

# Transport et climat

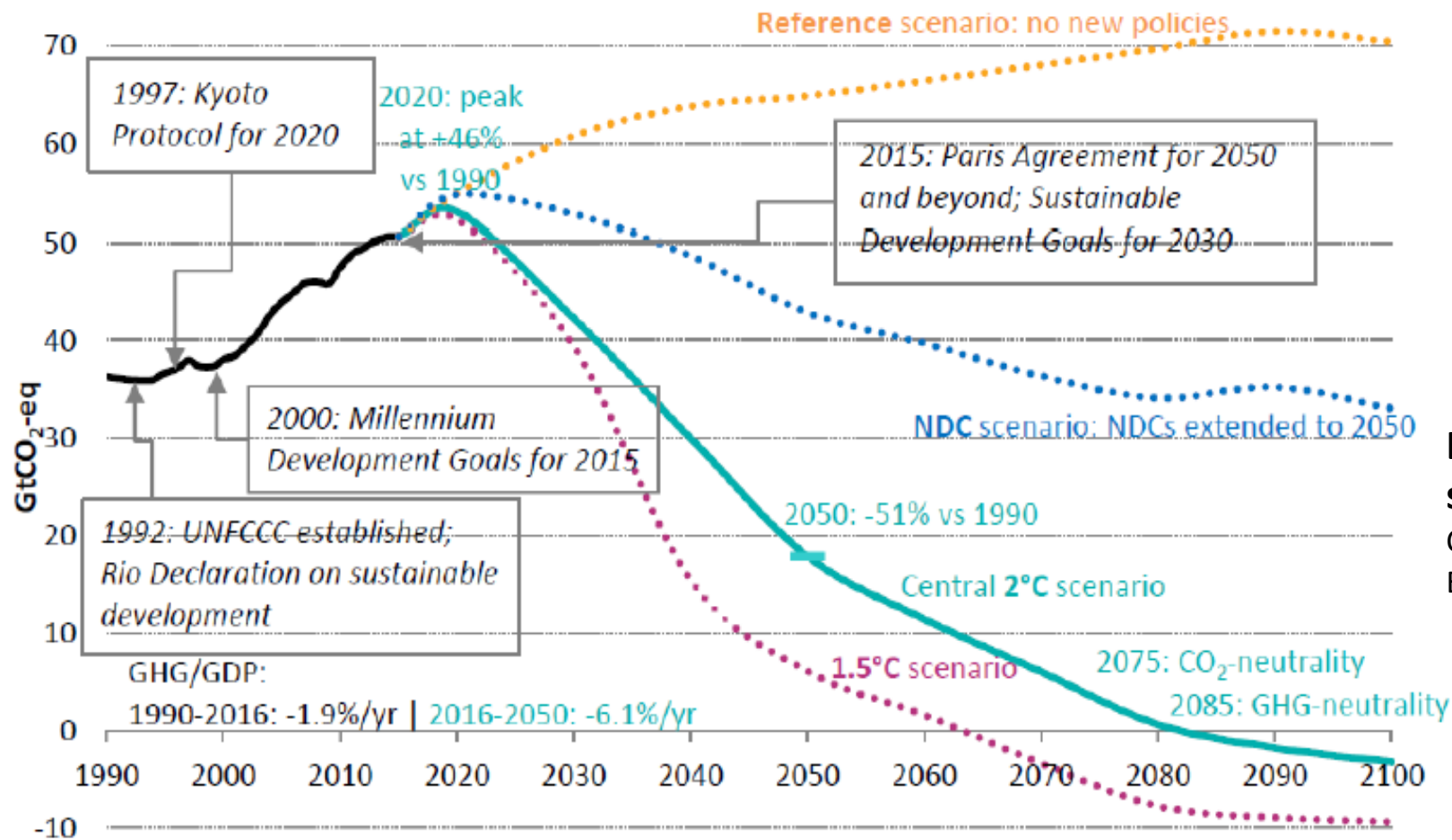
Stef Proost  
KULeuven (B)

# Quel est le problème?

- L'Europe est très ambitieux :
  - Emissions de Gaz à Effet de Serre (GHG) - 55% en 2030 par rapport à 1990
  - ZERO net GHG emissions en 2050
- Emissions dans le secteur continuent à augmenter et le secteur est accusé de ne pas faire sa part du travail..
- Les groupes de pression exigent des actions fermes à court terme ..(interdire les voitures à combustible fossile, plus de vols aériens entre aéroports en France ...
- Mon ambition aujourd'hui: Quelles politiques ont un sens (économique) – utilisant un pinceau très large

# Le dilemme climatique mondial: des accords internationaux qui ne sont pas exécutoires et le paradoxe vert

GHG  
Emissions  
Par année



## Paradoxe vert

Quand il n'y a qu'une partie du monde qui réduit sa consommation de produits pétroliers, le prix mondial baisse et le reste du monde peut anéantir les efforts

## Les engagements nationaux sont limités

Ce sont des promesses et toute excuse est bonne pour ne pas les tenir

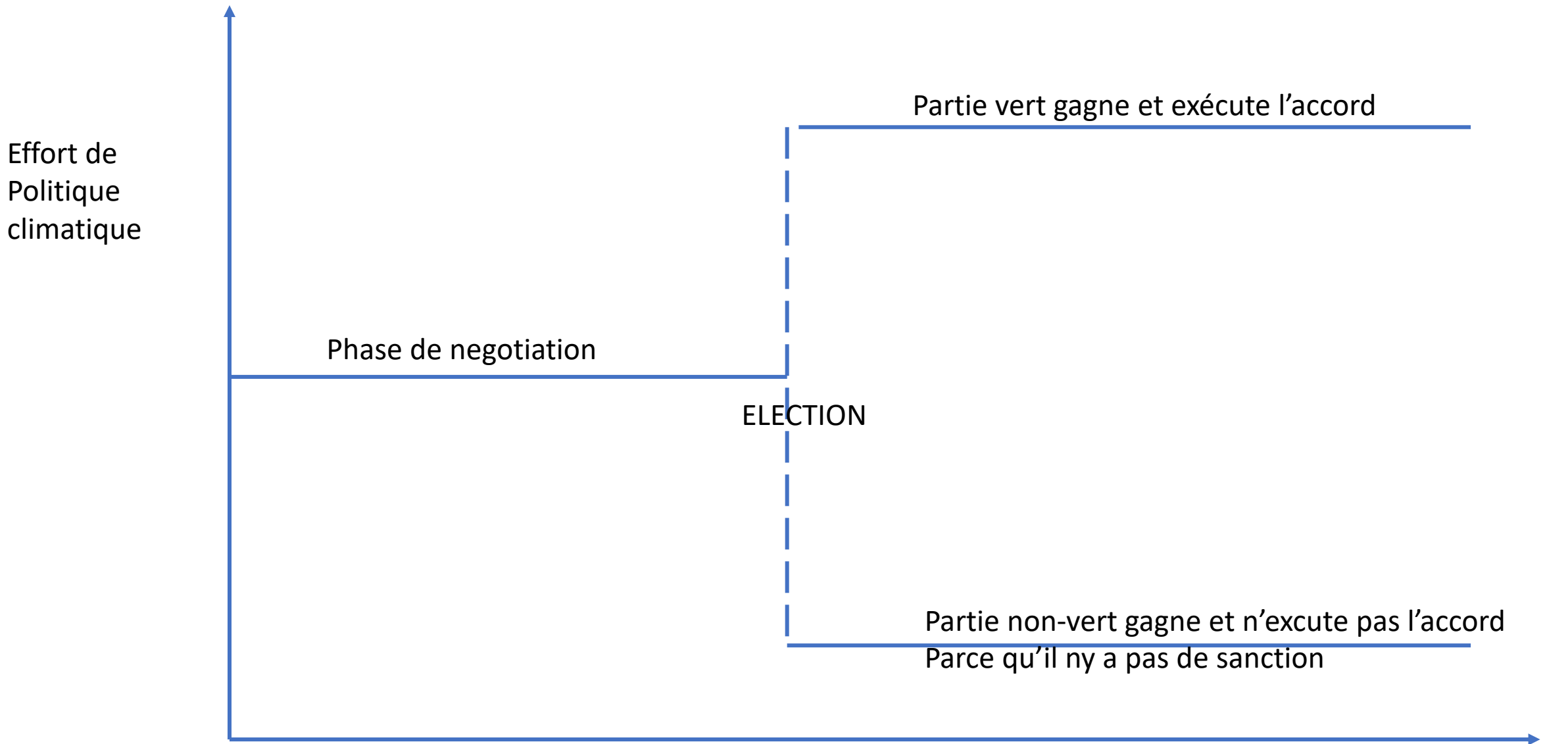
Note: The NDC scenario assumes that the global average rate of decarbonisation implied by the NDCs in 2020-2030 is maintained over 2030-2050. This report mainly describes the central 2°C scenario.

Source: Poles-JRC 2018

Un peu d'économie politique: : Climat est un bien public, action urgente est nécessaire mais ...

- Accords internationaux ambitieux (0 en 2050)
- Mais actions plutôt modestes dans le monde
- L' explication logique pour cette contradiction: les politiciens nationaux oscille entre des préférences vertes et non-vertes

See Battaglini et Harstad, JPolEcon 2020

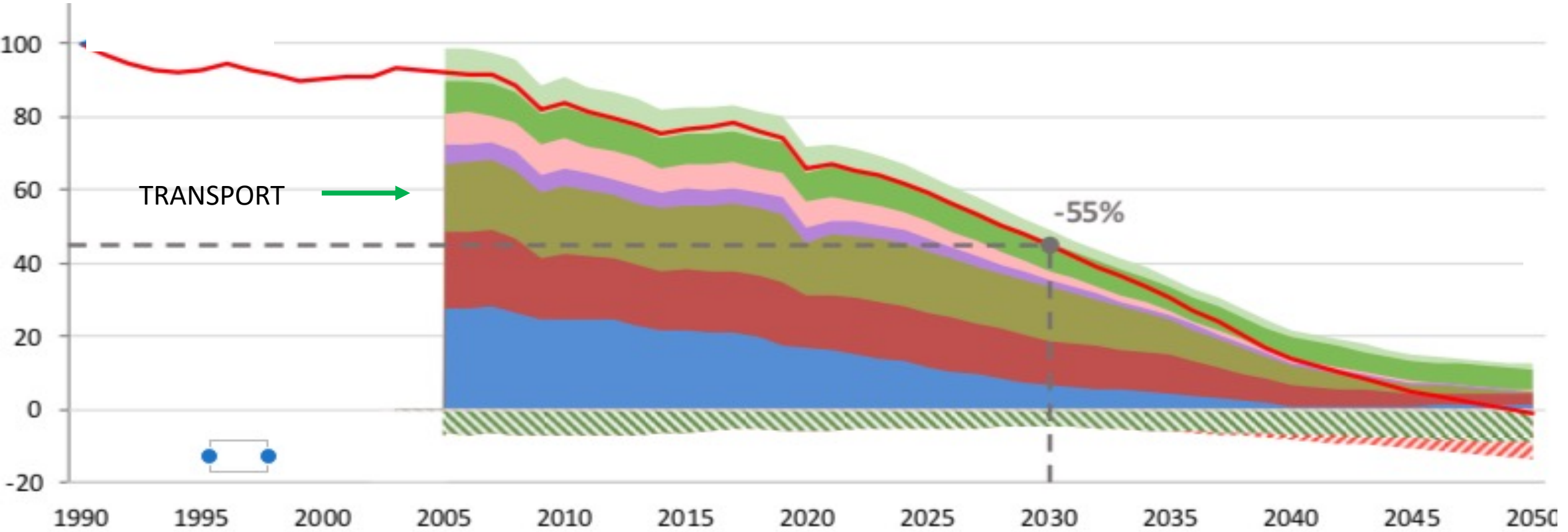


Même le partie vert limitera son action parce qu'ils veulent rester nécessaires dans les prochaines elections

Temps

# Politiques Européennes

# EU "Green Deal" ambition



Non-CO2 other  
Tertiary  
Power  
Net emissions

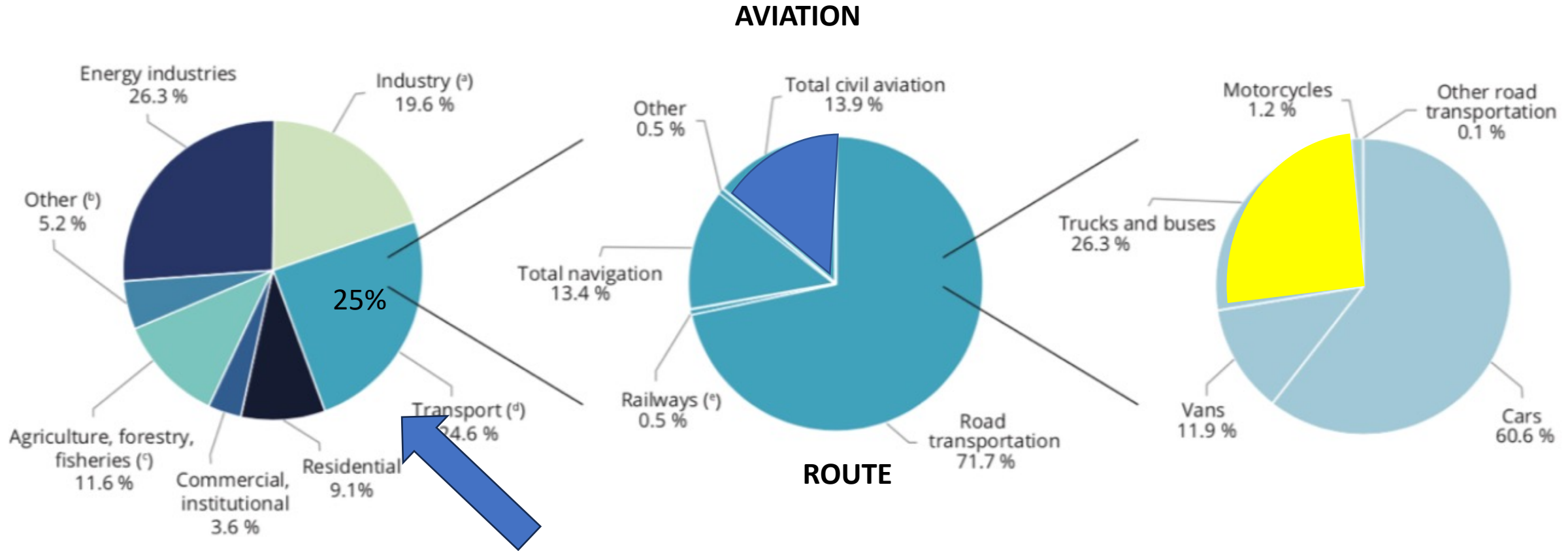
Non-CO2 Agriculture  
Transport  
Carbon Removal Technologies  
GDP

Residential  
Industry  
Land use and forests

Source: EC (2020)

# Emissions dans le secteur transport

25% du total et surtout des produits pétroliers (**route+ aviation**)



Source: EEA 2017

This lecture: focus on cars, trucks and aviation

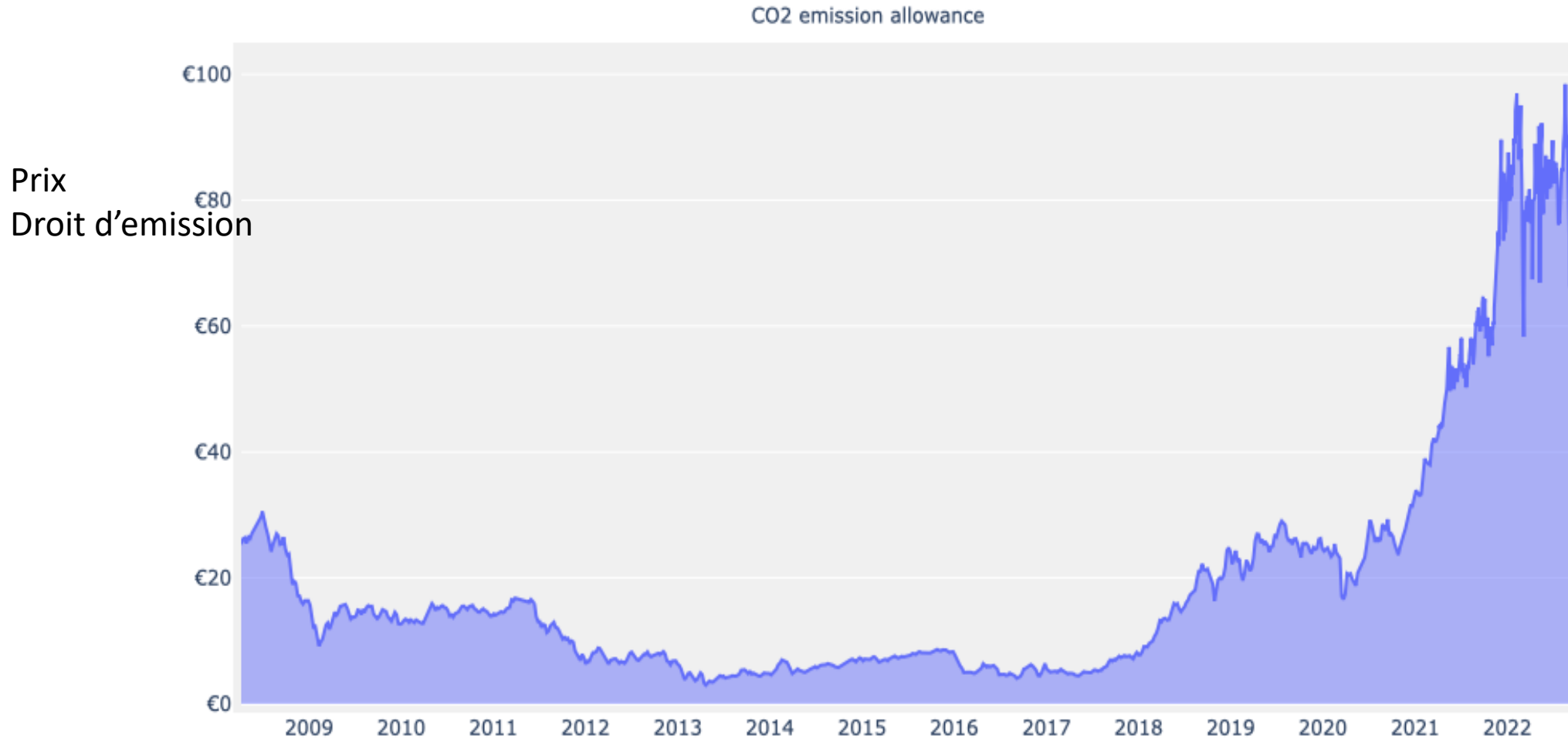


# Idee clé 1: opter pour la solution la moins chère

- La place ou l'identité de l'émission n'a aucune importance, donc les émissions les moins chères d'abord
- Signal pour les consommateurs et producteurs
- Quel concept de coût?
  - Inclure les autres externalités que le dommage climatique?
  - Coût statique ou dynamique?

Quelle référence pour le  
coût?

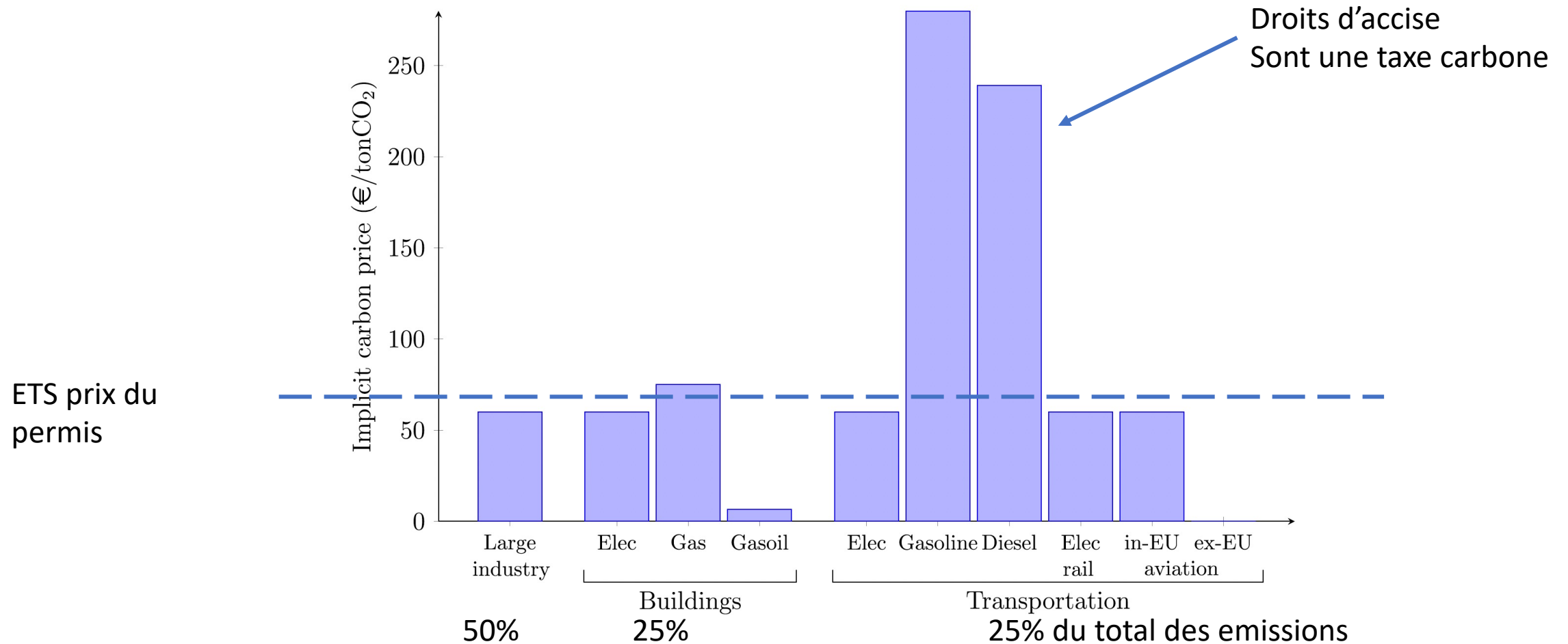
# Permis d'émission négociables EU ETS comme guide pour le coût dans l'économie de l'EU



Couvre la production d'électricité, l'industrie et l'aviation intra-EU – nombre de droits diminue chaque année  
On peut les utiliser dans le futur, donc une cohérence intertemporelle - Ambition renforcée en 2021-2022

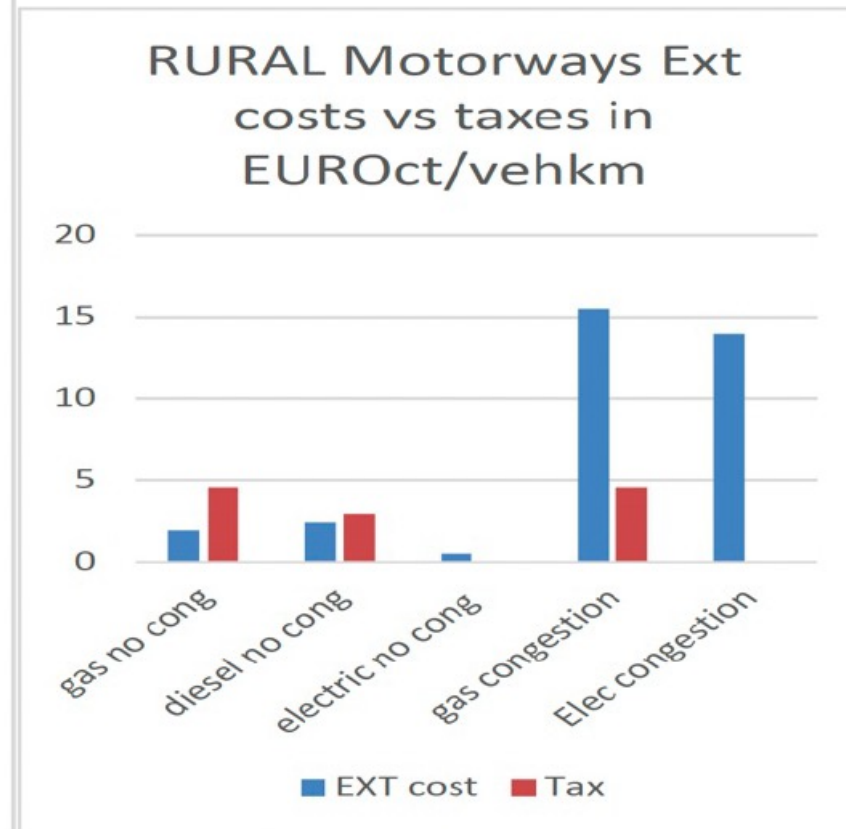
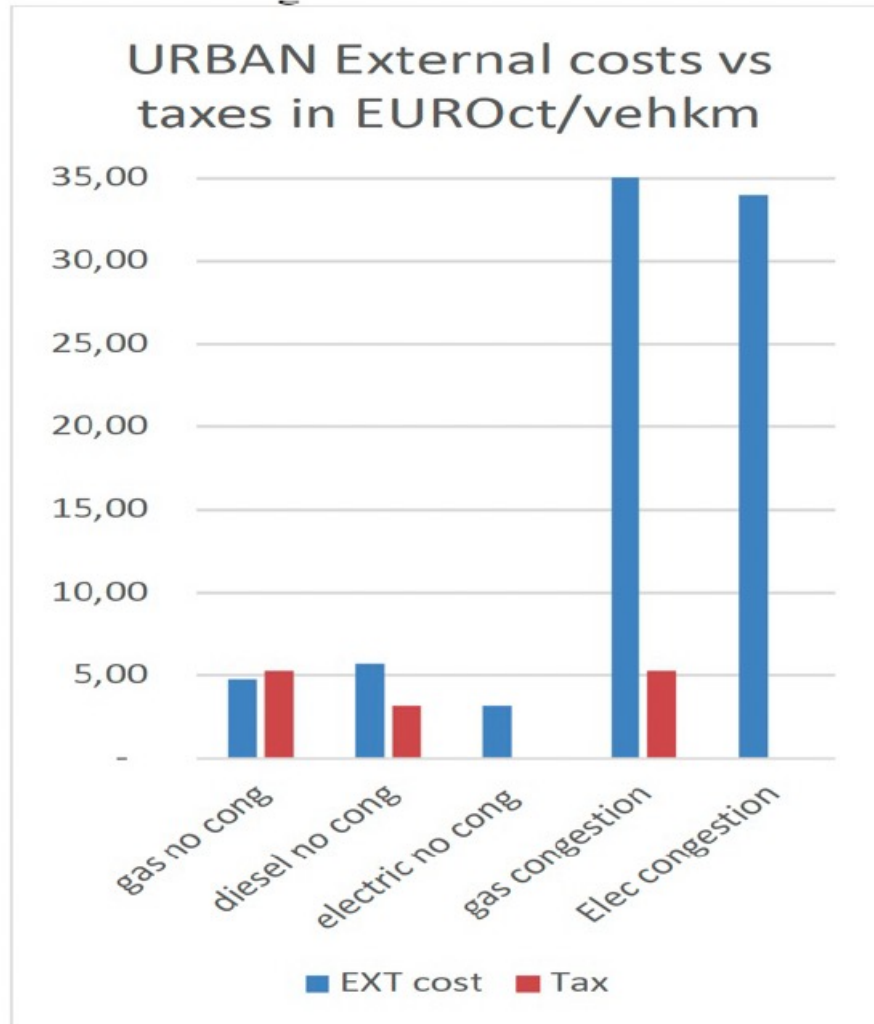
Les voitures

# Prix du carbone implicite en Belgique (ETS à 60 €/ton de CO<sub>2</sub>)



# Tous les coûts externes rassemblés de l'utilisation de la voiture

Dommmage climatique compté à 100 €/tonne de CO2, couts de congestion/2

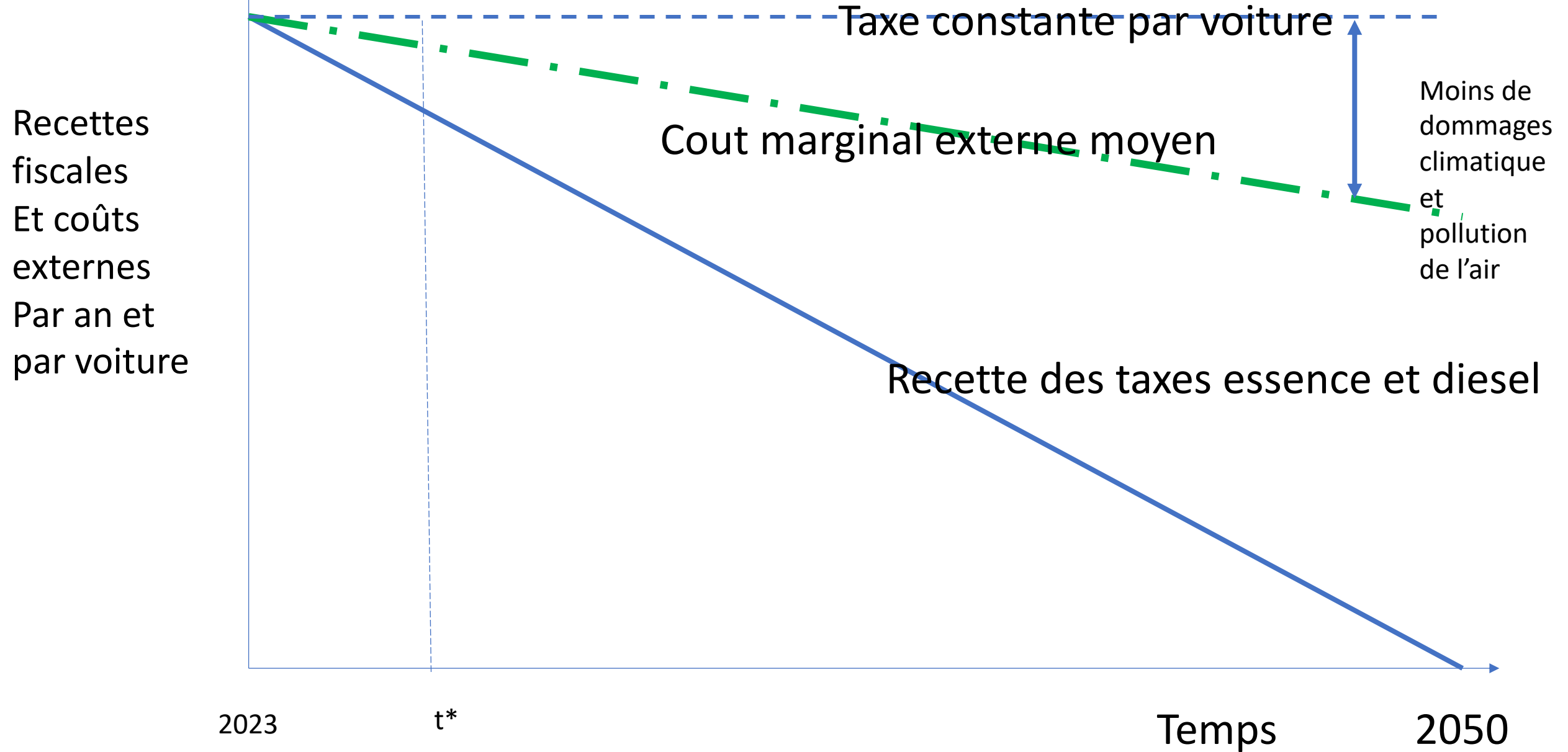


Note: The external cost data and fuel taxes are based on External cost study of the EC (2019) and represent average conditions for the EU -

# Quelques conclusions:

- Pas besoin d'ajouter une taxe carbone pour le transport par route
- La pénétration des Vehicules electriques en ville
  - + Réduit fortement non-seulement les emissions climatiques mais aussi les autres emissions atmosphériques
  - augmente plutôt la congestion
  - rapporte moins de taxes
- On doit réfléchir à une nouvelle taxation de l'utilisation de la voiture
  - À commencer maintenant si on veut préserver une certaine acceptation par le public
  - mais réforme politiquement difficile (« kicking the can forward », réforme pensions etc..)
  - Réforme en 4 étapes (étude faite pour OCDE) ou on essaie d'avoir les automobilistes à bord dans chaque étape.

**OPTIMAL TIMING** schéma, partant de l'hypothèse que les accises essence+diesel = coût externe dans l'UE)





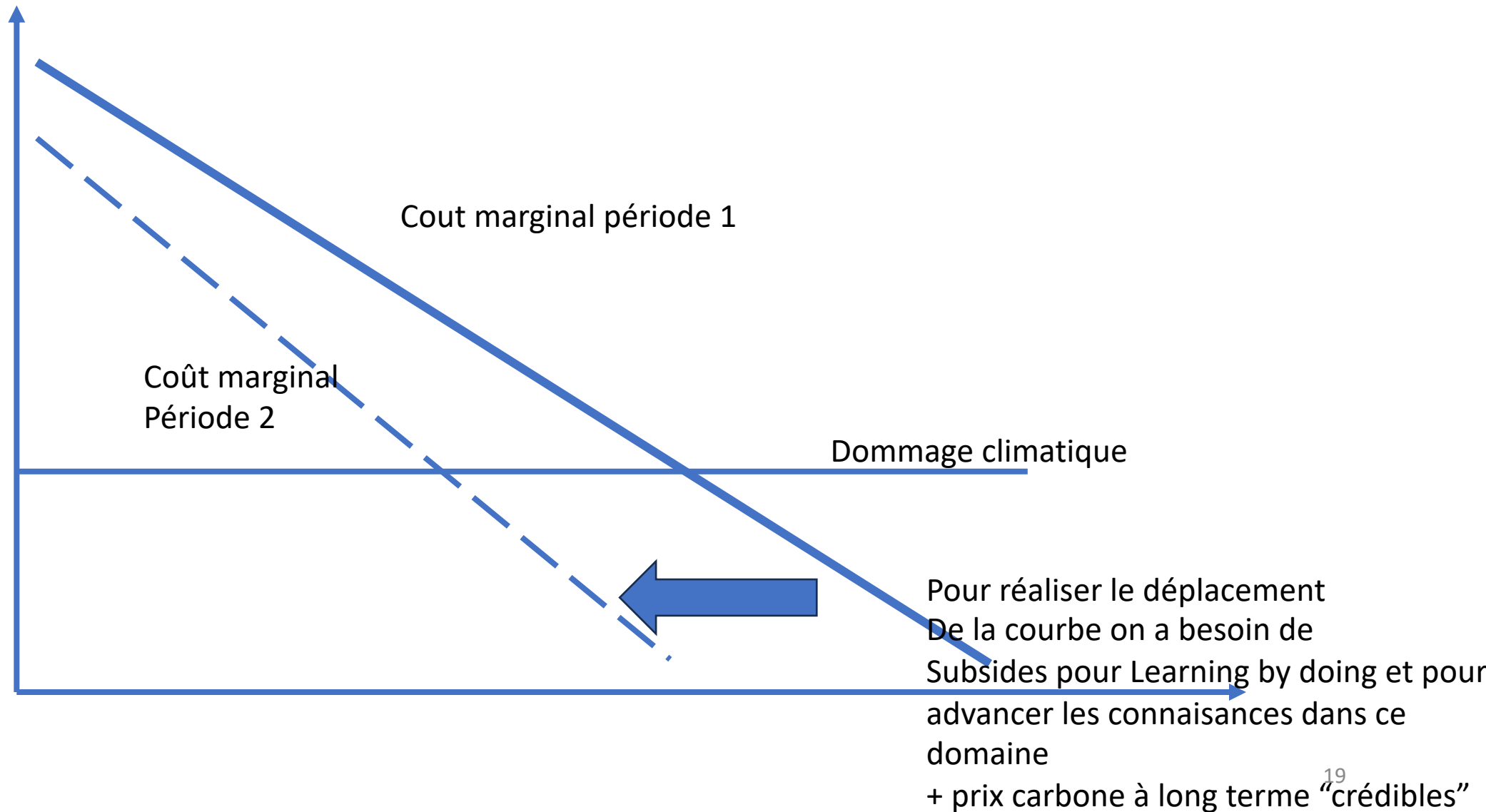
# Reforme en 4 phases

- A. Introduire une taxe kilométrique pour les voitures électriques (peut être de l'auto-déclaration) basé sur les coûts externes autres que le climat
- B. Introduire une taxe kilométrique pour les autres voitures qui couvre les coûts externes autres que les dommages climatiques et liés à la pollution atmosphérique – les accises sont réduits jusqu'au niveau des prix ETS (100 € < 300 €/tonne)
- C. Différencier les taxes kilométriques entre agglomération et la campagne et gestion décentralisée des recettes et investissements
- D. Introduire un système de permis de roulage aux endroits congestionnés

# Idee clé 1: opter pour la solution la moins chère

- La place ou l'identité de l'émission n'a aucune importance, donc les émissions les moins chères d'abord
- Signal pour les consommateurs et producteurs
- Quel concept de coût?
  - Inclure les autres externalités que le dommage climatique?
  - **Coût statique ou dynamique?**

# Fonction Dynamique d'abatement



Coût d'abattement dynamique  
exige des politiques correctes de  
long terme:

- coût du carbone crédible à long  
terme
- subsides technologiques pour 2  
mécanismes

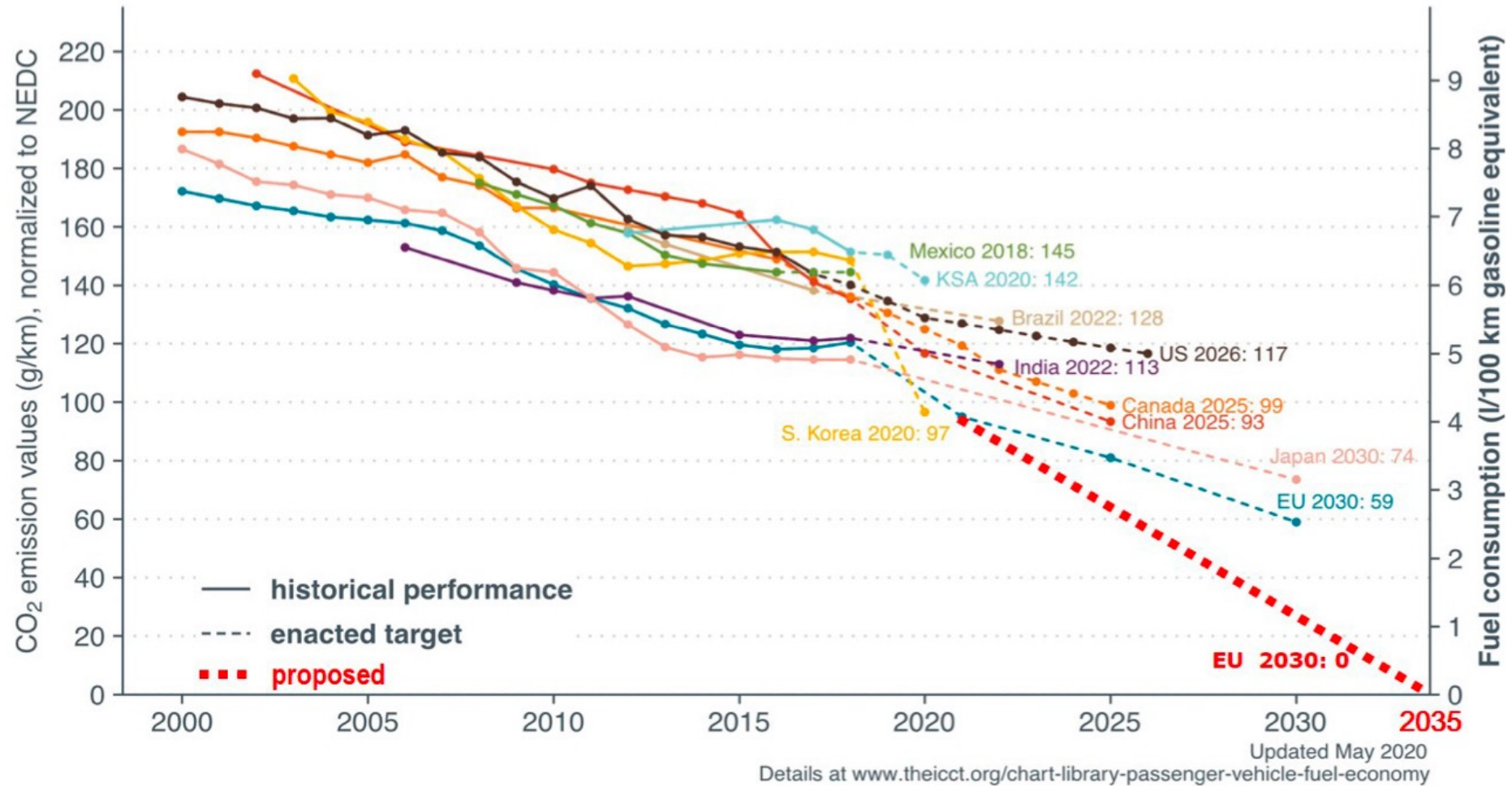
- Mécanisme 1: Subsides R&D purs: non  
liés au volume de la production
- Mécanisme 2: "Learning by doing" et  
rendements d'échelle dans la production  
– lié au niveau de la production
- Politiciens préfèrent des subsides  
d'installation ce qui résulte dans trop de  
subsides pour le mécanisme 2.



# Discussion sur les normes Européennes sur les émissions de carbone des voitures

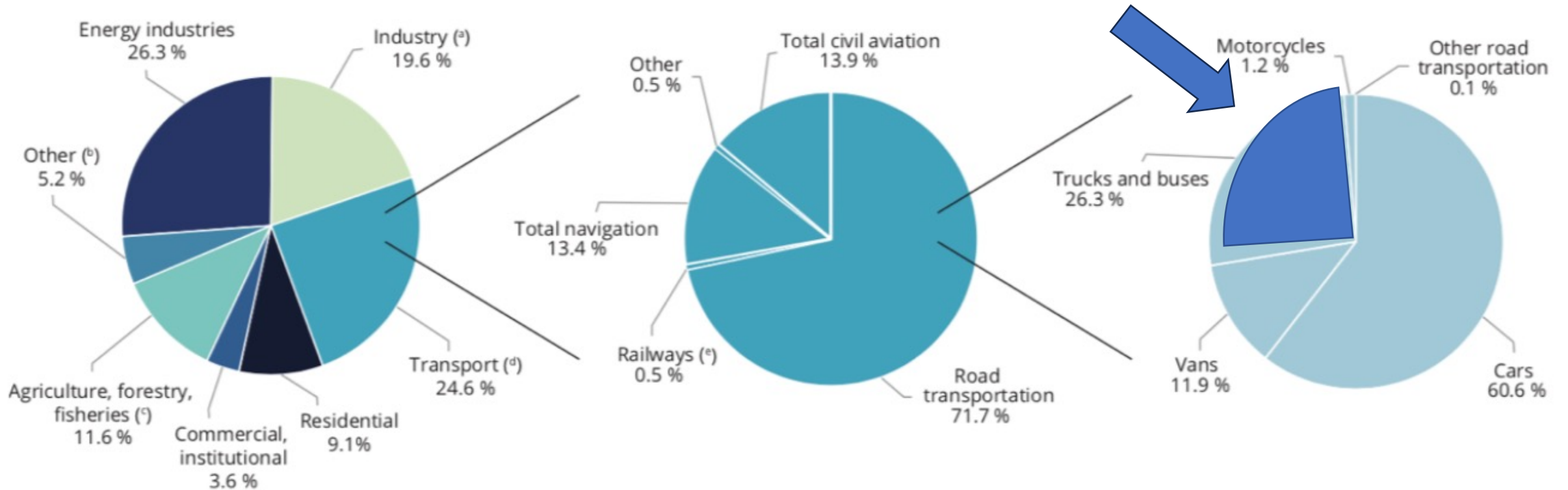
- J'ai participé au débat en 2020-2021 (Littlejohn & Proost (2022)) : quelques observations:
  - Les analyses ex ante de l'UE étaient problématiques
  - Hypothèses utilisés par les études pour la Commission:
    - Partaient de l'idée que les acheteurs de voitures étaient très myopes
    - Combiné avec une analyse optimiste sur l'évolution du coût de production des Voit Elec basée sur un modèle avec économies d'échelle
    - Combiné avec des études qui "démontrent" que pour l'industrie automobile l'emploi est garanti avec les VE
    - Donc, selon la Commission, on rend service à la société en imposant les VE
- La décision a été prise d'accepter uniquement la vente de VE à partir de 2035... et on se pose des questions: les VE restent chères, la Chine prend une partie du marché, ressources pour la production de batteries... Les économistes ont une place à prendre dans ce débat mais ne se font pas entendre ou ne sont pas écoutés:
  - Les consommateurs sont en moyenne pas myope (Grigolon, L., Reynaert, M., Verboven, F., 2018.)
  - Les producteurs n'ont pas suivi les normes en 2021 parce que les consommateurs (non-myopes) trouvaient que les voitures plus économes en énergie ne valaient pas le coût additionnel. (Reynaert, M., 2021.)
  - Besoin d'un Modèle de production et de commerce international des voitures avec progrès technologique (effets d'échelle mais aussi R&D pure)

# Les norms UE forcent les autres continents à "suivre" les normes Européennes



# Transport de fret par route

# Emissions de camions en UE (2017)



Source: EEA 2017



# Réduire les émissions du transport de fret intérieure

- Shift modal des camions vers le rail et la navigation intérieure sera difficile à cause du changement dans la nature des biens à transporter et les exigences en matière de vitesse
  - Le taux de chargement des camions est déjà de l'ordre de 70%
  - Les camions deviennent plus efficaces (EU exige 15% (30%) de gains d'efficacité en 2025 (2030))
- Les camions électriques ne vont pas se faire attendre
  - Les camions pour les petits trajets sont là
  - Mais les camions internationaux font entre 70 000 en 130 000 km par an
  - Leur désavantage est l'autonomie (400 km) ce qui peut exiger une recharge partielle en route Major disadvantage: battery capacity limits the range

# Autoroutes électriques plutôt que trains

Camions équipés d'un caténaire et une plus petite batterie sur les autoroutes avec suffisamment de densité de trafic camions

Dans l'UE: coordination des équipements en Allemagne, la France, le Benelux etc.



Source: Akerman (Siemens) (2018). )

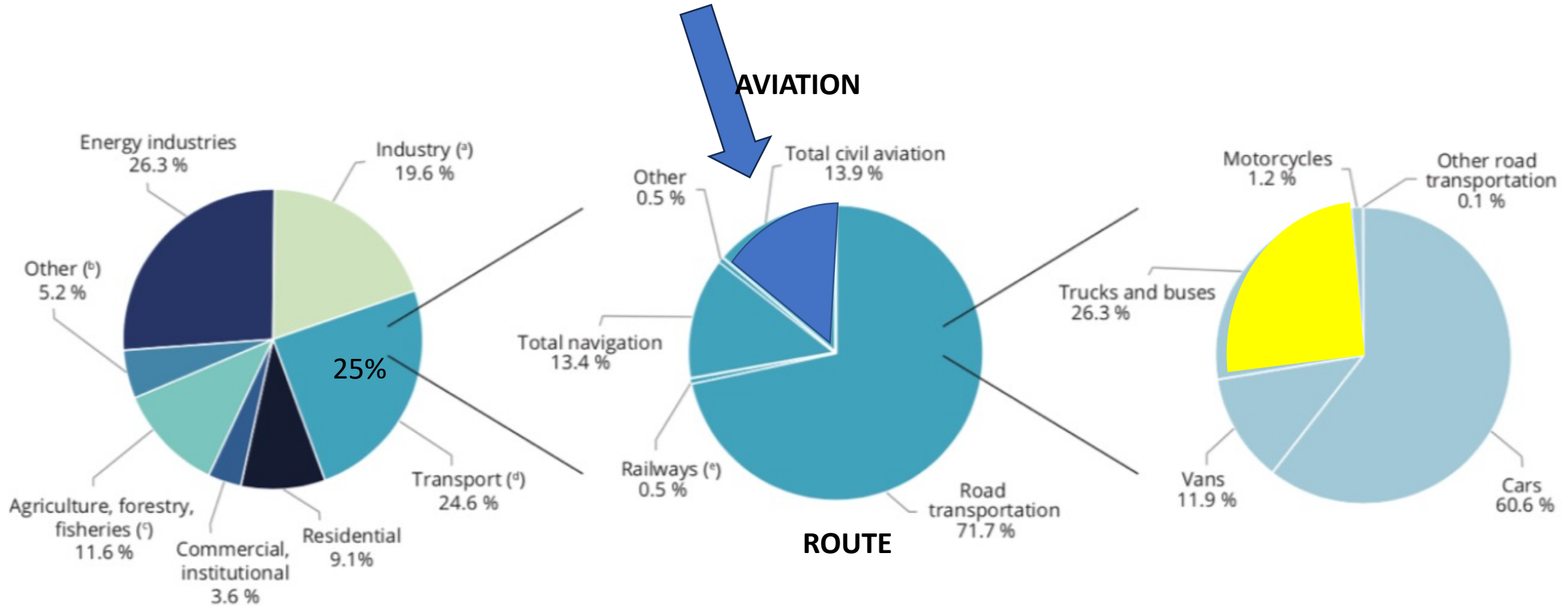
# Quel rôle pour l'aménagement du territoire?

- Idee: une ville plus compacte utilise moins d'énergie
  - Batiments (appartements) plus petits
  - Réduction des distances de transport (voitures et camions)
- Mais l'aménagement du territoire est un instrument de long terme tandis que le développement des technologies (pompes à chaleur, voitures électriques) est plutôt du moyen terme
- Cibler les politiques d'aménagement du territoire sur l'adaptation climatique (îlot de chaleur urbain etc.) peut être plus important

aviation

# Emissions dans le secteur transport

25% du total et surtout des produits pétroliers (**route+ aviation**)



Source: EEA 2017

This lecture: focus on cars, trucks and aviation



# Sujet à la mode

- “Flygscam” : on doit se sentir coupable  
.....
- Intra EU: utiliser le TGV
- “Voler c’est trop bon marché “ : ce sont les Ryannairs qui font problème...

## Rail travel for work: which companies are paving the way for sustainable business travel?



Flying for work is all too common for some employees. But on some common routes like London-Amsterdam, traveling by rail over plane will reduce the employee's carbon footprint by 93%. Yet, too few companies have embraced rail in their business travel policies, a new briefing by the Travel Smart Campaign finds.

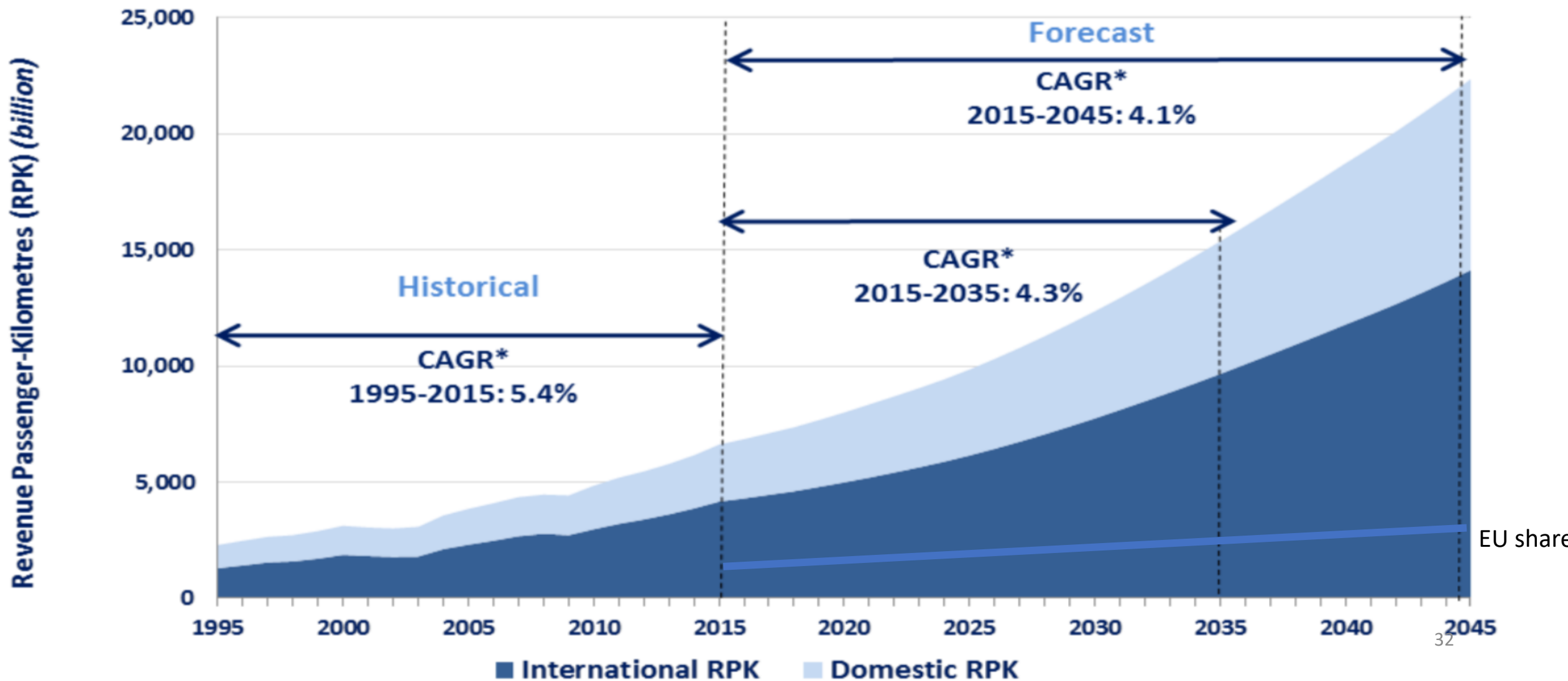
Business travel represents 15-20% of global air travel<sup>[1]</sup>. At a time when companies are trying to reduce their carbon footprints, cutting down on business flying is an easy way to meet sustainability goals. Rail travel is a viable and desirable option, available to companies operating in Europe and the US. Yet too few companies are embracing rail travel in their business travel policies. This is the main finding of a new briefing by the [Travel Smart Campaign](#) and [Transport & Environment](#). On certain routes, emissions reduction can go up to -97%.

City pairs	Emissions of CO2eq by plane per passenger (in kg)	Emissions of CO2eq by rail per passenger (in kg)	Emissions reduction shift from air to rail
Amsterdam-London	180	3.90	-93%
Madrid-London	390	15.45	-88%
Paris-Rome	356	16.26	-86%

90% moins d'émissions quand on substitue l'avion par Le TGV?

NON, émissions de l'aviation intra EU et de l'électricité Pour propulser le TGV font partie du même plafond

# Croissance de l'activité aeronautique dans le monde





## 2 accords internationaux: Paris (2015) et CORSIA (2017)

Emissions	Intra EU	EU vers Reste Du Monde (RDM)	RDM à RDM	Intra Rdm
Somme=100%	14%	22%	? 16%	? 48%
Accord intern.	Paris	Corsia	Corsia	Paris
Instruments	Permis SAF (mandat de mixage)	Offsets SAF	Offsets SAF	....
Questions	SAF?	Offset? SAF?	...	
Problème restant	Emissions des gaz à effet de serre autre que le CO2 – effet multiplicateur de 1,7 à 2,5			

SAF = Sustainable Aviation fuels = carburants d'aviation durable



Avions electriques de grande taille  
sont attendus pour 2050-2060

Mais progrès continu dans la  
Decarbonisation

Photo faite au musée de l'aviation à Toulouse –  
Juin 2021

# Questions de politique climatique

1. Les permis negociables – effectif pour l'intra UE?
2. UE impose des mandats de mixage pour les SAF, de 2% en 2025 à 70% en 2050 – bonne politique?
3. Accord CORSIA – perspectives?
4. Avions plus economes en emissions



# 1. Permis négociables: evidence empirique conclusive

- Fageda et Teixido (2022) comparant les émissions des vols intra-UE (avec traitement permis negoc.) et vols comparables UE vers zones adjacentes (sans traitement permis negoc.) trouvent que
- Le système de permis marche même si une partie des permis sont gratuits (« grandfathering »)
- L'effet est plus fort pour les OD ou il y a une alternative rail
- Les compagnies offrant des vols bon marché réagissent plus fortement sur l'imposition des permis que les compagnies intégrées

# OD avec permis et OD sans permis

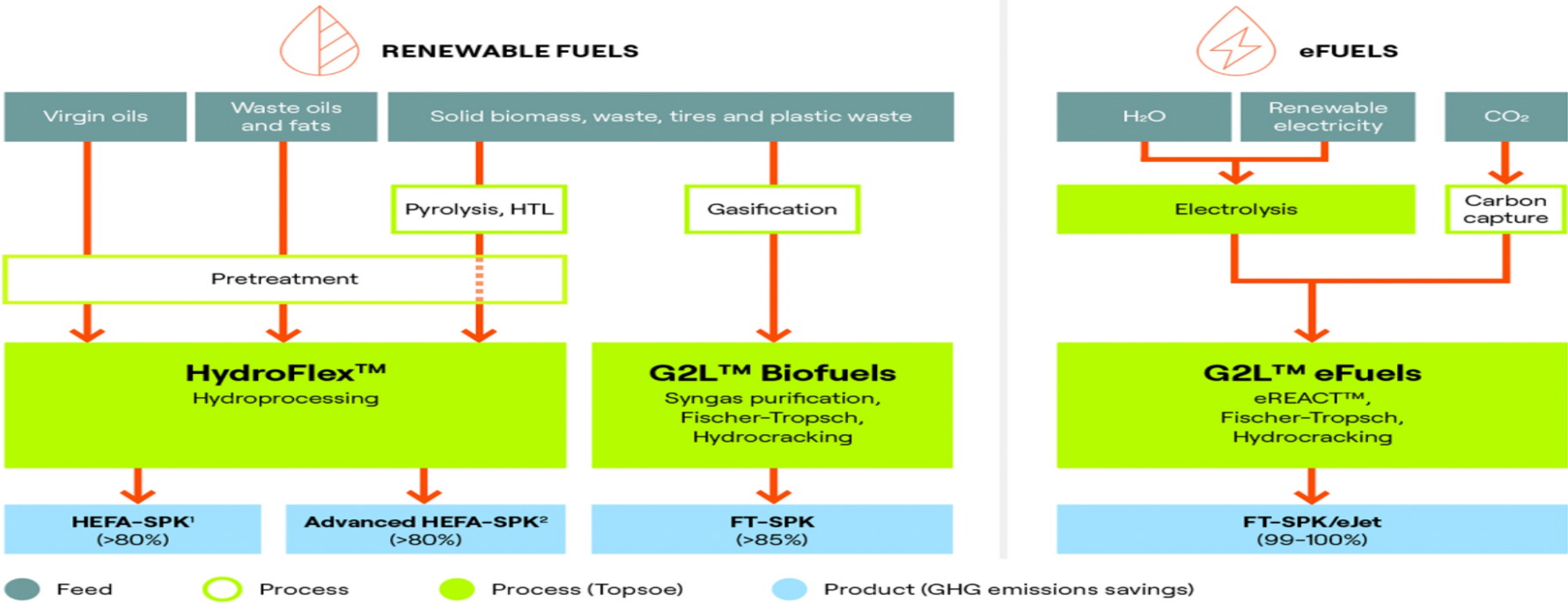


Notes: This map shows countries in the European Economic Area-EEA (in blue) and other countries sampled (in yellow). Treated routes are those flying *within* the EEA countries.

Fig. 2. Map with EEA countries and control countries.

# 2. UE: mandats de mixage SAF's – 2 types de SAF's

Source picture: Topsoe A/S



Origine Bio :

emissions net jusqu'à 80%, potentiel limité  
 Mais bon marché: +100% à + 300%

Origine E-fuels: Hydrogène+Carbone

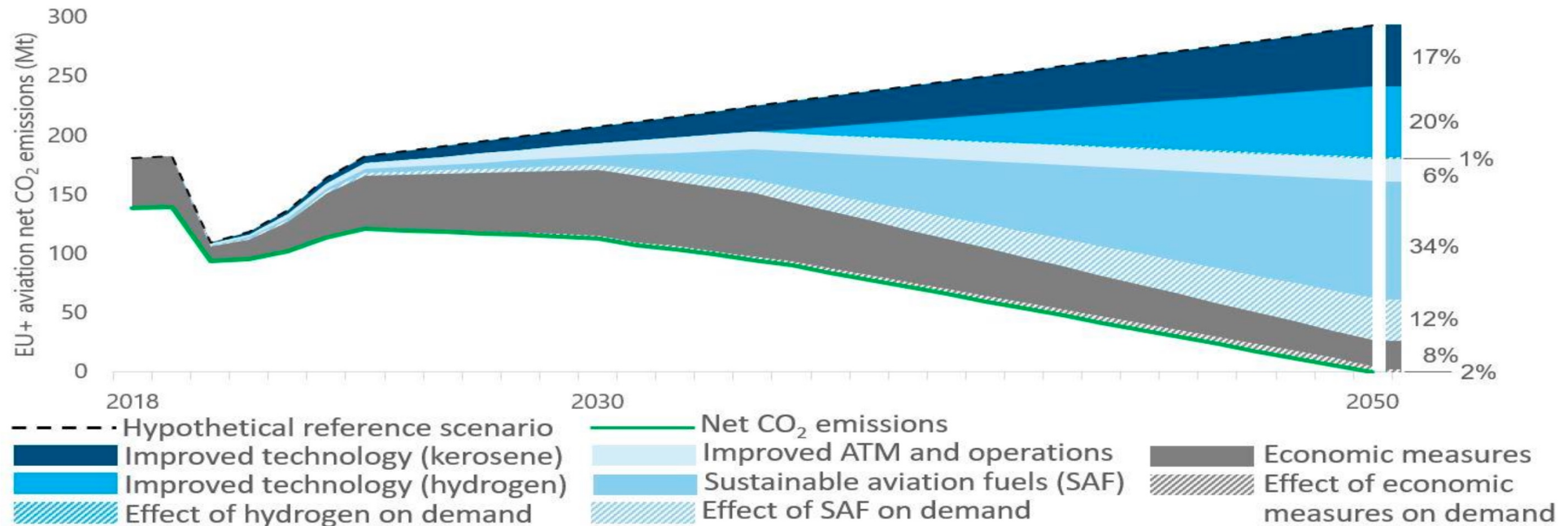
Emissions net 15%  
 Plus chère: +200% à +500%

Selon les consultants, le mandat de mixage nous mène à 0 emissions en 2050

## REDUCING CO2

### Decarbonisation Roadmap for European Aviation

All flights in scope



Source: Destination 2050.

## 2. UE: mandats de mixage PRO et CONTRA

- PRO

- « drop in » mixage accepté par les moteurs actuels
- Stimulent le développement des SAF's : le mandat de mixage impose que les vendeurs de combustible aerien subsidés la production de SAF
- C'est la seule façon d'arriver à 0 emissions pour le secteur aérien

- CONTRA

- Solution plus chère que l'achat de permis
- Les SAF sont comptés à 0 emissions mais il reste une emission nette (15 à 80%)
- 0 emissions pour le secteur de l'aviation n'est pas l'objectif – l'objectif est de réduire les émissions au niveau de l'UE à net 0
- Progrès technologique? Oui mais on a déjà expérimenté avec les mandats de mixage pour les carburants automobiles..(mixage de 5 à 10%)
- Les prix des permis négociables agissent comme prix de référence: SAF moins chères seront utilisés



# Pourquoi le secteur de l'aviation préfère des mixage a une tax carbone

elasticité demande combustible p.r. prix =-0.5 Additional coût de production additionel pour SAF est de =100%	18% mixage	Permit price or tax of 100 € =50,8% higher fuel price
reduction d'émission	-25,4%	-25,4%
prix du combustible	+18%	+50,8%
Surplus du consommateurs	-0,172	-0.44
Recettes	0	+0,38
Coût pour la société	0,17	0,06

FACTEUR 3



## 2. Comment l'aviation peut réduire ses émissions à l'intérieur de l'UE

- N'oublions pas l'objectif: réduire les émissions à 0 en 2050?
  - Non, l'objectif est de réduire les émissions totales à net 0 en 2050
- En utilisant
  - Moins de vols
  - Avions plus efficaces
  - Des combustibles moins intensifs en carbone
  - Compensation par des émissions négatifs (CCS etc. )
- Incitations
  - Prix des permis
  - Subsidés pour R&D

## 2 accords internationaux: Paris (2015) et CORSIA (2017)

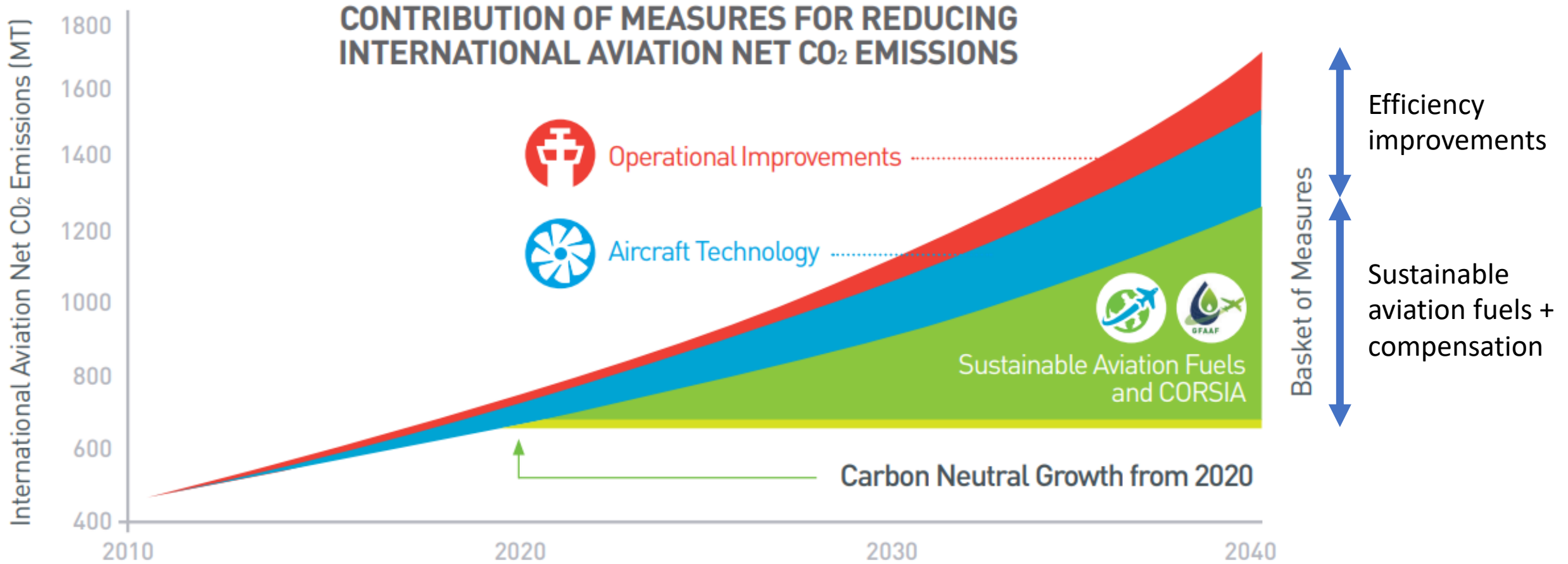
Emissions	Intra EU	EU vers Reste Du Monde (RDM)	RDM à RDM	Intra Rdm
Somme=100%	14%	<b>22%</b>	? <b>16%</b>	? 48%
Accord intern.	Paris	Corsia	Corsia	Paris
Instruments	Permis SAF (mandat de mixage)	Offsets SAF	Offsets SAF	....
Questions	SAF?	Offset? SAF?	...	
Problème restant	Emissions des gaz à effet de serre autre que le CO2			

SAF = Sustainable Aviation fuels = carburants d'aviation durable

### 3. CORSIA – accord international – effectif ?

- CORSIA accord: 2 signataires s'engagent à stabiliser les émissions de leurs vols bilatéraux
- “signé” par plus de 100 pays
- Accord du type Nations Unies sans sanction effective
- COMMENT les signataires peuvent stabiliser les émissions de leurs vols?
  - “Offsets”= Compensation par une réduction additionnelle des émissions dans un autre secteur
    - “additionnelle” pas encore promis dans le cadre de l'accord de Paris
    - Peut s'acheter au marché international à moins de 10 \$/ tonne de CO2
  - SAF's mais de pauvre qualité: un SAF avec un taux d'émission < 90% de celui de kerosène est accepté comme combustible à 0 émissions
- CONCLUSION: pas sérieux...L'UE doit encore décider sur sa position ...

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION view on HOW to stabilise emissions



ICAO – civil aviation forum (2018) “Corsia brochure”  
[https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure\\_8Panels-ENG-Web.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure_8Panels-ENG-Web.pdf)

## 4. Des avions plus efficaces: marché dominé par un duopole

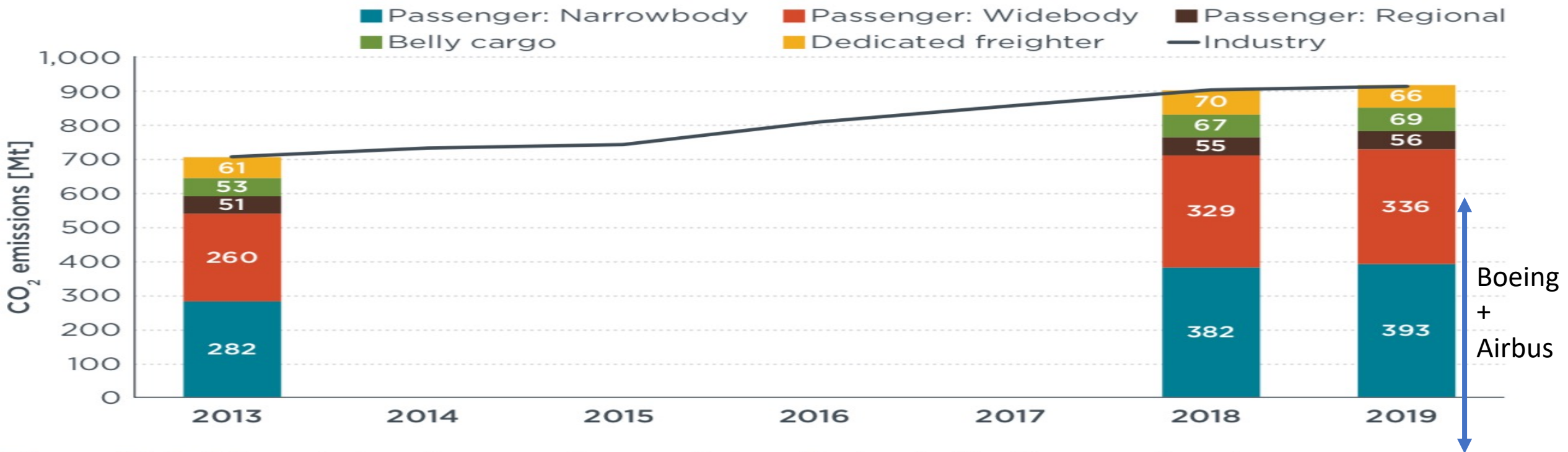
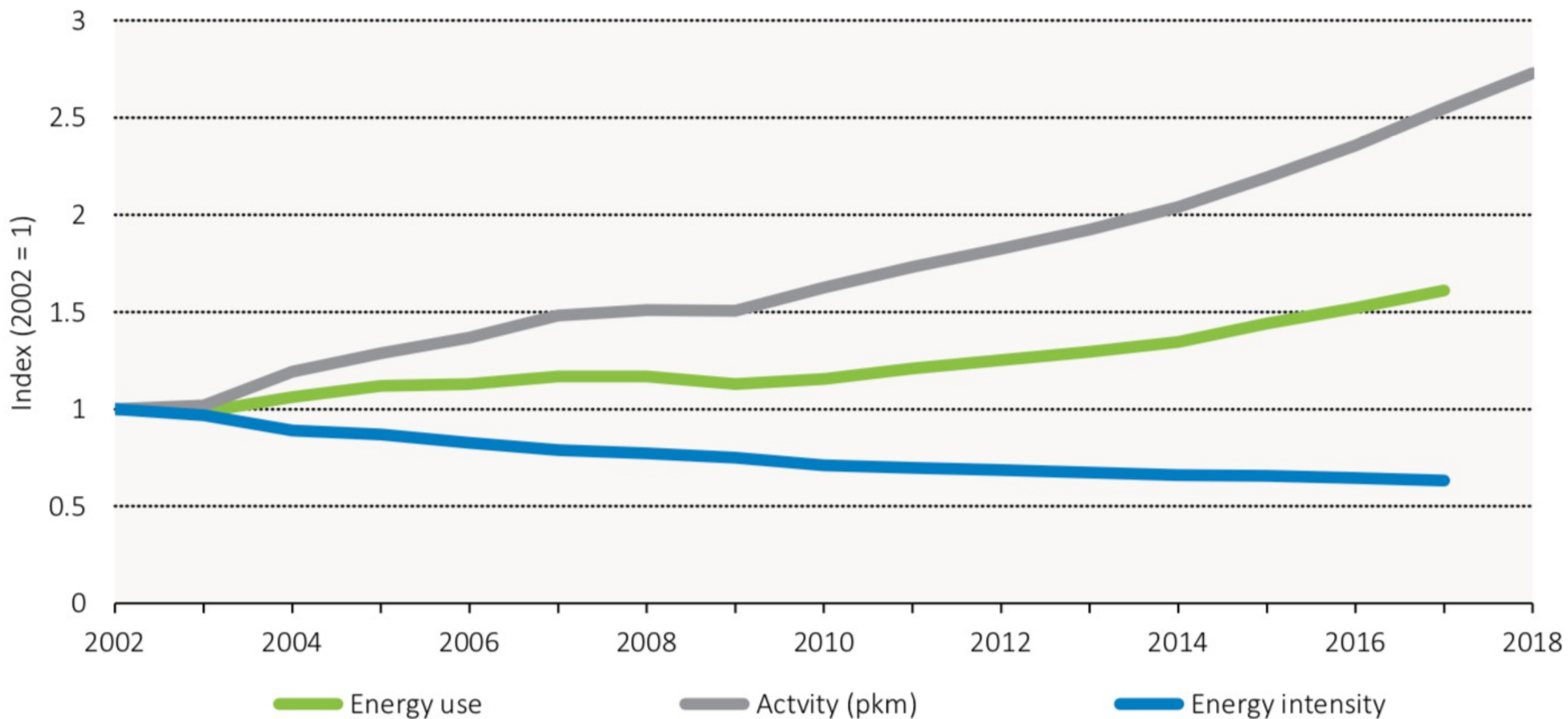


Figure ES-1. CO<sub>2</sub> emissions by operations and aircraft class in the three analyzed years.

- La production des grands avions est dans les mains de Boeing (45%) et Airbus (45%)
- Une norme d'efficacité énergétique (supporté par des subsides) peut être effective – mais si les EU font de même pour Boeing on peut être plus ambitieux
- Condition: l'effet rebond doit être limité par des prix carbone dans le monde

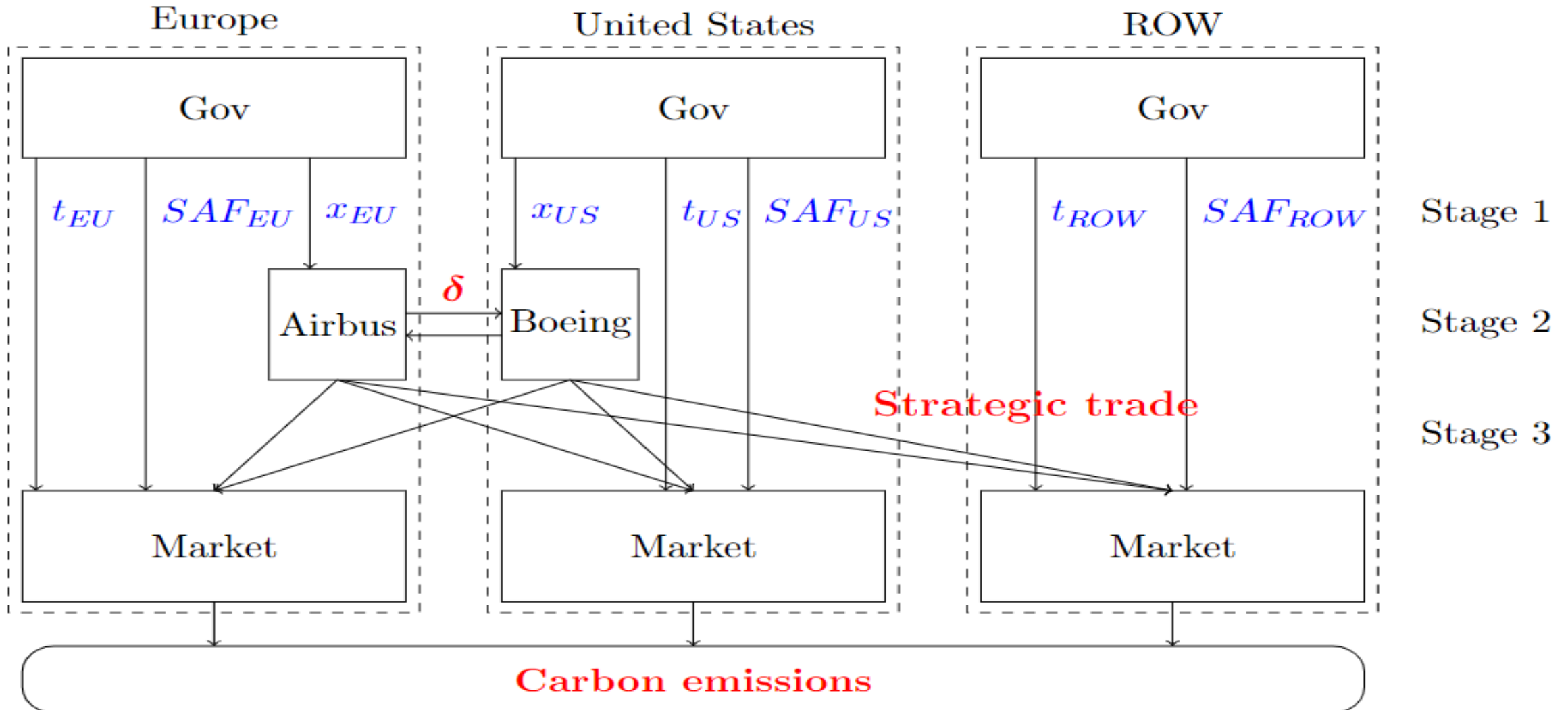
Figure 1. Change in energy use, activity and energy intensity of passenger air transport, 2002-18



Source: Adapted from IEA (2018a); IEA (2020a); ICAO (2019a).

$x$  = Investment in R&D  
 $T$  = permit price or tax

# World aviation model overview





# Model characteristics

- 3 regions (Europe, United States, and Rest of the World),
- 3 decision stages
  - Stage 1: government policy
  - Stage 2: producer R&D effort  $x$
  - Stage 3: producer output
  - Competitive air transport markets buy aircrafts
- 3 inefficiencies in red (R&D spillovers  $\delta$ , strategic trade, and externality of carbon emissions)
- 8 policy instruments in blue: 3 taxes, 3 SAF blending rates, 2 efficiency standards.

# Conclusion sur la politique climatique

- Sélectionner la politique la moins chère
  - Permis négociables au niveau de L'UE
  - Permet à la politique climatique d'être crédible à long terme
  - Basé sur une bonne analyse ex ante
- La politique climatique exige surtout des meilleures technologies et un peu de meilleur comportement
  - Le coût de combustible n'est souvent qu'un tiers du coût total
  - Le transport routier et l'aviation ont une faible élasticité de prix
- Emissions mondiales sont 9 fois plus importants que les émissions de l'UE
  - Un comportement exemplaire de l'UE n'est pas nécessairement suivi mais exporter des meilleures technologies reste une option importante

# Material used

## Overall EU policy in transport sector

Ovaere, M., & Proost, S. (2022). Cost-effective reduction of fossil energy use in the European transport sector : An assessment of the Fit for 55 Package. *Energy Policy* 168, 113085, Elsevier ScienceDirect, 1-11. doi:[10.1016/j.enpol.2022.113085](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113085)

## On Cars

Grigolon, L., Reynaert, M., Verboven, F., 2018. Consumer Valuation of Fuel Costs and tax policy: evidence from the European car market. *Am. Econ. J Econ. Pol.* 10 (3), 193–225.

Reynaert, M., 2021. Abatement strategies and the cost of environmental regulation: emission standards on the European car market. *Rev. Econ. Stud.* 88 (1), 454–488. January 202

Littlejohn, C., Proost, S. (2022). What role for electric vehicles in the decarbonization of the car transport sector in Europe? *Economics of transportation*, 32, 100283

Wangsness, P.B., Proost, S., Rødseth, K.L. (2020). Vehicle choices and urban transport externalities. Are Norwegian policy makers getting it right? *Transportation Research Part D-Transport And Environment*, 86, Art.No. 1. doi: 10.1016/j.trd.2020.102384

## On Trucks

Borjesson M., Proost S. (2023), How to introduce electric trucks in the EU when battery development is uncertain, Discussion Paper

## On Aviation

Fageda, X., Teixidó, J.J., 2022. Pricing carbon in the aviation sector: evidence from the European emissions trading system. *J. Environ. Econ.Manag.* 111

Proost S. (2023) Looking for winning policies to address the climate issue in EU aviation (working paper) MAIN TEXT

# What is European Emission Trading system?

- It is a global bubble for emissions of 3 sectors: electricity generation, industry and intra-EU aviation that decreases progressively to net ZERO
- Emission permits are partly grandfathered (distributed for free in function of past emissions)
- Emission permits are tradeable (among sectors) and are bankable (can be used in later periods)
- Emitters with emission abatement costs lower than permit price will sell to high cost emitters
- Equilibrium price signals the marginal abatement cost in the three sectors

# What is the current cost of reducing carbon or the “price” of carbon?

- Emissions of CO<sub>2</sub> proportional to the use of oil products (and fossil fuels)
- (Consumer price - Producer price) of oil products gives the implicit tax on CO<sub>2</sub> emissions
  - Whether it is called carbon tax or not, it acts as an implicit carbon tax
  - This is not well understood: several countries add a “carbon tax” to the consumer price of gasoline that already has a high implicit carbon tax
- Implicit tax on CO<sub>2</sub> has double effect:
  - Makes users think about whether to drive, fly, what car to buy etc.
  - Makes producers of transport equipment think about developing more efficient equipment
  - This assumes that consumers and producers behave rationally
    - For economists: a reasonable assumption corroborated by revealed preference studies

# Optimal phasing in of distance taxes

Reform A – minimal

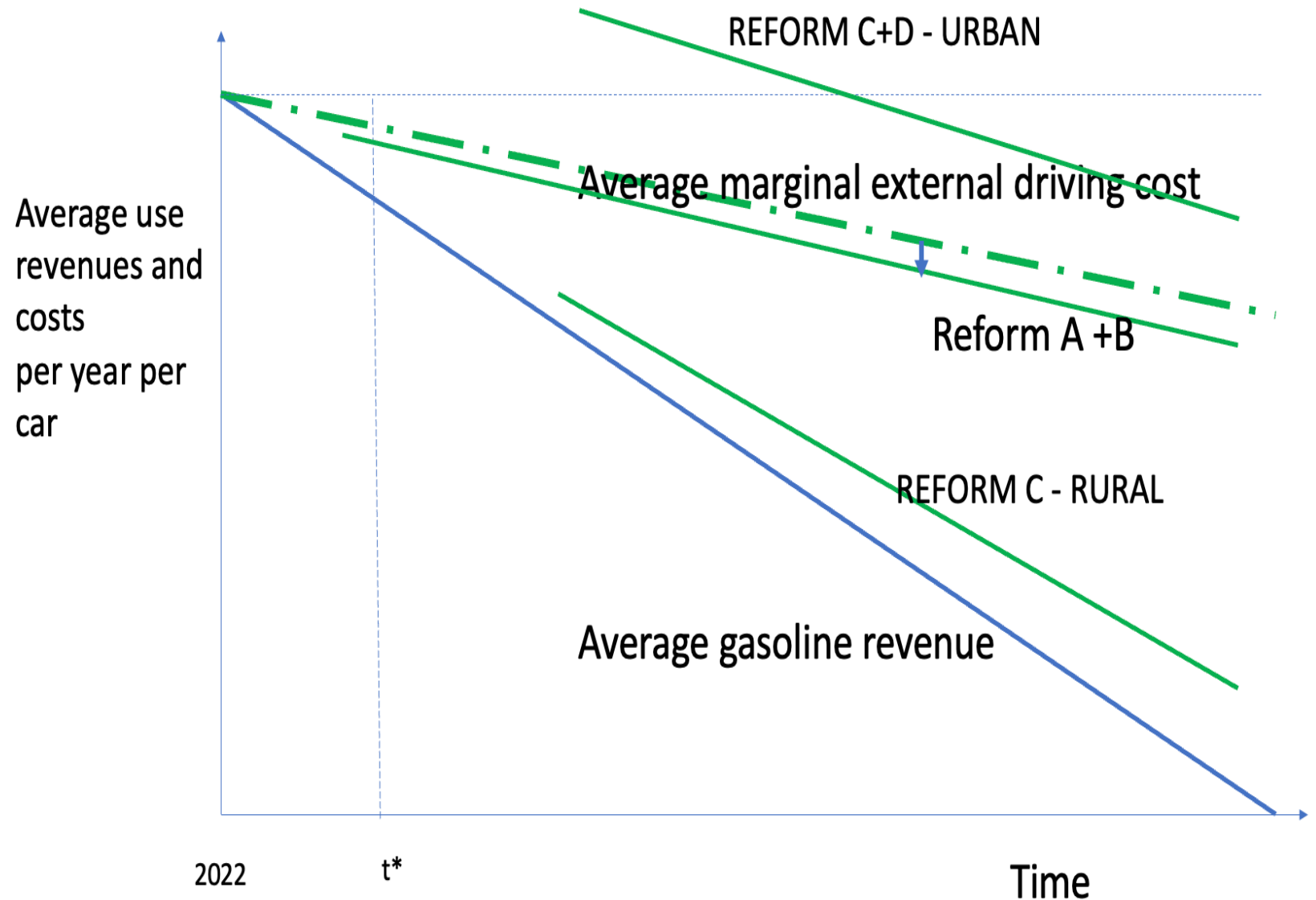
Charge only the EV and Hybrids –

Reform B – distance tax for all Cars

Reform C – regional differentiation and decentralisation of distance tax

Fossil fuel tax at level of carbon tax

Reform D – distance tax differentiated in function of congestion



# Optimal phasing in of distance taxes

Reform A – minimal

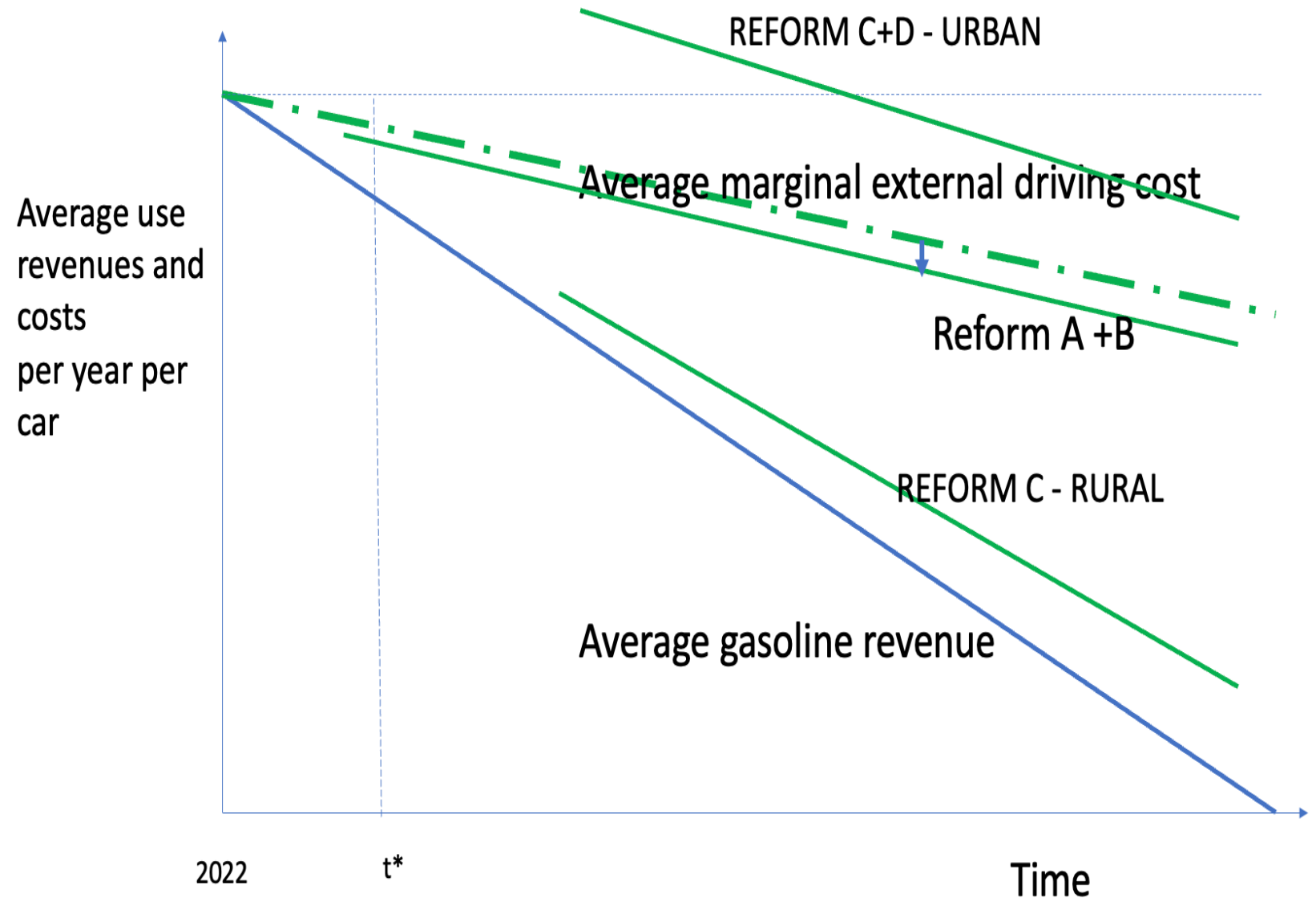
Charge only the EV and Hybrids –

Reform B – distance tax for all Cars

Reform C – regional differentiation and decentralisation of distance tax

Fossil fuel tax at level of carbon tax

Reform D – distance tax differentiated in function of congestion

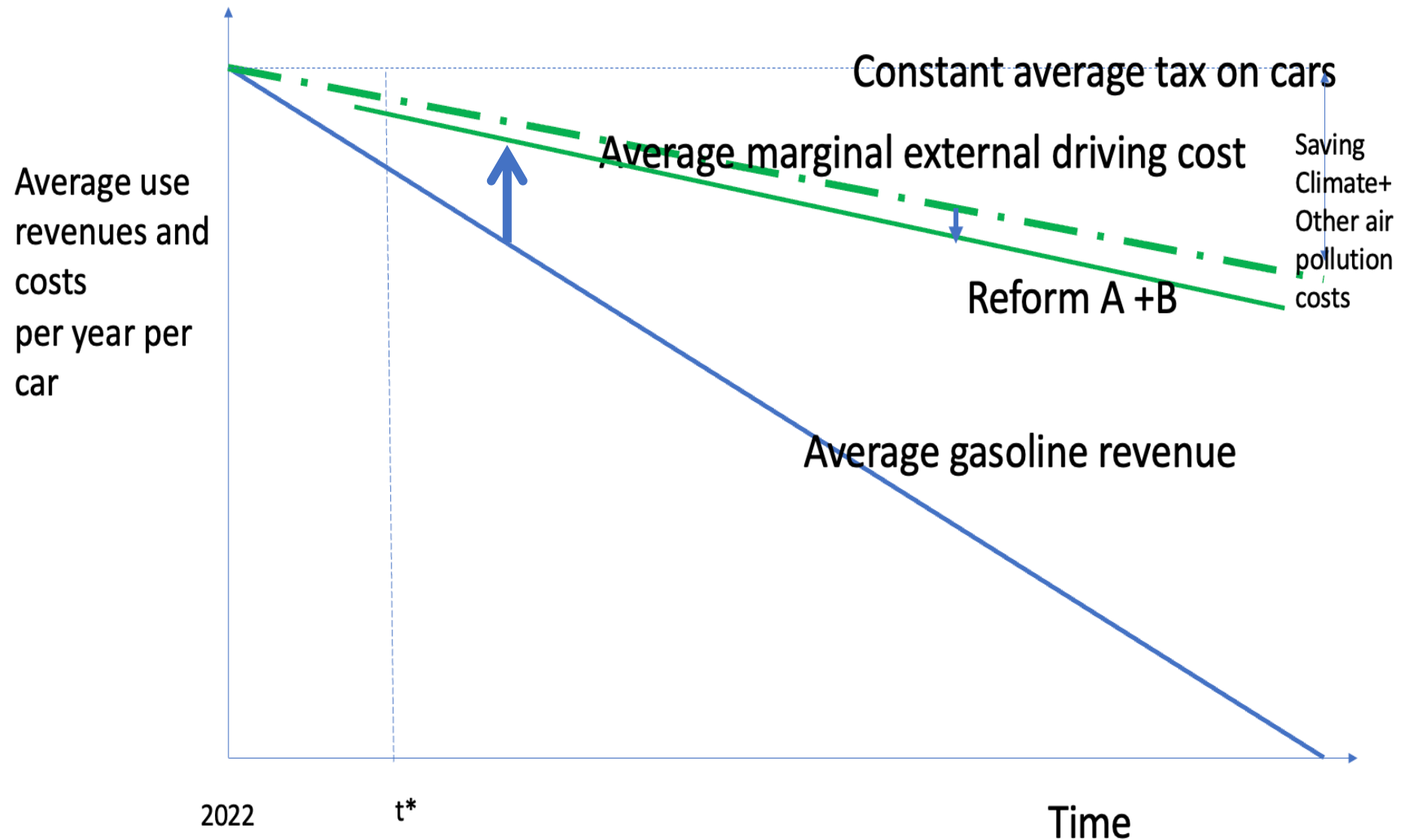


# Introduction de taxes au kilometre en 4 étapes

Réforme A –  
Taxer les VE – ceci force  
les autorités à définir les  
coûts externes autres que  
le dommage climatique  
**(perte pour les VE)**

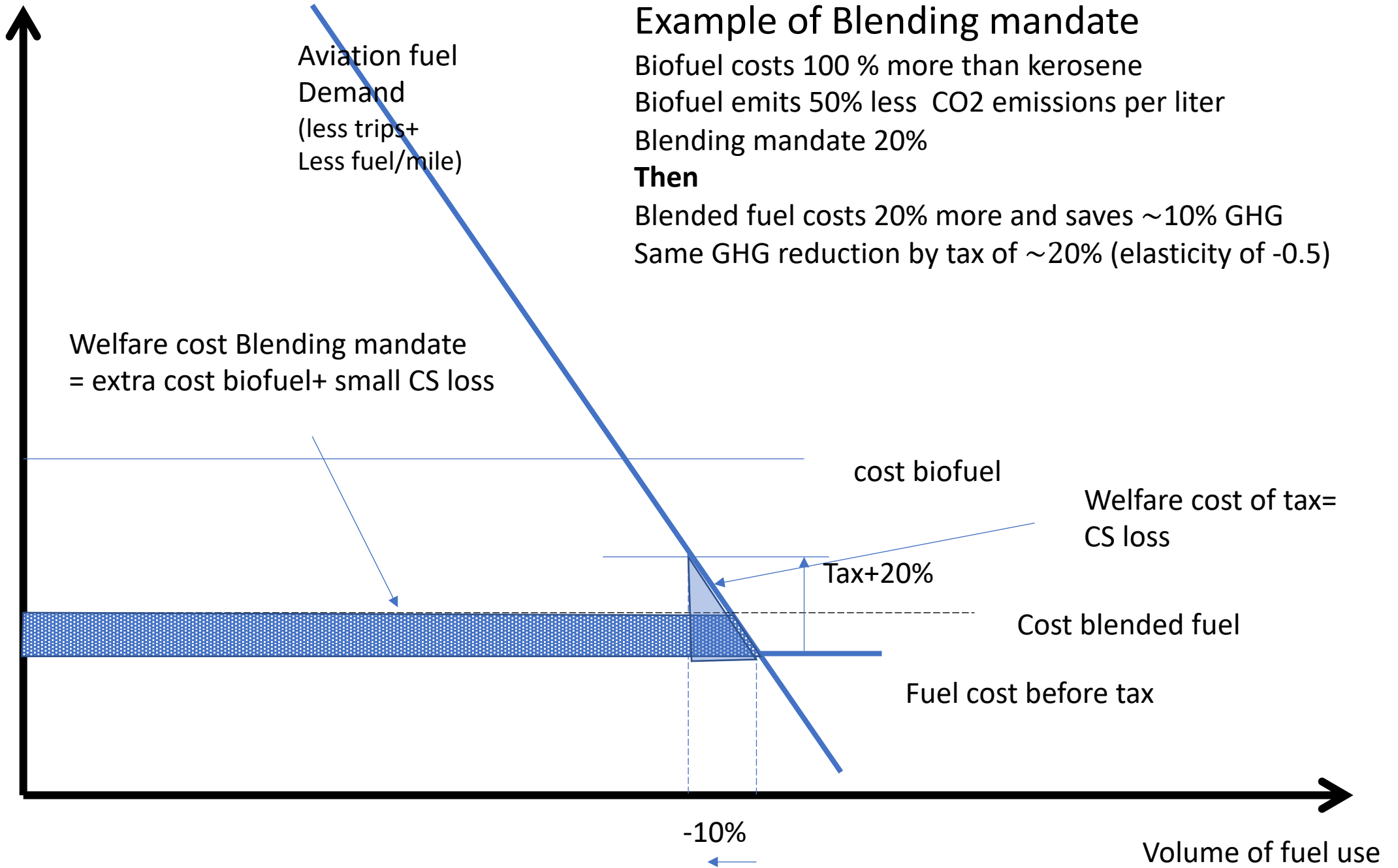
Réforme B – taxe  
kilométrique pour toutes  
les voitures pour les  
coutes externes non  
associés à l'utilisation des  
combustibles fossiles  
Remplace une partie des  
accises (la partie > 100  
€tonne)

Acceptabilité ok mais  
attendre est couteux





Price of Aviation fuel



## Derivation of the relative cost-efficiency expressions for SAF blending policies

.Setting initial fuel quantity for aviation  $q^0=1$  and kerosene fuel price  $p_e=1$ , a price elasticity of fuel demand (in absolute value)  $\epsilon$  (sum of flight volume reduction effects and more efficient airplane effects) and using an additional cost of SAF of  $n$ , a relative emission of carbon of  $\beta(<1)$  for SAF, we have for a blending rate  $l_m$ :

The price of blended fuel becomes

$$p = (1 - l_m)p_e + l_m(1 + n)p_e = (1 + l_m n) p^0 \quad \text{A.9}$$

The emission reduction of the blending mandate consists of two parts. First via reduction of kerosene consumption that results from the price increase  $= \epsilon l_m n$

And second via the use of biofuels with relative emission  $\beta$  equals the share of biofuels times the emission reduction per unit of fuel times the remaining fuel use  $= l_m (1-\beta)(1-\epsilon l_m n)$

The same total reduction of emissions by a simple fuel tax or permit price on non-blended kerosene requires a fuel tax  $t^*$  of

$$t^* = (1/\epsilon)\{\epsilon l_m n + l_m(1 - \beta)(1 - \epsilon l_m n)\} \quad \text{A.10}$$

The welfare cost of the reduction of emissions via a blending mandate equals consumer surplus loss due to higher fuel cost

$$(1 - 0,5 \epsilon l_m n) l_m n \quad \text{A.11}$$

While the welfare cost of a fuel tax achieving the same reduction of emissions

$$0,4 t^{*2} \quad \text{A.12}$$

# More efficient aircrafts: insights

- *A unilateral efficiency standard (EU imposes fuel efficiency and subsidizes R&D for fuel efficiency) can be useful as indirect instrument to reduce aviation emissions in the WORLD if the rebound effect is limited.*
- *Rebound effect can be limited if the ROW has a reasonable carbon permit price*