

Modélisation du temps de stationnement à partir de données de comptage automatique des Franciliens

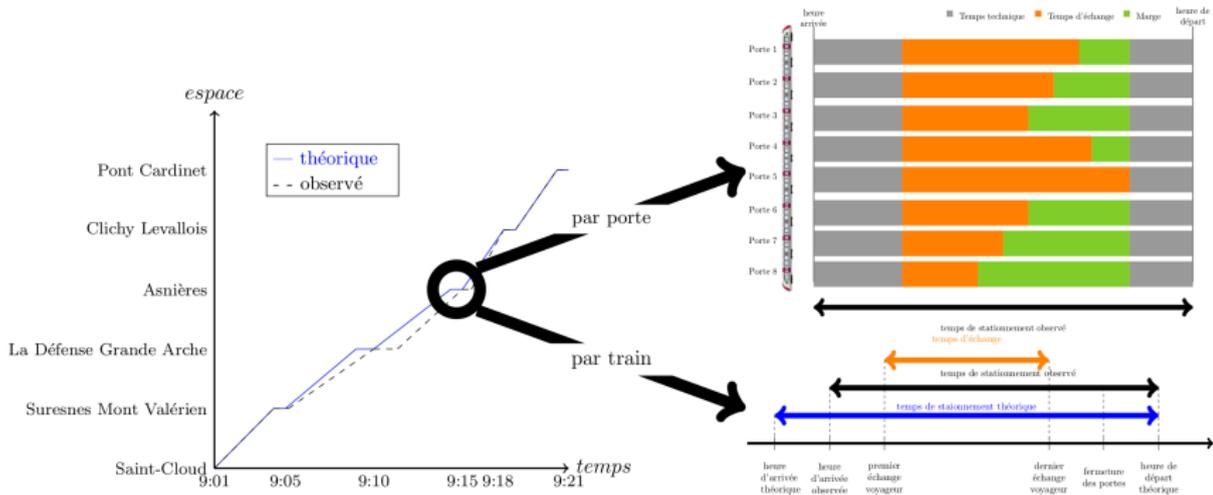
Rémi COULAUD^{1,2}, Christine KERIBIN¹, Gilles STOLTZ¹

¹Laboratoire de Mathématiques d'Orsay

²SNCF Voyageurs Transilien

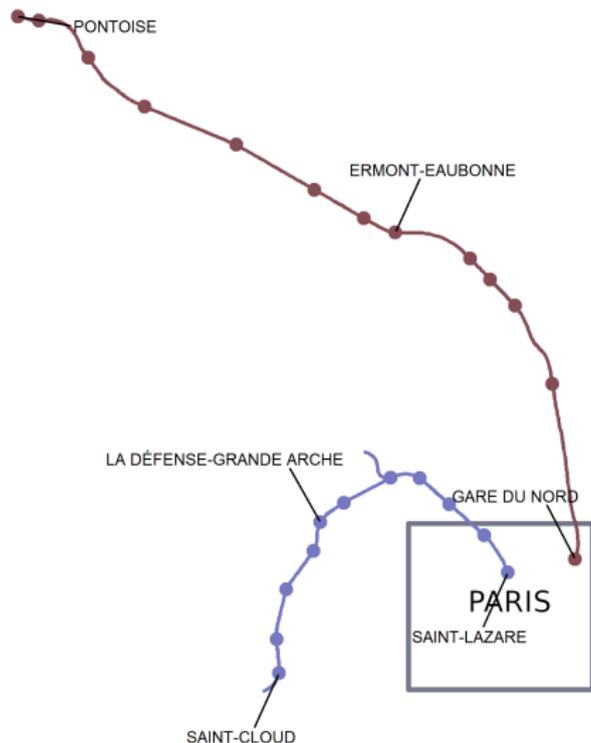
4 juin 2021

Temps de stationnement et temps de trajet



- Les temps de stationnement représentent 20% à 30% du temps de trajet

Périmètre et disponibilité des données



2019 2021

H 100% 100%

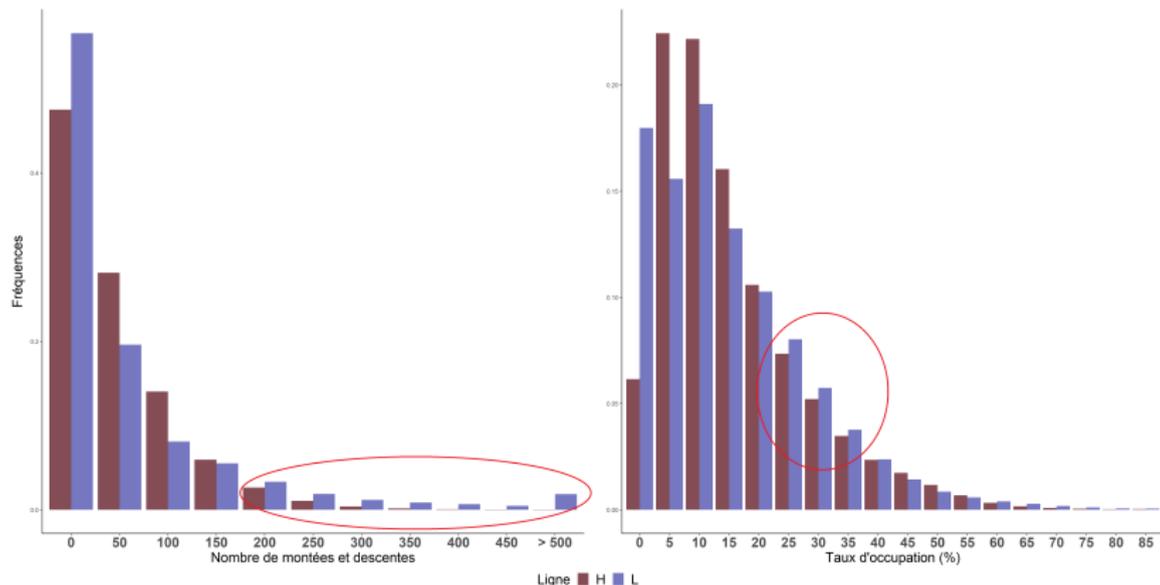
L 80% 100%

Taux de couverture
des lignes en NAT

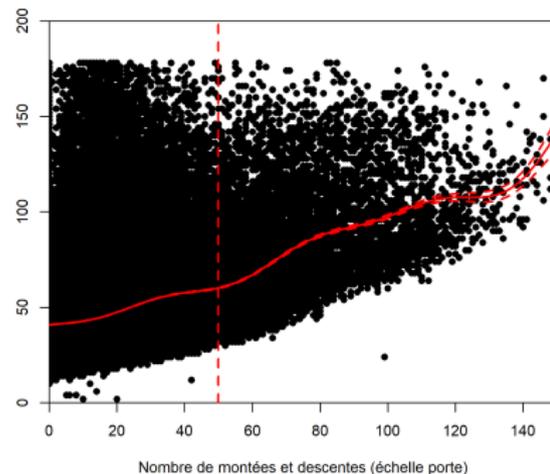
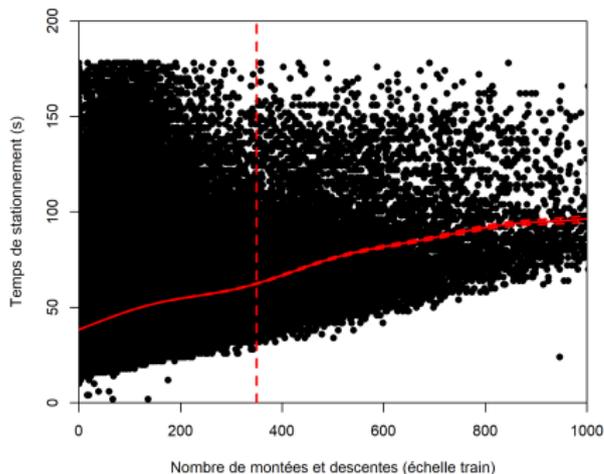


Mesure APC des flux voyageurs (PF)

La ligne L plus fréquentée que la ligne H

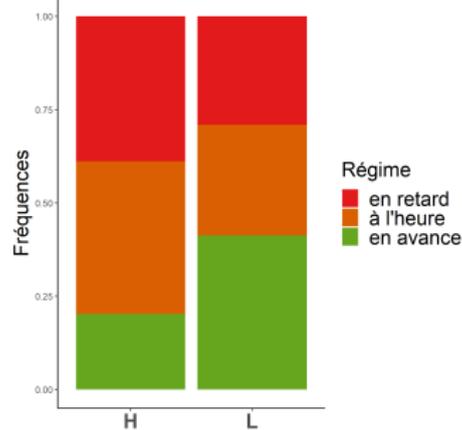
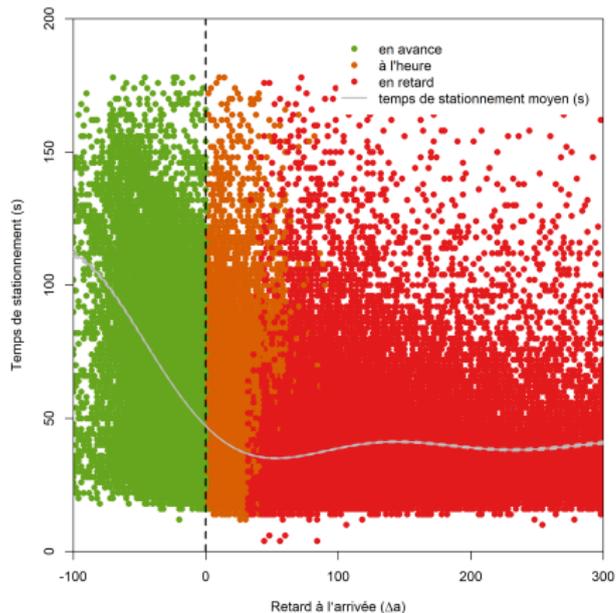


Un faible effet flux sur le temps de stationnement



— temps de stationnement moyen (s)

L'effet du retard à l'arrivée sur les temps de stationnement



(a) Ponctualité des trains par ligne

Modèles statistiques et variables de la littérature

	Variables	Mode	Données	Modèle
Lam et al. (1998)	PF	Métro	Enquêtes	Régression linéaire
Chu et al. (2015)	PF	Métro	Enquêtes	Réseau de neurones
Buchmüller et al. (2008)	PF	Train	APC	Modèle probabiliste
Christoforou et al. (2020)	PF	Tramway	APC	Régression linéaire
Cornet et al. (2019)	PF	Train	APC	Modèle probabiliste
Kecman & Goverde (2015)	O	Train	Circuit de voies	Forêts aléatoires
Palmqvist et al. (2019)	PF, O	Métro	APC	Régression linéaire
Nous	PF, O	Train	APC	...

PF : flux de voyageurs (montées, descentes,...)

O : opérations ferroviaire (retard à l'arrivée,...)

Les variables utilisées

	Variable	Domaine	Notation
	Temps de stationnement observé	$\{0, 2, \dots, 180\}$	$Y^{\text{obs}} = d^{\text{obs}} - a^{\text{obs}}$
PF	Nombre de montées	$\{0, 1, \dots\}$	B
	Nombre de descentes	$\{0, 1, \dots\}$	A
	Occupation du train	$[0, 2]$	$C = L/\text{cap}$
M	Affluence à la porte critique	$\{0, 1, \dots\}$	M
O	Temps de stationnement théorique	$\{0, 10, \dots, 180\}$	$Y^{\text{theo}} = d^{\text{theo}} - a^{\text{theo}}$
	Retard à l'arrivée	$[-600, 600]$	$\Delta a = a^{\text{obs}} - a^{\text{theo}}$
	Type	$\{\text{simple, double}\}$	T

Les forêts aléatoires

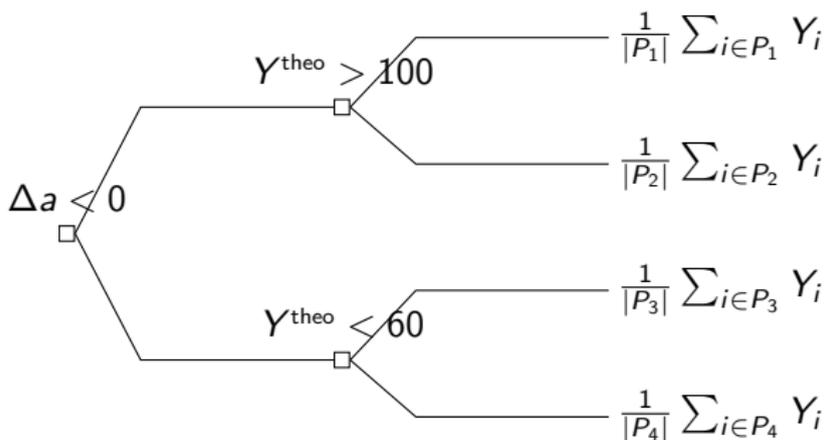


Figure: arbre de régression CART

- **Forêts aléatoires:** un ensemble d'arbre de décision avec sélection aléatoire des variables à chaque nœud

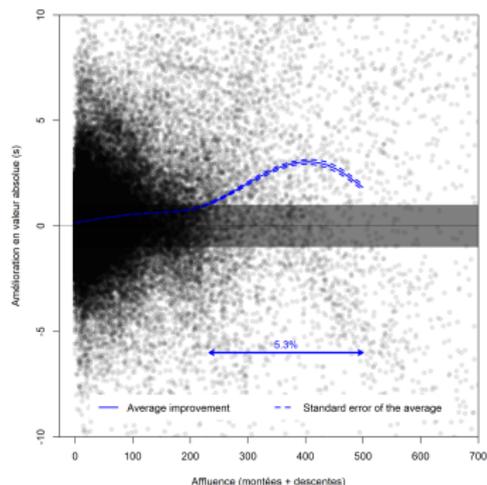
Résultats quantitatifs : moyenne des erreurs absolues (MAE)

<i>Lignes</i>								
	<i>Variables</i>	PF	PFM	O	OPFM	PF	PFM	O
1. LM: avec interactions	14.1	13.8	9.0	8.7	9.1	9.1	8.3	8.1
2. Forêts aléatoires	13.3	13.1	8.9	8.4	8.9	8.8	8.1	7.8
3. Gradient boosting	12.9	12.7	8.5	8.1	8.8	8.7	8.0	7.7
4. Réseau de neurones	12.9	12.7	8.4	8.1	8.9	8.7	7.9	7.8
Moyenne des modèles	12.9	12.7	8.5	8.1	8.8	8.7	8.0	7.7

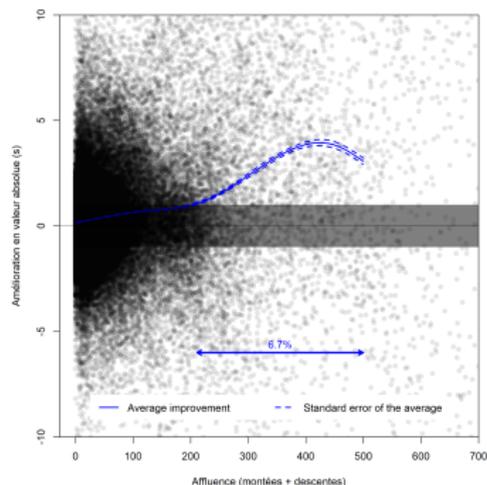
- Variables : $PF \leq PFM \ll O \leq OPFM$
- Méthodes : des performances égales
- Périmètre : la ligne L est plus intéressante que la ligne H

Résultats qualitatifs (1/3) un effet flux plus important avec l'affluence à la porte critique

On calcule : $|Y - \hat{Y}_O| - |Y - \hat{Y}_{OPF(M)}|$

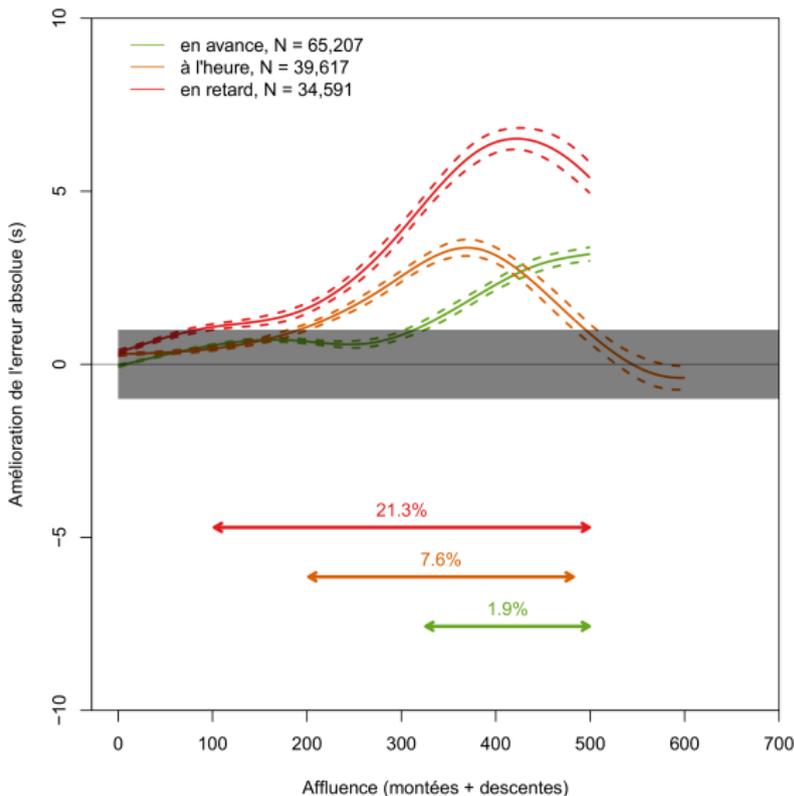


(a) sans M

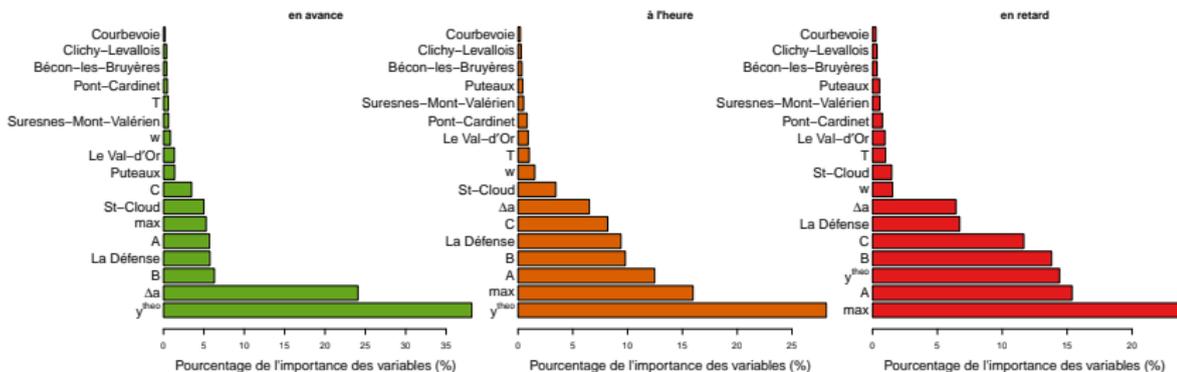


(b) avec M

Résultats qualitatifs (2/3) les temps de stationnement pour les trains en retard : des temps de stationnement minimaux



Résultats qualitatifs (3/3) des variables sélectionnées spécifiques par régime



Bilan et perspectives

Bilan :

1. **Le retard à l'arrivée** est déterminant si **grille horaire stricte**
2. Les trains en retard permettent d'estimer les **temps de stationnement minimaux**
3. **La porte critique permet de gagner en précision** par rapport à l'hypothèse d'uniformité

Perspectives :

1. Prédire à court terme le temps de stationnement
2. Étudier plus finement l'impact de la porte critique
3. Calculer a posteriori les marges d'exploitation

Merci beaucoup pour votre attention !

- Buchmüller, S., Weidmann, U. & Nash, A. (2008), 'Development of a dwell time calculation model for timetable planning', *WIT Transactions on The Built Environment* **103**, 525–534.
- Christoforou, Z., Chandakas, E. & Kaparias, I. (2020), 'Investigating the impact of dwell time on the reliability of urban light rail operations', *Urban Rail Transit* pp. 1–16.
- Chu, W.-j., Zhang, X.-c., Chen, J.-h. & Xu, B. (2015), 'An elm-based approach for estimating train dwell time in urban rail traffic', *Mathematical Problems in Engineering* **2015**.
- Cornet, S., Buisson, C., Ramond, F., Bouvarel, P. & Rodriguez, J. (2019), 'Methods for quantitative assessment of passenger flow influence on train dwell time in dense traffic areas', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* **106**, 345–359.
- Kecman, P. & Goverde, R. M. P. (2015), 'Predictive modelling of running and dwell times in railway traffic', *Public Transport* **7**(3), 295–319.
- Lam, W. H. K., Cheung, C. Y. & Poon, Y. F. (1998), 'A study of train dwelling time at the hong kong mass transit railway system', *Journal of Advanced Transportation* **32**(3), 285–295.
- Li, D., Daamen, W. & Goverde, R. M. P. (2016), 'Estimation of train dwell time at short stops based on track occupation event data: A study at a dutch railway station', *Journal of Advanced Transportation* **50**(5), 877–896.
- Palmqvist, C.-W., Tomii, N. & Ochiai, Y. (2019), 'Dwell time delays for commuter trains in stockholm and tokyo'.