

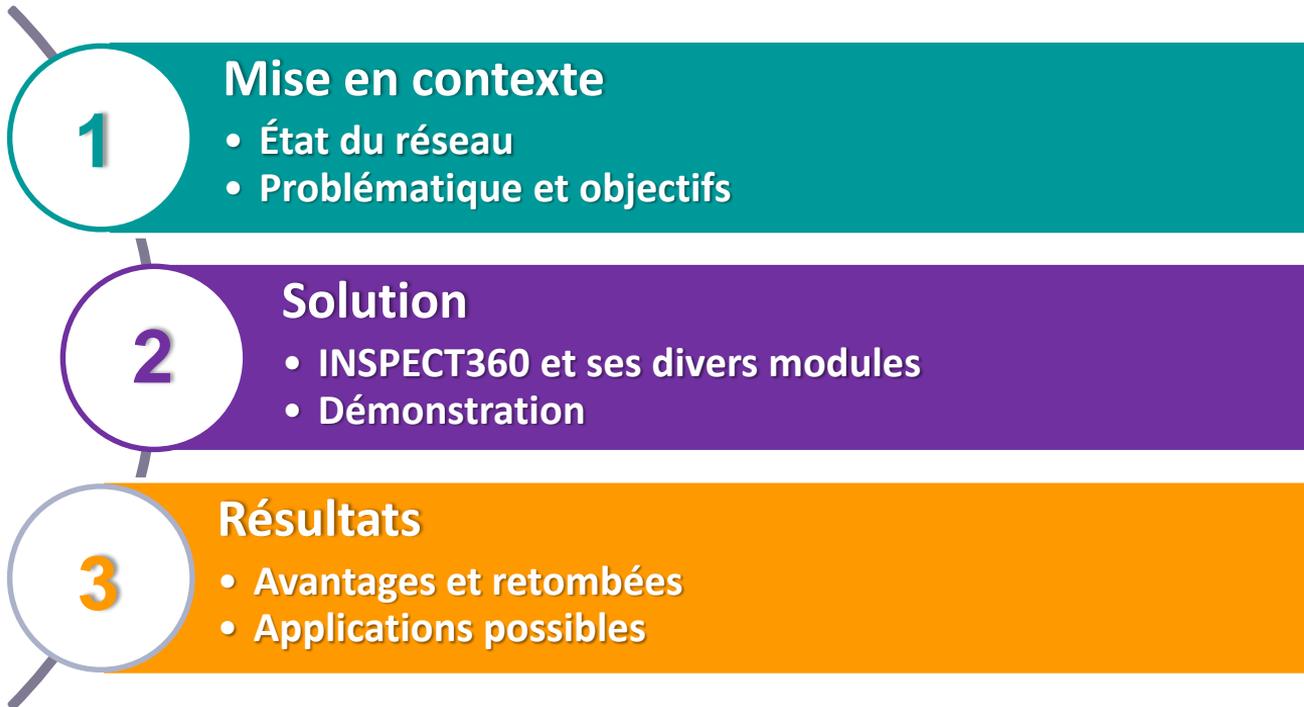
# Outil de diagnostic pour structures civiles souterraines : INSPECT360

Livius Jinga, M.Sc.A. ing. - Hydro-Québec  
Mohamed Gaha, PhD. - chercheur IREQ



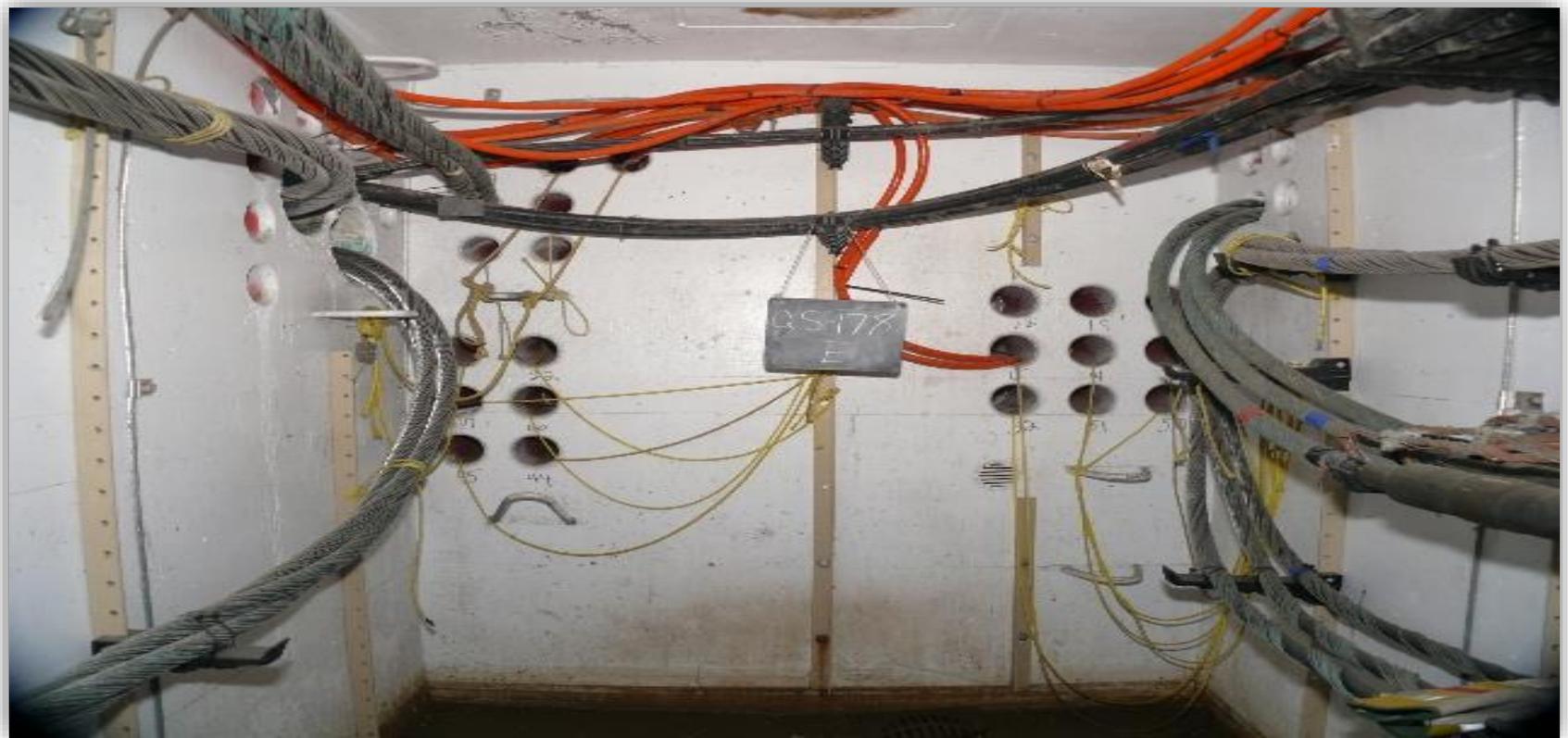
22<sup>e</sup> Congrès INFRA 2016  
22 novembre 2016





# Mise en contexte









## Problématique :

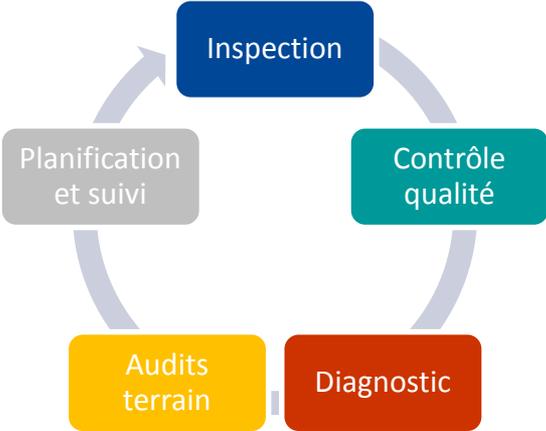
- Comment inspecter **efficacement** les structures souterraines ?

## Pourquoi :

- Connaître précisément l'inventaire des structures
- Planifier les inspections
- Diagnostiquer uniformément l'état des structures
- Réaliser des audits d'inspections
- Faire le suivi

# Solution

# INSPECT360



Inspections Suivi Cotes calculées

test  **Rechercher**

Recherche du nom de structure contenant 'test'

Nom structure	Date	Firme	Complétée	Validée	Audit interne	Évaluée	Action
TEST3-PA-00-1000 MONTREAL	I:2013/03/07 V:2013/03/07	Infrastructel (Teufack)	✓	✓	✓	✓	
TEST2-PA-00-1000 MONTREAL	I:2013/01/16 V:2013/03/11 R:2013/11/06	Infrastructel (Cheng)	✓	⚠	⚠	✗	
TEST6-PA-00-1000 MONTREAL	I:2013/01/01 V:2013/11/14	Infrastructel (Eouhess)	✓	✓	⚠	✓	
TEST1-PA-01-0006 MONTREAL	I:2012/11/29	Infrastructel (Cheng)	✓	⚠	⚠	✗	
TEST11-PA-00-1000 MONTREAL	I:2012/08/07	(N/D)	✓	✗	✗	✗	
TEST7-PA-00-1000 MONTREAL	I:2011/10/13 V:2013/11/06	Infrastructel (Cheng)	✓	✓	✗	✗	

Environnement: "production / v1.97" | Usager: "Jinga, Livius" Déconnexion

## INSPECT360, en bref

Outil **complet** et **novateur** alliant versatilité et facilité d'utilisation:

- Développé et mis au point par l'**Institut de recherche d'Hydro-Québec**
- **Utilisé à Hydro-Québec depuis 2010** pour la gestion des inspections, le diagnostic et la planification des travaux de réfection des structures souterraines
- **Composé de 5 modules**
  - ✓ Module Inspection (base)
  - ✓ Module Diagnostic (automatique)
  - ✓ Module Planification et suivi
  - ✓ Module Correction des données
  - ✓ Module Visualisation 360° dans Google Earth

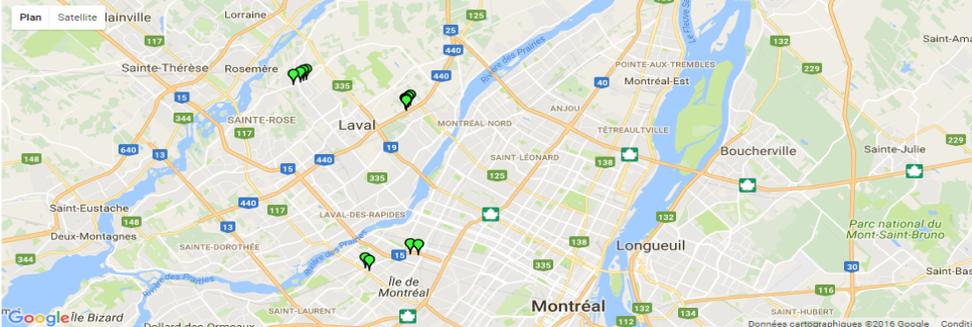


*Vue aérienne des installations de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec, à Varennes.*

# INSPECT360 : MODULE PLANIFICATION ET SUIVI

### Sommaire de la journée

- 03100-PA-00-0121
- ET132-PA-00-1302
- 07077-PA-00-0121
- 07155-PA-00-0121
- 02671-PA-00-2180
- 02673-PA-00-2180
- 02676-PA-00-2180
- 02679-PA-00-2180
- 02680-PA-00-2180
- 02783-PA-00-1164
- 02789-PA-00-1164
- 02790-PA-00-1164
- 02919-PA-00-1164
- ET109-PA-00-1302
- ET110-PA-00-1302
- ET122-PA-00-1302
- 07076-PA-00-0121



### Fichiers attachés

Attacher des fichiers

### Notes

Légende: ● Inspection prioritaire | ● Inspection planifiée | ● Inspection complétée | ● Inspection réalisée une autre

#### Info inspection

**Info Planification**

**Municipalité:** ST-LAURENT  
**Structure:** 03100-PA-00-0121  
**Par caméra:** Non  
**Demande d'accès:** Non  
**Signalisation particulière:** Non  
**Prioritaire:** Non  
**Date validité thermo :** Du N/D au N/D  
**Avis:** N/D  
**Ordre:** N/D  
**Note du planificateur annuel:**  
**Note du planificateur journalier:**  
**Note inspecteur:**

**Fichiers attachés**  
Aucun fichier

#### Info Structure

### 03100-PA -00-0121 - ST-LAURENT

Structure
Planification / Inspections
Localisation



# INSPECT360 : MODULE INSPECTION

Inspections Subis Cotes saluées Import

2016/09/14

Rechercher

Recherche de structures inspectées le 2016/09/14

Nom structure	Date	Firme	Complétée	Validée	Audit Interne	Évaluée	Action
02711-PA--00-8389 LAVAIL (STE-ROSE)	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Romthani)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
02712-PA--00-8389 LAVAIL (STE-ROSE)	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Romthani)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
07025-PA--00-0253 PIERREFONDS	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Galvez)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
LS401-LA--00-5701 SAINTE-FOY	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Namana)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
07480-PA--00-0103 HAMBLETON	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Soto)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
02714-PA--00-8389 LAVAIL (STE-ROSE)	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Romthani)	✓	✗	✗	✗	[Icons]
07145-PA--00-0263 ROXBORO	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Galvez)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
LS402-PA--00-5701 SAINTE-FOY	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Namana)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
02720-PA--00-8389 LAVAIL (STE-ROSE)	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Romthani)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
02543-PT--00-0121 ST-LAURENT	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Soto)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
LS403-PA--00-5701 SAINTE-FOY	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Namana)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
LS450-PA--00-5701 SAINTE-FOY	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/22	Infrastructel (Namana)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
04147-PT--00-0117 OULREMONT	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/23	Infrastructel (Soto)	✓	✓	✗	✓	[Icons]
02713-PA--00-8389 LAVAIL (STE-ROSE)	1.2016/09/14 V.2016/09/20 A.2016/09/23	Infrastructel (Romthani)	✓	✓	✗	✓	[Icons]

Consultation Unites Import

18187 PT--00-1000

Accessaires C1 T [0] P N [3] S E O [1] Fichiers

18187 PT--00-1000

Type de fabrication (mur): **Revue** Béton Béton Béton Béton coulé en place Béton préfabriqué Lucerne Béton préfabriqué Forcier Béton préfabriqué Isolbéton Béton préfabriqué (autres)

Type de fabrication (toit): **Béton coulé en place** Béton préfabriqué à encasturer Béton préfabriqué Isolbéton Béton préfabriqué (autres) Acier

Emplacement de la chambre: **Tout dans la rue** Tout partiellement dans la rue Tout dans le trottoir Hors-rue Tout dans le stationnement Tout dans l'espace d'attente-Quai

Date de construction: 1750/9/01

Date mise en plancher: 1750/9/01

Date sol: 1750/9/01

État physique: Abandonnée Démolie Reconstruite Inconstruite Inaccessibilité

Longueur des murs nord et est: 1000 mm

Longueur des murs sud et ouest: 2000 mm

Hauteur: 2000 mm

Diamètre cheminée principale: 2000 mm

Plancher: Longueur: 1 mm x Hauteur: 1 mm

Cheminée gauche (E): Longueur: 2 mm x Largeur: 2 mm

Cheminée droite (E): Longueur: 3 mm x Largeur: 3 mm

Cheminée de ventilation: Longueur: 4 mm x Largeur: 4 mm

Forme: Rectangulaire sans mur Circulaire avec mur Circulaire sans mur Rectangulaire avec mur

État électrique: Vide Sans tension Mesureuse **Mesure tension et coupe tension** Moyenne tension

Localisation:

Remarques:

Signalisation requise: Oui Non

Présence d'une cheminée de droite (E): Oui Non

Inspections Subis Cotes saluées Import

Informations: TEST2-PA--00-1000

Accessaires C1 T [0] P N [3] S E O [1] Fichiers

**Inspecté** Inspection non demandée

Nord

F1 | D1 | D2 | D2 | F3 | D2

F | D | DE

Ajouter un défaut Ajouter un essai Dessiner Toit

# INSPECT360 : MODULE DIAGNOSTIC



État 1 : aucun défaut



État 2 : corrosion légère



État 3-4 : fissures importantes



État 5 : corrosion moyenne et délamination



État 6 : fissures avec déplacement délamination et corrosion importante



État 7 : délaminage et corrosion généralisés

# INSPECT360 : MODULE DIAGNOSTIC

## Cotes calculées - Justification

Desagregation:  
 Distribution:ÉTENDUE Intensité: 2 cote globale:3

Delaminage (voir aussi défauts de cheminée dans l'épaisseur du toit):  
 Intensité:2 Cote globale:4  
 Intensité:2 Cote globale:3

Fissuration:  
 Fréquence: Unique(1) Intensité:4 cote globale:5  
 Fréquence: Unique(1) Intensité:3 cote globale:4

Surfaces défauts:  
 D2 -> [5,69%] (250000/4392000.0)  
 DE -> [9,11%] (400000/4392000.0)

**Généré automatiquement**

## Défauts

	Type	No	Nombre	Intensité	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Surface (m <sup>2</sup> )	Surface affectée (%)	Remarques
	F	1	1	4	1500	2		0,003	0,07	
	D	1	1	2	500	300	20	0,15	3,42	
	DE	1	1	2	1000	400		0,4	9,11	
	D	2	1	2	500	200	20	0,1	2,28	
	F	2	1	3	500	1		0,0005	0,01	
	D		1	2						

## Essais

Type	Constat	Épaisseur béton sain	Profondeur	Valeur 150 mm	Valeur centre du mur	Remarques
------	---------	----------------------	------------	---------------	----------------------	-----------

## ÉVALUATION

### Évaluation

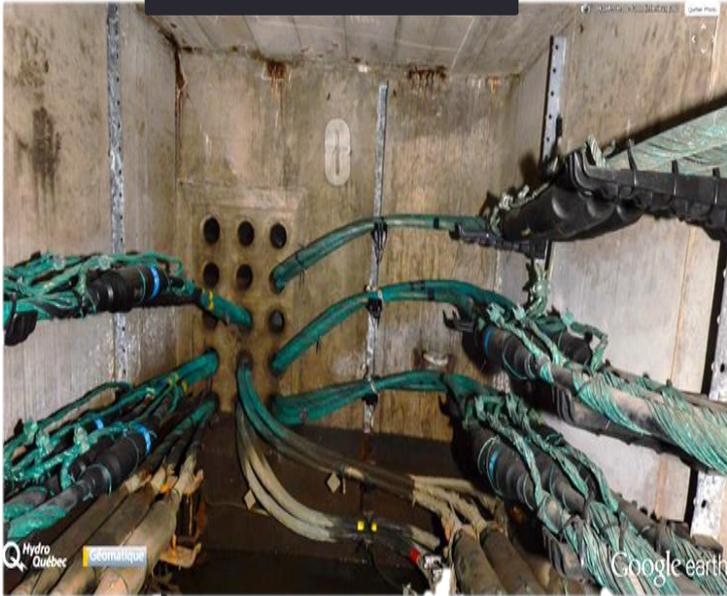
Cotes	Cote Murs	Cote Globale	Recommandation maintenance	Commentaires	Expert
Cheminée: A évaluer ▼	N: 3 - Acceptable ▼				
Toit: S - Pauvre ▼	O: 2 - Bon ▼	E: 3 - Acceptable ▼	S - Pauvre ▼	Sélectionner ▼	Jinga, Livius
Murs: 3 - Acceptable ▼	S: 3 - Acceptable ▼		Réinspecter dans S ▼ an(s)		

Évaluation non-nécessaire

[Tableau\\_cotation\\_toit](#) [Tableau\\_cotation\\_murs](#) [Afficher les cotes calculees](#)

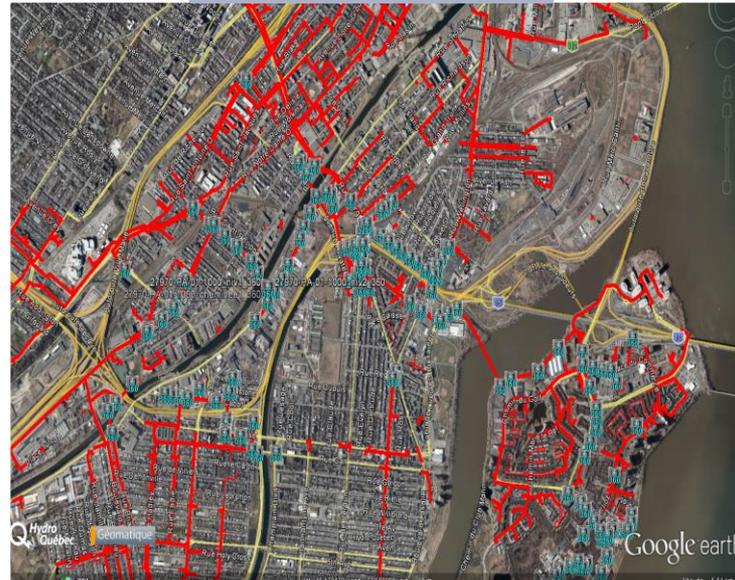
# INSPECT360 : MODULE GOOGLE EARTH 360°

Version 4.0 - 2015



- Images 360°

Version 4.0 - 2015



- Visualisation dans Google Earth

# INSPECT360 : MODULE CORRECTION DES DONNÉES

Plan Satellite

Regina Winnipeg

ONTARIO QUÉBEC

DAKOTA DU NORD MINNESOTA WISCONSIN MICHIGAN

DAKOTA DU SUD Minneapolis Toronto

Google

Recherche Fusion

• Veuillez sélectionner la structure que vous voulez modifier.

Sélectionner Sélectionner Sélectionner

01560-PTSS-00-0265 (Source: IC) 01560-PTSS-02-0265 (Source: SIG) FV755-PA-00-9239 (Source: IC) FV755-PA-00-9233 (Source: SIG) TH004-PA-02-9169 (Source: IC) TH004-PA-00-9169 (Source: SIG)

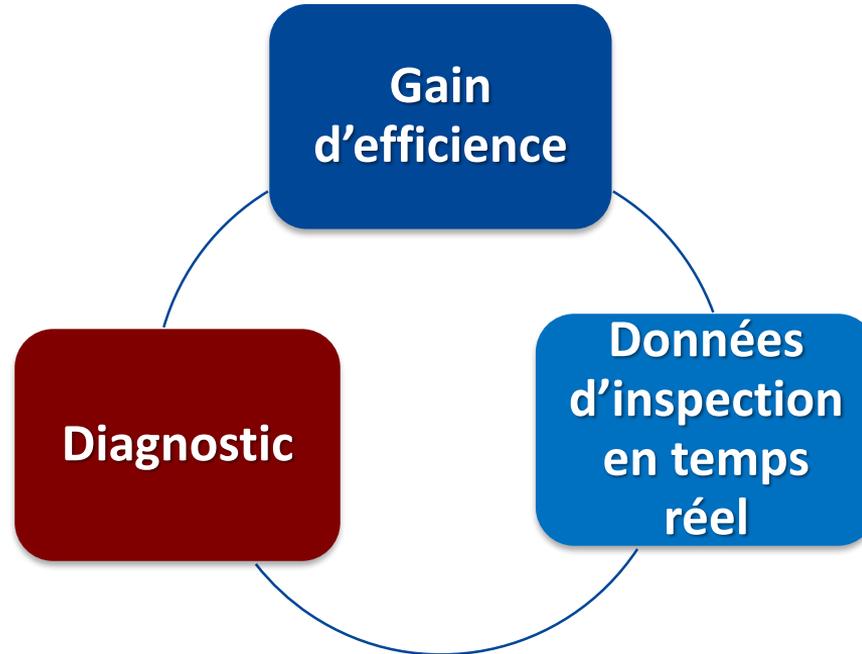
A B C D E F

222967376	222967376	53985030	53985030	53984213	53984213
01560-PTSS-00-0265	01560-PTSS-02-0265	FV755-PA-00-9239	FV755-PA-00-9233	TH004-PA-02-9169	TH004-PA-00-9169
STE-ANNE-DE-BELLEVUE	STE-ANNE-DE-BELLEVUE	TROIS-RIVIERES-OUEST	TROIS-RIVIERES	THETFORD-MINES	THETFORD-MINES
DSI05895	DSI05895	DS035346	DS035346	DS034832	DS034832
Coule en place	Coule en place	Coule en place	Coule en place	Non renseigné	Non renseigné
2009-06-01 00:00:00	2009-06-01 00:00:00	1990-05-24 00:00:00	1990-05-24 00:00:00	1972-08-01 00:00:00	1972-08-01 00:00:00
2009-06-01 00:00:00		1990-05-24 00:00:00		1972-08-01 00:00:00	
2009-06-01 00:00:00		1990-05-24 00:00:00		1972-08-01 00:00:00	
1900	1900	3500	3500	2170	2170
1900	1900	2000	2000	1200	1200
1500	1500	2000	2000	1800	1800
Rectangulaire avec mur	Rectangulaire avec mur	Rectangulaire avec mur	Rectangulaire avec mur	Rectangulaire avec mur	Rectangulaire avec mur
Moyenne Tension et Basse Tension	Moyenne Tension et Basse Tension	Moyenne Tension	Moyenne Tension	Moyenne Tension	Moyenne Tension
Aucune inspection	Aucune inspection	Aucune inspection	Aucune inspection	Aucune inspection	Aucune inspection

Annuler Fusionner

# DÉMO INSPECT360

# Résultats



**Gain  
d'efficience**

The diagram features a central blue rounded rectangle on the left containing the text 'Gain d'efficience'. To its right, three horizontal blue bars are stacked vertically. Each bar is connected to the central box by a white circle with a blue outline, which is further connected to the bar by a thin blue line. The text on each bar is white and describes a specific efficiency gain.

Révision durée de vie des PA – Gain de M\$/an

Contrôle des coûts du programme d'inspection

Élimination des charges d'exploitation d'un fournisseur – Gain de m\$/an

**Données  
d'inspection  
en temps réel**

**Inspections, contrôle qualité, audits terrain**

**Photos 360°, compatibilité avec Google Earth,  
localisation GPS réelle; éliminer les déplacements**

**Gestion simplifiée, planification journalière, suivi de  
l'avancement des travaux et de l'inventaire**

## Diagnostic

Diagnostic en temps réel : réduction des risques sur le public et travailleurs

Suivre l'évolution de l'état de dégradation, estimer l'évolution future et planifier les travaux de reconstruction

Association entre la gravité de la structure et la cote R (risque STD PAS 55)

## Avantages et Retombées

---

### INSPECT360 permet :

- **Maitrise du risque** des structures souterraines pour le public/travailleurs
- **Gain IMPORTANT** sur l'amortissement de la durée de vie des structures



## Applications possibles

**INSPECT360** peut s'appliquer à **tout type de structures souterraines en béton**:

- Chambres souterraines
- Structures en béton
- Tunnels
- Stations de pompage
- Chambre de vannes
- Etc.





# **Vous aussi pouvez bénéficier de l'expertise d'Hydro-Québec**

## **Nous cherchons des partenaires d'affaires !**

- Utilisateurs – clients
- Fournisseurs de services en technologies de l'information (TI)

# Remerciements à toute l'équipe d'Hydro-Québec

---



- **IREQ**
  - Jean-François Losier
  - Christian Langheit
  - Nathalie De Guise
  - Denis Valiquette
- **Hydro-Québec Distribution**
  - Carole Bessette
  - Darragi Messaoudi
  - Pierre Lacasse
  - L'équipe maintenance civile
- **Hydro-Québec Innovation, équipement et services partagés**
  - Kathleen Montour – équipe Géomatique

# Pour plus d'information sur INSPECT360 :



## Aspects techniques

**Livius Jinga**, ing, M.Sc.A –  
Hydro-Québec Distribution

 [jinga.livius@hydro.qc.ca](mailto:jinga.livius@hydro.qc.ca)  
 514-385-8888 poste 3720

**Mohamed Gaha**, PhD. – IREQ

 [gaha.mohamed@ireq.ca](mailto:gaha.mohamed@ireq.ca)  
 450-652-8499

## Développement des affaires

**Nadine Ibrahim** – IREQ

 [ibrahim.nadine@ireq.ca](mailto:ibrahim.nadine@ireq.ca)  
 450-652-8499



