

# Quels avenir possibles des mobilités à 2040 et 2060 ?

Prospective des mobilités 2040-2060  
IGEDD et France stratégie

Présentation Cercle des transports 13 décembre 2022

Dominique Auverlot IGEDD  
Alain Sauvart IGEDD



**IGEDD**  
INSPECTION GÉNÉRALE  
DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

# Prospective des mobilités 2040-2060 : IGEDD et France stratégie

<https://www.strategie.gouv.fr/publications/prospective-2040-2060-transports-mobilites-20-ans-reussir-collectivement-deplacements>

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/20-ans-pour-reussir-collectivement-les-a3258.html>



# Objectifs principaux visés

- Donner des visions contrastées d'avenirs possibles des mobilités sur le long terme
- Pour éclairer le débat public
- Pour mieux anticiper à long terme (20 – 40 ans et +)
- Pour s'adapter à une situation incertaine
- Pour éclairer la décision publique

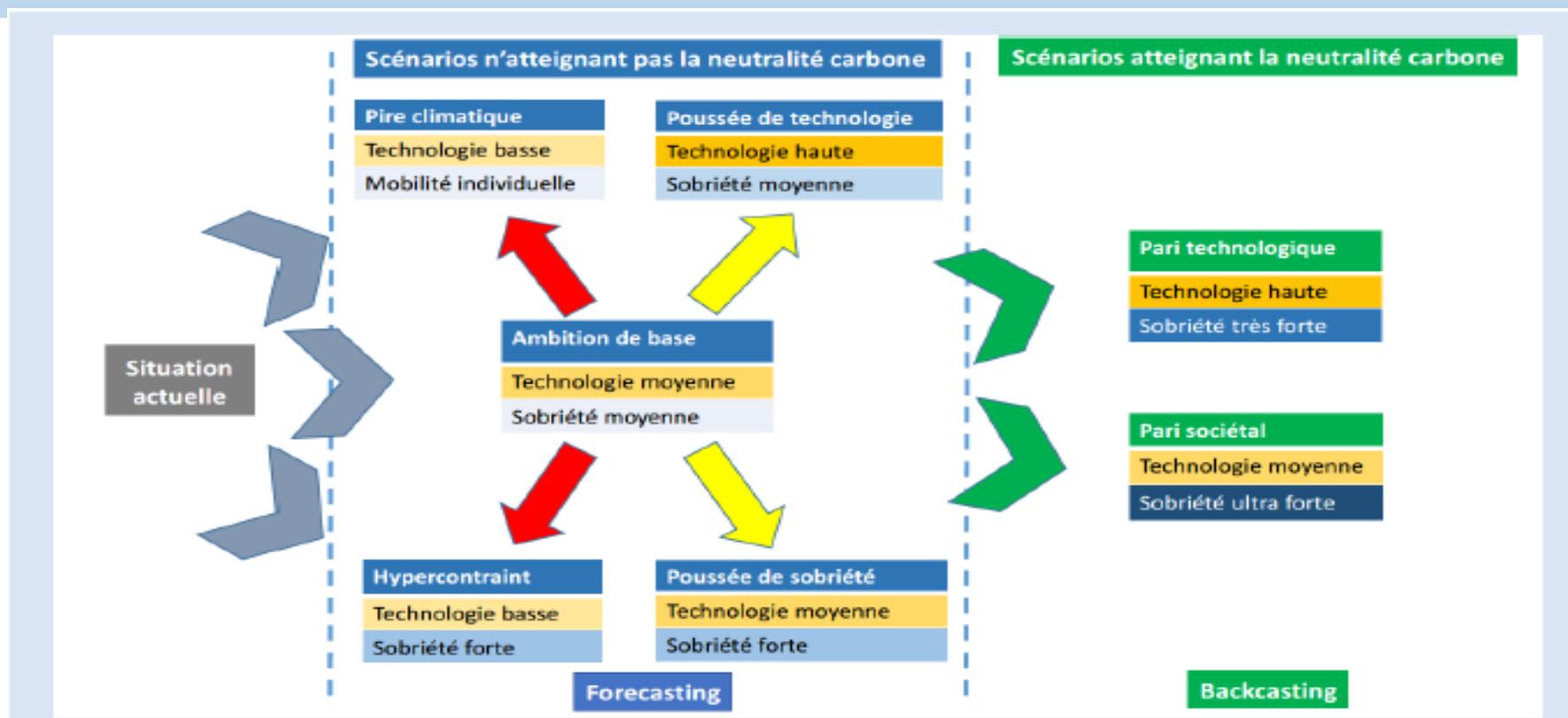
# Contexte et mode de production de la démarche

- Démarche figurant au programme de travail de l'IGEDD (validation ministre chargé de l'écologie) ainsi qu'au dispositif similaire de France Stratégie
- Début des travaux en 2019, publication février 2022
- 1 rapport de synthèse, 1 rapport transverse, 1 rapport pour chacun des 5 groupes (voyageurs, marchandises (dont sous groupes maritime et livraison urbaine), aménagement, motorisation, incertitudes)
- Une centaine de personnes y ont contribué (ministères, agences publiques, chercheurs et assimilés) avec environ une réunion mensuelle par groupe
- Présentation IGEDD/France Stratégie en février 2022 à la publication suivie par des présentations à pour divers acteurs à leur demande

# Transports : 3 grandes (r)évolutions pour des enjeux renouvelés

- 3 grandes (r)évolutions
  - Motorisations décarbonées (électricité décarbonée, biocarburants, carburants de synthèse décarbonés,...)
  - Progrès des télécommunications
  - A plus long terme, la marche vers le véhicule autonome
- Face à des enjeux de satisfaction des besoins de mobilité des personnes et des biens (peu onéreux, rapide, en qualité, et adaptés à des besoins de plus en plus diversifiés)
- Mais aussi des enjeux et contraintes collectives :
  - de neutralité des émissions de Gaz à effet de serre
  - de rareté (ressources (énergétiques, minérales, de surface agricole disponible) , d'espace urbain, de temps disponible)
  - de santé publique (pollution de l'air et des milieux, activité physique)

# Les scénarios : vue d'ensemble

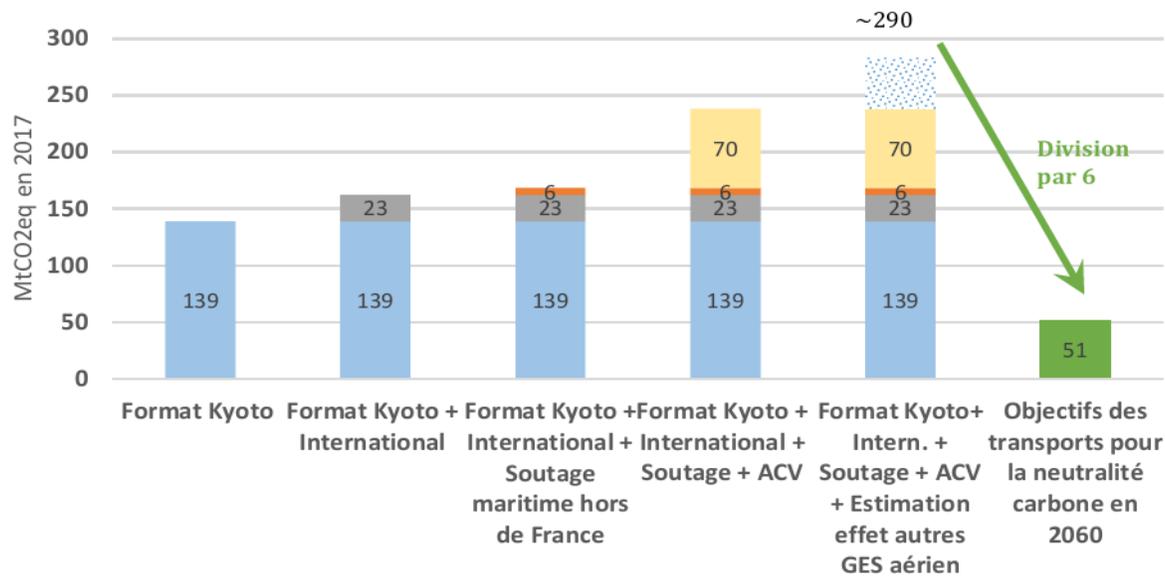


PIB/hab : France : COR 2021 soit 1,4%/an; autres pays : OCDE

Population : France : Insee 2021 68,7 Mhab 2060; autres pays : ONU

# Une approche originale de prise en compte « complète » des GES en ligne avec le HCC

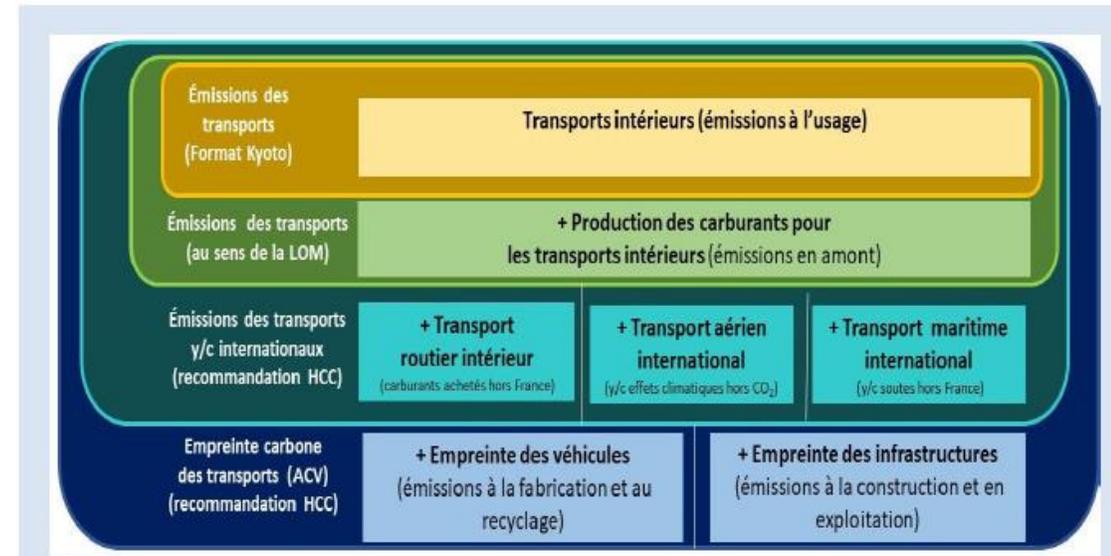
Émissions des transports en France en 2017 selon le périmètre retenu, comparées avec la neutralité carbone en 2060



- Émissions des transports absorbables par les puits de carbone
- Estimation effet autres GES aérien (1ère estimation forçage radiatif autres GES aérien)
- Empreinte véhicules et infras, et amont énergie
- Soutage maritime hors France
- Maritime, fluvial et aérien international
- Émissions périmètre Kyoto

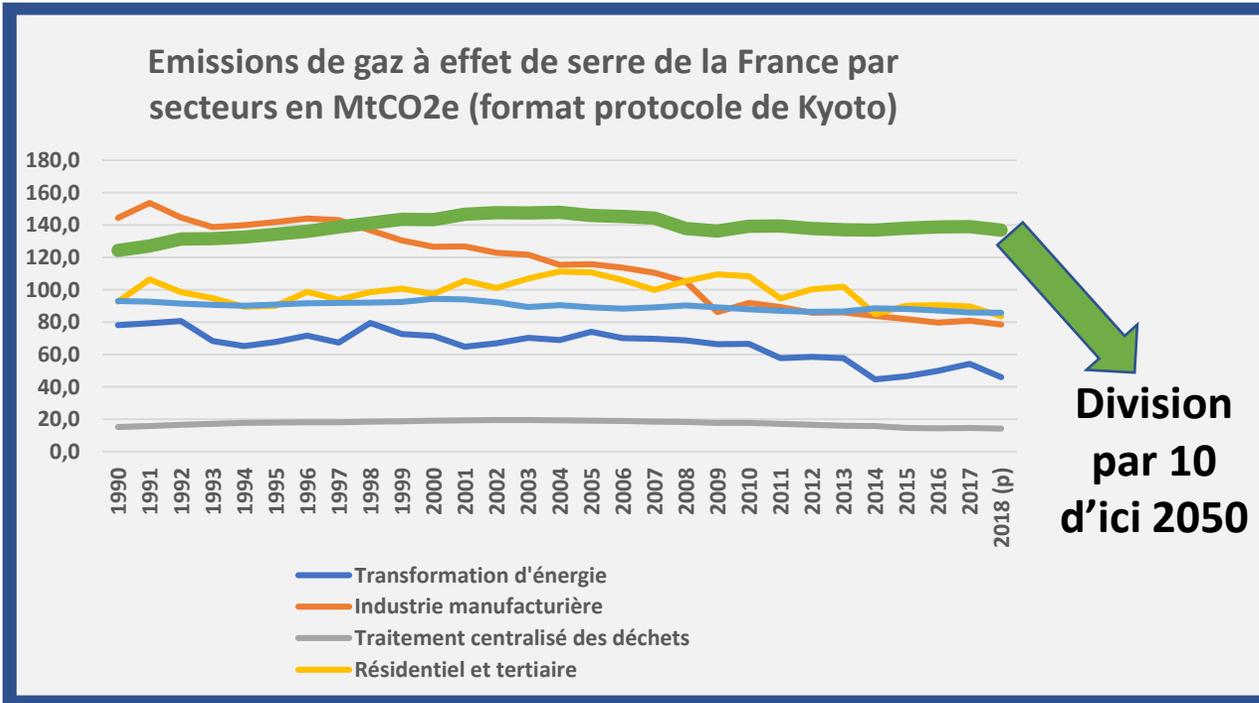
En ligne avec les recommandations du HCC

La moitié des tCO2 des mobilités au sens large n'est pas dans le format Kyoto secteur transports

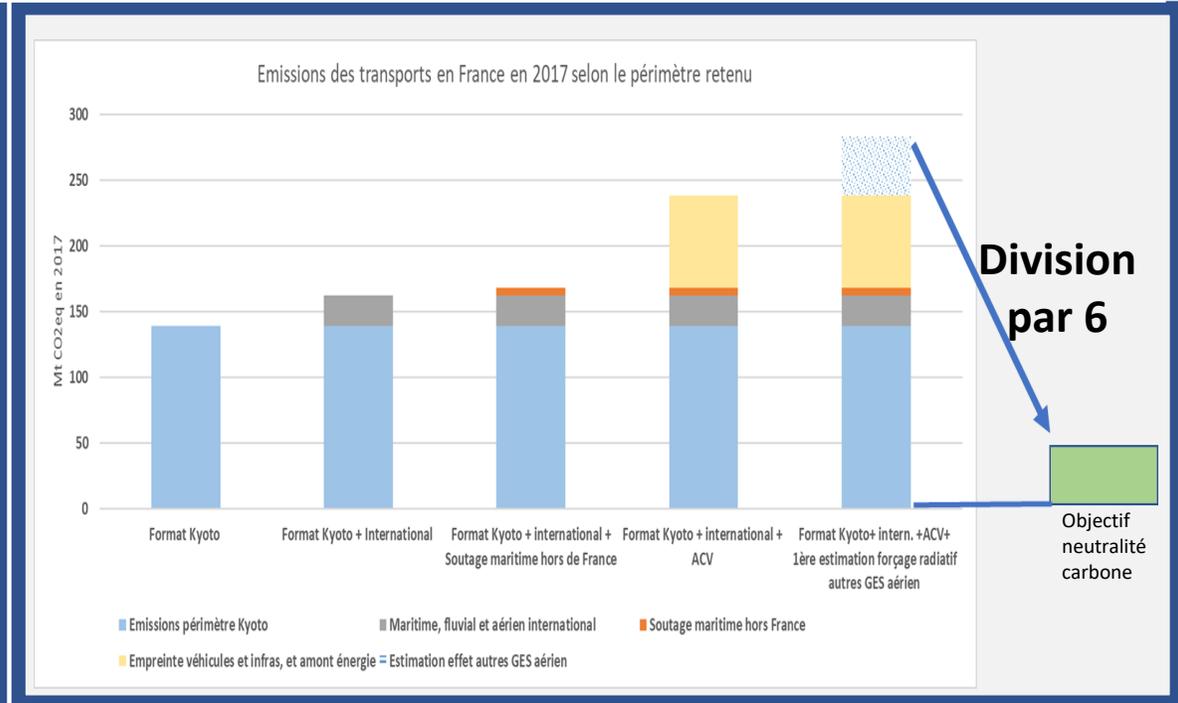


# Zoom sur les technologies: la neutralité carbone dans les transports un objectif extrêmement ambitieux

## Division par 10 en émissions directes



## Division par 6 en ACV



- ⇒ Le secteur des transports a augmenté ses émissions directes de plus de 10 % depuis 1990, il doit les **diviser par 10 d'ici 2050 en émissions directes, et par 6 dans un raisonnement en ACV**
- ⇒ La recherche de l'efficacité énergétique ne suffit plus : il est nécessaire de sortir des hydrocarbures et de recourir à des carburants « neutres en carbone »

# Une contribution importante possible de la technologie

Réduction par rapport à un véhicule thermique 2019	VP segment C	VUL	Bus	PL 40 t
Facteurs de réduction possibles à 2040 (véhicule neuf)	4	4,6	7	8
Facteurs de réduction possibles à 2060 (véhicule neuf)	8	8	10	10

Plusieurs solutions	Elec, H2, GNL avec CCS, Bio carburants, e-carburants, ammoniac, méthanol,	
Véhicule électrique s'impose	Gains très importants sur le PL (Ordre de grandeur : amont pétrole = fabrication batterie )	
2020 – 2045	Les émissions en circulation dominant	 Mise en place nécessaire de la comptabilisation de l'empreinte carbone
2045-2060	Les émissions à la fabrication dominant	
Aérien	<b>Pas de solution miracle</b> : développer les biocarburants et accroître le recherche	
Maritime	<b>Expérimentations nécessaires</b> des différentes motorisations possibles	

# Une palette de leviers économiques sera nécessaire

**Deux outils principaux : constructeurs**

- . Normes d'émissions européennes
- . Interdiction ventes VL et PL neufs

**Des outils complémentaires : usagers**

- . ZFE
- . Bonus/malus, suramortissement (professionnels), prime à la conversion

**Quid taxe carbone ?**

- . Forme : Contribution climat énergie sur les carburants ou marché proposé par la Commission
- . Rôle : Limiter les émissions (directes et empreinte) + accélérer la transition
- . Acceptation : Nécessite marché occasion et mesures redistributives

**Accompagnement industriel et mesures redistributives nécessaires**

- . Reconversion hommes et des territoires
- . Accompagner les entreprises dans l'évolution vers la production de technologies décarbonées

Coordination d'ensemble nécessaire



Mesures à étudier et à débattre

# Un développement technologique remis en cause par la crise

- Choc énergétique durable (gaz se propageant à l'élec) :
  - perte compétitivité industrie européenne
  - remise en cause profonde du modèle énergétique allemand
- Transition énergétique handicapée par la remise en cause des investissements européens : Giga-usine de batteries (USA plutôt qu'UE)
- Hésitation forte des opérateurs de transport à s'engager dans les VUL et PL hydrogène/électriques
- Difficultés pour les ménages à s'engager dans la transition en période de prix très élevés
- Seule bonne nouvelle : la sobriété s'impose à tout le monde (y compris gouvernement) mais c'est une sobriété électrique hivernale qui risque de conduire à un effet rebond
- Disparition des signaux prix

# Zoom sur les politiques de sobriété en 2060

2060	Unité	Rappel 2017	Pire climatique	Ambition de base	Neutralité Pari technologique	Neutralité Pari sociétal
Taxe carbone Et quotas éventuels	E2017/tCO2eq	44 (VP) et 0 (air)	44 (VP) et 0 (air)	250	500	500 ET quotas (ou environ 5000 SANS quotas)
Télétravail et télé-x	j/sem et % des actifs % effet rebond	Faible	Faible	2 j/sem 30% actifs 50% reb.	2j/sem 30% actifs 50% reb.	3j/sem 50% actifs 25% reb.
TCU lourds	% des voy-km grandes agglos	19%	8%	26%	27%	33%
Covoiturage	Voy/veh grandes agglos	1,4	0,7	2,3	2,4	3,3
Modes doux	% des voy-km	4%	4%	9%	12%	14%
Aménagement	Effet sur les voy-km p.r. fil eau	-	-	-2%	-2%	-3%

# Schéma d'organisation des mobilités davantage optimisé

- Voitures autonomes partagées, articulé avec des minibus et des TCU lourds (fer, métro, tram, BHNS) renforcés (en capacité et en nombre)
- -30% de CO2 et -40% de congestion (FIT (OCDE) Grand Dublin) puis extrapolations au niveau national par échantillonnage de densités

Figure 2. Relation between agents in the simulation model

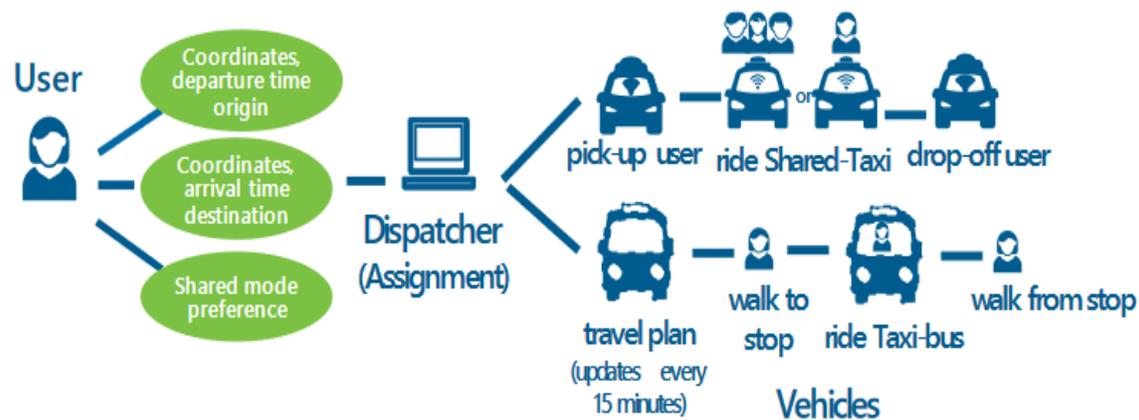


Table 11. Changes in vehicle-kilometres, CO<sub>2</sub> emissions, congestion, and fleet requirements compared to the Baseline (%)

Scenario	Vkm	CO <sub>2</sub>	Congestion	Motorised vehicle fleet (equivalent private car vehicles) (%)
1	-37.5	-31.3	-36.6	-98.4
2	-41.6	-31.3	-43.2	-98.5
3	-31.2	-27.0	-19.6	-45.9
4	-23.3	-21.5	-7.3	-17.7
5	-37.2	-30.1	-38.0	-98.5
6	-24.7	-22.5	-8.9	-17.8
7	-9.4	-9.1	-14.3	-37.2
8	-20.0	-17.3	-17.6	-45.0
9	-22.4	-18.9	-20.7	-57.0
10	-1.2	-4.0	-1.9	-7.4

# Schéma d'organisation de la chaîne de mobilité

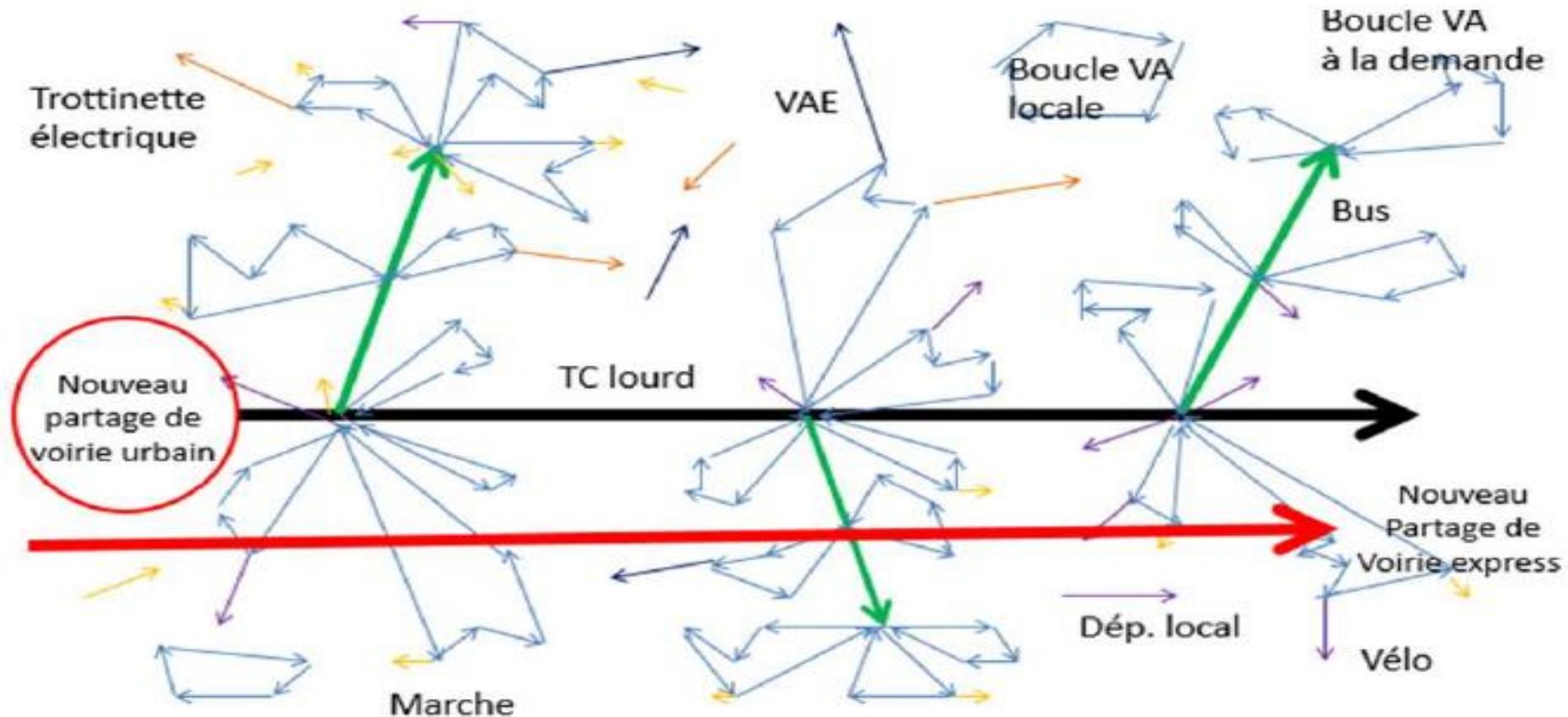
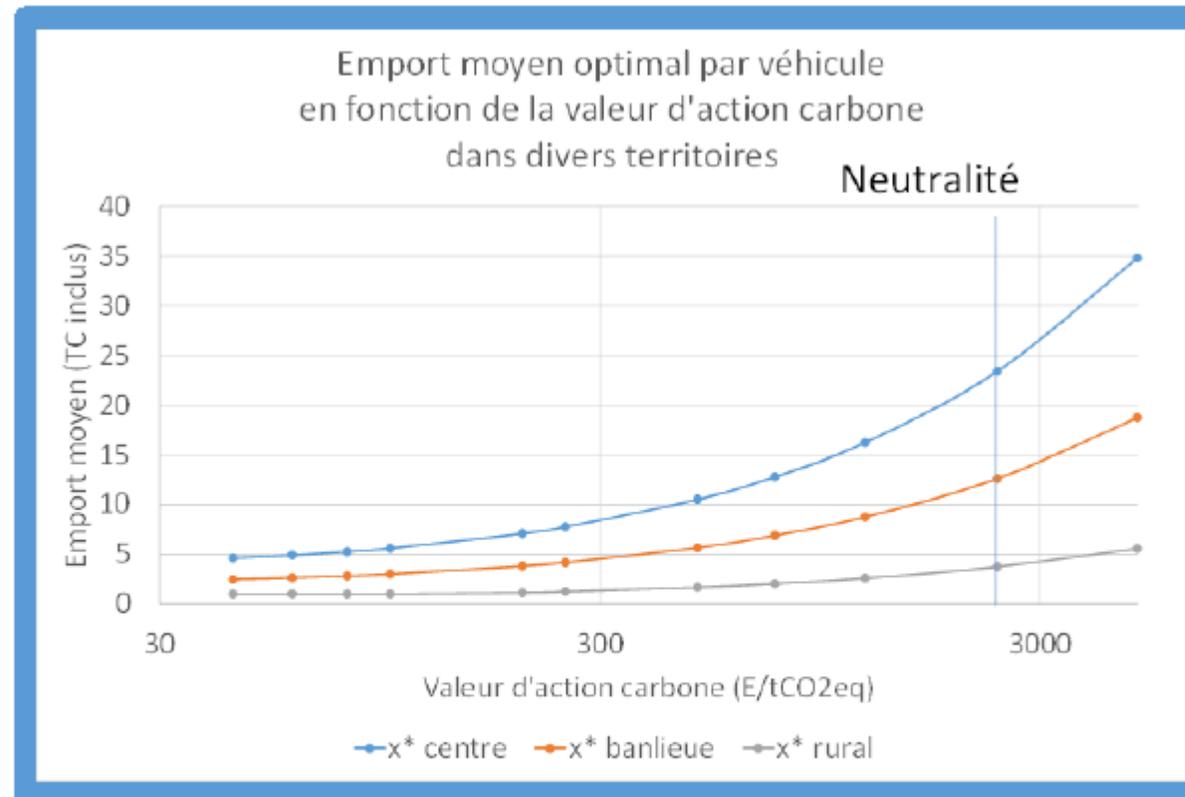


Figure 7 : Partage voiries urbaines : Source : Prospective 2040-2060, CGEDD-France Stratégie, 2022.

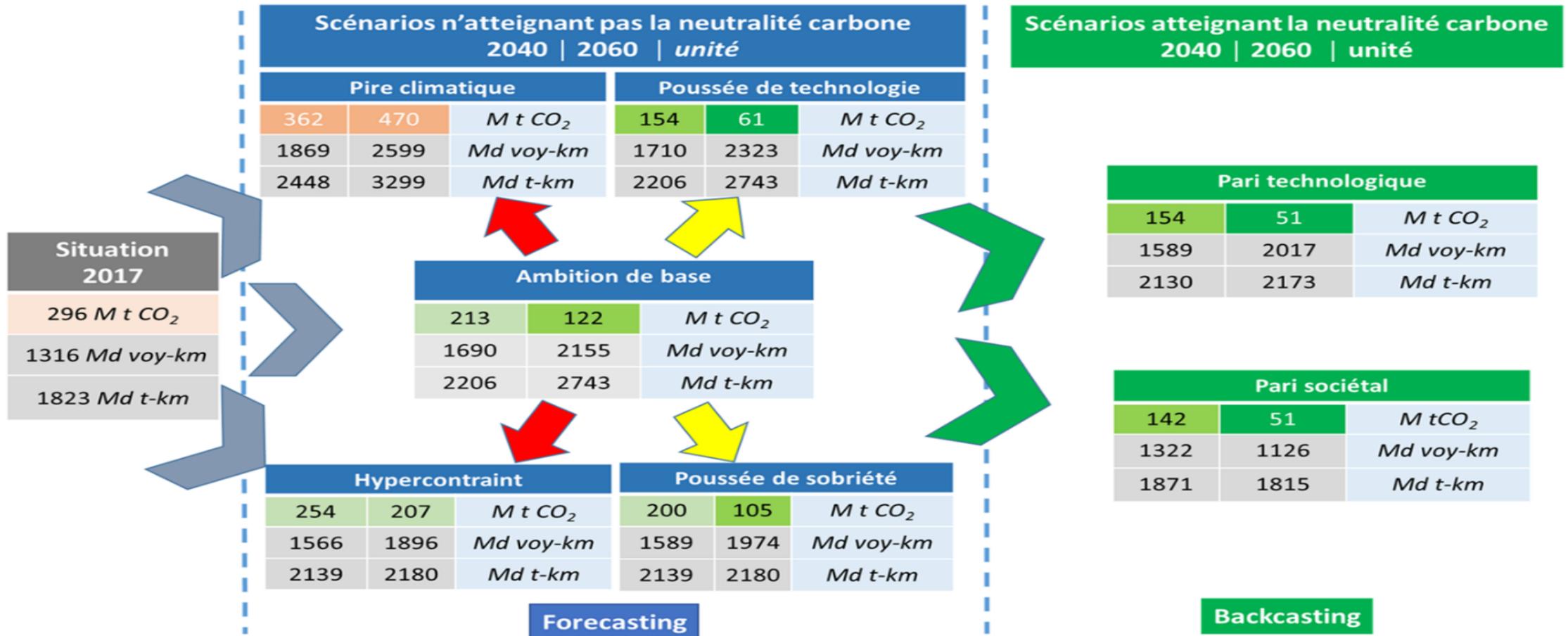
# Une analyse par typologie de territoire de la massification optimale selon la valeur carbone



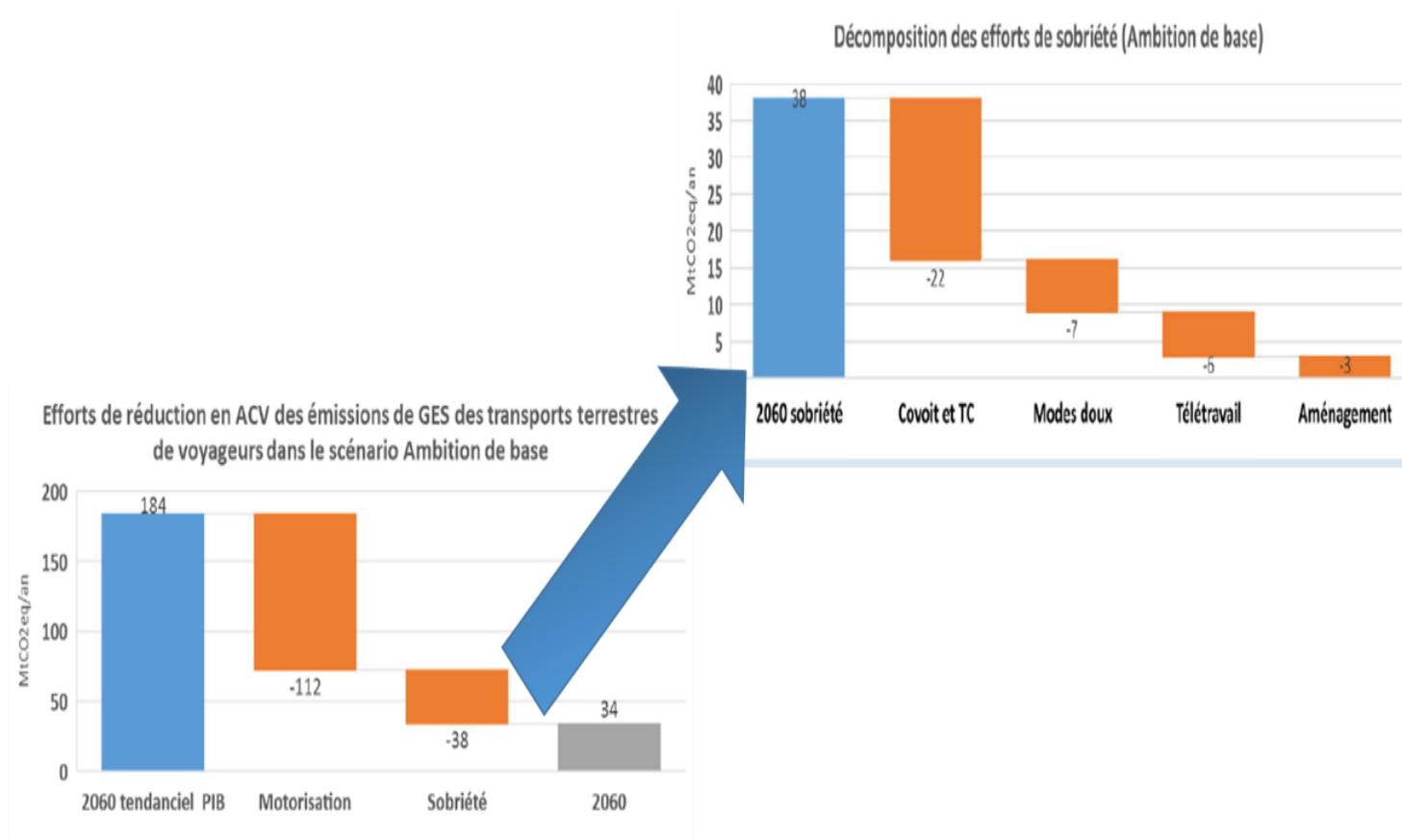
rural

**Graphique 17 : Emport moyen optimal par véhicule en fonction de la valeur d'action carbone dans divers territoires :**  
Source : Prospective 2040-2060, CGEDD-France Stratégie, 2022.

# Les scénarios : résultats en voy-km tous modes, t-km tous modes et GES complets



# En scénario « ambition de base », 75% de l'effet de décarbonation vient des motorisations

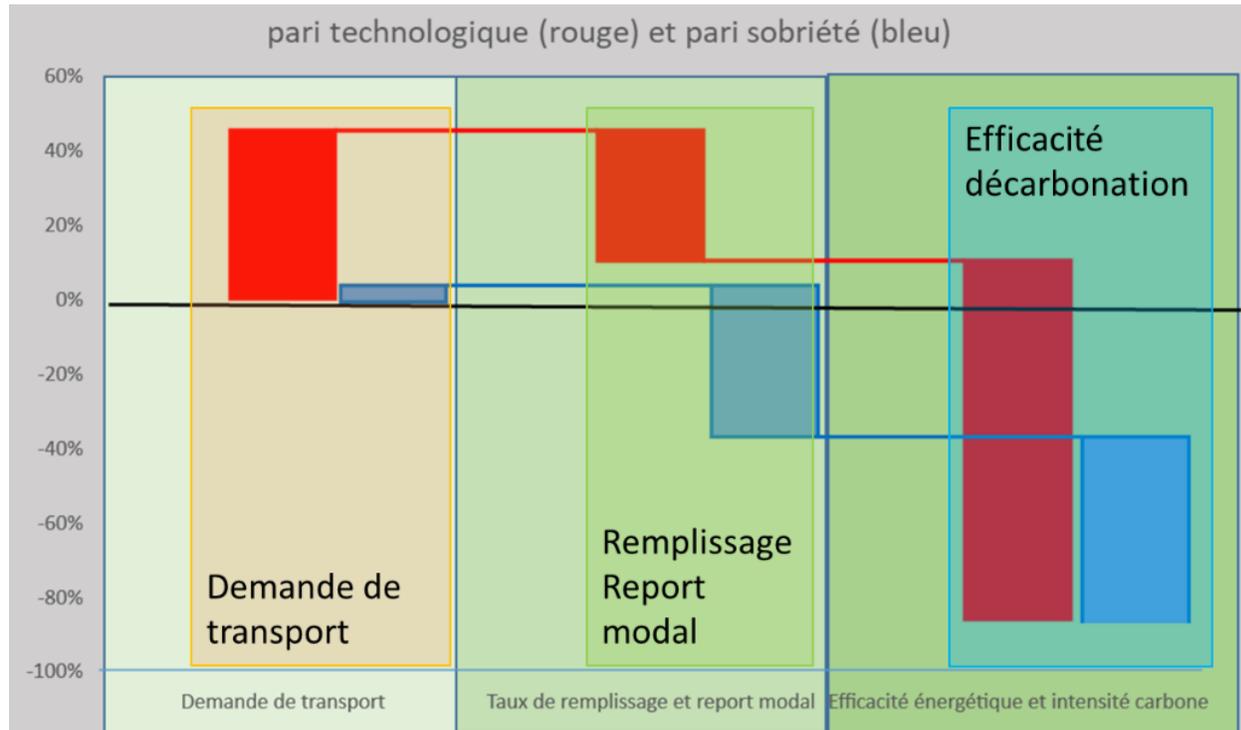


Champ des voyageurs terrestres

75% des réductions de CO<sub>2</sub> proviennent de la décarbonation des motorisations

- Et 25% de la sobriété :
- Covoiturage et TC
  - Modes doux
  - Télétravail et télé-x
  - Aménagement

# Zoom sur les 2 scénarios atteignant la neutralité des mobilités



Le « pari technologique » suppose que TOUTES les technologies de motorisation envisagées Soient au rendez-vous

Le « pari sociétal » suppose que seulement une GRANDE PART des technologies de motorisation Mais pas les plus incertaines (et/ou des sujets de ressources)

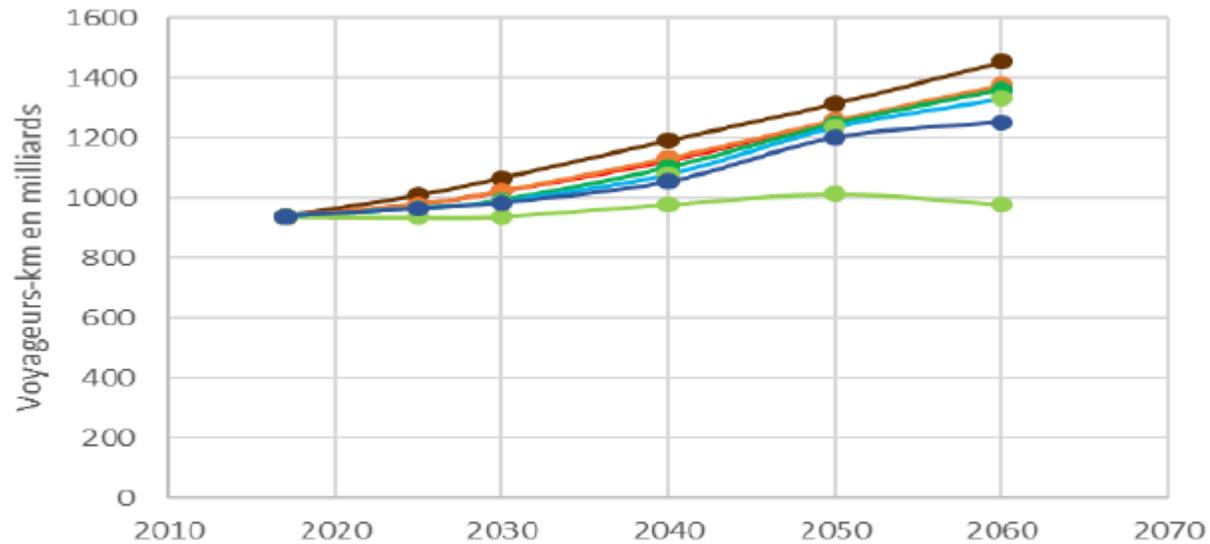
Ce dernier suppose alors pour atteindre la neutralité des mobilités des ruptures de tendance plus marquées

- Une stagnation des flux terrestres découplée de la croissance du PIB (PIB/hab=1,4%/an)
- Une division par deux des flux aériens

## Voyageurs terrestres

# Les voyageurs-km terrestres tous modes

Chronique des voyageurs-km terrestres selon les scénarios

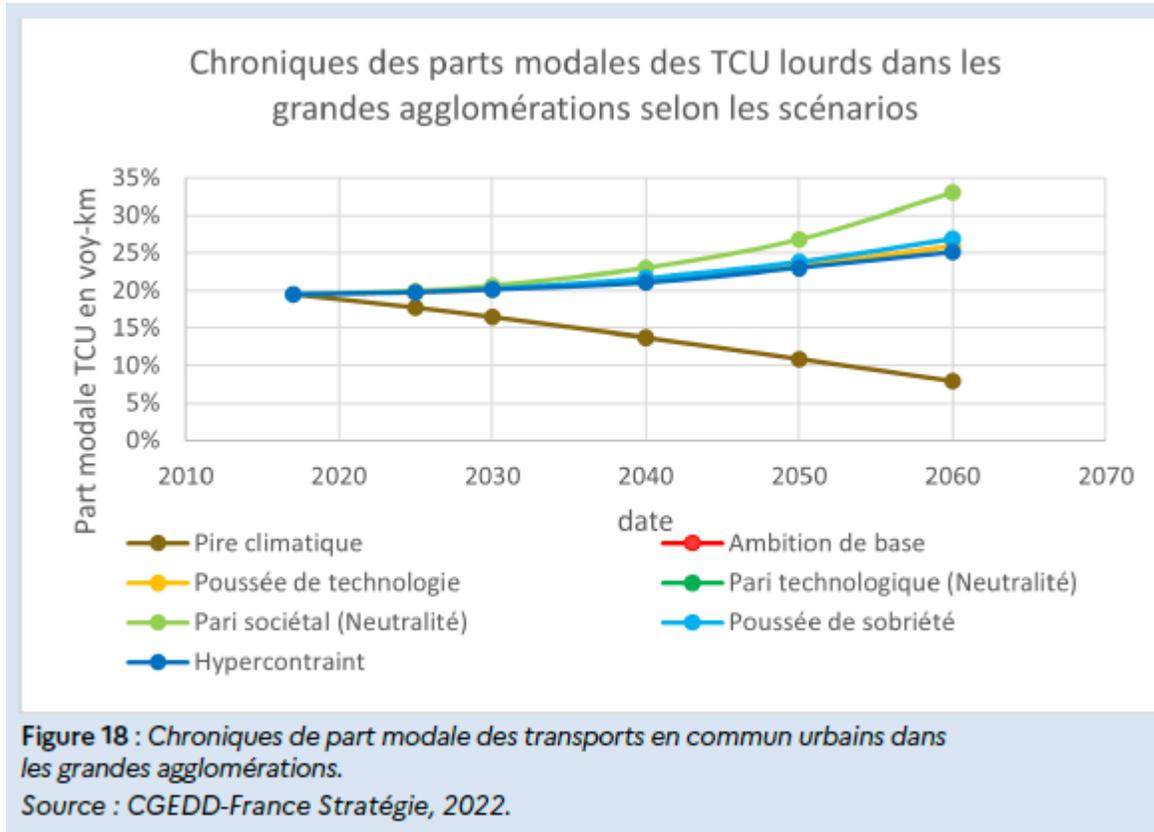


Les scénarios ambition de base et poussée de technologie sont quasi superposés..

En hausse certes maîtrisée

Sauf pour « pari sociétal » (stagnation)

# Les parts modales des TCU lourds dans les grandes agglos



En hausse, particulièrement « pari sociétal »

Sauf « pire climatique »

# Remplissage moyen des voitures dans les grandes agglos veh-km/voy-km (covoiturage)

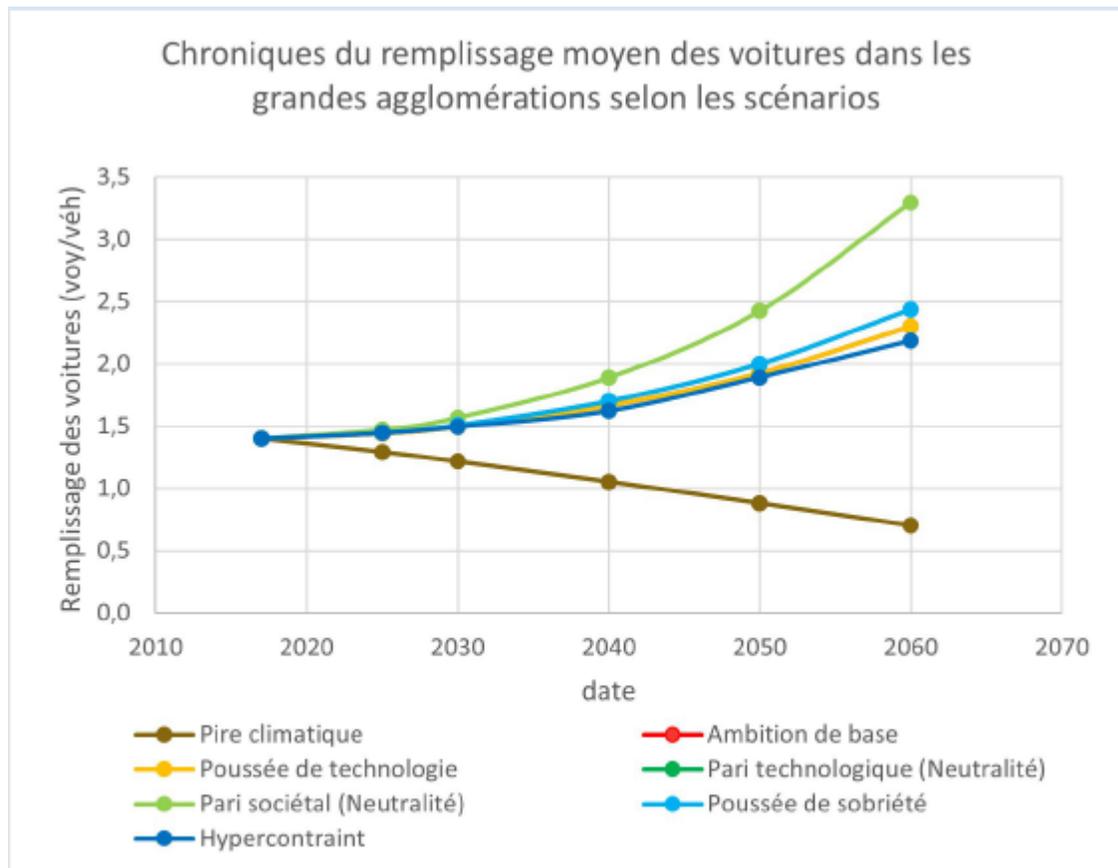


Figure 17 : Chroniques de remplissage moyen des voitures dans les grandes agglomérations.

Source : Prospective 2040-2060, CGEDD-France Stratégie, 2022.

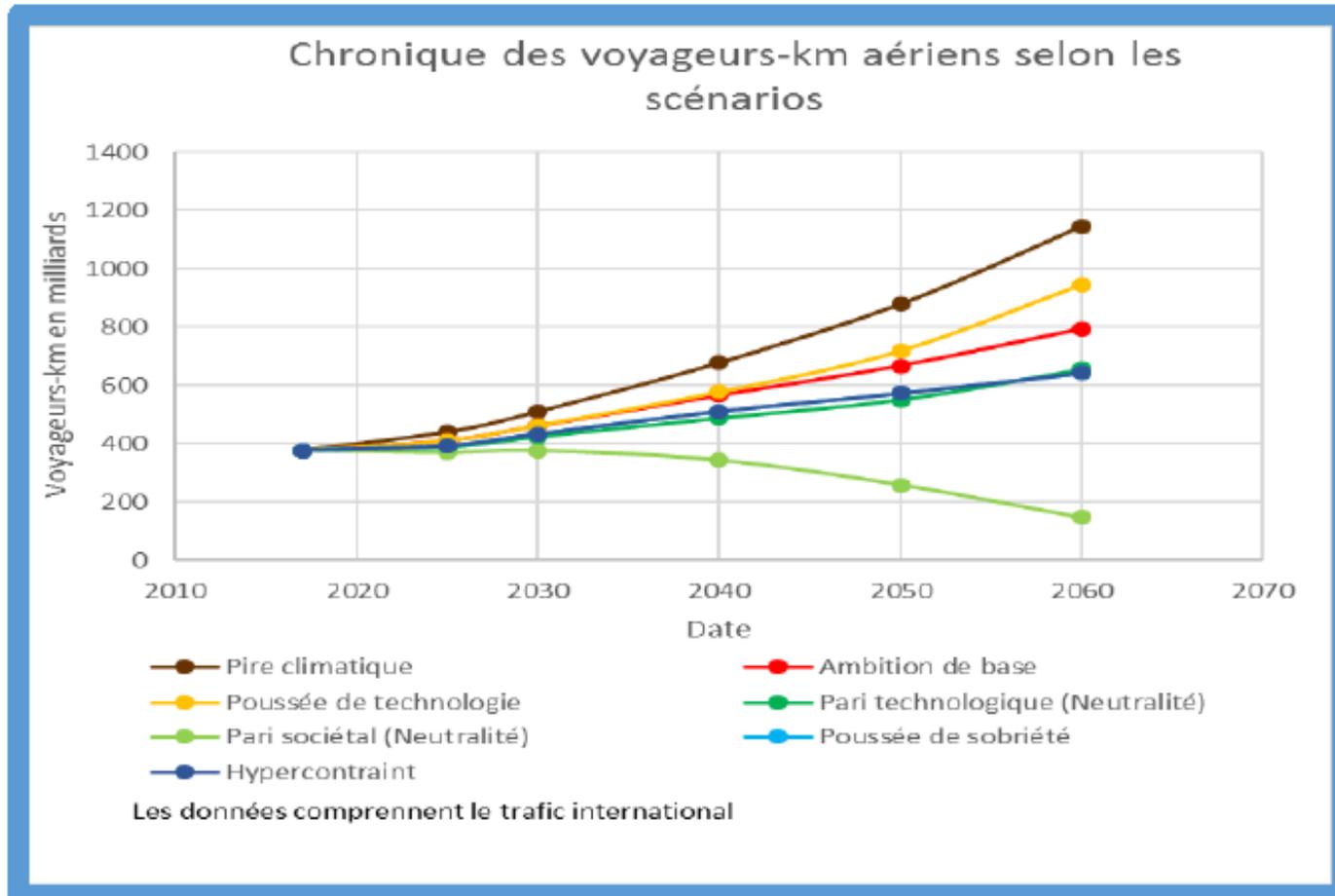
13 décembre 2022

Prospective des mobilités 2040 2060

En hausse, particulièrement « pari sociétal »

Sauf « pire climatique »

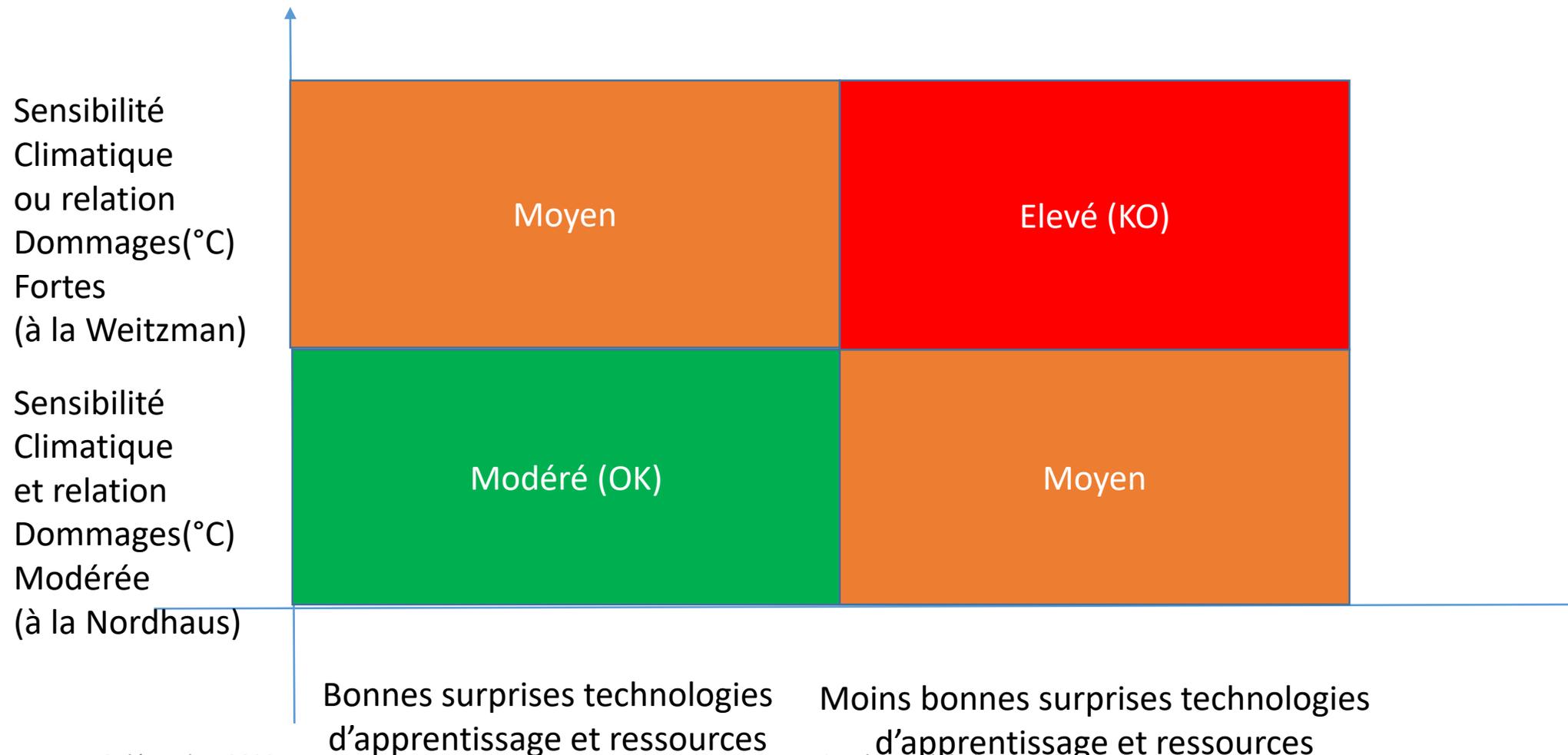
# Les voyageurs-km aériens



En général en hausse mais maîtrisée

Sauf « pari sociétal » (division par 2)

# Des incertitudes majeures sur l'effort à fournir



# Le scénario neutralité pari sociétal renseigne sur l'effort de sobriété pour atteindre la neutralité si certaines technologies et ressources manquaient

- Risque de développement sur les technologies les moins mûres
  - avion H2 vert
  - allongement durée vie des batteries
  - fabrication décarbonée du véhicule et sa batterie
- Risques sur les quantités de ressources disponibles
  - biocarburants (compétition pour la surface avec l'alimentation)
  - ressources minérales (disponibilité et/ou acceptabilité pollution des milieux,...)

# Prolongements qui seraient utiles

- Actualisation en fonction du contexte nouveau issu de la crise géopolitique actuelle
- Prise en compte et approfondie des autres contraintes que l'effet de serre (biodiversité, pollution des milieux, autres limites écologiques,...) et des interactions avec d'autres secteurs économiques
- Approfondissement de la réflexion sur le potentiel de sobriété (cf. comparaisons avec d'autres travaux de prospective dont certains scénarios sont plus ambitieux)
- Renforcement des approches territoriales et sociales et de l'analyse de l'acceptabilité

# Quelques lectures possibles pour approfondir

- Technologies d'apprentissage : exemple OCDE rapport croissance verte : <https://www.oecd.org/greengrowth/48012326.pdf>
- Valeur d'action pour le climat (France stratégie) « Alain Quinet 2 »  
<https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/valeur-action-climat-messages-cles-mars-2019.pdf>
- Tirole : Economie du bien commun <https://www.tse-fr.eu/la-taxe-carbone-est-indispensable-lyon-le-prix-nobel-jean-tirole-pointe-linaction-climatique?lang=en>
- Nordhaus vs Weitzman : papier de Botzen en al <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016517651200300X>
- Transition écologique et macroéconomie : France stratégie  
<https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na114-action-climatique-pisani-mahfouz8novembre2022-20h.pdf>
- Scénarios OK/KO du comité scientifique Cigeo : <https://www.andra.fr/sites/default/files/2021-03/Rapport%20Contre%20expertise%20independante%20CIGEO%20VF.pdf>
- Scénarios de mobilité en véhicules autonomes partagés (FIT OCDE) : exemple de Dublin : <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-simulations-dublin.pdf>
- Prospective des mobilités 2040 2060 IGEDD FS : <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/20-ans-pour-reussir-collectivement-les-a3258.html>