

Pourquoi les intersections de béton sont logiques?



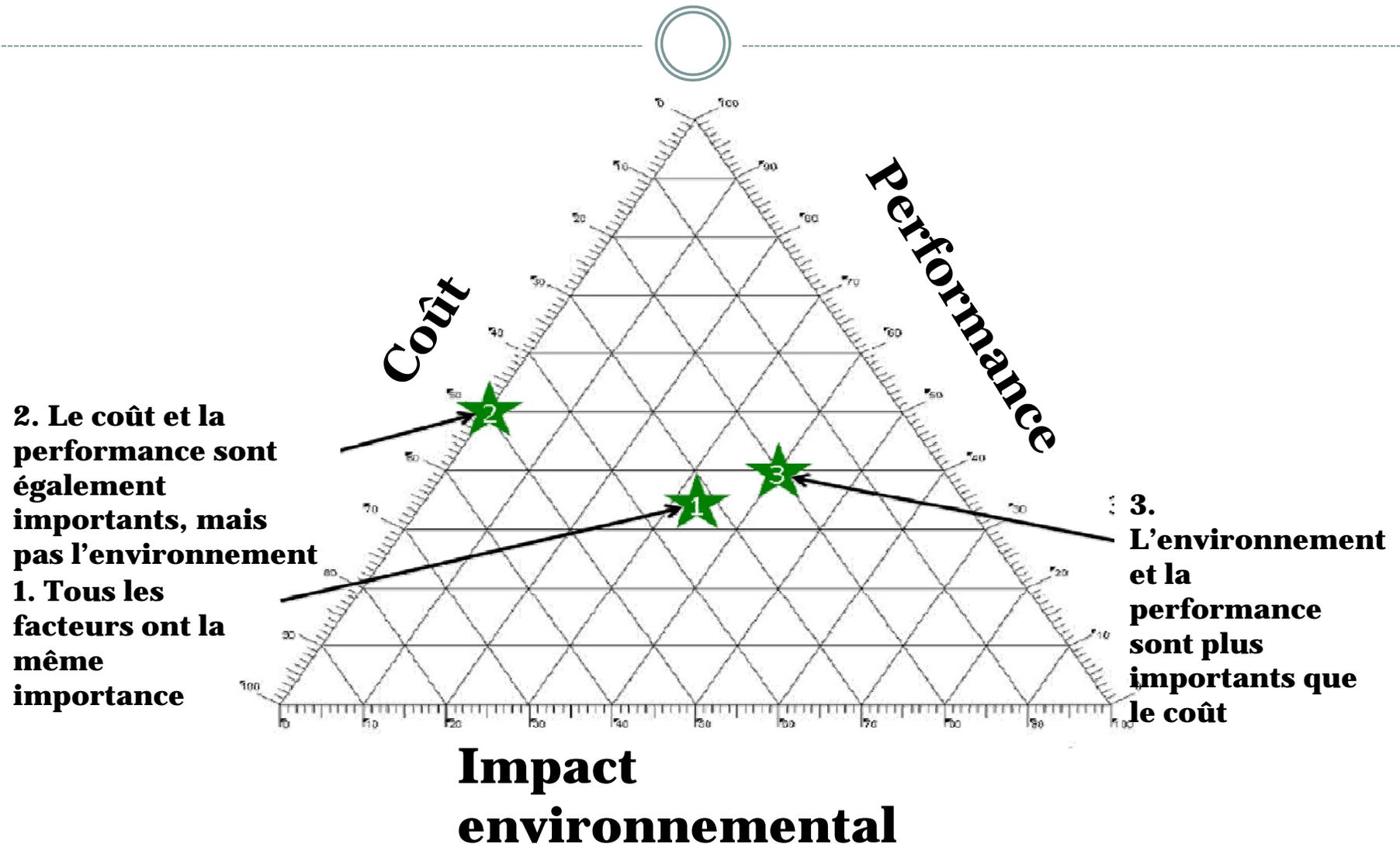
**MICK PRIEUR ,P.ENG
READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION OF
ONTARIO**

**DAVE MORRIS, C.E.T.
VILLE DE MISSISSAUGA**

**GUILLAUME LEMIEUX, ING., M.SC.A
ASSOCIATION CANADIENNE DU CIMENT**



PROCESSUS DÉCISIONNEL

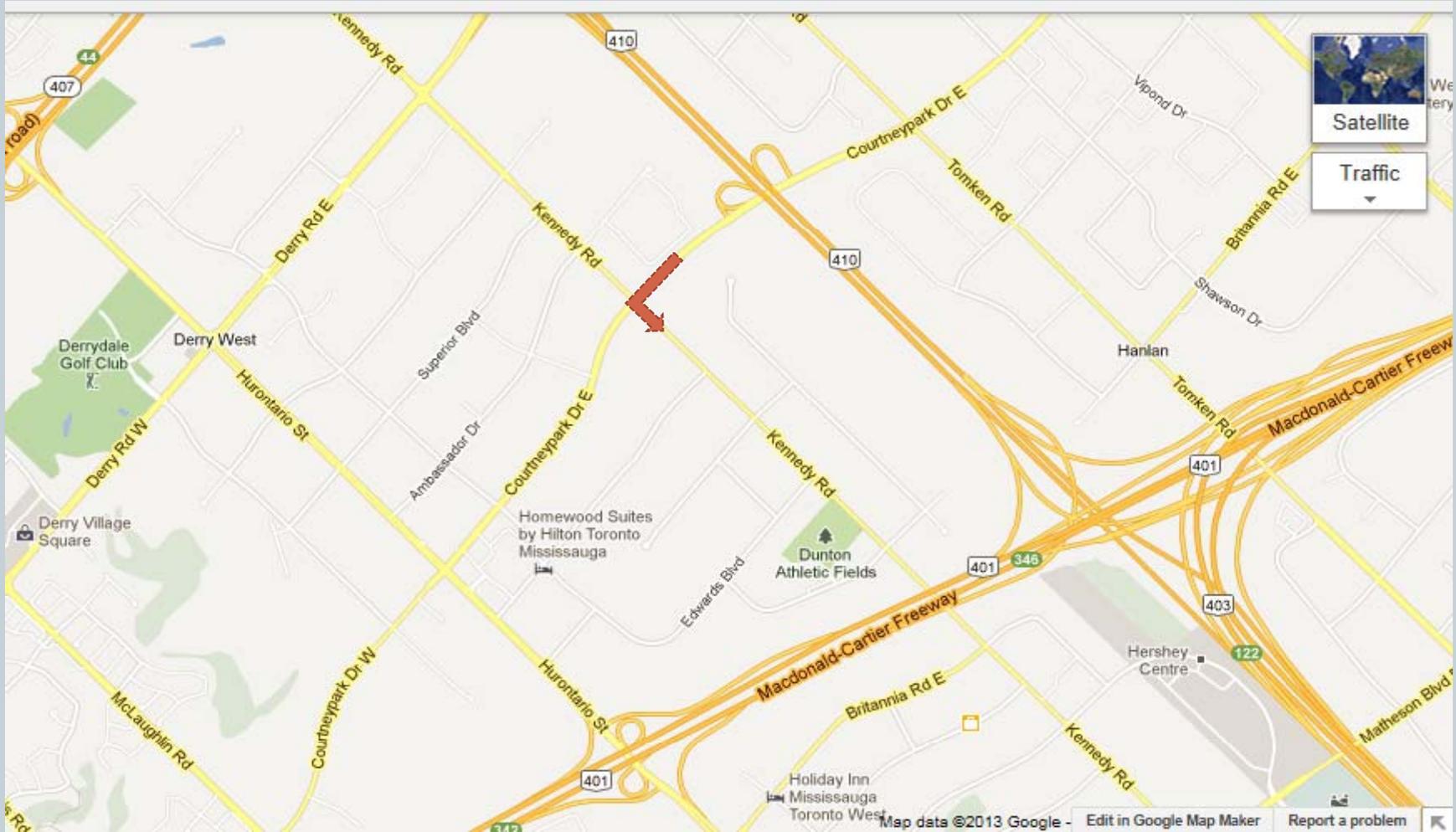


Plan de la présentation

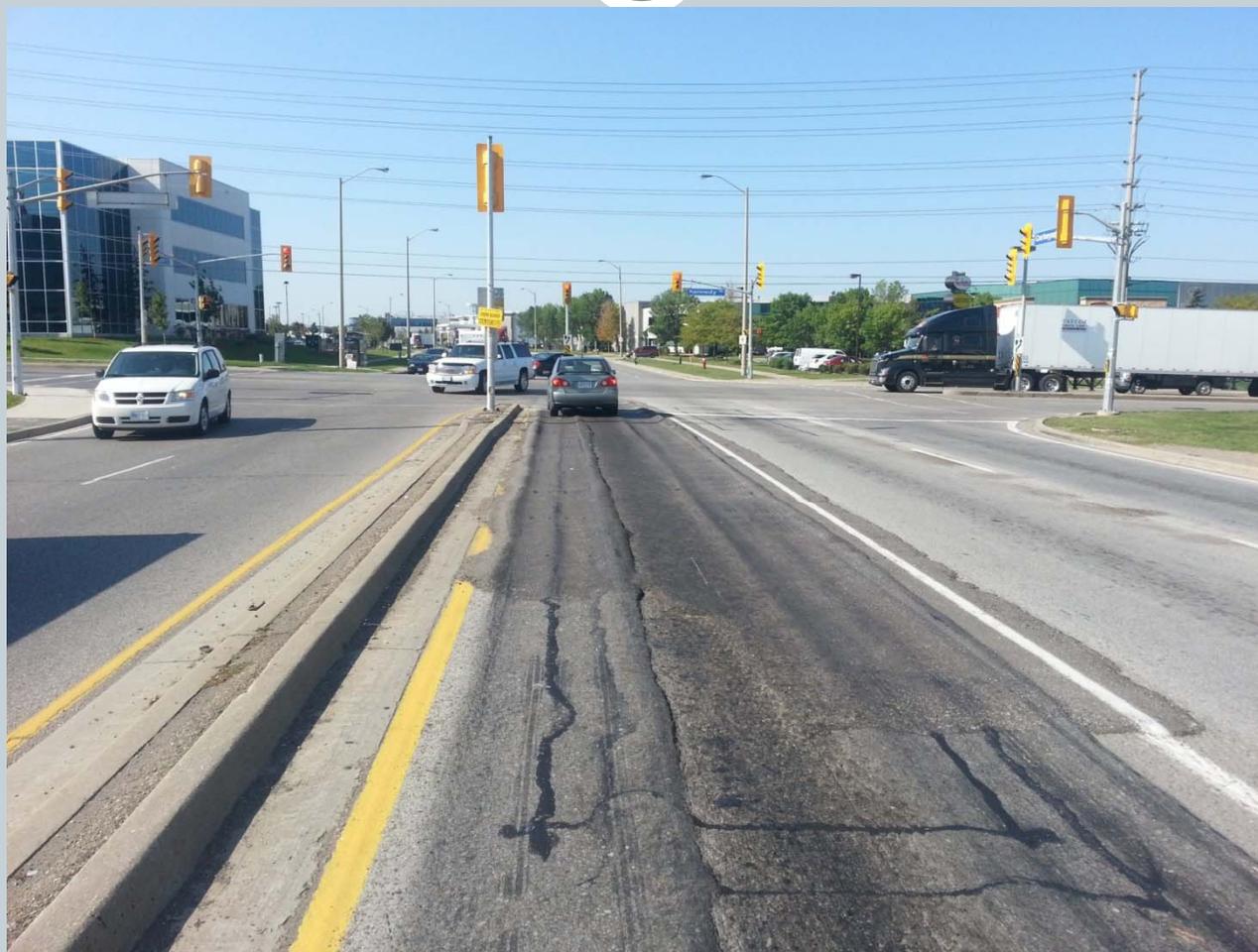


- **Mise en contexte**
- **Historique**
- **Défis**
- **Analyse des coûts**
- **Analyse des impacts environnementaux**

Emplacement du projet



Mise en contexte



Historique des réparations



- **2007:**
 - Meulage de 100 mm
 - Enrobé de la couche de base: 60 mm de HL-8
 - Enrobé de couche de surface 40 mm de HL-3
- **2010**
 - Meulage des endroits surélevés
- **2011**
 - Resurfaçage des endroits meulés
- **2012**
 - Jusqu'à 100 mm d'orniérage en août 2012

Réparations proposées

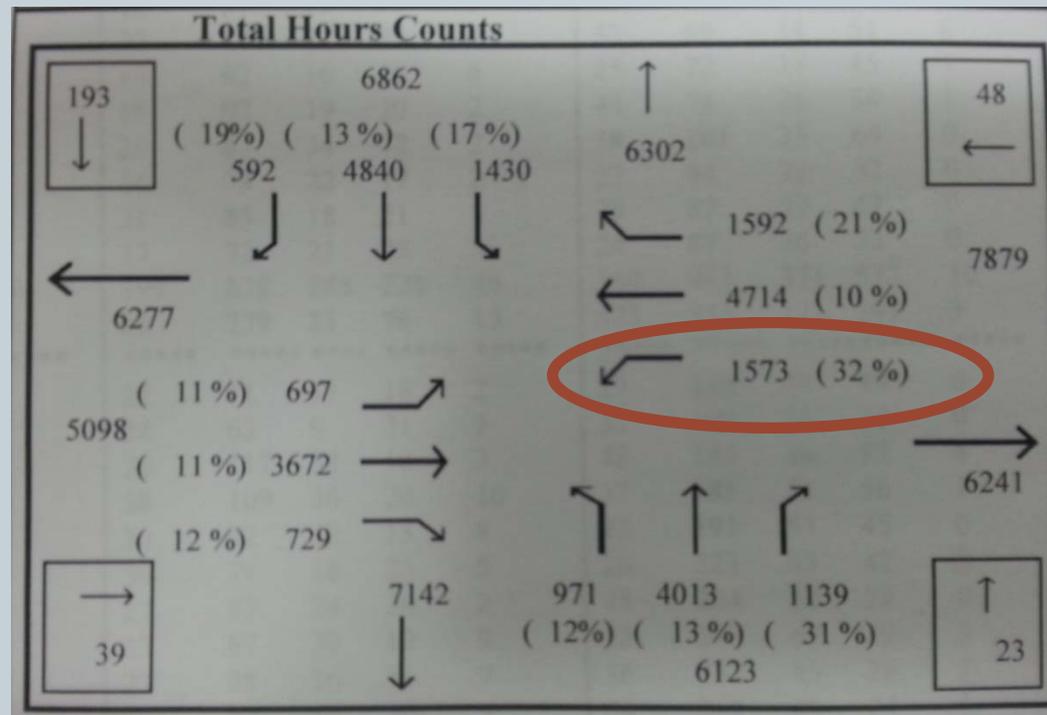


- **2012**
 - Meulage de 150 mm
 - 2 couches de 50 mm d'enrobé de base à haute densité
 - 40 mm de HL-1
- **Ou**
 - Enlever l'asphalte sur une profondeur de 200-225 mm
 - 225 mm de béton 35 MPa à haute résistance initiale

Trafic



- Artère majeure
- Camions par jour: 2000 (estimation conservatrice)
- 32% Camions



Paramètres de conception du béton



Intrants dans Street Pave 12

- Durée de conception: 25 ans
- Accroissement annuel: 2%
- Fiabilité: 90%
- Limite de service en fin de vie: 2.25
- % Dalles fissurées: 10%
- Artère majeure (GLEF 3.68)
- $k = 47.7 \text{ MPa/m}$
- $F'c: 35 \text{ MPa BHR}$
- Macro Fibre Synthétique (18% residual strength)
- Goujons 32 M
- Tirants 15 M dans la bordure
- Aucun support latéral

Note: GLEF = General Load Equivalency Factor

Extrants de conception



- Épaisseur telle que construite: 225 mm
- Durée de vie théorique: 113 ans
- Potentiel d'érosion utilisé: 22%
- Capacité de fatigue utilisée: 2%

Défis

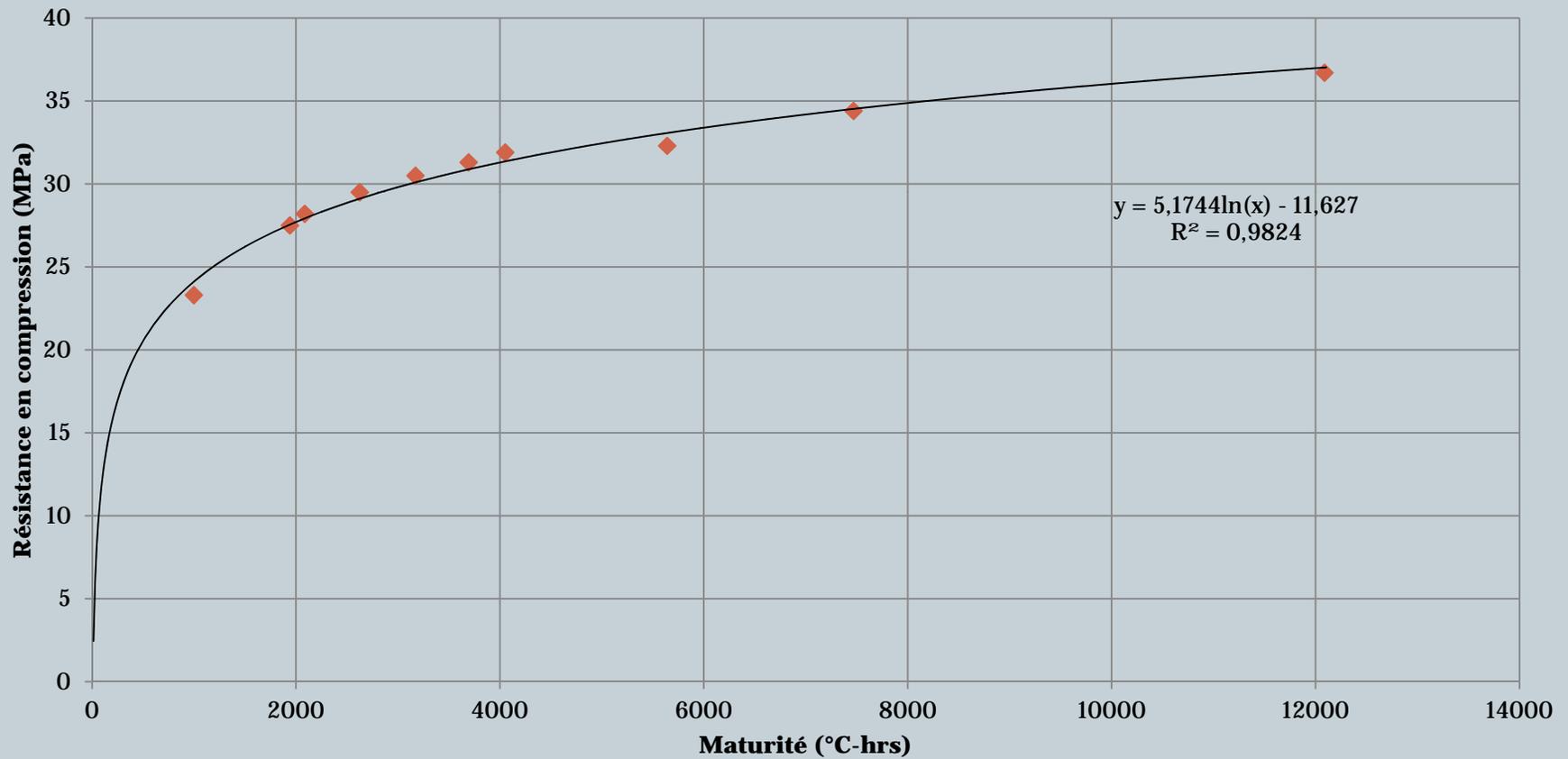


- **Projet découvert à la fin d'août**
- **Préoccupations au niveau de la sécurité**
- **Embauche d'une équipe d'entrepreneur en trottoir pour les travaux de chaussée**
- **Ne peut pas fermer l'intersection**
- **Rampe pour autoroute à moins de 1 km du site**
- **Annonce de pluie le soir du bétonnage**

Construction accélérée “Fast Track”



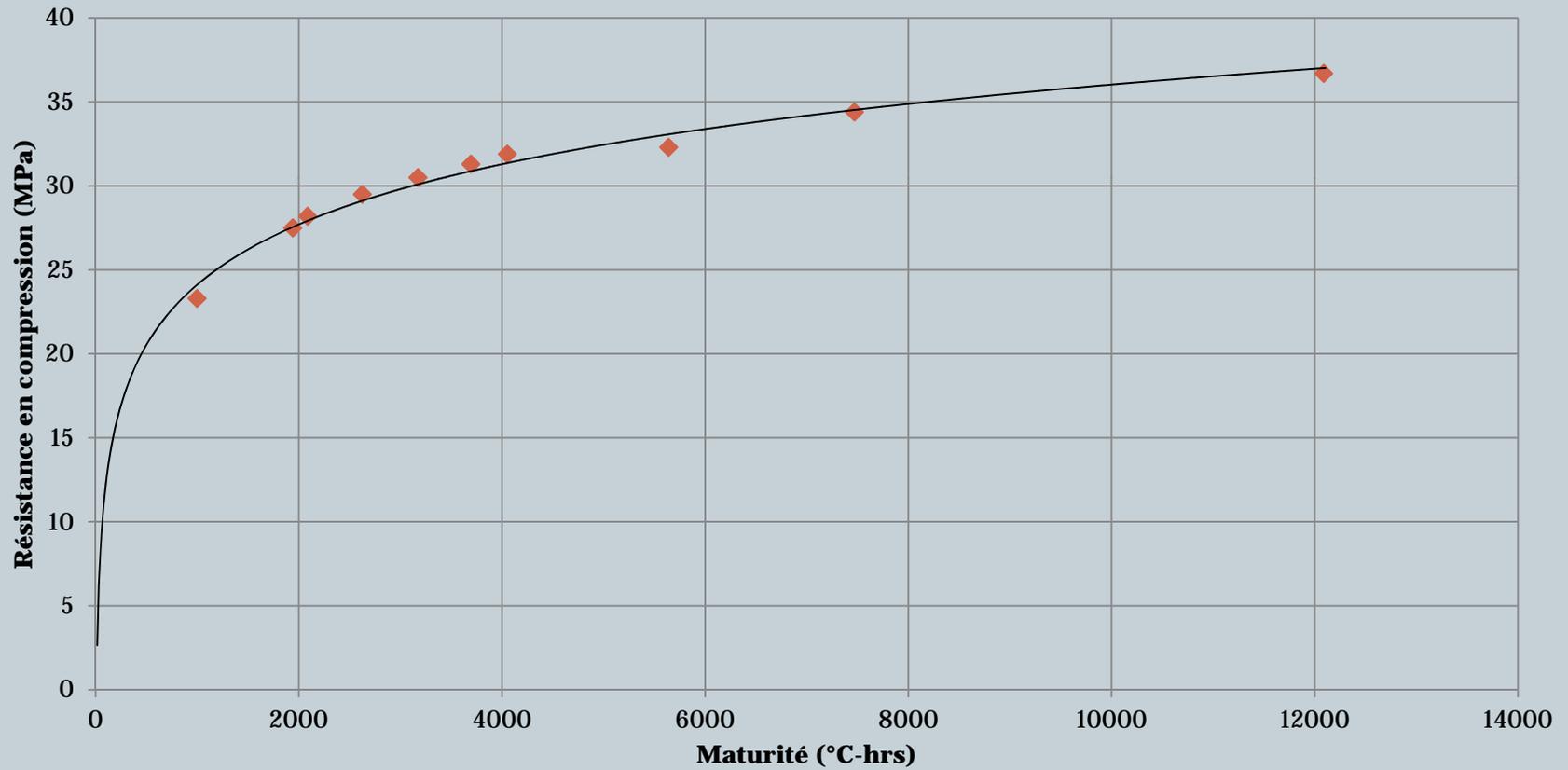
Courbe de calibration des jauges de maturité



Essais de maturité



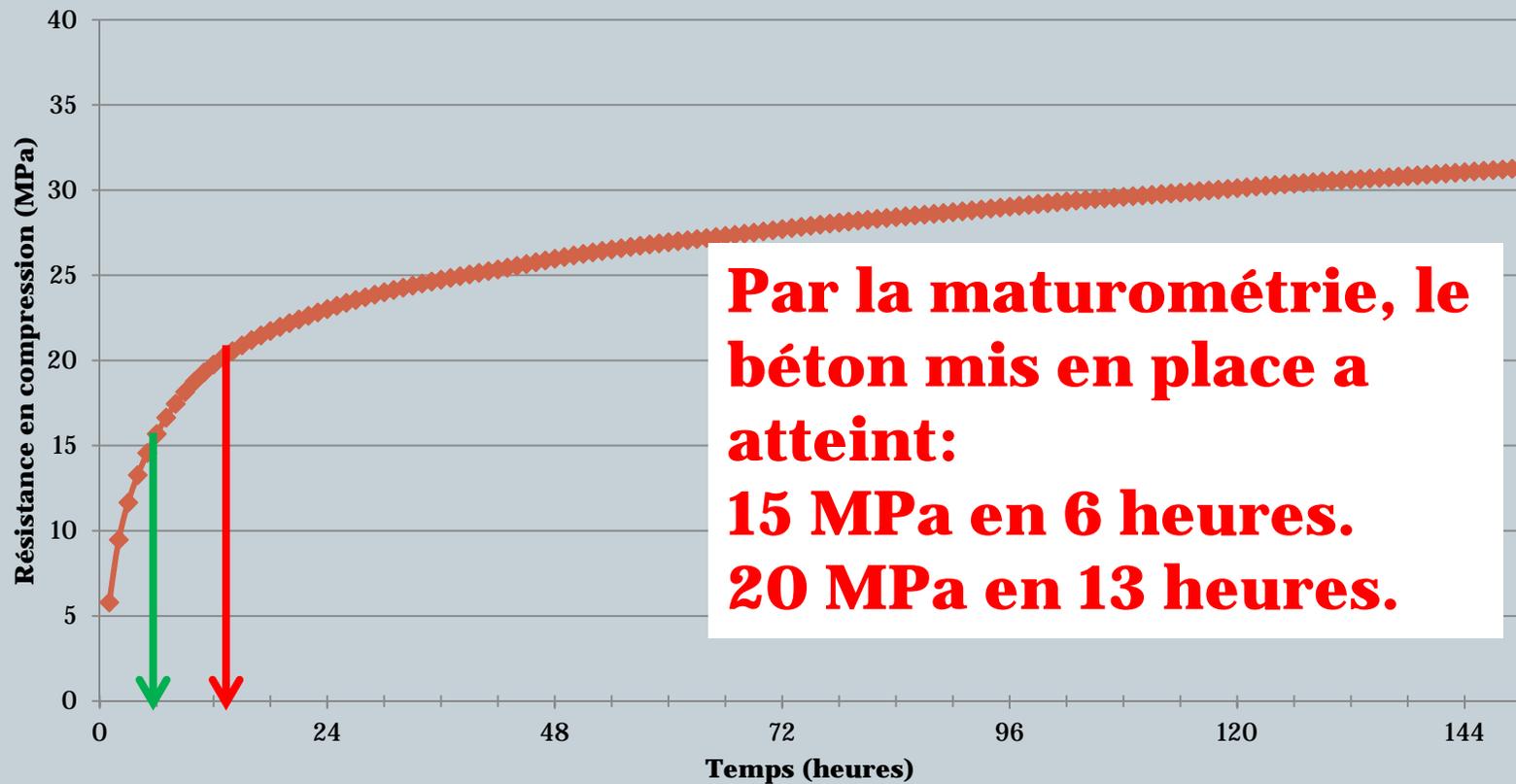
Courbe de calibration des jauges de maturité



Essais de maturité



Résultats des essais de maturité de la jauge du centre



Fatigue cumulée



Tableau 1: Sommaire des dommages de fatigue et d'érosion

| Résistance en compression | Années | Fatigue | Fatigue par jour | Érosion | Érosion par jour |
|---------------------------|--------|---------|------------------|---------|------------------|
| 35 MPa | 25 | 2.0 | 0.000 | 22 | 0.002 |
| 32 MPa | 1 | 0.28 | 0.001 | 0.79 | 0.002 |
| 30 MPa | 1 | 0.7 | 0.002 | 0.87 | 0.002 |
| 25 MPa | 1 | 7.35 | 0.020 | 1.15 | 0.003 |
| 20 MPa | 1 | 73.15 | 0.200 | 1.59 | 0.004 |
| 15 MPa | 1 | 794 | 2.175 | 2.39 | 0.007 |

Fatigue consommée due à l'ouverture à jeune âge



Tableau 2: Consommation de la fatigue et de l'érosion selon différentes résistances en compression

| | | | | | | Conso. totale | |
|-------------------|----------|------------|----------------------|-----------|-------|---------------|---------|
| Info sur maturité | Maturité | Temps (hr) | Δ -Temps (hr) | Ouverture | | Fatigue | Érosion |
| 15 MPa | 175 | 6 | 7 | 7 | Hrs | 0.634 | 0.002 |
| 20 MPa | 450 | 13 | 27 | 1.1 | Jour | 0.200 | 0.004 |
| 25 MPa | 1200 | 40 | 77 | 3.2 | Jours | 0.060 | 0.009 |
| 30 MPa | 3100 | 117 | 53 | 2.2 | Jours | 0.004 | 0.005 |
| 32 MPa | 4500 | 170 | 156 | 6.5 | Jours | 0.005 | 0.014 |
| 35 MPa | 8200 | 326 | | 25 | Jours | 2 | 22 |
| Total | | | | | | 2.90 | 22.0 % |

Temps de fermeture des voies



Asphalte

- Meulage de 140 mm
- 2 couches 50-mm EBHD
- 40-mm couche surface
- **12-15 heures**
- Probablement sur 2 jours consécutifs

Béton

- Enlèvement de l'asphalte sur 200-225 mm
- 225-mm de béton
- **15 MPa – 16 heures**

Coûts de construction en 2012



Tableau 2: Coût du cycle de vie des options asphalte et béton sur une période d'analyse de 20 ans

| Construction initiale | | | | | |
|-----------------------|---|-------|-------|---------------------|-------|
| Année | Interventions asphalte | Coûts | Année | Interventions béton | Coûts |
| 2007 | Réparation de l'asphalte- épaisseur de 100mm | 12000 | 2012 | Béton | 30000 |
| 2010 | Meulage | 2000 | | | |
| 2012 | Réparation proposée – 140 mm d'épaisseur | 18000 | | | |
| | Total | 32000 | | Total | 30000 |

Coûts d'entretien et de réhabilitation



Entretien et réparation

| | | | | | |
|--------------------------------|------------|-------|-----------------------------|---------|-------|
| 2015 | Meulage | 2000 | 2030 | Meulage | 2000 |
| 2017 | Réparation | 18000 | | | |
| 2020 | Meulage | 2000 | | | |
| 2022 | Réparation | 18000 | | | |
| 2025 | Meulage | 2000 | | | |
| 2027 | Réparation | 18000 | | | |
| 2027 | Total | 60000 | 2032 | Total | 2000 |
| Total sur 20 ans (Asphalte) | | 92000 | Total sur 20 ans (Béton) | | 30000 |

Note: Année de réf. pour asphalte=2007, Année de référence pour béton=2012

Coûts d'utilisateur pour la fermeture des voies



Tableau 3: Temps total de fermeture des voies pour une période d'analyse de 20 ans

| Initial Construction | | | | | | |
|----------------------|---------------------|--------------|--|--------------|--------------|--------------|
| Année | Asphalte | Temps | | Année | Béton | Temps |
| 2007 | Réparation asphalte | 12 | | 2012 | Béton | 16 |
| 2010 | Meulage | 2 | | | | |
| 2012 | Réparation proposée | 15 | | | | |
| | Total | 29 | | | Total | 16 |

Coûts d'utilisateur pour entretien et réhabilitation



| Entretien et réparation | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|----|----|-----------------------------|---------|---|----|
| 2015 | Meulage | 2 | | 2030 | Meulage | 2 | |
| 2017 | Réparation | 15 | | | | | |
| 2020 | Meulage | 2 | | | | | |
| 2022 | Réparation | 15 | | | | | |
| 2025 | Meulage | 2 | | | | | |
| 2027 | Réparation | 15 | | | | | |
| 2027 | Total | 51 | | 2030 | Total | 2 | |
| Total sur 20 ans (Asphalte) | | | 80 | Total sur 20 ans (Béton) | | | 18 |

Note: Année de réf. pour asphalte=2007, Année de référence pour béton=2012

Estimateur d'impacts Athena (Fabrication)



| Étape du cycle de vie | Fabrication | |
|---|-------------|----------|
| | Asphalte | Béton |
| Consommation de combustibles fossiles (MJ) | 497,000 | 121,000 |
| Potentiel de réchauffement global (kg CO ₂ eq) | 7,060 | 19,700 |
| Potentiel d'acidification (moles de H ⁺ eq) | 3,560 | 3,680 |
| Impact toxicologique sur la santé humaine (kg PM10 eq) | 17.5 | 37 |
| Potentiel d'eutrophication (kg N eq) | 2.85 | 3 |
| Potentiel de dégradation de l'ozone (kg CFC-11 eq) | 1.53E-07 | 1.64E-04 |
| Potentiel de formation de smog (kg O ₃ eq) | 733 | 60 |

Estimateur d'impacts Athena (Construction)



| Étape du cycle de vie | Construction | |
|---|--------------|----------|
| | Asphalte | Béton |
| Consommation de combustibles fossiles (MJ) | 747,000 | 838,000 |
| Potentiel de réchauffement global (kg CO ₂ eq) | 58,200 | 65,300 |
| Potentiel d'acidification (moles de H ⁺ eq) | 18,000 | 20,200 |
| Impact toxicologique sur la santé humaine (kg PM10 eq) | 25.4 | 29 |
| Potentiel d'eutrophication (kg N eq) | 18.6 | 21 |
| Potentiel de dégradation de l'ozone (kg CFC-11 eq) | 2.24E-06 | 2.51E-06 |
| Potentiel de formation de smog (kg O ₃ eq) | 9,070 | 10,200 |

Estimateur d'impacts Athena (Entretien)



| Étape du cycle de vie | Maintenance | |
|---|-------------|----------|
| | Asphalte | Béton |
| Consommation de combustibles fossiles (MJ) | 2,560,000 | 6,110 |
| Potentiel de réchauffement global (kg CO ₂ eq) | 482,000 | 470 |
| Potentiel d'acidification (moles de H ⁺ eq) | 154,000 | 144 |
| Impact toxicologique sur la santé humaine (kg PM10 eq) | 280 | 19 |
| Potentiel d'eutrophication (kg N eq) | 145 | 0 |
| Potentiel de dégradation de l'ozone (kg CFC-11 eq) | 1.75E-05 | 1.87E-08 |
| Potentiel de formation de smog (kg O ₃ eq) | 68,600 | 77 |

Estimateur d'impacts Athena (Total)



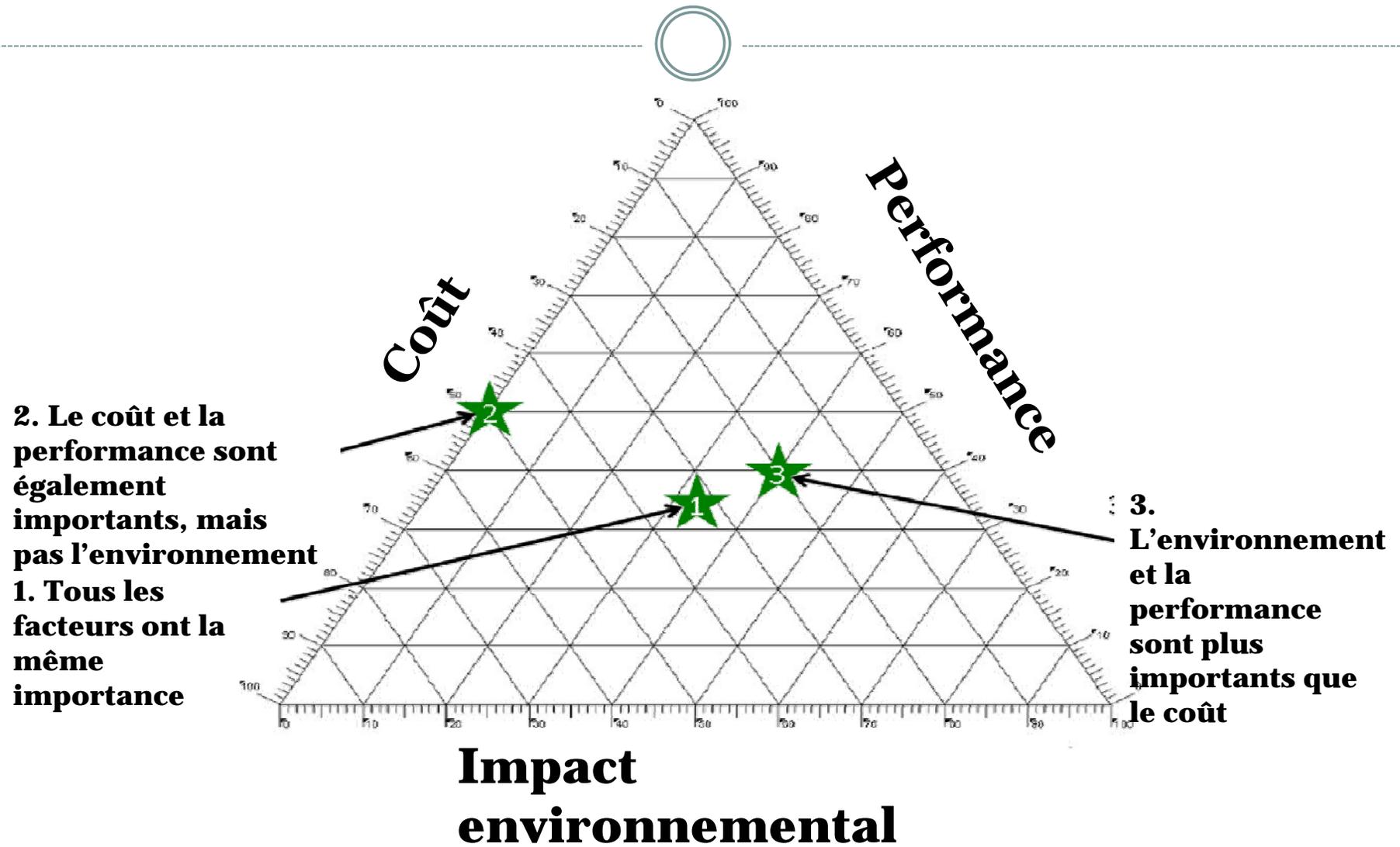
| Étape du cycle de vie | Totals | |
|---|-----------|----------|
| | Asphalt | Concrete |
| Consommation de combustibles fossiles (MJ) | 3,800,000 | 965,110 |
| Potentiel de réchauffement global (kg CO ₂ eq) | 547,000 | 85,470 |
| Potentiel d'acidification (moles de H ⁺ eq) | 175,000 | 24,024 |
| Impact toxicologique sur la santé humaine (kg PM10 eq) | 323 | 85 |
| Potentiel d'eutrophication (kg N eq) | 167 | 24 |
| Potentiel de dégradation de l'ozone (kg CFC-11 eq) | 1.98E-05 | 1.67E-04 |
| Potentiel de formation de smog (kg O ₃ eq) | 78,400 | 10,337 |

Conclusions



- Nécessaire d'évaluer le coût initial et celui du cycle de vie pour déterminer l'option préférée
- Le béton à haute résistance initiale permet d'ouvrir les voies de circulation dans un délai raisonnable
- Limiter la fréquence des opérations d'entretien contribuera à réduire le temps total de fermeture des voies
- Un entretien fréquent crée un impact environnemental plus important

PROCESSUS DÉCISIONNEL



Questions?

