



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Conseil général de l'Environnement  
et du Développement durable**

# **Etude économétrique sur des déterminants de la ponctualité des trains de voyageurs en France depuis 1954**

Alexandre BARBUSSE

Février 2022

---

# Démarche et objectifs

## □ Reconstitution de l'évolution de la ponctualité des trains en France depuis 1954 par services :

- Principale source de données : Mémentos statistiques de la SNCF de 1955 à 2019
- Données à 5 minutes pour les trains régionaux de province (actuels TER) et pour les trains régionaux d'Ile-de-France (actuels Transilien)
- Données à 15 minutes pour les trains Grandes Lignes

⇒ La ponctualité des trains s'est fortement dégradée depuis 1954 en France pour l'ensemble des services

## □ Afin de savoir si cette dégradation peut s'expliquer par l'évolution de certains déterminants supposés de la ponctualité, reconstitution de séries chronologiques de ces variables depuis 1954 :

- Effectifs de la SNCF
- Nombre moyen de jours de grève par agent SNCF et par an
- Âge moyen du matériel roulant
- Âge moyen des lignes ferroviaires exploitées
- Intensité d'utilisation de ces lignes
- Volume de trafic voyageurs en voyageurs-kilomètres (voy-km)
- Indicateur de fréquentation : nombre moyen de voyageurs par train (voy-km/train-km)

# Démarche et objectifs

- ❑ Séries chronologiques incomplètes avec les données disponibles
  - Réalisation de modèles de parc pour estimer l'évolution de l'âge moyen du matériel roulant et des lignes ferroviaires sur les périodes de données manquantes
  - Calibrage des modèles à l'aide des premières années de données disponibles
  
- ❑ Approche graphique pour visualiser si les tendances d'évolution de la ponctualité et de ses déterminants supposés sont similaires
  
  
- ❑ Implémentation de modèles économétriques simples pour décrire et interpréter la corrélation éventuelle entre l'évolution de la ponctualité depuis 1954 par service et l'évolution d'un déterminant supposé de cette ponctualité

# Méthodologie

# Ponctualité des trains en France depuis 1954

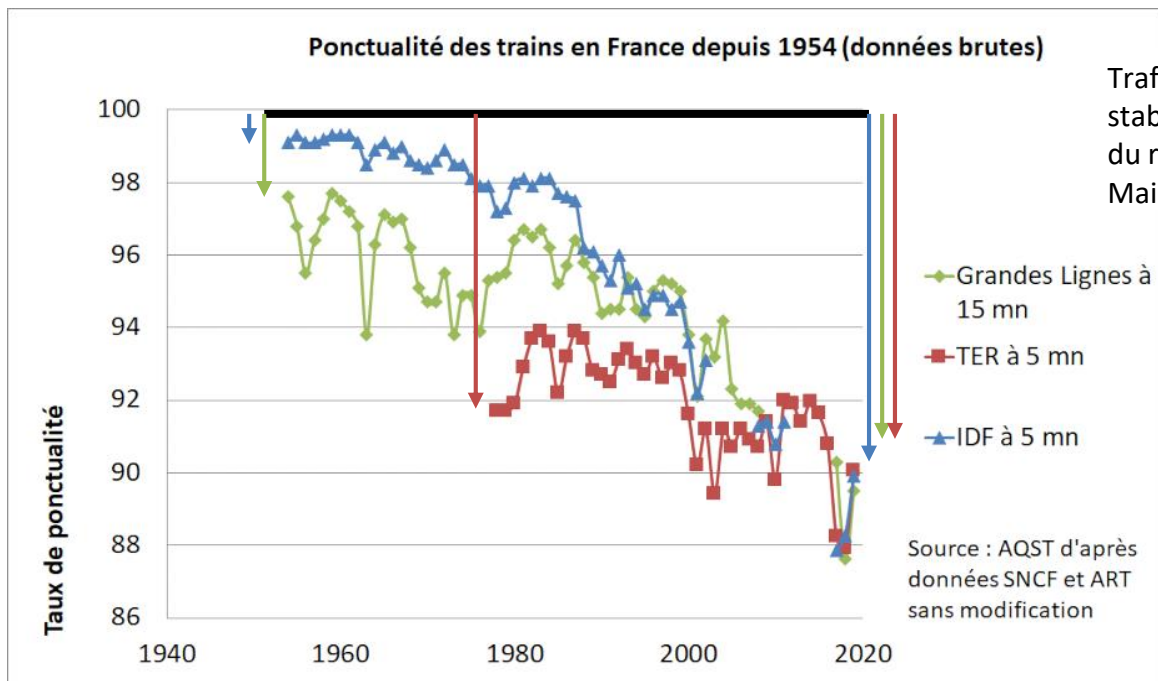
- ❑ Pour reconstituer l'évolution de la ponctualité des trains en France par activité ferroviaire depuis 1954, différentes sources de données ont été utilisées, la principale étant les mémentos statistiques de la SNCF depuis 1954.
- ❑ Les séries de données ont été harmonisées aux seuils de retard suivants :

Services	Seuil de ponctualité	Période des données non retravaillées
Trains Grandes Lignes	15 min	1954-2008, 2017-19
Trains régionaux de province	5 min	1978-2019
Trains de banlieue en Île-de-France		1954-2002, 2008-11, 2017-19

- ❑ Lorsque la donnée n'était pas disponible au seuil retenu, ou bien se rapportait à un autre type de ponctualité (voyageurs, heure de pointe, etc.), elle a été retravaillée en utilisant l'une des 2 méthodes suivantes :
  - ❑ Modélisation de l'évolution de la ponctualité par seuil de retard à partir des données de l'Autorité de Régulation des Transports (ART)
  - ❑ Règle de 3 : utilisation de coefficients multiplicateurs basés sur les différentes années où la donnée était disponible à la fois pour le type de ponctualité et de seuil initiaux et pour ceux d'harmonisation

# Ponctualité des trains en France depuis 1954 (données brutes non retravaillées seulement)

- L'évolution de la ponctualité depuis 1954 sur données brutes montre une nette dégradation de la ponctualité pour l'ensemble des activités ferroviaires de voyageurs

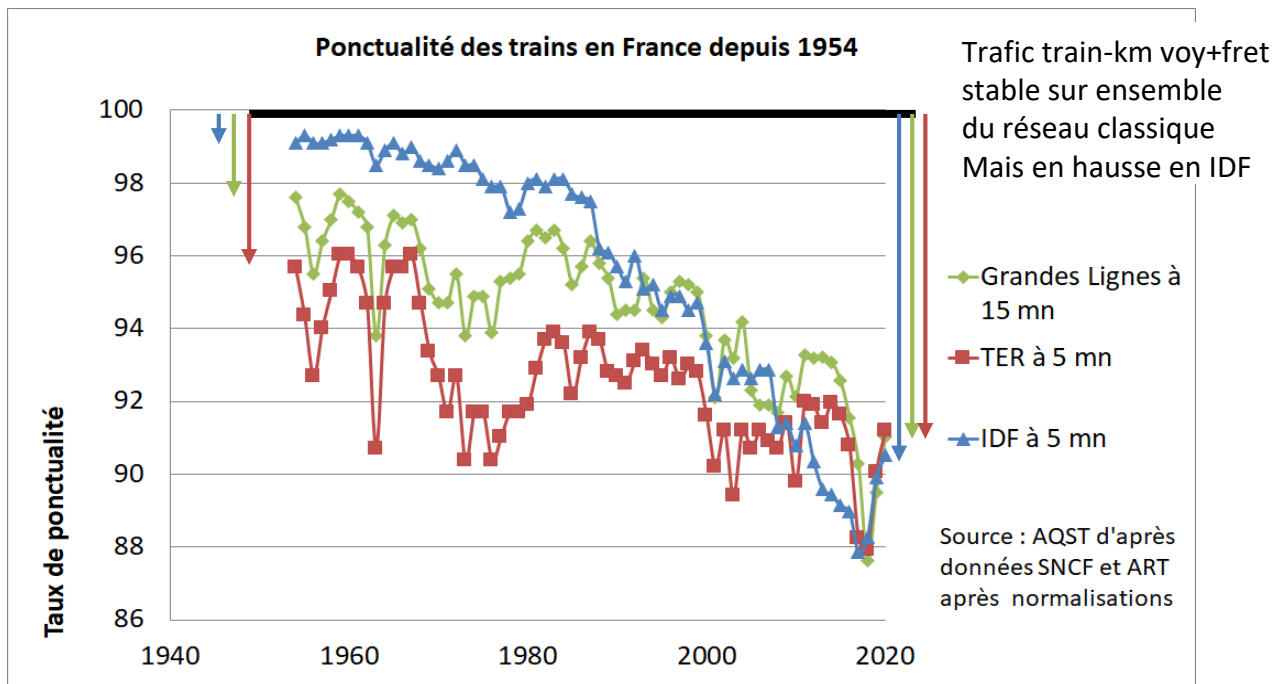


Trafic train-km voy+fret  
stable sur ensemble  
du réseau classique  
Mais en hausse en IDF

\* Prolongement du travail de Maxime Gaillard, stagiaire à l'AQST à l'été 2017

# Ponctualité des trains en France depuis 1954\*

- Depuis 1954, les retards des trains ont été multipliés par 10 en IDF, par 4 pour les trains Grandes Lignes, et par 2 pour les trains régionaux de province\*



\* Prolongement du travail de Maxime Gaillard, stagiaire à l'AQST à l'été 2017

# Ponctualité des trains en France depuis 1954

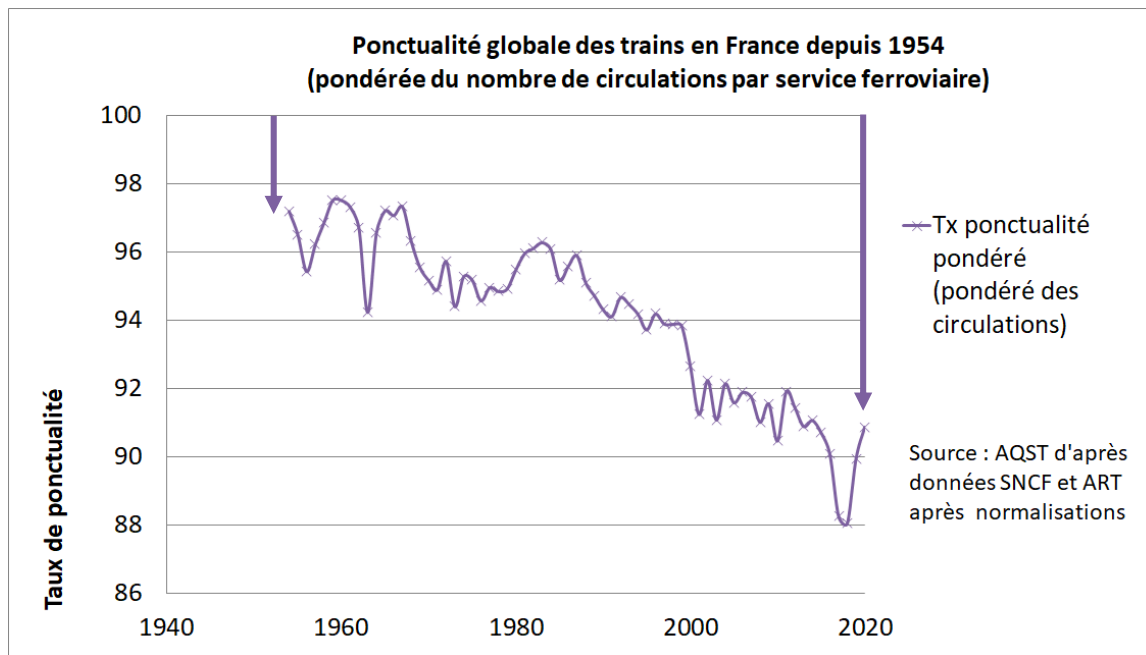
- ❑ Depuis 1954, les retards des trains ont été multipliés par 10 en IDF, par 4 pour les trains Grandes Lignes, et par 2 pour les trains régionaux de province
- ❑ A noter toutefois que compte tenu de la profondeur des données, de 1954 à 2020, l'évolution couvre un large spectre de méthodes de mesures de la ponctualité. Au cours de cette période, un système de mesure déclaratif manuel a laissé place à un système par balise (brehat), aujourd'hui complété par des localisation GPS.

Aussi, l'exhaustivité et la précision de la mesure se sont améliorées au fil du temps.



# Ponctualité des trains en France depuis 1954\*

- Un indicateur de ponctualité globale\* des trains de voyageurs, pondéré par le nombre de circulations par service, a ensuite été calculé.

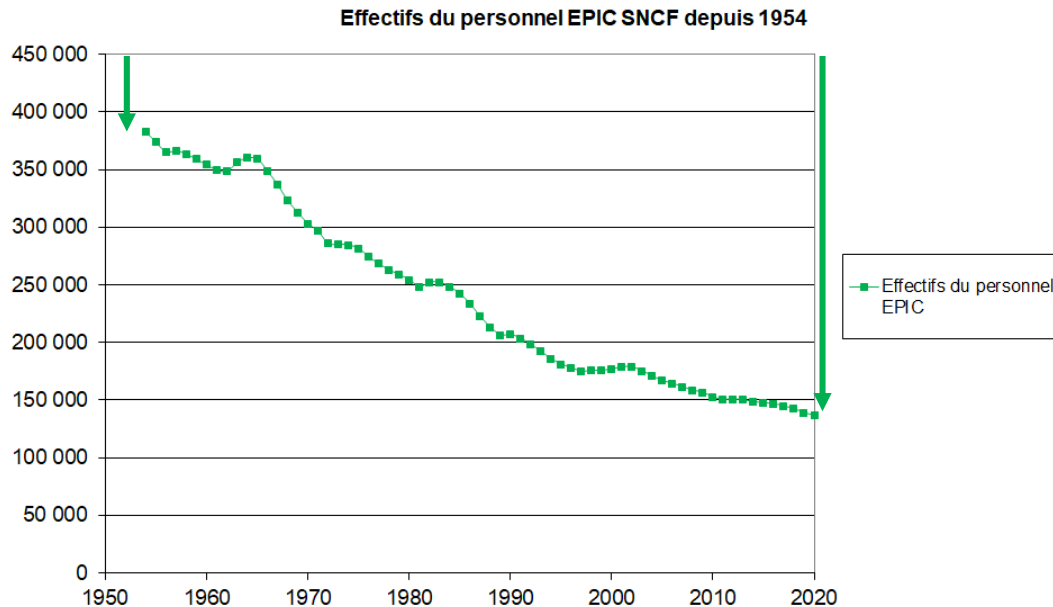


\* Prolongement des travaux de Maxime Gaillard et Sira Siby, stagiaires à l'AQST respectivement à l'été 2017 et 2018

⇒ le taux de retards des trains en France a été multiplié par 3,3 avec une perte de 6 points de ponctualité

# Données utilisées : effectifs de personnels de la SNCF

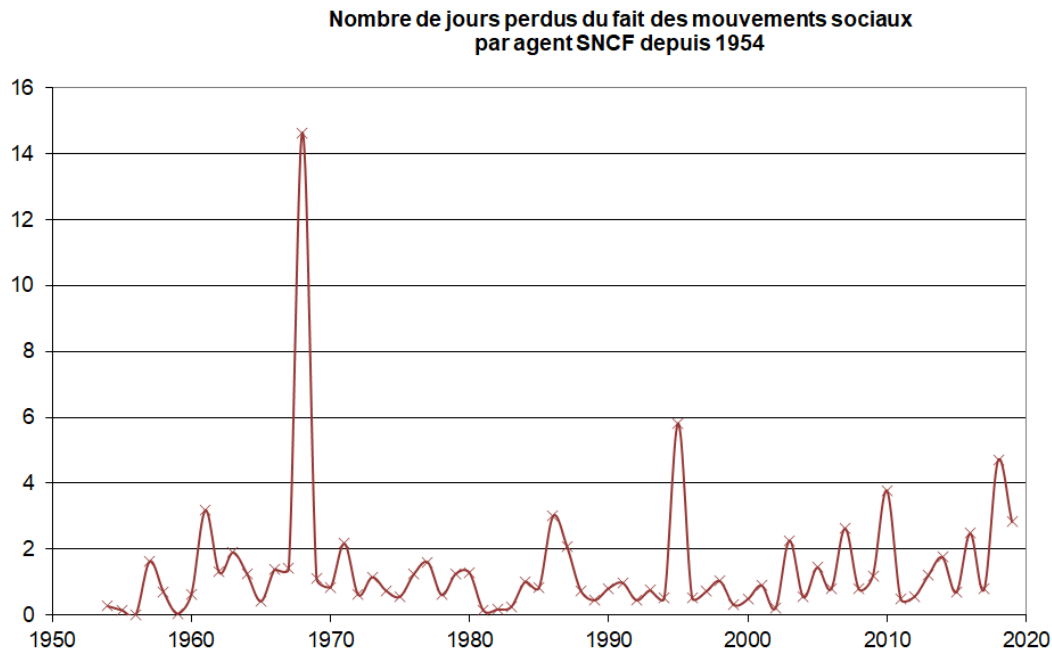
- Données des mémentos statistiques de la SNCF et de l'Opendata SNCF



⇒ Les effectifs de la SNCF ont diminué progressivement entre 1954 et 2020 : l'effectif global a été divisé par environ 2,5

# Données utilisées : nombre moyen de jours de grève par agent SNCF et par année

□ Données de l'Opendata SNCF



⇒ On retrouve les années marquées par des mouvements sociaux majeurs des cheminots qui ont impacté la SNCF depuis 1954 : 1968, 1986, 1995, 2010, 2018

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année du matériel roulant

- ❑ Un matériel roulant ancien est davantage susceptible de connaître des pannes au cours d'un trajet
  - ❑ Utilisation des données des mémentos statistiques de la SNCF depuis 1954 pour connaître l'évolution de l'âge moyen d'un constituant donné du matériel roulant (moteur ou remorqué)
  - ❑ Réalisation de modèles de parc pour compléter les données manquantes sur de longues période
    - Sur un pas de temps annuel, estimation des effectifs du matériel sortant du parc, entrant dans le parc ou bien renouvelé en fin d'année à partir :
      - Du solde de l'effectif du parc considéré entre l'année n et l'année n+1 d'après les données des mémentos statistiques SNCF
      - De données provenant de sources externes comme Wikipédia
- ⇒ On en déduit la composition du parc en fin d'année
- Estimation de l'âge des différents effectifs du parc à l'aide d'une pyramide des âges

**Formule pour le calcul d'une estimation de l'âge moyen :  $(\sum q_i * \hat{a}_i) \div \sum q_i$**

Avec,  $q_i$  = effectifs du matériel à l'année i

$\hat{a}_i$  = âge du matériel à l'année i

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année du matériel roulant

Exemple d'un modèle de parc :

## Parc des automotrices électriques entre 1954 et 1983

Durée de vie d'une automotrice électrique

40 ANS

		1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
	Effectifs autom elec fin d'année	434	447	451	455	475	473	476	495	503	505	501	506	534	550	583	595	626	657	657	650	666	653	670	653	606
	Age moyen autom elec fin d'année	13,5						17,6					21,4					21,8					25,8			
	Age moyen estimé	13,1	13,7	14,6	15,5	15,8	16,8	17,7	18,0	18,7	19,7	20,6	21,4	21,3	21,7	21,5	22,0	21,9	21,9	22,9	23,8	24,2	25,1	23,3	22,9	22,8
	Effectifs estimé	434	447	451	455	475	473	476	495	503	505	501	506	534	550	583	595	626	657	657	650	666	653	670	653	606
Entrées	Sorties	Années de mise en service																								
434		avant 1955																								
13		434	434	434	434	434	432	432	432	432	432	428	428	428	428	428	428	428	428	428	421	421	408	368	328	281
4			13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
4				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
20					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0	2					20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8									19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
2										8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0	4										2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28													5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16														28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
33															16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
12																33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
31																	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
31																		31	31	31	31	31	31	31	31	31
0																			31	31	31	31	31	31	31	31
0	7																			0	0	0	0	0	0	0
16	0																				0	0	0	0	0	0
0	13																					16	16	16	16	16
57	40																						0	0	0	0
23	40																							57	57	57
0	47																									57
13	43																									23
35	40																									23
38	18																									0
25	18																									0
55	18																									0

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année du matériel roulant

- Minimisation de l'erreur quadratique moyenne par rapport aux premières années de données réelles disponibles pour assurer la cohérence de la modélisation :

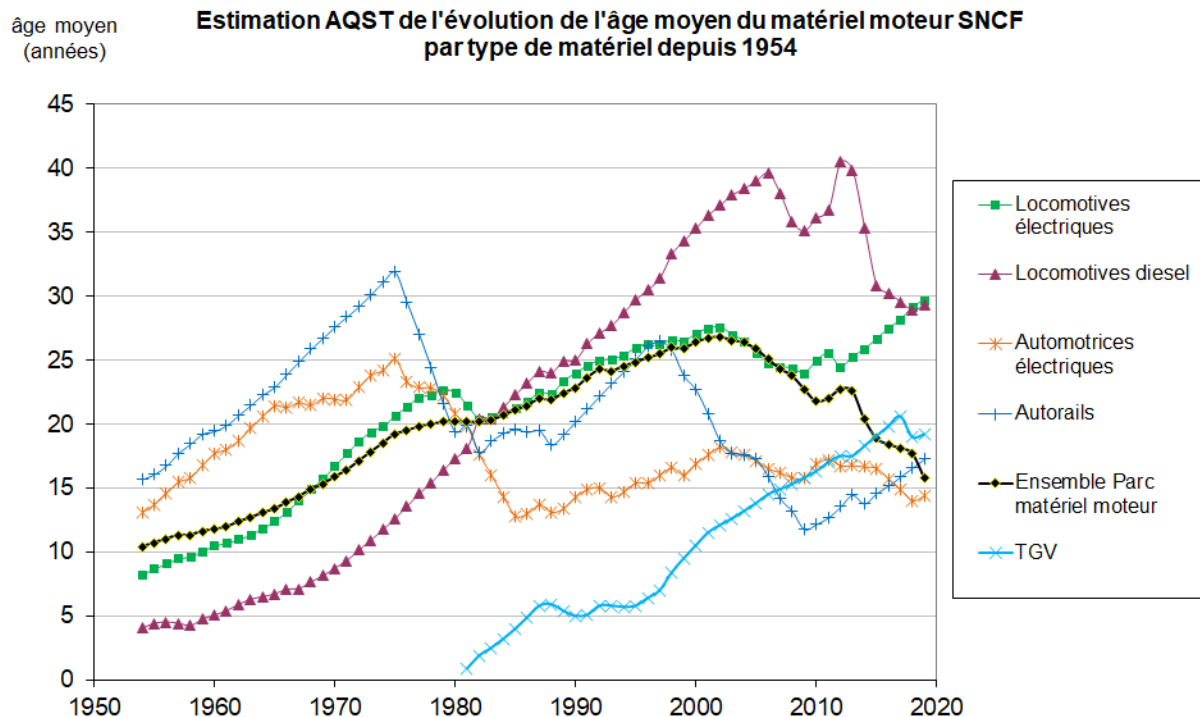
$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$Y_i$  la valeur réelle de l'âge moyen en fin d'année du matériel roulant pour l'année  $i$  ;  
 $\hat{Y}_i$  la valeur estimée de l'âge moyen en fin d'année du matériel roulant pour l'année  $i$

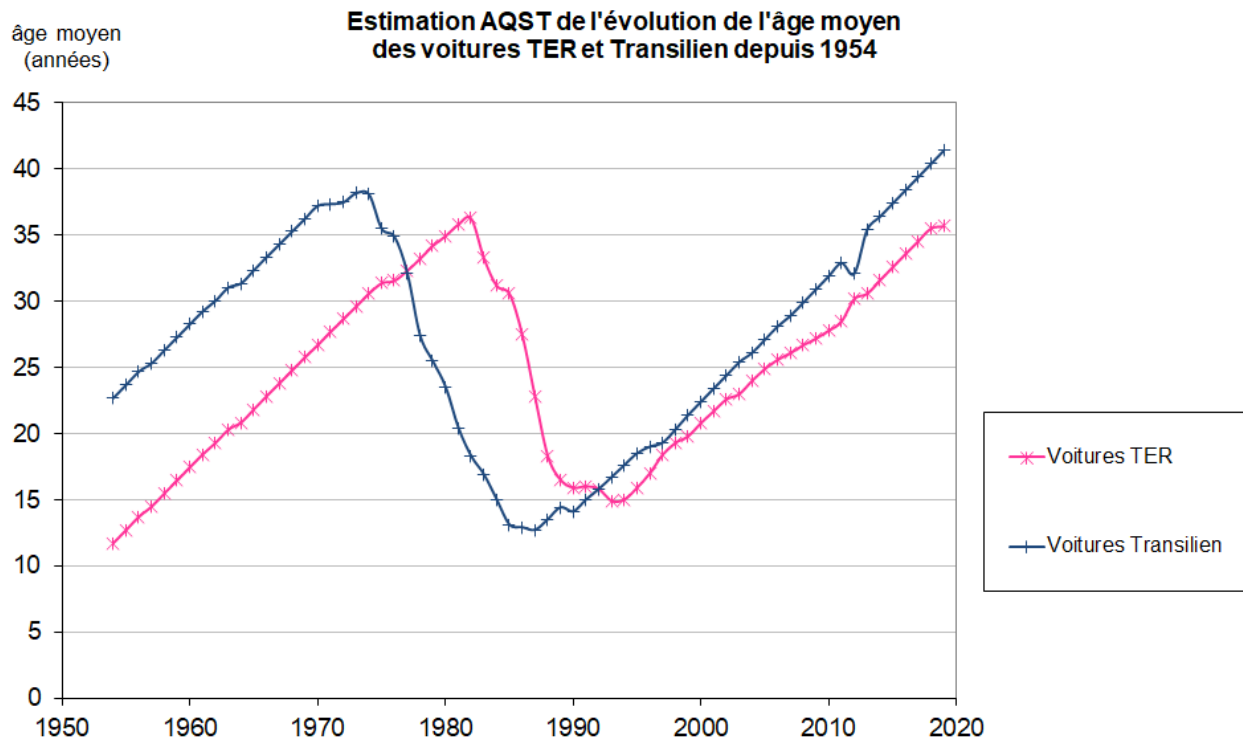
Type de matériel	Période	Erreur quadratique moyenne de l'estimation en années (années prises en compte dans le calcul)
Locomotives électriques		<b>2,2</b> (1982, 1983)
Locomotives thermiques	1954 – 1981	<b>0,86</b> (1982, 1983)
Automotrices électriques		<b>1,3</b> (1982, 1983)
Automotrices thermiques		<b>0,23</b> (1982, 1983)
Turbotrains	1970 – 1981	<b>0,30</b> (1982, 1983)
Locotracteurs	1954 – 2007	<b>0,91</b> (2008)
Voitures TER		<b>0,54</b> (1982, 1983, 1984)
Voitures trains régionaux IDF	1954 – 1981	<b>0,23</b> (1982, 1983, 1984)

⇒ l'erreur quadratique moyenne de l'estimation est inférieure à 1 année pour la majorité des modèles

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année du matériel moteur



# Données utilisées : âge moyen en fin d'année du matériel remorqué





# Données utilisées : âge moyen en fin d'année des lignes ferroviaires

- ❑ Des lignes ferroviaires vétustes peuvent engendrer des incidents comme des défaillances de la voie, et donc des retards.  
Des retards peuvent également intervenir à cause de ralentissements (limitations temporaires de vitesse) imposés pour préserver la sécurité des installations et des voyageurs (par exemple en cas de fortes chaleurs)  
Or ces limitations sont plus fréquentes à mesure que le réseau ferroviaire vieillit.
  
- ❑ Les lignes du réseau ferroviaire peuvent être classées selon la classification de l'Union Internationale des Chemins de fer (UIC) :
  - UIC 2-4 : Grandes lignes du Réseau Ferré National (RFN) / LGV = lignes les plus fréquentées
  - UIC 5-6 : axes transversaux du RFN et lignes régionales
  - UIC 7-9 Avec Voyageurs (AV) : réseau capillaire régional = lignes les moins fréquentées
  
- ❑ Utilisation des données sur l'âge moyen des voies ferroviaires issues du rapport « L'Avenir du Transport ferroviaire » remis au Premier Ministre le 15 février 2018 par la mission conduite par Jean-Cyril Spinetta

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année des lignes ferroviaires

- Réalisation de modèles de parc pour compléter les données manquantes sur de longues périodes :
  - Sur un pas de temps annuel, estimation de la longueur de voie sortantes du parc, des nouvelles voies et des voies renouvelées en fin d'année à partir :
    - du solde de la longueur totale de voie cible du parc considéré entre l'année n et l'année n+1
    - des données sur l'évolution des longueurs équivalentes de voie renouvelée en km Gopeq issues de sources diverses

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année des lignes ferroviaires

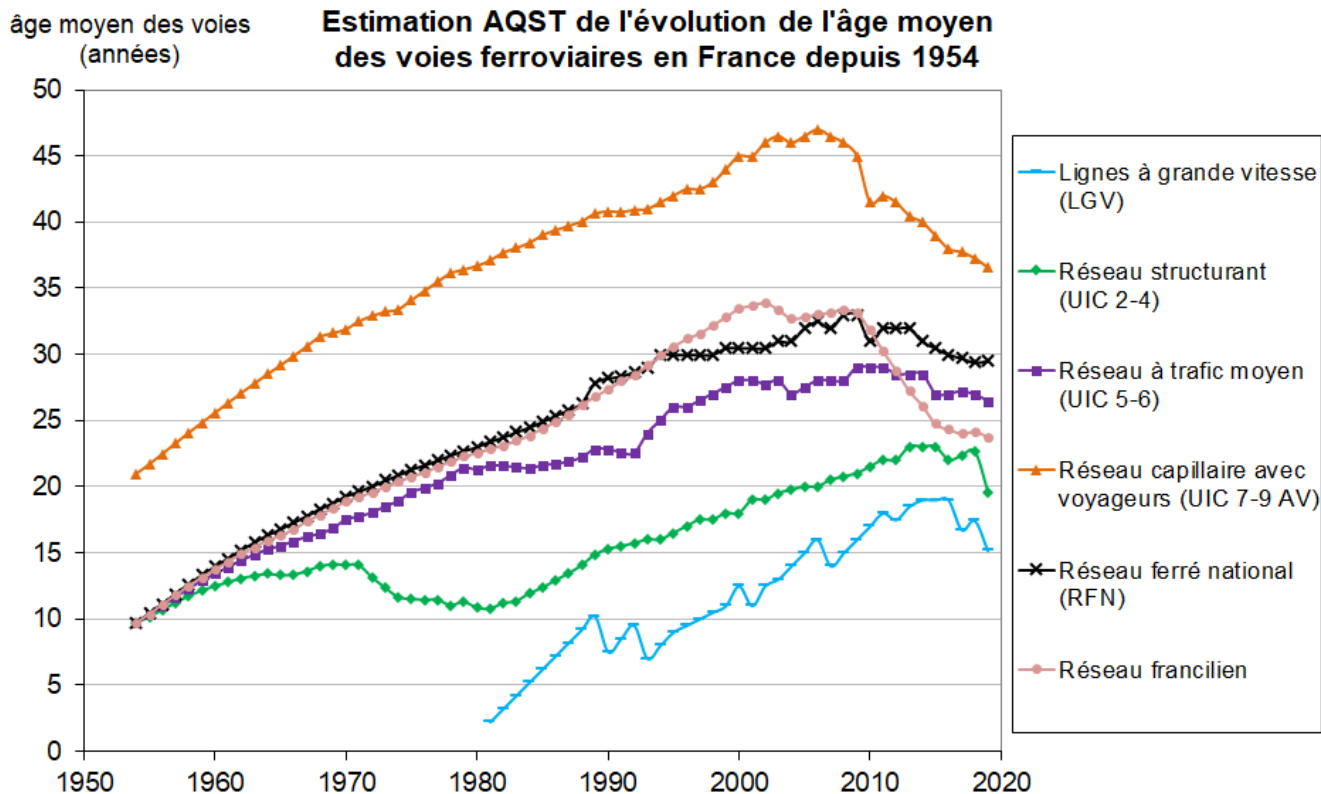
- Minimisation de l'erreur quadratique moyenne par rapport aux premières années de données réelles disponibles pour assurer la cohérence de la modélisation\* :

Groupe de lignes UIC	Période	Erreur quadratique moyenne de l'estimation en années (années prises en compte dans le calcul)
RFN		<b>0,11</b> (1993 - 1995)
UIC 2-4	1954 – 1992	<b>0,36</b> (1993 - 1995)
UIC 5-6		<b>0,32</b> (1993 - 1995)
UIC 7-9 (AV)		<b>0,13</b> (1993 - 1995)
LGV	1981 – 1992	<b>0,31</b> (1993 - 1995)

⇒ l'erreur quadratique moyenne de l'estimation est inférieure à 6 mois pour l'ensemble des modèles

\* Faute de données, la cohérence du modèle portant sur l'évolution de l'âge moyen des voies UIC 2-6 en Ile-de-France n'a pas pu être évaluée

# Données utilisées : âge moyen en fin d'année des lignes ferroviaires

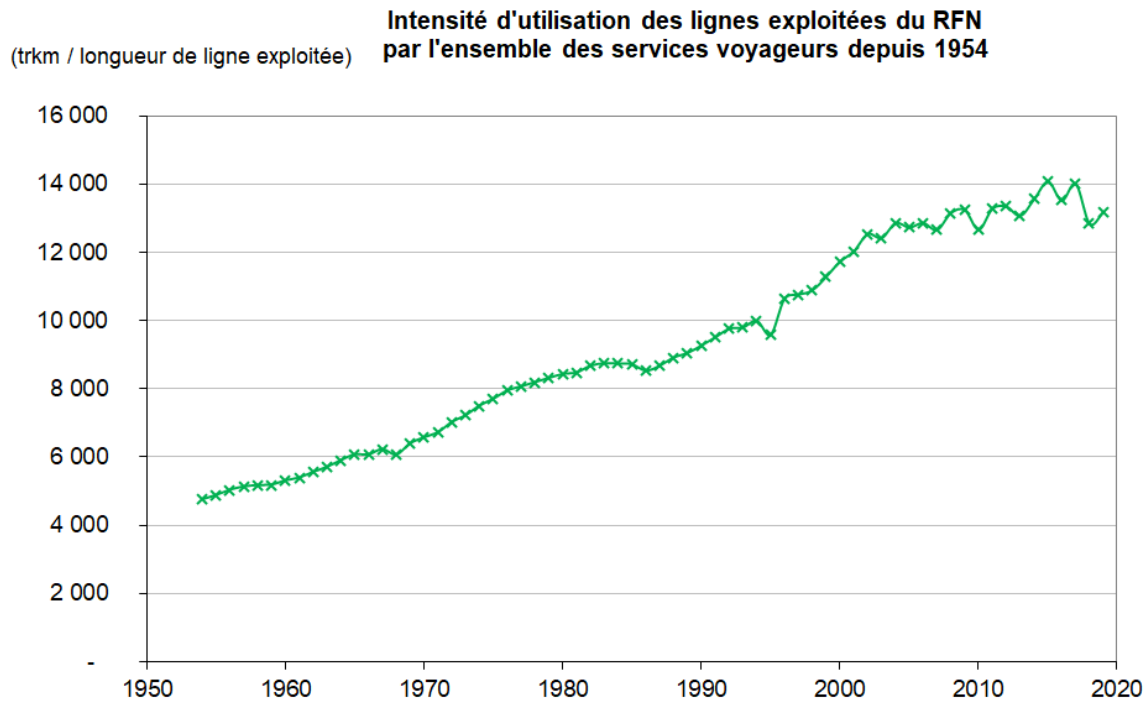


# Données utilisées : intensité d'utilisation des lignes ferroviaires du RFN

- ❑ Intensité d'utilisation des lignes ferroviaires = trains-km / longueur de ligne en km
- ❑ Une intense utilisation des lignes ferroviaires est susceptible d'user les voies. Elle augmente donc le risque d'incidents liés à l'état de la voie à long terme, pouvant entraîner des retards. Les retards sont également plus fréquents en cas de congestion sur certains points/axes du réseau.
- ❑ Variables retenues pour l'étude de corrélation statistique :

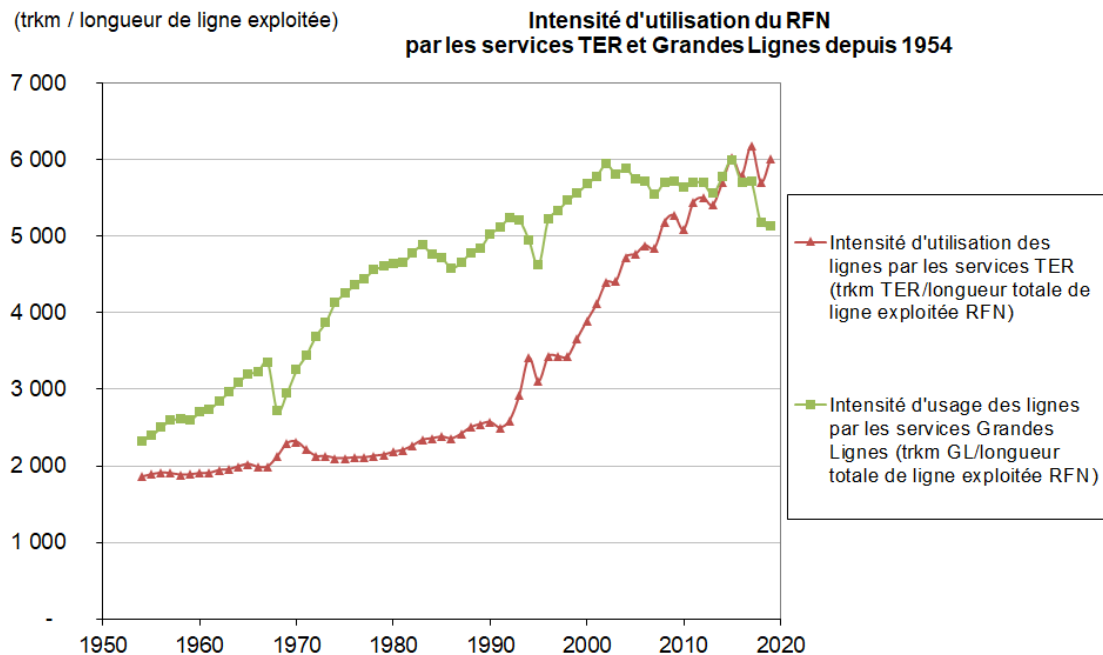
Variable	Période	Calcul utilisé
Intensité d'utilisation du RFN par l'ensemble des services voyageurs SNCF		$\frac{\text{Trains – km (ensemble services voyageurs)}}{\text{Longueur totale de ligne exploitée RFN}}$
Intensité d'utilisation du RFN par les services Grandes Lignes	1954 – 2019	$\frac{\text{Trains – km (services Grandes Lignes)}}{\text{Longueur totale de ligne exploitée RFN}}$
Intensité d'utilisation du RFN par les services TER		$\frac{\text{Trains – km (services TER)}}{\text{Longueur totale de ligne exploitée RFN}}$
Intensité d'utilisation des lignes UIC 2-6 d'Ile-de-France par les trains régionaux d'IDF		$\frac{\text{Trains – km (Transilien)}}{\text{Longueur de ligne UIC 2 – 6 en IDF}}$
Intensité d'utilisation des LGV par les TGV	1981 – 2019	$\frac{\text{Trains – km (TGV)}}{\text{Longueur de ligne LGV}}$

# Données utilisées : intensité d'utilisation des lignes ferroviaires du RFN



⇒ L'intensité d'utilisation de l'ensemble des lignes du RFN exploitées a été multipliée par 2,8 entre 1954 et 2019

# Données utilisées : intensité d'utilisation des lignes ferroviaires du RFN

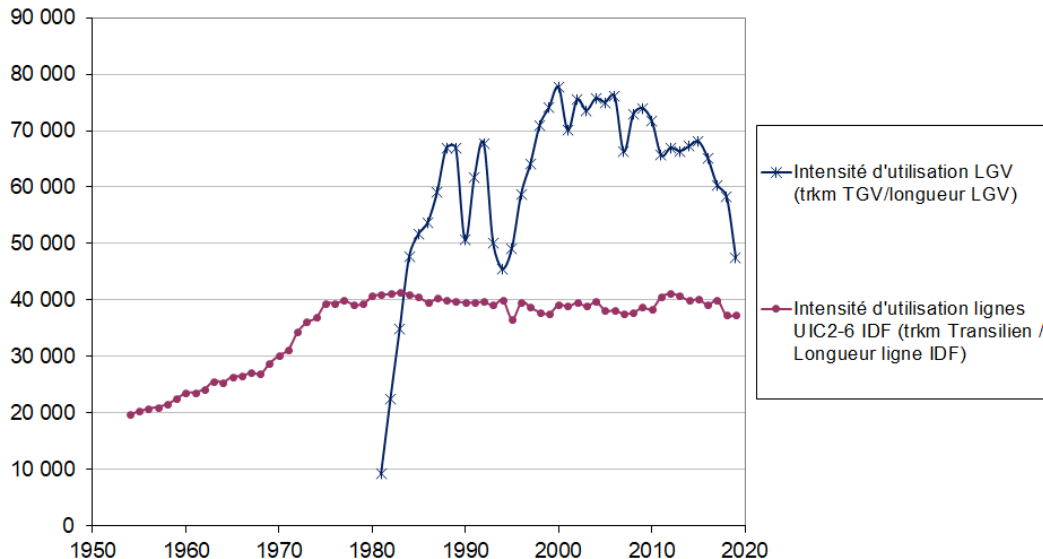


⇒ L'intensité d'utilisation de l'ensemble des lignes du RFN par les services Grandes Lignes a été multipliée par 2,2 entre 1954 et 2019, et celle par les services TER par 3,2

# Données utilisées : intensité d'utilisation des lignes ferroviaires du RFN

(trkm / longueur de ligne exploitée)

Intensité d'utilisation des LGV  
et des lignes ferroviaires d'Ile-de-France depuis 1954



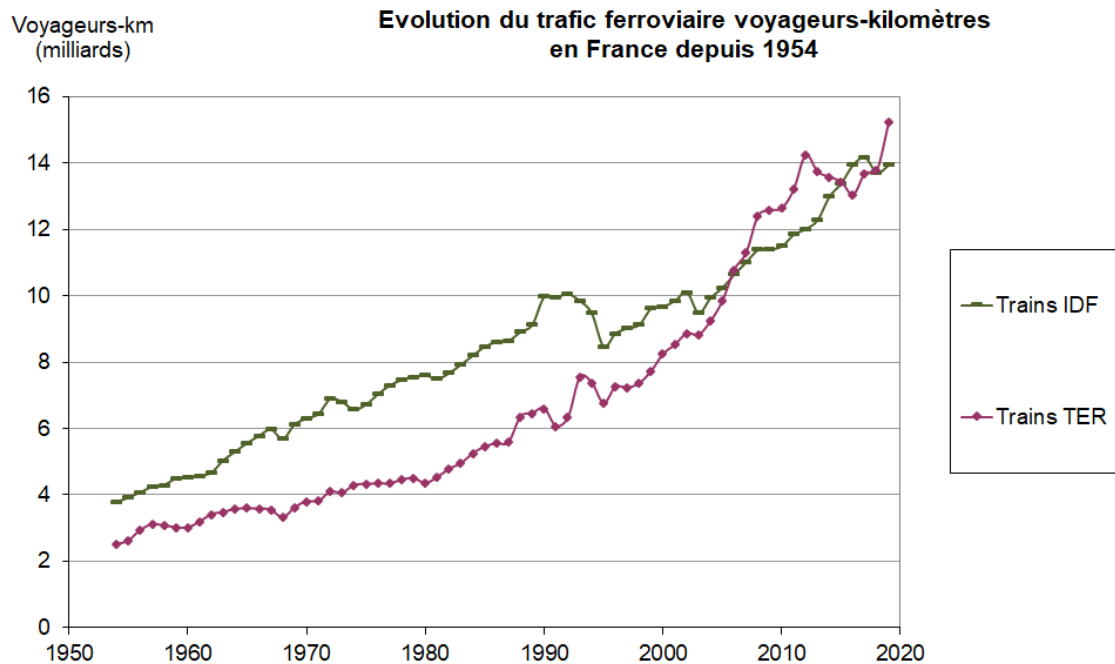
- Depuis la mise en service de la première LGV en 1981, leur intensité d'utilisation par les services TGV a fortement augmenté. La série présente une grande volatilité du fait des mises en service successives de nouvelles LGV.
- L'intensité d'utilisation des lignes ferroviaires d'Ile-de-France par les services Transilien a doublé entre 1954 et 2019



# Données utilisées : niveau du trafic voyageurs-km et fréquentation des trains

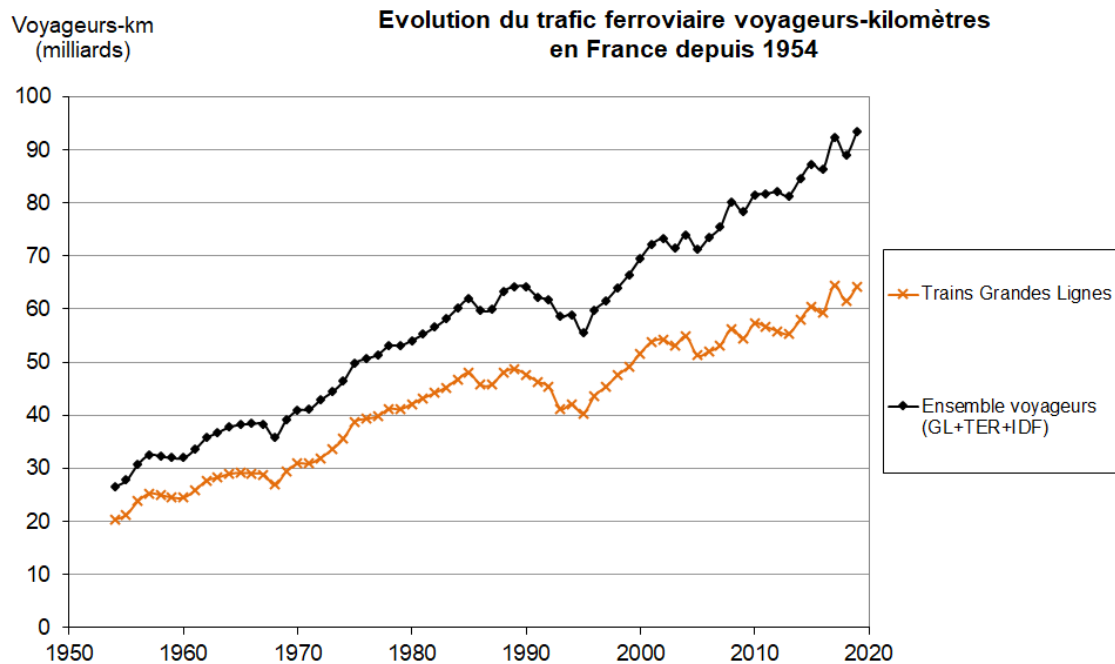
- ❑ Un niveau de trafic (en voy-km) élevé amène l'exploitant ferroviaire à réduire la durée de l'intervalle entre 2 trains, et peut le contraindre à mener une exploitation proche des limites de capacité des infrastructures sur certaines lignes ou tronçons de ligne du réseau. Davantage de retards liés aux situations de congestion peuvent alors survenir, et ces derniers peuvent impacter davantage de voyageurs du fait de la propagation d'un retard d'un train aux suivants par effet de réseau, notamment aux heures de pointe.
- ❑ Un indicateur de fréquentation (voy-km/trains-km) représentant le nombre moyen de voyageurs transportés par train a également été calculé pour les différentes activités voyageurs
- ❑ Lorsque la fréquentation des trains augmente, davantage de retards liés aux voyageurs menacent d'impacter la ponctualité (malaises voyageurs, blocage des portes durant le temps d'échange voyageurs lors d'un arrêt, déclenchement légitime ou non du signal d'alarme par un voyageur entraînant des retards, retards liés aux bagages oubliés, etc.).

# Données utilisées : niveau du trafic voyageurs-km



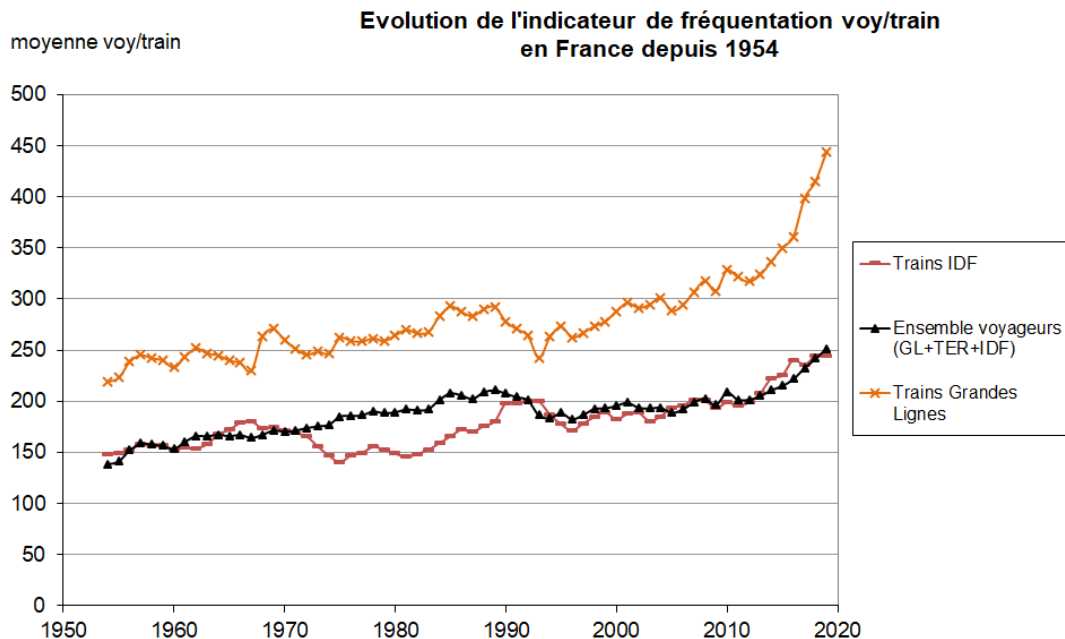
⇒ Entre 1954 et 2019, le trafic voyageurs a été multiplié par 3,7 pour les trains régionaux d’Ile-de-France (actuels Transilien), et par 6,1 pour les trains régionaux de province (actuels TER)

# Données utilisées : niveau du trafic voyageurs-km



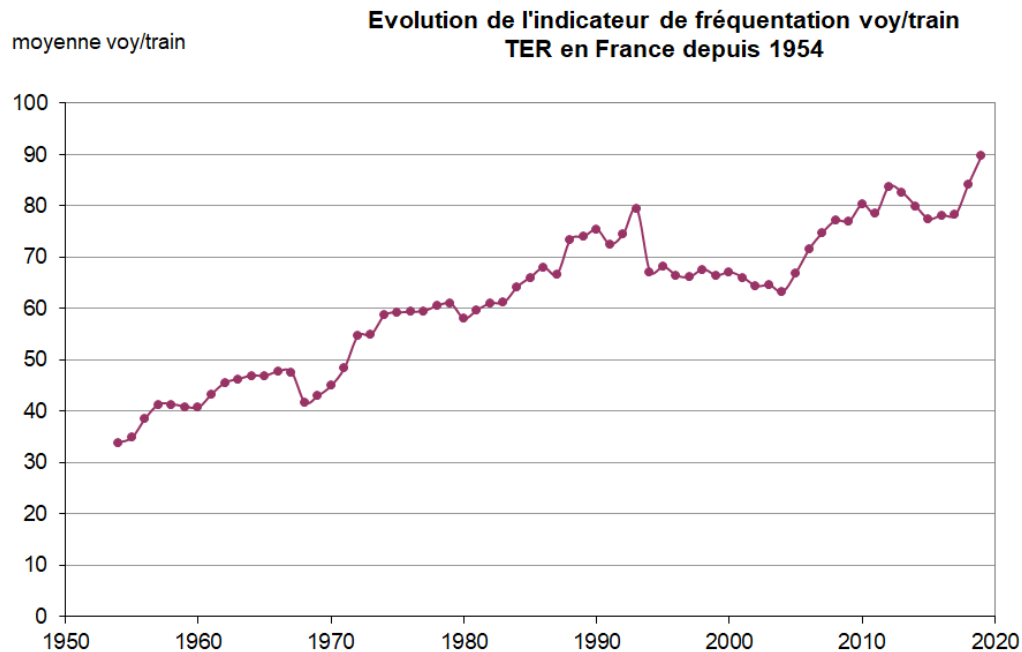
⇒ Le trafic voyageurs Grandes Lignes (actuels TGV et Intercités) a été multiplié par 3,2 entre 1954 et 2019, et par 3,5 pour l'ensemble du trafic voyageurs (trains Grandes Lignes + trains régionaux de province et d'Ile-de-France)

# Données utilisées : nombre moyen de voyageurs/train



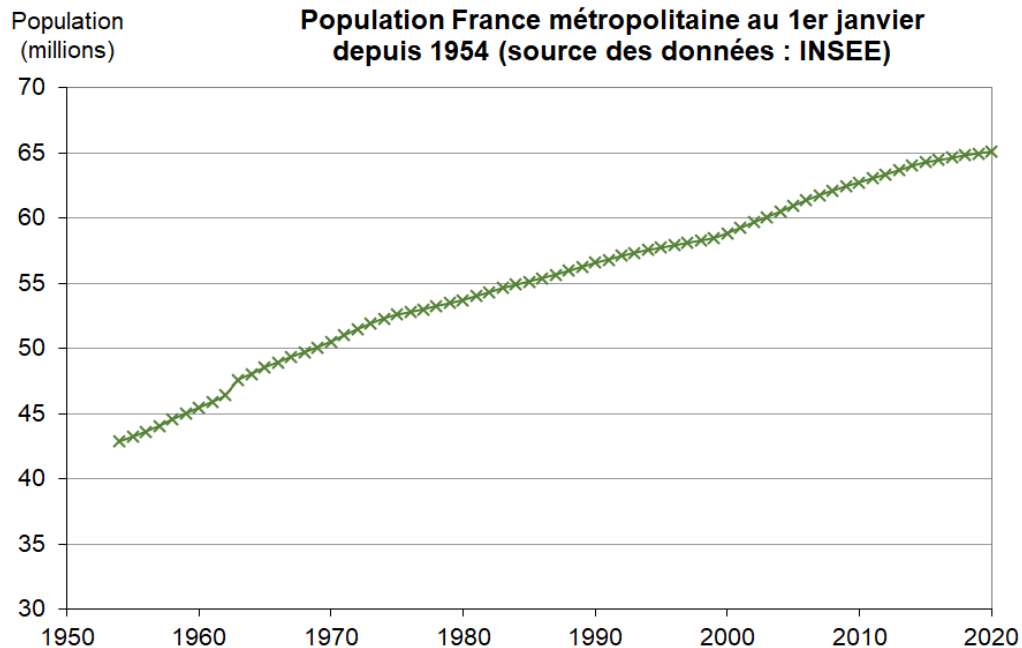
- L'indicateur de fréquentation du nombre moyen de voyageurs/train (voy-km/train-km) a connu une croissance irrégulière entre 1954 et 2019 pour l'ensemble des activités ferroviaires de voyageurs
- De 1954 à 2019, il a cru de 65% pour les trains régionaux d'Ile-de-France, et il a doublé pour les trains Grandes Lignes

# Données utilisées : nombre moyen de voyageurs/train



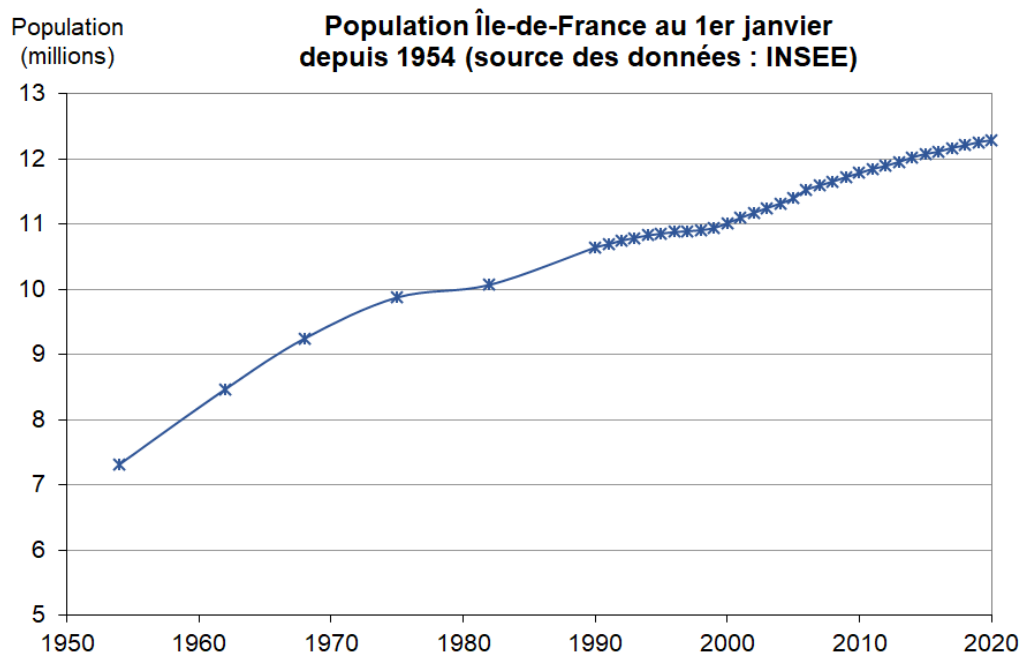
⇒ A l'issue d'une croissance irrégulière entre 1954 et 2019, le nombre moyen de voyageurs par train TER a été multiplié par 2,7

# Contexte : évolution de la population en France métropolitaine depuis 1954



⇒ D'après l'INSEE, la population de France métropolitaine au 1er janvier a cru de 52% entre 1954 et 2020, passant de 42,9 à 65,1 millions d'habitants sur la période

# Contexte : évolution de la population francilienne depuis 1954



⇒ D'après l'INSEE, la population francilienne au 1er janvier a cru selon un rythme davantage soutenu encore, de 68% entre 1954 et 2020, passant de 7,3 à 12,3 millions d'habitants sur la période

# Forme des modèles statistiques

□ 2 types de modèles statistiques testés à l'aide du logiciel R :

- Régressions linéaires multiples :  $y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times x_{i,t} + \varepsilon_t$  (année  $t$  variable  $i$ )
- Modèles exponentiels :  $y_t = A \times \prod_{i=1}^n e^{a_i \times x_{i,t}} + \varepsilon_t$  (année  $t$  variable  $i$ )
- $t \in \{1954, 2019\}$

□ Implications statistiques :

- On s'affranchit ici des effets d'autocorrélation et de non stationnarité des séries temporelles étudiées et on considère les 65 observations comme des tirages indépendants de variables aléatoires sans tenir compte de la dimension temporelle sous-jacente.
- Par conséquent, **les éventuelles relations de corrélation mises en évidence par les modèles utilisés doivent être considérées avec prudence et non comme des liens de causalité généraux valables en dehors de la période d'étude [1954-2019]**



# Résultats

# Éléments de statistique

□ Test de Student pour décrire la significativité de l'effet d'une variable explicative de la ponctualité :

▪ Hypothèse nulle  $H_0 : a_i = 0$

▪ Hypothèse alternative  $H_1 : a_i \neq 0$

Avec  $a_i$  le coefficient associé au i-ème déterminant supposé de la ponctualité

- La p-value associée au test de Student représente la probabilité de conclure que l'effet du déterminant supposé sur la ponctualité est significatif alors qu'il ne l'est pas en réalité
- Plus la p-value est faible, plus la significativité statistique de l'effet est grande

□ En pratique, on compare la p-value avec un seuil de significativité (généralement 5%)

⇒ Si la p-value est inférieure au seuil, on peut considérer que l'effet du déterminant supposé sur la ponctualité est statistiquement significatif.

Dans le cas contraire, on ne peut pas conclure avec certitude à l'existence d'un effet (même très faible) du déterminant supposé sur la ponctualité

# Éléments de statistique

□ Pour caractériser la pertinence du modèle et savoir s'il décrit correctement l'évolution observée du taux de retard des trains par service sur la période 1954-2019, on utilise :

1. Le coefficient de détermination ajusté «  $R^2$  ajusté » : quantifie la part du taux de retard expliquée par le modèle
2. Le test de Fisher qui permet de décrire la significativité globale du modèle
  - La p-value associée au test de Fisher représente la probabilité de conclure que le modèle décrit correctement l'évolution observée du taux de retard alors que ce n'est pas le cas en réalité
  - Plus la p-value est faible, meilleur est le modèle
  - En pratique, on compare la p-value avec un seuil de significativité (ici 0,1%) :  
⇒ Si la p-value est inférieure au seuil, on peut considérer que le modèle retenu décrit correctement l'évolution observée du taux de retard sur la période 1954-2019.

Dans le cas contraire, on ne peut pas conclure avec certitude quant à la pertinence du modèle.

# Principaux résultats

☐ Résultats des tests statistiques pour les modèles retenus :

Service	Type de modèle	Période des données utilisées	R <sup>2</sup> ajusté régression (p-value test de Fisher)	Variables explicatives	p-value test de Student variables explicatives	Impact sur le taux de retard
Trains régionaux de province	Régression Linéaire	1954-2019	0,55 ( $< 0,001$ )	Âge moyen automotrices thermiques	$< 0,01$	+1 pt de retard / vieillissement du parc de 9 ans
				Âge moyen voitures TER	$< 0,01$	+1 pt de retard / vieillissement du parc de 13 ans
				Intensité d'utilisation du RFN par les services TER	$< 0,001$	+4 pts entre 1954 et 2019
Trains régionaux d'IDF	Modèle exponentiel	1954-2019	0,91 ( $< 0,001$ )	Âge moyen voitures Transilien	$< 0,05$	+10% / vieillissement du parc de 10 ans
				Âge moyen lignes ferroviaires IDF	$< 0,001$	x 2,3 / vieillissement de 10 ans des lignes
				Nombre moyen de voyageurs par train Transilien	$< 0,001$	+17% / 10 voy/train
Trains Grandes Lignes	Modèle exponentiel	1954-2019	0,73 ( $< 0,001$ )	Âge locomotives électriques	$< 0,01$	+22% / vieillissement du parc de 10 ans
				Âge moyen des lignes UIC 2-4 du RFN	$< 0,001$	+33% / vieillissement de 10 ans des lignes
				Nombre moyen de voyageurs par train Grandes Lignes	$< 0,01$	+33% / 100 voy/train

# Principaux résultats

□ Résultats des tests statistiques pour les modèles retenus :

Service	Type de modèle	Période des données utilisées	R <sup>2</sup> ajusté régression (p-value test de Fisher)	Variabes explicatives	p-value test de Student variables explicatives	Impact sur le taux de retard
Trains Grandes Lignes	Modèle exponentiel	1981-2019	0,88 (< 0,001)	Volume de trafic TGV en voy-km	< 0,001	+16% / 10 Mrds voy-km
				Nombre moyen de voyageurs par TGV	< 0,01	+12% / 100 voy/train
				Nombre de jours perdus à cause des mouvements sociaux par agent SNCF	< 0,05	+3% / jour de grève /agent SNCF/an
Tous services (pondéré du nombre de circulations)	Régression Linéaire	1954-2019	0,83 (< 0,001)	Intensité d'utilisation du RFN par l'ensemble des services Voyageurs de la SNCF	< 0,001	+6 pts entre 1954 et 2019

# Principaux résultats

- ❑ Pour les modèles retenus, la part de l'évolution du taux de retard sur la période 1954-2019 expliquée par le modèle varie entre 56 et 91%. Les modèles retenus sont tous significatifs au seuil 0,1%.
- ❑ L'effet de chacune des variables retenues sur le taux de retard du service concerné est significatif au seuil 5%, et au seuil 1% pour la majorité des variables explicatives.
- ❑ Les modèles retenus ne permettent pas de conclure en l'existence d'un effet significatif sur le taux de retard au cours de la période 1954-2019 pour le volume des effectifs de personnels de l'EPIC SNCF (ponctualité globale)
- ❑ La modélisation montre un effet significatif du vieillissement de certaines catégories du matériel roulant (matériel moteur ou matériel remorqué) sur la ponctualité des trains en France pour chaque type de services ferroviaires
- ❑ La modélisation montre également un effet significatif du vieillissement des lignes ferroviaires les plus fréquentées du Réseau Ferré National :
  - grandes lignes à l'échelle nationale
  - lignes régionales en Ile-de-France

# Principaux résultats

- ❑ D'après les modèles retenus pour décrire l'évolution de la ponctualité des trains régionaux d'Ile-de-France et des trains Grandes Lignes entre 1954 et 2019, le taux de retard de ces services a cru selon une allure exponentielle à mesure que le matériel roulant et les voies ferroviaires ont vieilli, et que la fréquentation des trains a augmenté
- ❑ Entre 1954 et 2019, la très forte hausse du trafic voyageurs et de la fréquentation des trains semble également avoir impacté la ponctualité des trains, en particulier en Ile-de-France, là où le réseau est le plus saturé. Le transport d'un plus grand nombre de voyageurs par train implique un risque supplémentaire d'occurrence d'un retard lié aux voyageurs. Parallèlement, il amène les opérateurs ferroviaires à réduire la durée de l'intervalle entre 2 trains, les contraignant à mener une exploitation proche des limites de capacité des infrastructures sur certaines lignes ou tronçons de ligne du réseau. Davantage de retards liés aux situations de congestion peuvent alors survenir, et ces retards se propagent souvent d'un train aux suivants par effet de réseau, notamment aux heures de pointe
- ❑ L'effet du nombre de voyageurs par train ressort comme significatif dans les modèles relatifs aux services RER et Transilien d'Ile-de-France et TGV, mais pas dans celui relatif aux services TER. Cela semble cohérent avec des taux d'occupation plus importants constatés dans les TGV et les trains Transilien que dans la moyenne des TER. Néanmoins, il est possible que les retards liés au nombre de voyageurs impactent certaines lignes TER très chargées (axes majeurs, périurbain des grandes métropoles principalement), sans que cela ressorte avec le modèle agrégé présenté ici.

# Principaux résultats

- Entre 1954 et 2019, l'intensification de l'utilisation des lignes ferroviaires du RFN par l'ensemble des services voyageurs de la SNCF semble avoir eu un impact significatif sur la ponctualité des trains en France
- Le modèle retenu pour les trains Grandes Lignes depuis 1981 (année de mise en service du TGV) confirme l'impact des mouvements sociaux sur le niveau de ponctualité de ces services. Cet impact ne ressort comme significatif que dans le modèle consacré aux TGV (post-1981). Pour les autres services voyageurs, il est possible que les grèves se traduisent davantage par des annulations que par des retards, les annulations étant peut-être plus difficiles à concéder pour l'opérateur TGV. En particulier, il est possible que l'opérateur TGV concède des retards de trains afin de maintenir des correspondances sans suppression de train en cas de grève d'ampleur. Or, de telles opérations d'exploitation en mode dégradé sont peut-être plus rares pour les autres activités voyageurs



# Conclusion

# Conclusion

- ❑ Les mémentos statistiques de la SNCF ont permis de reconstituer l'évolution de la ponctualité des trains en France depuis 1954 : il apparaît qu'elle s'est fortement dégradée depuis 1954 pour l'ensemble des services ferroviaires\*
- ❑ Des modèles économétriques simples ont été implémentés pour décrire la corrélation éventuelle entre l'évolution de la ponctualité depuis 1954 par service et l'évolution de déterminants supposés de cette ponctualité
- ❑ Sur la période 1954-2019, les modèles retenus mettent en évidence un impact significatif sur la ponctualité des trains en France du vieillissement de certaines catégories du matériel roulant et des lignes ferroviaires les plus fréquentées du Réseau Ferré National (RFN), ainsi que du niveau du trafic voy-km et de la fréquentation des trains (notamment en Ile-de-France), de l'intensification de l'utilisation des lignes ferroviaires du RFN par l'ensemble des services voyageurs de la SNCF entre 1954 et 2019, et des mouvements sociaux
- ❑ Du fait de la non-prise en compte de l'autocorrélation des séries temporelles étudiées dans cette étude, les relations de corrélation mises en évidence par les modèles utilisés doivent être considérées avec prudence et non comme des liens de causalité généraux valables en dehors de la période d'étude

**\*A noter toutefois que compte tenu de la profondeur des données (de 1954 à 2020), l'évolution couvre un large spectre de méthodes de mesures de la ponctualité. Aussi, l'exhaustivité et la précision de la mesure se sont améliorées au fil du temps.**



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Conseil général de l'Environnement  
et du Développement durable**

**Merci de votre attention**

---