

### Problématique

- ✗ >700 M\$ pour la conservation du réseau routier québécois doivent être alloués efficacement,
- ✗ Essentiel de prévoir la dégradation des routes afin de planifier les travaux au bon moment,
- ✗ La prédiction est réalisée actuellement avec des modèles simples et limités :
  - un modèle par famille de routes,
  - déterminées par le niveau de trafic,
  - la classe de route et les travaux réalisés.

### Définitions

- **IP** ou Indicateur de Performance de 0 à 100 (parfait). Un IP pour chaque caractéristique mesurée (IP Orniérage et IP Fissuration globale).
- **Orniérage** : déformation permanente de la route au passage des roues des véhicules (Figure 1).

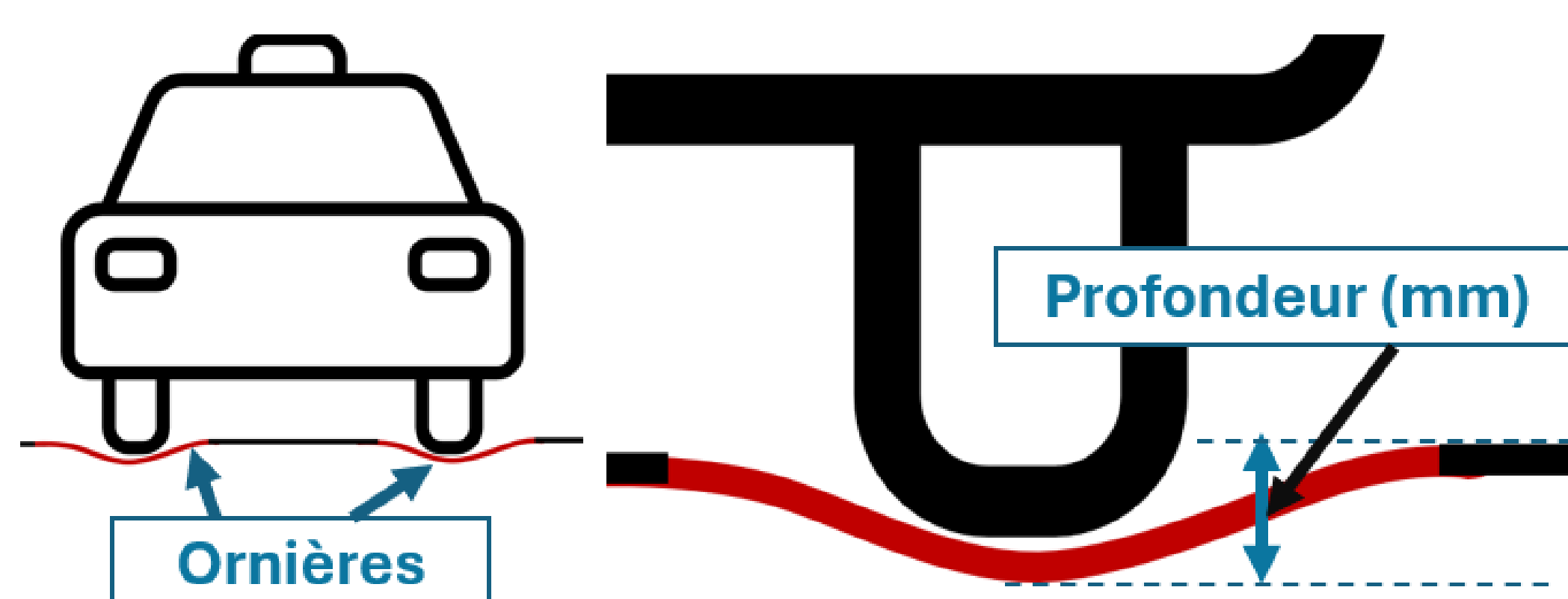


FIGURE 1 – Aperçu des ornières et la manière dont elles sont mesurées.

### Objectifs

- ✓ Prédire l'IP en fonction du temps mieux qu'avec des modèles simples,
- ✓ Quantifier l'erreur de prédiction future,
- ✓ Identifier les caractéristiques influentes pour la dégradation.

### Méthodologie suivie

- PRÉTRAITEMENTS** : Nettoyage global et retrait des anomalies (Figure 2).
  - Pour la **classification** : Attributs de trafic agrégés pour toutes les mesures du segment et manipulation pour avoir une ligne par segment.

- Pour la **régression** : Jointure des données pour avoir l'IP futur
- FORÊT ALÉATOIRE** : Avec 500 arbres et maximum de profondeur 10 [1].
    - **Classification** : On prédit le pire IP (IP Orniérage ou IP Fissuration globale, binaire).
    - **Régression** : On prédit l'IP Orniérage ou l'IP Fissuration dans 1, 2 ou 5 ans.
  - MODÈLES  $f(t)$  MTMD** (Ministère des Transports et de la Mobilité Durable) : Modèles simples de forme  $IP = a + b \times f(\text{temps})$

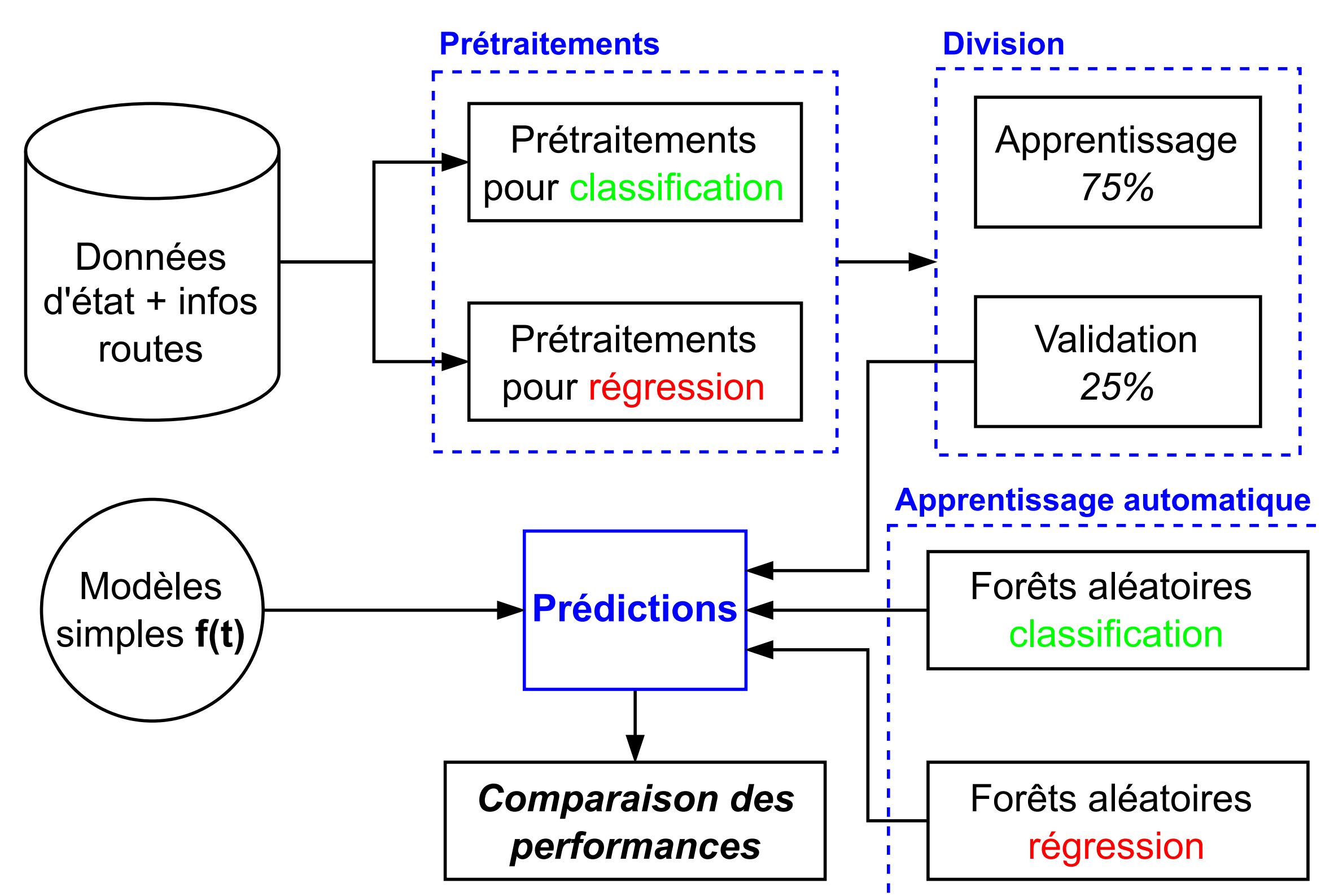


FIGURE 2 – Sommaire du pipeline de prédiction de la dégradation.

### Évaluation

#### LES DONNÉES

TABLE 1 – Informations sur les données.

Source	MTMD
Période	2015 à 2023
Longueur du réseau routier	31 000 km
Segments distincts	21 861

TABLE 2 – Informations sur les données.

Travaux	Trafic	Description route
Épaisseur asphalte	Débit quotidien	Région
Temps depuis travaux	% camions	Type de route
Type	Charge axiale	Environnement

#### PIRE IP MOYEN SUR LA VIE D'UN SEGMENT

- IP Orniérage
- IP Fissuration

### PROTOCOLE DE VALIDATION

- Le jeu de validation est le même que celui qui a servi à la validation des modèles simples lors de leur création,
- Métriques d'évaluation différentes pour la *régression* et la *classification*.

### Résultats

La Table 3 montre que la *forêt aléatoire* prédit les IP avec plus de précision que les modèles simples  $f(t)$ . La Table 4 illustre que la forêt aléatoire est légèrement meilleure que les modèles simples pour prédire le pire IP moyen.

TABLE 3 – Résultats pour prédire la valeur en IP dans le futur.

IP	Métrique	1 an		2 ans		5 ans	
		$f(t)$	Forêt	$f(t)$	Forêt	$f(t)$	Forêt
Orniérage	Biais médian	1,52	0,02	0,96	-0,16	5,26	-0,30
Orniérage	Mediane	2,48	1,97	2,76	2,15	6,71	4,53
Fissuration	Biais médian	-1,17	-0,35	-2,89	-0,42	-7,01	-0,34
Fissuration	Mediane	2,44	1,59	5,46	2,84	12,36	5,70

TABLE 4 – Matrices de confusion de prédire le pire IP à partir de la conception.

Réalité	$f(t)$		Forêt		Total
	IP Orn	IP Fiss	IP Orn	IP Fiss	
IP Orn	635	282	737	180	917
IP Fiss	146	562	145	563	708
Total	781	844	882	743	1625
F1-score	0,72		0,78		

### Conclusion

- ✓ La prédiction est plus précise en utilisant des modèles plus complexes, par rapport aux modèles simples mathématiques,
- ✓ Il est possible de prédire la performance future à partir de modèles même s'ils n'ont pas de formule mathématique,
- ✓ Ces travaux ouvrent la voie à une meilleure planification des travaux futurs sur les routes.

### Références

- [1] F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and E. Duchesnay. Scikit-learn : Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12 :2825–2830, 2011.