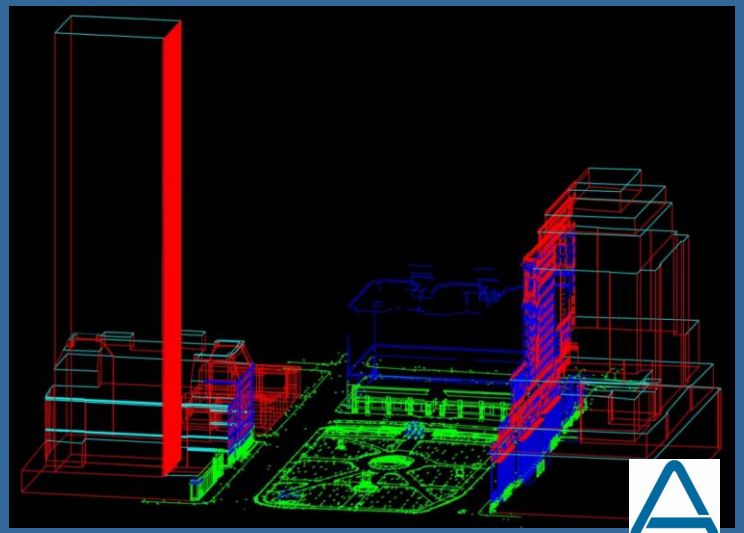


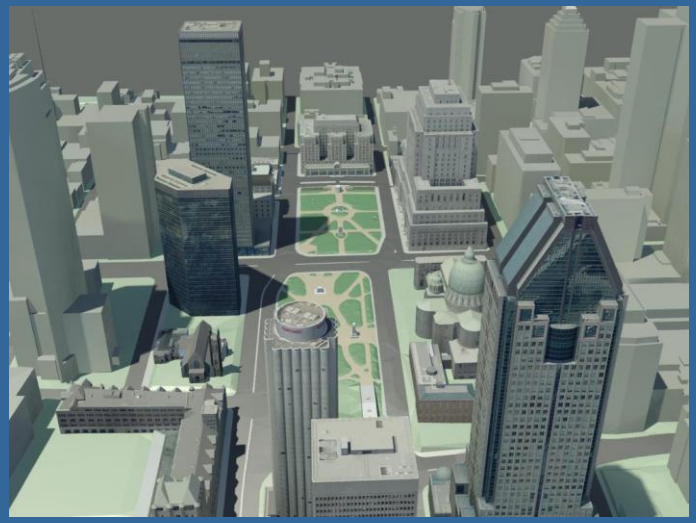
EXACTITUDE
(suffixe à la couche d'information)

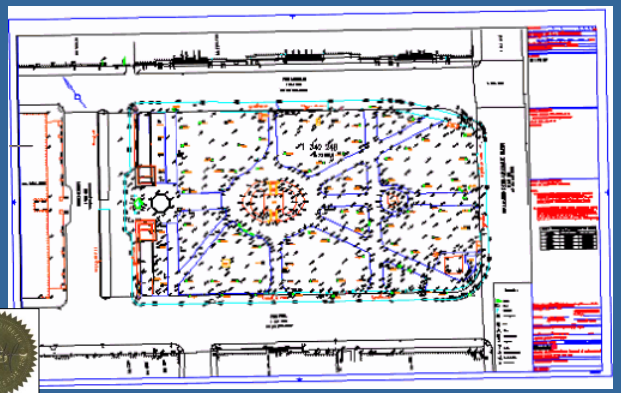
layer **-A : ± 0 – 4 cm (green)**
layer **-B : ± 5 - 15 cm (blue)**
layer **-C : ± 16 cm et + (cyan)**
layer **-D : déduit (rouge)**

Géomatique Montréal

Document officiel







modèle 3D d'analyse

± 0 – 4 cm
± 5 - 15 cm
± 16 cm et + déduit

maquette

plan légal topographique

Richard Mongeau, a.-g.

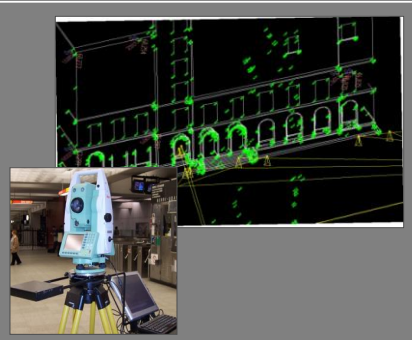
Réaménagement du domaine public du square Dorchester

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: plan d'arpentage général

ACQUISITION



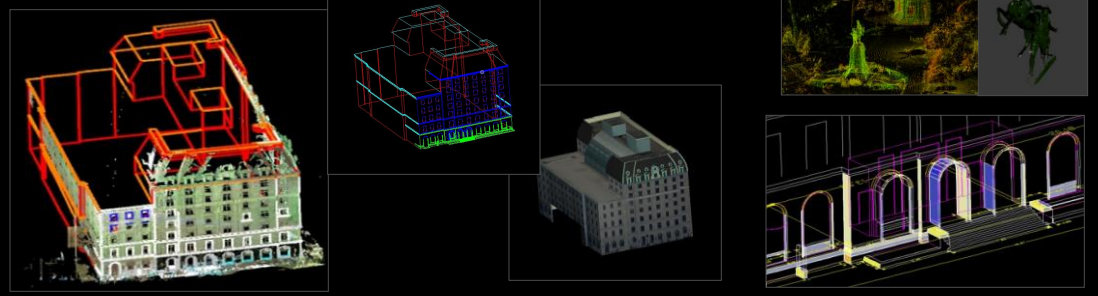
2008

Secteur de square Dorchester

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile + captage photogrammétrique

TRAITEMENT

LASERGRAMMÉTRIE



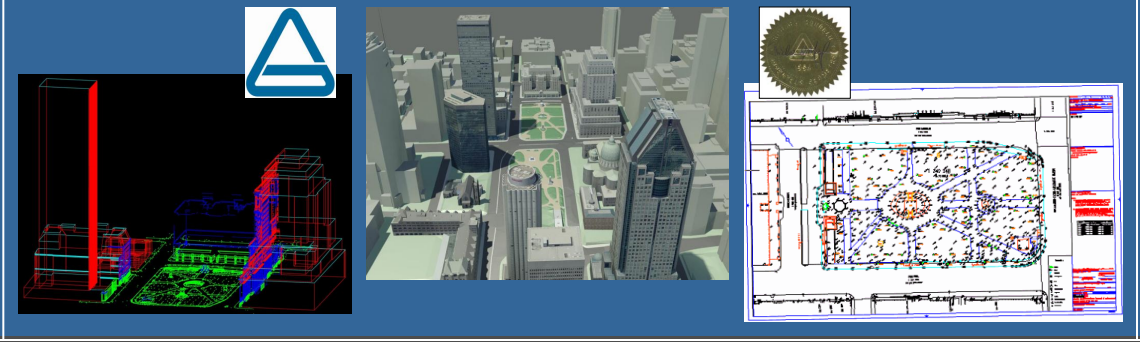
<u>Alignement des scans et vecteurs captés:</u> cibles, nuages de points et arêtes de construction

<u>Géoréférence:</u> réseaux géodésiques & stations d'arpentage

<u>Contrôle:</u> chaînage ± 0 – 4 cm ± 5 - 15 cm

<u>Exactitude:</u> variable ± 16 cm et + déduit

DIFFUSION



- Modèle 3D d'analyse
- Maquette numérique
- Plan topographique

Terrain et constructions du square Dorchester et des propriétés connexes

Usage: aménagement urbain et infrastructure

Géomatique Montréal

• Infrastructure

2008 / 2011

Étude de la fissuration sous le boulevard de Maisonneuve

Infrastructures Montréal

Fins: mesurages spéciaux

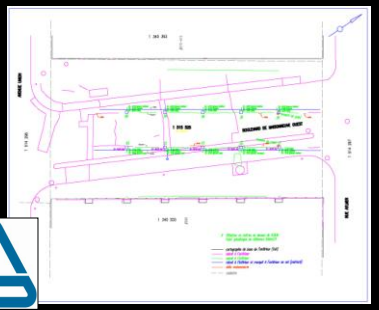
ACQUISITION

2008 2011

Boulevard Maisonneuve

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT



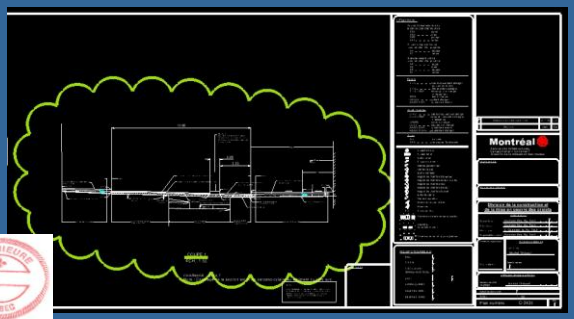
Alignement des scans: cibles et corrélation des nuages de points

Géoréférence: réseaux géodésiques & stations d'arpentage

Contrôle: arêtes des constructions

Exactitude: ordre centimétrique

DIFFUSION



- Plan d'ingénieur

Dalle de béton sous la chaussée

Usage: infrastructure

• Arpentage foncier

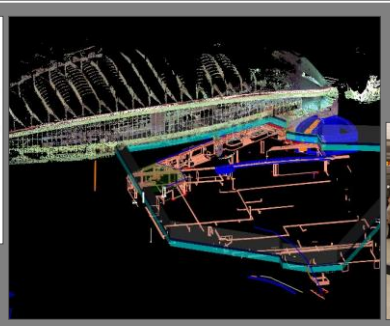
Cession de propriété du Planétarium de Montréal

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: plan accompagnant une description technique

ACQUISITION

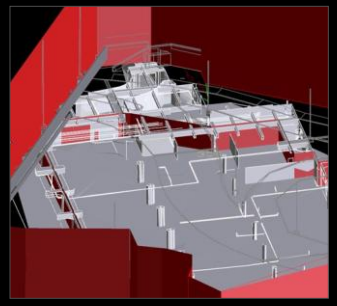


2010

Planétarium de Montréal

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT



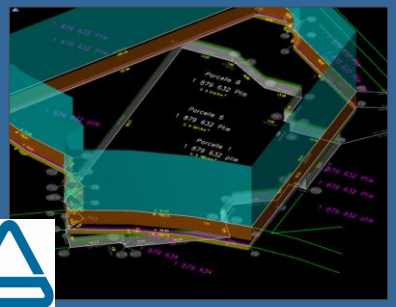
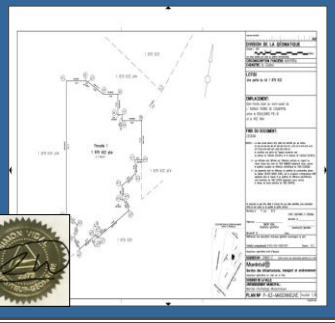
Alignement des scans: cibles, corrélation des nuages de points et arêtes de construction

Géoréférence: réseaux géodésiques & stations d'arpentage

Contrôle: arêtes de construction

Exactitude: ordre centimétrique

DIFFUSION

- Modèle 3D d'analyse
- Plan accompagnant une description technique

Terrain à être cédé à la Ville de Montréal, entre 2 niveaux d'altitude

Simon Vidal, a.-g.

Usage: arpentage foncier

Transports Québec

• Urbanisme

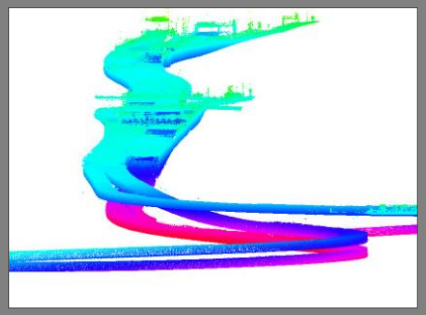
2010

Étude préliminaire du recouvrement de l’autoroute Ville-Marie

Transports Québec

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

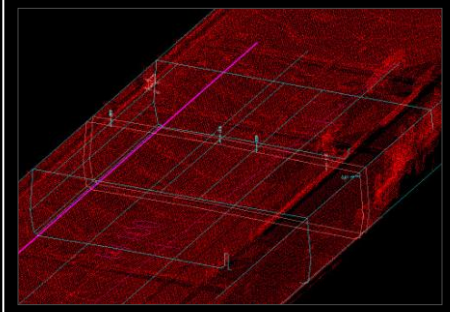


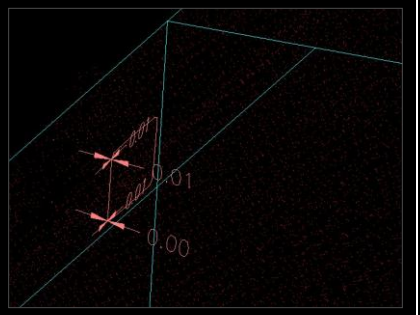
Avril 2010

Autoroute Ville-Marie

Levés: Lidar mobile terrestre par camion embarqué par une firme privée

TRAITEMENT





<u>Alignement des scans:</u> cibles, corrélation des nuages de points et arêtes de construction

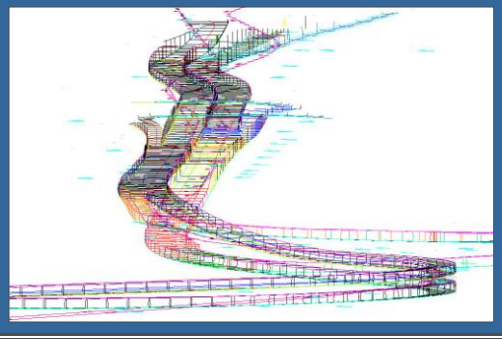
<u>Géoréférence:</u> réseaux géodésiques & stations d'arpentage

<u>Contrôle:</u> arêtes de construction

<u>Exactitude:</u> 5 à 10 cm

CARTO 3-D LEVÉ

DIFFUSION



- **Modèle 3D**

Coupes des tunnels de l'autoroute Ville-Marie

Usage: urbanisme

Hauteur libre du viaduc de la rue Guy

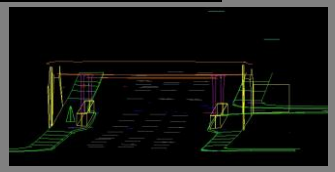
Hauteur libre du viaduc de la rue Guy

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

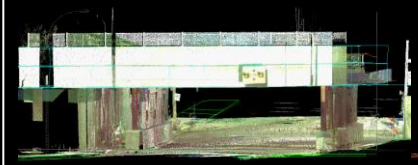


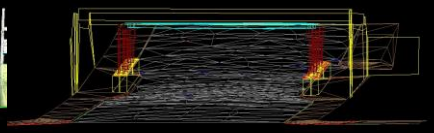
2010

Viaduc de la rue Guy

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT





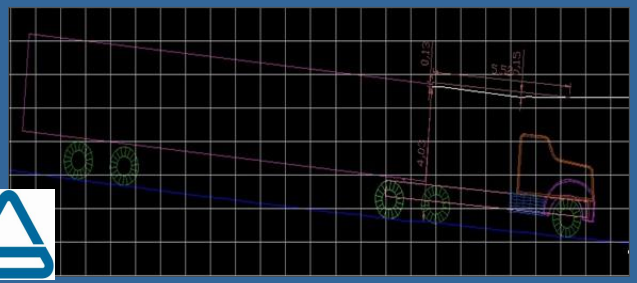
Alignement des scans:
cibles, corrélation des nuages de points

Géoréférence: réseaux géodésiques / stations d'arpentage

Contrôle: arêtes de construction

Exactitude: ordre centimétrique

DIFFUSION



- Modèle 3D

Hauteur libre du viaduc et simulation d'une situation d'impact lors du passage d'un camion remorque

Usage: transport

Géomatique Montréal

Fiche 3D OK

2010

Montréal
Division de la géomatique

Information sur le produit
Viaduc de la rue Guy

FINS DU PRODUIT CARTOGRAPHIQUE
- Hauteur libre du viaduc de la rue Guy

Mandant
- Direction des transports

DOCUMENTATION SUR LES DONNÉES

Source
- Captage lidar terrestre

Traitement 3D
- Division géomatique

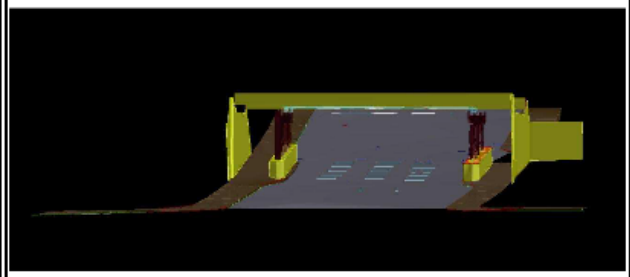
Moyen de production
- Relevé terrestre

Type de données
- Volume

Découpage
- Propre au projet

Données disponibles
- Vectoriels (DGN)

Relevé terrain
- Novembre 2011



EMPLACEMENTS

Situé sur la rue Guy, entre la rue Saint-Antoine Ouest et la rue Argyle

RÉFÉRENCE SPATIALE

Référence planimétrique
- NAD83 SCRS (98)

Référence altimétrique
- C-GVD28 (NMM)

EXACTITUDE DES ÉLÉMENTS MODÉLISÉS
- Ordre centimétrique

DIVISION DE LA GÉOMATIQUE

Modélisation et documentation réalisés par :
Valentin Simion-Iosif, Ag. tech. en géomatique

Responsable :
Simon Vidal, a.-g.

Supervision :
Richard Mongeau, a.-g.

NOTES

Les altitudes sont en référence au système canadien de référence altimétrique de 1928 (CGVD28) également connu comme le niveau moyen des mers de 1929 (NMM29) et ont été déterminées par des nivellements géométriques et trigonométriques à partir du point géodésique 68KM106, altitude orthométrique = 36,621m

Les données planimétriques sont en référence au système NAD83(SCRS), soit le système de référence planimétrique nord-américain de 1983 ancré sur la plaque nord-américaine et rigoureusement relié au cadre international de référence terrestre (ITRF), tel qu'adopté par le Canada (NAD83[SCRS]) et les Etats-Unis (NAD83[NSRS] et également connu comme le réseau de haute précision de 1992 (RHP92).

27KM071	y= 5039234,814	x= 300092,448
27KM073	y= 5039371,126	x= 299823,724
68KM106	y= 5039284,375	x= 299013,804
70KM008	y= 5039332,809	x= 298924,029

Document réalisé par : Frédéric Chénard, dessinateur

Montréal

3D OK : Charte d'éthique de la 3D

Modèle 3D montrant les hauteurs libres

Application des principes de la Charte d'éthique de la 3D

Hauteur libre du viaduc de la rue Guy

Géomatique Montréal

• Construction

2011

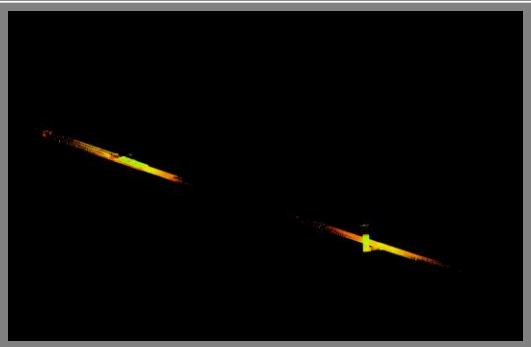
Implantation du futur campus Outremont de l'Université de Montréal

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

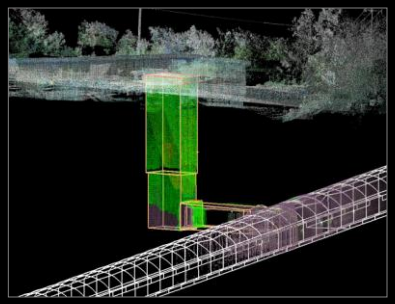


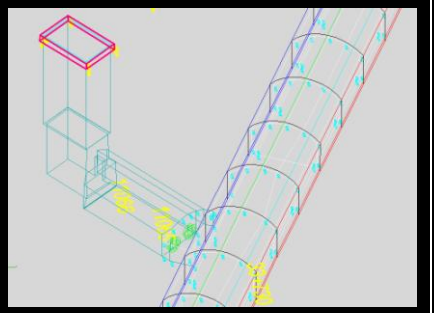
2011

Tunnel du métro Outremont

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT





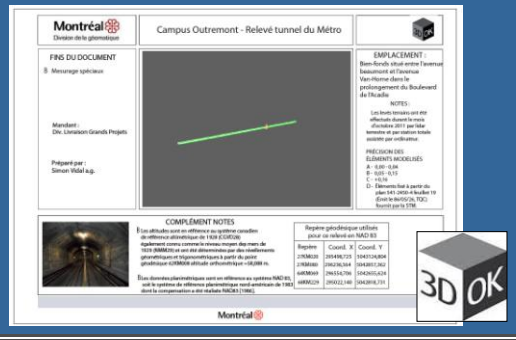
<u>Alignement des scans:</u>
cibles et corrélation des nuages de points

<u>Géoréférence:</u> réseaux géodésiques & stations d'arpentage

<u>Contrôle:</u> arêtes de construction

<u>Exactitude:</u> ordre centimétrique

DIFFUSION



- **Fiche 3D OK**

Localisation du tunnel du métro et d'un puits de ventilation près de la station Outremont

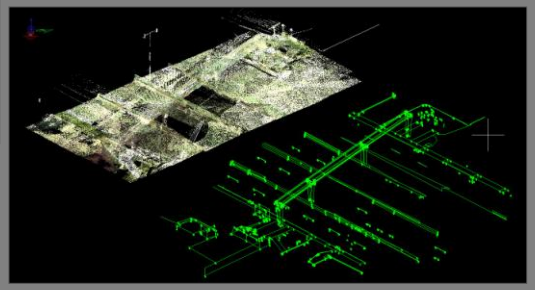
Usage: construction

Conception de la passerelle Barr au-dessus de l’autoroute 520

Infrastructures Montréal

Fins: plan topographique

ACQUISITION



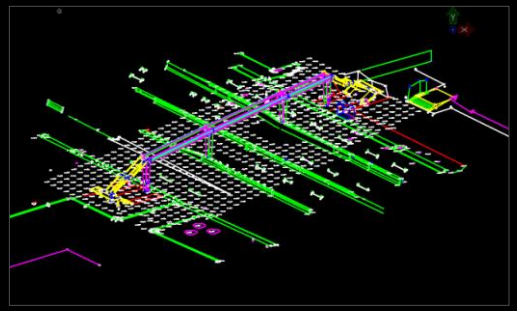
2012

Passerelle Barr au-dessus de l'autoroute 520

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

CARTO 3-D LEVÉ

TRAITEMENT



Alignement des scans:
cibles et corrélation des nuages de points

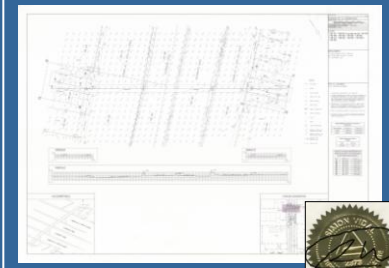
Géoréférence: réseaux géodésiques & stations d'arpentage

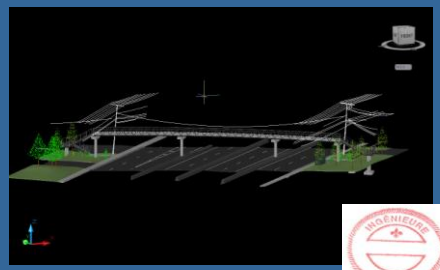
Contrôle: arêtes de construction

Exactitude: ordre centimétrique

CARTO 3-D LEVÉ

DIFFUSION





- Plan topographique
- Modèle 3D pour la conception

Géomatique Montréal

Infrastructures Montréal

Terrain et constructions dans la zone de construction projetée

Usage: transport

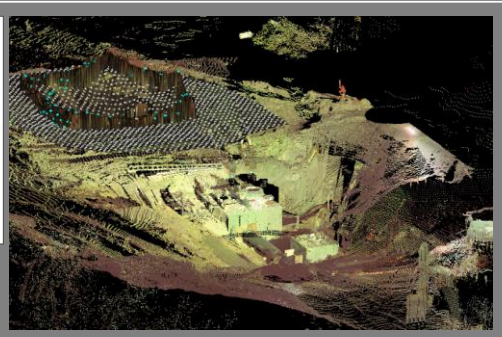
Volume d’excavation de la rue Basin

Géomatique Montréal

CARTO 3-D LEVÉ

Fins: plan topographique

ACQUISITION

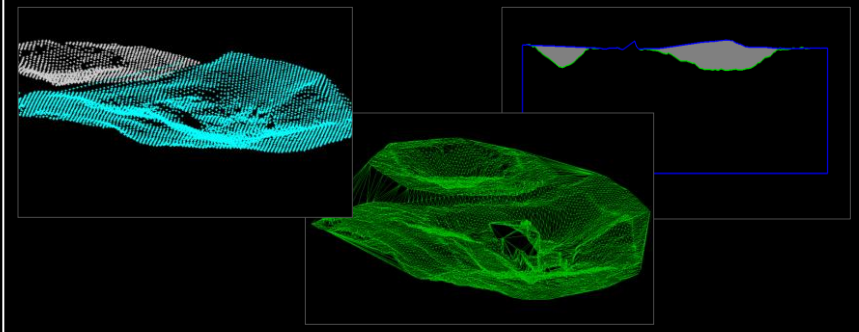


2012

Rue Basin

Levés: Lidar terrestre

TRAITEMENT



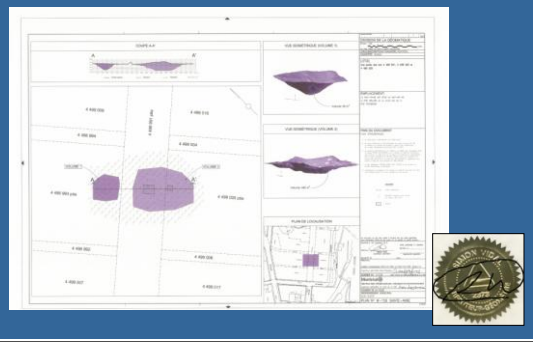
<u>Alignement des scans:</u> cibles et corrélation des nuages de points

Géoréférence: GPS en temps réel en lien avec une base permanente

<u>Contrôle:</u> points GPS en temps réel

<u>Exactitude:</u> ± 3 – 5 cm

DIFFUSION



- **Plan topographique**

Volume de la terre excavée

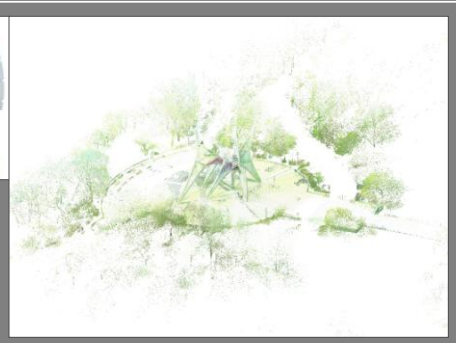
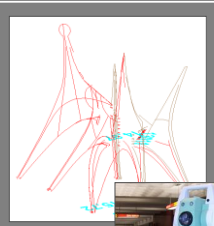
Usage: construction

Mise en valeur de la sculpture Calder

Géomatique Montréal

Fins: mesurage spéciaux

ACQUISITION

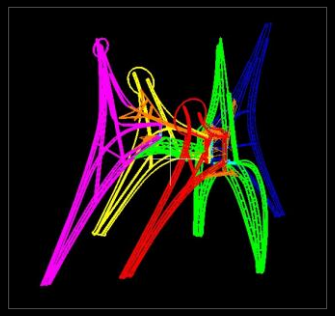



2013

Sculpture l'Homme de Calder

Levés Lidar: terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT



Alignement des scans:
Cibles et corrélation des nuages de points

Géoréférence: GPS en temps réel en lien avec une base permanente

Contrôle: arêtes de constructions

Exactitude: ± 3 – 5 cm

DIFFUSION

- Modèle 3D
- Fiche 3D OK

Modélisation 3D de la sculpture

Usage: design urbain

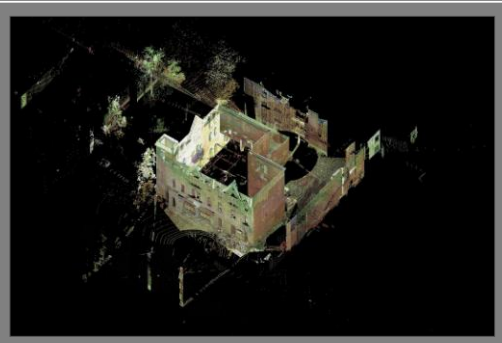
Géomatique Montréal • **Gestion immobilière** 2014

Étude de déformation de la caserne 26

Géomatique Montréal

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION

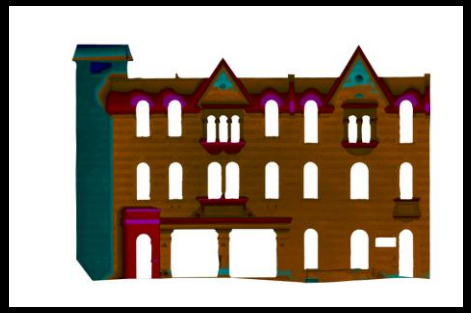


2014

Caserne de pompier no.26

Levés: Lidar terrestre + station totale assisté d'un DAO mobile

TRAITEMENT



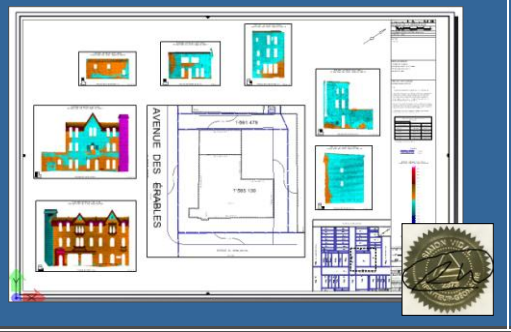
Alignement des scans:
cibles et corrélation des nuages de points

Géoréférence: réseaux géodésiques & stations d'arpentage

Contrôle: arêtes de construction

Exactitude: ordre centimétrique

DIFFUSION



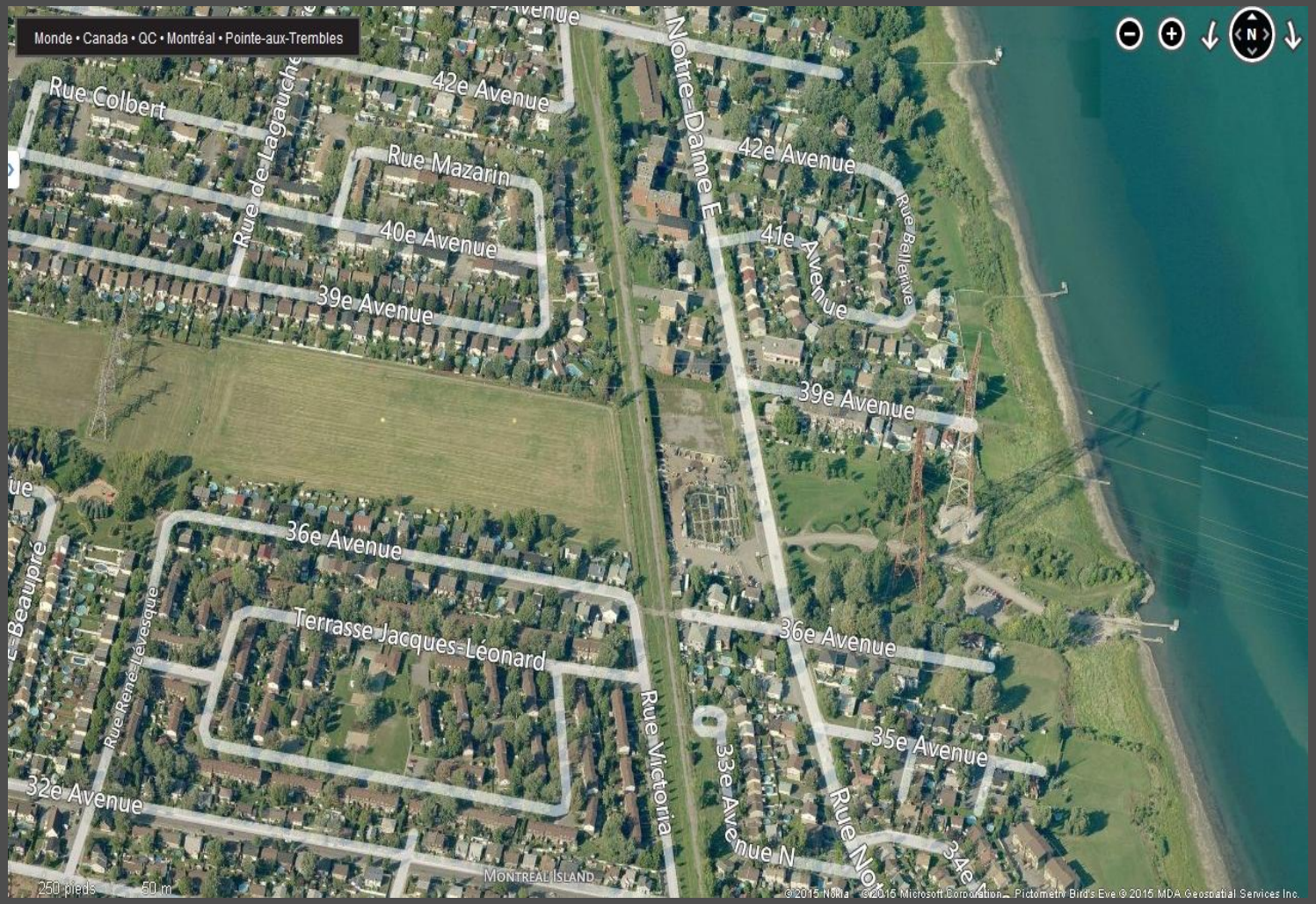
- Rapport d'arpenteur-géomètre
- Plan de mesurages spéciaux

Étude de déformation des murs et du déplacement de la façade dans le temps

Usage: gestion immobilière

• Transport

2014



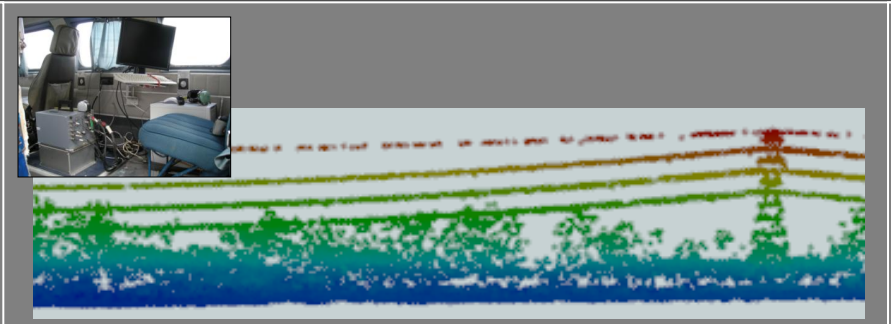
Hauteur libre de la ligne de transport d'Hydro-Québec de la 36e Ave

Montréal

Perron Hudon Bélanger
Arpenteurs-Géomètres inc.

Fins: plan et profil

ACQUISITION

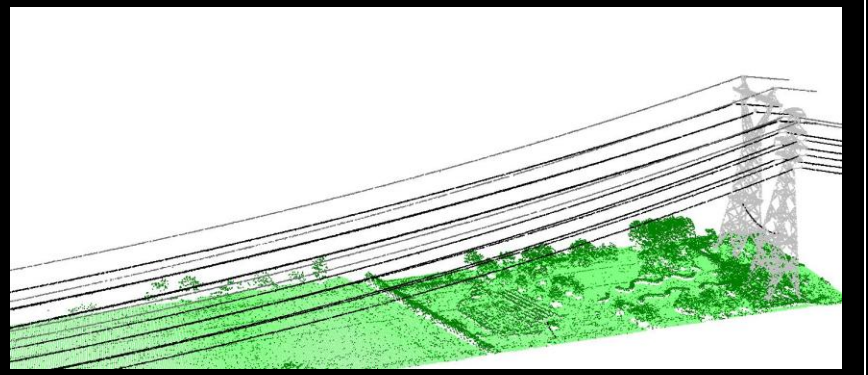


2014

Ligne de transport d'Hydro-Québec de la 36e Ave

Levés: Lidar aérien
résolution de 10 points/m2

TRAITEMENT

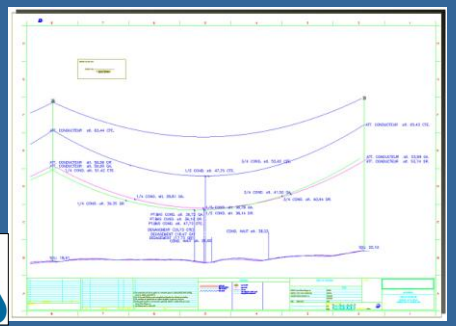


<u>Alignement des scans et contrôle:</u>
corrélation des nuages de points
calage sur des profils, sections et bâtiments

<u>Géoréférence:</u> observations GPS en mode cinématique avec plateforme inertielle

<u>Exactitude:</u> câbles ± 5 cm,
MNT et autres ± 15 cm

DIFFUSION



- **Plan de mesurages spéciaux**

Étude des hauteurs libres des fils électriques

Usage: transport

Géomatique Montréal

• Arboriculture

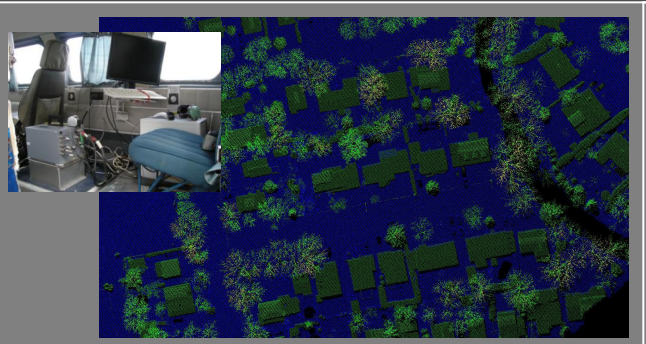
2014

Canopée et Modèle Numérique de Canopée

Géomatique Montréal

Fins: mesurages spéciaux

ACQUISITION



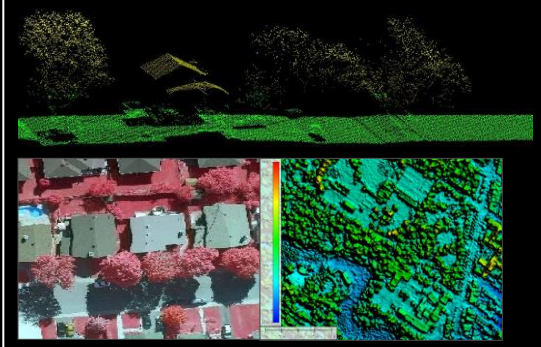
2014

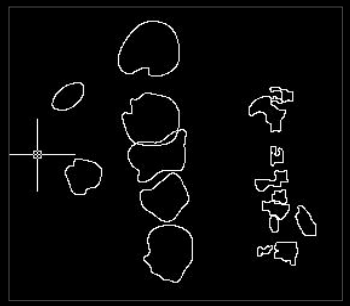
Île de Montréal

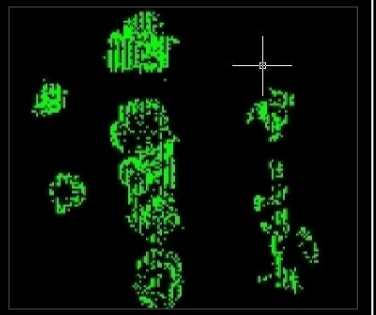
Levés: imagerie multispectrale 2011

et LiDAR aérien 2015

TRAITEMENT





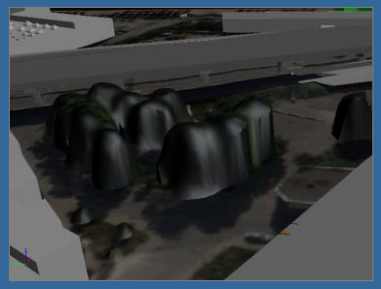


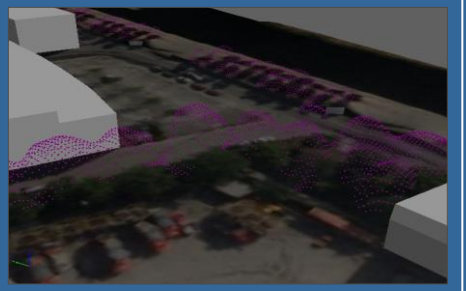
Modèle Numérique de Surface créé par corrélation de pixels ou LiDAR

Discrimination couvert végétal par analyse de rapports de bandes

Exactitude : ± 30 – 40 cm

DIFFUSION





- Canopée
- Modèle Numérique de canopée (2)

Usage: arboriculture

Géomatique Montréal

Fiche 3D OK

2014

Géomatique Montréal

Information sur le produit :
Modèle Numérique de Canopée

FINS DU PRODUIT CARTOGRAPHIQUE

- Le Modèle Numérique de Canopée (MNC) est une représentation du relief de la canopée et des arbres isolés présent dans le paysage.

DOCUMENTATION SUR LES DONNÉES

Source
- Photo aérienne de la CMM

Traitement 3D
- Division géomatique, VdM

Moyen de production
- Autocorrélation automatique

Type de données
- Matricielle

Découpage
- Tuile

Mise à jour
- Juillet 2011, 75 cm/pixel

Format
- GeoTIFF

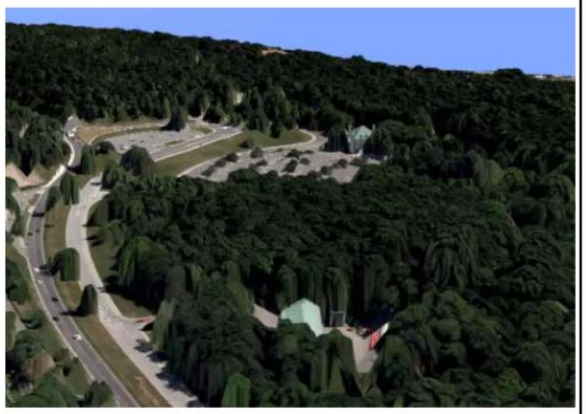


Image d'une orthophotographie drapée sur un MNC et le MNT.

EMPLACEMENTS

Arrondissement historique et naturel du Mont-Royal, **en validation.**

RÉFÉRENCE SPATIALE

Référence planimétrique
- NAD83 SCRS (98)

Référence altimétrique
- C-GVD28 (NMM)

EXACTITUDE DES ÉLÉMENTS MODÉLISÉS

Exactitude
- Juillet 2011 :
  planimétrie : à déterminer
  altimétrie : ± 30 cm

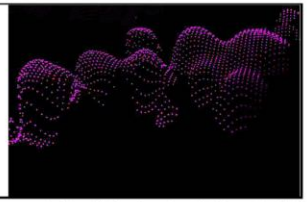
DIVISION DE LA GÉOMATIQUE

Génération du MNS réalisé par :
Simon Gignac, ag. tech. photogrammétrie
Responsable : Dany Gauthier, g.
Supervision : Richard Mongeau, a.-g

NOTES

Une représentation précise du relief est indispensable pour de très nombreuses applications de gestion du territoire. Les modèles numériques de terrain (MNT), les modèles numériques surface (MNS) et les **modèle numérique de canopée (MNC)** sont des représentations simplifiées de l'altimétrie.

Le MNT est une représentation de l'altitude du «terrain nu» sans infrastructure, alors que le MNS reproduit la forme de la surface terrestre en incluant tous les éléments permanents et visibles du paysage tels que le sol, la végétation, les forêts, les bâtiments et les autres ouvrages d'art. Le **MNC** est une représentation unique de la partie supérieure de la végétation de la forêt et des arbres isolés.



mise à jour de l'information sur le produit : 25 novembre 2014
document réalisé par : Simon Gignac, ag. tech. photogrammétrie

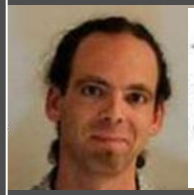
MNS : Modèle Numérique de Surface
CMM : Communauté Métropolitaine de Montréal
VdM : Ville de Montréal

Montréal

3D OK : Charte d'éthique de la 3D

Simon Gignac

technicien en cartographie



Canopée et Modèle Numérique de Canopée

Géomatique Montréal

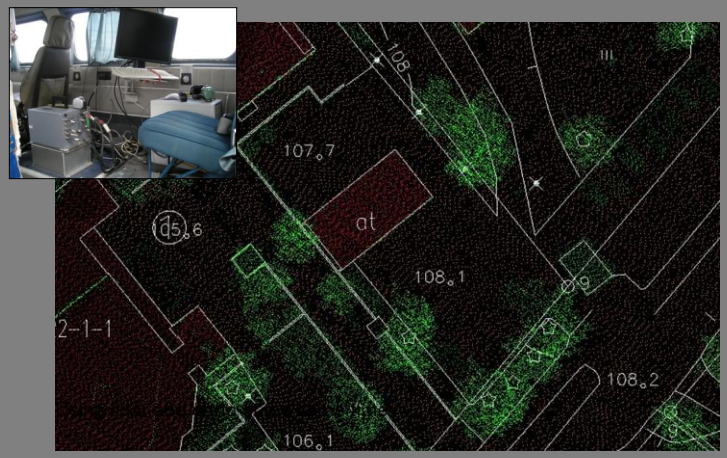
2015

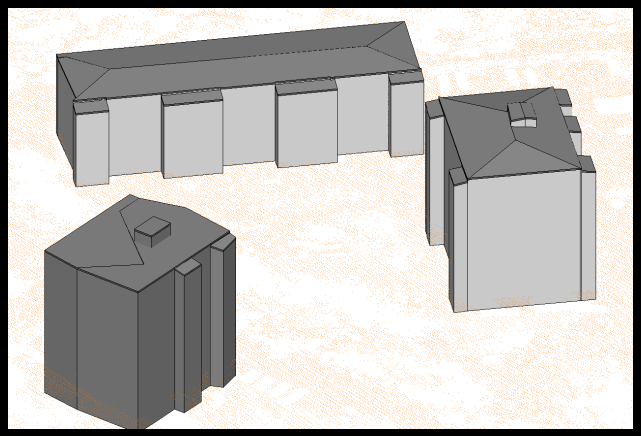
Cartographie – topographie – drainage
urbanisme – transport – arboriculture

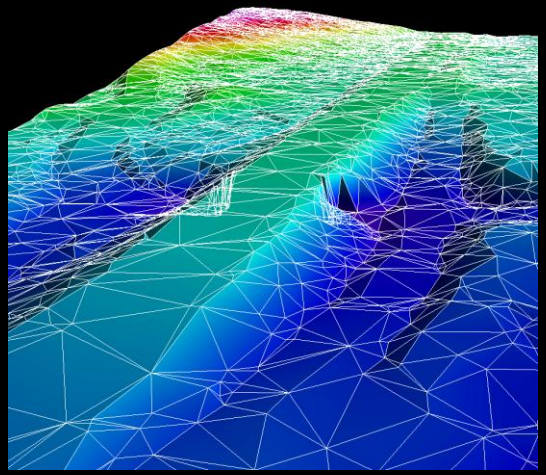
Géomatique Montréal

JYVÄSKYLÄ

Banc d'essai 2014
Mesures et représentation







Levés:
Lidar héliporté

Alignement des scans et contrôle:
nuages de points et points de contrôle

Résolution:
10 points/m²

Géoréférence:
Observations GPS en mode cinématique avec plateforme inertielle

Exactitude:
plani ± 15 cm
alti ± 10 cm

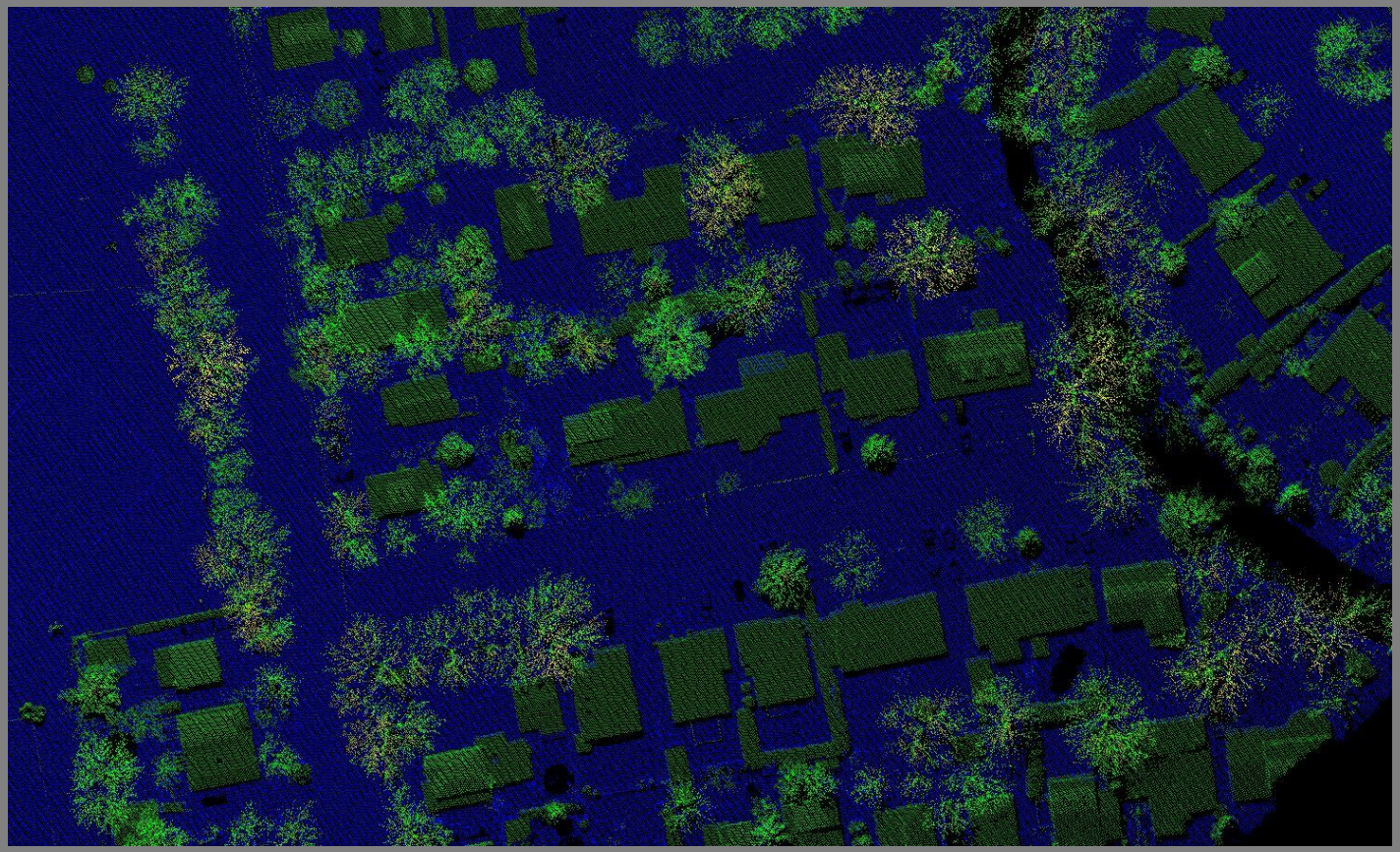
Dany Gauthier

Jukka Haikara

Cartographie – topographie – drainage urbanisme – transport – arboriculture

Géomatique Montréal

2015



En réalisation:

Île de Montréal

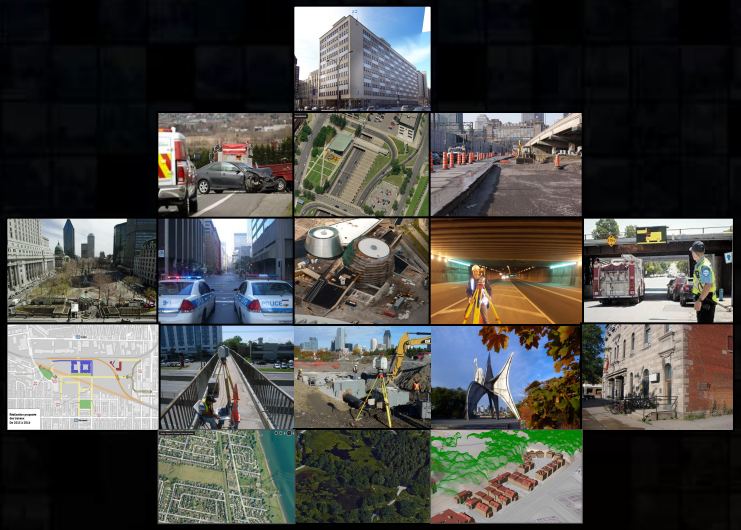
Levés LiDAR aérien

10 pts/m2

Nuages de points des levés LiDAR aérien

Géomatique Montréal

En résumé,
les constats après de multiples
expériences sont …



Complémentarité des technologies d'acquisition

Mesure d'angle

		Type 1201+
Précision (écart type ISO 17123-3)	Hz, V	1'' (0,3 mgon)
	Résolution de l'affichage :	0,1'' (0,1 mgon)
Méthode	Absolue, continue, diamétrale	
Compensateur	Plage de travail :	4' (0,07 gon)
	Précision de calage :	0,5'' (0,2 mgon)
	Méthode :	Compensateur b

PinPoint R400/R1000, mesure de distance sans réflecteur (mode RL)

Portée	PinPoint R400 :	400 m / 200 m (Kodak Gray Card : réflectivité 90 % / réflectivité 18 %)
(conditions atmosphériques moyennes)	PinPoint R1000 :	1000 m / 500 m (Kodak Gray Card : réflectivité 90 % / réflectivité 18 %)
	Plus courte distance :	1,5 m
	Longue portée sur prisme rond (GPR1) :	1000 m – 7500 m
Précision / Durée de la mesure	Sans réflecteur < 500 m :	2 mm + 2 ppm / typ. 3-6 s, max. 12 s
(écart-type, ISO 17123-4)	Sans réflecteur > 500 m :	4 mm + 2 ppm / typ. 3-6 s, max. 12 s
(objet dans l'ombre, ciel couvert)	Longue portée :	5 mm + 2 ppm / typ. 2.5 s, max. 12 s
Taille du point laser	A 30 m :	Env. 7 mm x 10 mm
	A 50 m :	Env. 8 mm x 20 mm
Méthode	PinPoint R400/R1000 :	Analyseur système (laser coaxial rouge, visible)

Grande précision des mesures

vs

Grande densité des mesures

LASER SCANNING SYSTEM

TYPE	Pulsed; proprietary microchip
COLOR	Green
LASER CLASS	Class 3R (IEC 60825-1)
RANGE	
Optimal effective range	1m-100m
To 10% reflectivity targets	Up to 100m (typical)
SCAN RATE	Up to 1800 points/second*

* Maximum scan rate dependent on scan resolution and selected field-of-view

SCAN DENSITY (RESOLUTION)

Spot size	≤ 6mm from 0 - 50 meters †

SYSTEM PERFORMANCE

SINGLE POINT ACCURACY*

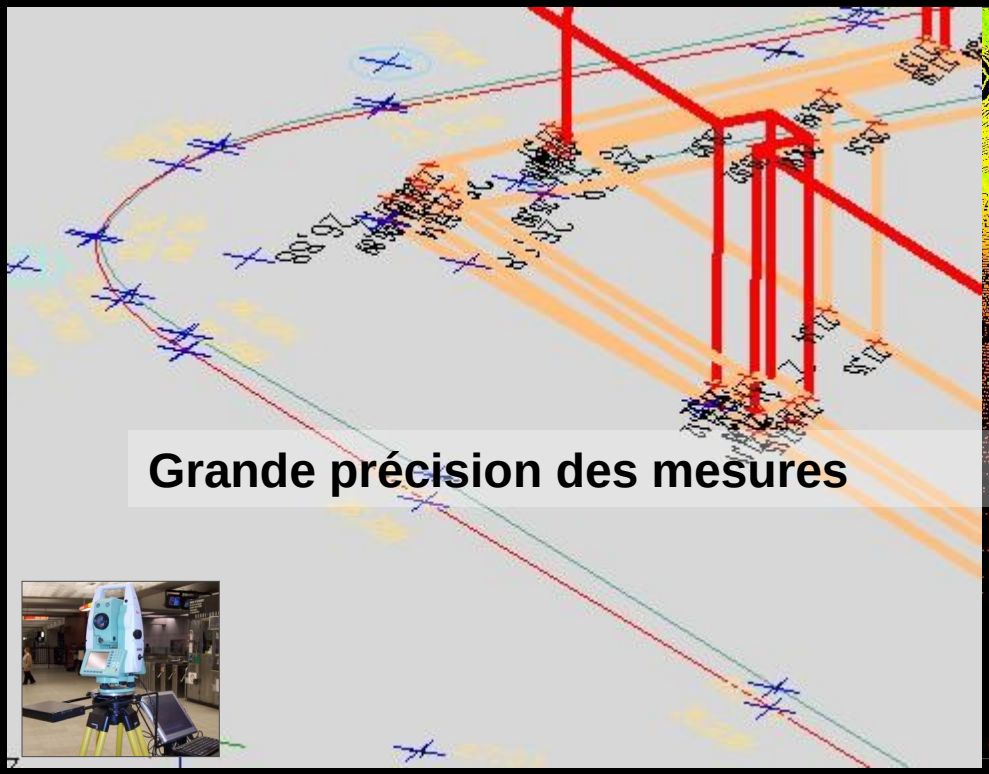
Position	6mm
Distance	4mm
Angle (horizontal)	60 micro-radians
Angle (vertical)	60 micro-radians
MODELED SURFACE PRECISION**	2mm
TARGET ACQUISITION ACCURACY†	1.5mm
DATA INTEGRITY MONITORING	Periodic accuracy self-checking during operation and at startup

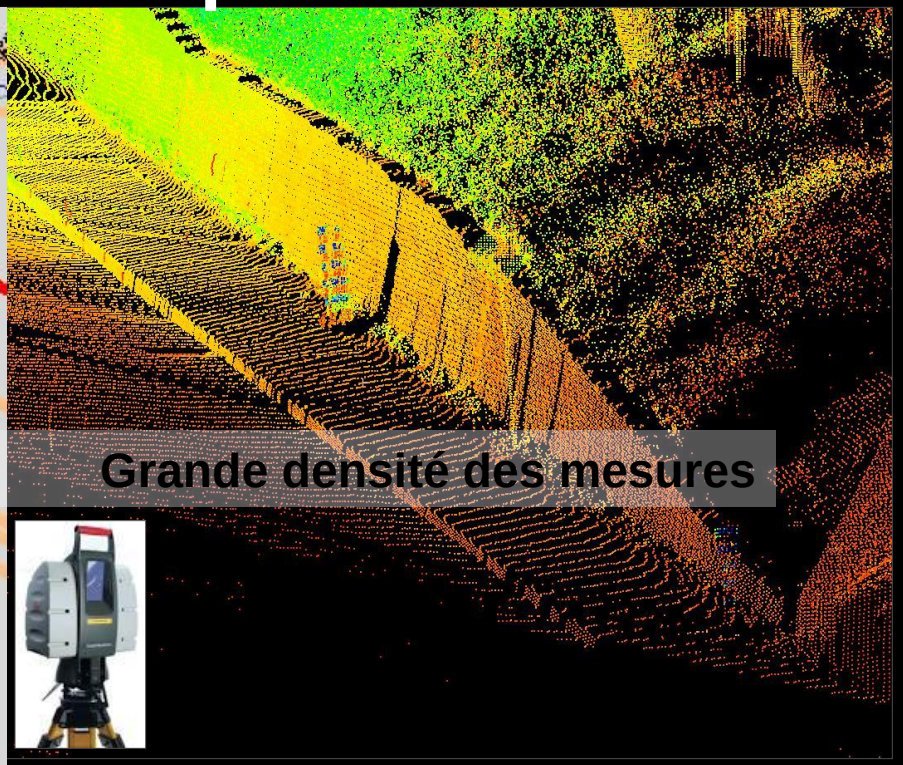
** All specifications shown @ 1m - 50m range*

*** Subject to modeling methodology*

† Algorithmic fit to planar HDS targets

Particularités des données acquises





Station totale laser avec DAO mobile

- Levé laser point par point et balayage à faible densité
- Captage complémentaire avec prisme
- Capte directement les coins et arêtes
- Portée:1@1000m
- Modélisation CAD 3D sur le terrain
- Exactitude: ordre centimétrique

Balayage laser 3D à haute densité

- Capacité de 1800 points/seconde
- Capte 360X270deg
- Portée:1@100m
- Modélisation à partir d'un nuage de points
- Prise de photos appliquées aux points
- Exactitude: ordre centimétrique

CAS PROBLÈMES DU LASER:

- division du faisceau laser sur une arête
- effet de coin
- grand angle d'incidence sur une surface
- forte réflectivité d'une surface

Méthodologie des projets Lidar

DÉFINITION DU MANDAT

CHOIX DE LA TECHNOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES

Lidar aérien – télémétrie mobile terrestre – lidar terrestre

RÉFÉRENCE SPATIALE

- **actualisation des réseaux géodésiques (planimétrie et altimétrie) selon les normes du MRN Qc**
- **établissement de stations d'arpentage**

1. ACQUISITION

1.1 Mise en place et géoréférencement des points de contrôle (cibles et arêtes de constrcution)

1.2 Captage des données géospatiales

2. TRAITEMENT

2.1 Alignement des nuages de points avec des cibles, la corrélation entre nuages de points et au besoin des arêtes de constructions relevées en hauteur

2.2 Nettoyage, classification et réduction des nuages de points

2.3 Contrôle par chaînage et/ou relevé de certains éléments de constructions relevés par station totale/DAO mobile

2.4 Modélisation 3D du bâti urbain, des rues, de la topographie…

3. DIFFUSION

Selon la demande

3.1 Confection des plans légaux et rédaction des informations descriptives dans le cartouche

3.2 Réalisation d'un modèle 3D aux fins d'analyse montrant l'ensemble des données modélisées et discriminées en fonction de leur degré d'exactitude

3.3 Création d'une maquette territoriale à partir de la compilation de données géospatiales 3D générées par les données Lidar, le captage photogrammétrique, les levés d'arpentage ou toutes autres technologies

3.4 Si aucun plan légal n'est confectionné, rédaction d'une fiche d'information sur le document 3D produit lors du mandat selon les principes de la Charte d'éthique de la 3D

Charte d'éthique de la 3D

Pour une utilisation éthique et déontologique des représentations tridimensionnelles du territoire fondée sur des données avérées

PRÉAMBULE

Les nouvelles technologies traitant les données tridimensionnelles du territoire (3D) imposent des exigences permettant d'assurer l'objectivité de la modélisation tridimensionnelle sur le plan éthique et en matière de déontologie. La présente charte d'éthique et de déontologie a pour but d'établir les principes fondamentaux que ses signataires s'engagent à respecter activement. Elle s'adresse aux collectivités publiques, aux unités de recherche, aux associations professionnelles, aux privés, soit tous ceux qui ordonnent, produisent, gèrent, utilisent ou diffusent des données géographiques, des images de synthèse ou des scènes à caractère tridimensionnelles du territoire, avec les outils qui y sont associés.

PRINCIPES

1. Principe de crédibilité

Afin d'assurer une représentation crédible du territoire, les signataires s'engagent à :

- créer des images de synthèse ou des scènes tridimensionnelles qui ne soient pas susceptibles d'influencer à son insu le décideur, le maître d'ouvrage ou le public
- utiliser uniquement des données fiables et actuelles, privilégiant l'usage de données officielles, de qualités adéquates et suffisantes, représentatives du territoire concerné par le projet

2. Principe de transparence

Afin d'assurer la plus grande transparence sur les productions 3D, les signataires s'engagent à :

- documenter les données d'origine intégrées à la scène tridimensionnelle et l'image de synthèse
- préciser les objectifs de la scène tridimensionnelle
- indiquer les éléments subjectifs appropriés, appliqués à la scène tridimensionnelle
- accompagner la scène tridimensionnelle d'une légende adéquate
- mentionner toute transformation des données
- renoncer à l'usage de données qui lors de leur acquisition porteraient atteinte à la sphère privée des personnes

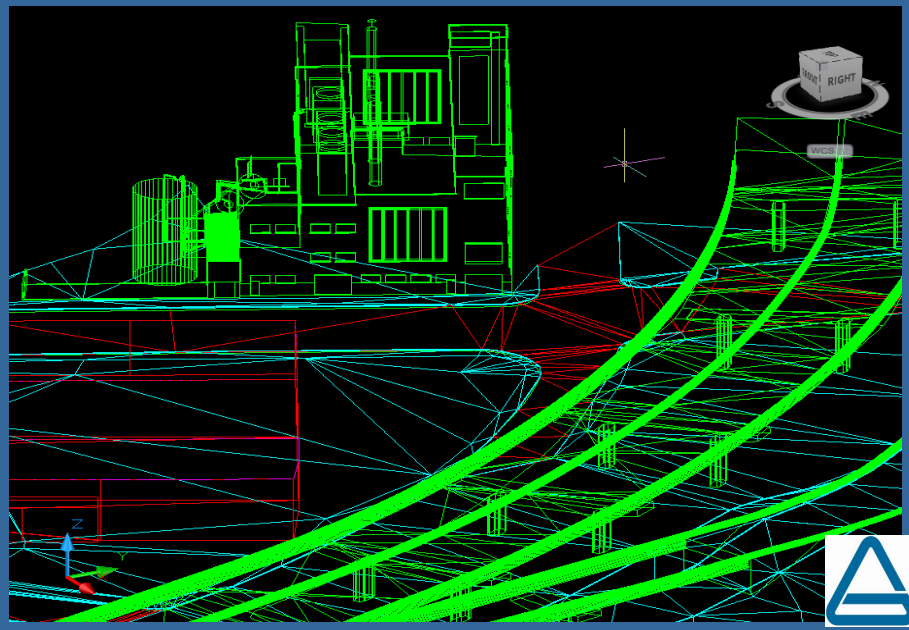
3. Principe de développement de réseaux et formation 3D

Afin de sensibiliser les différents acteurs aux principes de la présente charte, les signataires s'engagent à:

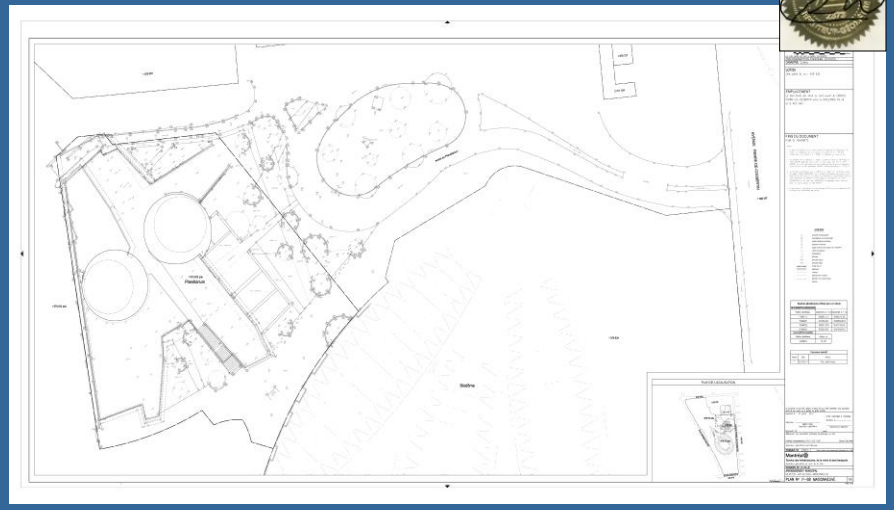
- mutualiser les bonnes pratiques dans l'utilisation de la 3D
- favoriser la création de réseaux de partage sur le thème de la représentation tridimensionnelle du territoire (communauté 3D, forum, ...)
- encourager la formation (initiale et continue) et la recherche dans le domaine de la 3D
- promouvoir la charte d'éthique et de déontologie de la 3D

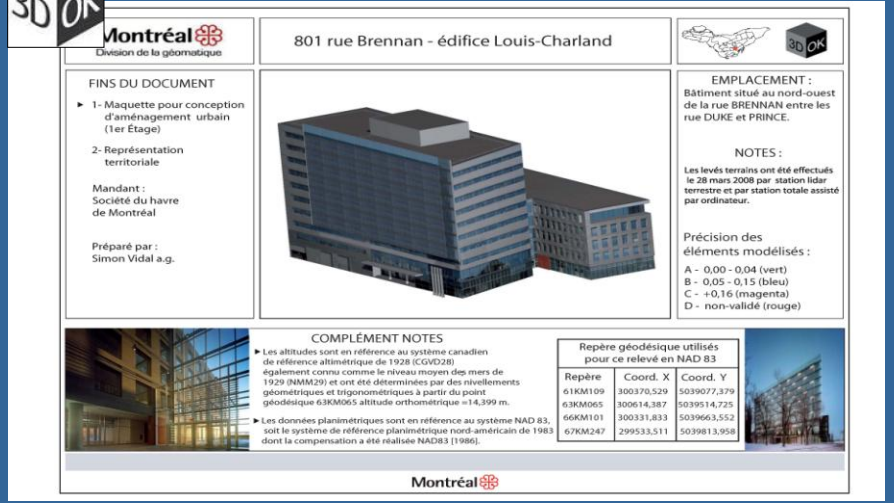
Géomatique Montréal

Exemples de documentation



DEGRÉ D'EXACTITUDE
suffixe à la couche d'information
-A : ± 0 – 4 cm (green)
-B : ± 5 - 15 cm (blue)
-C : ± 16 cm et + (cyan)
-D : déduit (rouge)





Questions ?

https://www.facebook.com/3DOKMtl