

Infrastructures vieillissantes ?

Budgets limités ?

Quelles sont nos options ?

Congrès INFRA 2011

Pierre Lévesque, CFA

Qui sommes-nous ?

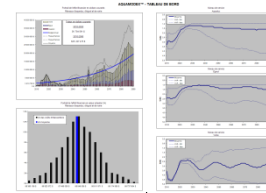
- **Firme spécialisée en analyse financière, fondée en 2001**

- **Secteurs d'activité : Finance, Infrastructures, Énergie**

- **Mission : développer des outils dans les domaines suivants :**
 - ✓ **L'analyse financière**
 - ✓ **La gestion du risque**
 - ✓ **Les systèmes intégrés d'aide à la décision (SIAD)**

Rôles dans la planification

Preneur de décision



Synthèse pour le décideur

Analystes financiers



Évaluation de vos options

Experts municipaux



Vos données



Votre expertise

Travail d'équipe

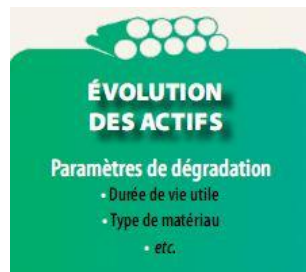
Type d'expertise	Analystes financiers	Experts municipaux
Géomatique		
Gestion d'actifs		
Génie civil		
Analyse financière		
Gestion du risque		
Optimisation de calculs volumineux		

Les sources d'information

- Vos données (GIS, résultats d'auscultation, etc.)



- Vos experts (comportement des actifs, politiques décisionnelles, etc.)



Les données



- **Caractéristiques évolutives et non évolutives**
- **Informations connues et inconnues**

L'expertise technique



- Modèles de dégradation, historique de bris
- Types d'intervention, matériaux, coûts



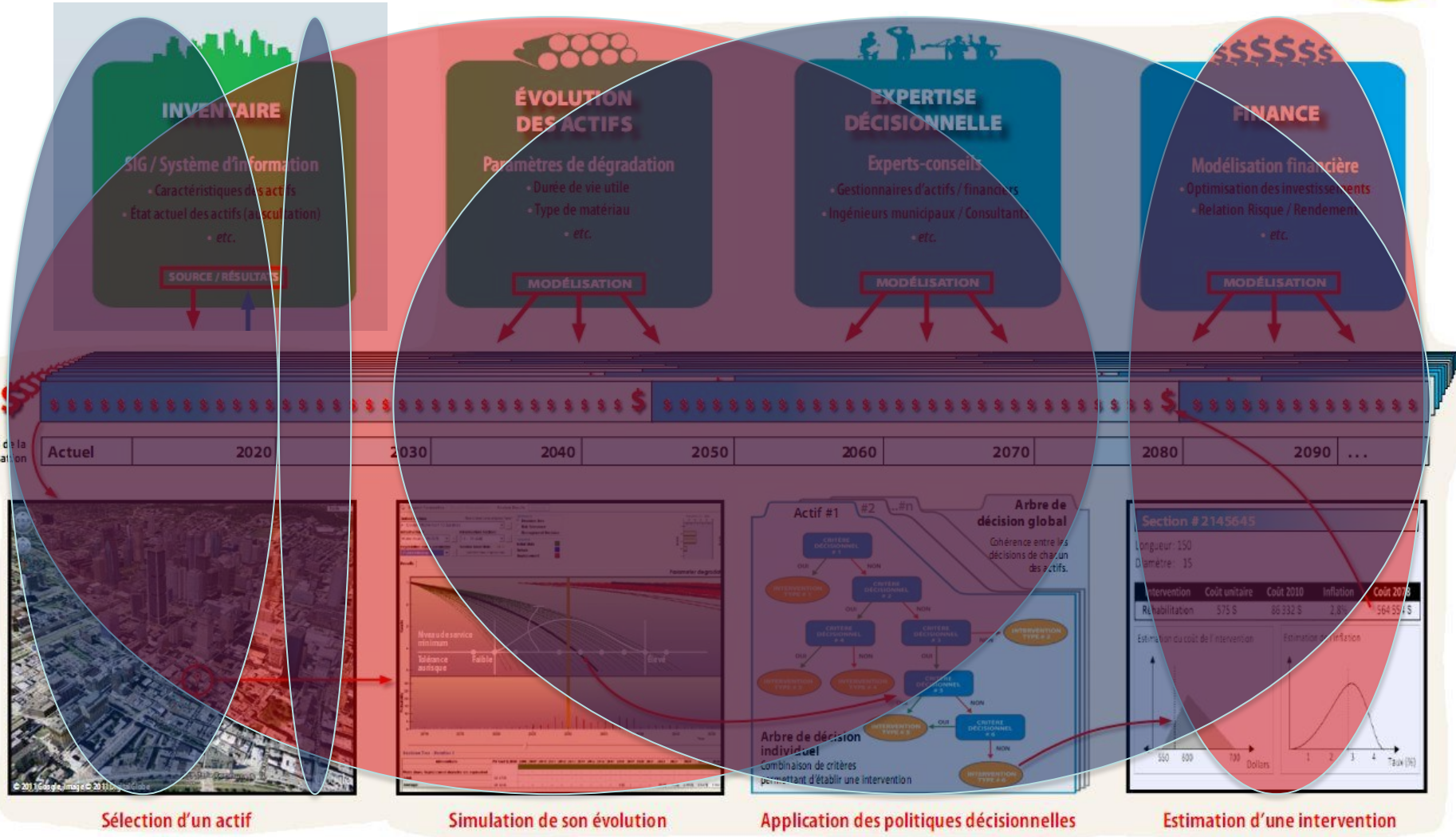
- Politiques de maintenance et d'investissement
- Critères de décision et niveaux de service requis

L'expertise financière



- **Gestion du risque**
- **Analyse financière**

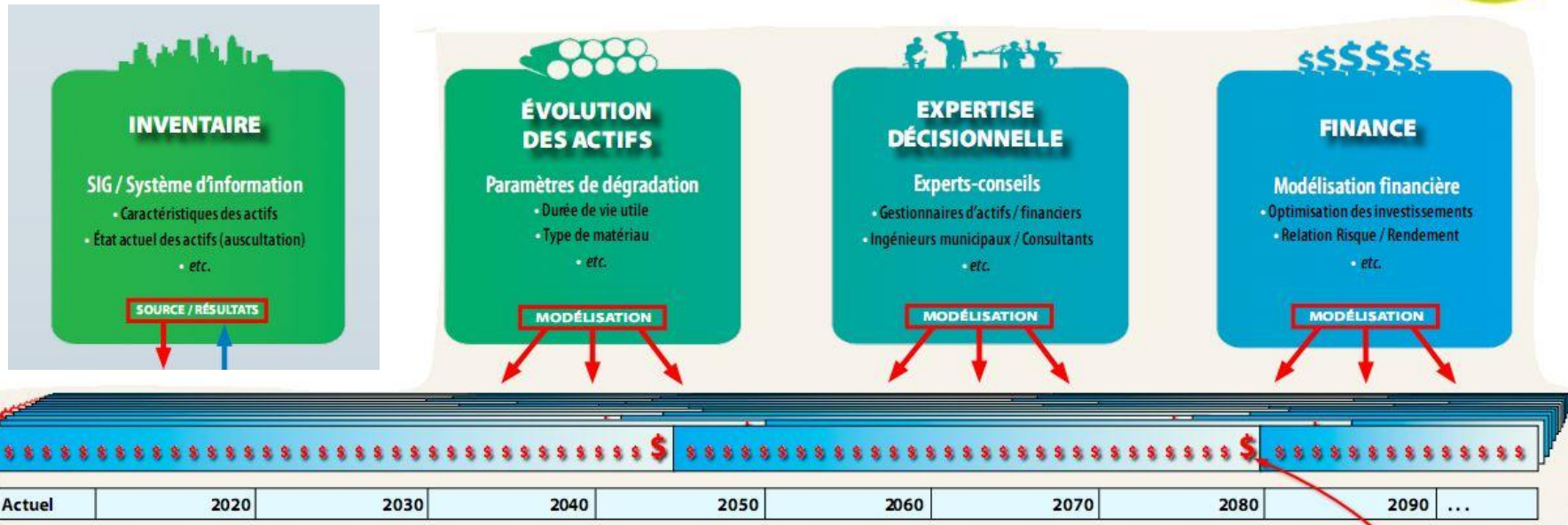
Modèle conceptuel



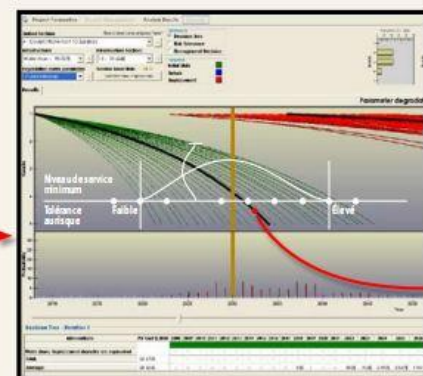
Informations
connues / inconnues

Expertise technique Informations projetées Expertise financière

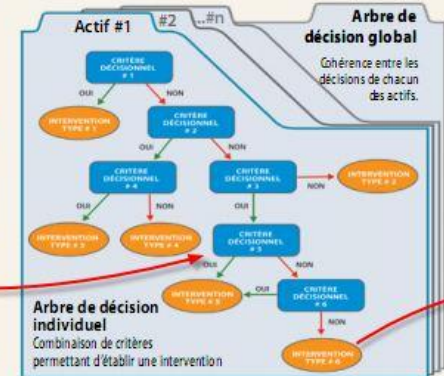
Modèle conceptuel



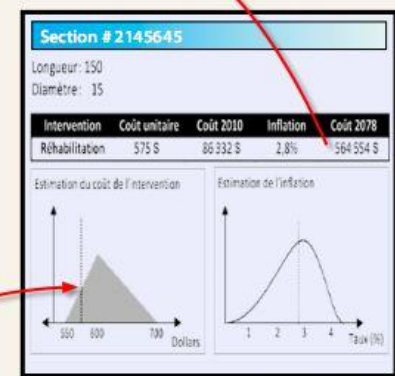
Sélection d'un actif



Simulation de son évolution

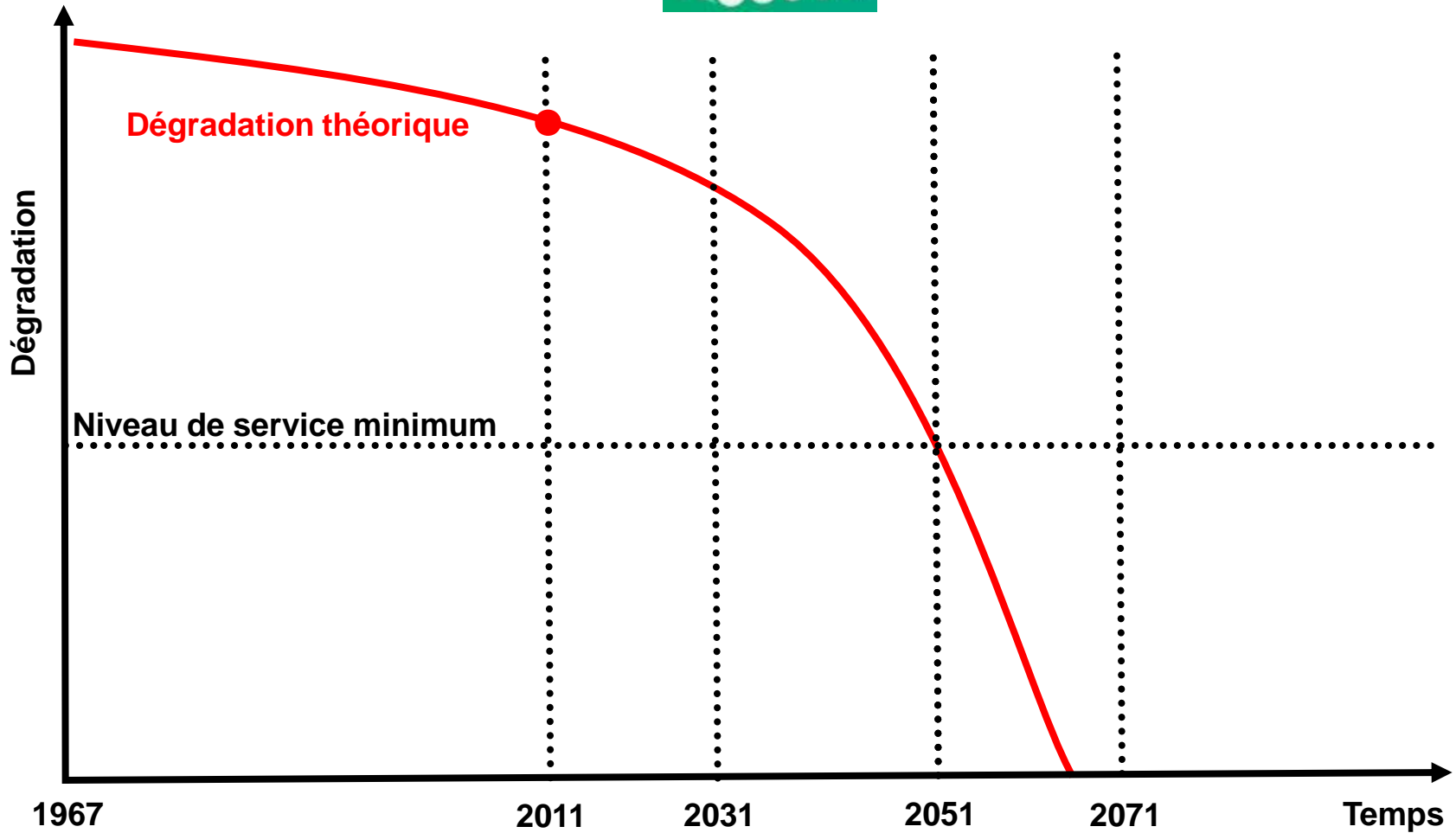


Application des politiques décisionnelles

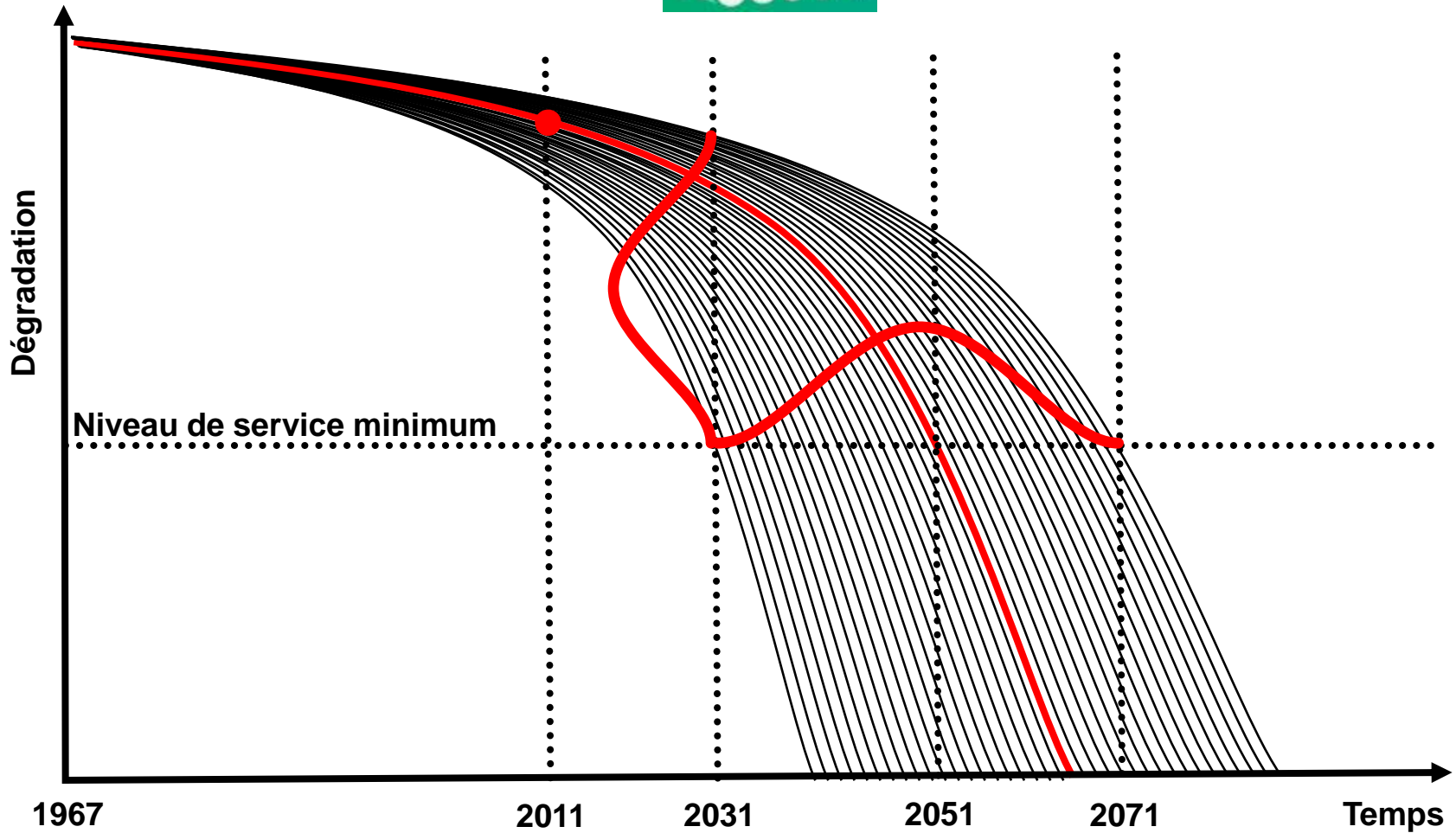


Estimation d'une intervention

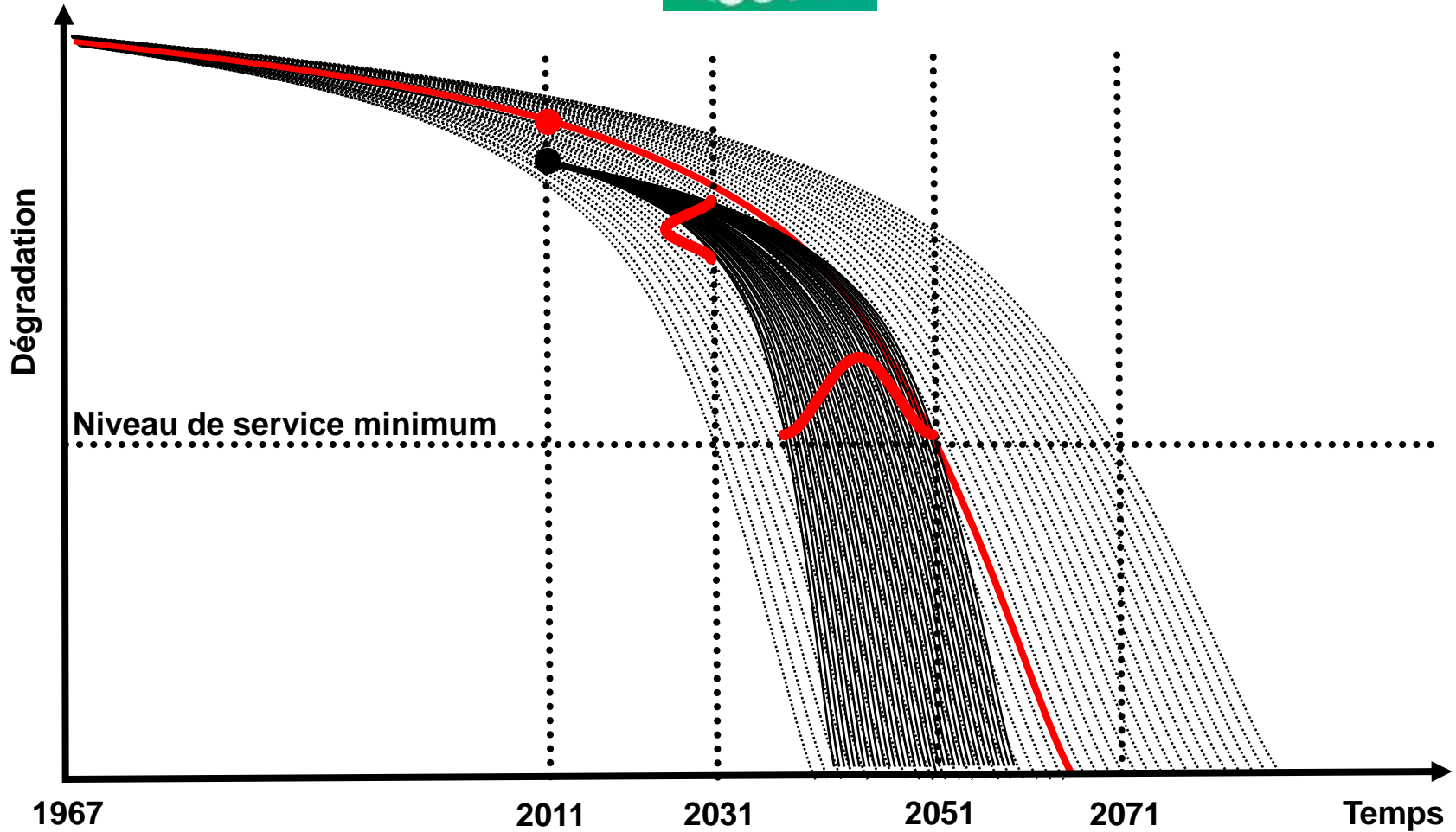
Dégradation et risque



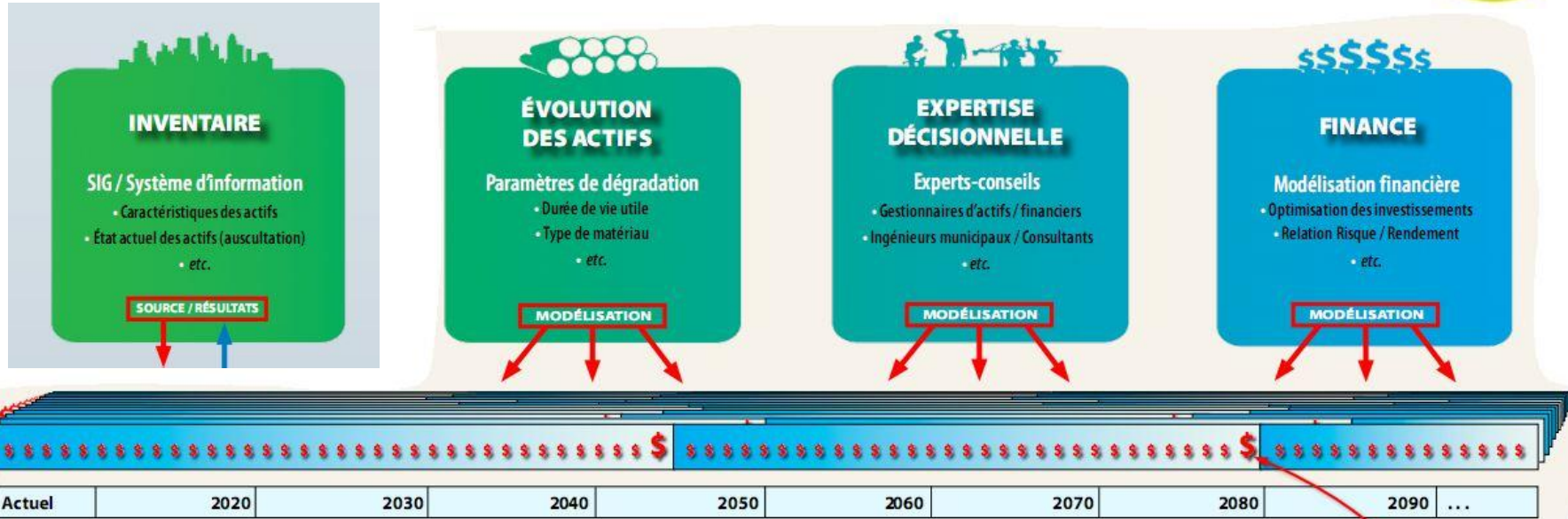
Dégradation et risque



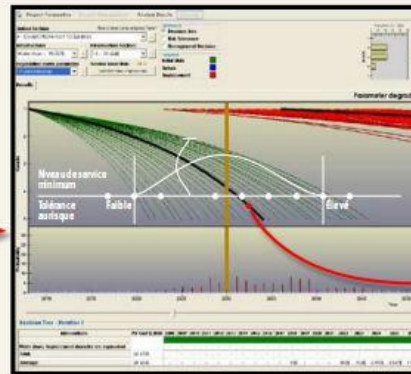
Dégradation et risque



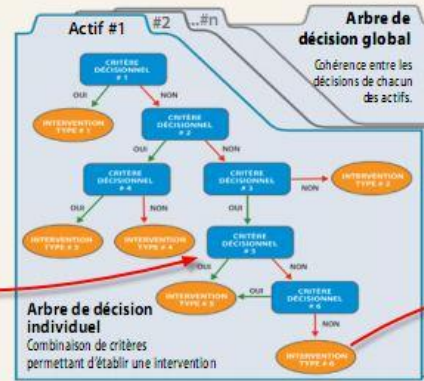
Modèle conceptuel



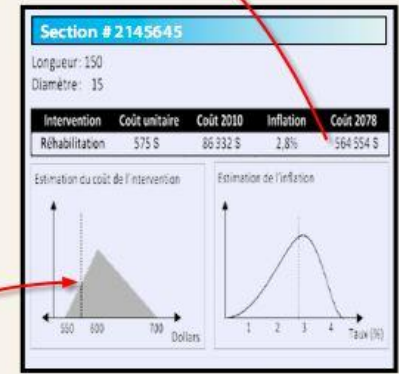
Sélection d'un actif



Simulation de son évolution



Application des politiques décisionnelles

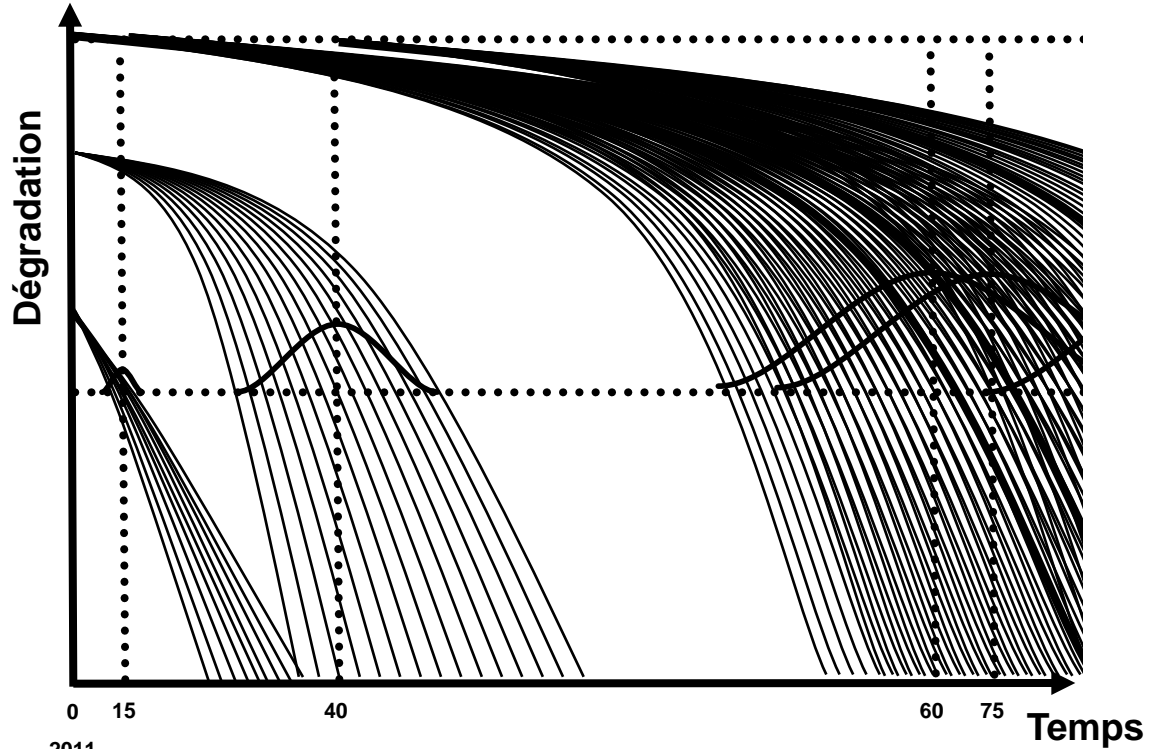


Estimation d'une intervention

Analyse financière



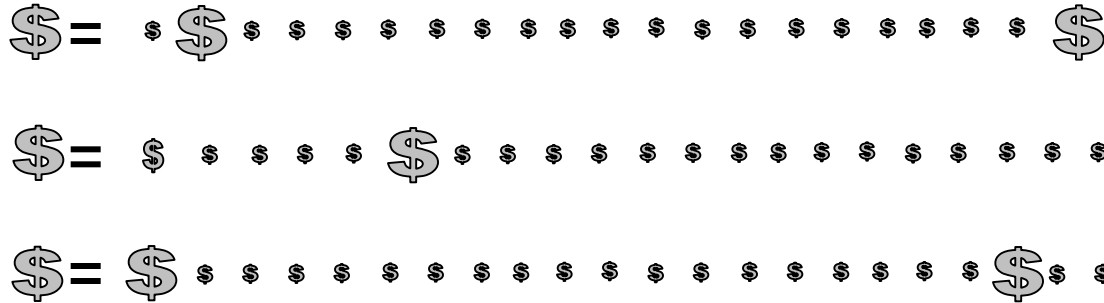
Quelle intervention a la probabilité d'avoir la plus petite valeur actuelle ?



Réparation

Réhabilitation

Reconstruction

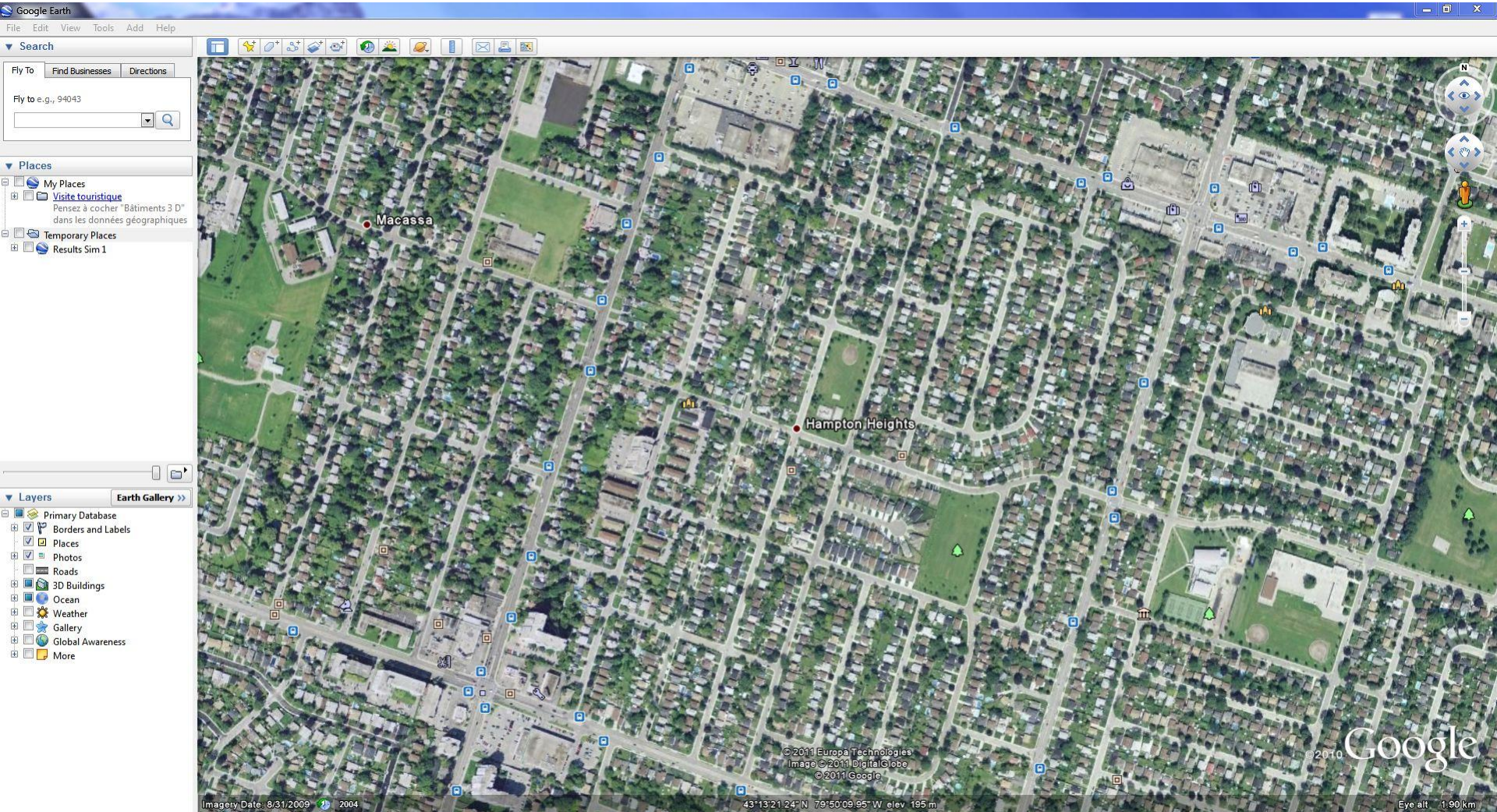


Exemple concret

- **InfraModex**
- **Utilisé dans plusieurs villes canadiennes et américaines**



Exemple : données sources



Exemple : plan d'action CT



Google Earth interface showing a street grid in Macassa, NJ. The map displays several streets highlighted in red with yellow arrows indicating a path. The highlighted streets are:

- SEVENTH AVE (1539844)
- EAST 44TH ST (1539853)
- EAST 45TH ST (1543333)
- EAST 44TH ST (1543252)
- EAST 45TH ST (1543325)
- NINTH AVE (1542847)
- TENTH AVE (1543115)
- ELEVENTH AVE (1543142)
- ELEVENTH AVE (1543133)
- EAST 45TH ST (1543300)

Other visible streets include Macassa, Hampton Heights, and various numbered streets. The interface includes search, places, and layers panels on the left, and navigation controls on the right. The bottom status bar shows coordinates and elevation.

Exemple : pour un tronçon



Google Earth

File Edit View Tools Add Help

Search

Fly To Find Businesses Directions

Fly to e.g., 1600 Pennsylvania Ave, 20006

Places

My Places

Visite touristique

Pensez à cocher "Bâtiments 3 D" dans les données géographiques

Temporary Places

Results Sim 1


- 0-4 years
- 5-9 years
- 10-14 years
- 15-19 years
- 20-24 years

Layers Earth Gallery

- Primary Database
- Borders and Labels
- Places
- Photos
- Roads
- 3D Buildings
- Ocean
- Weather
- Gallery
- Global Awareness
- More

EAST 44TH ST (1543252)

	No section	Length	Intervention	Year	Cost	Risk of Failure	Age Factor	Diameter / Width	Material / Relining	Construction Year	Hierarchy Level
Water	247958	171.20 m	Replacement	2018	134668\$	25 %	17.9 %	0.150 m	DUCTILE IRON PIPE	1999	N/A
Sewer	81323	73.00 m	Replacement	2018	58106\$	25 %	56.8 %	0.300 m	VITRIFIED CLAY PIPE	1945	N/A
Sewer	81324	64.00 m	Replacement	2018	50970\$	25 %	45.9 %	0.300 m	POLYVINYLCHLORIDE PIPE SEWER	1955	N/A
Road	1543252	170.00 m	Reconstruction	2018	288463\$	25 %	49.7 %	8.500 m	N/A	N/A	URBAN LOCAL - ASPHALT



Macassa

Hampton Heights

EAST 44TH ST (1543252)

EAST 45TH ST (1543325)

NINTH AVE (1542847)

TENTH AVE (1543115)

ELEVENTH AVE (1543142)

ELEVENTH AVE (1543133)

EAST 45TH ST (1543300)

© 2011 Google
© 2011 Europa Technologies
Image © 2011 DigitalGlobe

Imagery Date: 8/31/2009 2004

43°13'21.24" N 79°50'09.95" W elev. 195 m

Eye alt. 1.90 km

Exemple : courbes de dégradation



localhost/Default.aspx#/Views/Parameters/Degradations.xaml

InfraModex – Demo

#3 - Démo - Français

Liste des simulations

Paramètres de dégradation

Matrice de bris | Matrice de correspondance | Formules de dégradation | Chaîne de Markov | Réinitialisation des caractéristiques

Sélection des paramètres

Type d'actif: **Aqueduc** | Matériau: **Fonte grise** | Zone: **Global**

Caractéristique: **Indice de condition** | Catégorie: **0,0000 - 0,1500 m**

Formules de dégradation

Distribution

Valeurs prédéfinies :

Appliquer la matrice en cours à d'autres Matériaux

Coefficients

$$(A \times (1 + Be^{(C+Dx)} + Ex))^F - G$$

	Min.	Valeur	Max.
A	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>
B	<input type="text" value="-1"/>	<input type="text" value="-1"/>	<input type="text" value="1"/>
C	<input type="text" value="-10"/>	<input type="text" value="-5"/>	<input type="text" value="10"/>
D	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10"/>
E	<input type="text" value="-1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>
F	<input type="text" value="-1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
G	<input type="text" value="-100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="100"/>

Enregistrer | Annuler

Exemple : arbres de décision



Arbres de décision

localhost/Default.aspx#/Views/Parameters/DecisionTrees.xaml

InfraModex – Demo

#3 - Démo - Français

Liste des simulations

- Paramètres de projet
 - Liste des groupes d'actifs
 - Paramètres de simulation
 - Arbres de décision**
 - Paramètres de dégradation
 - Matériaux
 - Paramètres de coûts
- Résultats
 - Tableau de bord
 - Rapports
 - Gestion

Arbres

- Arbre global
 - Arbre de pérennité
 - Aqueduc
 - Égout sanitaire
 - Voirie
 - Arbre d'intervention
 - Aqueduc
 - Égout sanitaire
 - Voirie

File

Critères Interventions

- Âge / durée de vie utile (%)
- Années depuis la dernière inspection
- Catégorie - Dernière interv.
- Catégorie d'actifs
- Entrées de service en plomb
- Gaine interne absente
- Hazen-Williams
- Hiérarchie
- Indice de condition
- Indice de pression statique
- Matériau
- Nombre de bris cette année

Overview

Exemple : analyse d'un tronçon



Tableau de bord | localhost/Default.aspx#/Views/Results/Dashboard.xaml

InfraModex – Demo

#3 - Démo - Français

Liste des simulations

- Paramètres de projet
 - Liste des groupes d'actifs
 - Paramètres de simulation
 - Arbres de décision
 - Paramètres de dégradation
 - Matériaux
 - Paramètres de coûts
- Résultats
- Tableau de bord
- Rapports
- Gestion

Résultats

Groupe d'actifs #789 : Saint-Charles-Borromée Nord (Garneau - Lévis) - (237 669 \$)

Actifs	Tous les Actifs	Aqueduc - 6819	Aqueduc - 7059	Égout - 827	Voirie - 67	Voirie - 767
		4 259 \$	17 836 \$	18 056 \$	97 492 \$	100 027 \$

Scénario: Décision administrative | Caractéristique: Ratio de la durée de vie | 19 % Risque d'échec

Tous		237 669 \$
Aqueduc		22 095 \$
Égout sanitaire		18 056 \$
Voirie		197 519 \$

Satellite | Plan

Propriétés du Grouped'Actifs

Rue	Saint-Charles-Borromée Nord
De	Garneau
À	Lévis
Commentaire	
Tolérance au risque	30
Arrondissement	----
Juridiction	N.D.

Propriétés Initiales de l'Actif

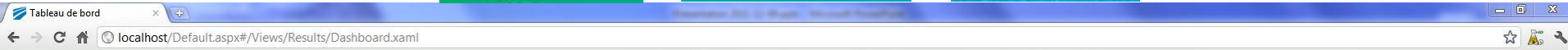
Matériau	Fonte ductile
Zone	Global
Catégorie	0.3000 - 0.3302 m
Date de construction	1994-01-01
Longueur	77,761017
Largeur	N.D.
Diamètre	0,3

Caractéristiques évolutives

Hiérarchie	Hiérarchie A 2C
------------	-----------------

Données cartographiques ©2011 Google Imagerie ©2011 GeoEye - Conditions d'utilisation

Exemple : analyse des résultats



InfraModex – Demo

- #3 - Démo - Français
- Liste des simulations
 - Paramètres de projet
 - Liste des groupes d'actifs
 - Paramètres de simulation
 - Arbres de décision
 - Paramètres de dégradation
 - Matériaux
 - Paramètres de coûts
 - Résultats
 - Tableau de bord
 - Rapports
 - Gestion

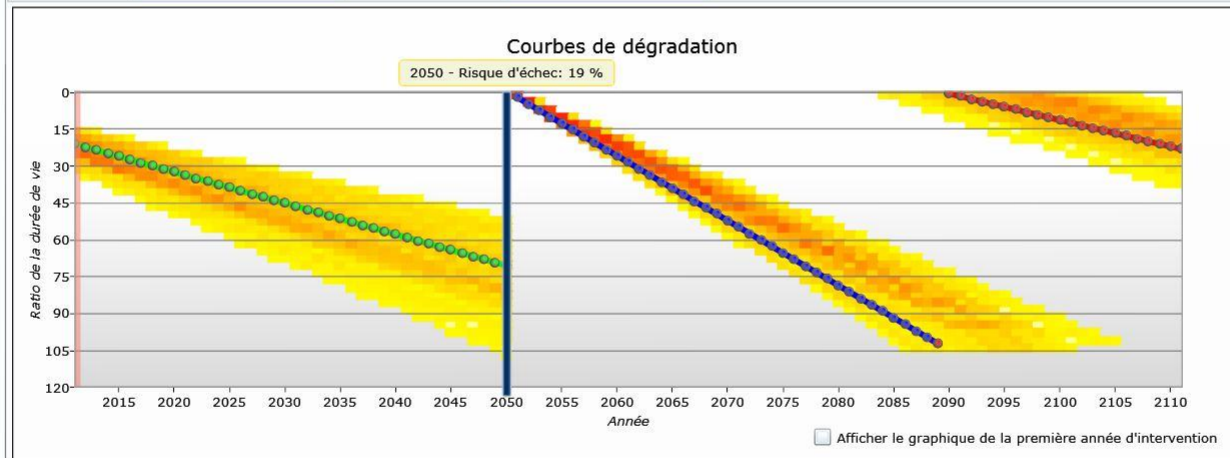
Résultats Groupe d'actifs | Détails du groupe d'actifs | Distribution des coûts | Courbes de dégradation | Pas à pas

Groupe d'actifs #789 : Saint-Charles-Borromée Nord (Garneau - Lévis) - (237 669 \$)

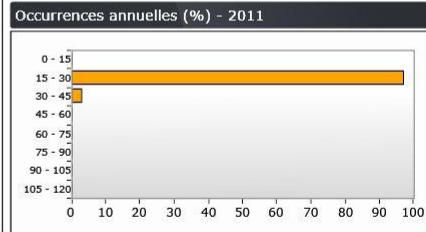
Actifs	Tous les Actifs	Aqueduc - 6819	Aqueduc - 7059	Égout - 827	Voirie - 67	Voirie - 767
		4 259 \$	17 836 \$	18 056 \$	97 492 \$	100 027 \$

Scénario: Décision administrative | Caractéristique: Ratio de la durée de vie | 19 % Risque d'échec

Tous	237 669 \$
Aqueduc	22 095 \$
Égout sanitaire	18 056 \$
Voirie	197 519 \$



Matériau	Fonte ductile
Catégorie	0.3000 - 0.3302 m
Génération	1
Âge	17
Durée de vie	79
Âge / durée de vie utile (%)	21,52
Catégorie - Dernière interv.	WT Pas d'intv
Entrées de service en plomb	Faux



Décision administrative - Itération 1

Intervention	VA \$ 2011	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061
Réhabilitation non structurale d'aqueduc	13 383 \$								129 862 \$											
Remplacement d'aqueduc	12 373 \$																			
Réparation de bris d'aqueduc au besoin	0 \$																			
TOTAL	25 756 \$								129 862 \$											
MOYENNE	19 213 \$		394 \$		401 \$		348 \$	375 \$	97 845 \$											

Exemple : analyse des coûts



Tableau de bord | localhost/Default.aspx#/Views/Results/Dashboard.xaml

InfraModex – Demo

#3 - Démo - Français

Liste des simulations

Résultats

Groupe d'actifs #789 : Saint-Charles-Borromée Nord (Garneau - Lévis) - (237 669 \$)

Actifs	Tous les Actifs	Aqueduc - 6819	Aqueduc - 7059	Égout - 827	Voirie - 67	Voirie - 767
		4 259 \$	17 836 \$	18 056 \$	97 492 \$	100 027 \$

Actif #7059

Réhabilitation non structurale d'aqueduc

Zone: Global
 Taux d'inflation: 3,80 %
 Année de référence des coûts: 2010
 Coût inflationné en 2050 (40 ans): 129 861,97 \$

Activité	Min.	Mode	Max.	Coût unitaire	Coût (\$)
REHAB NON STRUCTURALE	300,00 \$	350,00 \$	400,00 \$	375,6868 \$	129 862 \$
Total					129 862 \$

19 % Risque d'échec

Matériau: Fonte ductile
 Catégorie: 0.3000 - 0.3302 m
 Génération: 1
 Âge: 17
 Durée de vie: 79
 Âge / durée de vie utile (%): 21,52
 Catégorie - Dernière interv.: WT Pas d'intv
 Entrées de service en plomb: Faux

Occurrences annuelles (%) - 2011

0 - 15
 15 - 30
 30 - 45
 45 - 60
 60 - 75
 75 - 90
 90 - 105
 105 - 120

375,6868 \$ × 77,76 × (1 + 0,038)⁴⁰ = 129 862 \$
 Coût unitaire × Longueur × Inflation = Activity Cost

Ok

Intervention	VA \$ 2011	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061
Réhabilitation non structurale d'aqueduc	13 383 \$																			
Remplacement d'aqueduc	12 373 \$																			
Réparation de bris d'aqueduc au besoin	0 \$																			
TOTAL	25 756 \$																			
MOYENNE	19 213 \$	394 \$			401 \$		348 \$		375 \$											

Exemple : analyse pas à pas



Tableau de bord | localhost/Default.aspx#/Views/Results/Dashboard.xaml

InfraModex - Demo

- #3 - Démo - Français
- Liste des simulations
- Paramètres de projet
 - Liste des groupes d'actifs
 - Paramètres de simulation
 - Arbres de décision
 - Paramètres de dégradation
 - Matériaux
 - Paramètres de coûts
- Résultats
- Tableau de bord
- Rapports
- Gestion

Résultats | Groupe d'actifs | Détails du groupe d'actifs | Distribution des coûts | Courbes de dégradation | Pas à pas

Groupe d'actifs #789 : Saint-Charles-Borromée Nord (Garneau - Lévis) - (237 669 \$)

Actifs	Tous les Actifs	Aqueduc - 6819	Aqueduc - 7059	Égout - 827	Voirie - 67	Voirie - 767
		4 259 \$	17 836 \$	18 056 \$	97 492 \$	100 027 \$

Scénario: Décision administrative | Caractéristique: Ratio de la durée de vie | 19 % Risque d'échec

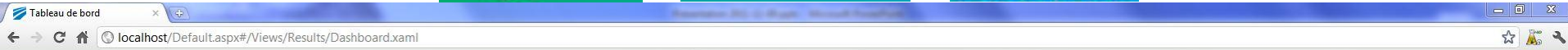
Aqueduc - Arbre global - Aucune intervention à l'aqueduc (Catégorie)

Caractéristiques évolutives - 2011	
Longueur	///,6101/
Largeur	N.D.
Diamètre	0,3
Matériau	Fonte ductile
Catégorie	0.3000 - 0.3302 m
Génération	1
Âge	17
Durée de vie	79
Âge / durée de vie utile (%)	21,52
Catégorie - Dernière interv.	WT Pas d'intv
Entrées de service en plomb	Faux
Hiérarchie	Hiérarchie A
Nombre de bris cette année	0
Taux de bris	0

Décision administrative - Itération 1

Intervention	VA \$ 2011	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061
Réhabilitation non structurale d'aqueduc	13 383 \$								129 862 \$											
Remplacement d'aqueduc	12 373 \$																			
Réparation de bris d'aqueduc au besoin	0 \$																			
TOTAL	25 756 \$								129 862 \$											
MOYENNE	19 213 \$		394 \$		401 \$		348 \$	375 \$	97 845 \$											

Exemple : risque financier



InfraModex – Demo

- #3 - Démo - Français
- Liste des simulations
 - Paramètres de projet
 - Liste des groupes d'actifs
 - Paramètres de simulation
 - Arbres de décision
 - Paramètres de dégradation
 - Matériaux
 - Paramètres de coûts
 - Résultats
 - Tableau de bord
 - Rapports
 - Gestion

Résultats

Groupe d'actifs #789 : Saint-Charles-Borromée Nord (Garneau - Lévis) - (237 669 \$)

Actifs

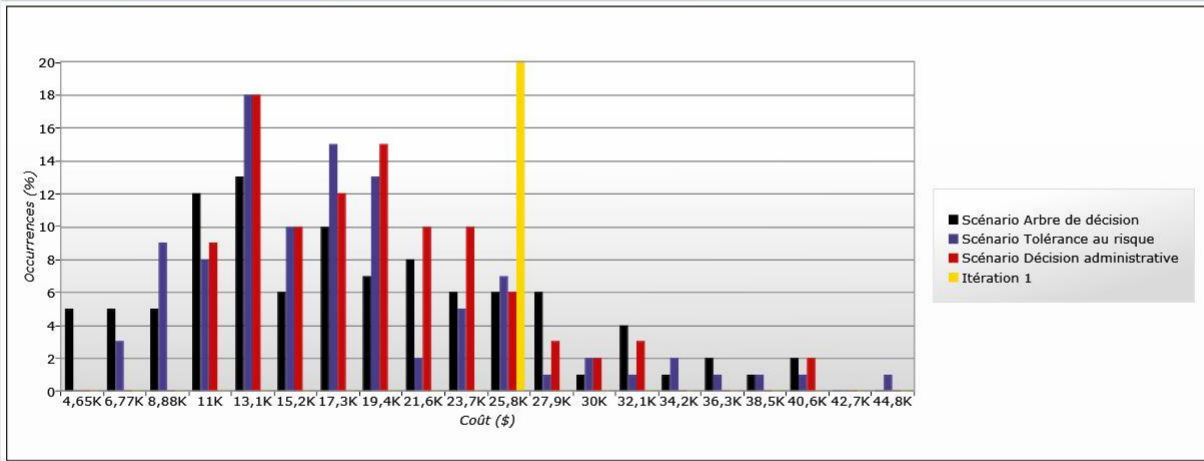
Tous les Actifs	Aqueduc - 6819	Aqueduc - 7059	Égout - 827	Voirie - 67	Voirie - 767
	4 259 \$	17 836 \$	18 056 \$	97 492 \$	100 027 \$

Scénario Décision administrative

Caractéristique Ratio de la durée de vie

19 % Risque d'échec

Tous	237 669 \$
Aqueduc	22 095 \$
Égout sanitaire	18 056 \$
Voirie	197 519 \$



Propriétés du Grouped'Actifs	
Rue	Saint-Charles-Borromée Nord
De	Garneau
À	Lévis
Commentaire	
Tolérance au risque	30
Arrondissement	----
Juridiction	N.D.

Propriétés Initiales de l'Actif	
Matériau	Fonte ductile
Zone	Global
Catégorie	0.3000 - 0.3302 m
Date de construction	1994-01-01
Longueur	77,761017
Largeur	N.D.
Diamètre	0,3

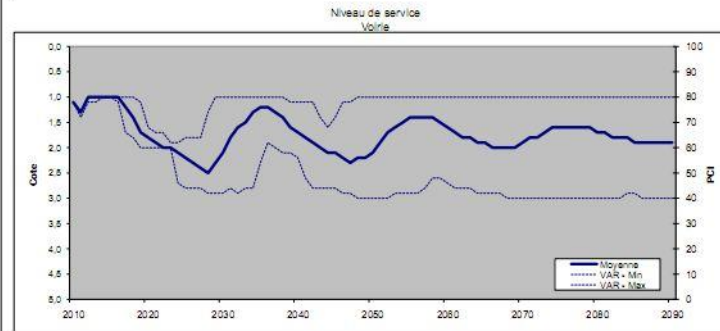
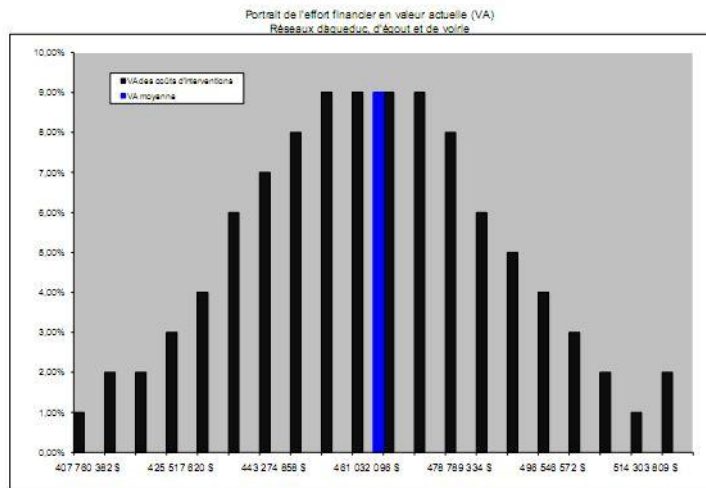
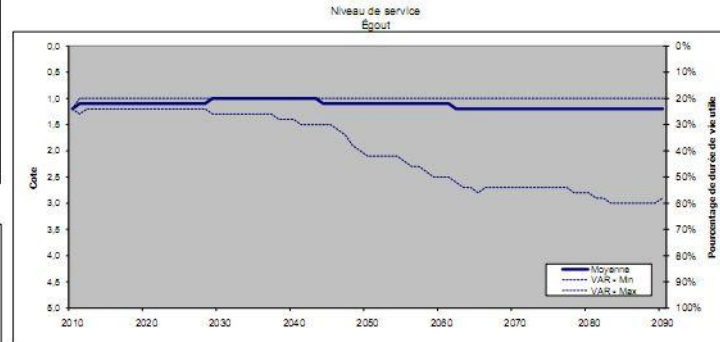
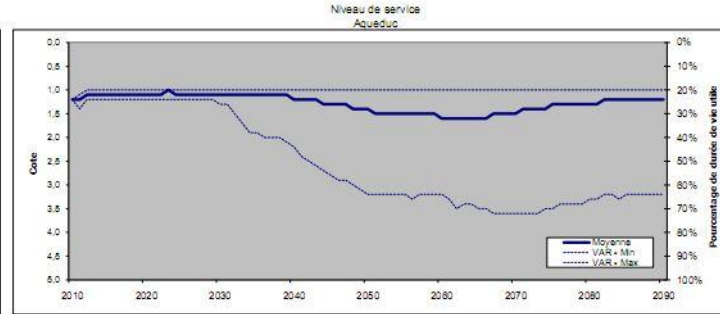
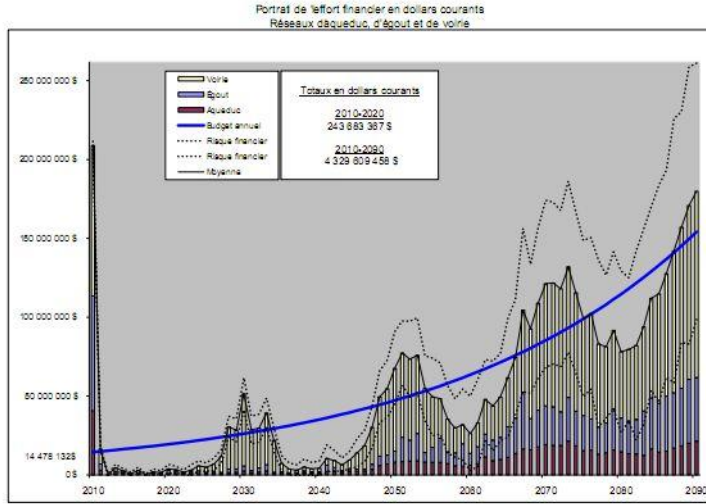
Décision administrative - Itération 1

Intervention	VA \$ 2011	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061
Réhabilitation non structurale d'aqueduc	13 383 \$								129 862 \$											
Remplacement d'aqueduc	12 373 \$																			
Réparation de bris d'aqueduc au besoin	0 \$																			
TOTAL	25 756 \$								129 862 \$											
MOYENNE	19 213 \$		394 \$		401 \$		348 \$	375 \$	97 845 \$											

Exemple : tableau de bord (LT)



INFRAMODEX™ - Tableau de bord - Scénario de base



Conclusion

- **Travail d'équipe
(experts municipaux +
analystes financiers)**
- **Mettre en valeur la mine d'or
de données déjà disponibles**
- **Mettre en valeur la mine d'or de
connaissances des experts
municipaux déjà en place**
- **Optimiser chaque \$ investi à
l'aide de la simulation**
- **Simplifier la tâche du
preneur de décision**
- **Objectif : pérennité des actifs**



Conclusion

Objectif : pérennité des actifs



À long terme, comment aimeriez-vous voir vos actifs ?

Merci !

Pierre Lévesque, CFA

Vice-président marketing

T : (514) 845-2500 poste 2650

C : (514) 944-5509

pierrelevesque@solutionsmodex.com

Solutions Modex

300, rue du St-Sacrement, bureau 8

Montréal (Québec) H2Y 1X4

www.solutionsmodex.com

Site Web InfraModex

www.inframodex.com