



Ville de Montréal

Mitacs



McGill



CANN FORECAST

Prise en compte de la pression pour mieux prédire les bris de conduite dans les réseaux de distribution d'eau potable

Renato Henriques da Silva, Abdelghani Yousfi, Nicolas Fortin
St-Gelais, Naysan Saran, Sophie Duchesne, Alexandra M.
Schmidt



Journal de Montréal, 2016
<https://www.journaldemontreal.com/2016/08/13/importante-fuite-deau-dans-saint-henri>

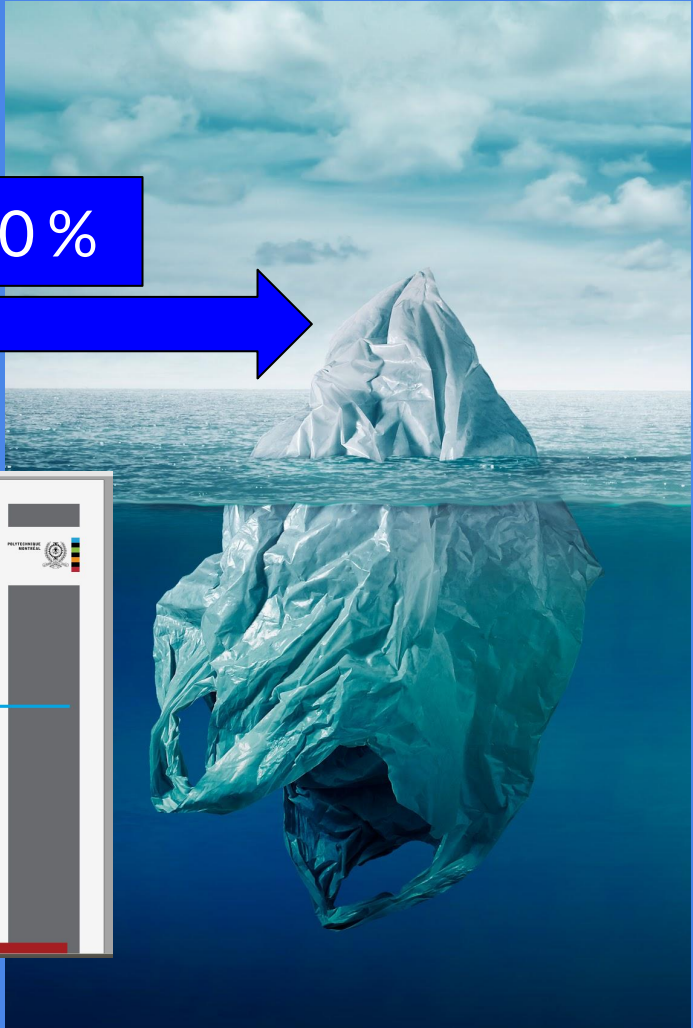
**Les coûts directs
de réparation des
bris de conduite
montent à 3
milliards \$ / année
seulement en
Amérique du Nord**


(www.watermainbreakclock.com/)


Les coûts directs
de réparation des
bris de conduite
montent à 3
milliards \$ / année
seulement en
Amérique du Nord

(www.watermainbreakclock.com/)

20%



 CIRANO
Allier savoir et décision




Évaluation des coûts socio-économiques reliés aux bris des infrastructures souterraines au Québec

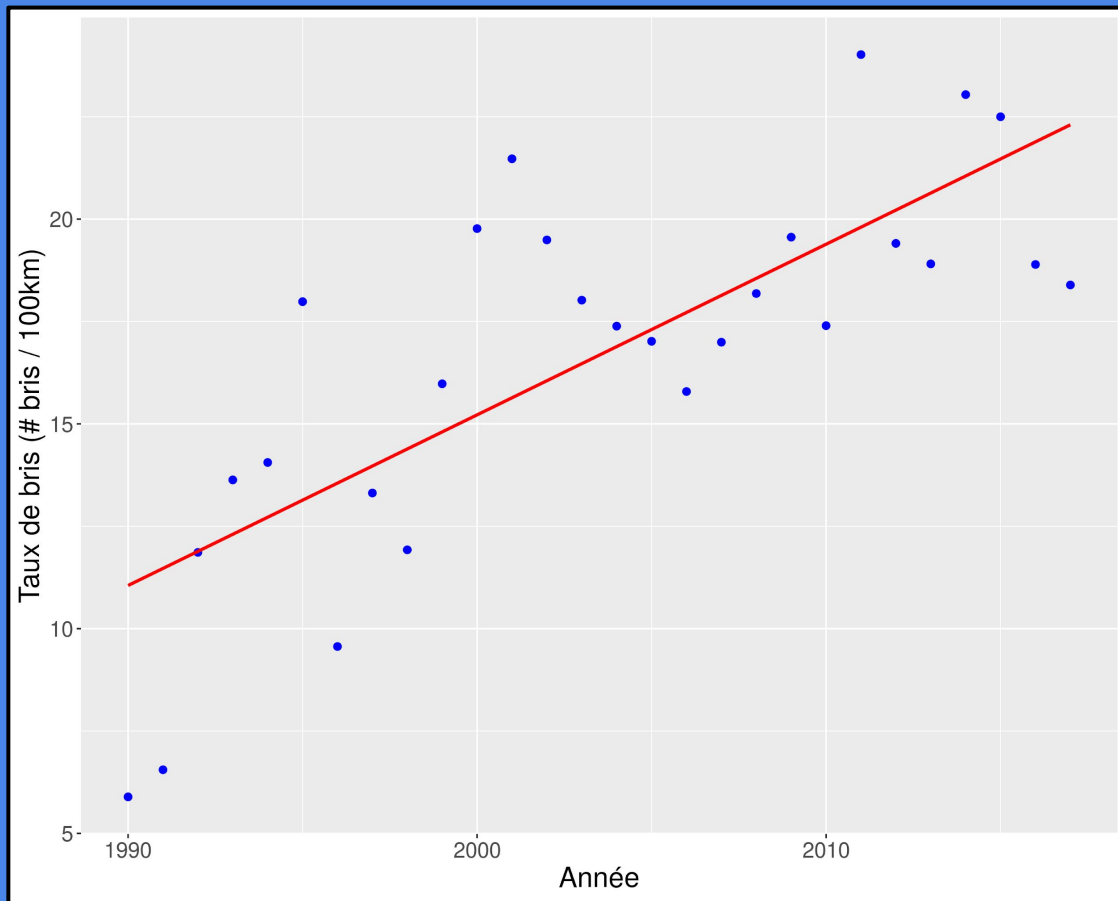
Sommaire exécutif

Rehaine de Marcotte-Warin, Ph. D.
CIRANO et École Polytechnique de Montréal
Ingrid Paigier, Ing., M. Sc. A.
CIRANO

Vincent Mouchélinne, M. Sc. A.
École Polytechnique de Montréal
Mohamed Mahfoud, M. Ing.
CIRANO



Le nombre de bris de conduite ne cesse d'augmenter!



Est-ce que c'est possible de mieux prédire les conduites à risque de bris pour stabiliser les taux de bris?

Principales causes des bris de conduite



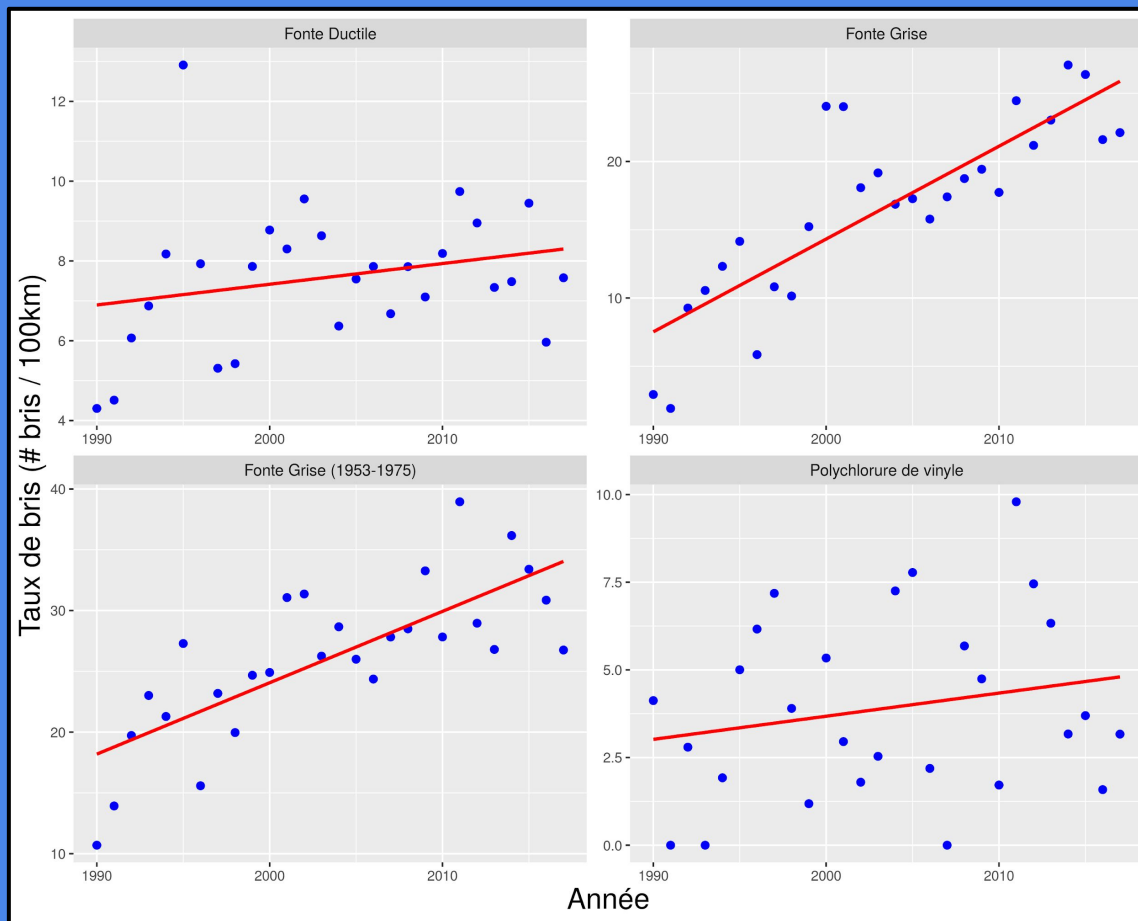
- Corrosion
- Climat/Météo
- Défaut fabrication/installation
- Historique de bris
- Pression dans le système

Variables proxies pour représenter les causes

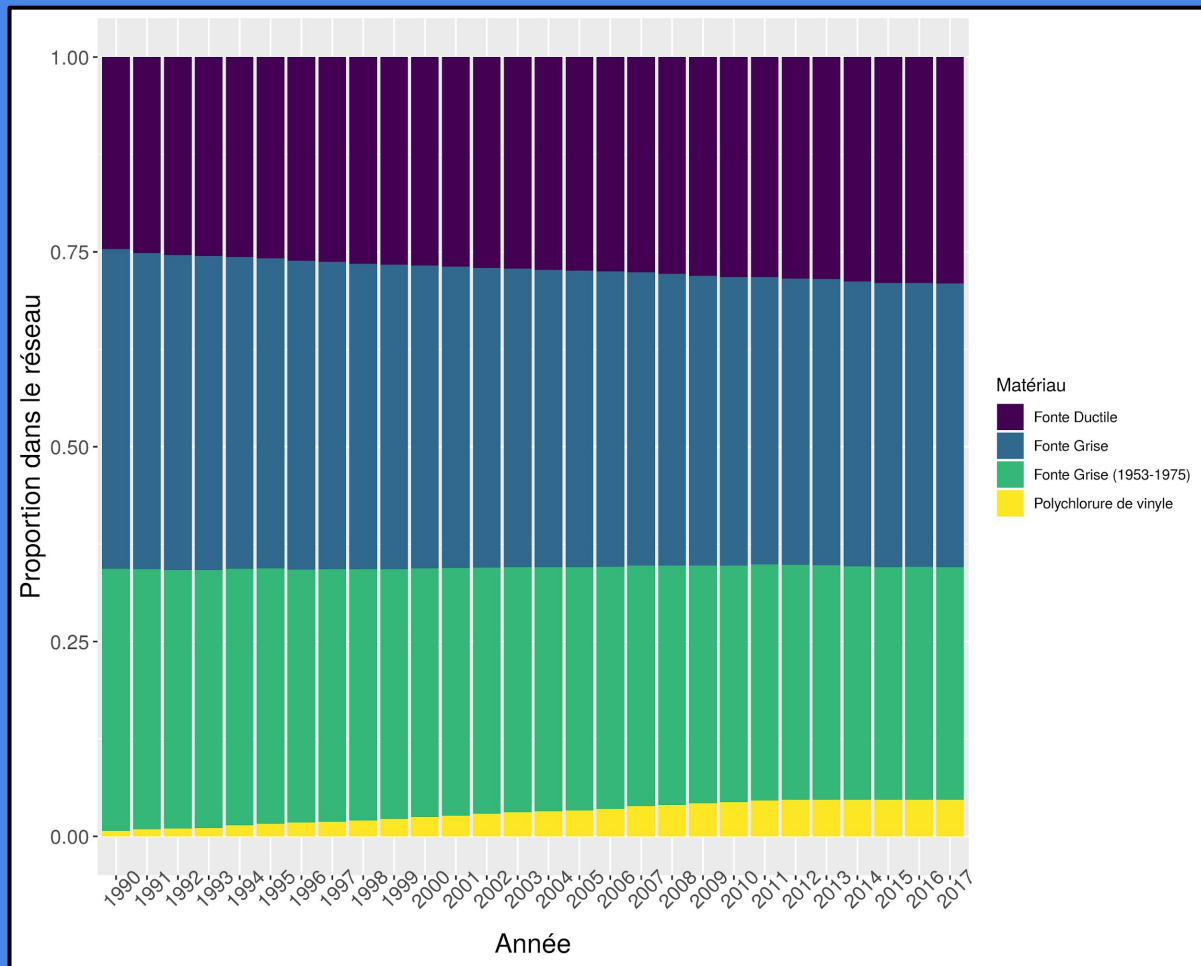


- **Corrosion**
~ âge, matériau, type de sol
- **Climat/Méteo**
~ année, température minimum hivernale
- **Défaut fabrication/installation**
~ localisation, arrondissement
- **Historique de bris**
~ nombre de bris précédent
- **Pression dans le système**
~ pression statique : moyenne, variance

Le taux d'augmentation diffère par matériau!

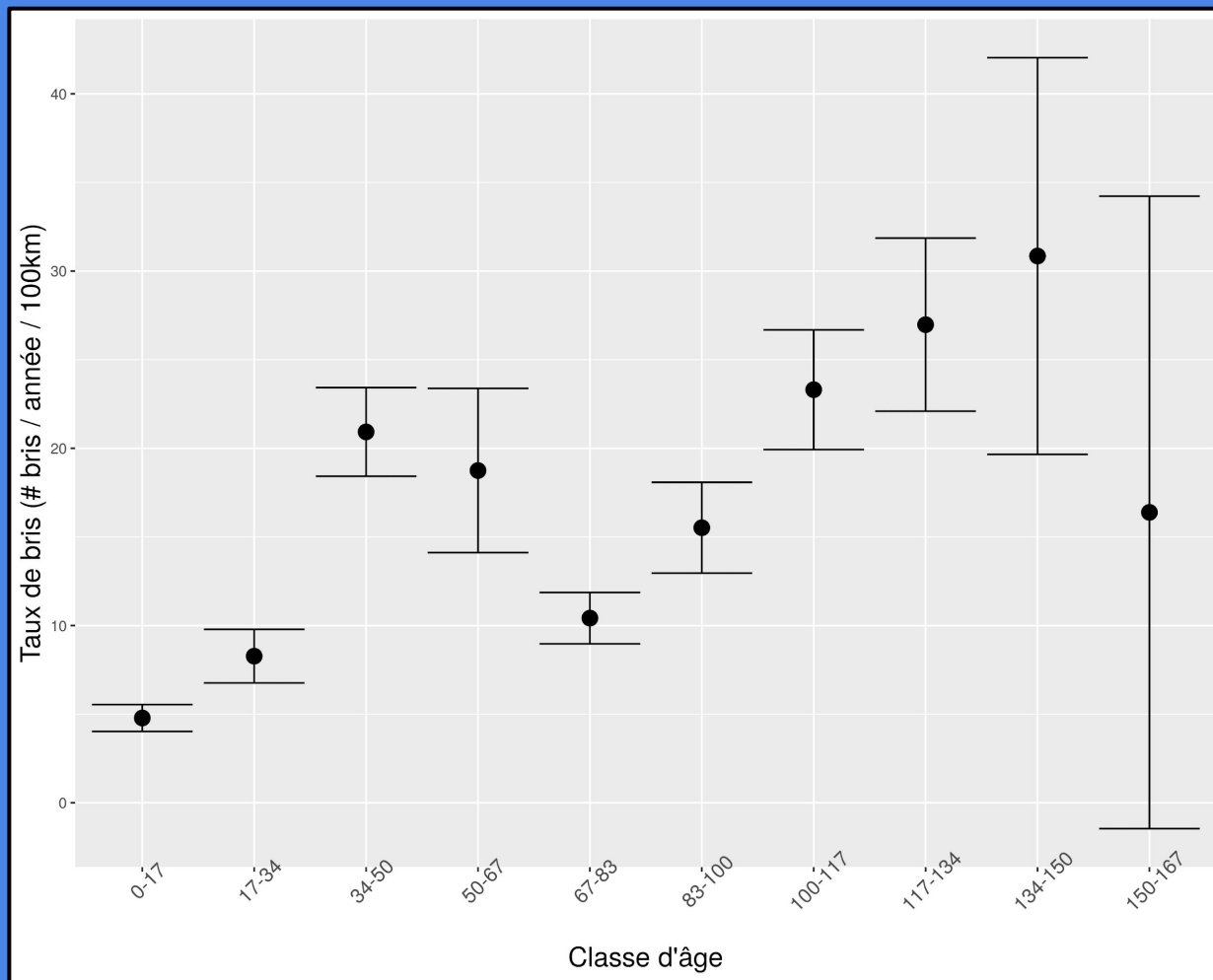


Les matériaux
avec les taux
de bris plus
élevés
dominent le
réseau

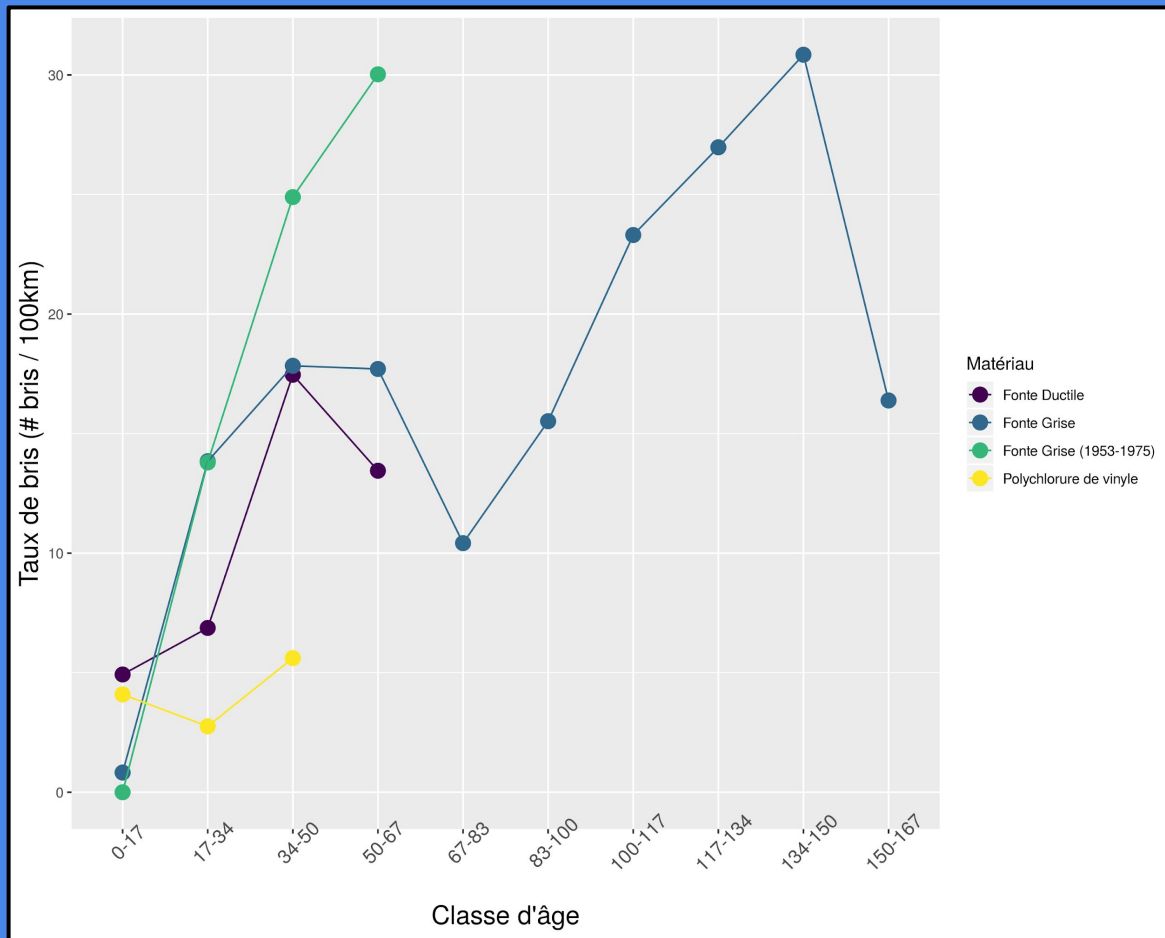


—

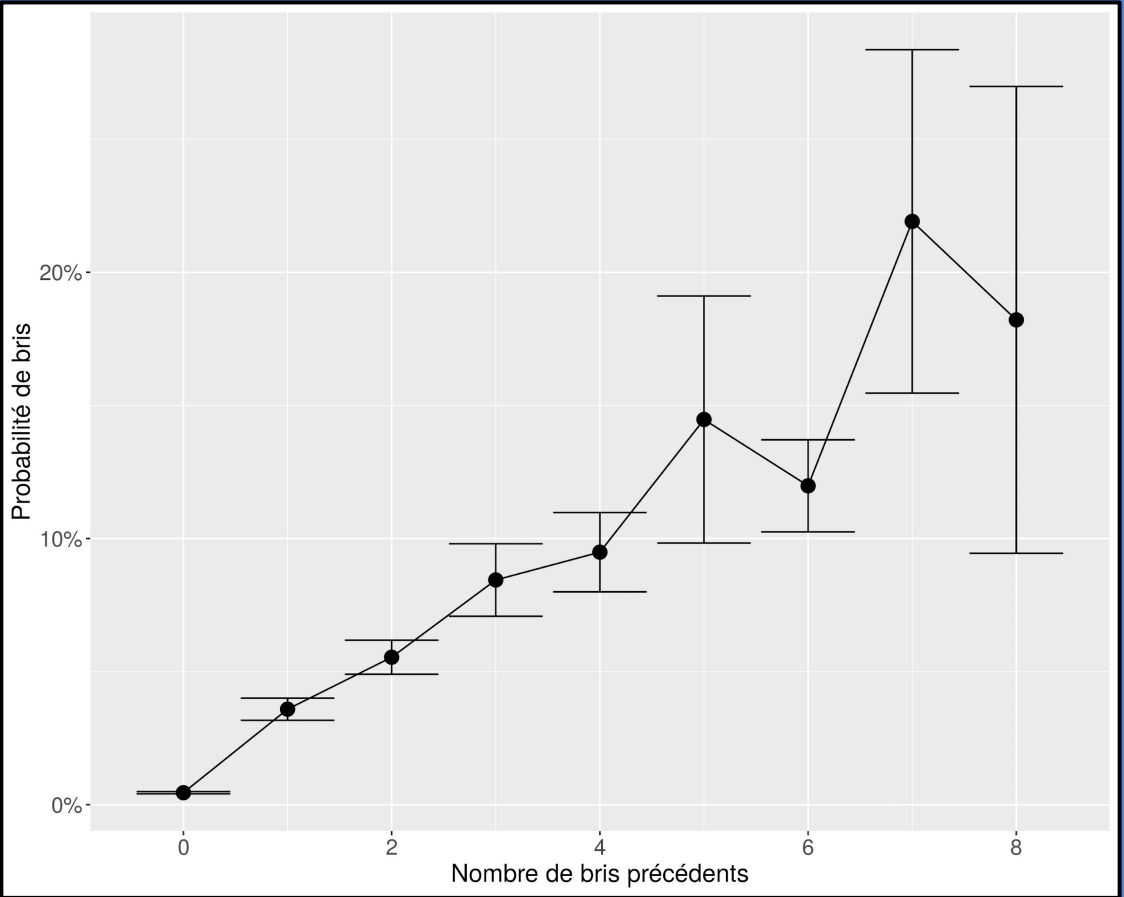
Les aqueducs plus anciens
brisent plus!



L'effet de l'âge sur le taux de bris est matériau-dépendent



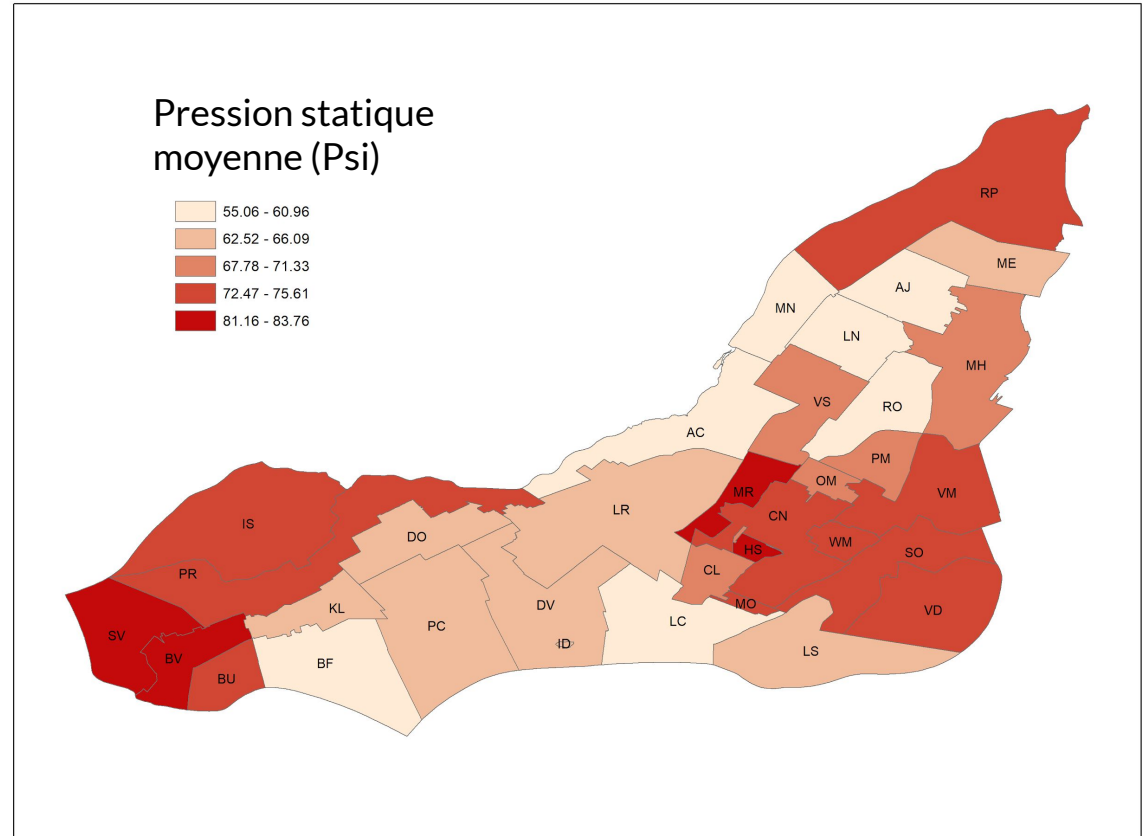
Plus une conduite brise, plus elle brisera!



**Pression de
l'eau dans le
système**

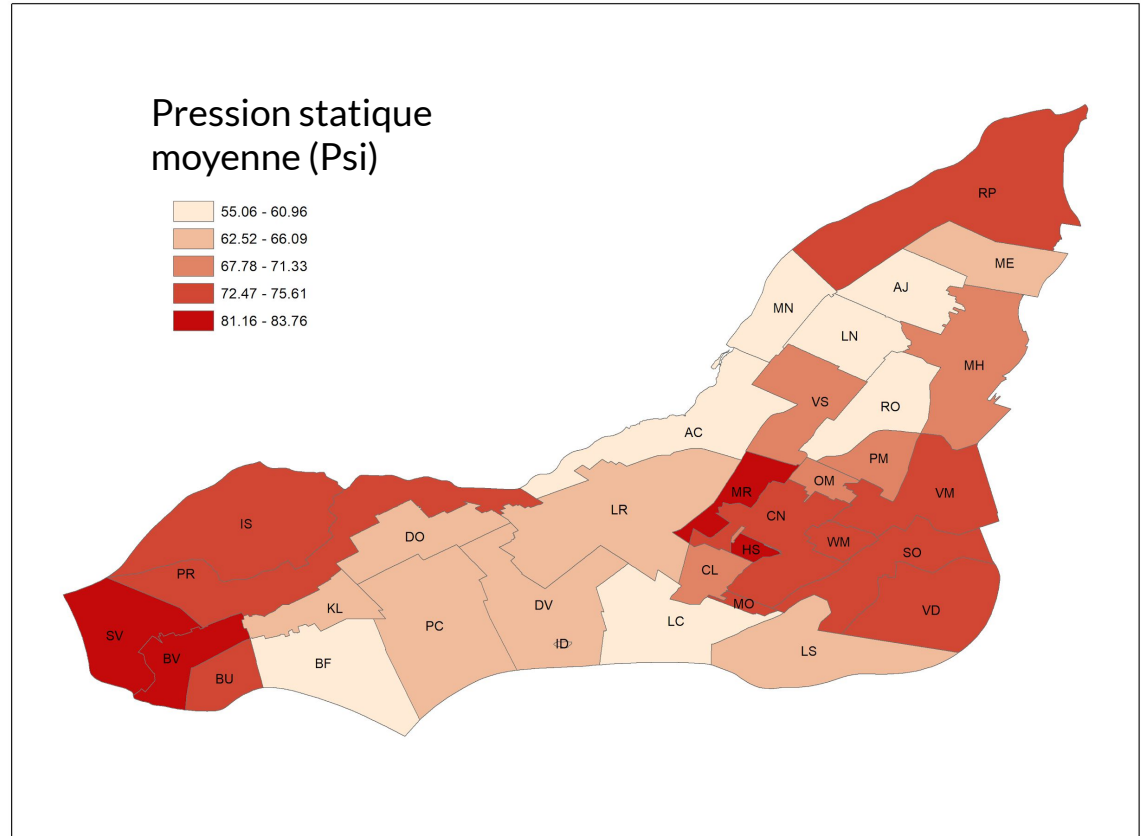
Pression de l'eau dans le système

→ Interpolation spatiale des bornes de fontaine (Année 2011 - 2017)

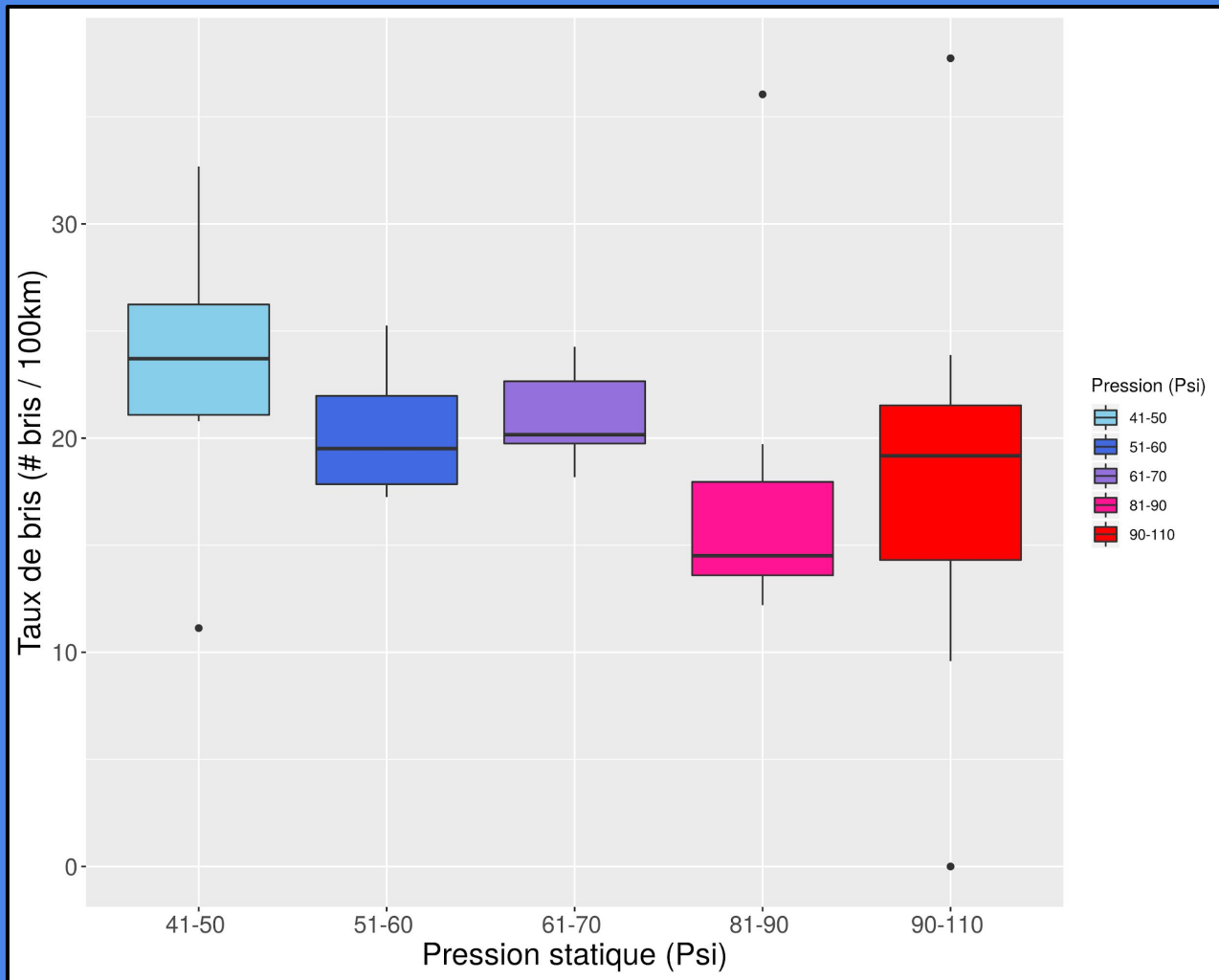


Pression de l'eau dans le système

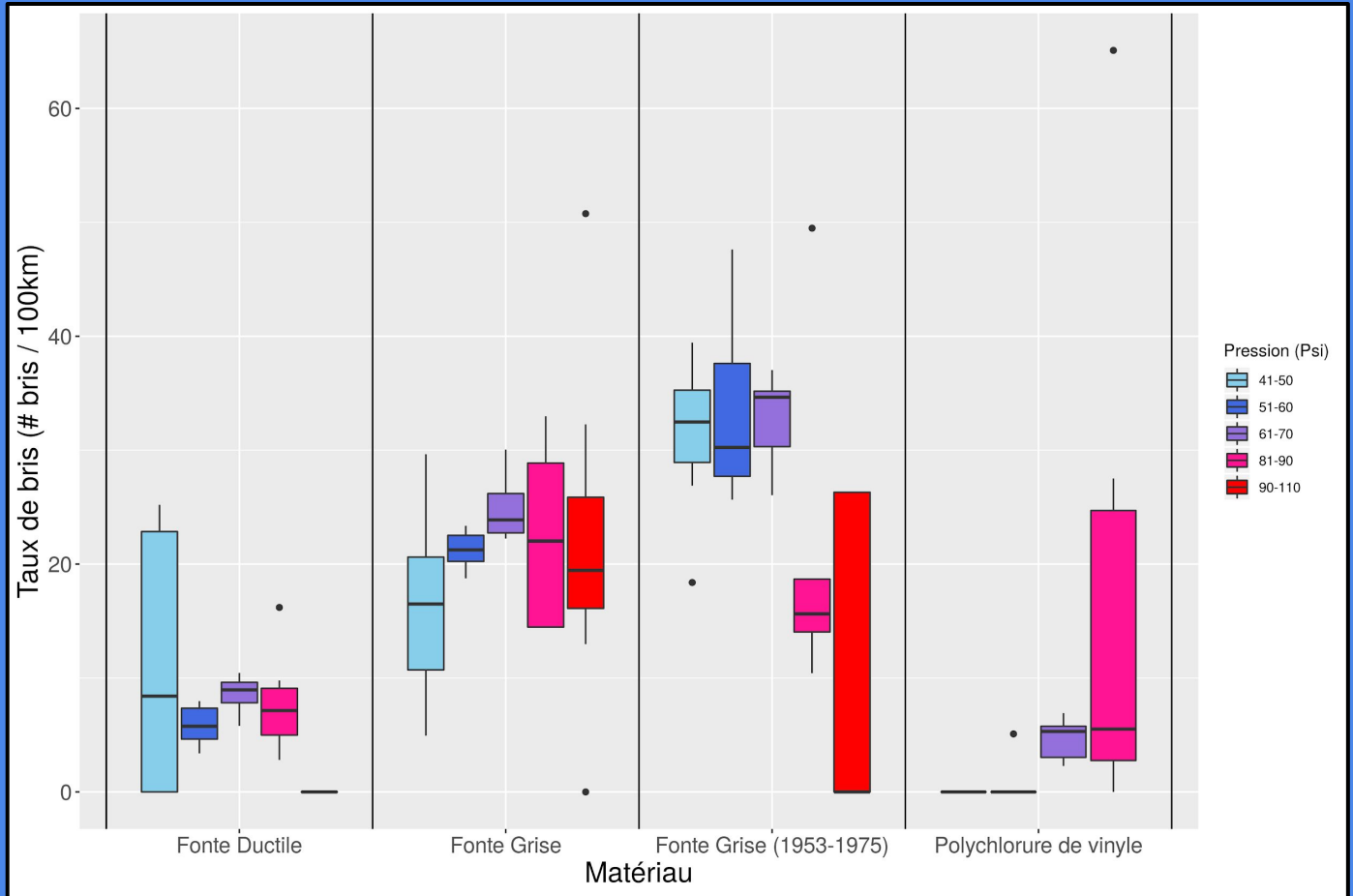
- Interpolation spatiale des bornes de fontaine (Année 2011 - 2017)
- Moyenne et variance pour chaque conduite
- Classes de pression



Taux de bris plus élevé parmi les conduites à plus basse pression



Relation est positive pour la plupart des matériaux



**Modélisation
des variables
pour prédire
les bris de
conduite**



Approche Bayésienne

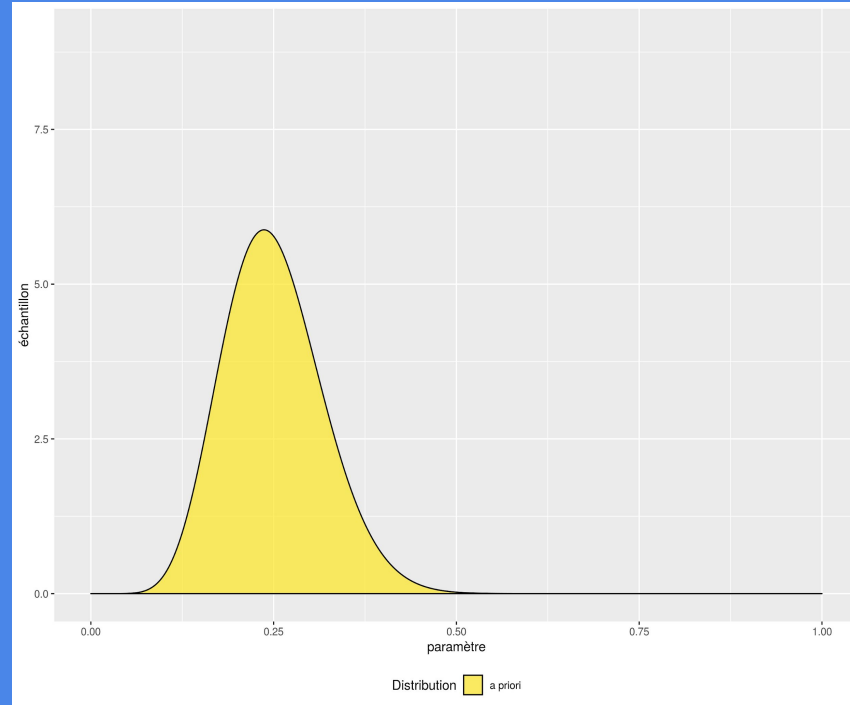
**Permet de calculer
l'incertitude dans
l'estimation des paramètres
et probabilités**

Modélisation
des variables
pour prédire
les bris de
conduite



Approche Bayésienne

Permet de calculer
l'incertitude dans
l'estimation des paramètres
et probabilités

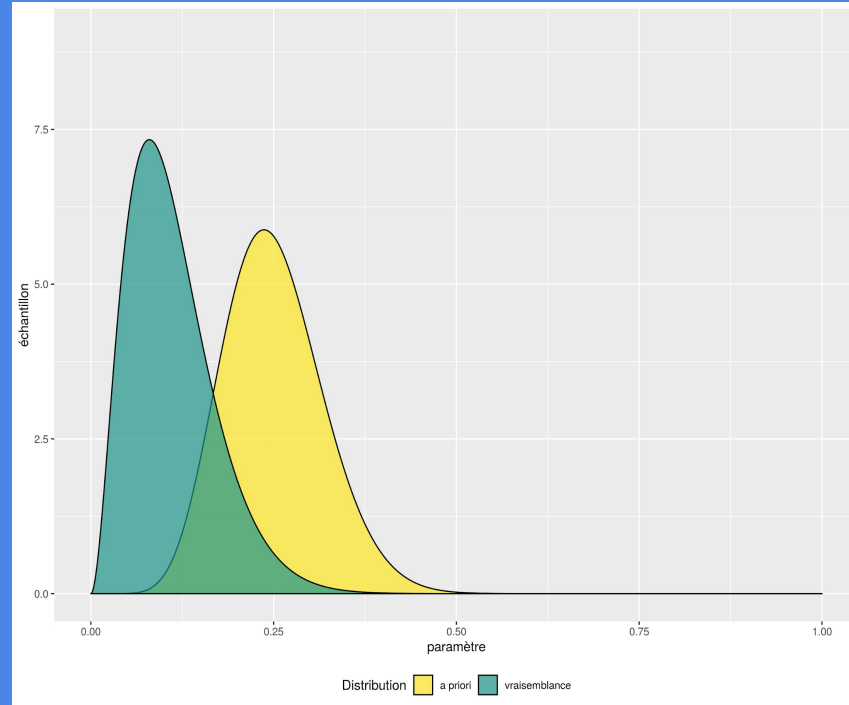


Modélisation
des variables
pour prédire
les bris de
conduite



Approche Bayésienne

Permet de calculer
l'incertitude dans
l'estimation des paramètres
et probabilités



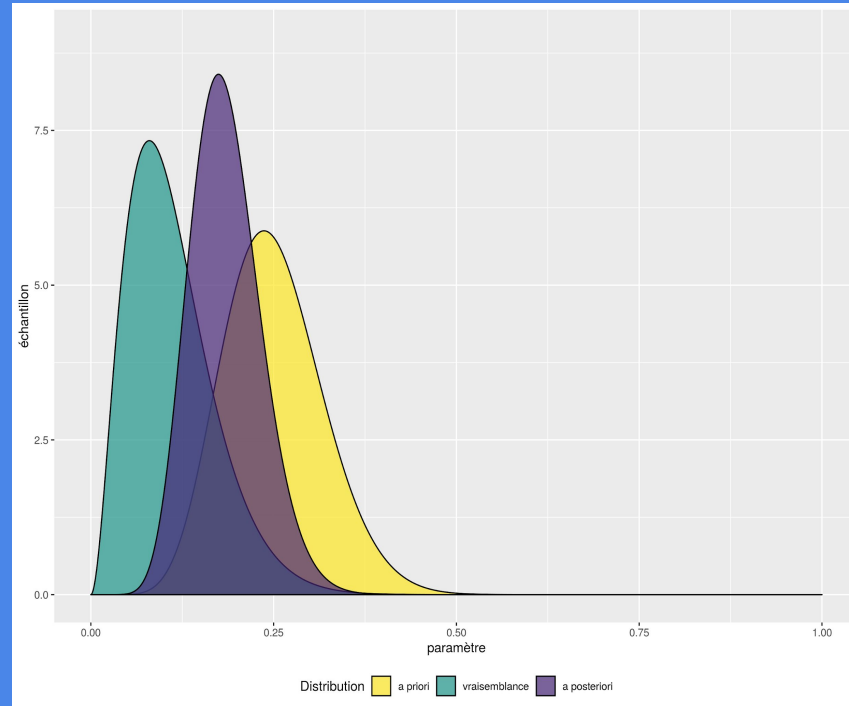
Modélisation des variables pour prédire les bris de conduite



Approche Bayésienne

Permet de calculer
l'incertitude dans
l'estimation des paramètres
et probabilités

$$P(\Theta|Y) = \frac{P(Y|\Theta) * P(\Theta)}{P(Y)}$$



Régression logistique bayésienne avec facteur aléatoire



Prédicteurs

1. Matériau
 - a. Fonte grise
 - b. Fonte grise (1953-1975)
 - c. Fonte ductile
 - d. PCV
2. Diamètre
3. Longueur
4. Âge (années)
5. Historique de bris
 - a. Pas de bris (0)
 - b. Peu de bris (1 - 2)
 - c. Beaucoup de bris (> 2)
6. Pression moyenne
7. Variance de la pression

Facteur aléatoire

1. Arrondissement

Régression logistique bayésienne avec facteur aléatoire



Modèle	Préssion (moyenne et variance)	Interaction Préssion- Matériau
M1	Non	Non
M2	Oui	Non
M3	Oui	Oui

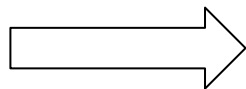
Prédicteurs

1. Matériau
 - a. Fonte grise
 - b. Fonte grise (1953-1975)
 - c. Fonte ductile
 - d. PCV
2. Diamètre
3. Longueur
4. Âge (années)
5. Historique de bris
 - a. Pas de bris (0)
 - b. Peu de bris (1 - 2)
 - c. Beaucoup de bris (> 2)
6. Pression moyenne
7. Variance de la pression

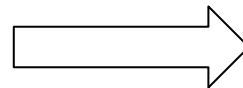
Facteur aléatoire

1. Arrondissement

Jeu de données
d'entraînement



Modélisation



Jeu de données
de test



Données 2009-2011

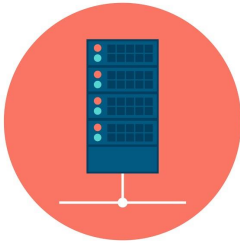
- sans pression
- avec pression
- pression + interactions

Données 2012-2017

- sans pression
- avec pression
- pression + interactions

Test des modèles

Ordonner les segments par
probabilité de bris



Sélectionner les "n" plus
probables de briser selon le
modèle

n = nombre de bris observée
dans une année test

Matériaux

Fonte Grise (1953-1975)

0.5 fois plus de chance de
briser

Fonte Ductile

Référence = Fonte Grise (FG)

0.4 fois plus de chance de
briser

PVC

3 fois moins de chance de
briser

Historique de Bris

	Pas de bris
Référence =	-1.76 fois moins de chance de briser
Beaucoup de bris (>2)	Peu de bris
	-0.4 fois moins de chance de briser

Longueur / Diamètre

Longueur

Chaque mètre de plus augmente la
chance de briser par 0.35

Diamètre

Chaque mm de plus diminue la
chance de briser par 0.36

$\bar{\hat{\text{Age}}}$

Pression moyenne

Variance de la pression

Pas significatif dans le modèle

Interaction Âge - Matériau

Fonte Grise (1953-1975)

+1 an augmente la chance de briser
par 0.66 de plus que sur la FG

Référence = Fonte Grise (FG)

Fonte Ductile

+1 an augmente la chance de briser
par 1.31 de plus que sur la FG

PVC

Pas significatif

Interaction Pressure - Matériau

Fonte Grise (1953-1975)

Pas significatif

Référence = Fonte Grise (FG)

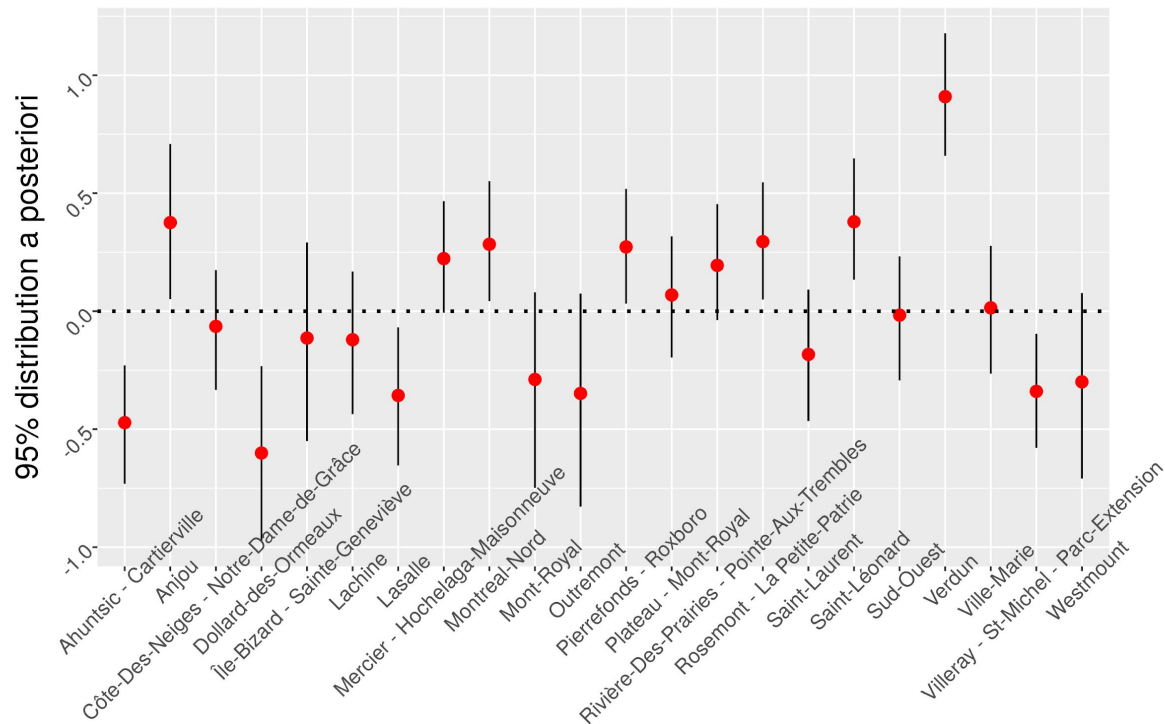
Fonte Ductile

Pas significatif

PVC

+1 Psi augmente la la chance de briser par
1.21 de plus que sur la FG

Effet de l'arrondissement



Modèles - données tests

Année	M1 (sans pression)	M2 (avec pression)	M3 (avec pression + interactions)
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			

Conclusion

~ À compléter

Perspectives & Recommendations

~ À compléter