

Aperçu sur les transports interurbains

Voyageurs et marchandises

Plan

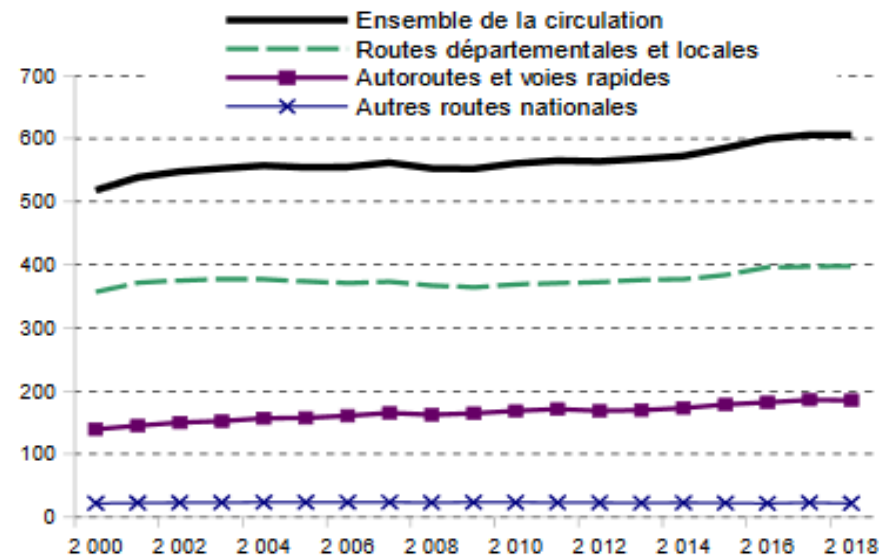
- La place des transports interurbains dans les transports de voyageurs et de marchandises
- Le couplage avec la croissance économique
- Le nouveau paysage des transports interurbains de voyageurs
- Un aperçu sur les problématiques marchandises
- Les impacts possibles de la Covid-19
- Enjeux écologiques et perspectives

Plus on va loin, et plus la croissance des flux est rapide

- Interurbain : + de 100 km
- Le Bilan de la Commission des comptes transports de la Nation (CCTN) permet un suivi conjoncturel
- Mais sans identifier l'interurbain explicitement (voir ENTD 2008)
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-comptes-des-transports-en-2018-56e-rapport-de-la-commission-des-comptes-des-transports-de-la>
- Plus forte élasticité PIB des trafics longue distance que de la vie quotidienne

La circulation routière sur réseau national augmente plus que celle sur « autres réseaux »

Figure G1-2 **Circulation routière par réseau routier**
En milliards véhicules-kilomètres



Note : hors effet de la décentralisation du réseau routier de 2006 : la ventilation de la circulation entre le réseau routier national et les autres routes hors réseau national a été faite en appliquant à la partie transférée du RRN vers le RRD la même évolution sur la période 1990-2006 que celle du RRN.
Champ : France métropolitaine.
Source : SDES, Bilan de la circulation

TCAM 1,6% sur réseau national sur 2013/18
1,2% sur « autres réseaux »

Figure G1-4 **Évolution de la circulation routière en France métropolitaine par catégorie de réseau**

Niveau : circulation en milliards véhicules-km, évolutions en %

	Niveau 2018	Évolutions annuelles			
		2016	2017	2018	2018/2013
Autoroutes et voies rapides	185,4	1,8	2,3	-0,2	1,8
Autoroutes concédées (1)	95,0	3,2	1,9	0,7	2,2
Autoroutes interurbaines (1)	25,7	2,6	-0,2	-0,9	1,4
Autoroutes et voies rapides urbaines (1)	36,5	-0,9	4,1	-1,4	1,8
RN interurbaines à caractéristiques autoroutières (1)	28,2	0,1	3,3	-1,2	0,9
Autres routes nationales (1)	22,4	-2,2	4,2	-2,0	0,0
Circulation d'ensemble réseau 'national' (1)	207,9	1,4	2,5	-0,4	1,6
Circulation sur les Autres routes	398,4	3,1	0,3	0,3	1,2
Circulation sur l'Ensemble des réseaux	606,3	2,5	1,1	0,0	1,3

(1) Évolution à réseau constant : indice de circulation du Cerema
Champ : France métropolitaine.
Sources : SDES, Bilan de la circulation ; Cerema (données provisoires de l'indice mensuel conjoncturel) ; ASFA

En train, le trafic TGV croît nettement plus que les trafics régionaux

Figure F3-1 Transport ferroviaire de voyageurs
Niveau en millions de voyageurs-kilomètres, évolution en %

TCAM TGV 1,3% sur 2013/18
Contre -0,1% pour le régional conventionné
Et -7,5% pour l'interurbain classique (portefeuille qui évolue)

	Niveau 2018	Évolutions annuelles			
		2016	2017	2018	2018/ 2013
Trains à grande vitesse ⁽¹⁾	58 595	-0,8	8,9	-1,8	1,3
Trains interurbains ^{(1) (2)}	5 531	-7,0	3,0	-23,4	-7,5
Trains sous convention des conseils régionaux ⁽³⁾	13 767	-2,8	5,0	0,5	-0,1
Total hors RER et trains sous convention Île-de-France Mobilités	77 893	-1,8	7,7	-3,3	0,2
Ensemble y compris RER et trains sous convention Île-de-France Mobilités ⁽⁴⁾	97 121	-0,7	6,5	-3,0	0,4

(1) Y compris trains internationaux, hors navettes Eurotunnel.

(2) Sous convention avec l'État et non conventionnés, hors trains à grande vitesse.

(3) Sous convention des conseils régionaux (hors Île-de-France et Corse), y compris les « Express d'intérêt régional ».

(4) dont RER et trains sous convention Île-de-France Mobilités y compris lignes T4 et T11 Express du tramway.

Champ : France métropolitaine.

Source : SDES, d'après l'ensemble des opérateurs ferroviaires et Île-de-France Mobilités-Omnil

La croissance de l'avion est nettement plus forte en international qu'en domestique

Figure F4-1 **La demande de transport aérien en 2018**

Niveau en milliers de passagers ⁽¹⁾ ; évolution en %

TCAM International 4,7% sur 2013/18
contre 1,5% pour métropole

	Niveau 2018	2016	Évolutions annuelles			2018/2013
			2017	2018		
Total Métropole	167 350	3,0	6,5	5,2		4,2
Métropole	26 210	3,2	3,3	2,3		1,5
dont Paris-province	16 340	1,4	0,8	-1,7		-0,2
dont province-province	9 870	6,8	8,3	9,9		4,6
International	136 460	2,9	6,8	5,6		4,7
dont Paris-international	84 420	1,8	5,2	4,7		3,8
dont province-international	52 040	5,0	9,5	7,0		6,3
Outre-mer	4 670	4,4	6,0	10,1		4,0
Total Outre-mer	9 700	5,4	4,9	5,5		3,8
Métropole	4 670	4,4	6,0	10,1		4,0
International	2 630	7,8	5,6	0,4		4,6
Outre-mer	2 400	4,6	2,6	2,1		2,5
Total France (2)	172 370	3,1	6,1	5,1		4,1

(1) Les flux sont évalués sans double compte : un passager Bordeaux-Lyon est compté une seule fois dans le trafic province-province.

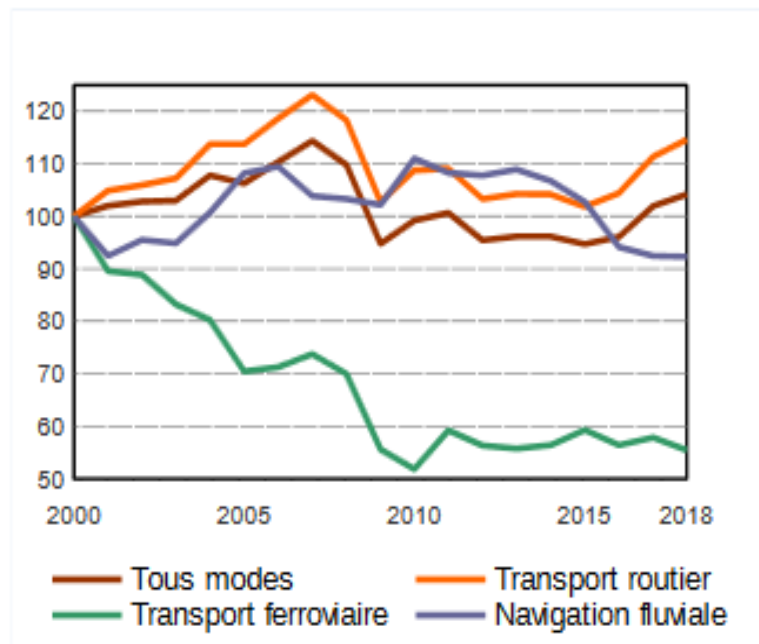
(2) Le total France ne correspond pas à la somme des totaux « Métropole » et « outre-mer » ; le trafic « Métropole-outre-mer » est compté une seule fois dans le total.

Source : DGAC, avril 2019

Les transports de marchandises croissent modérément, avec moins de ferroviaire

Figure E1-2 Évolutions des transports terrestres par mode

En indice base 100 en 2000



Source : SDES

24/05/2020

Figure E1-1 Transports intérieurs terrestres par mode

Niveau en milliards de tonnes-kilomètres, évolutions annuelles en %

	niveau	Évolutions annuelles			
	2018	2016	2017	2018	2018/ 2013
Transport ferroviaire	32,0	-4,9	2,7	-4,2	-0,1
Transport routier	317,3	2,5	6,7	2,9	1,9
Pavillon français	192,9	1,5	7,1	3,1	0,5
Pavillon étranger	124,4	4,0	6,1	2,7	3,7
Transport fluvial	6,7	-8,4	-1,8	-0,2	-3,3
Oléoducs	12,4	-0,6	5,3	4,0	1,6
Produits finis	8,2	-1,7	8,4	4,3	2,2
Produits bruts	4,2	1,4	-0,3	3,4	0,3
Ensemble des transports terrestres yc Oléoducs	368,5	1,4	6,1	2,2	1,6
Ensemble des transports terrestres hors Oléoducs	356,0	1,5	6,1	2,2	1,6

Source : SDES

Toutes distances

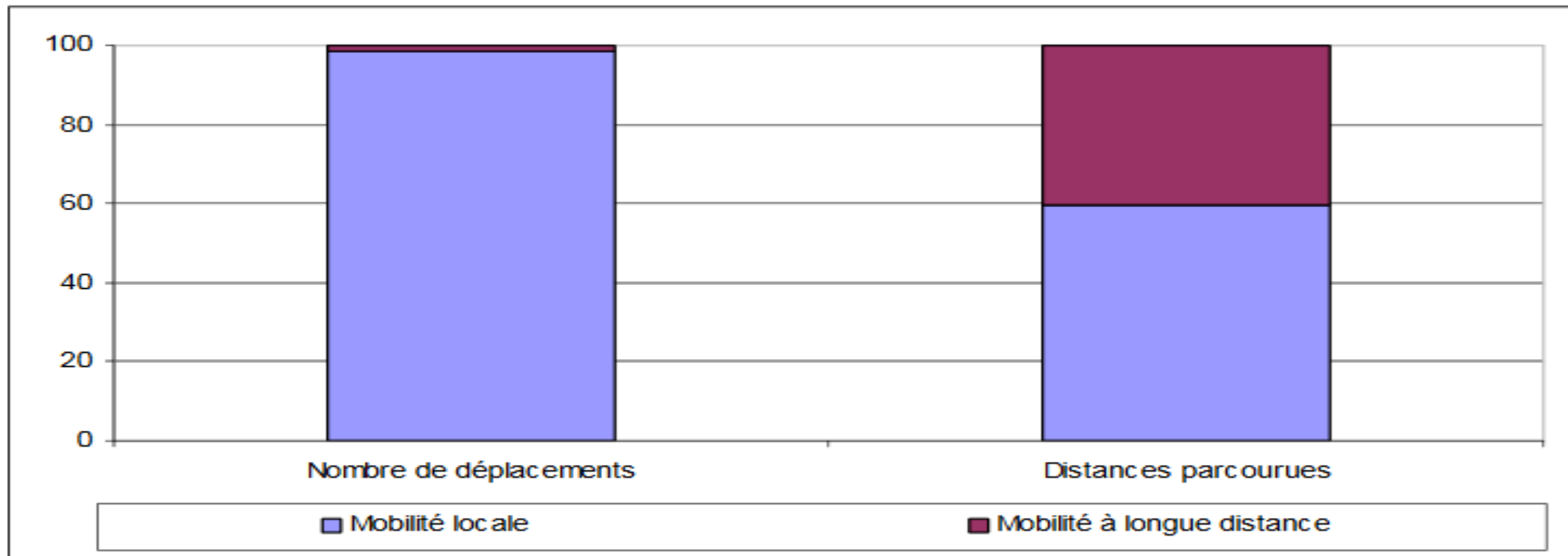
Alain Sauvart

Structure du transport interurbain voyageurs

- Les dernières données fines de structure (voyageurs) remontent à l'ENTD (enquête nationale transports et déplacements) de 2008
- https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/La_mobilite_des_Francais_ENTD_2008_revue_cle7b7471.pdf
- Voir notamment « la mobilité à longue distance », Richard Grimal, pages 123 et suivantes, « l'avion » Elisabeth Bouffard-Savary, DGAC, page 151 et suivantes

Interurbain : peu de déplacements mais 40% des voyageurs-km

Graphique 1 : Poids respectif de la mobilité locale et de la mobilité à longue distance en 2008, en déplacements et en voyageurs*km (en %)

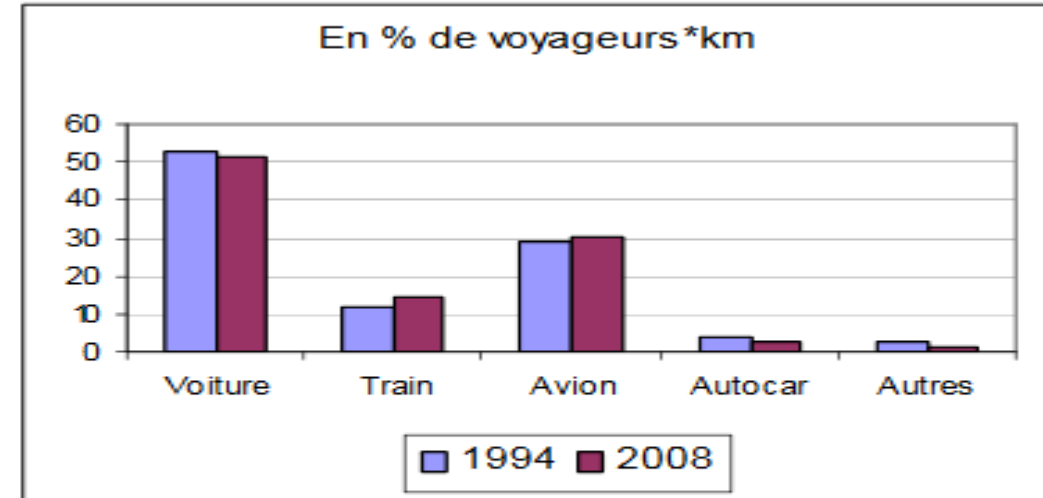
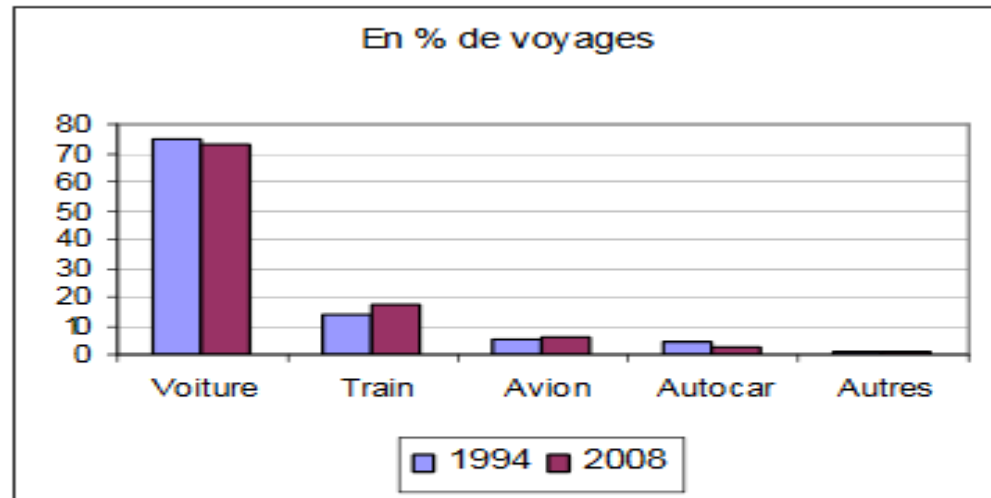


Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.

Source : SOeS, Insee, Inrets, enquête nationale transports et déplacements 2008

En voyageurs-km, voiture et avion sont majoritaires au sein de l'interurbain

Graphique 3 : Répartition des voyages et distances individuelles par mode de transport

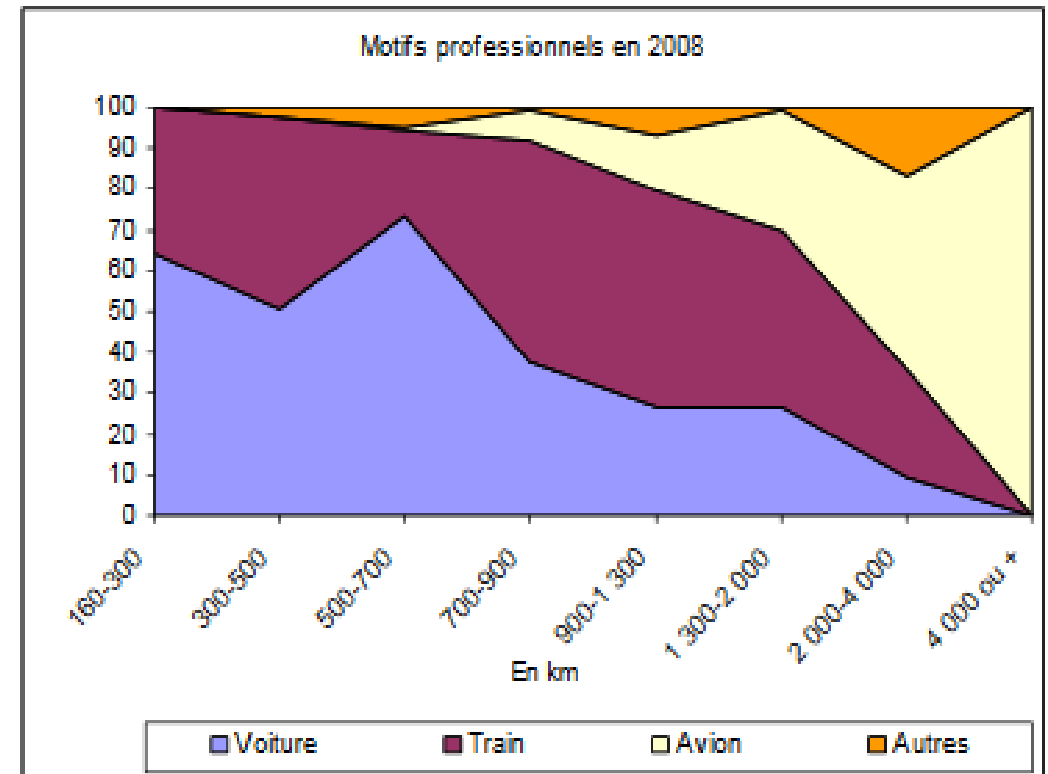
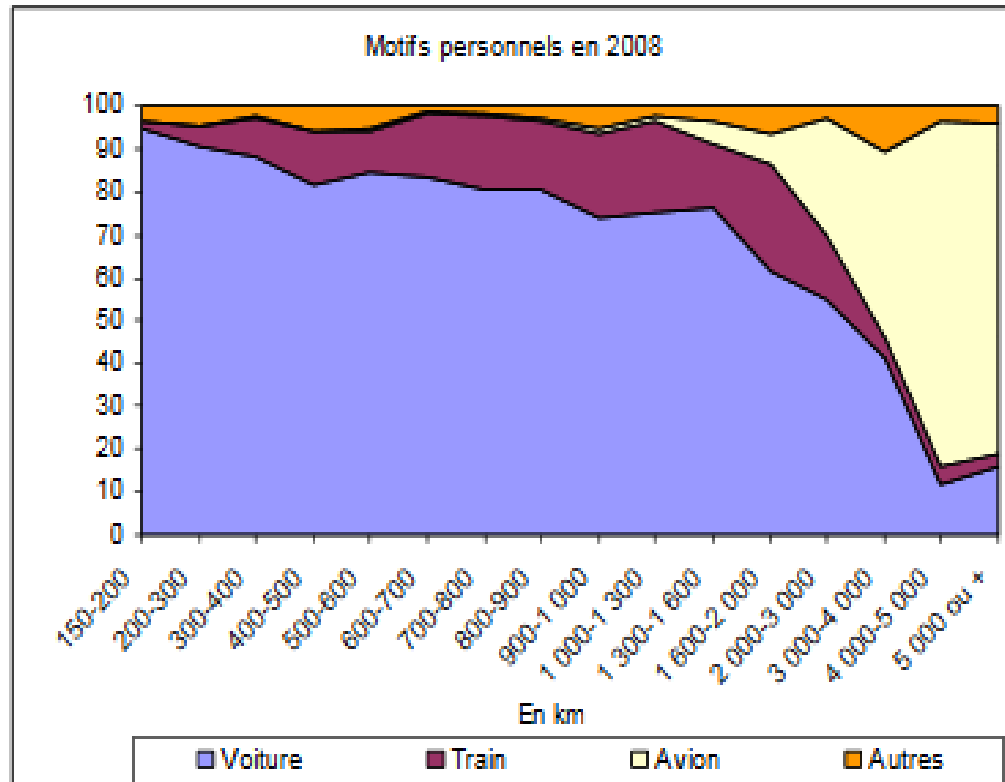


Note : pour ces deux graphiques, ainsi que pour tous les suivants déclinés par mode de transport, les voyages dont le mode de transport n'a pas été déclaré en 1994 ont été répartis en proportion de chacun des autres modes.

Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.

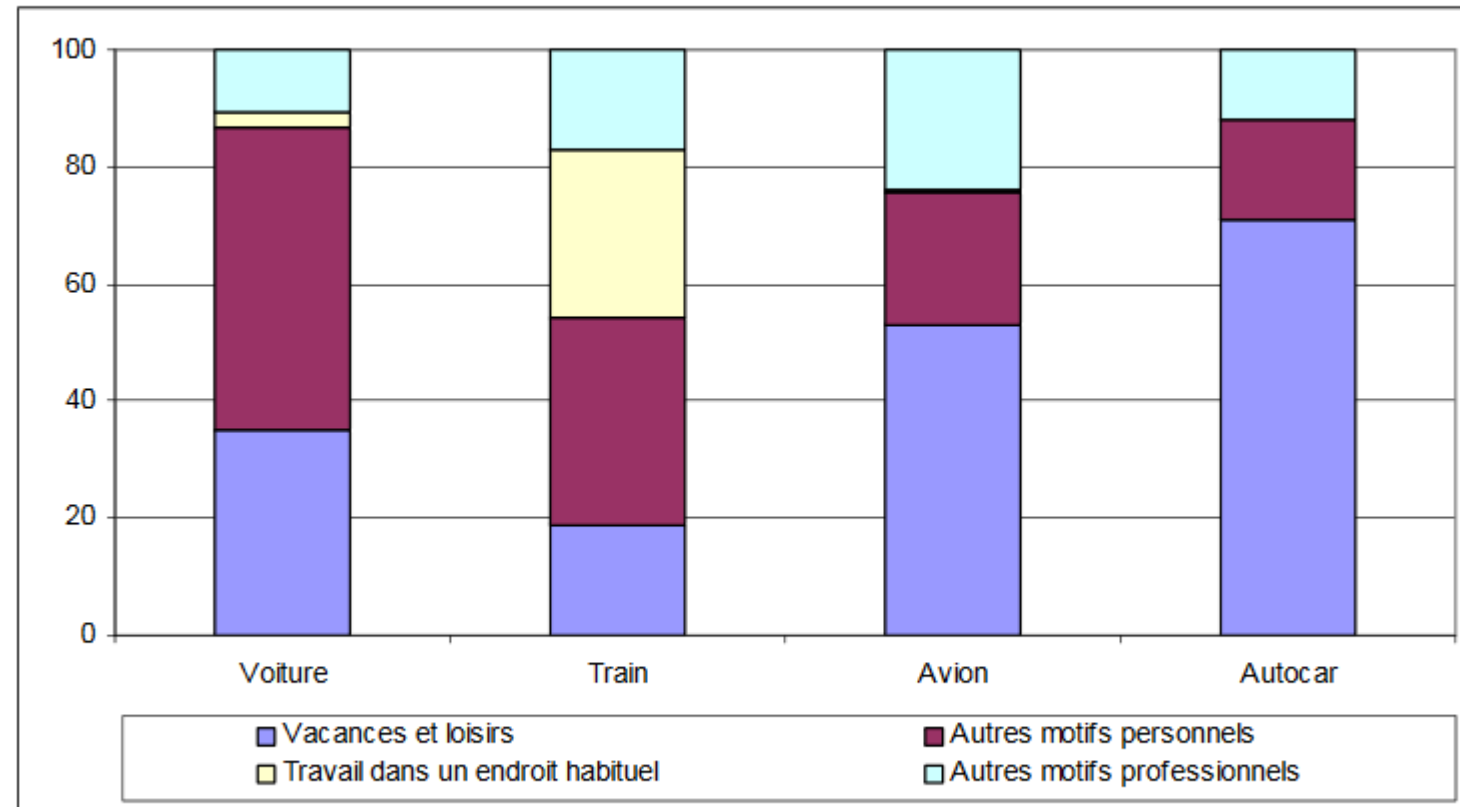
Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transports 1994, 2008

Chaque mode a sa gamme de distance de pertinence



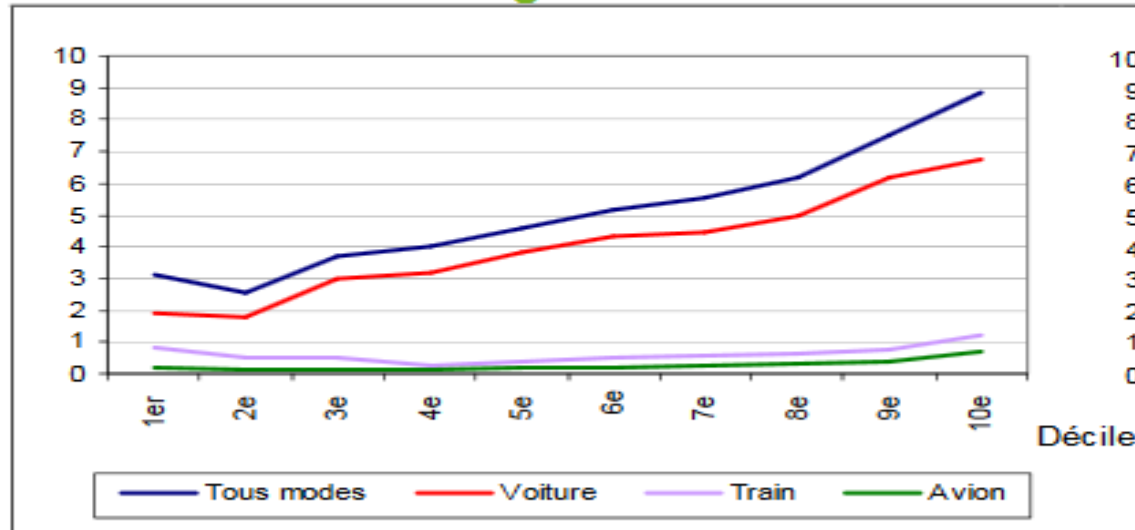
Le train interurbain s'est centré de plus en plus sur une clientèle professionnelle

Graphique 6 : Distribution par motif des voyages à longue distance, pour chaque mode de transport (en %)

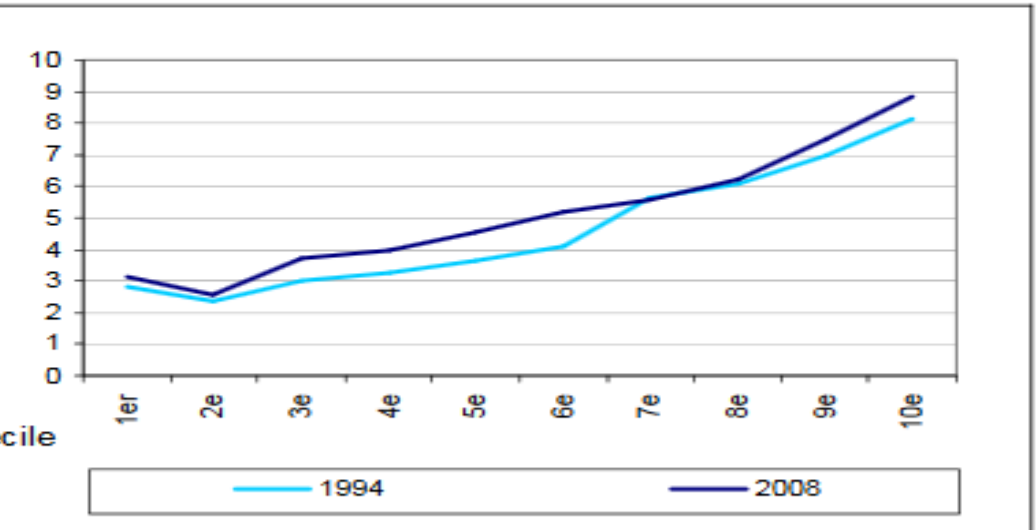


Le train interurbain et l'avion ne sont pas pris par les classes moyennes

Graphique 14 : Fréquence des voyages personnels, par mode de transport et en fonction du décile de revenu par UC des ménages en 2008



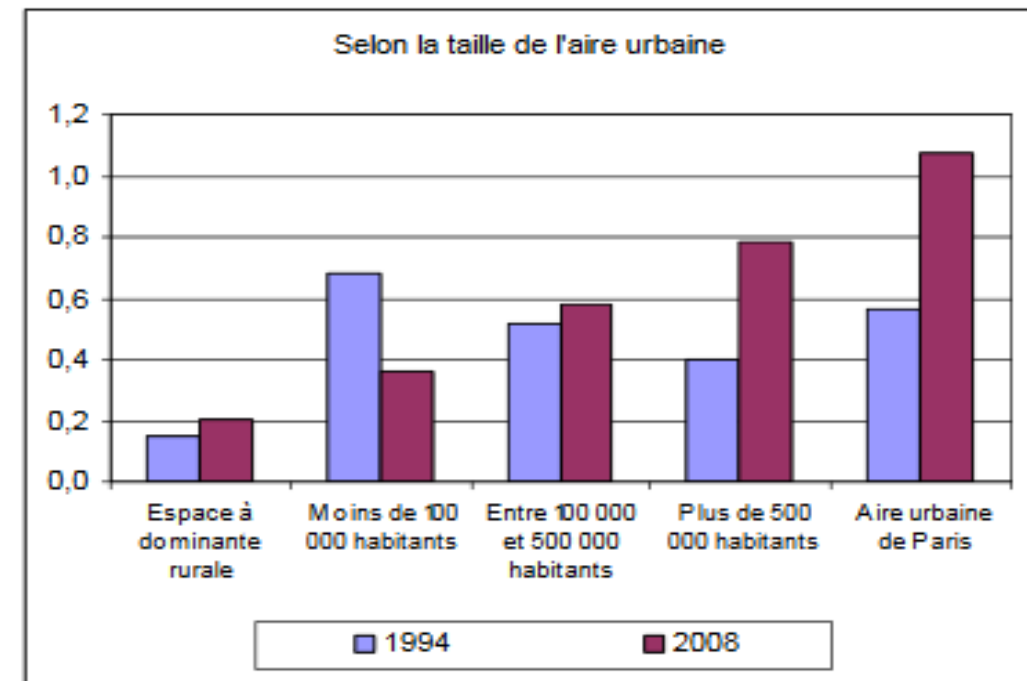
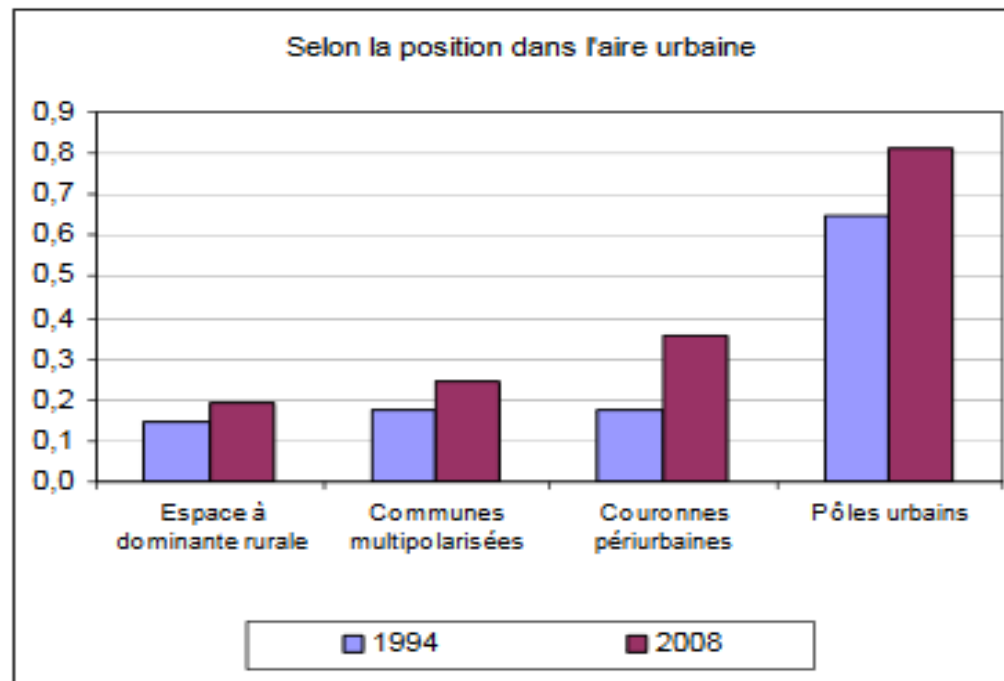
Graphique 15 : Ecart de mobilité à longue distance pour motifs personnels, en fonction du décile de revenu par UC des ménages, en 1994 et 2008



Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.
Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transport 1994, 2008

Le train interurbain n'est pas beaucoup pris par la France périphérique

Graphiques 27 et 28 : Fréquence des voyages en train pour motifs personnels selon le type de territoire, en 1994 et 2008

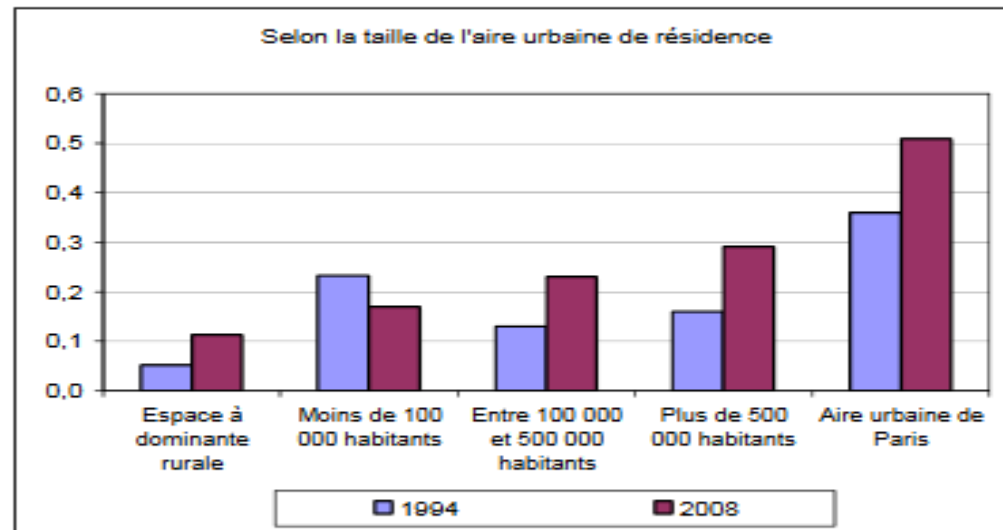
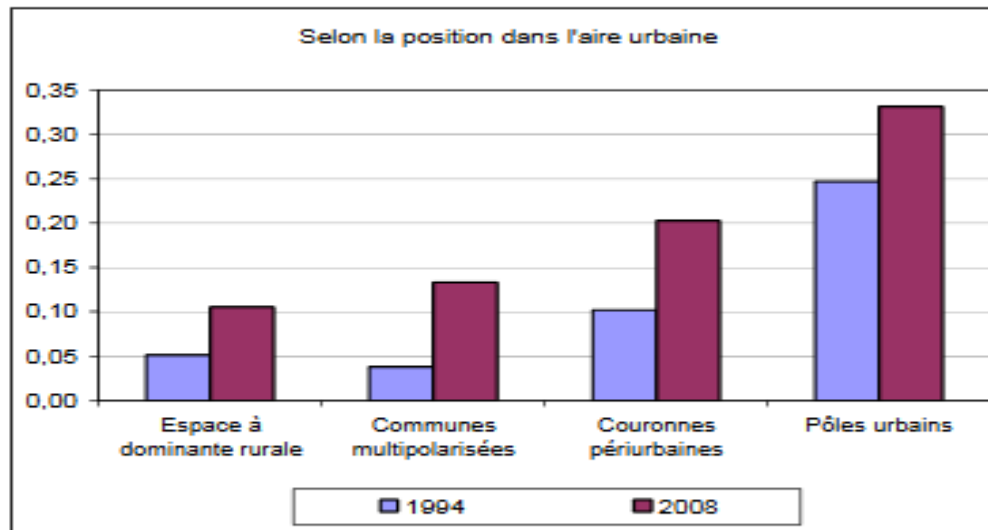


Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.

Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transport 1994, 2008

L'avion n'est pas beaucoup pris par la France périphérique

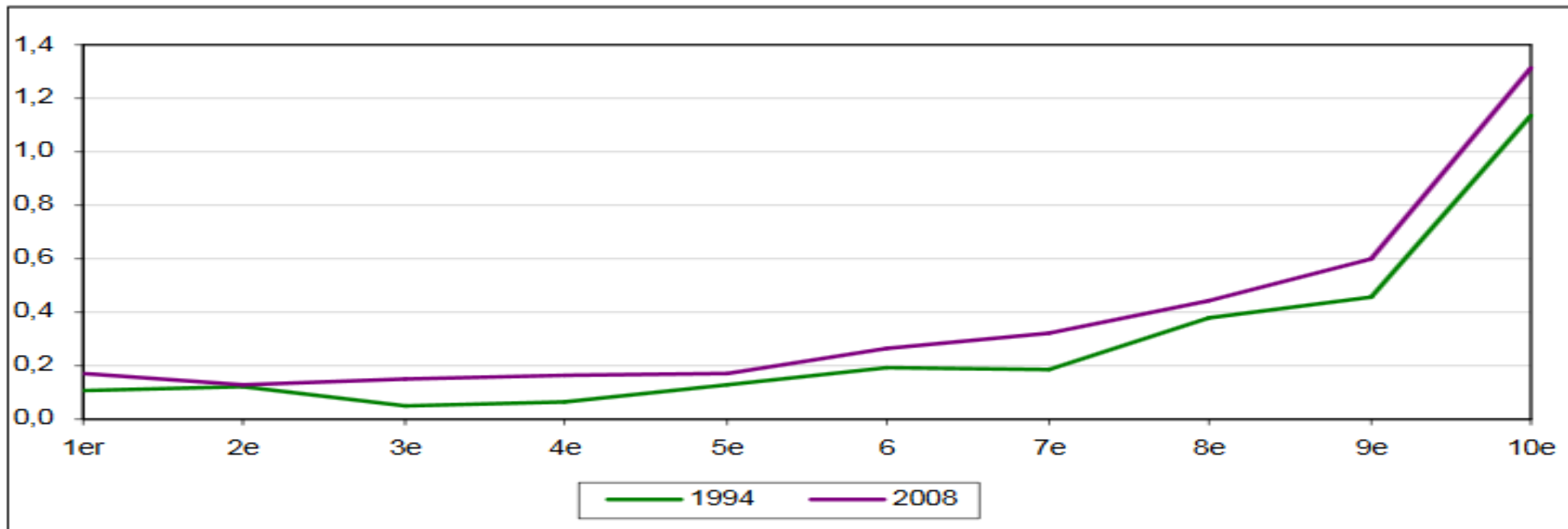
Graphiques 29 et 30 : Fréquence des voyages en avion pour motifs personnels selon le type de territoire, en 1994 et 2008



Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.
Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transport 1994, 2008

L'avion se démocratise mais reste encore surtout l'apanage des riches et des classes moyennes supérieures

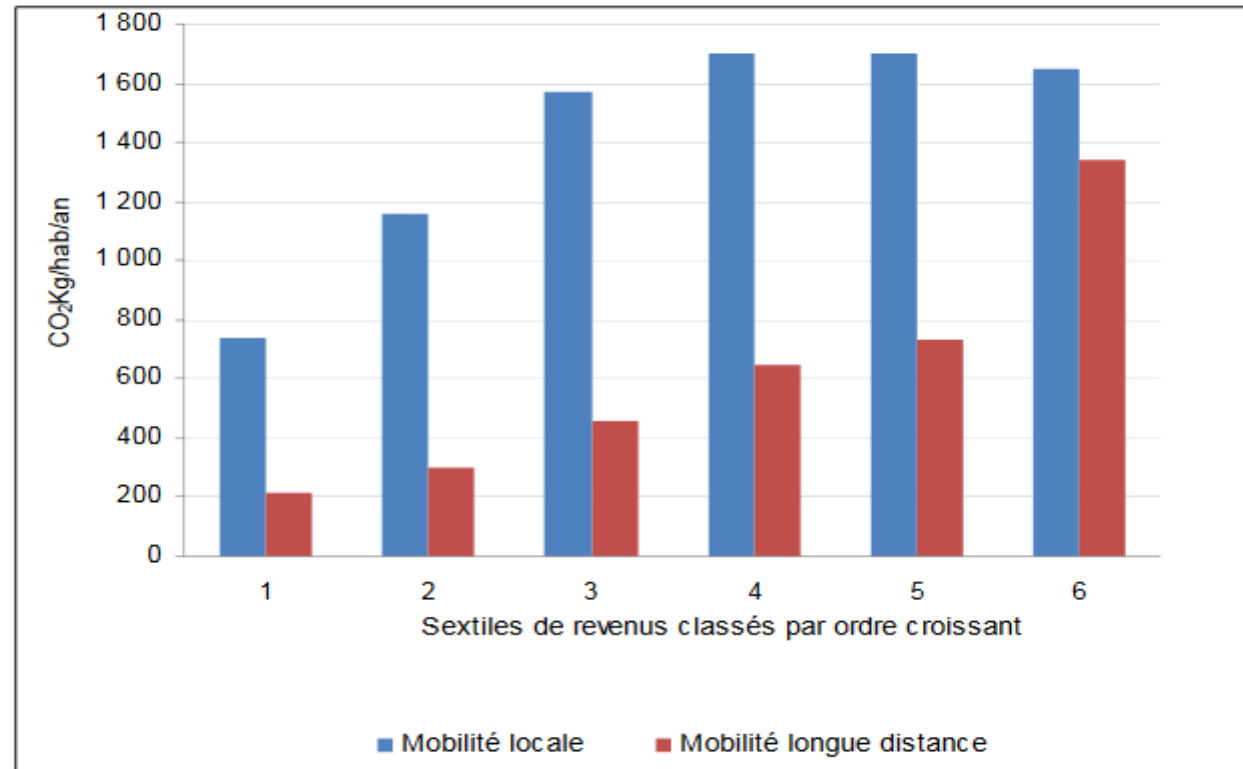
Graphique 5 : Nombre de voyages en avion par habitant selon le décile de revenu par unité de consommation du ménage



Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résidant en France métropolitaine.
Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transports 1994, 2008

Et donc les riches émettent nettement plus de CO₂ pour la mobilité interurbaine

Graphique 3 : Emissions annuelles de CO₂ liées aux déplacements des résidents selon le niveau de revenus des ménages, par habitant (revenus par unité de consommation)



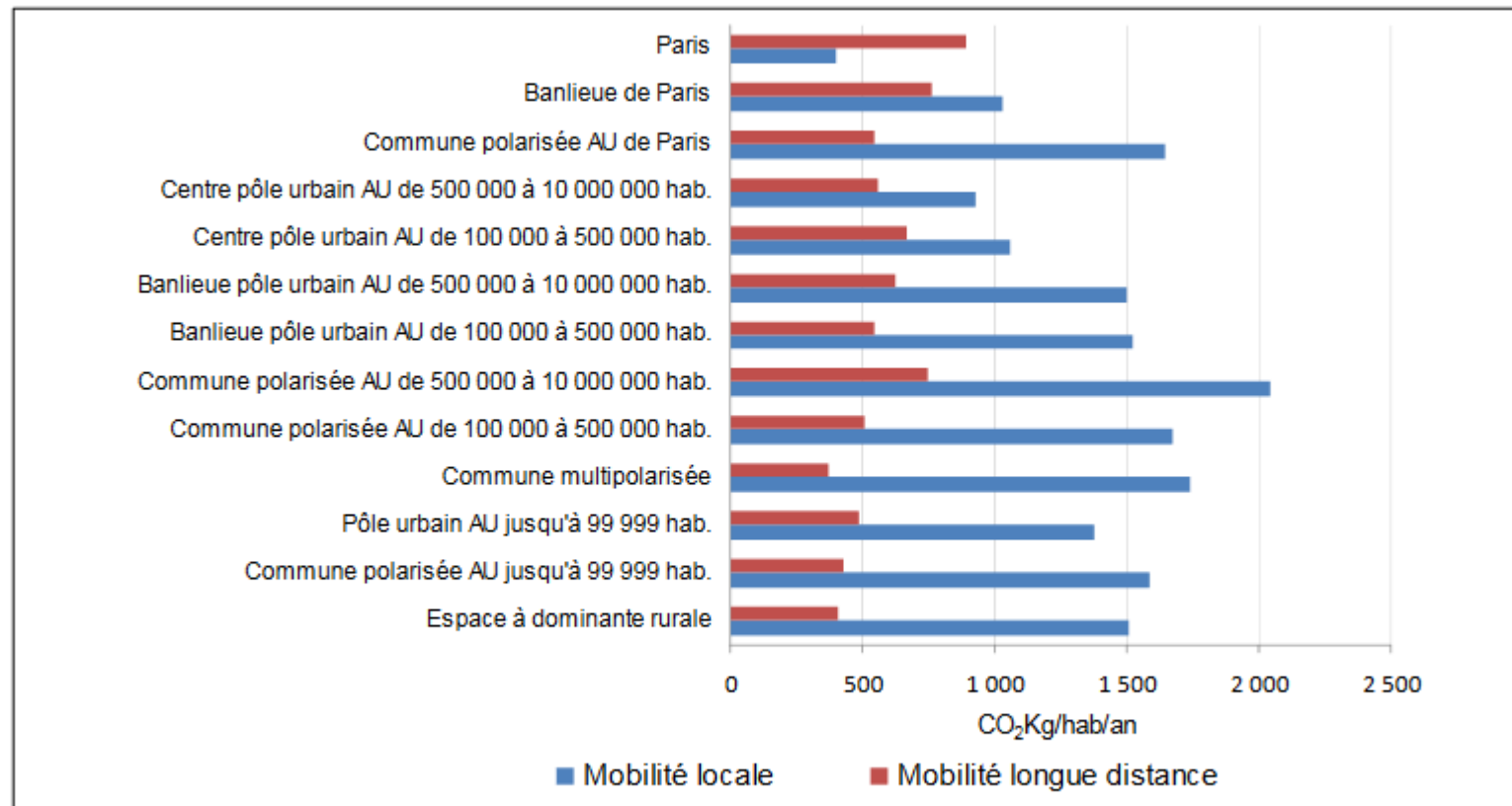
Champ : individus âgés de 6 ans ou plus résident en France métropolitaine.

Source : SOeS, Insee, Inrets, enquête nationale transports et déplacements 2008, traitement LET-Certu

Alain Sauvart

Les habitants des grandes villes émettent plus de CO₂ en mobilité interurbaine

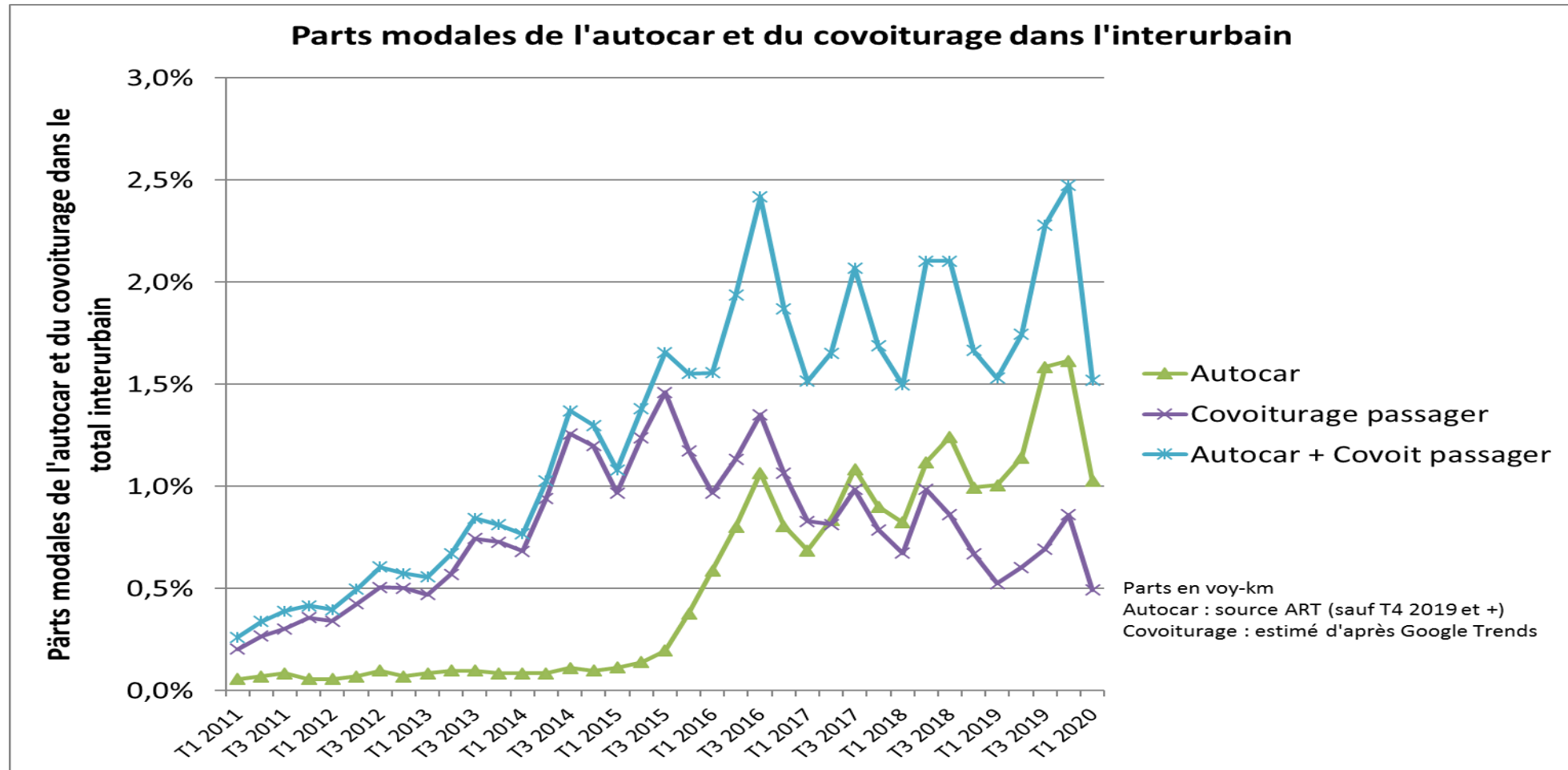
Graphique 4 : Émissions annuelles de CO₂ liées aux déplacements selon le lieu de résidence des ménages, par habitant



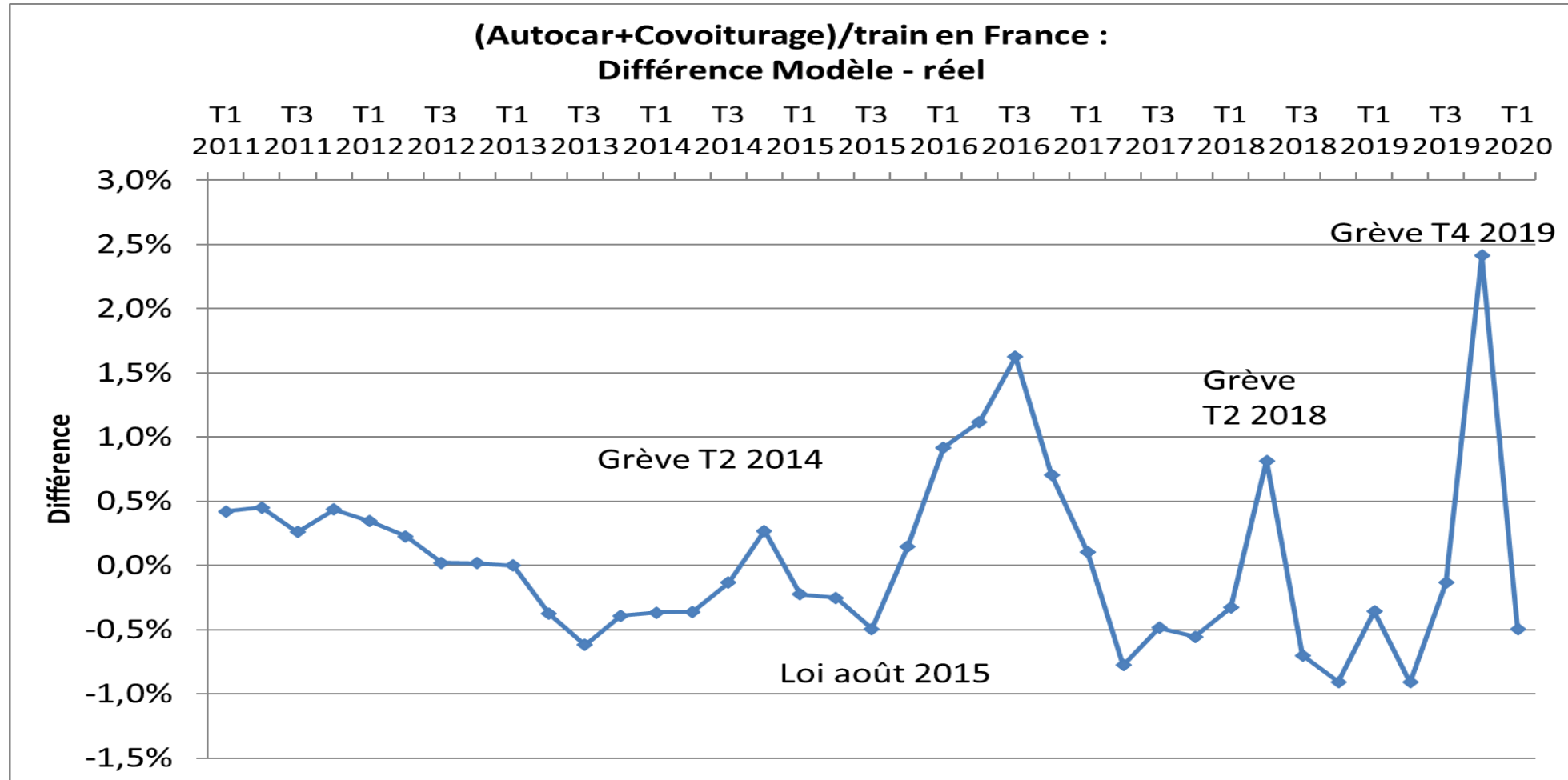
Les nouveaux modes : covoiturage interurbain et autocar SLO (= car Macron)



Des parts modales du car + covoiturage qui stagnent désormais autour de 2% (=10% du train)



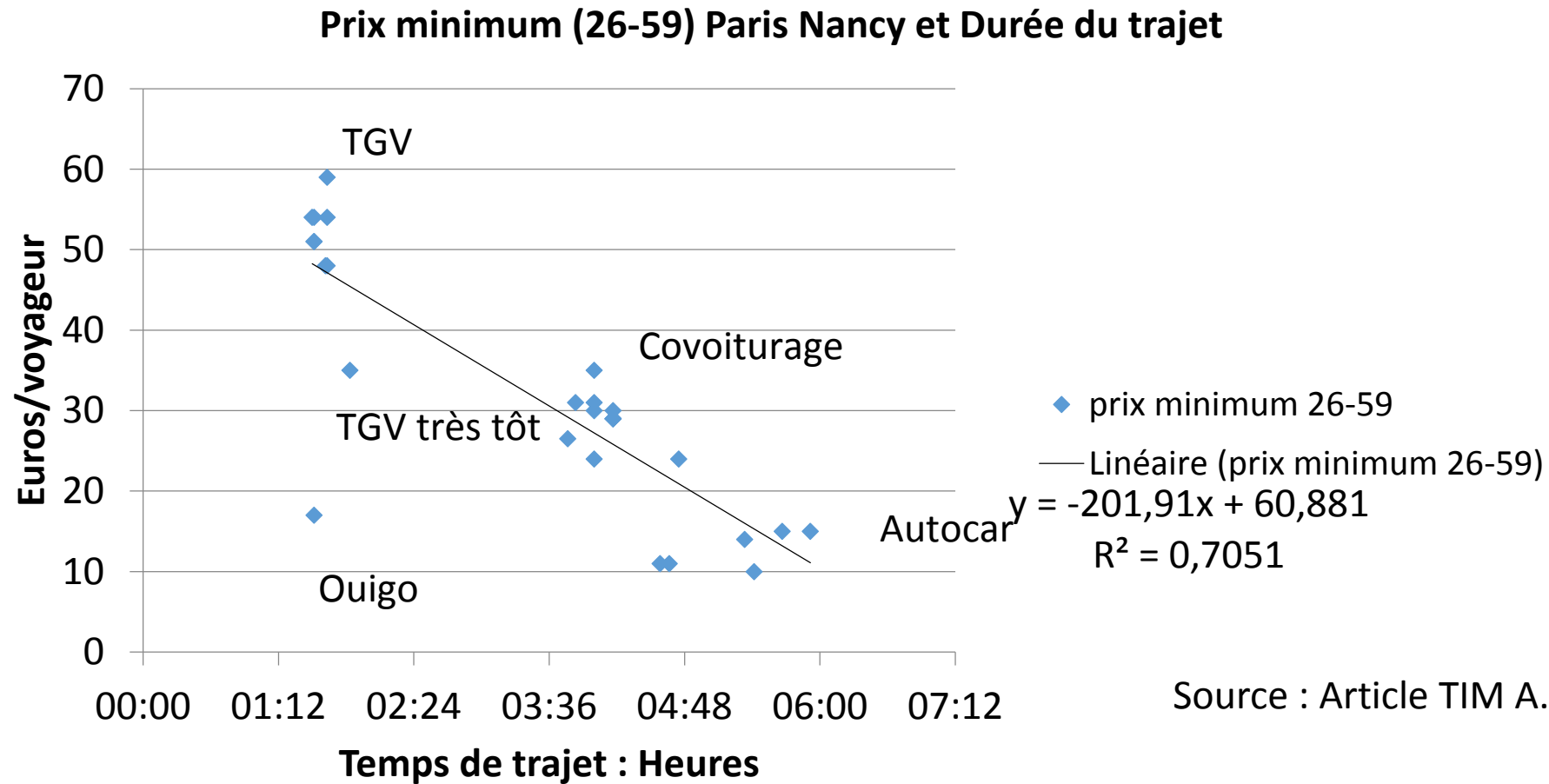
L'autocar et le covoiturage connaissent des suppléments de demande en cas de grève des trains



Pourquoi la part des autocars et du covoiturage est restée à 10% du train interurbain ?

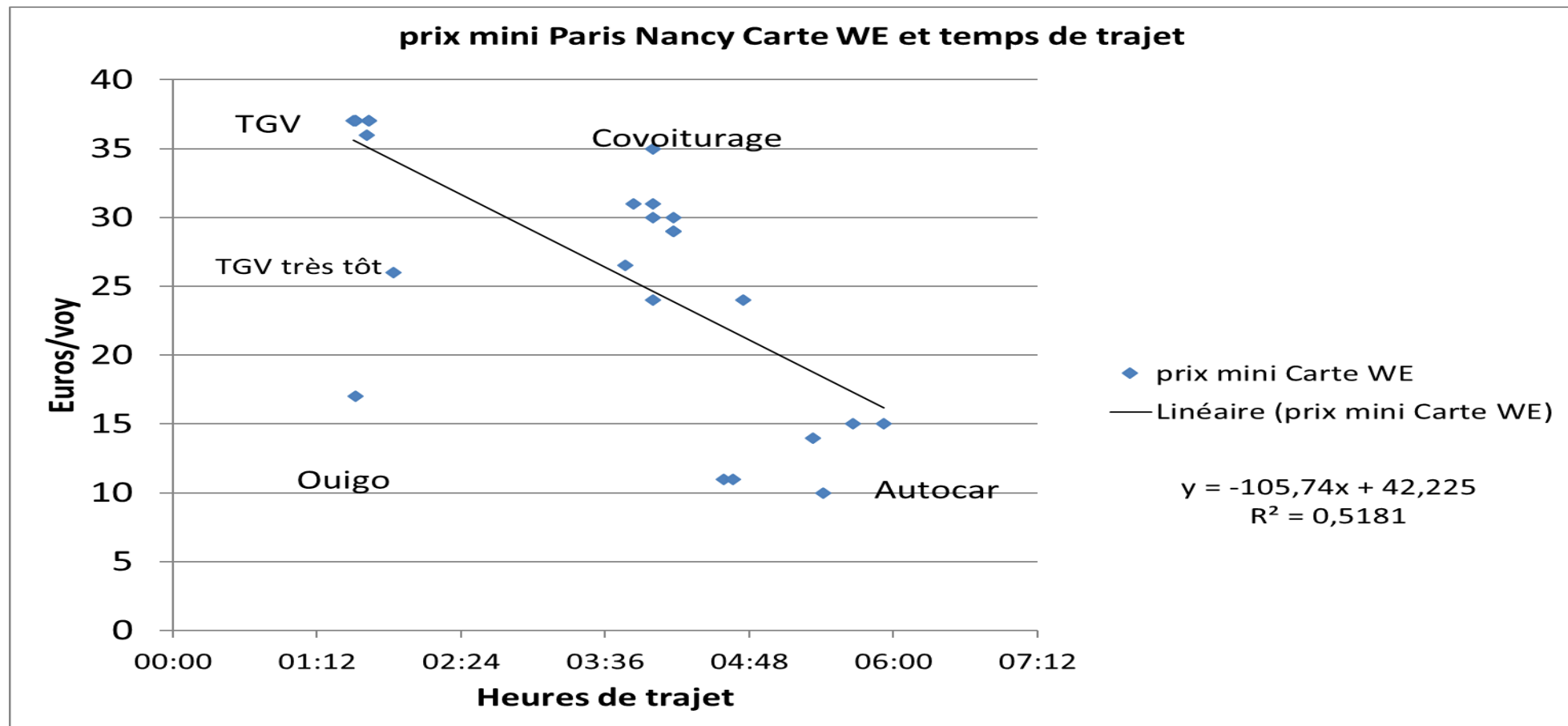
- Le confort est perçu comme moins bon que le train, surtout au-delà d'une heure ou deux (cf. enquête AQST)
- <http://www.qualitetransports.gouv.fr/comprendre-les-choix-et-l-experience-des-voyageurs-a398.html>
- La différence de temps de trajet est très variable selon les cas (avantage TGV de gare à gare près des LGV, moins ailleurs)
- La SNCF a fait évoluer sa politique de prix différenciés (yield management) pour mieux coller aux évolutions du marché, ainsi que des « produits » différenciés (renforcement de la segmentation (cartes de réductions ciblées, évolution des conditions échange et remboursement, ...), TGV InOui à petits prix en heures creuses notamment, Offre OuiGo y compris depuis Paris intramuros...)

Exemple : prix du Paris Nancy (26 – 59 ans sans carte)

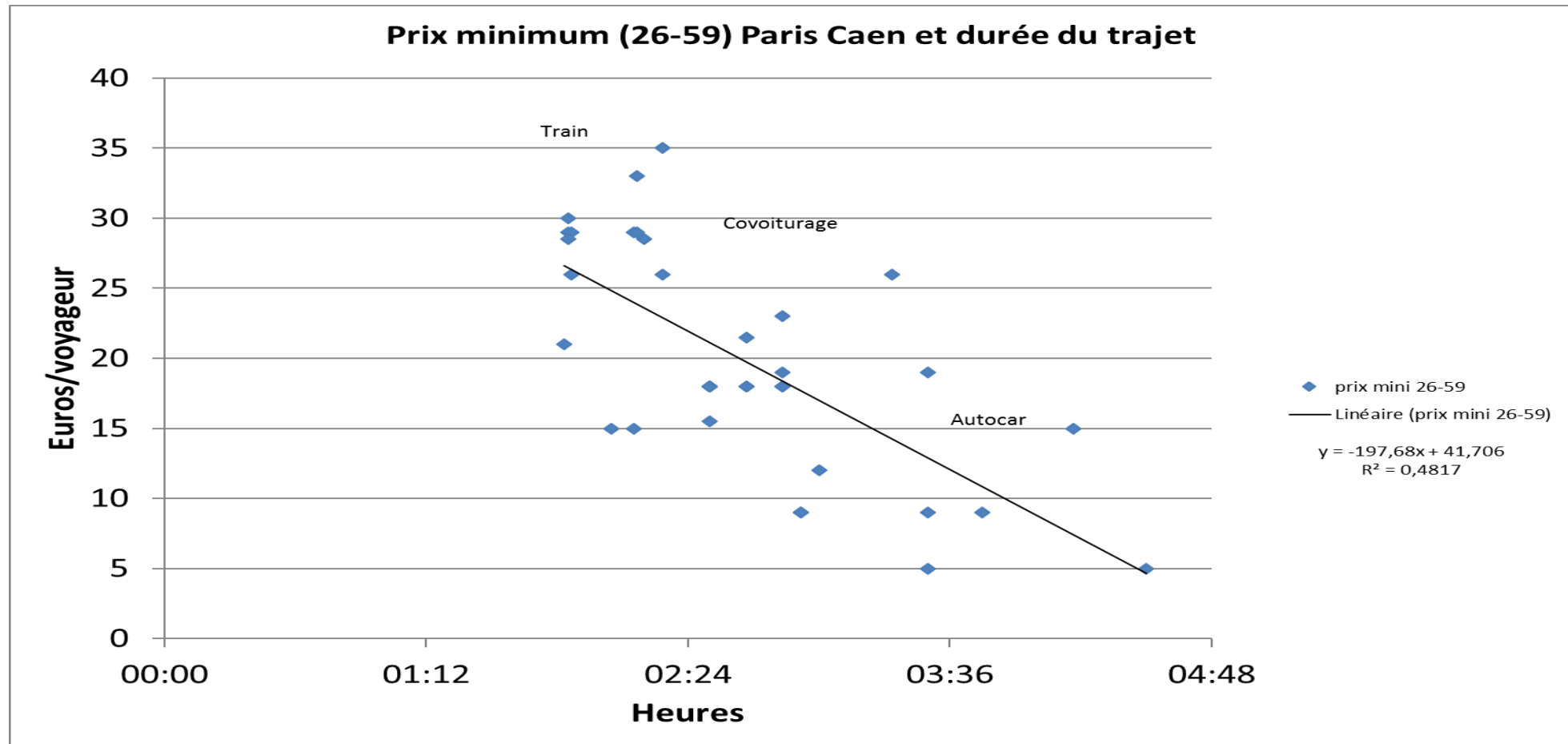


Source : Article TIM A. Sauvaut

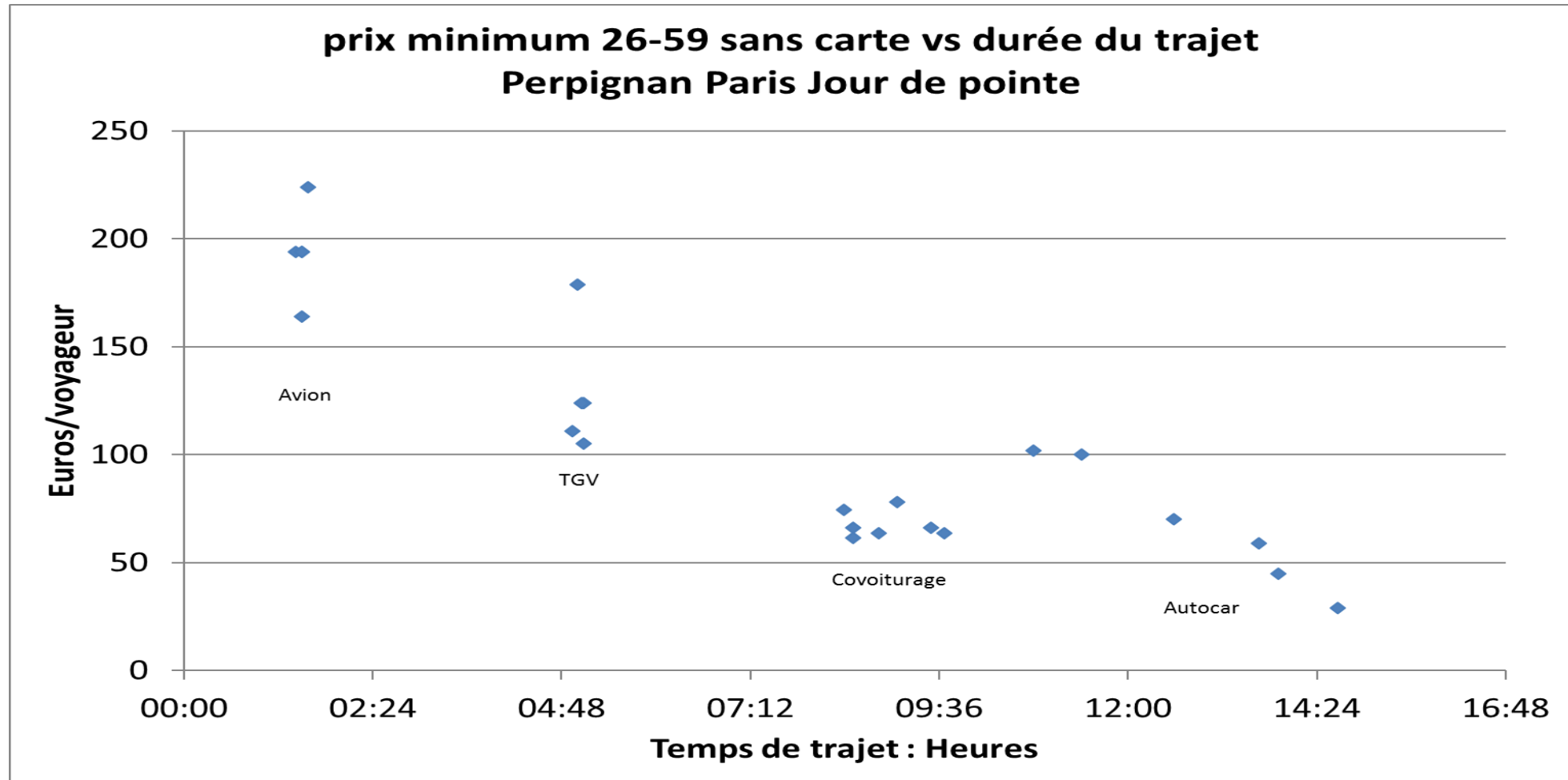
Exemple : prix du Paris Nancy (avec carte week-end)



Exemple : prix sur Paris Caen



Exemple : prix sur Paris Perpignan en jour de pointe



Des géographies différentes : Pays-de-Loire

SNCF : Grandes villes
+ 1 ville TGV et 1 balnéaire

BlaBlaCar : Villes moyennes

Flixbus : Grandes villes

SNCF

Centre d'intérêt par ville ? Ville ▾ 🌐 ⬇ ⌂ 🔗

1	Sablé-sur-Sarthe	100	
2	Le Mans	85	
3	La Baule-Escoublac	74	
4	Nantes	73	
5	Angers	71	

24/05/2020

blablacar

Centre d'intérêt par ville ? Ville ▾ 🌐 ⬇ ⌂ 🔗

1	Laval	100	
2	Angers	92	
3	La Roche-sur-Yon	82	
4	Cholet	80	
5	Le Mans	74	

Alain Sauvart

flixbus

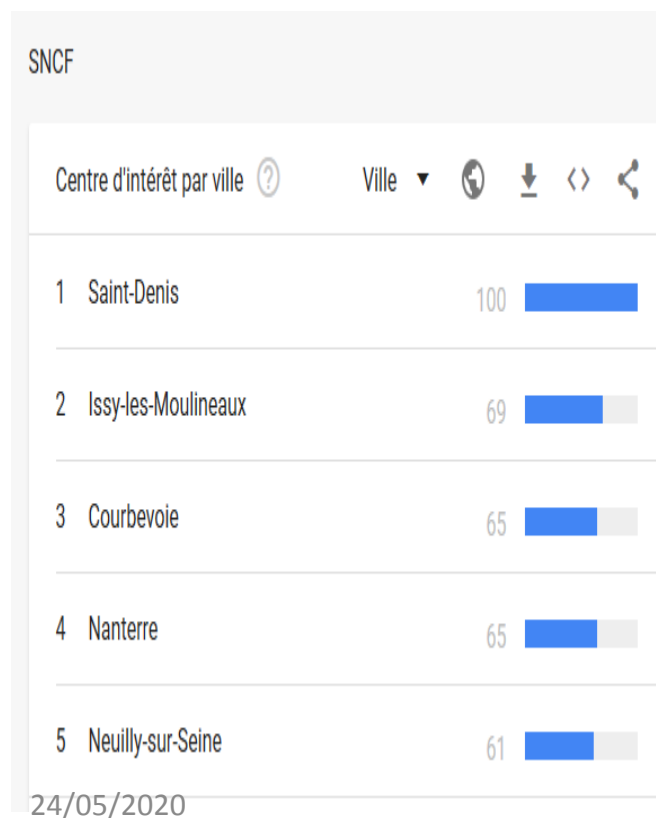
Centre d'intérêt par ville ? Ville ▾ 🌐 ⬇ ⌂ 🔗

1	Angers	100	
2	Nantes	92	
3	Le Mans	74	

Top 5 zones des requêtes Google trends
12 derniers mois au 22/05/2020

Des géographies différentes : Ile de France

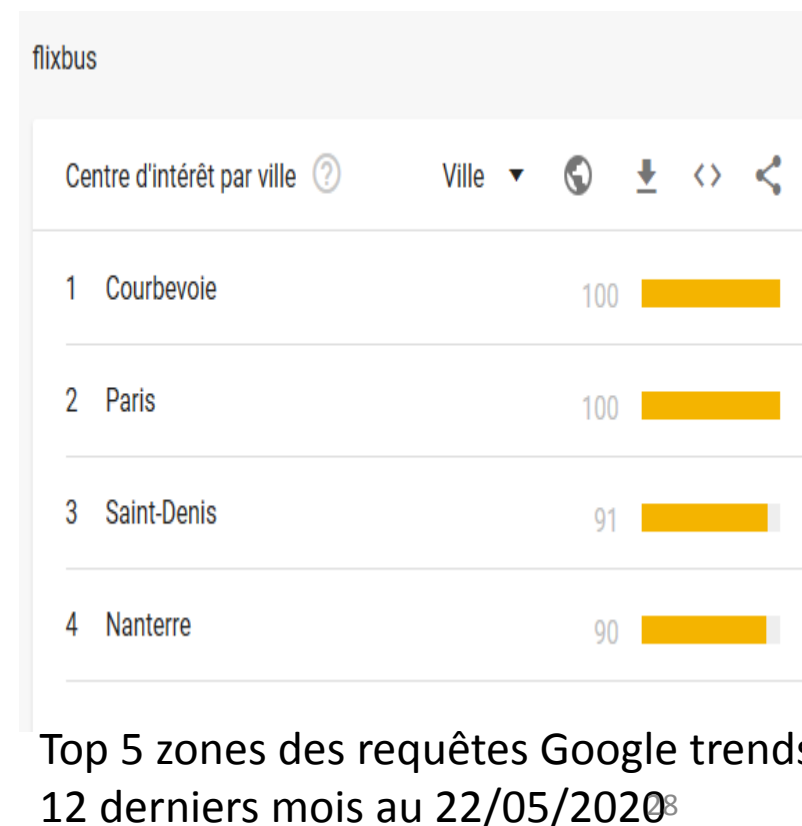
SNCF : zones de bureaux de l'Ouest



Blablacar : plus diversifié



Flixbus : plus diversifié



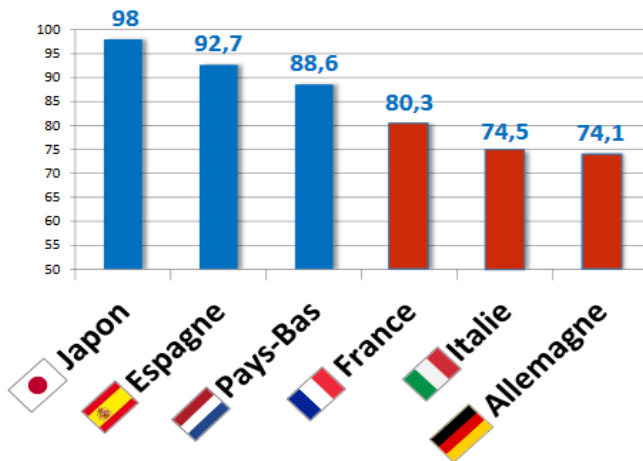
Les trains français sont plus en retard que d'autres

TGV : davantage de retard si emprunt du réseau classique aussi

Les retards des trains régionaux et autres
Pénalisent aussi le transport interurbain ferroviaire

Ponctualité des trains à grande vitesse

En 2014,
à 5 minutes, au terminus, hors annulations

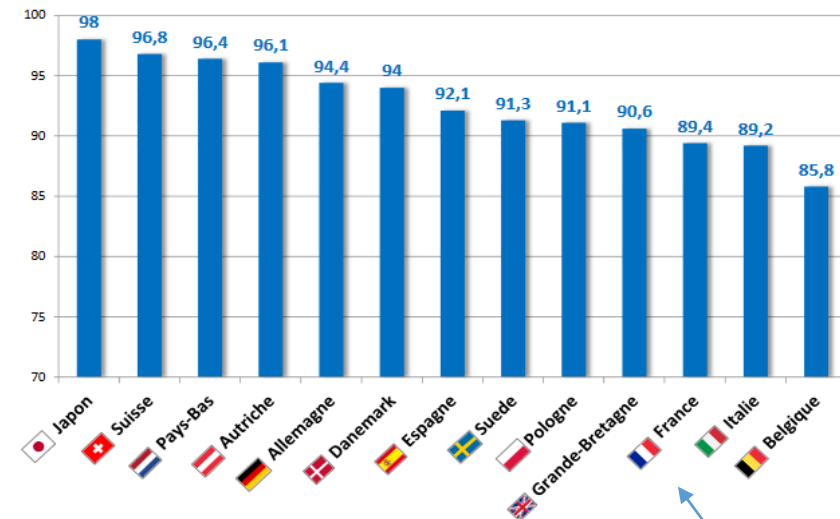


Deux sous-groupes se distinguent :

- Pays dont les TGV circulent quasi-exclusivement sur voie dédiée (LGV) avec peu de risque d'interférence avec d'autres types de circulations
=> Japon, Espagne, Pays-Bas
- Pays faisant circuler ses TGV à la fois sur voie dédiée (LGV) mais aussi sur le réseau classique (avec donc un risque d'interférence avec d'autres types de circulations).
=> France, Italie, Allemagne (Pays en rouge)

Ponctualité globale (toutes activités confondues)

En 2014,
à 5 minutes, au terminus, hors annulations

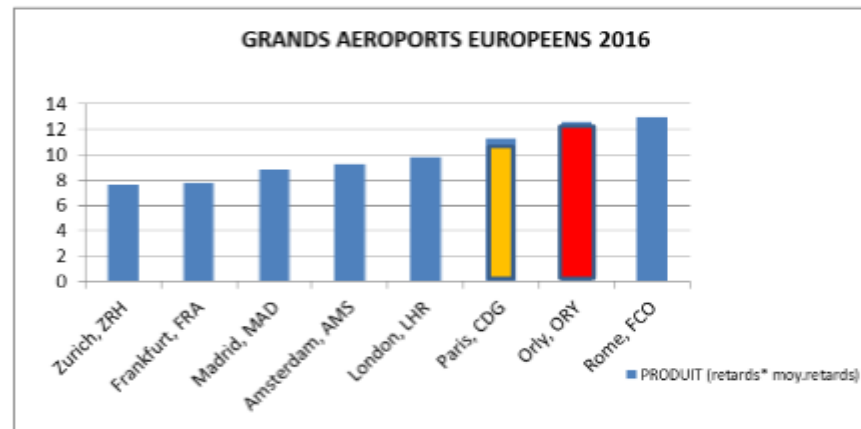


Moyenne pour information

<http://www.qualitetransports.gouv.fr/l-aqst-produit-des-comparaisons-relatives-a-la-a383.html>

Les avions au départ des grands hubs parisiens aussi

Moyenne par Grands aéroports européens (hubs)



AQST

Vols au DEPART

Taux de retard à 15 mn
Multiplié par
Retard moyen (mn) si retard

2016

3 derniers mois de l'année estimés À Orly
Par méthode du pivot

FLIGHTSTATS

AEROPORT	VOLS	RETARD (15+ min)	MOY.RETARD	IND.
Zurich, ZRH	118342	23%	32,5	7,6
Frankfurt, FRA	217877	23%	33,7	7,8
Madrid, MAD	177844	21%	42,4	8,8
Amsterdam, AMS	222559	24%	38,9	9,2
London, LHR	237461	23%	42,3	9,8
Paris, CDG	221023	28%	39,8	11,3
Orly, ORY	119 065	29%	43,1	12,6
Rome, FCO	154362	34%	37,8	12,9

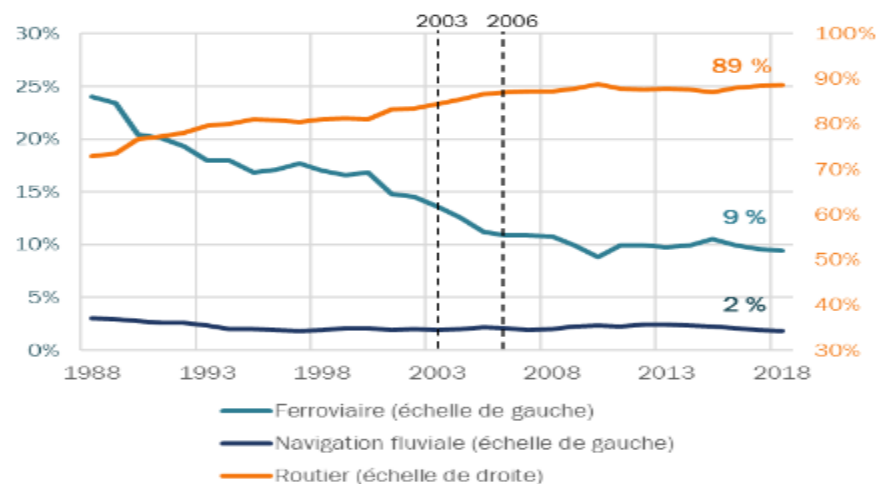
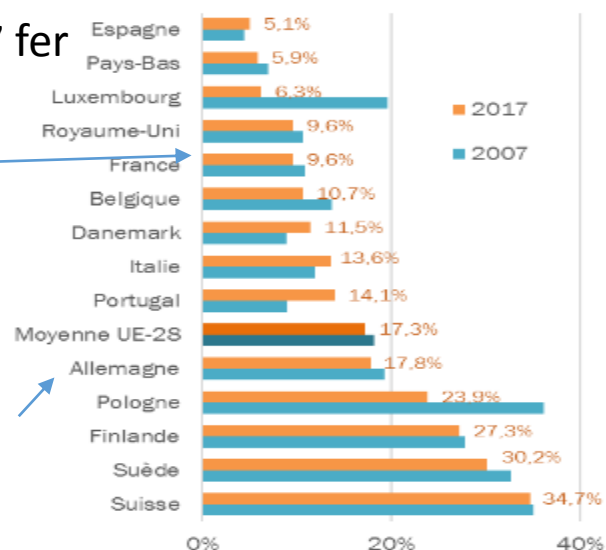
La faiblesse du fret ferroviaire en France

Figure 9 – Part modale en tonnes.km du transport ferroviaire de marchandises : comparaison européenne (à gauche) et autres modes (à droite)

Parts modales 2017 fer

France 9,6%

Allemagne 17,8%



Note : 2003 et 2006 correspondent aux dates de libéralisation du fret ferroviaire en France, respectivement sur les marchés internationaux en 2003 et domestiques en 2006. La circulation effective du premier train privé sur un trafic international n'a eu lieu cependant qu'en juin 2005 (circulation d'un train de la société CFTA Cargo entre la Meuse et l'Allemagne³⁸).

Sources : Eurostat, SDES et Autorité de régulation des transports

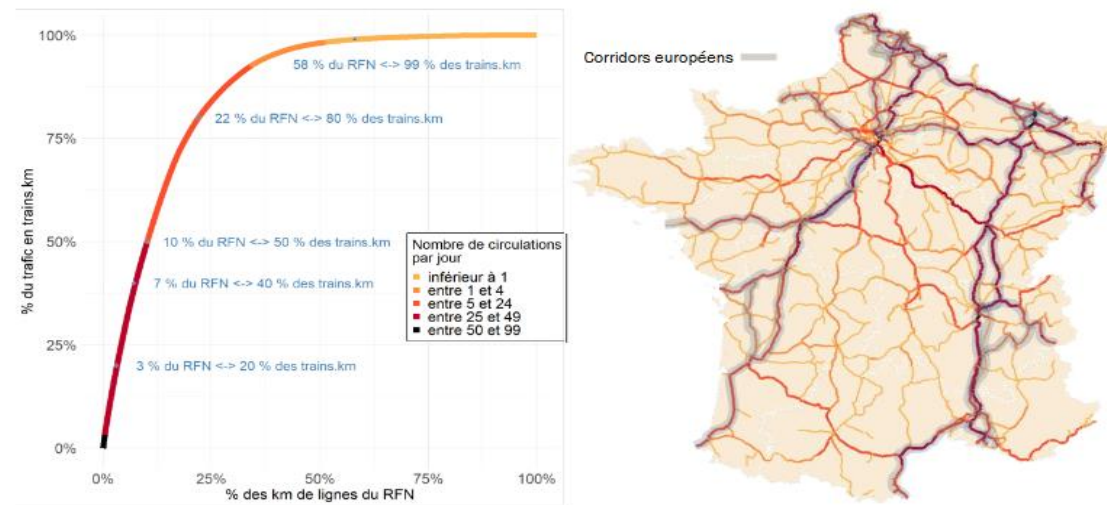
https://www.autorite-transport.fr/wp-content/uploads/2020/01/bilan_marche_ferroviaire_marchandises_2018_vf-1.pdf

La France s'est désindustrialisée, mais cela est loin de tout expliquer

- France environ 30 Mds tonnes-km soit 9,6% de part modale contre 100 Mds tonnes-km en Allemagne soit 17,8%
- La différence de structure économique (Allemagne pays plus industriel, avec des industries plus lourdes) n'explique cependant qu'environ une moitié de l'écart
- Voir Harache, CGDD, MTES,
<http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0078/Temis-0078989/20842.pdf>

Un trafic ferroviaire très concentré dans les nœuds, avec des pointes voyageurs marquées

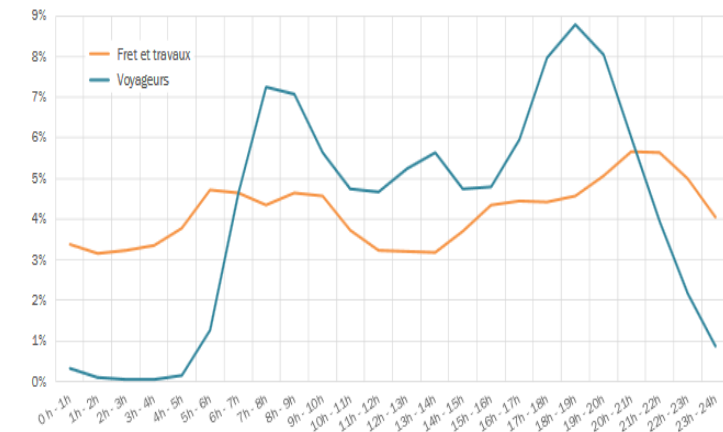
Figure 2 – Cartographie et courbe de distribution de la densité de circulation fret et travaux par ligne du RFN en 2018



Unité : nombre moyen de trains par jour et par section de ligne, tous sens de circulation confondus
Périmètre : circulations non-voyageurs (toutes circulations d'entreprises ferroviaires de fret et travaux, y compris les circulations effectuées par les gestionnaires d'infrastructure ferroviaire) hors circulations techniques.

Sources : Autorité de régulation des transports d'après SNCF Réseau (PACIFIC)

Figure 3 – Distribution des trains.km au cours de la journée par heure de circulation en 2018



Note de lecture : En 2018, 7,2 % des trains.km de transport de voyageurs sont réalisés entre 7h et 8h contre 4,4 % pour les trains.km de fret et travaux (y compris GI)

Sources : Autorité de régulation des transports d'après SNCF Réseau (PACIFIC)

https://www.autorite-transport.fr/wp-content/uploads/2020/01/bilan_marche_ferroviaire_marchandises_2018_vf-1.pdf

Et des différences de capacités (exemple de voies urbaines à situation comparable (parc homogène voyageurs, sillons parallèles) sur réseau ferré national :

Capacité Branche Cergy/Poissy 15 trains/heure/sens ; tunnel central Munich 30 trains/heure/sens

Peu de différences de prix mais des différences de coûts plus significatives

Fret SNCF

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TCAM entre 2005 et 2010
Produits (Md€ courants)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.2	1.1	
Charges ² (Md€ courants)	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	
Produits (Md€2005 IPCH)	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.2	1.0	
Charges (Md€2005 IPCH)	2.1	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.4	
Volume transporté (Gtkm)	45.1	40.7	40.9	40.6	35.9	26	22.8	
Produit moyen (c€/tkm)	3.9	4.2	4.1	4.0	4.1	4.5	4.3	1.7 %
Coût moyen (c€/tkm)	4.6	4.6	4.5	4.6	5.0	6.1	6.0	6.5 %

DB

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TCAM entre 2005 et 2010
Produits (Md€ courants)	3.5	3.5	3.8	3.9	4.7	4.1	4.6	
Charges ³ (Md€ courants)	3.5	3.5	3.6	3.7	4.1	3.9	4.6	
Produits (Md€2005 IPCH)	3.6	3.5	3.7	3.8	4.4	3.8	4.2	
Charges (Md€2005 IPCH)	3.6	3.5	3.5	3.5	3.8	3.7	4.2	
Volume transporté (Gtkm)	84.0	83.1	96.4	98.8	113.6	93.9	106.8	
Produit moyen (c€/tkm)	4.3	4.3	3.9	3.8	3.8	4.0	4.0	-1.4 %
Coût moyen (c€/tkm)	4.3	4.3	3.6	3.6	3.4	3.9	3.9	-1.3 %

Sources : SNCF, DB, rapport Grignon⁴

<http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0078/Temis-0078989/20842.pdf>

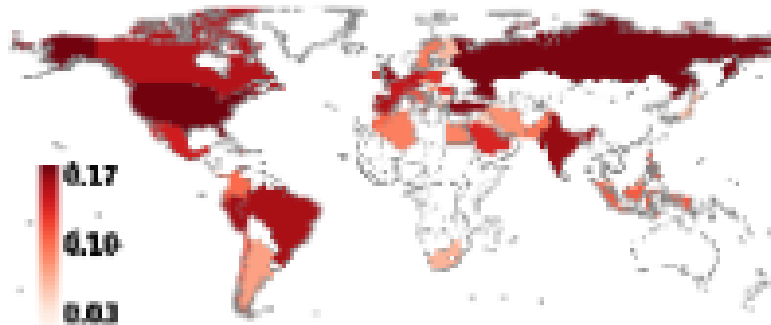
Vraisemblablement des différences de qualité, mais peu objectivables

- Difficiles à objectiver, mais de nombreuses interviews d'acteurs pointent des différences de qualité
- Parfois liées à la capacité des nœuds ou l'insuffisance de redondance
- Parfois liées à la vétusté des infrastructures et du coup des occupations de voies liées aux travaux de rattrapage
- Parfois liées à d'autres facteurs ...

Le transport aérien a été le principal facteur explicatif de la propagation de la Covid-19 entre les pays

Taux de croissance de la Covid-19 en phase 1

A Growth Rate



<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.02.20050773v2.full.pdf>

Connectivité aérienne

B Eigenvector Centrality

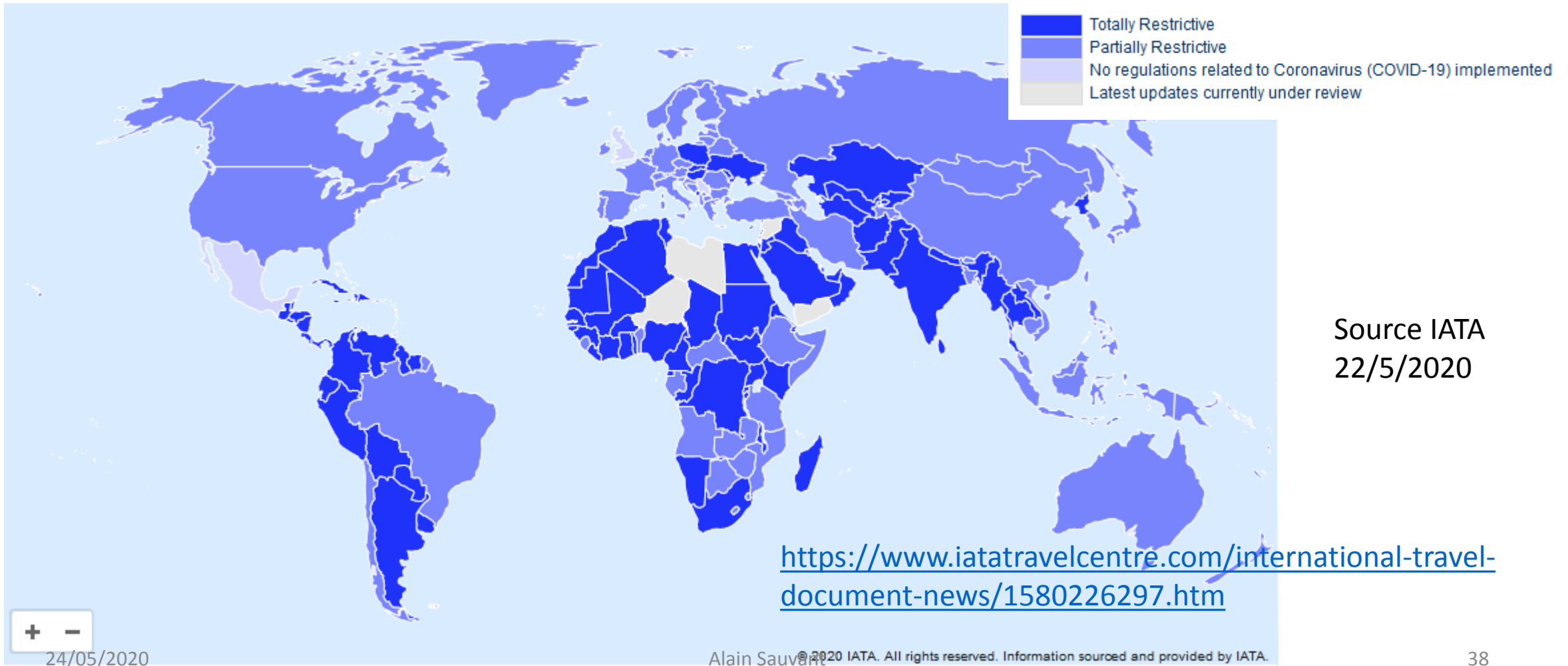


Table 1. Model statistics for all variables used in the study.

	Standardized				
	Estimate	Estimate	Std Error	t value	P-value
<i>Intercept</i>		0.149	0.026	3.547	< 0.001
<i>Eigenvector Centrality</i>	0.758	0.016	0.002	6.124	< 0.001
<i>Gross National Income</i>	0.16	0.000	0.000	1.491	0.141
<i>Population Size</i>	-0.096	-0.004	0.004	-0.953	0.344
<i>Annual population growth</i>	0.306	0.008	0.003	2.139	0.036
<i>Health investment</i>	-0.287	-0.0004	0.000	-2.155	0.035
<i>Mean Temperature</i>	-0.127	-0.0003	0.000	-0.908	0.367
<i>Mean Precipitation</i>	0.253	0.007	0.003	2.091	0.041

La crise sanitaire de la Covid-19

Mesures de restriction à l'entrée totales ou partielles



Des mesures qui visent le transport interurbain de voyageurs

- Conditionnalité du franchissement de frontière à un test négatif et/ou à des mesures de quarantaine (en centre surveillé et/ou à domicile)
- Autorisation pour motif impérieux au-delà de 100 km
- ...
- Semble plus durable que les mesures de limitations urbaines, hors TC des zones très denses comme IDF

Une timide remontée après le confinement, et très fragile

● SNCF
Terme de recherche

● blablacar
Terme de recherche

● flixbus
Terme de recherche

● blablabus
Terme de recherche

● air france
Terme de recherche

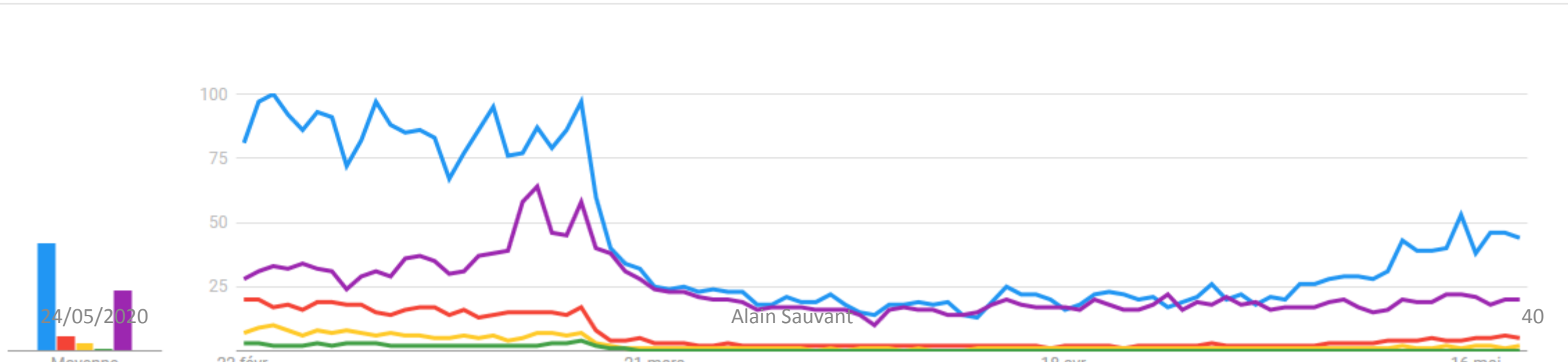
France ▼

90 derniers jours ▼

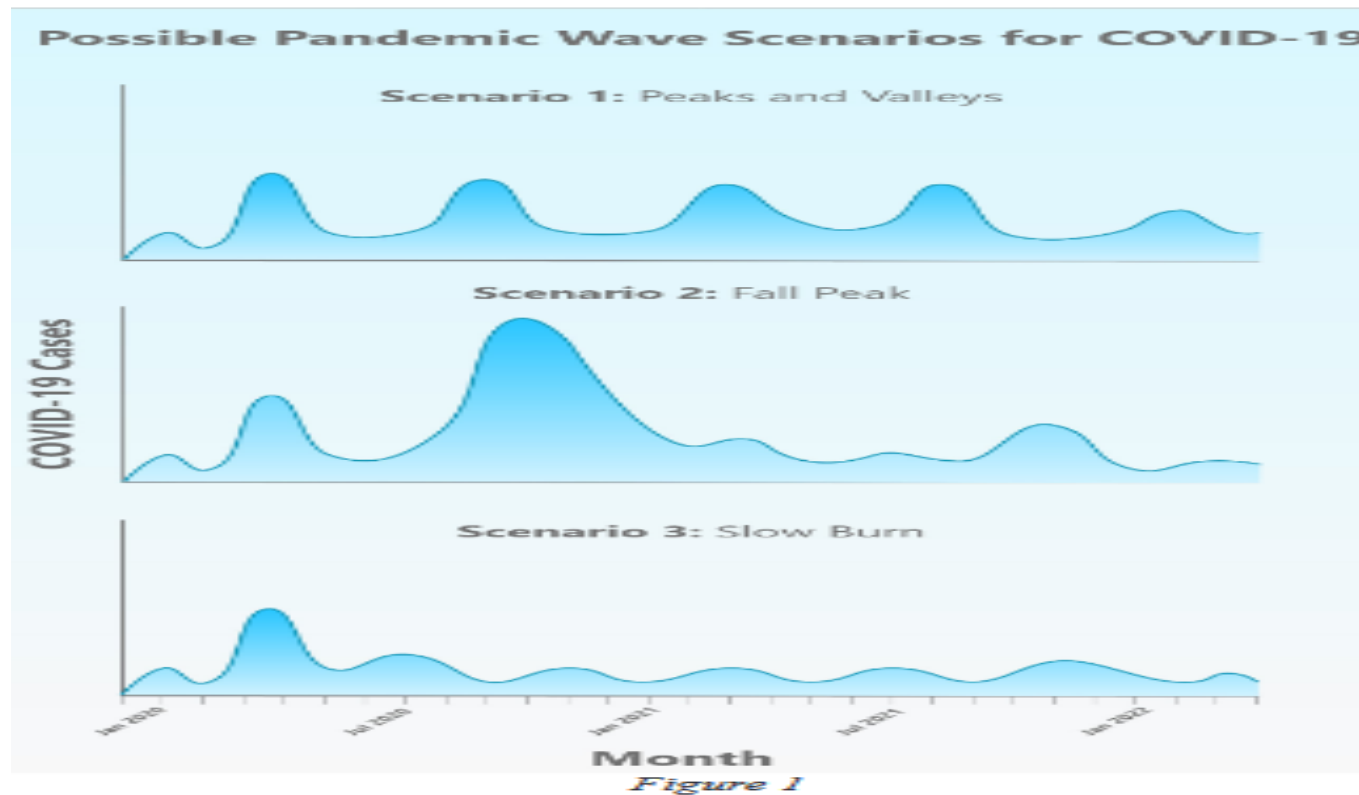
Toutes catégories ▼

Recherche sur le Web ▼

Évolution de l'intérêt pour cette recherche ?



Des parcours épidémiologiques très incertains



Mars 2020

Mi 2022

- Re-confinement en Chine de 108 M hab dans le Nord-est à mi mai 2020
- Reprise des diagnostics de suspicion de la Covid-19 par le réseau SOS médecins lors de la semaine finissant le 17 mai 2020

Y aura-t-il des rémanences à long terme de la Covid-19 sur le transport interurbain ?

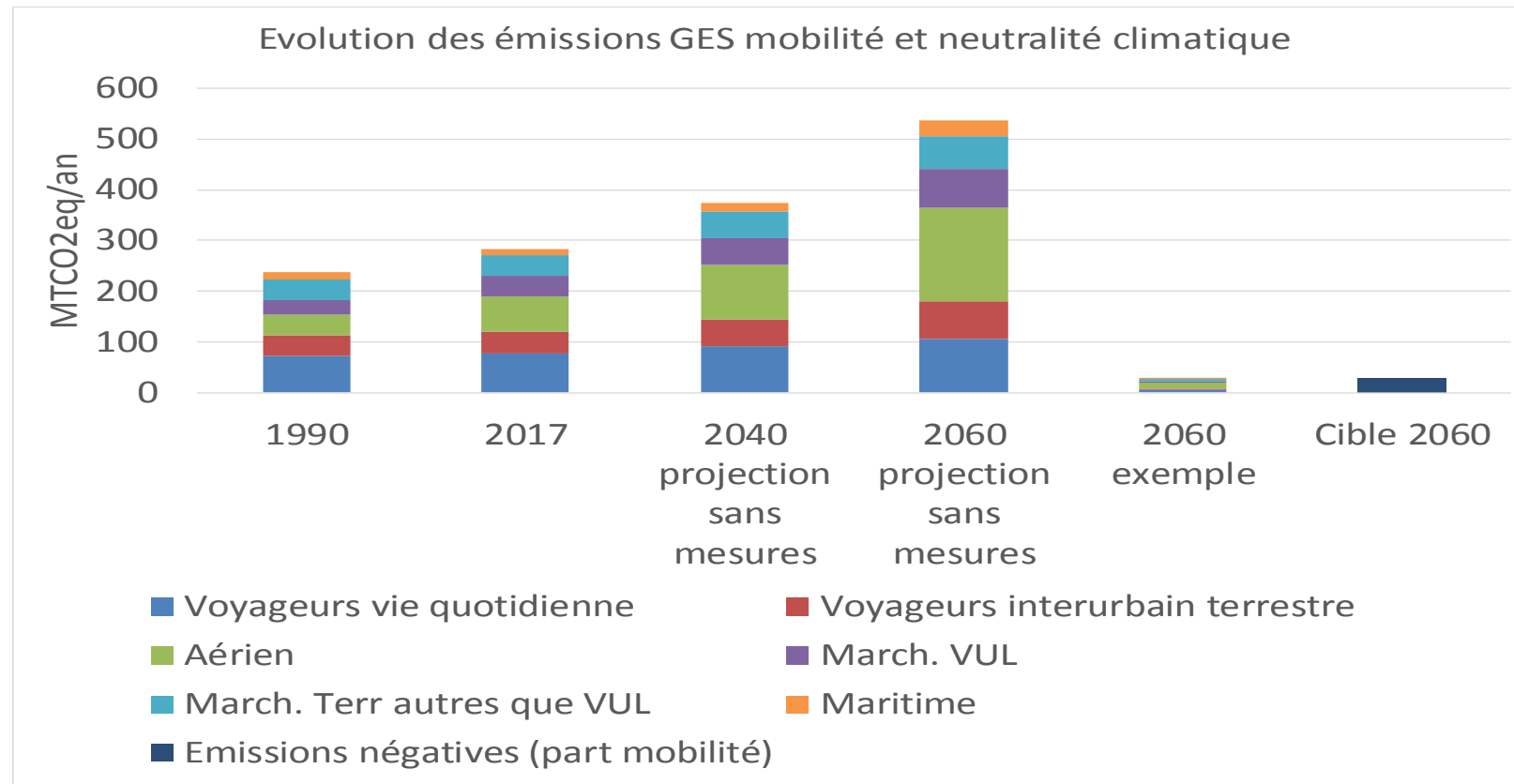
- Voyageurs motif affaires : substitution possible par des moyens de télécommunications qui ont fait l'objet d'un apprentissage collectif de masse (visio, audio,...) souvent moins cher (mais partiellement seulement (à côtés des conférences, conviction à emporter, sacrifice de temps, ...))
- Voyageurs motif loisirs : nettement moins substituables a priori, effet probable d'un appauvrissement lié à la crise économique
- Marchandises :
 - des mesures de précaution sûrement (stocks tampons, diversification des sources d'achat,...)
 - sujet de la relocalisation des produits « stratégiques », (sanitaire, peut-être alimentaire,...) mais quid au-delà ?
 - Pas évident de payer nettement plus cher pour une fabrication plus locale dans une zone à coût du travail élevé
 - Investissements publics : tension probable sur les finances publiques

Les enjeux environnementaux, problèmes et solutions de long terme

Le problème d'après ...

- L'atmosphère terrestre ne semble pas de nature à accepter du CO₂ et autres gaz à effet de serre sans problèmes :
 - - remontée des températures
 - - augmentation forte des événements extrêmes
 - - remontée du niveau des mers
 - - remontée des biotopes vers les pôles, et risques pour la bio-diversité (y compris avec de possibles conséquences sanitaires humaines...)
- -> Ne pas émettre davantage de GES que les absorptions est la seule solution pour éviter non pas le problème mais son aggravation....

L'ampleur de l'exigence de la neutralité climatique, surtout vis-à-vis de l'interurbain



66% des émissions de GES de la mobilité viennent de l'interurbain en 2060 (tendanciel), dont surtout l'aérien (35%) du fait surtout de la forte élasticité du trafic interurbain au PIB et de la plus forte croissance dans le monde que l'Europe pour les modes intercontinentaux

Tendanciel incluant un palier d'au moins 5 ans du fait de la crise du Covid-19, puis scénario moyen COR

Les problèmes (1)

- Le transport représente environ un tiers des émissions de GES
- En son sein, la partie interurbaine en fait au moins 40%, mais...
- Sujet du facteur radiatif du transport aérien lié aux autres GES que le CO₂ : faut-il multiplier par 3 environ les émissions de CO₂ pour tenir compte du reste (traînées de condensation ? (cf Bock et al))
- <https://www.atmos-chem-phys.net/19/8163/2019/>
- Le transport interurbain, et notamment aérien, présentent des taux de croissance nettement plus élevés que celui de la vie quotidienne (4% par an environ pour l'aérien international,...)
- Les substitutions d'énergie sont particulièrement difficiles dans le transport aérien, car il faut y soulever l'énergie (donc fort J/kg) et de la densité volumique élevée (fort J/m³) pour éviter la résistance à l'avancement
- Le transport maritime au long cours est difficilement électrifiable (pb de la recharge)
- Le transport terrestre interurbain est plus difficile à électrifier que celui de la vie quotidienne (du fait des besoins en recharge « rapide », d'est à dire 30 mn...)

Les problèmes (2)

- On aurait pu penser aux agro-carburants mais...
- Il faudrait environ 40% des terres arables pour les avions moyen et long courrier (en France ou dans le monde) et 20% pour la moitié des usages interurbains terrestres et maritimes
- Difficile de prendre en compte le changement d'affectation des sols pose de nombreux problèmes écologiques (eau, érosion des sols,...)
- Du coup, le risque de tension est fort avec l'alimentation humaine et animale (surtout dans les pays pauvres)
- Fortes incertitudes sur les 2^{ème} et 3^{ème} génération (économique, écologique)

Les problèmes (3)

- On aurait pu penser au report modal, mais...
- On a à peine réussi à maintenir la part modale du train interurbain vers 15-20% malgré des investissements majeurs (40 milliards)
- Les corridors à potentiel (trafic significatif) ont presque tous été équipés
- La situation est pire encore pour les marchandises où la part modale des modes non routiers continue de régresser

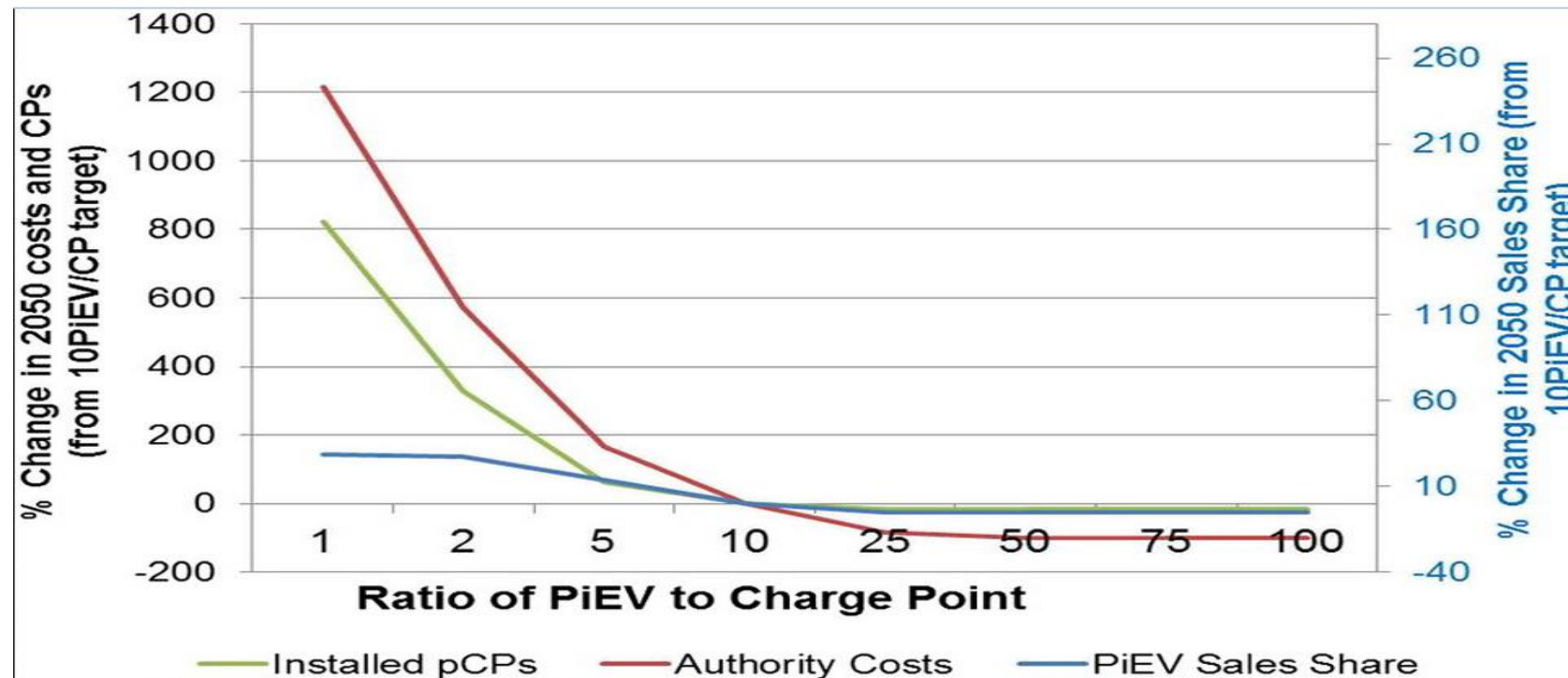
Quelques pistes néanmoins

- Technologiques
- - pour le terrestre, une électrification semble envisageable (voyageurs et marchandises), avec un peu d'agro-carburants, sous réserve d'une électricité largement décarbonée, d'une fabrication décarbonée de la batterie et du véhicule, d'un recyclage, d'une conception modulaire des véhicules, d'un nombre suffisant de bornes de recharge, de la disponibilité des matériaux, et d'accepter des vitesses moyennes un peu plus lentes
- - pour le maritime, l'usage du vent pourrait être renforcé, et peut-être un stockage d'énergie décarboné à préciser (mais pas de problème de J/kg ou J/m³)
- Pour l'aviation, les effets GES vapeur d'eau pourraient être fortement réduits par des petites variations de trajectoires, mais s'il n'y avait pas assez d'agro-carburants, les perspectives sont plus difficiles (piste des synfuels sur la base du CO₂ émis dans les centrales pendant une transition, mais quid au-delà, il resterait la capture directe dans l'air (DAC), mais probablement cher 300 à 600 \$/tCO₂ ... (+ des problèmes de déchets chimiques (chlorine) dans certaines versions

Zoom sur les véhicules électriques et électrifiés

- Véhicule électrique (BEV)
- Véhicule électrique hybride rechargeable (PHEV)
- Véhicule hybride (HEV)
- Sous réserve d'une électricité largement décarbonée, ils peuvent contribuer à la neutralité carbone, surtout dans un contexte où l'inflexion du partage modal est très difficile
- Au-delà des aides au démarrage, il faut que l'écosystème soit là (bornes sur voirie, à domicile, en entreprise,...)
- En interurbain aussi, il est important d'avoir un nombre de bornes de recharge adéquat
- Rôle possible mais à risque du PHEV dans la transition

Le ratio veh elec / bornes voirie doit être vers 5 à 10 pour un bonne acceptation du VE



Parc long terme
70 M hab
*0,7 veh/hab
=50 M veh

Si Veh/Bornes=5
10 M bornes
Si Veh/bornes=10
5 M bornes

Modèle PTTMAM (Powertrain Technology Transition Market Agent Model) du JRC européen

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516302104>

Vraisemblablement les mesures technologiques seront loin du suffire pour atteindre la neutralité carbone

- A ce stade malgré les mesures technologiques, il faudrait massifier ou modérer les trafics par une division par 2
- Pistes de massification en interurbain
 - - Véhicules partagés, potentiellement autonomes
 - - Infrastructures fer, mais les corridors ont été équipés en France
 - - Structure des prix plus incitative selon le carbone émis
- Pistes de sobriété de la demande en interurbain
 - - Partir moins souvent mais plus longtemps (surtout quand c'est loin)
 - - Partir moins loin
 - - Substitution télécom dans le secteur professionnel
 - - Mesures spécifiques renforcées visant certains très grands voyageurs (route, avion),...

Un scénario possible compatible avec la neutralité carbone

INPUTS 2060	Par rapport à projection 2060 économétrique		
EXEMPLE			
	Coeff du CO2eq 2060	Coeff du CO2eq 2060	Coeff du CO2eq 2060
	Coeff Motor	Coeff Sobr V	Coeff Sobr Amén
Voyageurs			
Terrestre vie quotidienne	0,10	0,80	0,71
Terrestre interurbain	0,08	0,50	0,95
Aérien	0,20	0,30	1,00
Total			
Global eq voyageurs	0,15	0,49	0,90
=1/	6,8	2,1	1,1
	Coeff du CO2eq 2060	Coeff du CO2eq 2060	Coeff du CO2eq 2060
	Coeff Motor	Coeff Sobr M	Coeff Sobr Amén
Marchandises			
March. VUL	0,10	0,70	0,71
March. Terr. Autres que VUL	0,08	0,60	0,95
Maritime	0,15	0,60	1,00
Total			
Global eq marchandises	0,10	0,64	0,85
=1/	9,9	1,6	1,2

24/05/2020

Alain Sauvart

Préserver l'indispensable : la mobilité au quotidien, report modal, massification et aménagement plus compact

- $\times 0,1 = /10$ par effet motorisation (VP électrique à électricité largement décarbonée, extraction minière et fabrication décarbonée de la batterie et du véhicule, recyclage, modularité,...)
- $\times 0,8 = /1,2$ par effet d'un peu modération (voyager moins loin) et massification yc un peu de report modal (TCU, vélo, VAE, EDP,...)
- $\times 0,71$ par effet aménagement (villes plus compactes)
- $= \times 0,08 \times 0,8 \times 0,71 = 0,045 = 1/22$ sur les GES
- Effet similaire pour les VUL

Modérer les déplacements interurbains voyageurs terrestres

- $\times 0,08 = /12$ par effet motorisation (VP électrique à électricité largement décarbonée, extraction minière et fabrication décarbonée de la batterie et du véhicule, recyclage, modularité,...), quelques carburants décarbonés (agrocarburants, carburants de synthèse, H2 ?)
- $\times 0,5 = /2$ par effet modération (voyager moins loin) et massification yc un peu de report modal (mais difficile en France car corridors déjà équipés)
- $\times 0,95$ par effet aménagement (peu d'effet sur interurbain)
- $= \times 0,08 \times 0,5 \times 0,95 = 0,04 = 1/26$ sur les GES

Modérer assez fortement les déplacements en avion

- $*0,2=1/5$ dont $/2$ par effet déviation de trajectoire pour moindre effet H2O et $/2,5$ par effet motorisations (électrification en court courrier peut-être et pour le reste essentiellement carburants de synthèse par exemple issus de la capture du carbone dans l'air DAC, probablement peu de biocarburants possibles)
- $*0,3=1/3$ par effet modération (voyager moins, moins loin et rester plus longtemps à destinations) et un peu de massification (vols avec correspondances)
- $*1$ par effet aménagement (pas d'effet)
- $= *0,2 * 0,3 * 1 = 0,06 = 1/17$ sur les GES

Consommer un peu moins loin (terrestre interurbain marchandises)

- $*0,08=1/12$ par effet motorisation (PL électrique à électricité largement décarbonée, extraction minière et fabrication décarbonée de la batterie et du véhicule, recyclage, modularité,...) quelques carburants décarbonés (agrocarburants, carburants de synthèse, H2 ?)
- $*0,6=1/1,7$ par effet modération (consommer moins loin) et massification yc un peu de report modal (mais difficile)
- $*0,95$ par effet aménagement (peu d'effet sur interurbain)
- $= *0,08*0,6*0,95=0,05=1/22$ sur les GES

Consommer un peu moins loin (maritime marchandises)

- $*0,15=1/7$ par effet motorisation (usage du vent quand cela est possible, carburants de synthèse issus de la capture du carbone DAC, électrification à courte distance,...)
- $*0,6=1/1,7$ par effet modération (consommer moins loin) et un peu de massification
- $*1$ par effet aménagement (pas d'effet)
- $= *0,15*0,6*1= 0,09=1/11$ sur les GES

D'autres enjeux sociétaux de long terme

- Vieillessement de la population
- L'espérance de vie en bonne santé stagne, donc le nombre de personnes éprouvant des difficultés à se déplacer va beaucoup augmenter
- Solidarité vis-à-vis des personnes en situation de handicap
- Diversité des situations de handicap (pas seulement les UFR...)
- Nécessité d'une mobilité inclusive dans l'interurbain

En guise de conclusion

- Le transport interurbain pèse environ 40% des déplacements-km
- Il est en croissance dynamique
- Les reports modaux possibles sont déjà faits en France pour l'essentiel
- Il est actuellement davantage à l'arrêt du fait de la Covid-19 que le transport local, plus indispensable à la vie quotidienne
- Les innovations technologiques aideront fortement à atteindre la neutralité carbone, elles seront plus faciles en terrestre qu'en maritime et surtout en aérien
- Mais elles ne suffiront peut-être pas, et une certaine modération des déplacements risque d'être nécessaire (se déplacer et consommer moins loin et peut-être un peu moins souvent)