

INFRA 2016

Bilan de condition du réseau routier de la Ville de Montréal et stratégie globale d'intervention

Jean Carrier, ing., M.Ing.

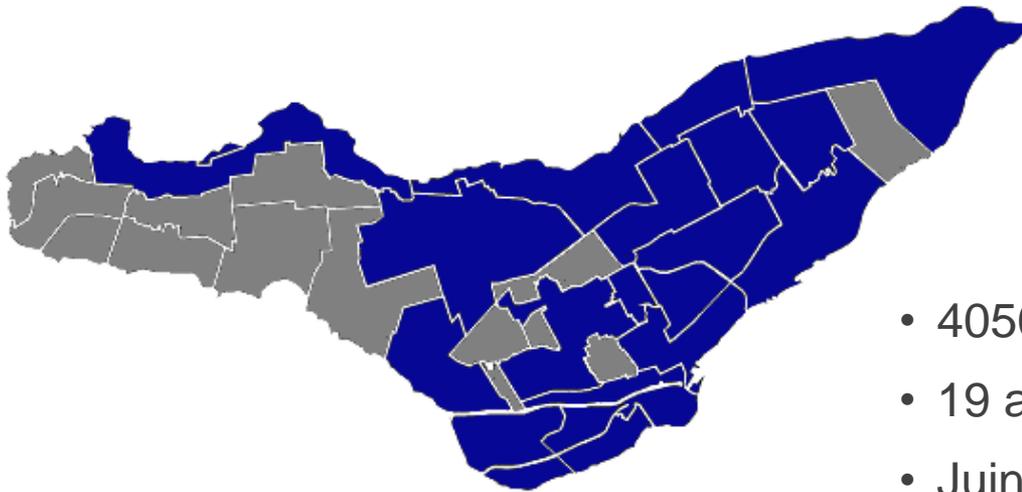
Chef de division, gestion d'actifs

Service des infrastructures, de la voirie et des transports

Plan de la présentation

1. Auscultation du réseau routier
2. Interprétation des indicateurs
3. Bilan de condition
4. Évolution 2010 - 2015
5. Analyse exploratoire
6. Stratégie globale d'intervention

1. Auscultation du réseau routier



- 4050 km de chaussées
- 19 arrondissements
- Juin à octobre 2015

Source de données pour l'élaboration du plan d'intervention

1. Auscultation du réseau routier

Utilisation d'un véhicule Multifonction (Qualitas) équipé de divers appareils de mesure :

- Capteurs Laser Crack Measurement System (LCMS)



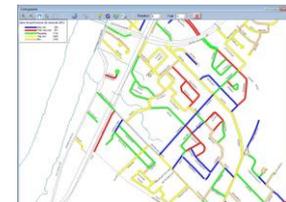
- Profilomètre inertiel



- Caméra numérique



- Récepteur GPS et plateforme inertielle



1. Auscultation du réseau routier

Indicateurs de condition considérés:

- Pavement Condition Index (PCI)
- International Roughness Index (IRI)
- Orniérage

1. Auscultation du réseau routier

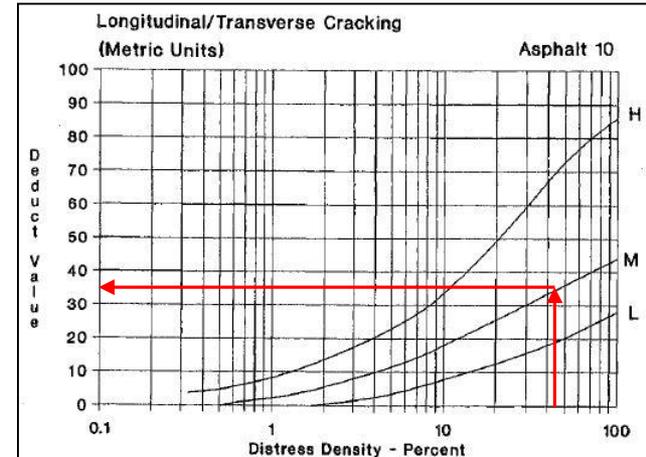
Pavement Condition Index (PCI)

- Représentatif de la condition de la surface
- Calcul encadré par la norme ASTM D6433
- Indice de référence pour plusieurs organismes :
 - Ministère des affaires municipales et de l'occupation du territoire (MAMOT);
 - Municipal Benchmarking Network Canada

1. Auscultation du réseau routier

Pavement Condition Index (PCI)

- Fissures transversales et longitudinales
- Fissuration autour des accessoires
- Carrelage
- Nids-de-poule
- Rapiécages et tranchées
- Pelade



$$PCI = 100 - CDV \text{ maximum}$$

CDV: Corrected Deduct Value

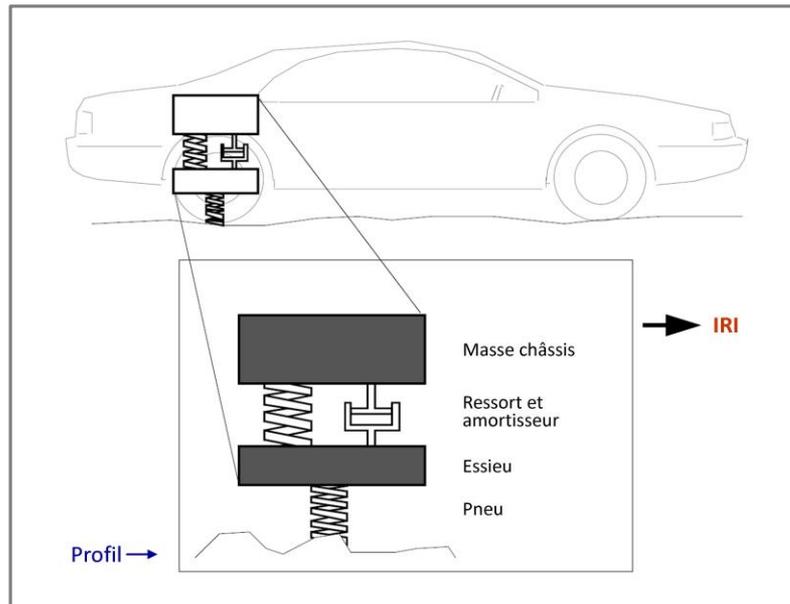
1. Auscultation du réseau routier

International Roughness Index (IRI)

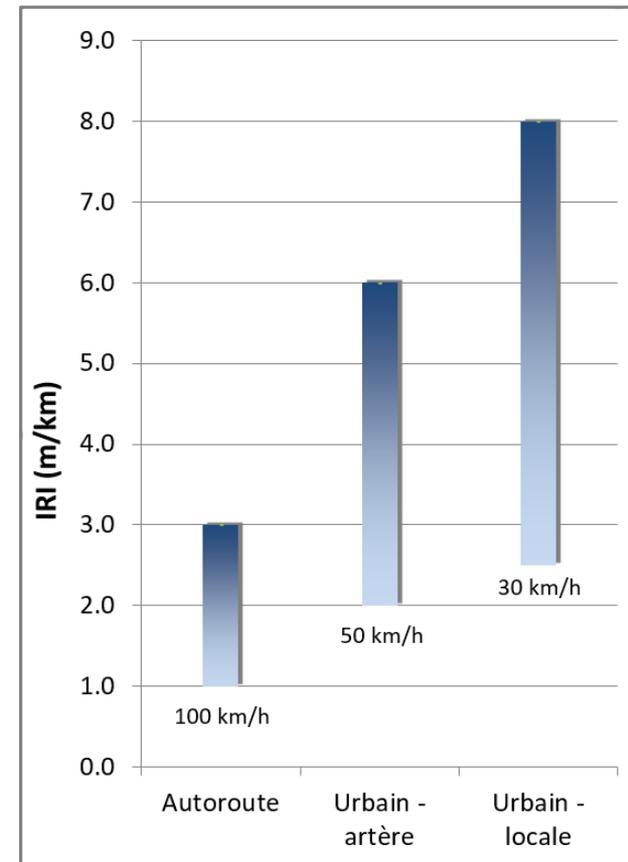
- Représentatif du confort au roulement
- Caractérisation des équipements encadrée par la norme ASTM E950
- Calcul encadré par la norme ASTM E1926
- Indice de référence pour plusieurs organismes particulièrement autoroutiers :
 - Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification des Transports (MTMDET);
 - Association des Transports du Canada (ATC)

1. Auscultation du réseau routier

International Roughness Index (IRI)



Source : The little Book of profiling – University of Michigan



1. Auscultation du réseau routier

Orniérage

- Impact potentiel au niveau de la sécurité
 - Lorsque la vitesse supérieure est à 50 km/h
 - En présence de précipitations de pluie intense
 - En période hivernale
- Nuisance pour les piétons
- Procédure de mesure encadrée par la norme ASTM E1703M

2. Interprétation des indicateurs

Hiérarchisation du réseau routier

Catégorie de base

| Catégorie | Critère prédominant |
|-----------|-----------------------------------|
| A | Voie numéroté |
| B | Artère (principale ou secondaire) |
| C | Collectrice |
| D | n/a |
| E | Locale |

2. Interprétation des indicateurs

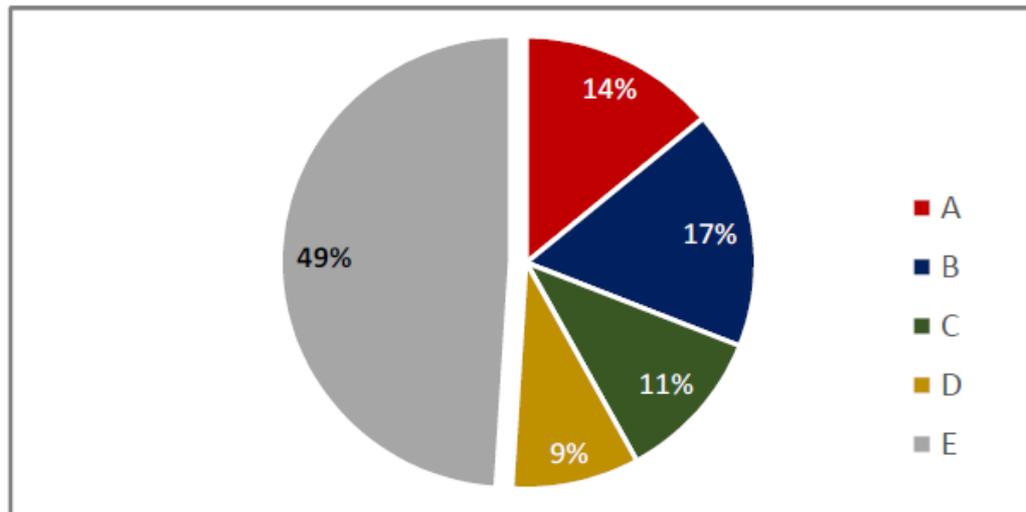
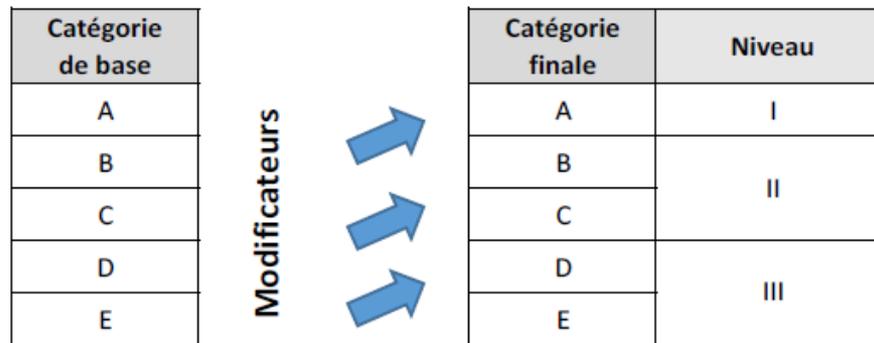
Hiérarchisation du réseau routier

Modificateurs

| | |
|----|--|
| 1 | Ligne de tramway |
| 2 | Ligne d'autobus – Service rapide |
| 3 | Ligne d'autobus – Voie réservée |
| 4 | Route stratégique – Route d'accès à un pont |
| 5 | Route stratégique – Route d'urgence |
| 6 | Route de transit de camionnage |
| 7 | Ligne d'autobus – Service régulier |
| 8 | Zone commerciale |
| 9 | Zone industrielle |
| 10 | Voie cyclable – Chaussée partagée ou délimitée |
| 11 | Route à caractère touristique/événementiel |

2. Interprétation des indicateurs

Hiérarchisation du réseau routier



2. Interprétation des indicateurs

Pavement Condition Index (PCI)

| Statut | Cote | Indice d'état de surface (PCI) Hiérarchisation Niveau I | Indice d'état de surface (PCI) Hiérarchisation Niveau II | Indice d'état de surface (PCI) Hiérarchisation Niveau III |
|--------------|------|---|--|---|
| Excellent | 1 | > 90 à 100 | > 85 à 100 | > 80 à 100 |
| Bon | 2 | > 80 à 90 | > 70 à 85 | > 60 à 80 |
| Moyen | 3 | > 60 à 80 | > 50 à 70 | > 40 à 60 |
| Mauvais | 4 | > 40 à 60 | > 30 à 50 | > 20 à 40 |
| Très mauvais | 5 | 0 à 40 | 0 à 30 | 0 à 20 |

Source : Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées – CERIU, MAMROT

2. Interprétation des indicateurs

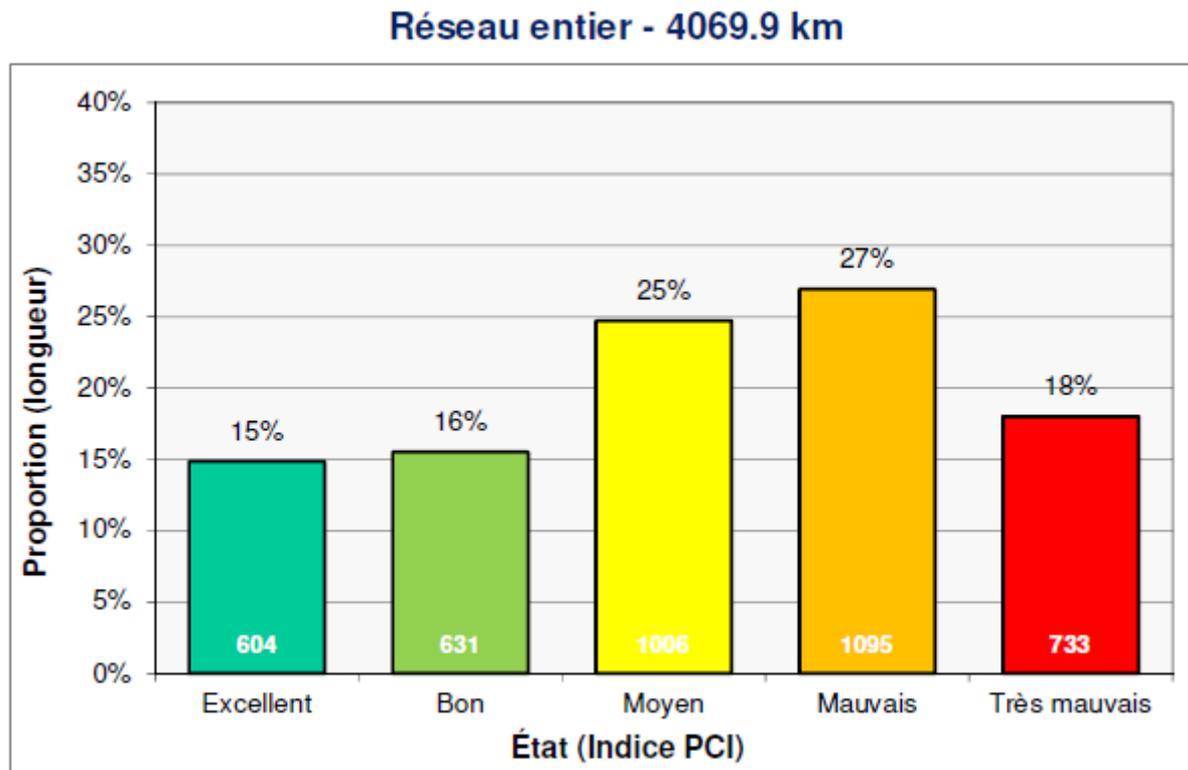
International Roughness Index (IRI)

| Statut | Cote | Mesure de l'IRI (m/km) Hiérarchisation Niveau I | Mesure de l'IRI (m/km) Hiérarchisation Niveau II | Mesure de l'IRI (m/km) Hiérarchisation Niveau III |
|--------------|------|---|--|---|
| Excellent | 1 | ≤ 1,5 | ≤ 2,0 | ≤ 2,5 |
| Bon | 2 | > 1,5 à 2,5 | > 2,0 à 3,5 | > 2,5 à 4,0 |
| Moyen | 3 | > 2,5 à 4,5 | > 3,5 à 5,5 | > 4,0 à 6,0 |
| Mauvais | 4 | > 4,5 à 6,0 | > 5,5 à 7,0 | > 6,0 à 8,0 |
| Très mauvais | 5 | > 6,0 | > 7,0 | > 8,0 |

Source : Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées – CERIU, MAMROT

3. Bilan de condition

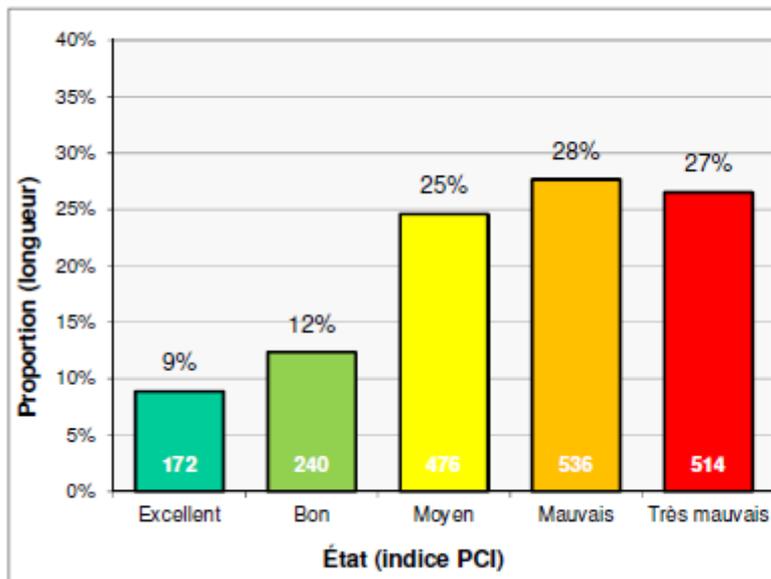
Pavement Condition Index (PCI)



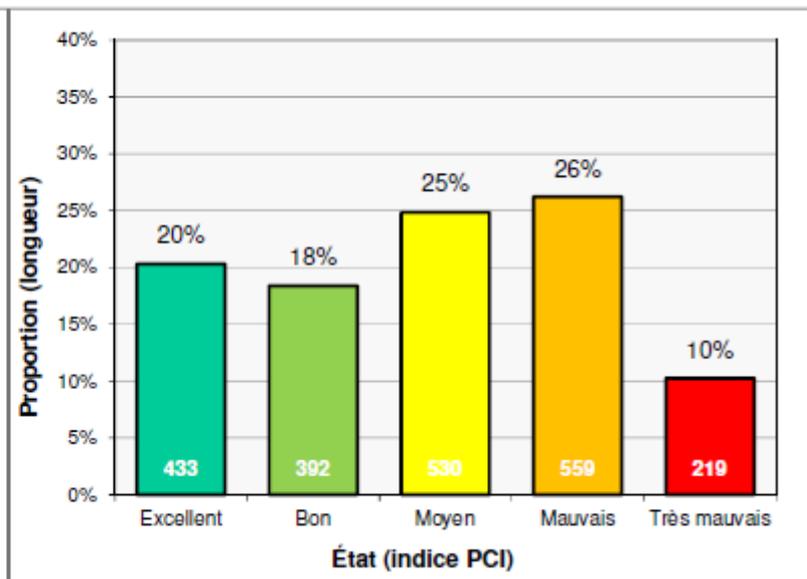
3. Bilan de condition

Pavement Condition Index (PCI)

RAAV - 1937.6 km



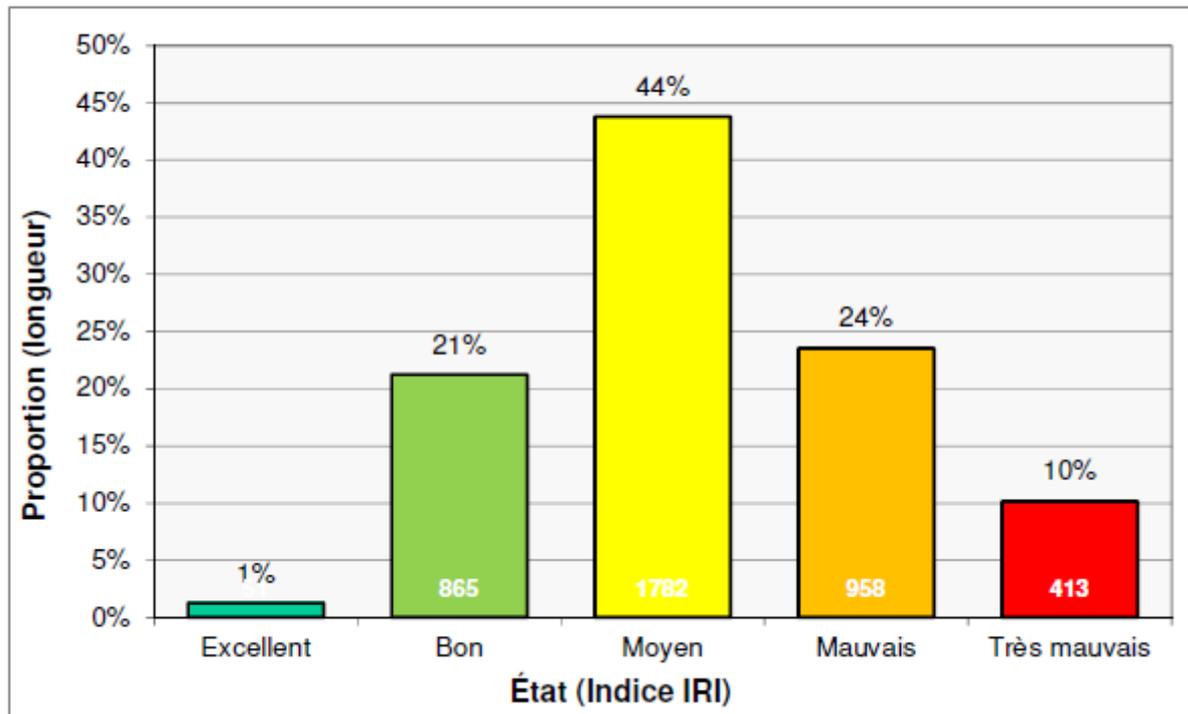
Local - 2132.3 km



3. Bilan de condition

International Roughness Index (IRI)

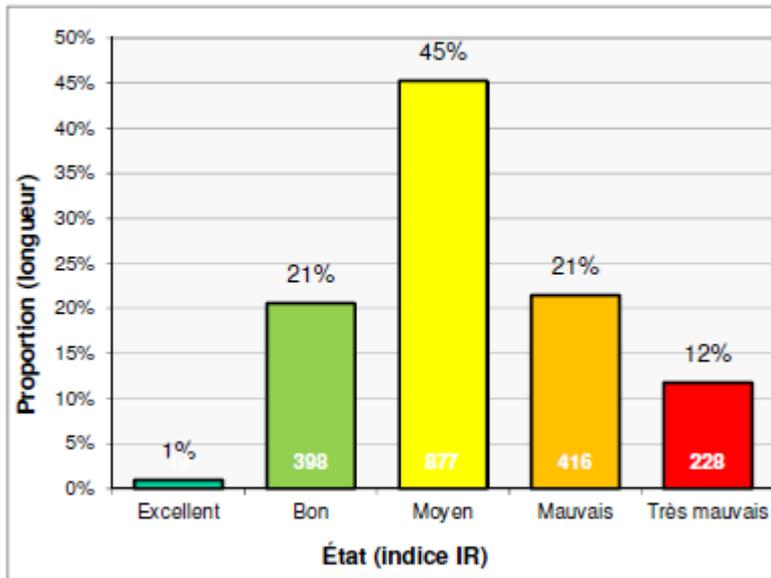
Réseau entier - 4069.9 km



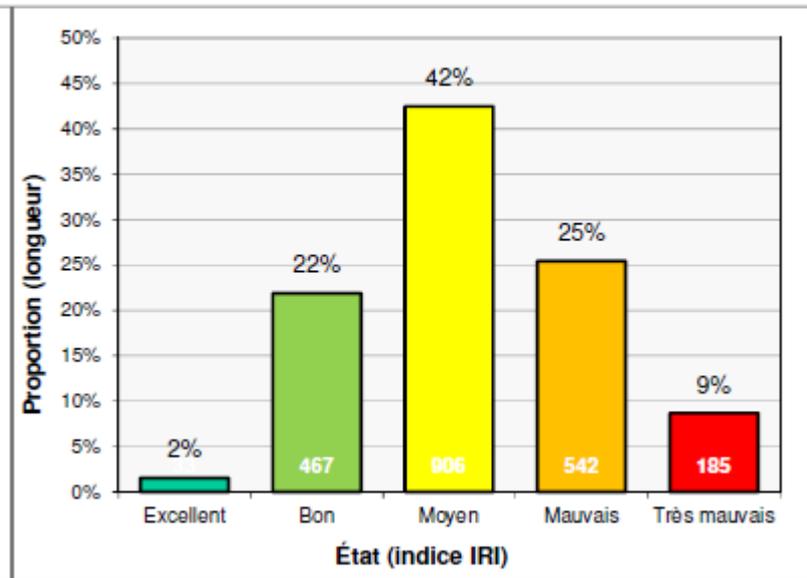
3. Bilan de condition

International Roughness Index (IRI)

RAAV - 1937.6 km



Local - 2132.3 km



4. Évolution 2010 - 2015

Campagnes d'auscultation des chaussées

- Réseau entier – 2010 et 2015
- Mêmes caractéristiques évaluées
- Indicateurs de condition différents
- Calcul de l'indice PCI à partir des données du relevé des dégradations de la campagne 2010

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Réseau entier

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 700.3 | 17.3 |
| Bon | 972.6 | 24.0 |
| Moyen | 1073.8 | 26.5 |
| Mauvais | 848.5 | 20.9 |
| Très mauvais | 457.8 | 11.3 |
| Total | 4052.9 | 100 |

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 604.4 | 14.8 |
| Bon | 631.4 | 15.5 |
| Moyen | 1006.0 | 24.7 |
| Mauvais | 1095.4 | 26.9 |
| Très mauvais | 732.8 | 18.0 |
| Total | 4069.9 | 100 |

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Réseau entier

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 700.3 | 17.3 |
| Bon | 972.6 | 24.0 |
| Moyen | 1073.8 | 26.5 |
| Mauvais | 848.5 | 20.9 |
| Très mauvais | 457.8 | 11.3 |
| Total | 4052.9 | 100 |

32 %

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 604.4 | 14.8 |
| Bon | 631.4 | 15.5 |
| Moyen | 1006.0 | 24.7 |
| Mauvais | 1095.4 | 26.9 |
| Très mauvais | 732.8 | 18.0 |
| Total | 4069.9 | 100 |

45 %

+ 13 %

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Réseau artériel

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 302.4 | 15.9 |
| Bon | 348.0 | 18.2 |
| Moyen | 532.3 | 27.9 |
| Mauvais | 444.7 | 23.3 |
| Très mauvais | 279.8 | 14.7 |
| Total | 1907.2 | 100 |

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 171.8 | 8.9 |
| Bon | 239.5 | 12.4 |
| Moyen | 476.5 | 24.6 |
| Mauvais | 536.2 | 27.7 |
| Très mauvais | 513.7 | 26.5 |
| Total | 1937.6 | 100 |

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Réseau artériel

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 302.4 | 15.9 |
| Bon | 348.0 | 18.2 |
| Moyen | 532.3 | 27.9 |
| Mauvais | 444.7 | 23.3 |
| Très mauvais | 279.8 | 14.7 |
| Total | 1907.2 | 100 |

38 %

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 171.8 | 8.9 |
| Bon | 239.5 | 12.4 |
| Moyen | 476.5 | 24.6 |
| Mauvais | 536.2 | 27.7 |
| Très mauvais | 513.7 | 26.5 |
| Total | 1937.6 | 100 |

54 %

+ 16 %

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Rues locales

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 397.9 | 18.6 |
| Bon | 624.6 | 29.1 |
| Moyen | 541.5 | 25.2 |
| Mauvais | 403.8 | 18.8 |
| Très mauvais | 177.9 | 8.3 |
| Total | 2145.7 | 100 |

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 433.0 | 20.3 |
| Bon | 392.1 | 18.4 |
| Moyen | 529.5 | 24.8 |
| Mauvais | 559.1 | 26.2 |
| Très mauvais | 218.6 | 10.3 |
| Total | 2132.3 | 100 |

4. Évolution 2010 - 2015

Pavement Condition Index (PCI) – Rues locales

2010

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 397.9 | 18.6 |
| Bon | 624.6 | 29.1 |
| Moyen | 541.5 | 25.2 |
| Mauvais | 403.8 | 18.8 |
| Très mauvais | 177.9 | 8.3 |
| Total | 2145.7 | 100 |

27 %

2015

| Statut | Longueur (km) | Proportion (%) |
|--------------|---------------|----------------|
| Excellent | 433.0 | 20.3 |
| Bon | 392.1 | 18.4 |
| Moyen | 529.5 | 24.8 |
| Mauvais | 559.1 | 26.2 |
| Très mauvais | 218.6 | 10.3 |
| Total | 2132.3 | 100 |

36 %

+ 9 %

4. Évolution 2010 - 2015

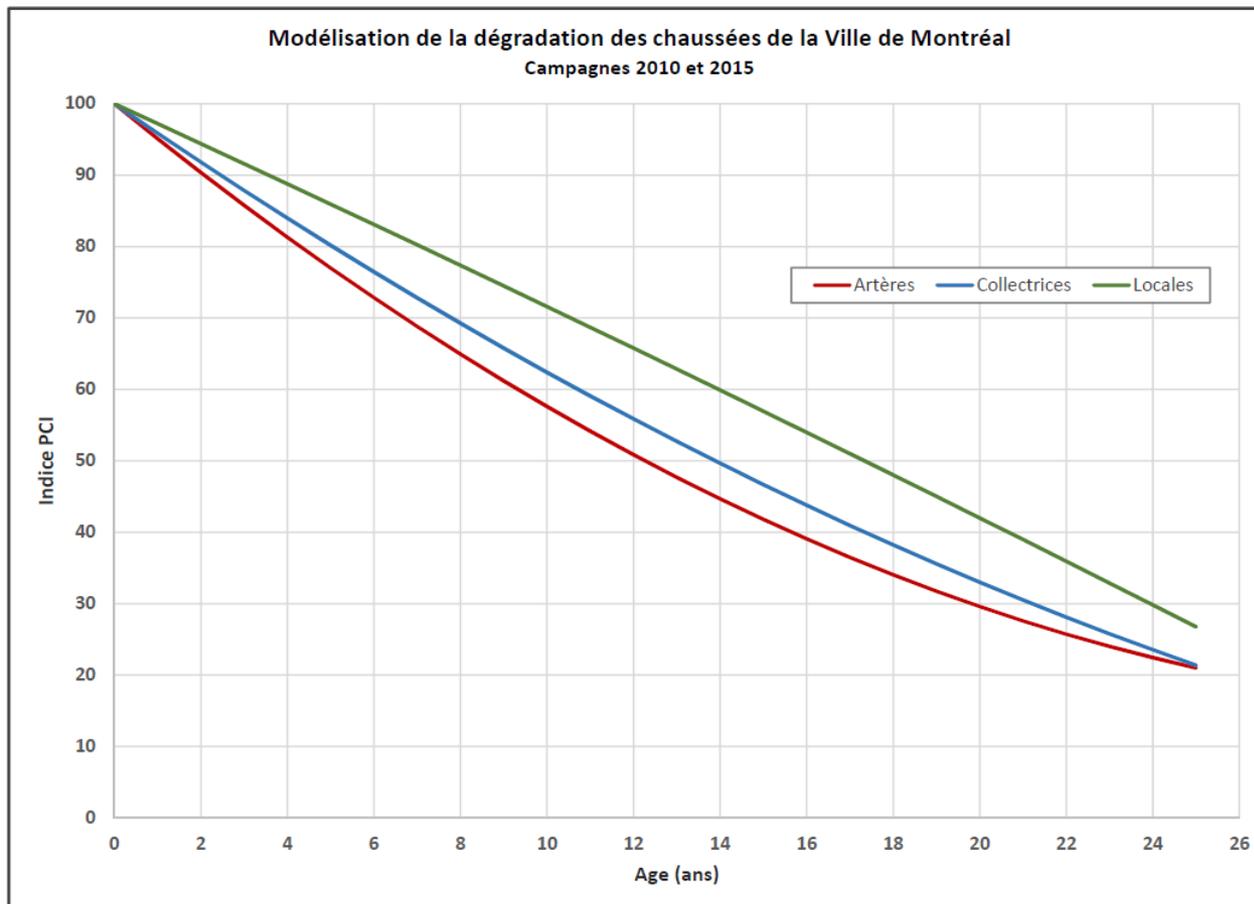
Modélisation de la dégradation des chaussées

- Distinction entre les classes de rues (artères, collectrices et locales)
- Construction des matrices de transition

| Indice PCI | | | 2015 | | | | | | | | | |
|------------|----------|----|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | | 100 - 90 | 89 - 80 | 79 - 70 | 69 - 60 | 59 - 50 | 49 - 40 | 39 - 30 | 29 - 20 | 19 - 10 | 9 - 1 |
| | | | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2010 | 100 - 90 | 10 | 0.21 | 0.28 | 0.27 | 0.15 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 89 - 80 | 9 | 0.06 | 0.15 | 0.26 | 0.25 | 0.17 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| | 79 - 70 | 8 | 0.03 | 0.06 | 0.10 | 0.23 | 0.28 | 0.18 | 0.09 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| | 69 - 60 | 7 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.09 | 0.20 | 0.25 | 0.20 | 0.11 | 0.03 | 0.00 |
| | 59 - 50 | 6 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.11 | 0.21 | 0.23 | 0.19 | 0.07 | 0.00 |
| | 49 - 40 | 5 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.15 | 0.21 | 0.26 | 0.13 | 0.01 |
| | 39 - 30 | 4 | 0.10 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.17 | 0.26 | 0.21 | 0.02 |
| | 29 - 20 | 3 | 0.14 | 0.08 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.26 | 0.25 | 0.02 |
| | 19 - 10 | 2 | 0.19 | 0.10 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.24 | 0.03 |
| | 9 - 1 | 1 | 0.20 | 0.13 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.32 | 0.04 |

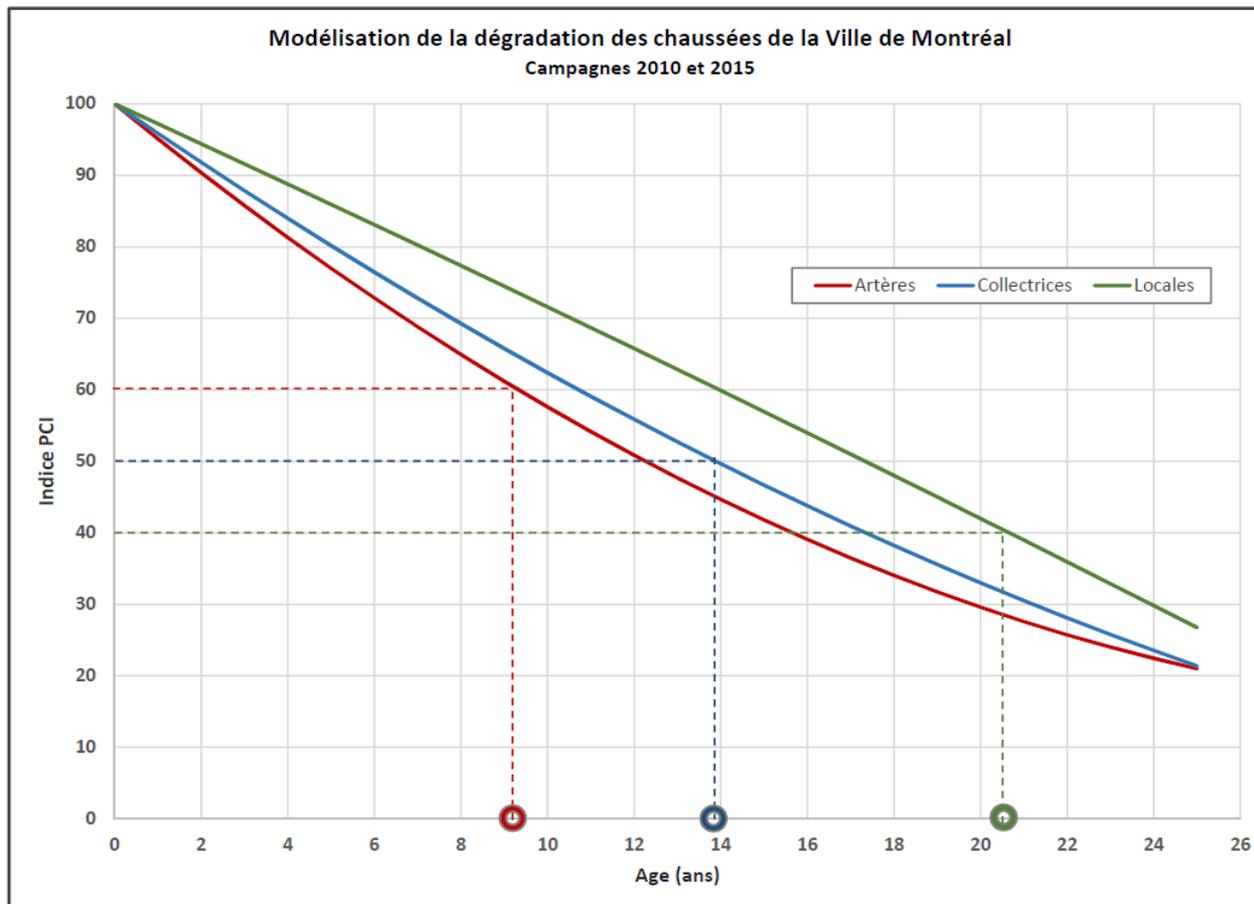
4. Évolution 2010 - 2015

Modèles de comportement par classe de rue



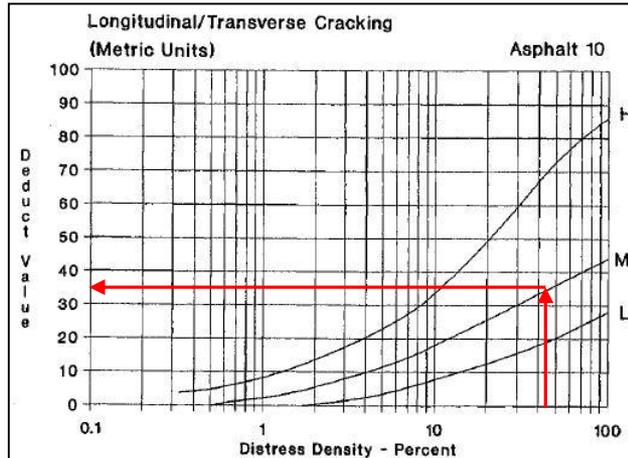
4. Évolution 2010 - 2015

Modèles de comportement et seuils de niveaux de service



5. Analyse exploratoire

Détails du calcul de l'indice PCI



$$PCI = 100 - CDV \text{ maximum}$$

CDV: Corrected Deduct Value

Norme ASTM D6433

Processus de calcul à partir
d'échantillons de $225 \pm 90 \text{ m}^2$

Extraction d'informations de la base
de données

- Occurrence
- Densité (%)
- Valeurs de déduction

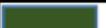
5. Analyse exploratoire

Relevé des dégradations 2010

| Dégradation | Sévérité | Occurrence (%) | Déduction (%) |
|-----------------------|----------|---|--|
| Fissuration | Faible | 14.4  | 3.6  |
| Fissuration | Moyen | 21.0  | 22.3  |
| Fissuration | Majeur | 9.8  | 12.4  |
| Carrelage | Faible | 1.3  | 1.0  |
| Carrelage | Moyen | 2.7  | 4.4  |
| Carrelage | Majeur | 1.4  | 3.8  |
| Rapiéçage et tranchée | Faible | 7.0  | 1.5  |
| Rapiéçage et tranchée | Moyen | 7.4  | 6.9  |
| Rapiéçage et tranchée | Majeur | 5.1  | 11.5  |
| Nid-de-poule | Faible | 0.5  | 0.6  |
| Nid-de-poule | Moyen | 0.3  | 0.6  |
| Nid-de-poule | Majeur | 0.3  | 0.7  |
| Orniérage | Faible | 16.5  | 14.3  |
| Orniérage | Moyen | 8.7  | 11.8  |
| Orniérage | Majeur | 2.4  | 4.3  |
| Pelade | Faible | 0.9  | 0.0 |
| Pelade | Moyen | 0.3  | 0.1 |
| Pelade | Majeur | 0.1 | 0.1 |

5. Analyse exploratoire

Relevé des dégradations 2015

| Dégradation | Sévérité | Occurrence (%) | Déduction (%) |
|-----------------------|----------|---|--|
| Fissuration | Faible | 17.2  | 2.4  |
| Fissuration | Moyen | 21.0  | 26.4  |
| Fissuration | Majeur | 17.0  | 35.0  |
| Carrelage | Faible | 0.1  | 0.0  |
| Carrelage | Moyen | 1.7  | 2.7  |
| Carrelage | Majeur | 0.0  | 0.1  |
| Rapiéçage et tranchée | Faible | 10.9  | 4.3  |
| Rapiéçage et tranchée | Moyen | 4.8  | 3.8  |
| Rapiéçage et tranchée | Majeur | 1.3  | 1.9  |
| Nid-de-poule | Faible | 2.4  | 2.0  |
| Nid-de-poule | Moyen | 0.9  | 1.0  |
| Nid-de-poule | Majeur | 0.5  | 1.1  |
| Orniérage | Faible | 14.6  | 10.9  |
| Orniérage | Moyen | 6.2  | 7.0  |
| Orniérage | Majeur | 0.8  | 1.2  |
| Pelade | Faible | 0.2  | 0.0  |
| Pelade | Moyen | 0.2  | 0.1  |
| Pelade | Majeur | 0.1  | 0.1  |

5. Analyse exploratoire

Comparaison 2010 - 2015

| Dégradation | Sévérité | Dédution (%) | |
|-----------------------|----------|--------------|------|
| | | 2010 | 2015 |
| Fissuration | Faible | 3.6 | 2.4 |
| Fissuration | Moyen | 22.3 | 26.4 |
| Fissuration | Majeur | 12.4 | 35.0 |
| Carrelage | Faible | 1.0 | 0.0 |
| Carrelage | Moyen | 4.4 | 2.7 |
| Carrelage | Majeur | 3.8 | 0.1 |
| Rapiéçage et tranchée | Faible | 1.5 | 4.3 |
| Rapiéçage et tranchée | Moyen | 6.9 | 3.8 |
| Rapiéçage et tranchée | Majeur | 11.5 | 1.9 |
| Nid-de-poule | Faible | 0.6 | 2.0 |
| Nid-de-poule | Moyen | 0.6 | 1.0 |
| Nid-de-poule | Majeur | 0.7 | 1.1 |
| Orniérage | Faible | 14.3 | 10.9 |
| Orniérage | Moyen | 11.8 | 7.0 |
| Orniérage | Majeur | 4.3 | 1.2 |
| Pelade | Faible | 0.0 | 0.0 |
| Pelade | Moyen | 0.1 | 0.1 |
| Pelade | Majeur | 0.1 | 0.1 |

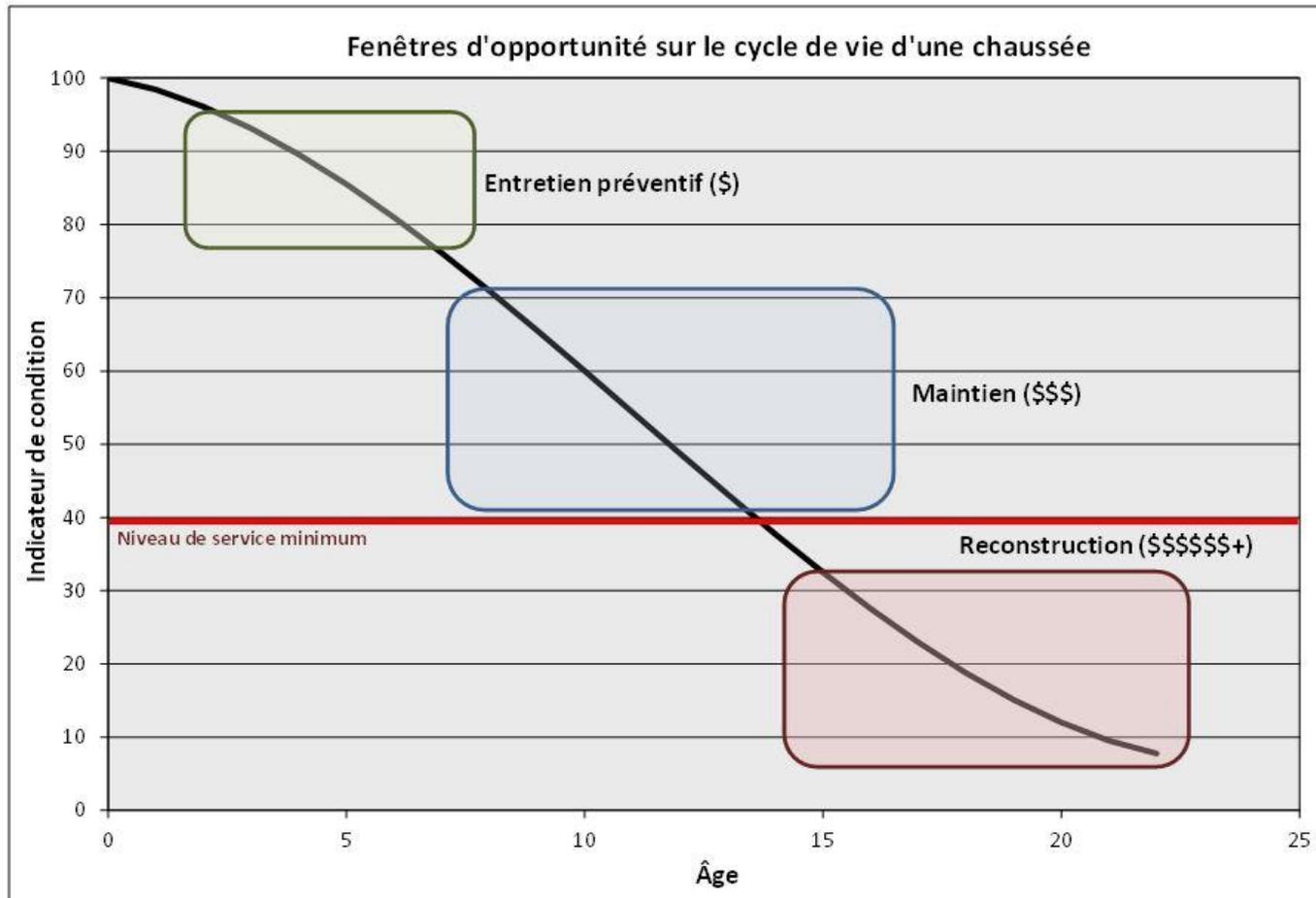
6. Stratégie globale d'intervention

Gestion d'actifs - mission

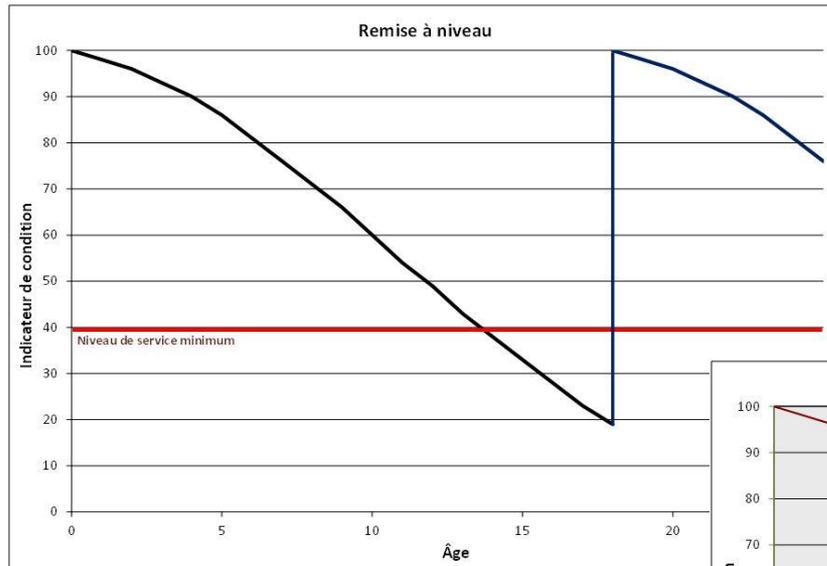
Planifier la réhabilitation et le maintien du réseau artériel au niveau de service établi par l'application judicieuse des meilleures techniques d'intervention tout au long du cycle de vie des différents actifs.

- Entretien préventif (scellement des fissures)
- Activités de maintien (ponctuelles et/ou réhabilitation)
- Remise à niveau (pulvérisation-stabilisation, reconstruction)

6. Stratégie globale d'intervention

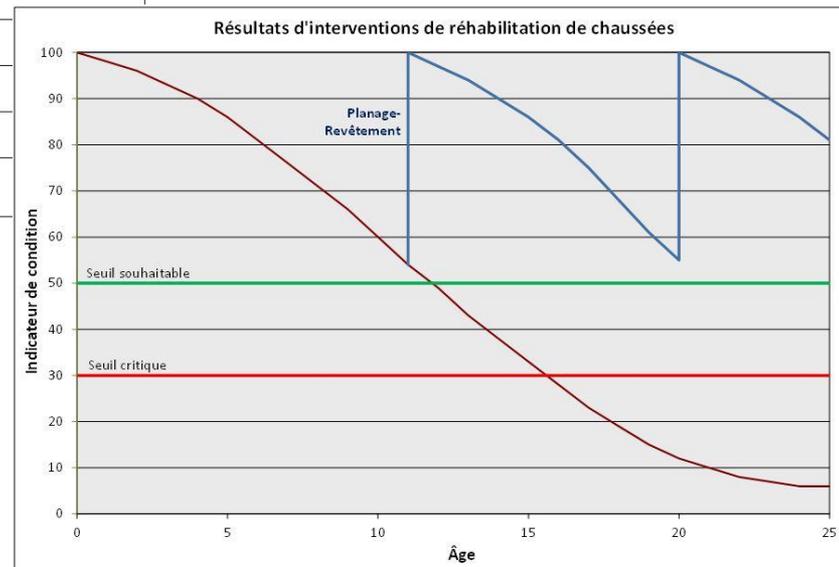


6. Stratégie globale d'intervention



Reconstruction

Réhabilitation



6. Stratégie globale d'intervention

Programmes

- PMIR - Programme de maintien des infrastructures routières
Scellement de fissures, ajustement de couvercles, refaction d'arrêts d'autobus
- PCPR – Programme Complémentaire de Planage-Revêtement
Réhabilitation de chaussées avec refaction limitée de trottoirs
- PRR – Programme de refaction routière
Reconstruction de la chaussée avec refaction de trottoirs et réaménagement

Merci de votre attention

Questions?