

Webinaire sectoriel
13 décembre 2021

**TRANSITION(S)
2050**
CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

**Mobilité des voyageurs et
Transports de marchandises**





**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Programme du webinaire

14h : Accueil et introduction

14h10-16h : Présentation et échanges

- 1) Le projet et les 4 scénarios
- 2) Principales hypothèses et bilan énergétique
- 3) Résultats sur les émissions et analyse
- 4) Enseignements clés et échanges



Poser les questions dans le **Q&R**

Téléchargez sur
transitions2050.ademe.fr

Le rapport

[687 pages]



La synthèse

[44 pages]



Le résumé exécutif

[12 pages]



1. Le projet et les 4 scénarios

4 SCÉNARIOS POUR ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE



Transition(s) 2050



Objectifs

- ❑ Illustrer le **champ des possibles à long terme** pour atteindre la « neutralité carbone » et en explorer les diverses implications
- ❑ Eclairer les **décisions incontournables à court et moyen terme**

Cadrage global

- ❑ **4 scénarios** contrastés de **neutralité carbone** en France à l'horizon 2050
- ❑ Scénarios **énergie**, **climat** (émissions, capture de CO₂, adaptation), **ressources** et **pollutions** (matières, biomasse, biodiversité, sols, pollution de l'air), **économie** (modélisation, investissements, emploi filières), **modes de vie**
- ❑ **Visions contrastées** sur le contexte économique, les évolutions technologiques, les territoires, les modes de vie, la gouvernance

Récits des scénarios



S1 GÉNÉRATION FRUGALE

Frugalité contrainte

Villes moyennes
et zones rurales

Low-tech

Rénovation massive

Nouveaux indicateurs
de prospérité

Localisme

3x moins de viande



S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

Modes de vie soutenables

Économie du partage

Gouvernance ouverte

Mobilité maîtrisée

Fiscalité environnementale

Coopérations entre territoires

Réindustrialisation ciblée



S3 TECHNOLOGIES VERTES

Technologies de décarbonation

Biomasse exploitée

Hydrogène

Consumérisme vert

Régulation minimale

Métropoles

Déconstruction / reconstruction



S4 PARI RÉPARATEUR

Consommation de masse

Étalement urbain

Technologies incertaines

Économie mondialisée

Intelligence artificielle

Captage du CO₂ dans l'air

Agriculture intensive

Mobilités - Les 5 leviers d'action



Récits mobilités



S1 GÉNÉRATION FRUGALE

Démobilité

Mobilité solidaire
et entraide

Ralentissement

Ressources locales

Baisse de l'aérien, de la
voiture, des poids lourds

Relocalisation

Mobilité low-tech



S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

Proximité

Réduction des externalités

Mobilités actives et partagées

Diversification énergétique

Véhicules intermédiaires entre
le vélo et la voiture

Report modal

Fiscalité redistributive



S3 TECHNOLOGIES VERTES

Technologies de décarbonation

Investissements et
incitations de l'Etat

Autoroutes électriques

Electricité et H₂

Efficacité énergétique

Métropolisation

Massification des transports



S4 PARI RÉPARATEUR

Recherche de vitesse

Electrique

Nouvelles technologies, innovation

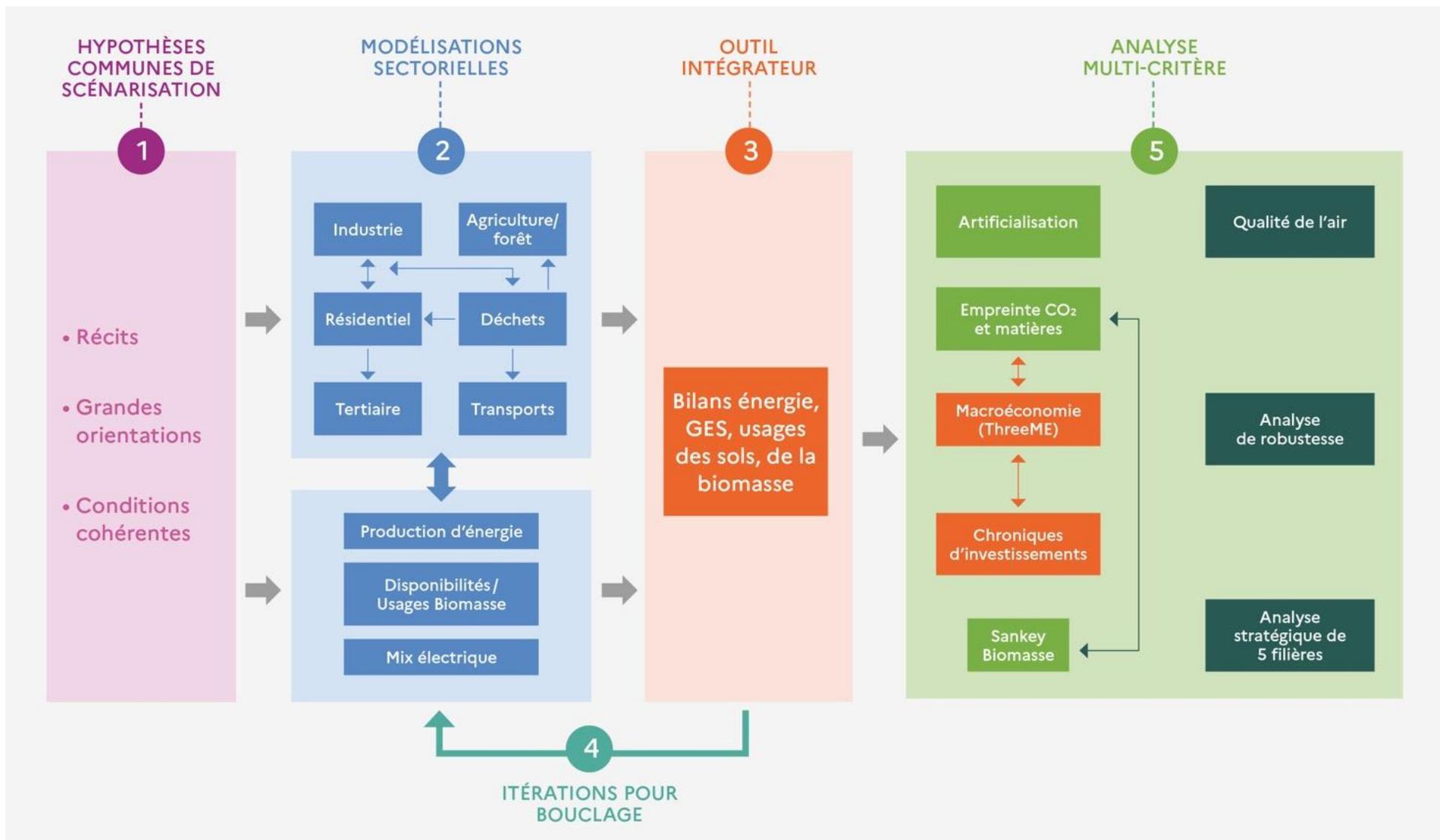
Mondialisation, multinationales

E-commerce

Véhicules autonomes

Outils numériques

Méthode de travail



Méthodologie et quantifications sur les transports

Périmètre

- ❑ **Temporel** : surtout 2015, 2030, 2050
- ❑ **Géographique** : territorial, aussi quantifications sur l'international
- ❑ **Emissions** : directes pour le secteur des transports

Éléments pris en compte dans les analyses

- ❑ **Récits** contrastés des 4 scénarios
- ❑ **Tendances** passées et récentes
- ❑ **Etudes** existantes / bibliographie
- ❑ **Exemples** étrangers et en France

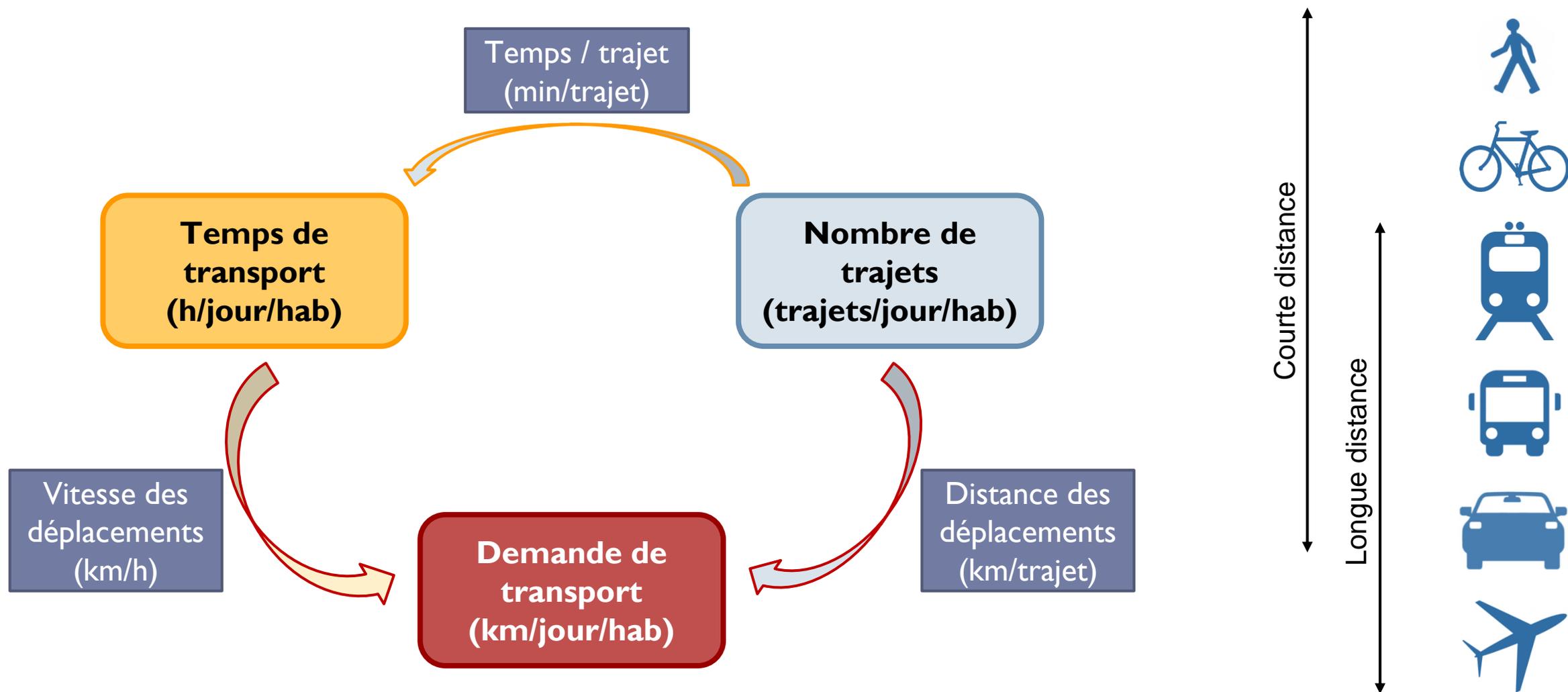
| Demande de transport | Report modal | Taux de remplissage | Efficacité énergétique | Intensité carbone | Autres |
|------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Distances parcourues | Marche | Covoiturage | Technologies moteurs | Thermique / pétrole | Récits globaux |
| Vitesse des déplacements | EDPM* | Autopartage | Hybridation / électrification | Electrique | Ce qui guide l'action |
| Temps de transport | Vélo | Remplissage PL* | Type et poids de véhicules | Hydrogène | Temporalités |
| Demande marchandises | 2RM* | | Modes intermédiaires | Gaz / biogaz | Principales innovations |
| Organisation logistique, entrepôts | Voiture | | Vitesse sur les routes | Biocarburants | Principaux acteurs |
| Aménagement du territoire | Bus et cars | | Écoconduite | | Princ. politiques publiques |
| Aménagement de la ville | Ferroviaire | | | | Mobilité autonome |
| Comportements d'achats | Aérien | | | | Mobilité inclusive |
| Tourisme | Poids-lourds | | | Résilience et adaptation | |
| Economie | VUL* | | | Tendances liées au Covid | |
| Relation au travail, télétravail | Fret ferroviaire | | | | |
| Investissements, infrastructures | Fluvial | | | | |

* EDPM : engins de déplacement personnels motorisés ; 2RM : 2-roues motorisés ;
PL : poids lourds ; VUL : véhicules utilitaires légers

2. Principales hypothèses et bilan énergétique



Evolution de la demande voyageurs – Méthode

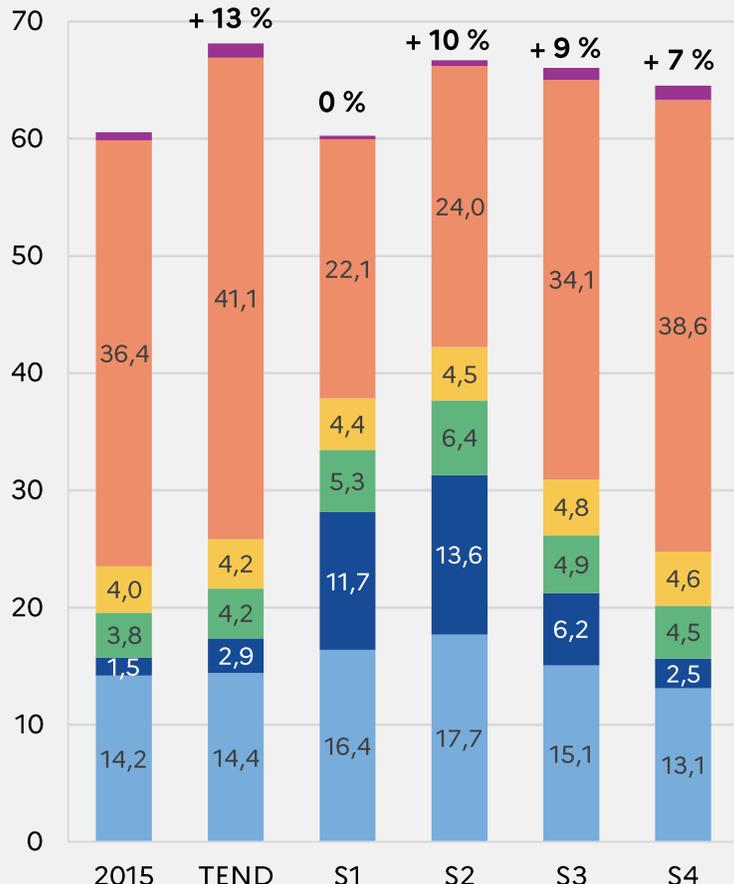


Evolution de la demande voyageurs d'ici 2050

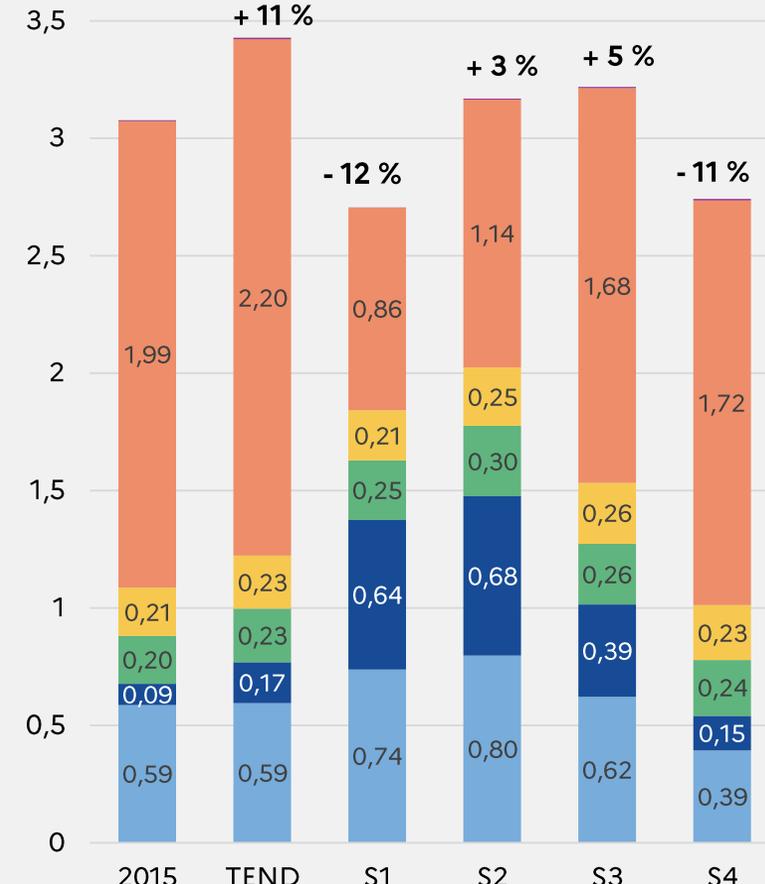
Distances en km par jour et par personne



Temps de déplacement en min/jour/personne



Nombre de trajets par jour et par personne



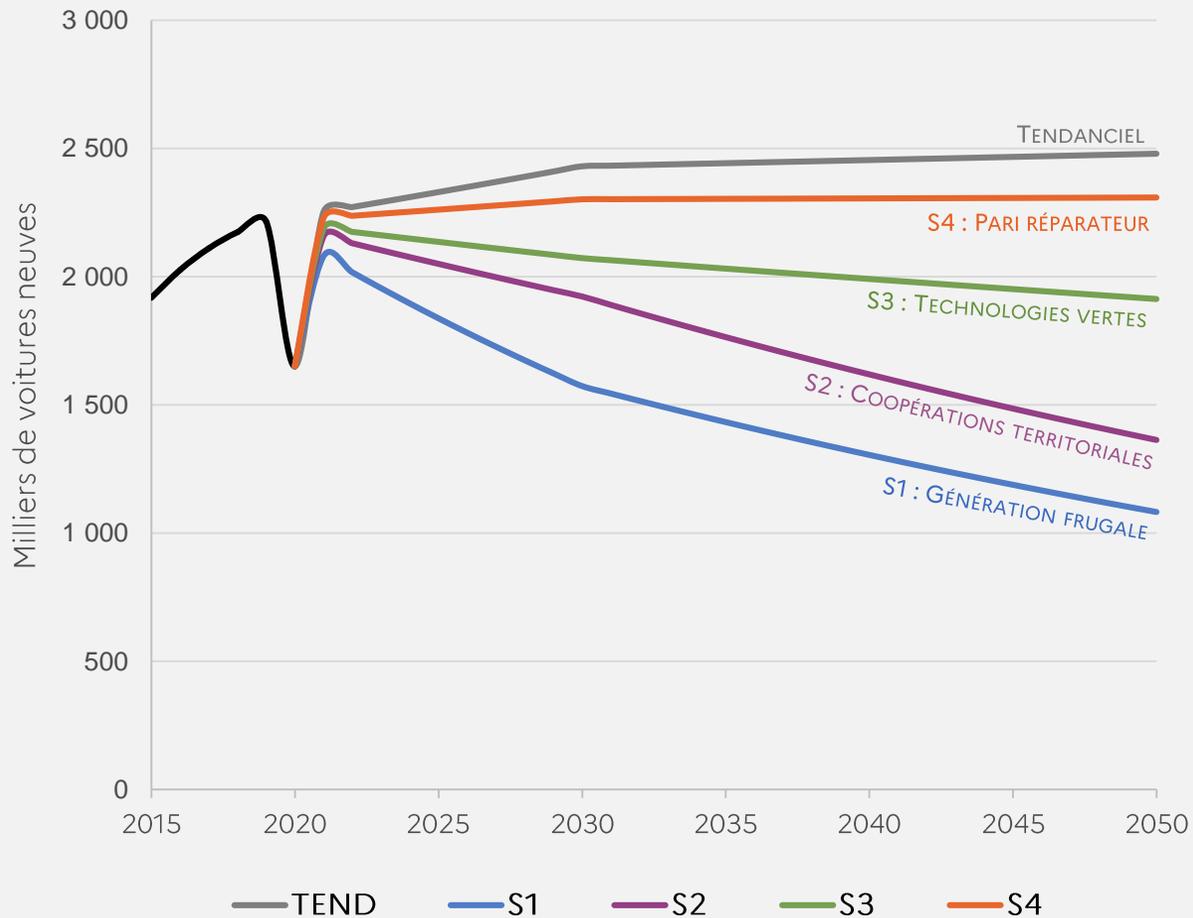
Marche Vélo Train Bus et car Voiture et 2RM Avion

2RM = deux-roues motorisés

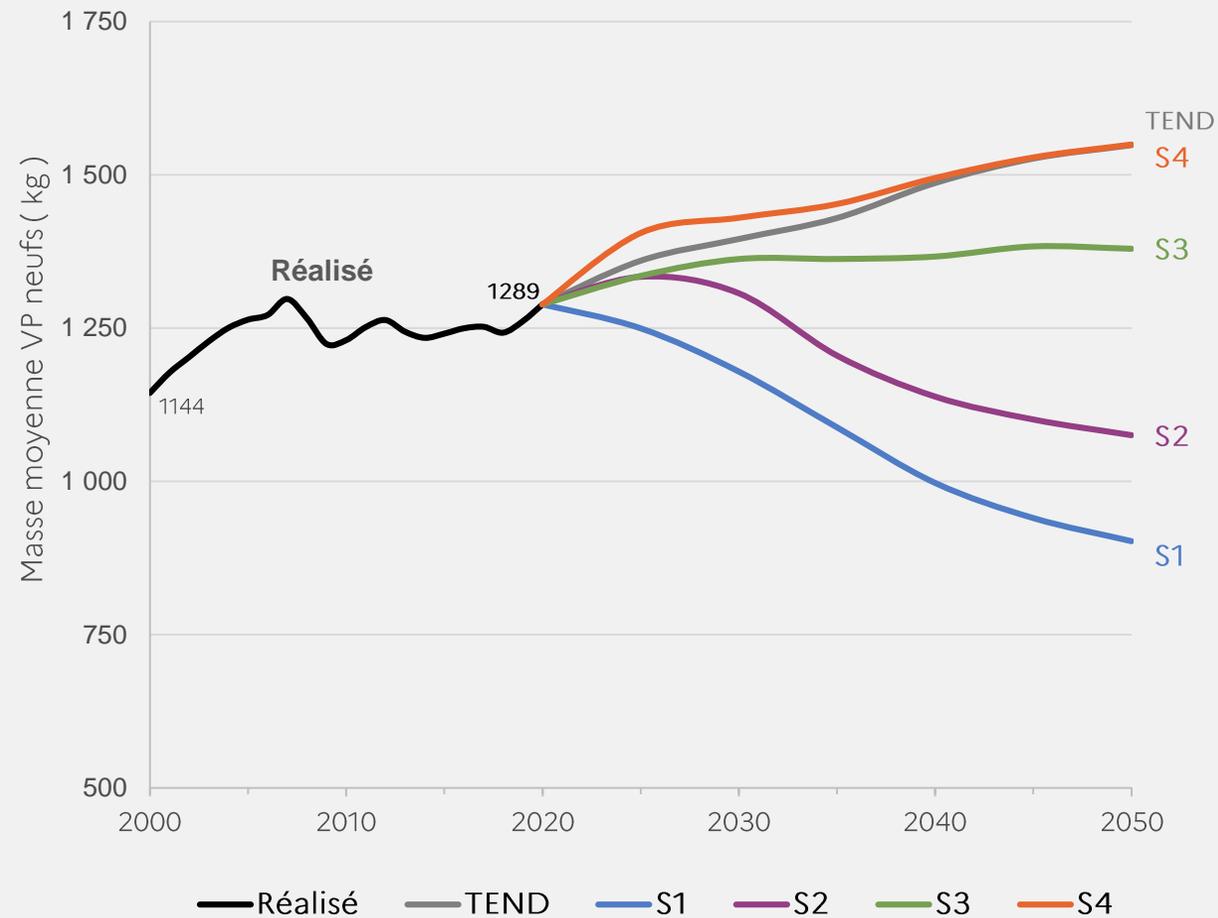


Evolution des immatriculations et des masses moyennes des voitures neuves

Ventes de voitures neuves

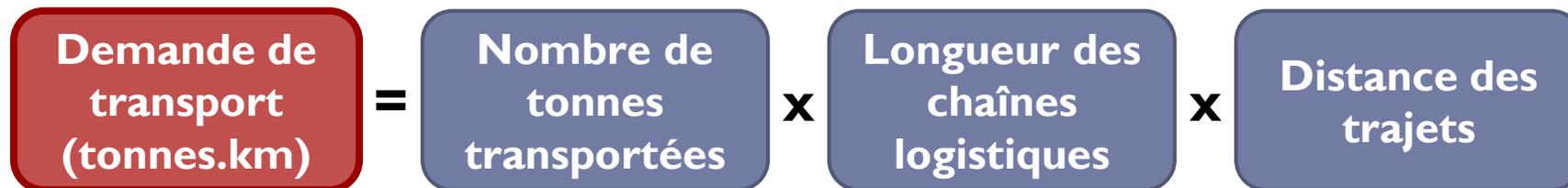


Masses moyennes des voitures neuves



Evolution de la demande marchandises : Méthode

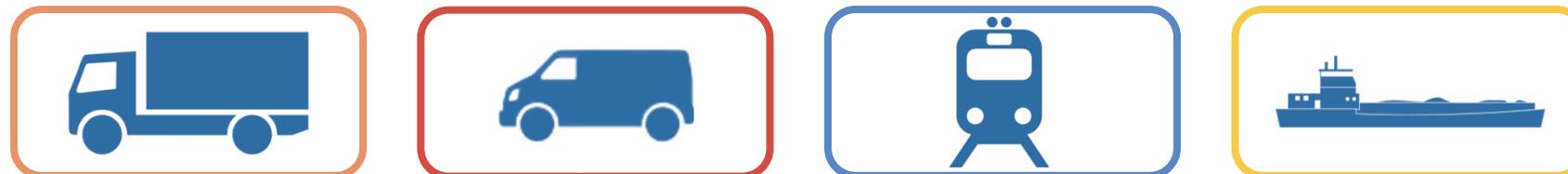
3 variables :



4 catégories :

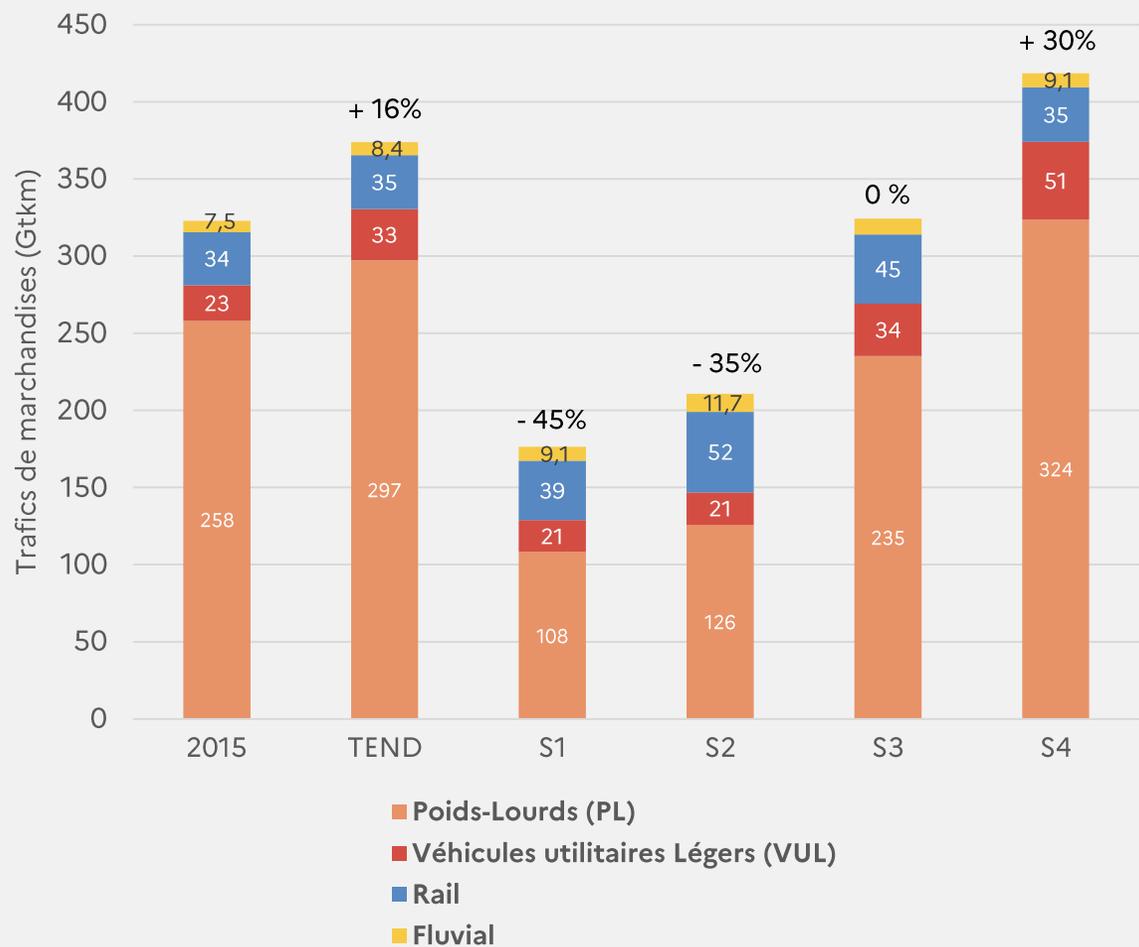


4 modes :

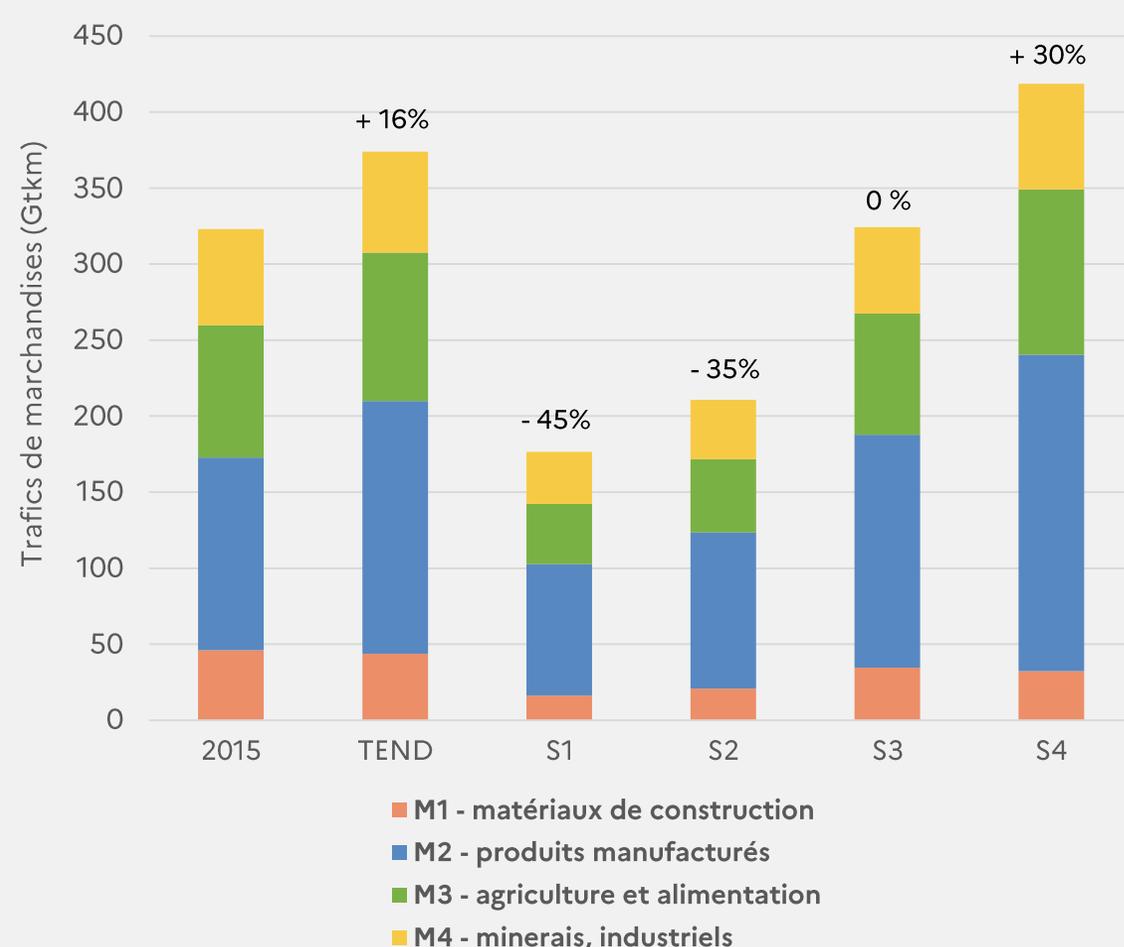


Evolution de la demande marchandises

Trafics par mode de transport



Trafics par catégorie de marchandises



Evolution des motorisations : récits



TENDANCIEL

S1 GÉNÉRATION FRUGALE

S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

S3 TECHNOLOGIES VERTES

S4 PARI RÉPARATEUR

Motorisations

Passage contraint à l'électrification

Appui sur solutions existantes
Electricité pour la courte distance

Usages de l'ensemble des vecteurs décarbonés disponibles et adéquation aux situations locales

Décarbonation qui s'appuie fortement sur l'électricité et l'H₂

Domination de la traction électrique
Autres vecteurs peu sollicités

Replis thermique pétrole

★★

★★

★★★

★★★

★★★

Electrique



★★★

★★

★★★

★★★★

★★★★

Hydrogène



★

★★★

★★

★

Gaz / biogaz



★

★

★★★

★★

★

Biocarburants



★★

★

★★★

★★★★

★★

Construction des mix énergétiques - Méthode

Définir pour l'année N, la part des vecteurs énergétiques utilisés pour l'usage d'un mode donné

Hypothèses de mix énergétique à pas de 5 ans

6 modes voyageurs



et 5 modes marchandises



7 familles de vecteurs énergétiques

| Modes Vecteurs | VP | 2RM | Bus / Cars | Train | Aérien | VUL | PL | Fluvial | Maritime |
|----------------|----|-----|------------|-------|--------|-----|----|---------|----------|
| Essence | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | |
| Diesel | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Gaz | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Fioul L | | | | | | | | | ✓ |
| Kérosène | | | | | ✓ | | | | |
| Electricité | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Hydrogène | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |

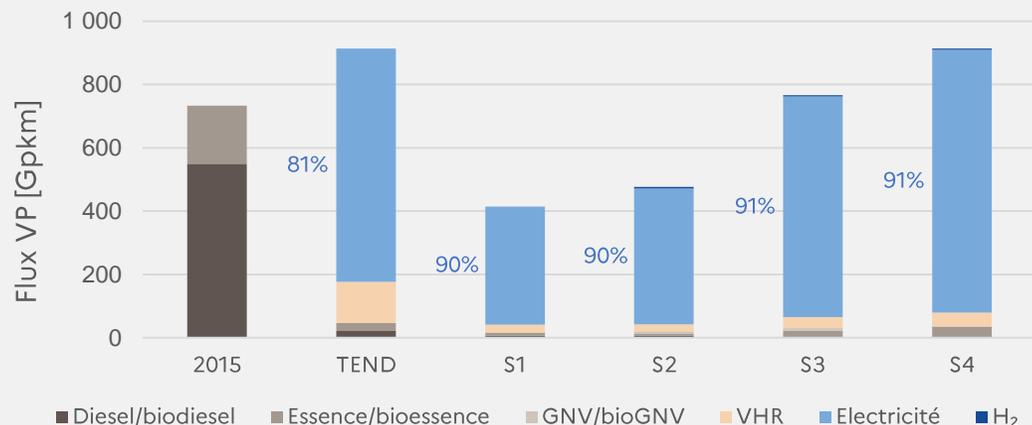


3 modes approfondis : VP, VUL et PL

- Diffusion des technologies à pas annuel
- Construction d'un parc (ventes, survie)
- Hypothèses d'usage (km/an)

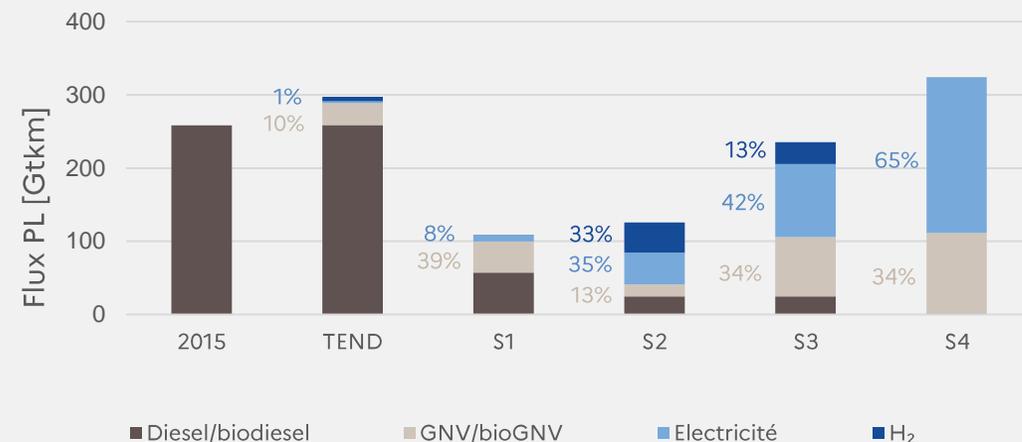
Hypothèses de mix énergétique - Voyageurs et marchandises

Mix énergétique et part de l'électricité pour les voitures particulières dans les différents scénarios en 2050

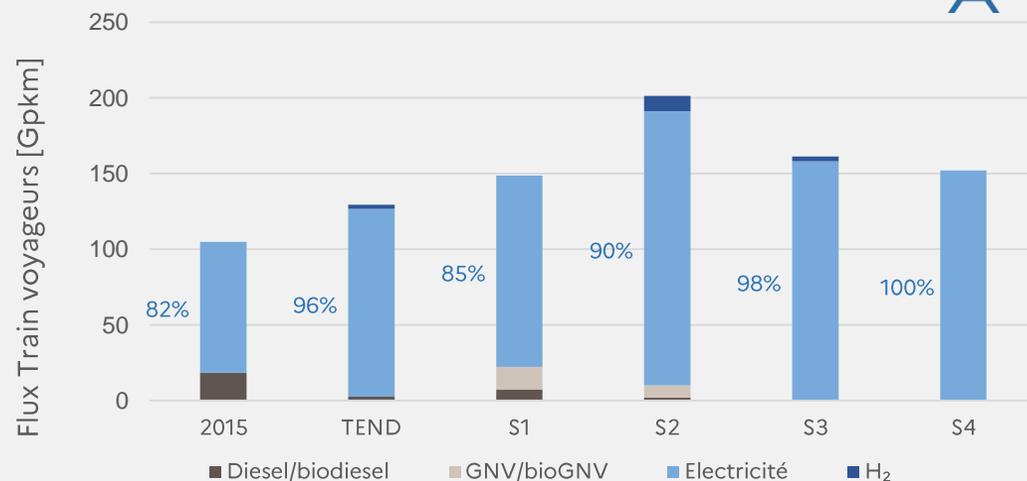


VHR : véhicules hybrides rechargeables

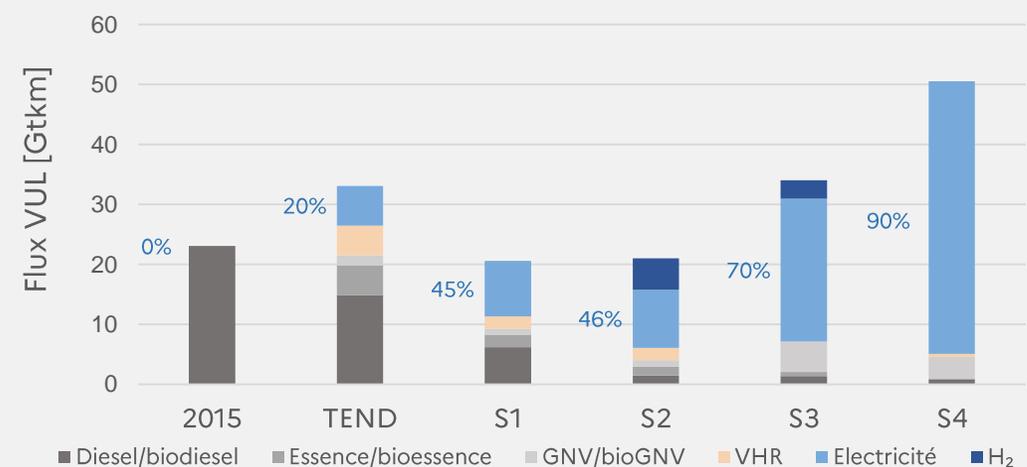
Mix énergétique et part de l'électricité, du gaz et de l'H2 pour le transport de marchandises par les poids lourds dans les différents scénarios en 2050



Mix énergétique et part de l'électricité pour la mobilité par train dans les différents scénarios en 2050

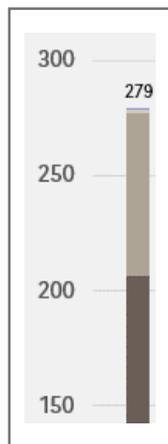


Mix énergétique et part de l'électricité pour le transport de marchandises par VUL dans les différents scénarios en 2050

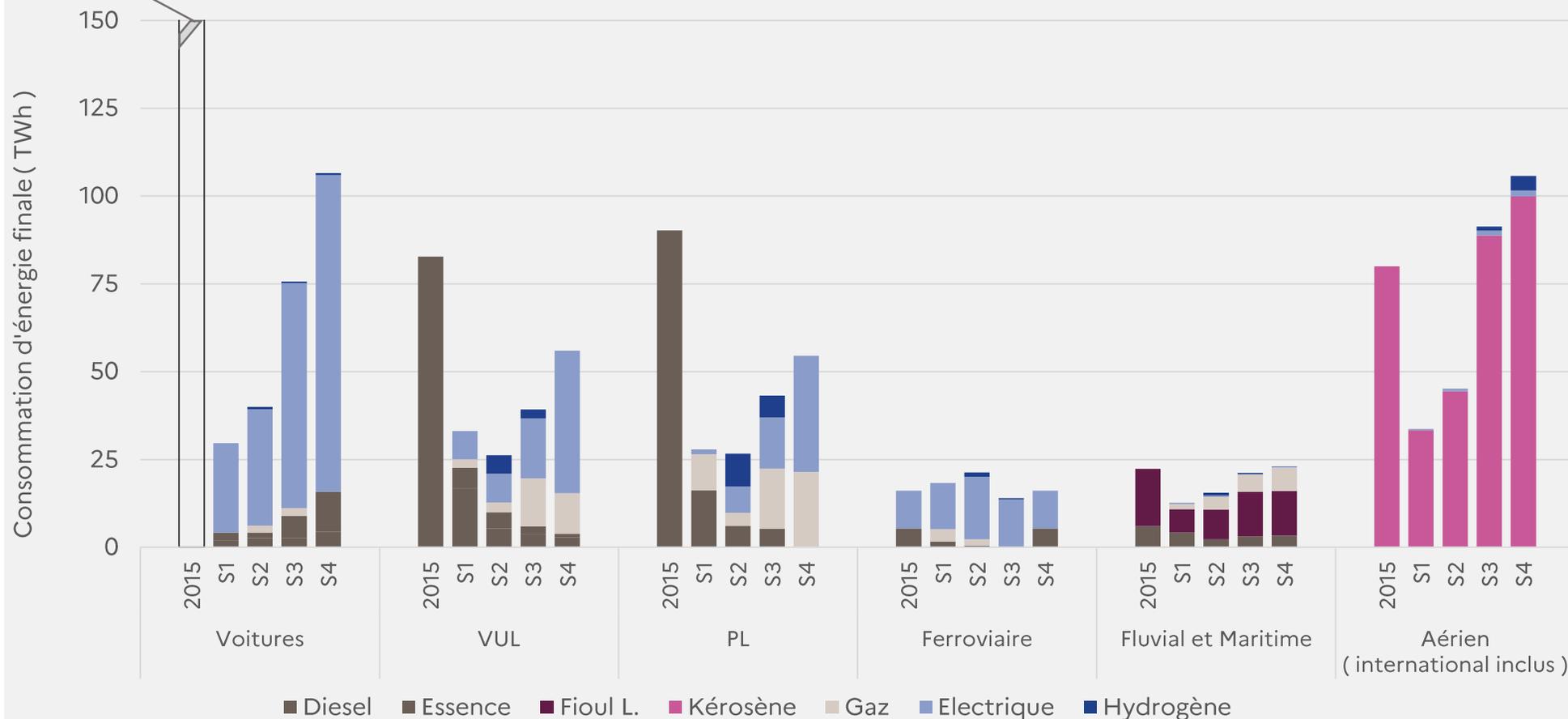


Détail de la demande énergétique par mode

Structure de la demande énergétique par mode de transport selon les scénarios en 2050

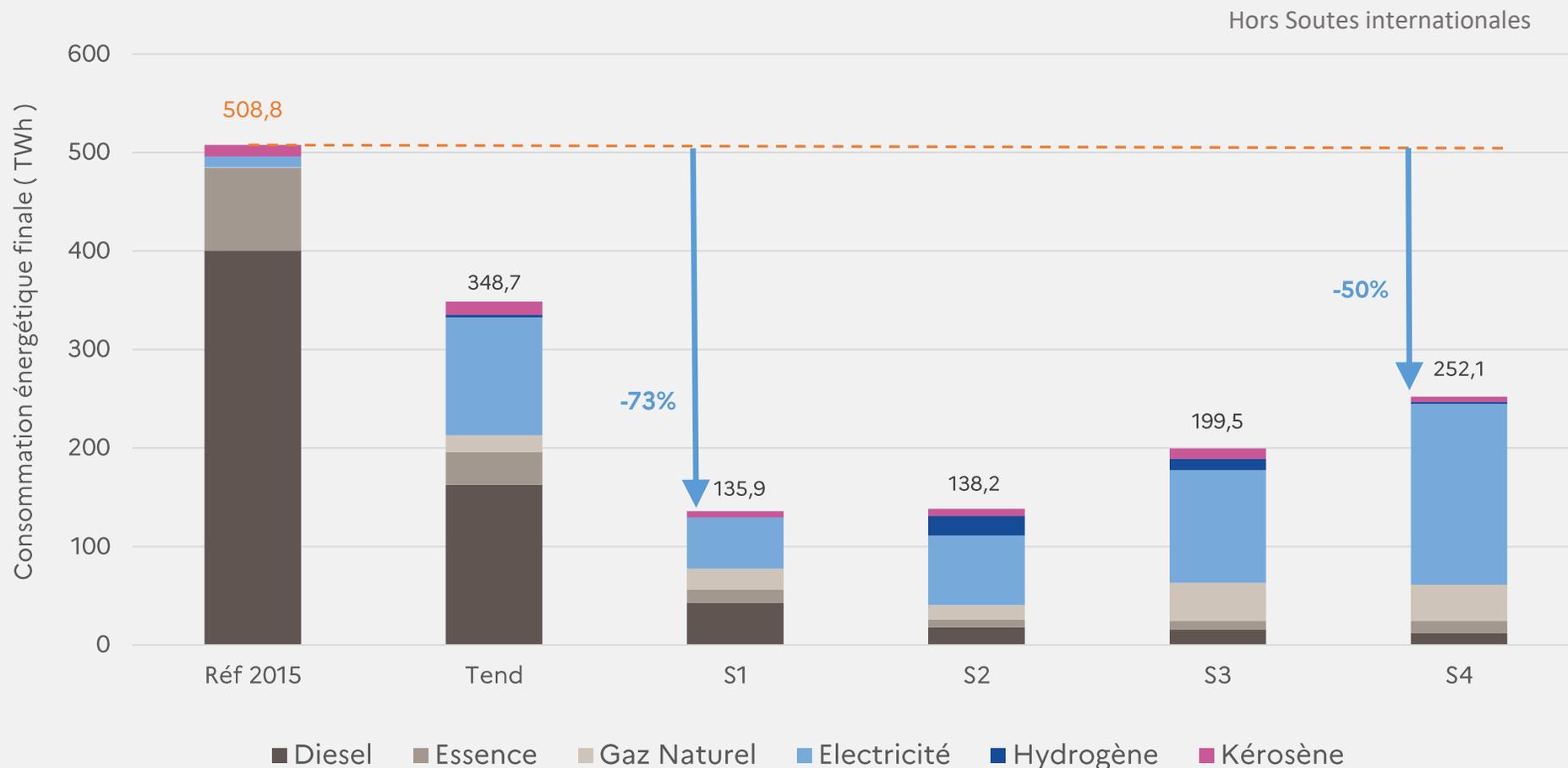


La demande énergétique des voitures en 2015 se situe à 279 TWh (dont 73,8% de gazole)



Bilan de la demande énergétique finale pour le secteur Transport à horizon 2050

Demande énergétique globale en 2050 pour les transports selon les différents scénarios et part d'évolution par rapport à 2015

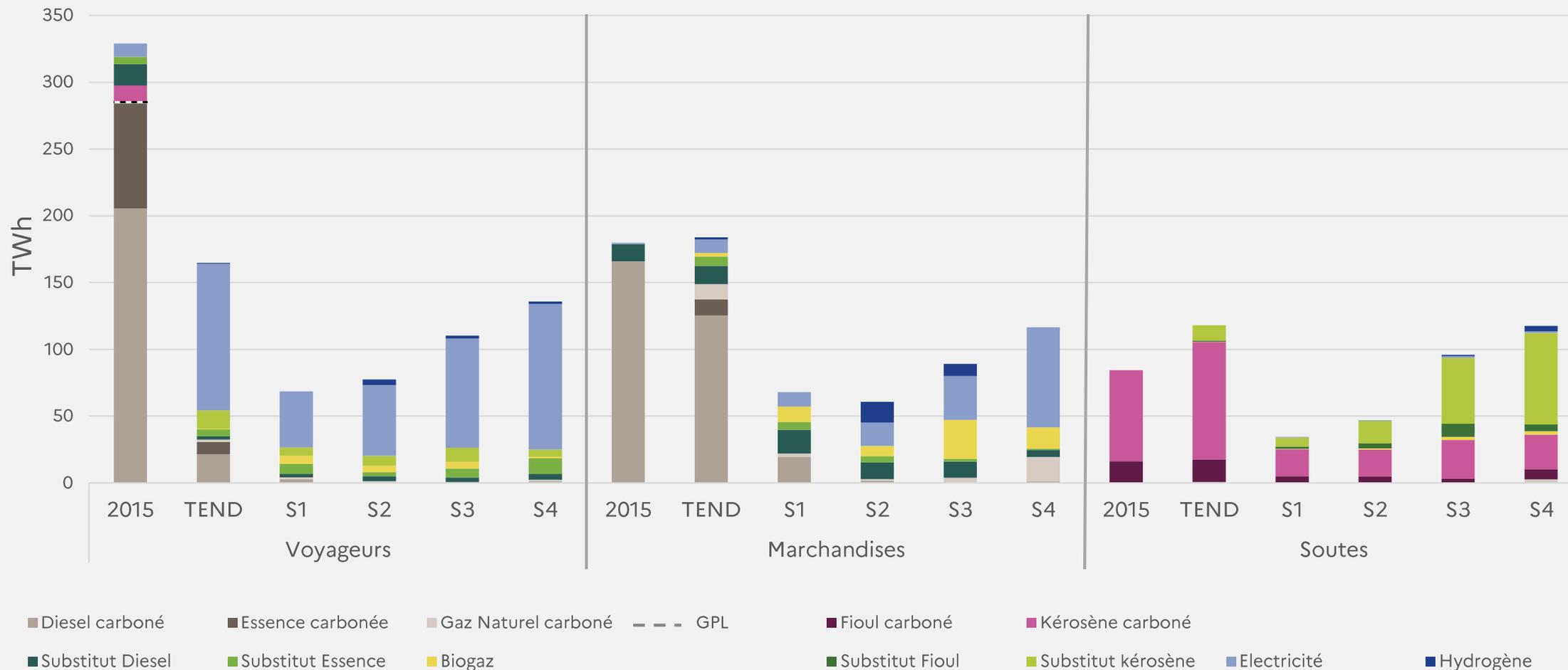


3. Résultats sur les émissions et analyse des scénarios



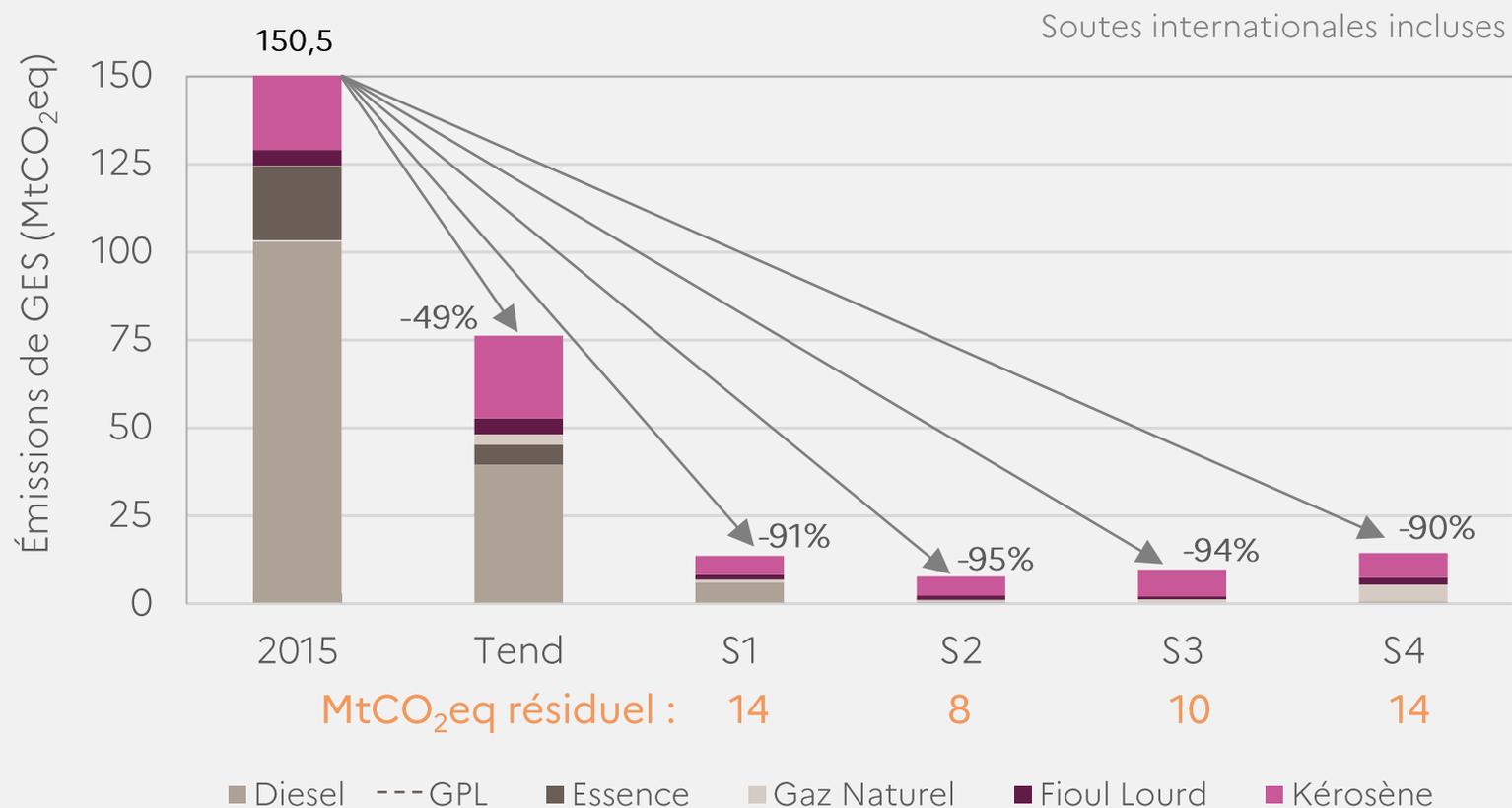
Résultats : usage biocarburants et autres vecteurs non carbonés

Demande énergétique des transports en 2050 par vecteur et par scénario (pour le transport de voyageurs, de marchandises et les soutes [transports internationaux])



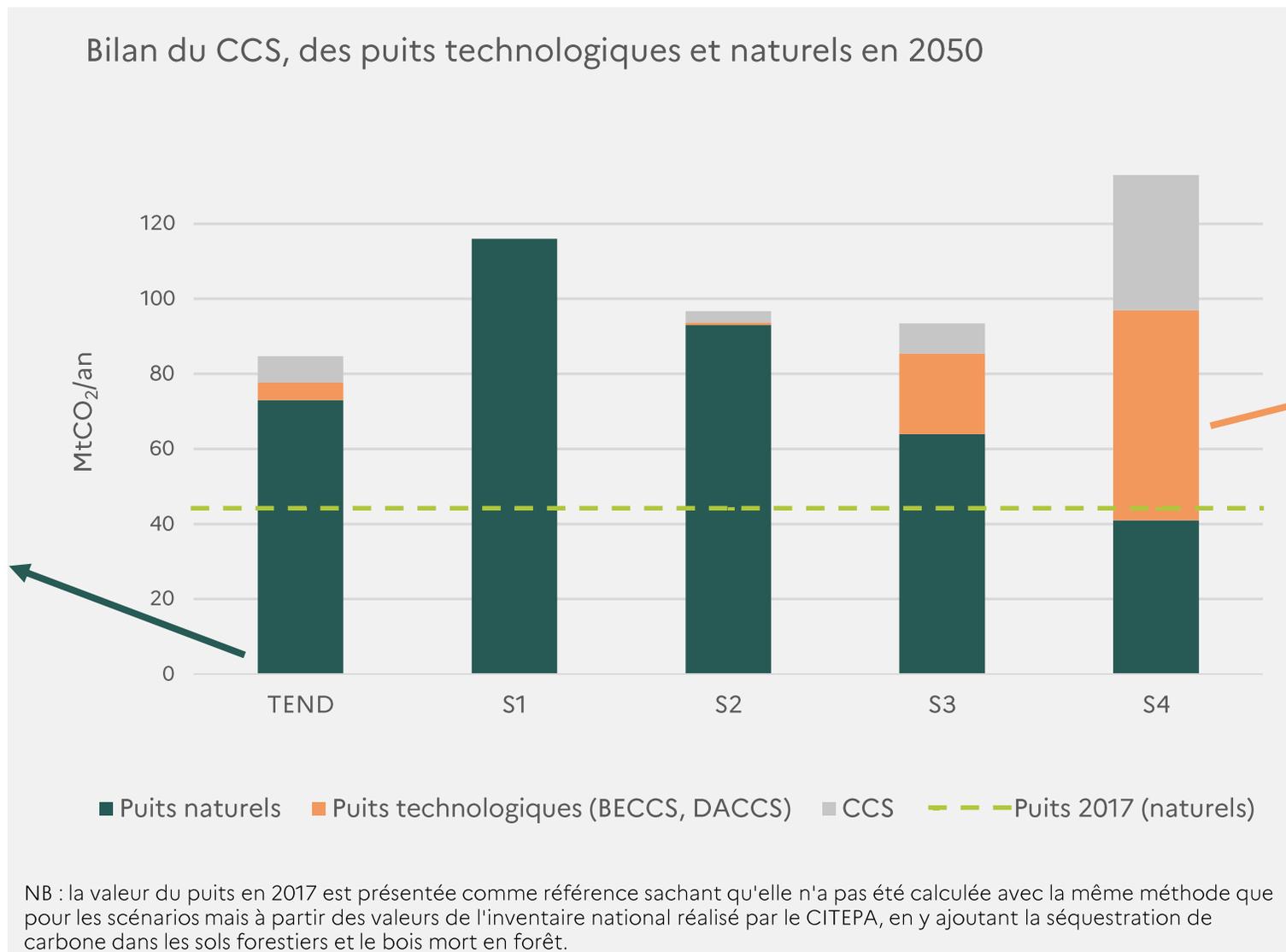
Résultats : impacts en émissions directes GES (CO₂éq)

Émissions directes de gaz à effet de serre en 2050 pour les transports selon les différents scénarios et part d'évolution par rapport à 2015

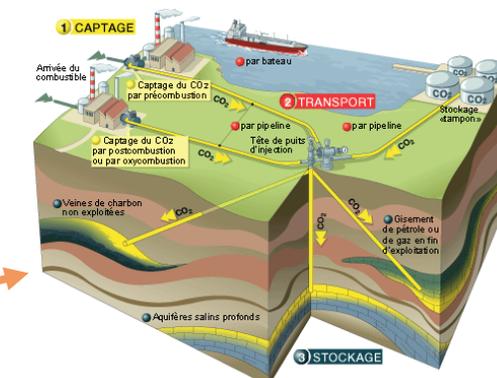
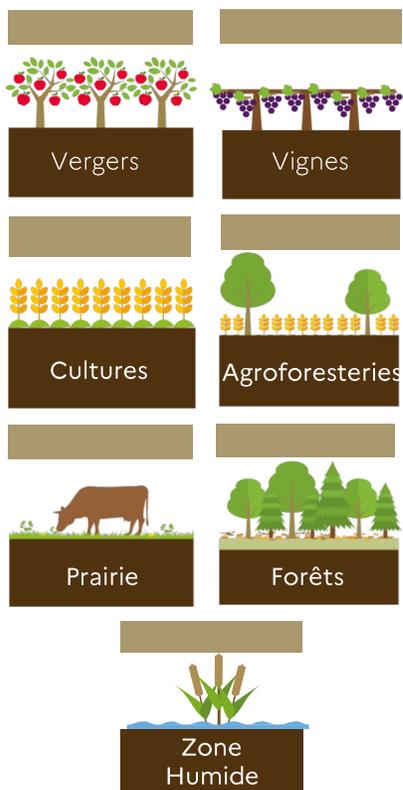


Résultats : la nécessité de séquestrer le carbone

Bilan du CCS, des puits technologiques et naturels en 2050



Puits de carbone naturels

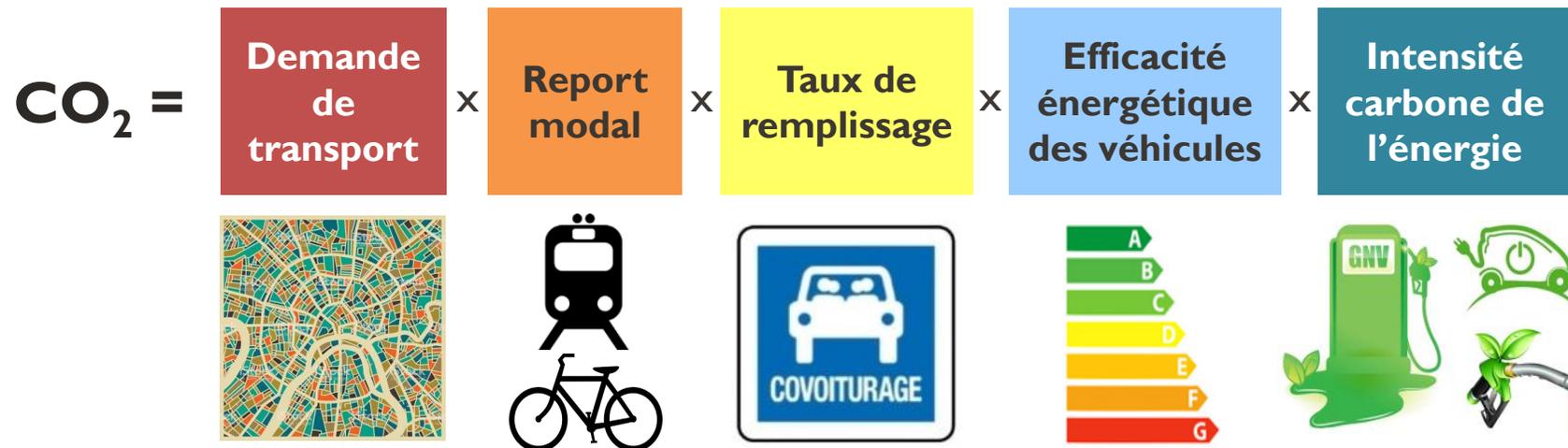


CCS & Puits technologiques

BECCS = Bioenergy with carbon capture and storage (biomasse énergie avec captage et stockage du carbone)

DACCS = Direct air carbon capture and storage (captage du carbone dans l'air et stockage)

Analyse des scénarios par identité de Kaya



$$CO_{2,Transport} \equiv \sum_i D \cdot \frac{D_i}{D} \cdot \frac{C_i}{D_i} \cdot \frac{E_i}{C_i} \cdot \frac{CO_{2,i}}{E_i}$$

D : demande de transport (voy.km ou t.km)

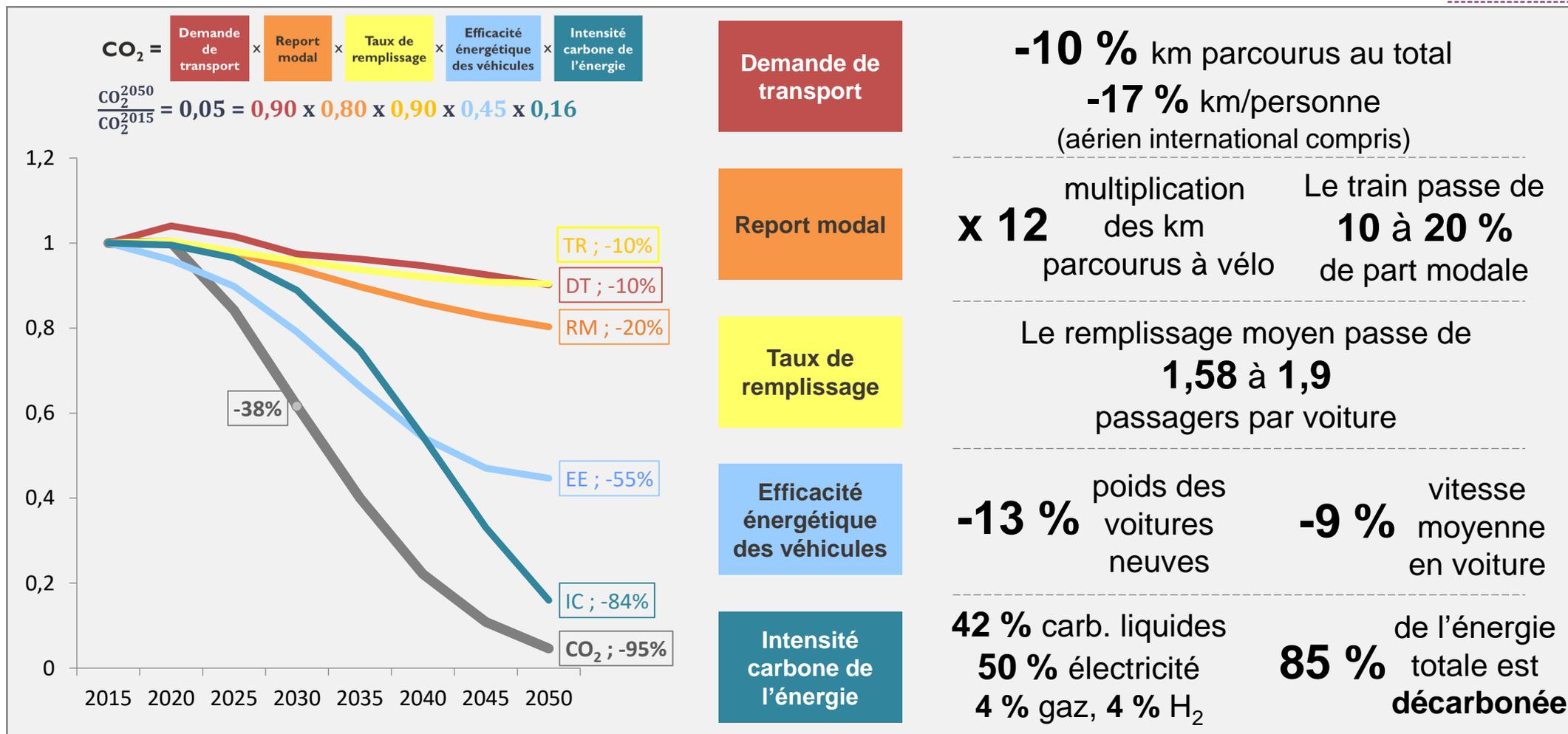
D_i : demande de transport par mode i (voy.km or t.km)

C_i : circulation des véhicules du mode i (veh.km)

E_i : consommation énergétique du mode i (Mtep)

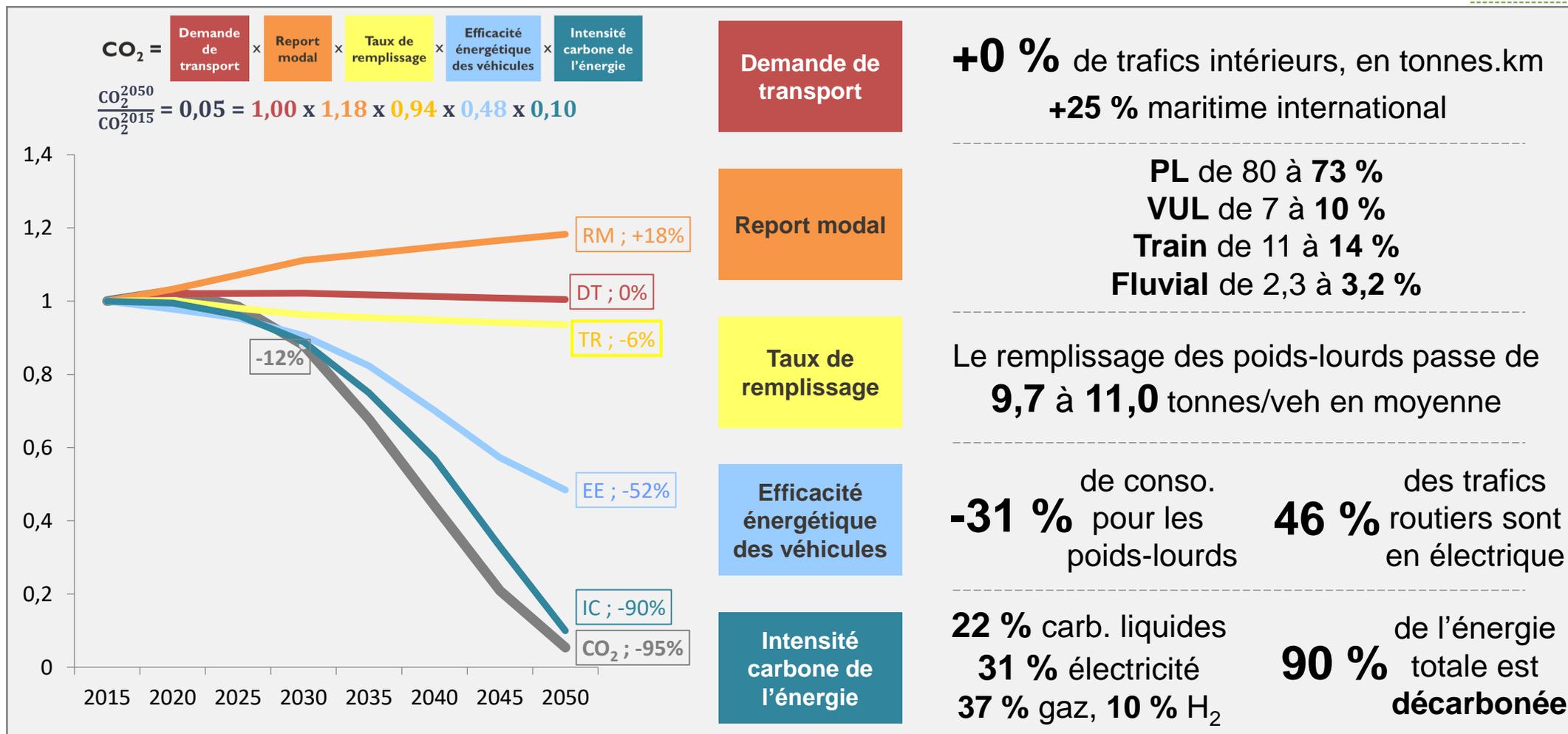
$CO_{2,i}$: émissions de CO_2 du mode i (Mt CO_2)

Scénario 2 voyageurs



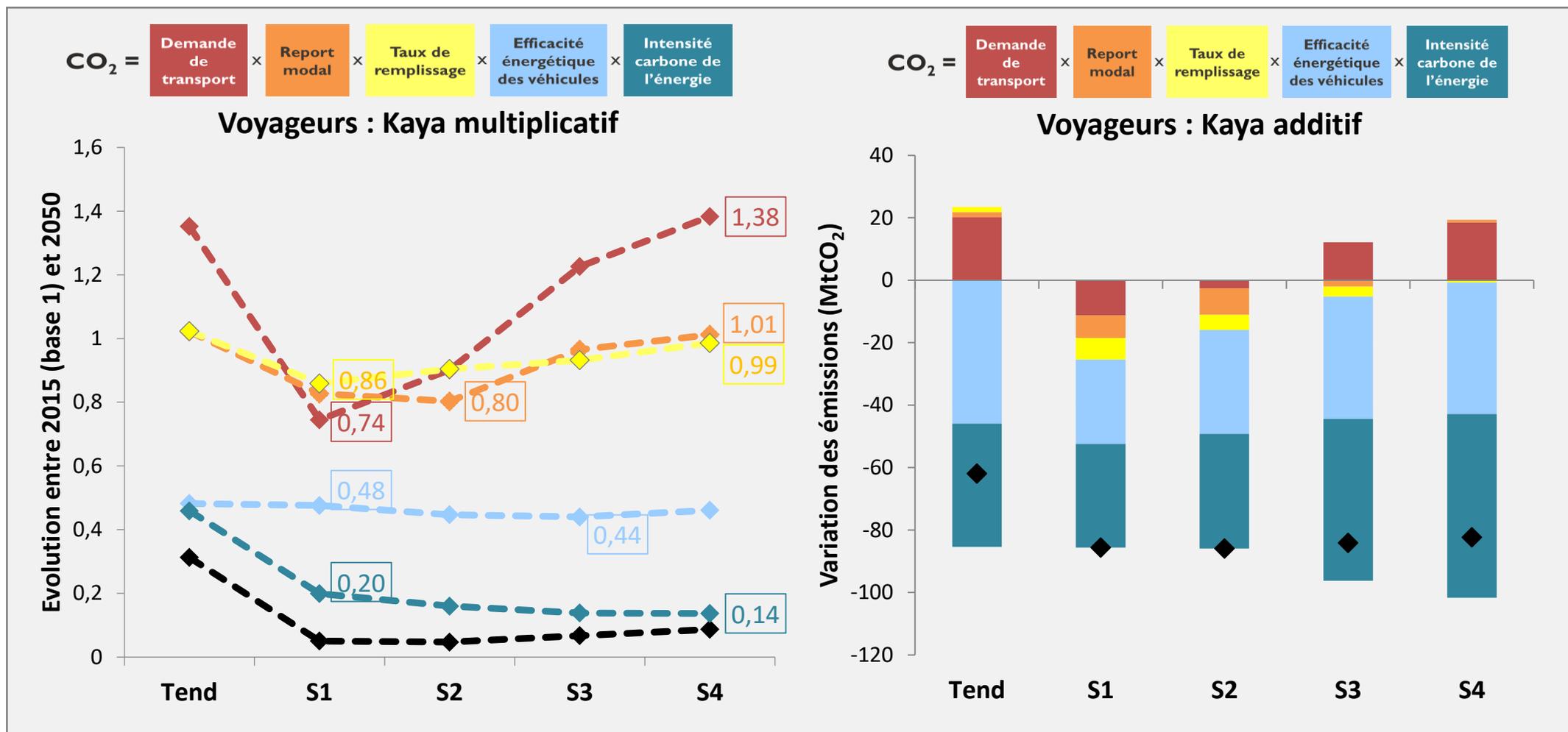
Décompositions Kaya de l'évolution des émissions entre 2015 et 2050 pour le transport de voyageurs (aérien international inclus), formes multiplicative et additive

Scénario 3 marchandises



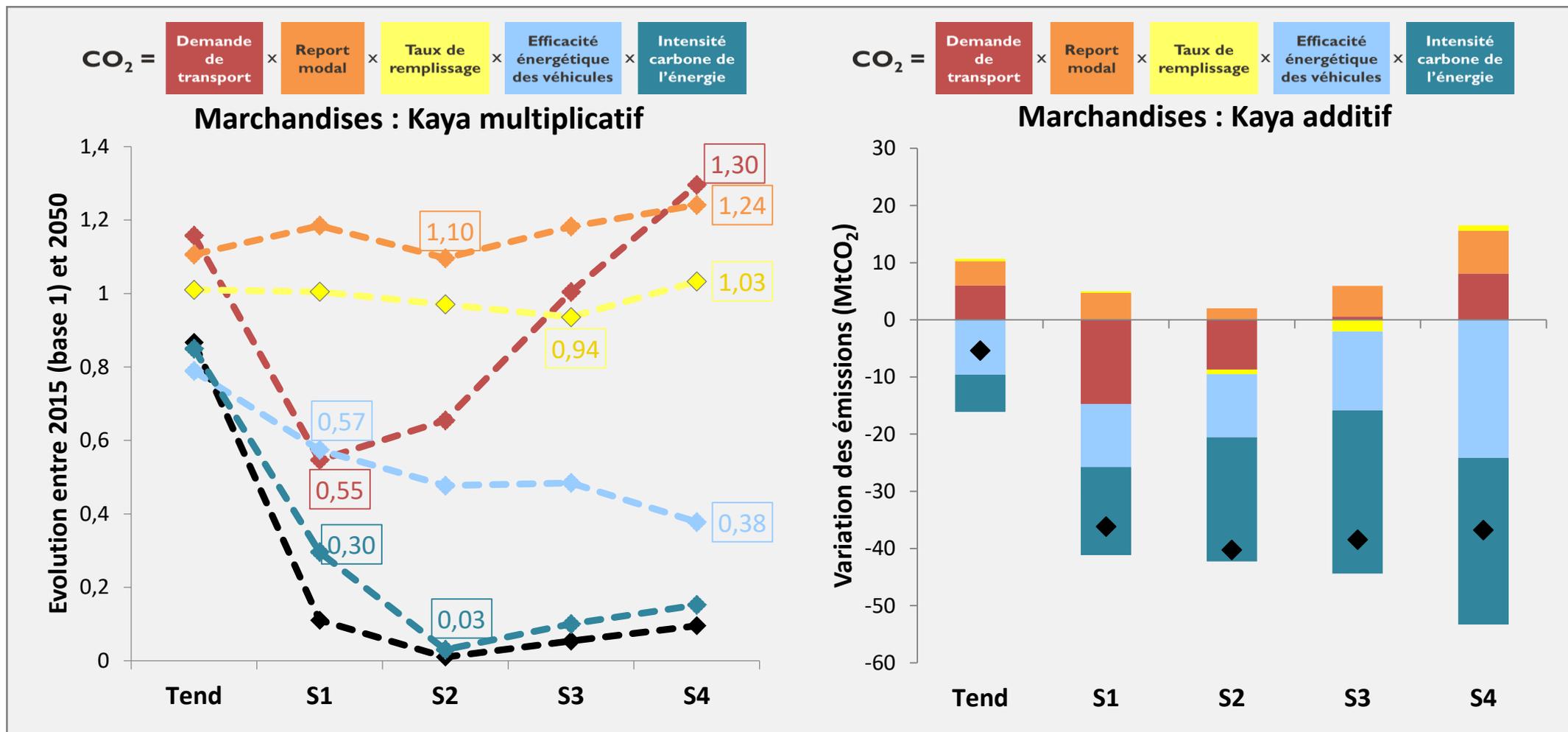
Chiffres en 2050 (variations par rapport à 2015) ; PL = poids-lourds ; VUL = véhicules utilitaires légers ; les chiffres d'intensité carbone incluent le maritime international, les autres chiffres concernent le transport intérieur ; dans la décomposition Kaya, la contribution haute du report modal s'explique par la hausse de la proportion des VUL dans les trafics

Comparaison des scénarios voyageurs



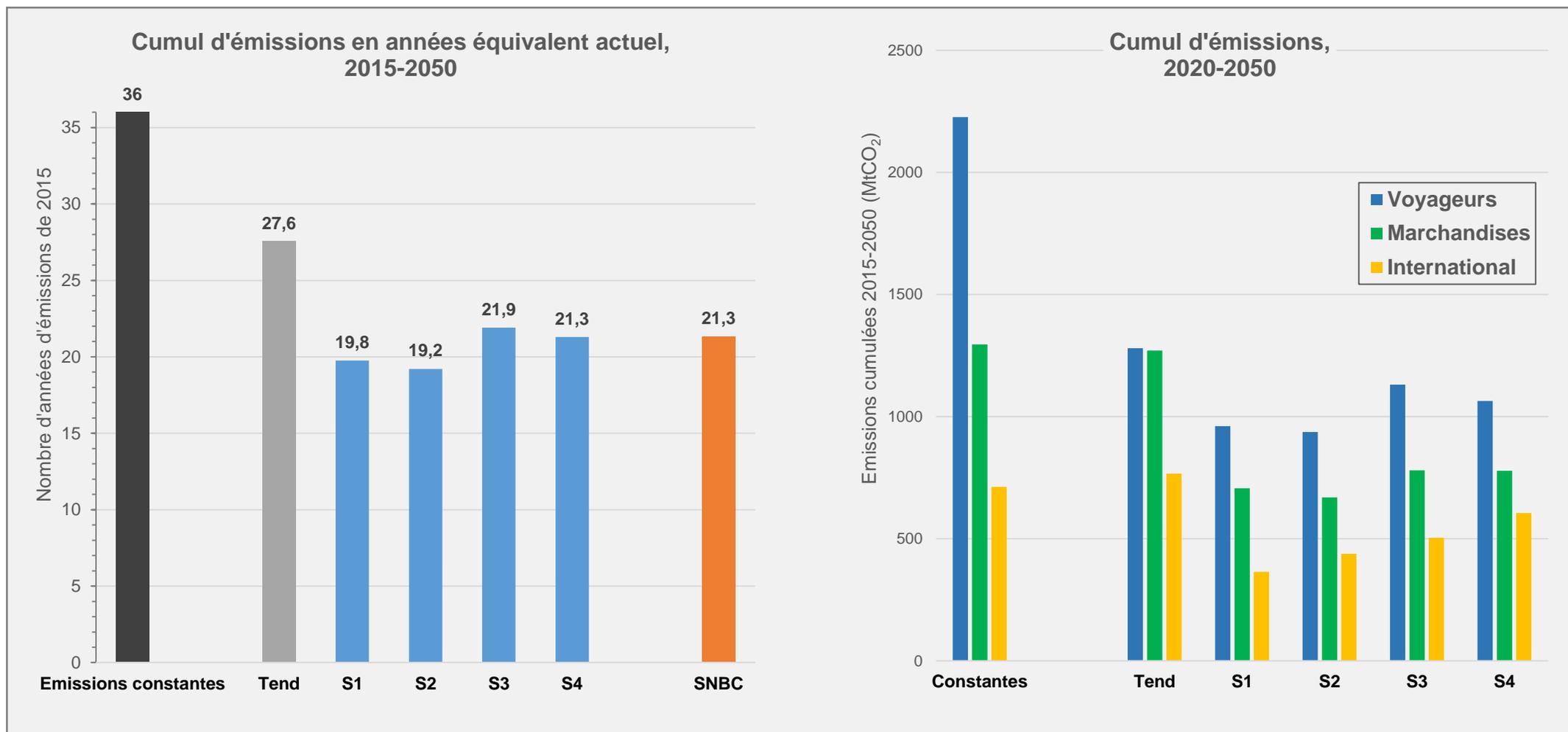
Décompositions Kaya de l'évolution des émissions entre 2015 et 2050 pour le transport de voyageurs (aérien international inclus), formes multiplicative et additive

Comparaison des scénarios marchandises



Décompositions Kaya de l'évolution des émissions entre 2015 et 2050 pour le transport intérieur de marchandises, formes multiplicative et additive (contribution haute du report modal en raison de la croissance des VUL en proportion des trafics)

Emissions cumulées d'ici à 2050



A gauche : émissions sur 2015-2050, effet Covid partiellement inclus pour 2020, hors transports internationaux (pour comparaison avec la SNBC)

A droite : émissions sur 2020-2050 par type de transport, effet Covid partiellement inclus

4. Enseignements clés et échanges



1) Importance d'agir conjointement sur les 5 leviers de sobriété et de technologie



- Pour réduire les **émissions** aux niveaux requis (dont **objectifs de court terme**) et limiter le recours aux CCS
- Pour éviter les **effets rebonds**, réduire les consommations d'**énergie** et donc faciliter leur **décarbonation**
- Pour limiter **impacts environnementaux** et **externalités** : ressources, pollutions, artificialisation, congestion, santé, etc.

2) Veiller à la bonne adéquation entre besoins et usages

Exemples : mobilité des personnes

- Prioriser les **modes actifs** pour les déplacements de proximité
- Promotion des **transports collectifs** pour les flux massifiés
- Dimensionner les **véhicules** au juste nécessaire (masse, puissance, vitesse)



Exemples : transports de marchandises

- Privilégier les **modes massifiés**, plus efficaces par tonne (ferroviaire, fluvial)
- Profiter de l'efficacité de la **cyclologistique** dès que situation adaptée (masse, distance)
- Interroger la quête de la **vitesse de livraison** (risque fragmentation flux & VUL)





3) Accompagner et accélérer la diffusion des vecteurs énergétiques décarbonés



- Profiter de la **complémentarité des différentes énergies** alternatives au pétrole
- L'**électrification** est incontournable pour les véh. légers, mais veiller à la **sobriété en ressources** des **véhicules** et des **usages**
- **Diversification** et **bouquet d'énergies décarbonées** pour les autres modes : électrique, H2, biogaz, biocarburants et e-fuels
- Adapter les vecteurs utilisés au **contexte local**, veiller à modérer les consommations de ressources et à leur bonne allocation entre les **usages des différents secteurs** de l'économie

Mobilités - Limites et perspectives

1) Absence de ruptures ou de crises dans les scénarios

- La **résilience** des scénarios à différentes **crises** ou **ruptures** (économiques, géopolitiques, approvisionnement des ressources, etc.) n'est pas étudiée et pourrait compromettre leur bon déroulement
- Les **effets du changement climatique** sur les mobilités ne sont pas modélisés, seule l'adaptation a été étudiée de manière qualitative
- Certaines **transformations décrites dans les scénarios** peuvent cependant intervenir plus facilement après des crises, comme le montrent certains bouleversements des mobilités suite à la crise Covid (télétravail, vélo, etc.)

2) Limites dans les quantifications réalisées des 5 leviers

- **Evolutions de la demande** chiffrées à l'échelle de la France, sans décompositions par territoire, âge ou motif de déplacement, par manque de données récentes ou fiables ; cela est valable pour les voyageurs et les marchandises
- **Absence de modélisation** sur la demande ou les évolutions technologiques, bien que les considérations généralement présentes dans les modèles (coûts, vitesse, etc.) ont influencé les quantifications réalisées

3) Limites dans l'évaluation des conditions de réalisation et les impacts des scénarios

- **Analyses réalisées a posteriori**, et n'ayant que partiellement pu influencer les quantifications sur les 5 leviers
- **Sur l'environnement**, par exemple, les ressources en métaux ne sont pas considérées comme un possible facteur limitant des déploiements technologiques, bien qu'une évaluation préliminaire des besoins ait été menée
- **Sur les aspects sociaux**, les inégalités ou l'acceptabilité des mesures ne sont pas des caractères bloquants des évolutions sociétales prévues

9 messages clés de Transition(s) 2050

TRANSITION(S) 2050 CHOISIR MAINTENANT AGIR POUR LE CLIMAT



- 01 Les 4 voies sont difficiles et nécessitent une planification** orchestrée des transformations, associant État, territoires, acteurs économiques et citoyens
- 02 Atteindre la neutralité repose sur des paris forts** aussi bien sur le plan humain que technologique
- 03 Il est impératif d'agir rapidement** : les transformations socio-techniques à mener sont d'une telle ampleur qu'elles mettront du temps à produire leurs effets
- 04 La réduction de la demande en énergie**, elle-même liée à la demande de biens et de services, **est le facteur clé pour atteindre la neutralité carbone**
- 05 L'industrie va devoir se transformer** non seulement pour s'adapter à une demande en profonde mutation mais également pour décarboner sa production
- 06 Le vivant est l'un des atouts principaux** de cette transition
- 07 L'adaptation des forêts et de l'agriculture devient donc absolument prioritaire** pour lutter contre le changement climatique
- 08 La pression sur les ressources naturelles varie considérablement d'un scénario à l'autre**
- 09 Dans tous les scénarios, en 2050 l'approvisionnement énergétique repose à plus de 70 % sur les énergies renouvelables** et l'électricité est le principal vecteur énergétique.

Merci de votre attention

