

Votre gouvernement



Québec 

APPLICATIONS DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE AU TRAITEMENT
AUTOMATISÉ DES DONNÉES
D'AUSCULTATION DES CHAUSSÉES
PROJETS IA À LA DGLC

Par: Serge Paré, ing.

Date: 19 novembre 2019

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Introduction: intelligence artificielle
- Projet : Détection automatique du type de revêtement
 - Objectifs du mandat
 - Base de données
 - Stratégie IA
 - Résultats
- Autres projets en intelligence artificielle à la DGLC
- Conclusion

INTRODUCTION

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Qu'est ce que l'intelligence artificielle (selon *Le grand dictionnaire terminologique de l'Office Québécois de la langue française*):

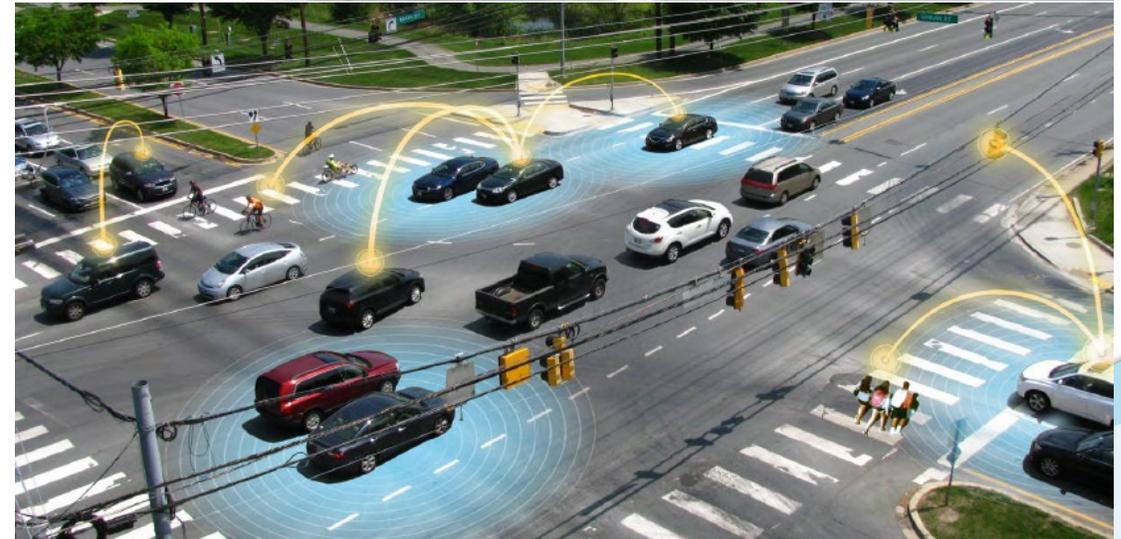
- Domaine d'étude ayant pour objet la reproduction artificielle des facultés cognitives de l'intelligence humaine dans le but de créer des systèmes ou des machines capables d'exécuter des fonctions relevant normalement de celle-ci.
- L'intelligence artificielle touche à de nombreux domaines comme les sciences cognitives et les mathématiques, et à diverses applications, notamment en reconnaissance des formes, en résolution de problèmes, en robotique, dans les jeux vidéos ainsi que dans les systèmes experts.

INTRODUCTION

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Applications en transport:

- systèmes de transport intelligents (STI)
- véhicules autonomes
- gestion de la circulation
- planification de trajets
- convois de transport routiers
- sécurité des usagers de la route
- surveillance du réseau routier
- villes intelligentes



Source: U.S. DOT

INTRODUCTION

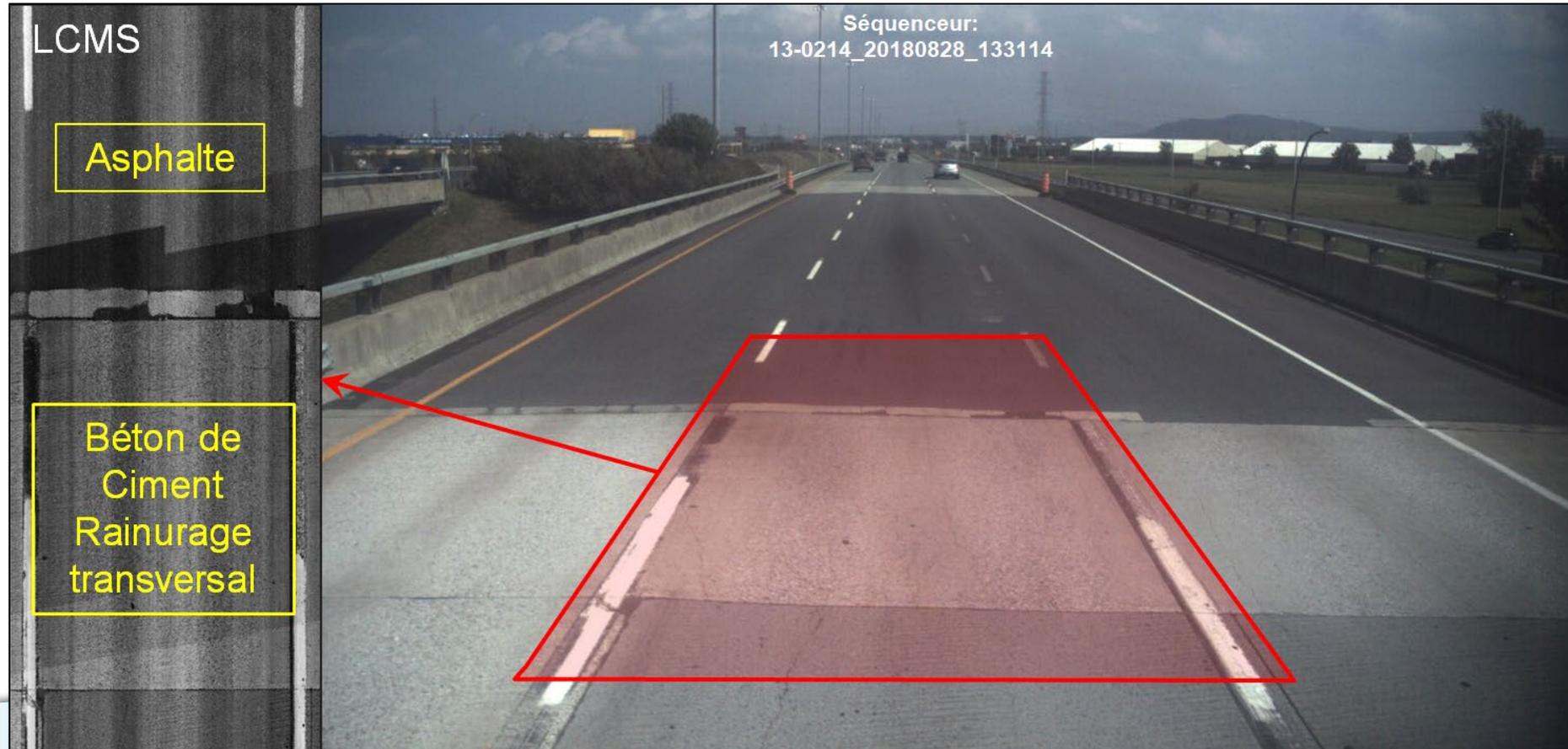
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Pourquoi l'IA à la DGLC?

- Traitement des problématiques complexes qui font intervenir des quantités massives de données en provenance des équipements scientifiques et des STI
- Des techniques d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond permettent de surpasser les techniques conventionnelles pour le traitement des données

DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT



DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

OBJECTIFS DU MANDAT

- Application de l'intelligence artificielle pour la détection du type de revêtement
- Améliorer la précision de l'estimation du type de revêtement versus les méthodes conventionnelles (objectif visé >90%)
- Classification du type de revêtement: asphalte et béton de ciment
- Classification du type de béton de ciment:
 - rainurage longitudinal
 - rainurage transversal
 - sans rainurage (dénudage chimique, meulage au diamant, grenailage).

DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

VMEC

- Véhicule sur lequel sont installés plusieurs capteurs permettant la cueillette de données relatives à l'état de la chaussée de tout le réseau routier du MTQ.
- Les données provenant de ce véhicule sont nécessaires à l'élaboration des stratégies d'intervention et à la production du bilan de l'état du réseau.

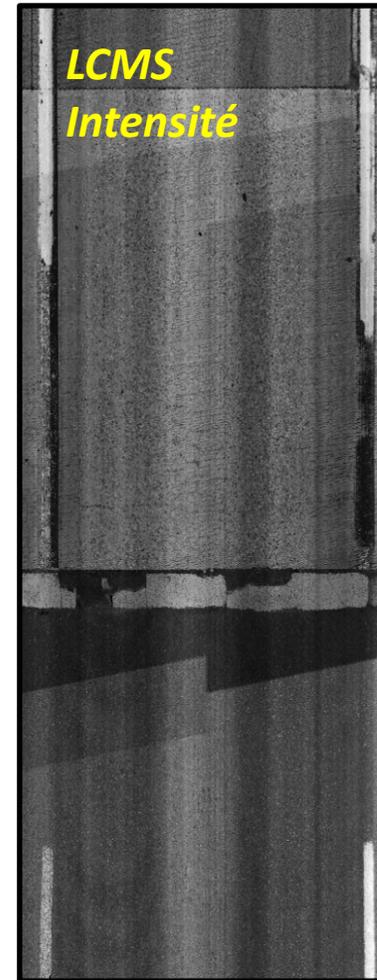
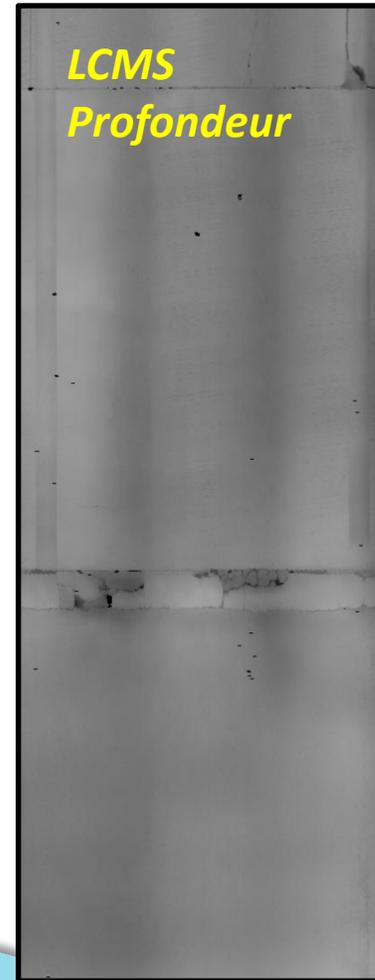


DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

CAPTEURS LCMS

Caractéristiques mesurées:

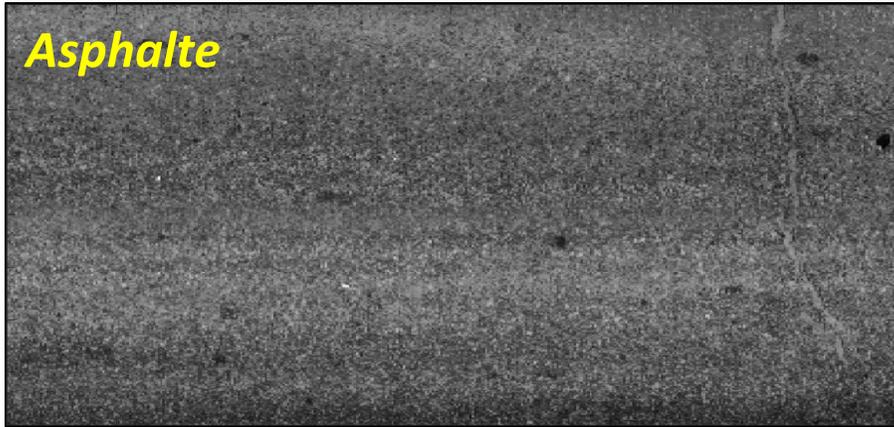
- Ornières
- Fissures
- Macrotexture
- Profil longitudinal



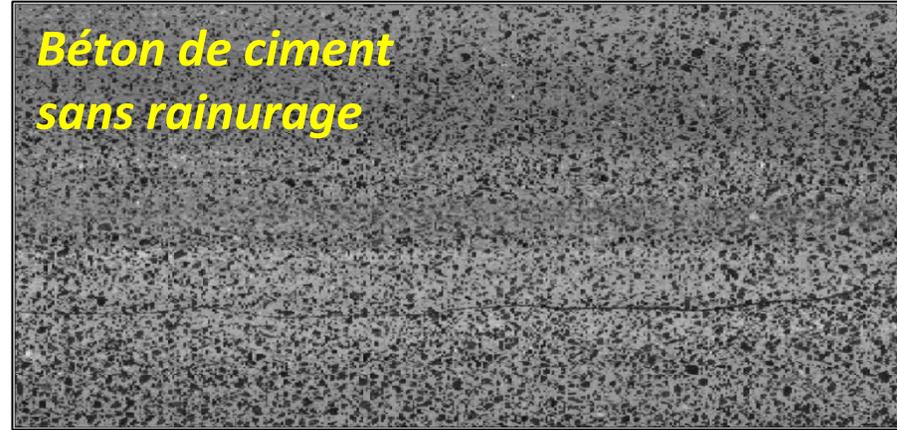
DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

CLASSES DE REVÊTEMENT

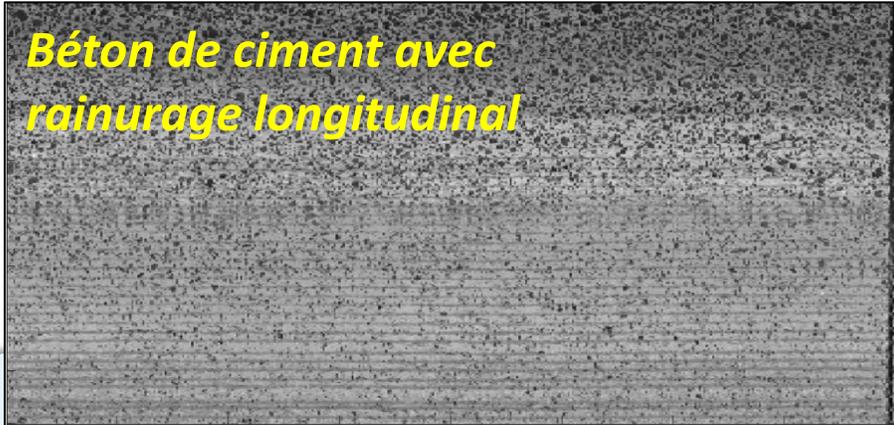
Asphalte



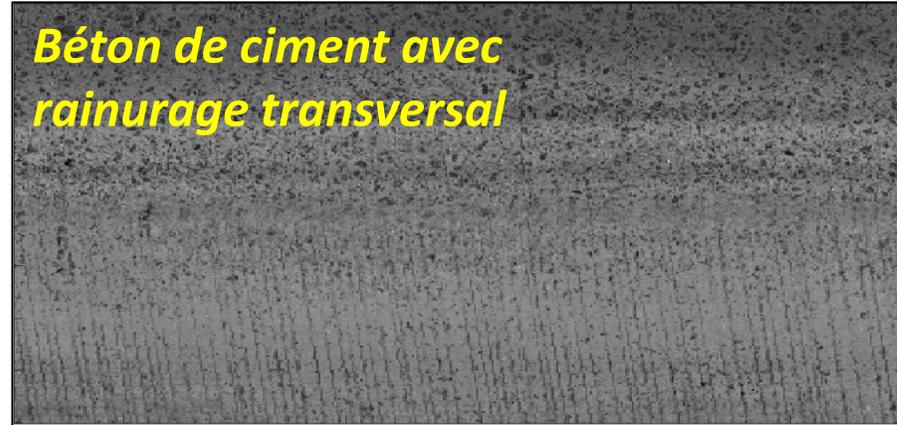
Béton de ciment sans rainurage



Béton de ciment avec rainurage longitudinal

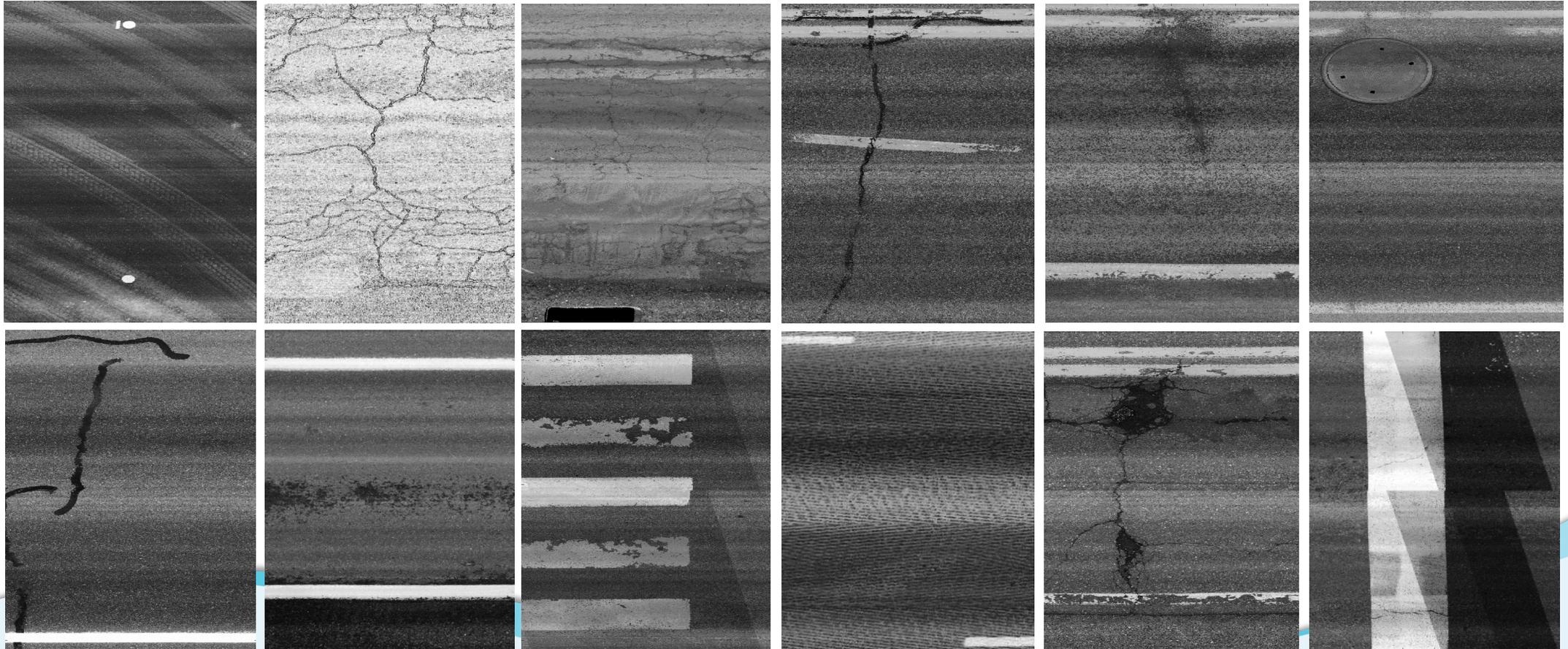


Béton de ciment avec rainurage transversal



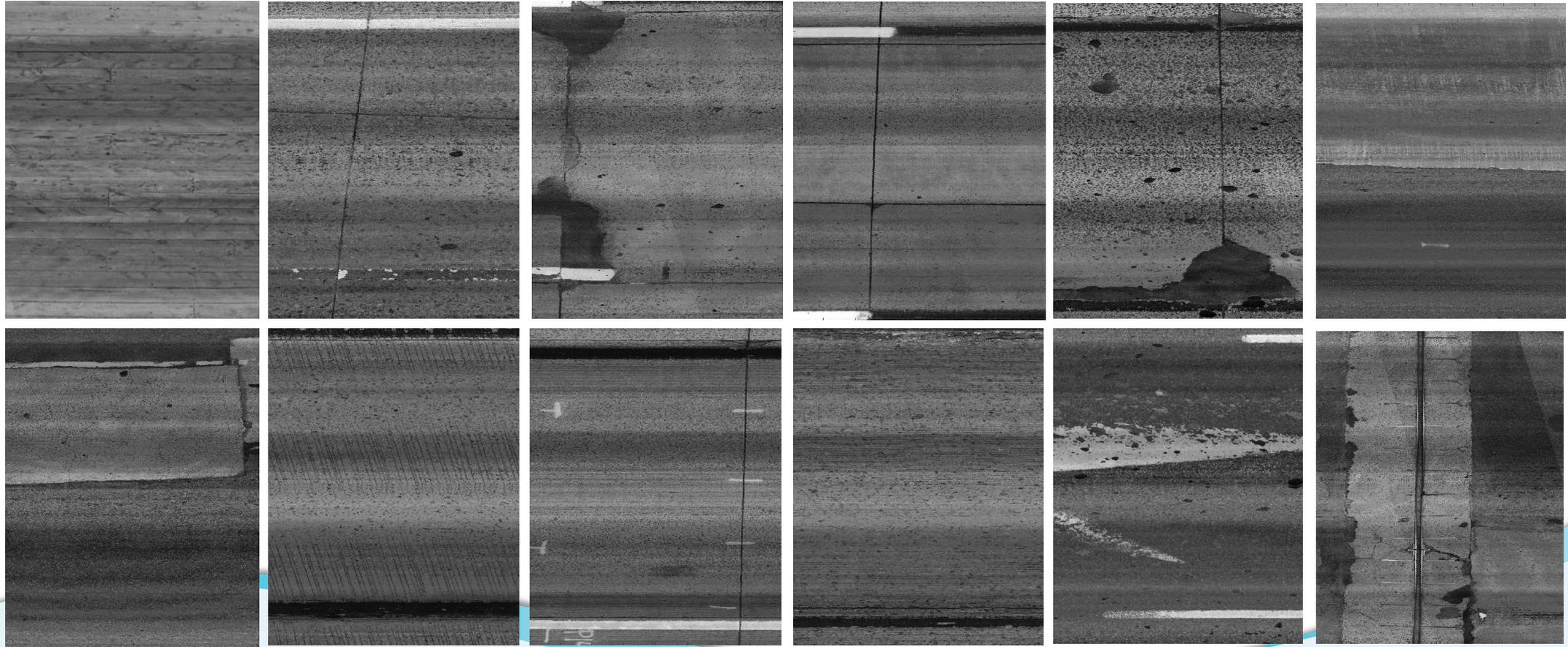
DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

DIVERSITÉ DES DONNÉES



DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

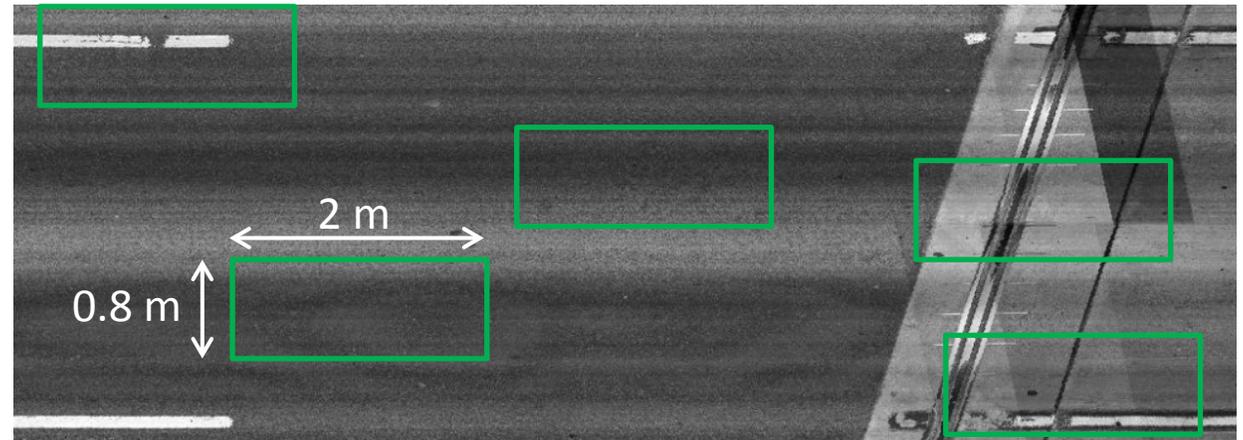
DIVERSITÉ DES DONNÉES



DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

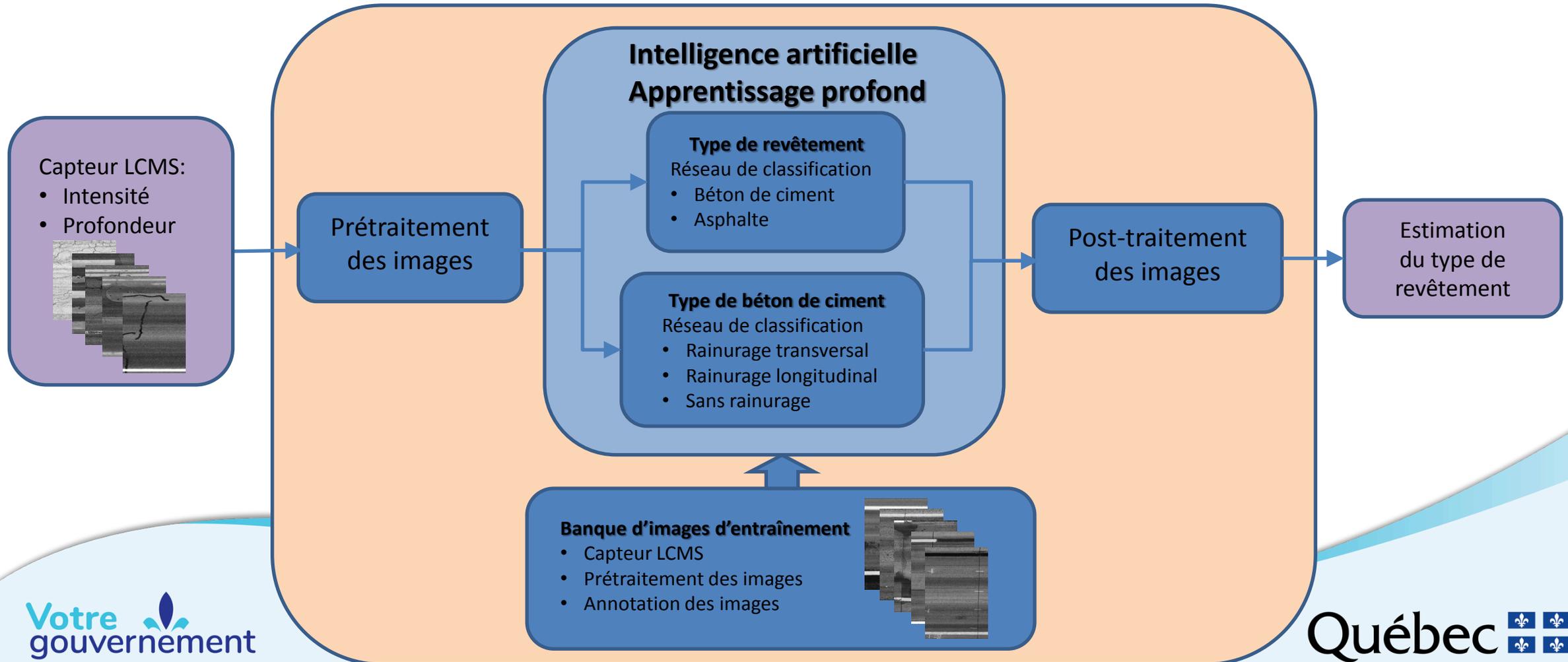
BANQUE D'IMAGES D'ENTRAÎNEMENT

- 5534 images
 - 2988 asphalte
 - 2546 béton de ciment
- Images LCMS profondeur et intensité
- Positions aléatoires des images extraites dans les séquenceurs
- Dimension des images: environ 2m X 0.8m



DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

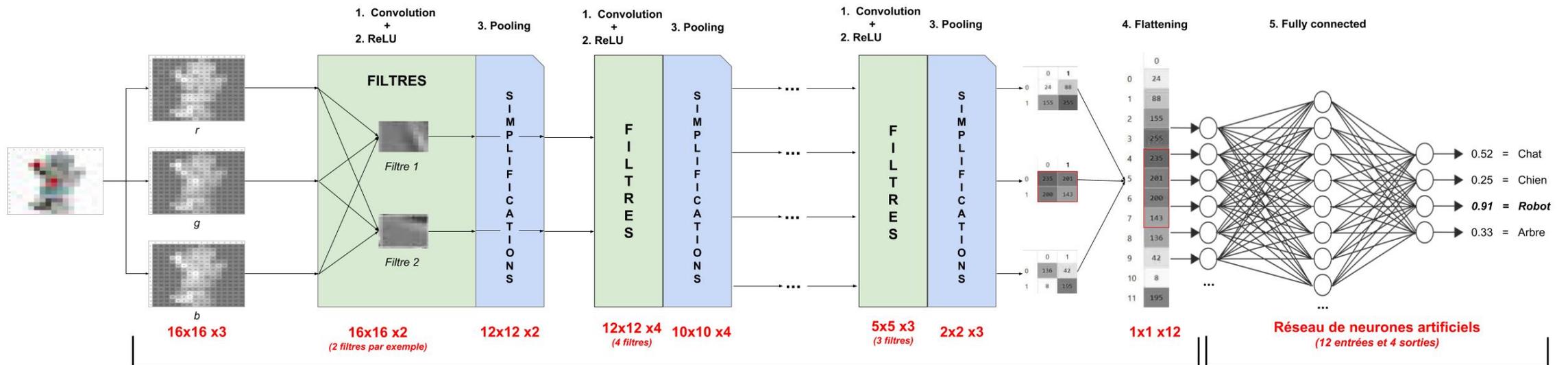
STRATÉGIE IA



DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

RÉSEAU DE CLASSIFICATION IA

- Réseau neuronal convolutif (apprentissage profond)



Extraction des informations de l'image grâce à un enchaînement de filtres (et de simplifications)

Prédiction de la classe de l'image

Source: <http://penseeartificielle.fr> (R. Lambert)

DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

ENTRAÎNEMENT DU RÉSEAU IA

Classification du type de béton de ciment

- Performance totale en entraînement (validation): **90,2%**
- La classe « sans rainurage » est moins performante: 83,6%
- La classe « rainurage longitudinal » performe à 94,4%

Matrice de confusion

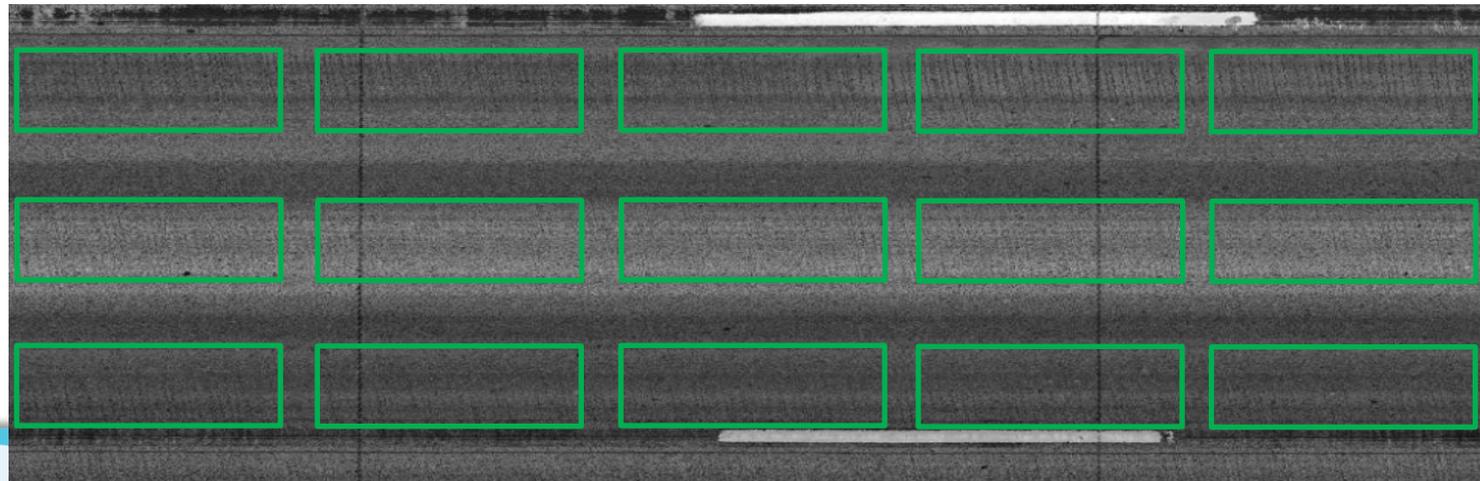
		Classification Types de béton de ciment				
		pavage2	pavage7	pavage8		
Classe: Vérité	pavage2	138	24	3	83.6%	16.4%
	pavage7	10	170	4	92.4%	7.6%
	pavage8	6	3	151	94.4%	5.6%
		89.6%	86.3%	95.6%		
		10.4%	13.7%	4.4%		
		pavage2	pavage7	pavage8	Classe: Prédiction	

pavage2: sans rainurage
pavage7: rainurage transversal
pavage8: rainurage longitudinal

DÉTECTION AUTOMATIQUE DU TYPE DE REVÊTEMENT

POST-TRAITEMENT

- L'objectif du post-traitement est d'augmenter la précision de l'estimé final
- Fenêtre mobile de 10 mètres
- Classification sur trois axes longitudinaux ou l'usure de la chaussée est généralement plus faible, et à tous les deux mètres

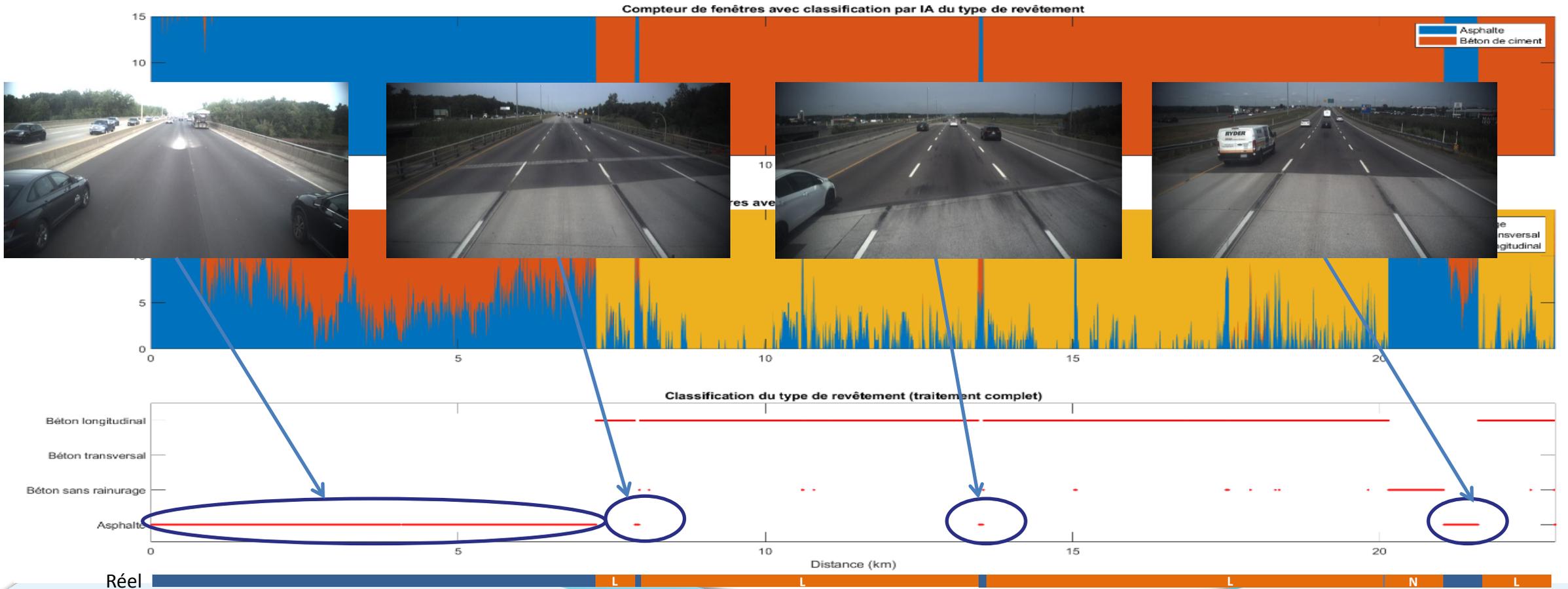


RÉSULTATS DE TRAITEMENT

Exemple: bon cas...

Performance

- Type de revêtement: 99,9%
- Type de béton: 98,9%
- Global: 99,2%

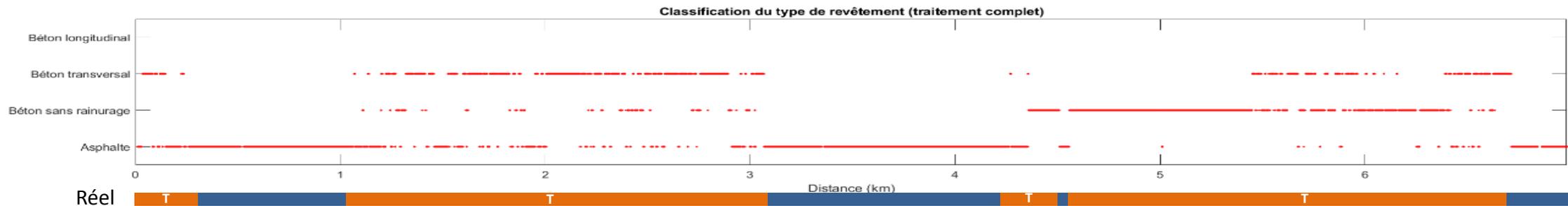
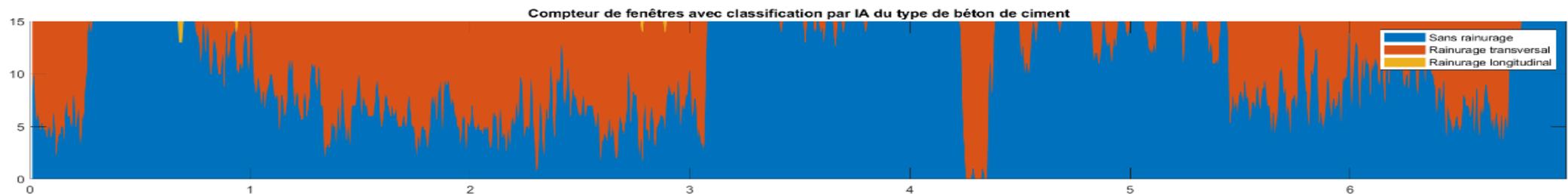
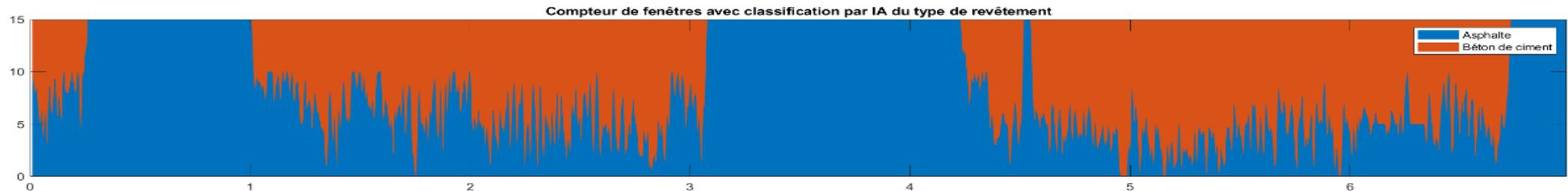


RÉSULTATS DE TRAITEMENT

Exemple: moins bon cas...

Performance

- Type de revêtement: 84,9%
- Type de béton: 46,8%
- Global: 56,4%



RÉSULTATS DE TRAITEMENT

Classification du type de revêtement

Séquenceurs avec présence de béton de ciment

Longueur totale du revêtement traité: 698,630 km

Longueur totale du revêtement valide: 692,396 km (99,1%)

- Asphalte: 481 km (approx.)
- Béton de ciment: 212 km (approx.)

Classification après l'algorithme de post-traitement (seuil de 100%)

- Asphalte: 474,436 km (98.7%)
- Béton de ciment: 199,414 km (94.2%)

Performance minimale estimée: 97,3%

RÉSULTATS DE TRAITEMENT

Classification du type de revêtement

Séquenceurs sans présence de béton de ciment

Longueur totale de revêtement traité: 4106,74 km

Longueur totale valide: 3992,482 km (97,2%)

- Classification asphalte: 3992,106 km
- Classification béton de ciment: 0,376 km

Classification après post-traitement (seuil de 100%)

- Total: 3985,176 km (99,8%)
- Asphalte: 3985,146 km (99,8%)
- Béton de ciment: 0,030 km

Performance minimale estimée: 99,8%

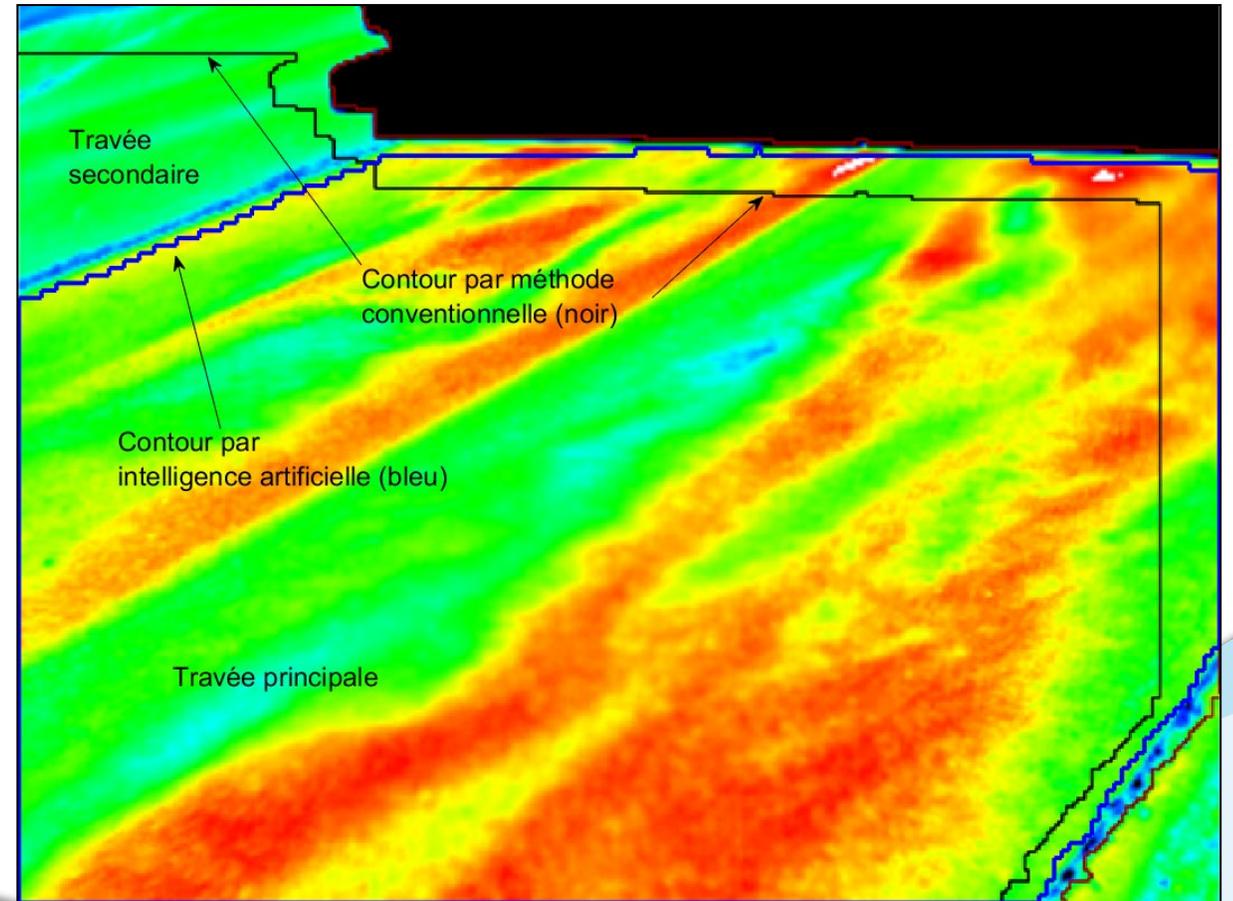


PROJETS EN IA À LA DGLC

DÉTECTION DES CONTOURS POUR LA THERMOGRAPHIE

INFRA-ROUGE

- **Équipement:** caméra thermique
- **Objectif:** amélioration de la détection des contours pour la thermographie IR
 - Utilisée à des fins de contrôle lors de la mise en place des enrobés bitumineux



PROJETS EN IA À LA DGLC

BROUILLAGE DE PLAQUES D'IMMATRICULATION

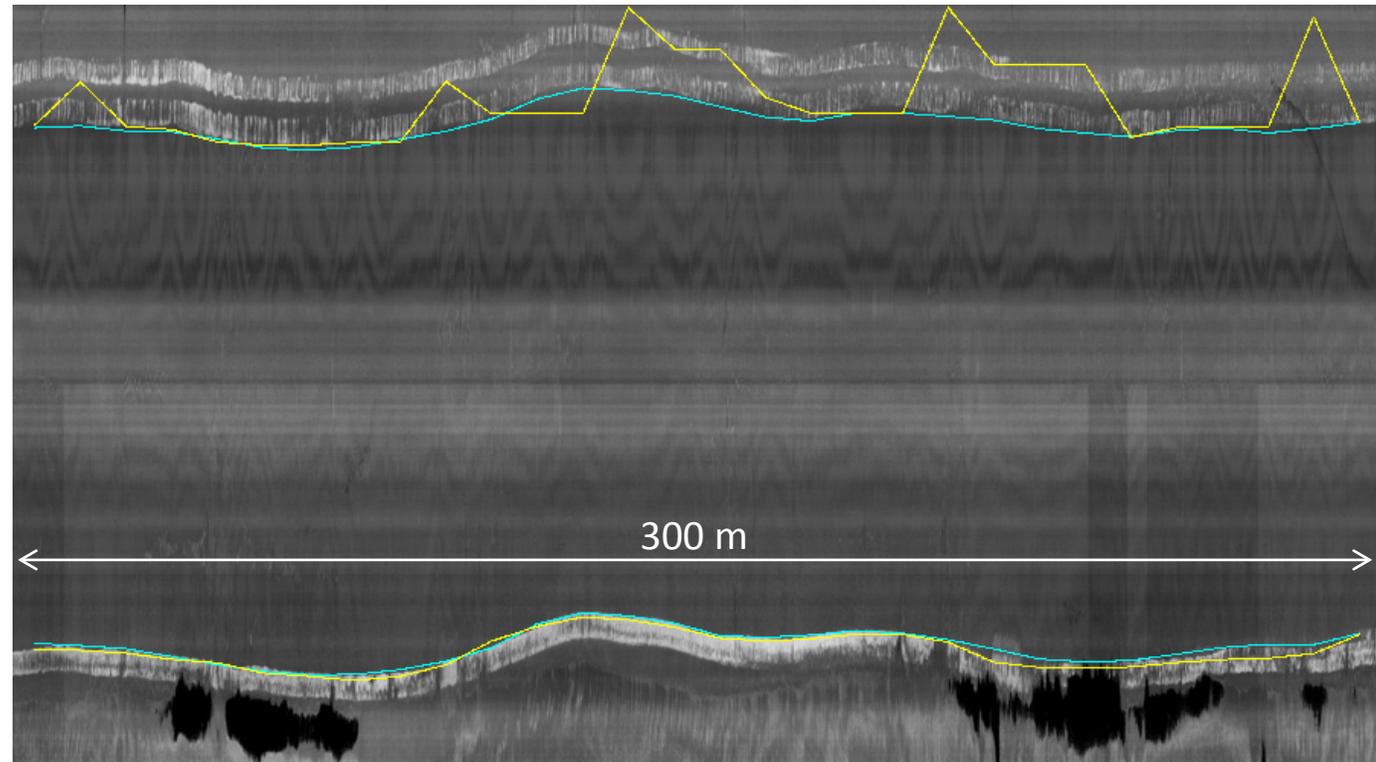
- **Équipement:** caméra installée sur les véhicules
- **Objectif:** automatisation du brouillage de plaques
 - Accélérer le travail de rendre les données anonymes, sans plaques et visages



PROJETS EN IA À LA DGLC

DÉTECTION DES LIGNES DE MARQUAGES DANS LES DONNÉES LCMS

- **Équipement:** Capteurs LCMS
- **Objectif:** améliorer la détection du marquage
 - Calcul plus précis des ornières
 - Classification répétable des dégradations de la chaussée (ornières, fissures, macrotexture)
 - Jaune : méthode conventionnelle
 - Bleu : méthode IA



PROJETS EN IA À LA DGLC

DÉTECTION DES LIGNES DE MARQUAGE DE LA VOIE AUSCULTÉE

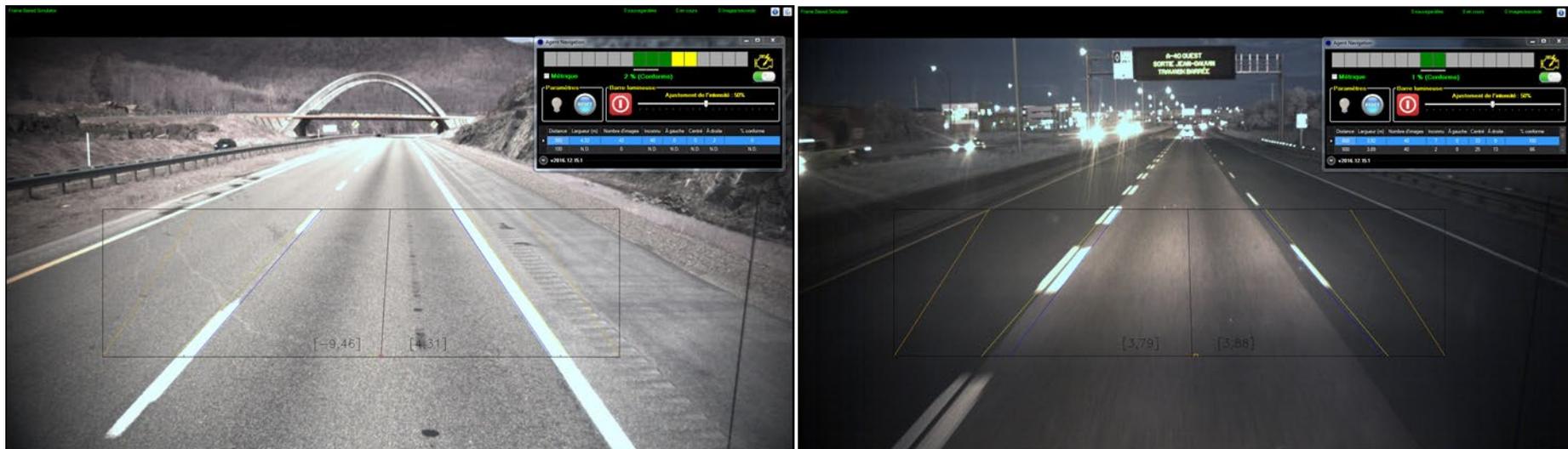
- **Équipement:** caméra installée sur les véhicules
- **Objectif:** système d'aide à la navigation
 - Positionnement transversal du véhicule
 - Mesure de la largeur de la voie relevée



PROJETS EN IA À LA DGLC

DÉTECTION DES LIGNES DE MARQUAGE DE LA VOIE AUSCULTÉE

Système d'aide à la navigation



PROJETS EN IA À LA DGLC

IDENTIFICATION DE LA VOIE AUSCULTÉE

- **Équipement:** caméra installée sur les véhicules
- **Objectif:** automatisation du traitement des données d'auscultation des chaussées
 - Détection du nombre total de voies
 - Identification de la voie auscultée



PROJETS EN IA À LA DGLC

DÉTECTION DE PRÉSENCE DE POUDRERIE

- **Équipement:** caméra installée sur des infrastructures routières
- **Objectif:** automatisation du traitement des images
 - Identification de la présence de poudrerie
 - Classification des conditions de visibilité en trois catégories (bonne, réduite, nulle)



CONCLUSION

- Les techniques d'intelligence artificielle d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond appliquées pour le traitement des données provenant des équipements scientifiques de la DGLC offrent un fort potentiel d'amélioration des méthodes conventionnelles comme dans le cas du projet de détection automatique du type de revêtement.

MERCI!