

FONDS SUR L'INFRASTRUCTURE  
MUNICIPALE RURALE

**Ce projet a fait l'objet  
d'une aide financière  
dans le cadre du**

**Fonds sur l'infrastructure municipale  
rurale**

FIMR 2 : L'analyse des coûts sur le cycle de vie pour assister le gestionnaire municipal dans sa prise de décision.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Préambule

- ❖ La Ville de Rivière-du-Loup a connu, ces vingt dernières années, un essor géographique, résidentiel, commercial et industriel soutenu.
- ❖ L'annexion d'un secteur limitrophe non desservi en 1997 (alors que nous terminions l'implantation du programme d'Assainissement des eaux) et la fusion de la paroisse de Saint-Patrice en 1999 ont majoré la superficie de la Ville de 30%. Cela a contribué à la diversification du territoire.
- ❖ La Ville a œuvré à la promotion du secteur industriel et des PME. Cela a exigé le prolongement de ses infrastructures et permis la dynamisation de son économie.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Préambule (suite)

Pour orienter sa planification stratégique, la Ville de Rivière-du-Loup a adhéré à l'approche « The Natural Steps » dont voici les principes de base;

- ❖ Limiter notre dépendance aux énergies fossiles et aux métaux lourds;
- ❖ Réduire ou éliminer l'utilisation des produits chimiques synthétiques;
- ❖ Réduire et même éliminer notre destruction de la nature; et,
- ❖ S'assurer que nous ne sacrifions pas la capacité des individus de subvenir à leurs besoins.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Préambule (suite)

Le programme FIMR 2, dont nous présentons les grandes lignes, rejoint les objectifs préconisés par la Ville dans sa planification stratégique car il favorise la pérennité des infrastructures au moindre coût en mobilisant le moins de ressources possible.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Description du projet

## Objectifs

- ❖ Établir une fonction de l'évolution des coûts d'entretien selon l'état de l'infrastructure; et,
- ❖ Élaborer un indicateur pour permettre de donner priorité aux infrastructures dont les conditions économiques sont favorables à une intervention à court terme.

## Étapes de réalisation

- ❖ Recherche bibliographique sur les sujets à l'étude;
- ❖ Définir une méthode d'évaluation des coûts d'entretien qui tient compte de l'évolution de l'état de l'infrastructure;
- ❖ Définir une méthode d'évaluation des coûts sur le cycle de vie;
- ❖ Définir la fonction de mise en priorité des tronçons en utilisant le résultat de l'évaluation des coûts sur le cycle de vie comme intrant;
- ❖ Préparer les données expérimentales (provenant de la Ville); et,
- ❖ Expérimenter et analyser les écarts.



# Volet 1 – Coûts d'entretien et hypothèses de départ

Les coûts d'entretien d'un réseau de services municipaux augmentent en fonction de la dépréciation de l'état;

Les coûts directs d'entretien pour chacun des réseaux sont notamment :

- ❖ Eau potable: réparations de bris;
- ❖ Égouts: réparation d'effondrement, alésage, colmatage; et,
- ❖ Chaussée: réparation d'affaissement (nids-de-poule).

D'autres facteurs peuvent s'ajouter dans les coûts directs



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Volet 1 – Coûts d'entretien

Une majorité de municipalités n'ont pas de registres documentés des coûts inhérents à l'entretien des infrastructures;

Les dépenses en entretien sont cumulées sur l'ensemble des équipements, difficilement attribuable à un équipement spécifique ce qui permettrait d'en connaître l'historique; et,

Recherche bibliographique pour découvrir les avancées dans le domaine.



Ville de  
Rivière-du-Loup





# Références

## Eau potable

- ❖ *Probabilistic value analysis methodology for public water supply systems*, Jung et al. (2009)

## Égouts

- ❖ Aucune

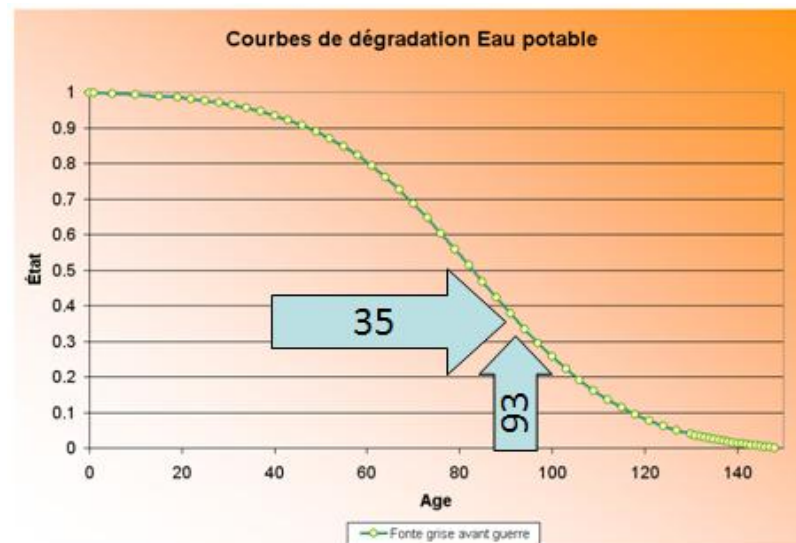
## Chaussées

- ❖ *User cost savings in eliminating pavement excavations through employing trenchless technologies*, Tighe et al. (2002)
- ❖ *Annualized Road Works Cost Estimates for Unpaved Roads*, Huntington & Ksaibati (2009)



# Méthode retenue

Évolution de l'état en fonction de l'âge et de certaines propriétés de l'infrastructure



Grille de coûts en fonction d'un état associé à l'infrastructure

État	Coûts Réparation \$/km/an	Coûts Nettoyage \$/km/an	Coûts Alésage \$/km/an	Coûts Colmatage \$/km/an	Coûts sociaux \$/km/an	Coûts totaux d'entretien \$/km/an
1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.9	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.8	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.7	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.6	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.3	\$20,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$20,000
0.2	\$40,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$40,000
0.1	\$60,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$60,000
0	\$80,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$80,000

Ces coûts sont inconnus et mal documentés, mais pourront s'ajouter au prototype au fil du temps



Ville de  
Rivière-du-Loup



## Volet 2 – Indicateur d'opportunité économique

Les tronçons (projets) présentés au plan d'intervention tiennent compte actuellement du pire état constaté sur les infrastructures « Worst first »;

L'opportunité économique d'un tronçon (projet) traduit une situation pour laquelle il est économiquement rentable d'intervenir (profil de coûts futurs ascendant) à court terme plutôt que d'attendre avant d'intervenir; et,

L'indicateur d'opportunité économique est déduit d'une analyse des coûts sur le cycle de vie.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Références

*Life-Cycle Cost Analysis Primer*, U.S. Department of Transportation (2002)

## Étapes de réalisation

- ❖ Établir les alternatives d'intervention;
- ❖ Déterminer les séquences et la durée des interventions possibles;
- ❖ Estimer les coûts;
- ❖ Calculer les coûts sur le cycle de vie; et,
- ❖ Analyser les résultats.

## Paramètres

- ❖ Période d'analyse; et,
- ❖ Taux d'inflation et taux d'actualisation.

## Types de coûts à considérer

- ❖ Ugarelli et al. (2009) , Jung et al. (2009)



# Références

*Forecasting Long-Term Funding Needs for Cast Iron Water Mains from Analysis of Failure Histories,*  
Gustafson et al. (2007)

- ❖ Optimum des coûts sur le cycle de vie vs actualisation

*Élaboration d'un cadre de système d'aide à la gestion et à l'entretien (SAGE) des infrastructures civiles,* Bruxelles, C. (2005)

- ❖ Analyse des coûts intégrés sur le cycle de vie



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Volet 2 – Indicateur d'opportunité économique

## Hypothèses de départ

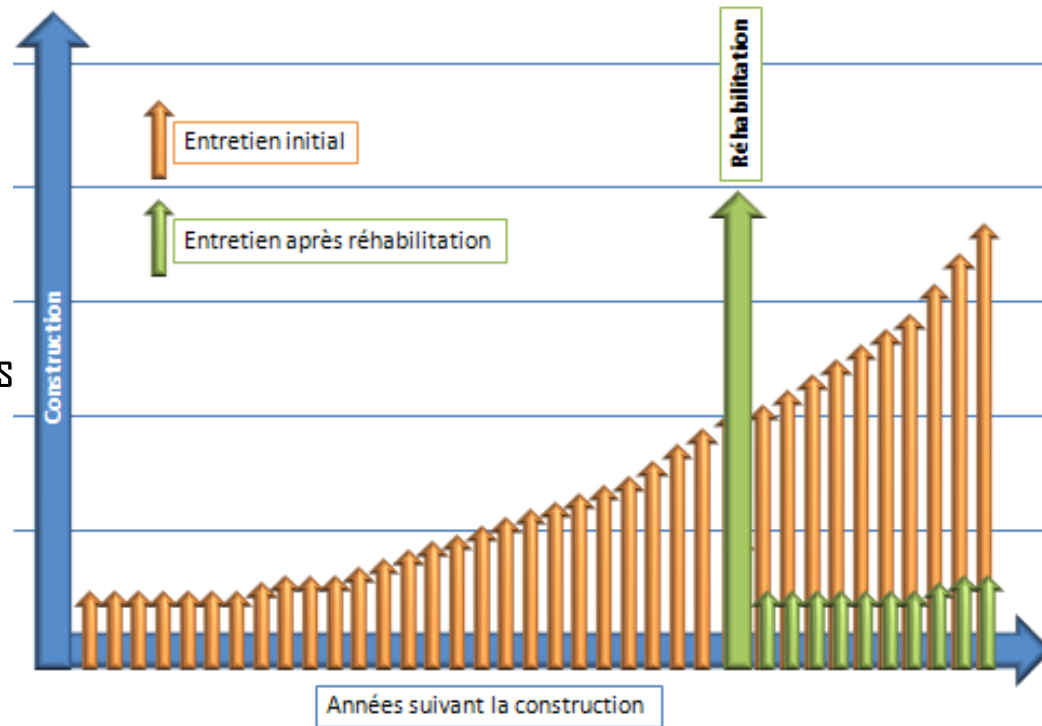
- La durée de vie d'une infrastructure est principalement tributaire de son matériau et de son âge;
- Il existe un état limite d'une infrastructure où la réhabilitation n'est plus applicable;
- À la fin de la durée de vie, une infrastructure est forcée en remplacement;
- La durée de vie d'une réhabilitation d'une infrastructure souterraine est fixée à 50 ans; et,
- Si une infrastructure a un état déduit d'une inspection visuelle ou d'un relevé spécialisé, cette information prévaut sur l'âge de l'infrastructure. Ainsi, on déduira un âge virtuel en fonction de l'état constaté et la courbe de durée de vie.



# Méthode retenue

Établir le profil des coûts d'une infrastructure et d'un tronçon; et,

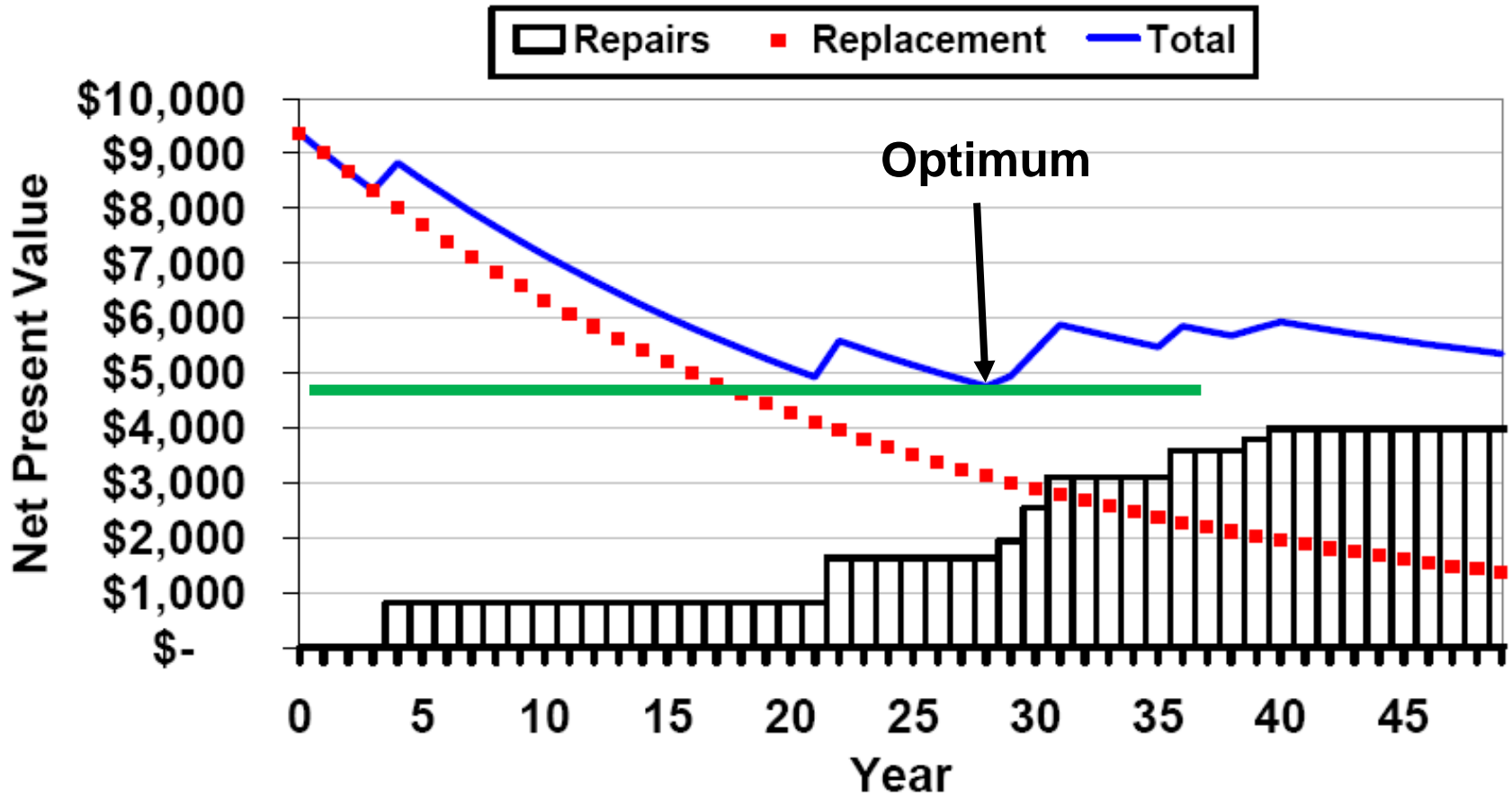
Actualiser les coûts de chacune des séquences d'intervention.



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Méthode retenue



Source: Gustafson et al. (2007)



Ville de  
Rivière-du-Loup





# Indicateur d'ACCV

Statut	Description	Cote
Urgent (Rouge)	L'année d'intervention optimale est dépassée. Le profil des coûts ont une tendance ascendante.	0
Court terme (Orange)	L'année d'intervention optimale est projetée dans les 5 prochaines années. Le profil des coûts sont relativement stables puis prennent une tendance ascendante.	1
Moyen terme (Jaune)	L'année d'intervention optimale est projetée dans les 5 à 10 prochaines années. Le profil des coûts ont une tendance descendante pour atteindre un optimum d'ici 10 ans.	2
Long terme (Bleu)	L'année d'intervention optimale est projetée dans plusieurs années. Le profil des coûts ont une tendance descendante pour atteindre un optimum dans au-delà de 10 ans.	3



# Prototype de calcul

Preuve\_Concept\_v4.xlsx:2

	B	C	E	F	G	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	Aqueduc	Limite État	Coûts	Ratio		État	Nombre Bris/km/an	Coûts Bris \$/km/an	Coûts Pertes d'eau \$/km/an	Coûts Ringage \$/km/an	Coûts détection de fuite	Coûts sociaux \$/km/an	Coûts totaux d'entretien \$/km/an	
4						1	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
5	Rehabilitation	0.5	400 \$	50%		0.9	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
6	Remplacement	0.25	800 \$			0.8	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
7	Limite	0.1				0.7	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
8						0.6	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
9						0.5	1	\$5,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$5,000	
10						0.4	1	\$5,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$5,000	
11						0.3	2	\$10,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$10,000	
12	Coût unitaire réparation		\$5,000			0.2	3	\$15,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$15,000	
13						0.1	4	\$20,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$20,000	
14						0	6	\$30,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$30,000	
15														

Preuve\_Concept\_v4.xlsx:3

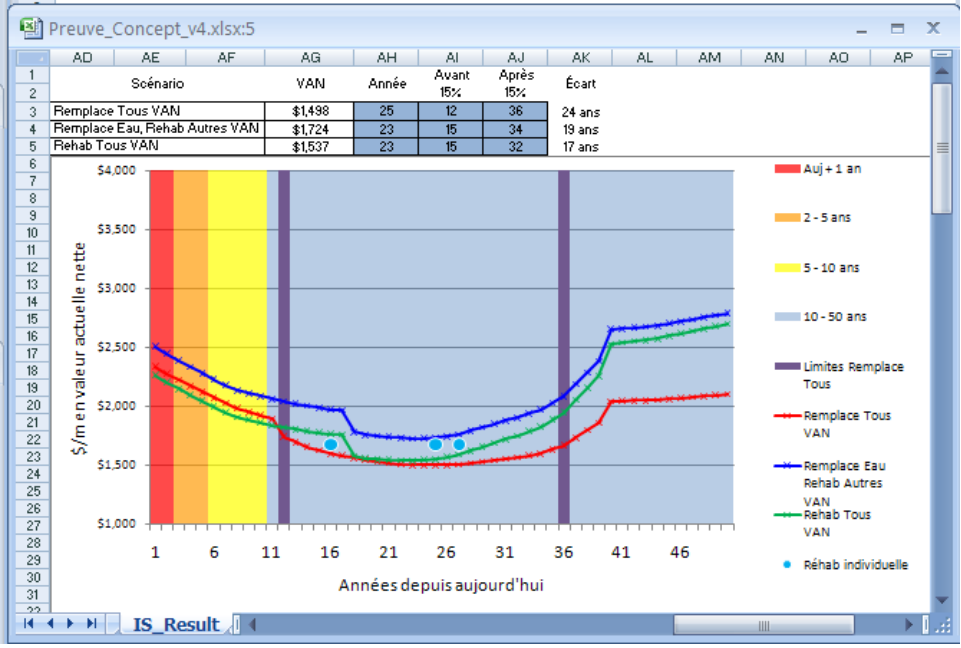
	W	X	Z	AA	AE	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
	Égouts	Limite État	Coûts	Ratio		État	Coûts Réparation \$/km/an	Coûts Nettoyage \$/km/an	Coûts Alésage \$/km/an	Coûts Colmatage \$/km/an	Coûts sociaux \$/km/an	Coûts totaux d'entretien \$/km/an	
4						1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
5	Rehabilitation	0.5	450 \$	60%		0.9	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
6	Remplacement	0.25	750 \$			0.8	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
7	Limite	0.1				0.7	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
8						0.6	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
9						0.5	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
10						0.4	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
11						0.3	\$20,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$20,000	
12	Coût unitaire réparation		\$20,000			0.2	\$40,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$40,000	
13						0.1	\$60,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$60,000	
14						0	\$80,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$80,000	

Preuve\_Concept\_v4.xlsx:4

	AR	AS	AU	AV	AW	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ
	Chaussée	Limite État	Coûts	Ratio		État	Coûts Réparations \$/km/an	Coûts sociaux \$/km/an	Coûts totaux d'entretien \$/km/an					
4						1	\$0	\$0	\$0					
5	Rehabilitation	0.5	30 \$	25%		0.9	\$7,000	\$0	\$7,000					
6	Remplacement	0.25	120 \$			0.8	\$7,000	\$0	\$7,000					
7	Limite	0.1				0.7	\$14,000	\$0	\$14,000					
8						0.6	\$14,000	\$0	\$14,000					
9						0.5	\$35,000	\$0	\$35,000					
10						0.4	\$35,000	\$0	\$35,000					
11						0.3	\$70,000	\$0	\$70,000					
12	Coût unitaire réparation		\$1,000			0.2	\$70,000	\$0	\$70,000					
13						0.1	\$140,000	\$0	\$140,000					
14						0	\$280,000	\$0	\$280,000					

Preuve\_Concept\_v4.xlsx:1

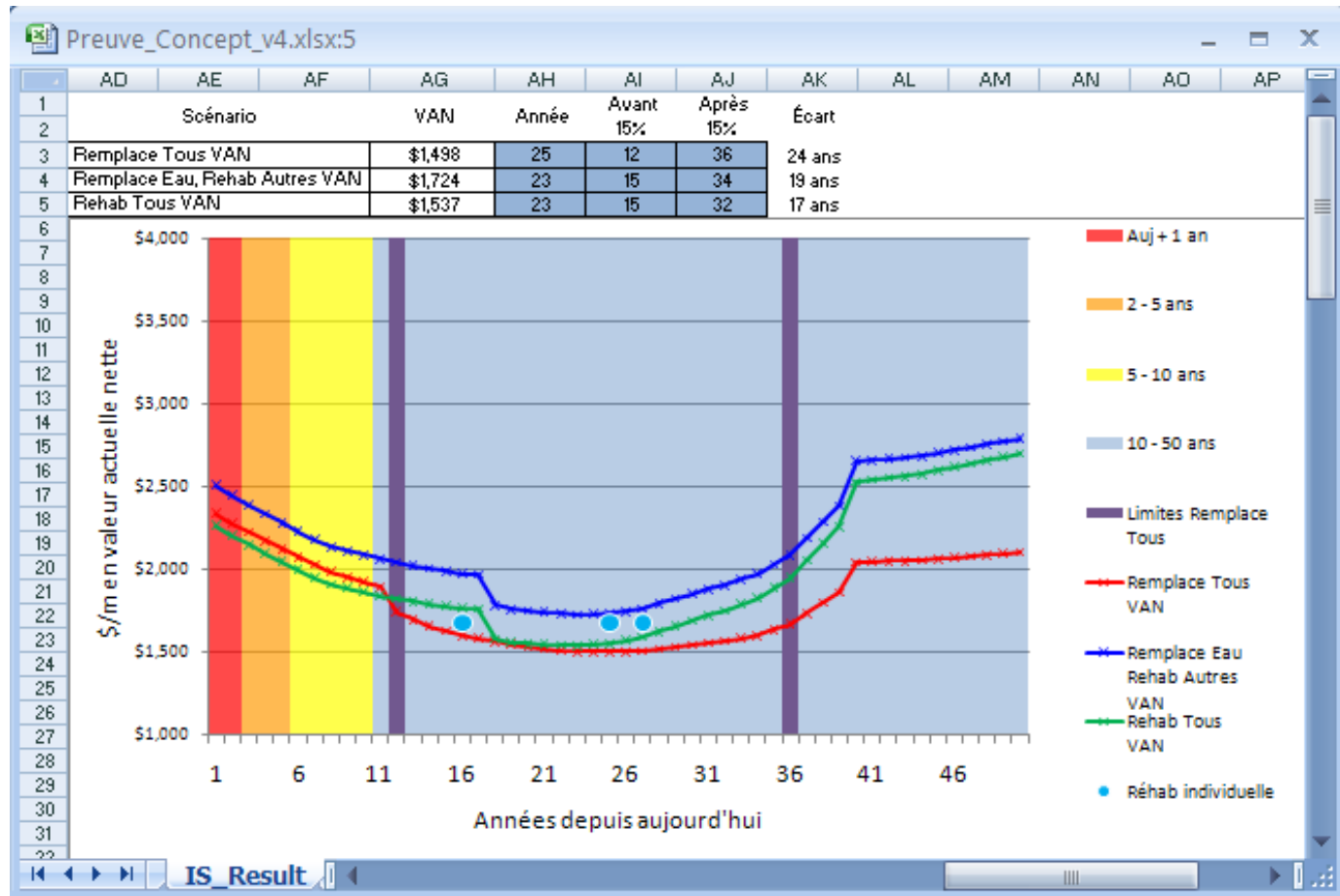
	B	D	E	F	G	H	I
1			Taux	3%			
2	Réseau	Famille	Durée de vie	Condition	Age	Final Age	Longueur/Surface
3	Eau potable	Fonte ductile non revêtue	84		61	61	1 m
4	Egouts	Béton armé	105		61	61	1 m
5	Chaussée	Locale rurale	38		4	4	7 m²



Ville de Rivière-du-Loup



# Résultats



# Analyses de sensibilité

Coûts d'entretien

Durée de vie

Taux d'actualisation

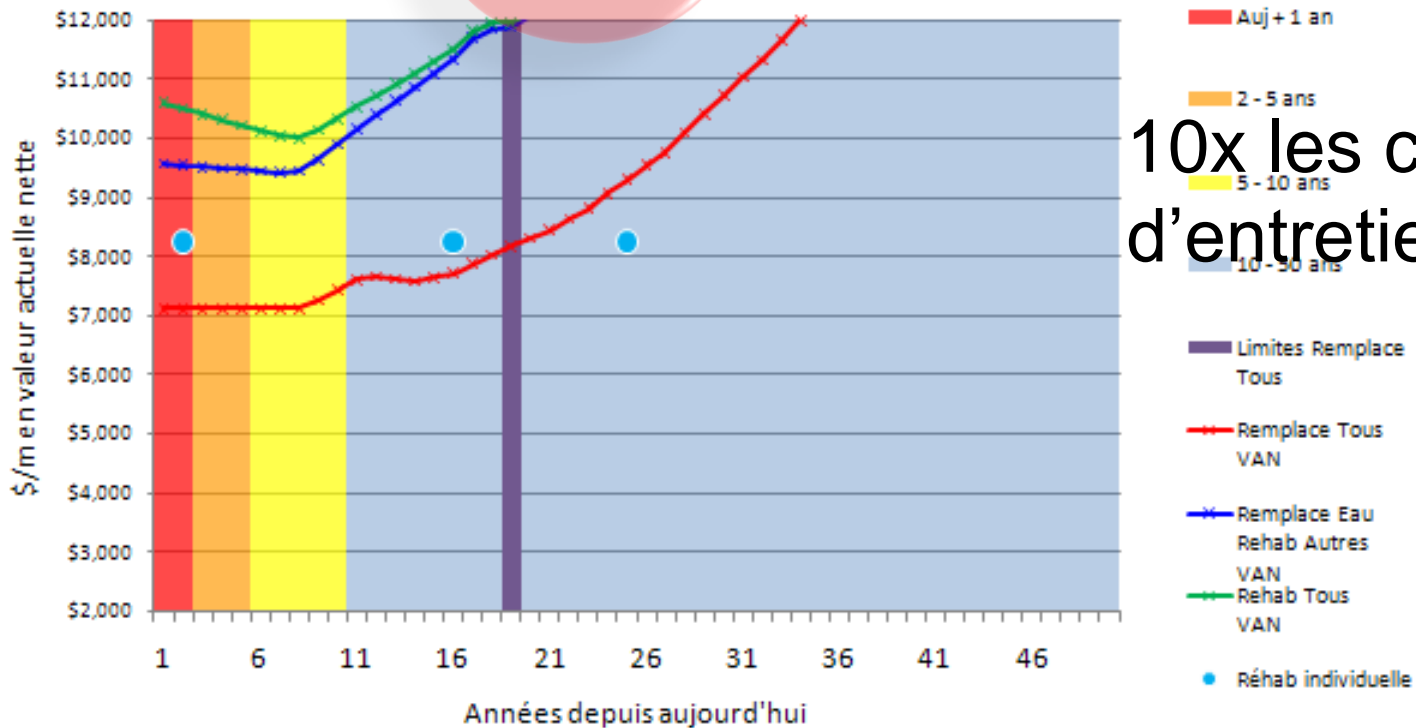


Ville de  
Rivière-du-Loup



# Sensibilité – Coûts d'entretien

Scénario	VAN	Année	Avant 15%	Après 15%	Écart
Remplace Tous VAN	\$7,116	1	0	19	19 ans
Remplace Eau, Rehab Autres VAN	\$9,428	7	0	13	13 ans
Rehab Tous VAN	\$10,010	8	0	16	16 ans

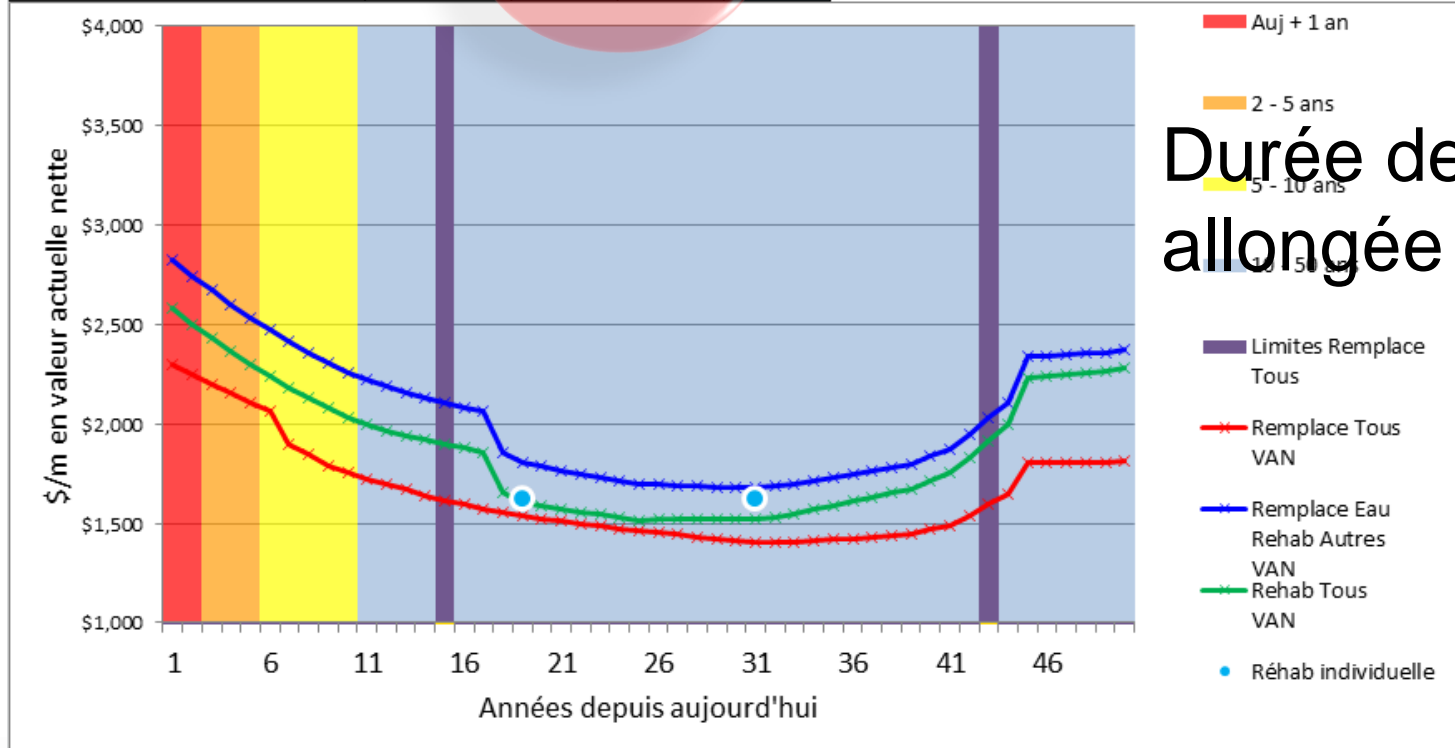


10x les coûts de base d'entretien de base



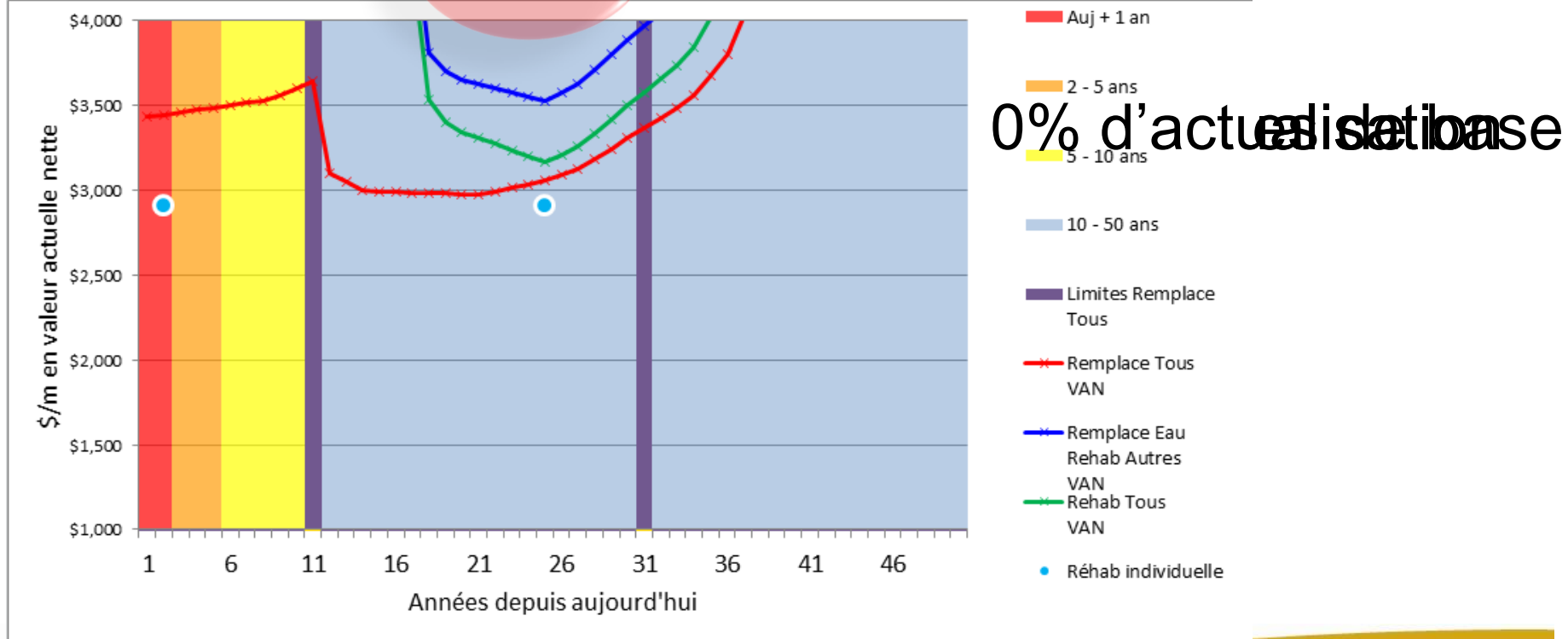
# Sensibilité – Durée de vie

Scénario	VAN	Année	Avant 15%	Après 15%	Écart
Remplace Tous VAN	\$1,404	31	15	43	28 ans
Remplace Eau, Rehab Autres VAN	\$1,677	31	17	41	24 ans
Rehab Tous VAN	\$1,517	25	17	40	23 ans



# Sensibilité – Taux d'actualisation

Scénario	VAN	Année	Avant 15%	Après 15%	Écart
Remplace Tous VAN	\$2,973	21	11	31	20 ans
Remplace Eau, Rehab Autres VAN	\$3,528	25	17	32	15 ans
Rehab Tous VAN	\$3,168	25	17	31	14 ans



# Constats de la Ville

Efforts à déployer pour documenter et préciser les coûts d'entretien spécifiques aux équipements;

Exige l'implication de tous les services dans l'établissement des coûts d'entretien des équipements;

Besoin de se doter d'outils plus performants et sophistiqués (registre de l'entretien avec coûts, analyse économique); et,

Sensibiliser les élus à la nécessité de se doter d'outils plus performants afin de constituer une banque de données commune, accessible à tous par le biais de la géomatique.



Ville de  
Rivière-du-Loup





# Apprentissages

Coûts d'entretien, une donnée vitale

Complexité d'intégration de tous les coûts sur le cycle de vie



Ville de  
Rivière-du-Loup



# Remerciements

Affaires municipales,  
Régions et Occupation  
du territoire

Québec 

MAMROT

Financement et supervision



CERIU

Recherche bibliographique



VILLE DE RIVIÈRE-DU-LOUP

Financement et support



GROUPE ALTUS

Gestion de projet, expérimentation et rédaction

# Merci

Pierre LeBel, ing. M.Sc.- Ville de Rivière-du-Loup

Éric Lalonde, ing. - Consultant



Ville de  
Rivière-du-Loup

