

Scénarios de perspectives énergie-climat

Contexte, objectifs et panorama français

Quelques définitions pour commencer...

La prospective

- Une démarche de réflexion sur l'avenir
- Une méthode pour anticiper et agir
- Vise à aider à la réflexion stratégique d'une organisation alors que l'avenir est très incertain et marqué par l'évolution d'enjeux complexes ou interdépendants

L'analyse par scénario

- Méthode de prospective qui consiste à envisager des futurs possibles et à explorer les cheminements qui y conduisent en vue d'éclairer l'action

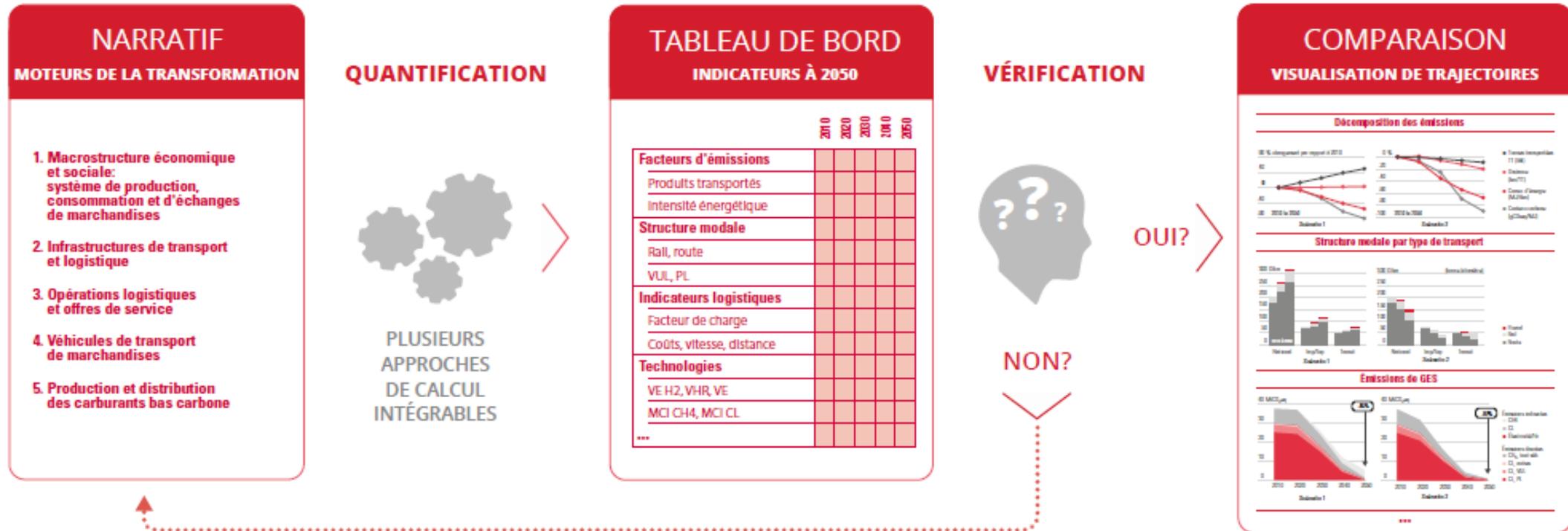
Un scénario

- Ensemble formé par la description d'une situation future et du cheminement cohérent des événements qui permettent d'y parvenir en partant d'une situation d'origine
- 4 éléments principaux : narratif, hypothèses d'entrée, modèle, résultats

Etapes de construction d'un scénario

CONSTRUIRE DES TRAJECTOIRES COHÉRENTES

STRUCTURER LES DÉBATS



RÉVISION DES HYPOTHÈSES DU NARRATIF

Les 5 étapes de construction de scénarios de prospectives

Des scénarios variés dans leur finalité et leur construction

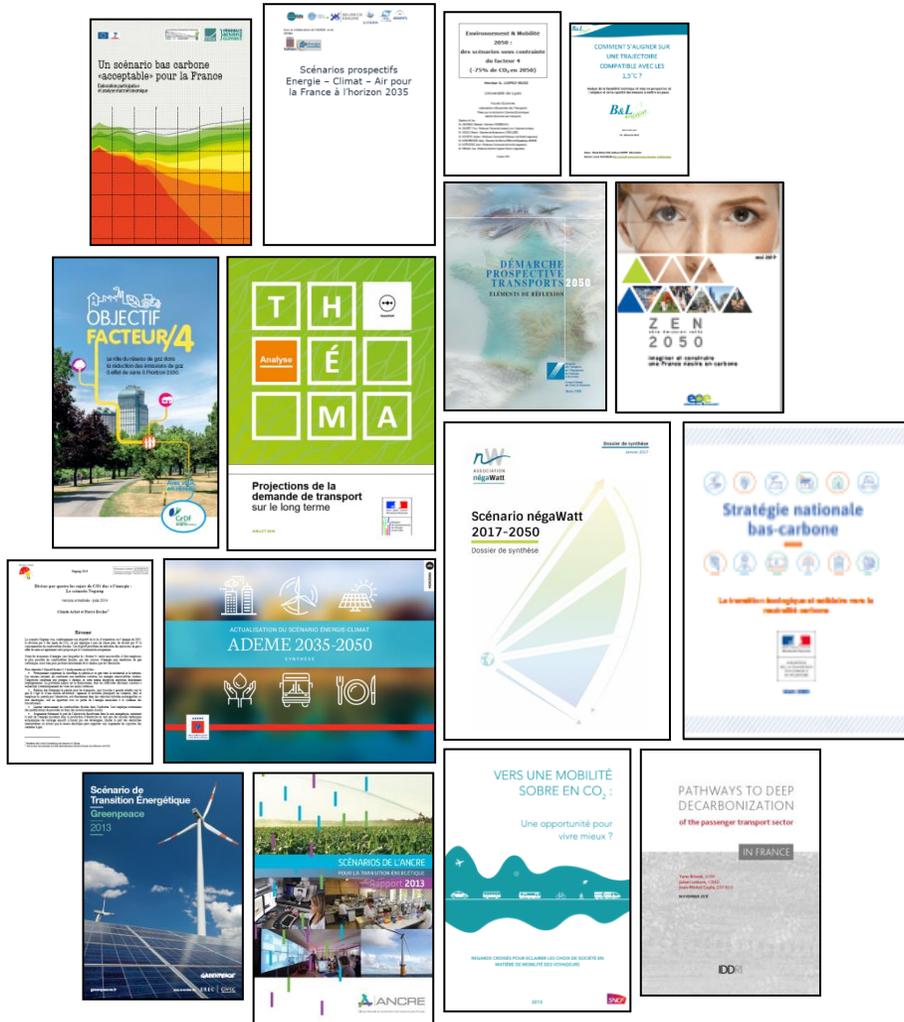
Types de scénarios

- Exploratoires vs. normatifs, forecasting vs. backcasting
- Continus vs. discontinus, tendanciels vs. volontaristes,
- Des paramètres clés variés entre les scénarios
- Utilisation de modèles, avec composantes techniques et/ou socio-économiques

		Exploratoire	Normatif
		Se focalise sur les résultats à un horizon donné	Se focalise sur la trajectoire des paramètres jusqu'à un horizon
Continu	Prolongation des tendances passées	Prévision (Forecasting) Prolongation des tendances passées et actuelles	Visions Propre à chaque acteur et suscite le débat
Discontinu	Recherche de ruptures ou discontinuités	Conjecture Détection des ruptures, les facteurs de changement, les signaux faibles, les idées	Stratégie (Backcasting) Exprime les objectifs, croyances d'un acteur face aux incertitudes (Coût – efficacité)

Les quatre types de prospectives, Matrice de Theys (Cerema, 2015)

Les scénarios de prospectives sur 2006-2019



Scénarios		Périmètre	
Publication	Nom du scénario	Sectoriel	Temporel
DGEC - SNBC, 2019	Neutralité carbone	Emissions GES	2050
EpE, 2019	ZEN 2050	Emissions GES	2015-2050
IEA, 2019	EV30	Transport	2015-2050
	New Policy Scenario		2015-2050
B&L évolution, 2018	Trajectoire 1,5 °C	Emissions GES	2018-2030
IDDRI 2019, DDPP freight	MOB-First ?	Marchandises	2010-2050
	TECH-First ?		
IDDRI 2017, DDPP passagers	MOB-First	Voyageurs	2010-2050
	TECH-First		
ADEME 2017	Vision ADEME 2050	Energie	2015-2050
NégaWatt 2017	NégaWatt 2050	Energie	2015-2050
CGDD 2016, la demande de transport sur le LT	Tendanciel	Transport	2012-2050
	Volontariste SNBC		
DGEC 2014-15	AME 2035	Energie	2010-2035
	AMS2 2035		
SNCF 2015, vers une mobilité sobre en CO2	Ultramobilité	Voyageurs	2013-2050
	Altermobilité		
	Proximobilité		
SNCF 2015, mobilité longue distance	Tendanciel	Voyageurs LD	2013-2050
	Catastrophe économique		
	Société fondée sur la sobriété		
	Nouvelle gouvernance européenne Innovations technologiques		
Négatep 2014	Négatep	Energie	2012-2050
NégaWatt 2011-2013	NégaWatt 2050	Energie	2010-2050
ADÉME 2014	Vision ADEME 2050	Energie	2010-2050
ANCRE 2013	Tendanciel	Energie	2010-2050
	Sobriété renforcée SOB		
	Décarbonation par l'électricité ELE Vecteurs diversifiés DIV		
GrDF 2013	GrDF 2050	Energie	2010-2050
Greenpeace 2013	Scénario de transition énergétique	Energie	2011-2050
CIRED et RAC, 2012	Scénario bas carbone acceptable	Energie	2010-2050
PREDIT 3 (Enerdata-LET) 2008	Pégase	Transport	2000-2050
	Chronos		
	Hestia		
CGPC 2006	Gouv. mondiale et industrie env	Transport	2002-2050
	Repli européen et déclin		
	Grande Europe économique		
	Gouv. européenne et régionalisation		

Liste et périmètre des principales études sur 2006-2019

Une production abondante de scénarios ces derniers mois

Des différences :

- **Cadrage** : périmètre, objectifs, scénarios
- **Mix** de sobriété et technologie sollicités

Des points communs :

- Objectif de **neutralité** carbone
- Une évolution profonde du **mix énergétique** des transports
- L'**urgence** de la situation, l'importance de changements forts et rapides
- Besoin de **combiner technologie et sobriété** pour respecter les engagements climatiques de court et long termes

Institut	Année	Nombre de scénarios*	Périmètre
MTE, SNBC	2020	1	Tous secteurs
Scénario négaWatt	2021	1	Tous secteurs
RTE, Futurs énergétiques	2021	6	Electricité
ADEME, Transition(s) 2050	2021	4	Tous secteurs
CGEDD et France Stratégie	2022	2-6	Transports
Shift Project, PTEF	2020-2022	1	Tous secteurs

Principaux travaux de prospectives touchant aux transports depuis 2020

*Scénarios de transition, hors tendanciels

Des précautions à prendre ou des perspectives de recherche

Des sujets pas ou peu évoqués

- Les comportements, l'acceptabilité des mesures
- L'analyse par territoire souvent manquante, impact sur les inégalités
- La question de la limitation des ressources, des impacts du climat
- La volatilité de l'économie, l'impact de ruptures organisationnelles, comportementales ou technologiques possibles
- Liens avec les autres secteurs : urbanisme, énergie, modes de vie...

Préconisations pour les futurs scénarios

- Le réalisme et l'acceptabilité des hypothèses : détailler et mettre en débat ; co-construction, enquêtes ou profils sociologiques, narratifs
- Présentation des résultats : externalités, impact relatif des mesures
- Périmètre : intégration de l'international, d'analyses en ACV

Un défi de plus en plus important

- L'utilisation des scénarios pour la mise en œuvre concrète de la transition

Webinaire sectoriel
13 décembre 2021

TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

**Mobilité des voyageurs et
Transports de marchandises**



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

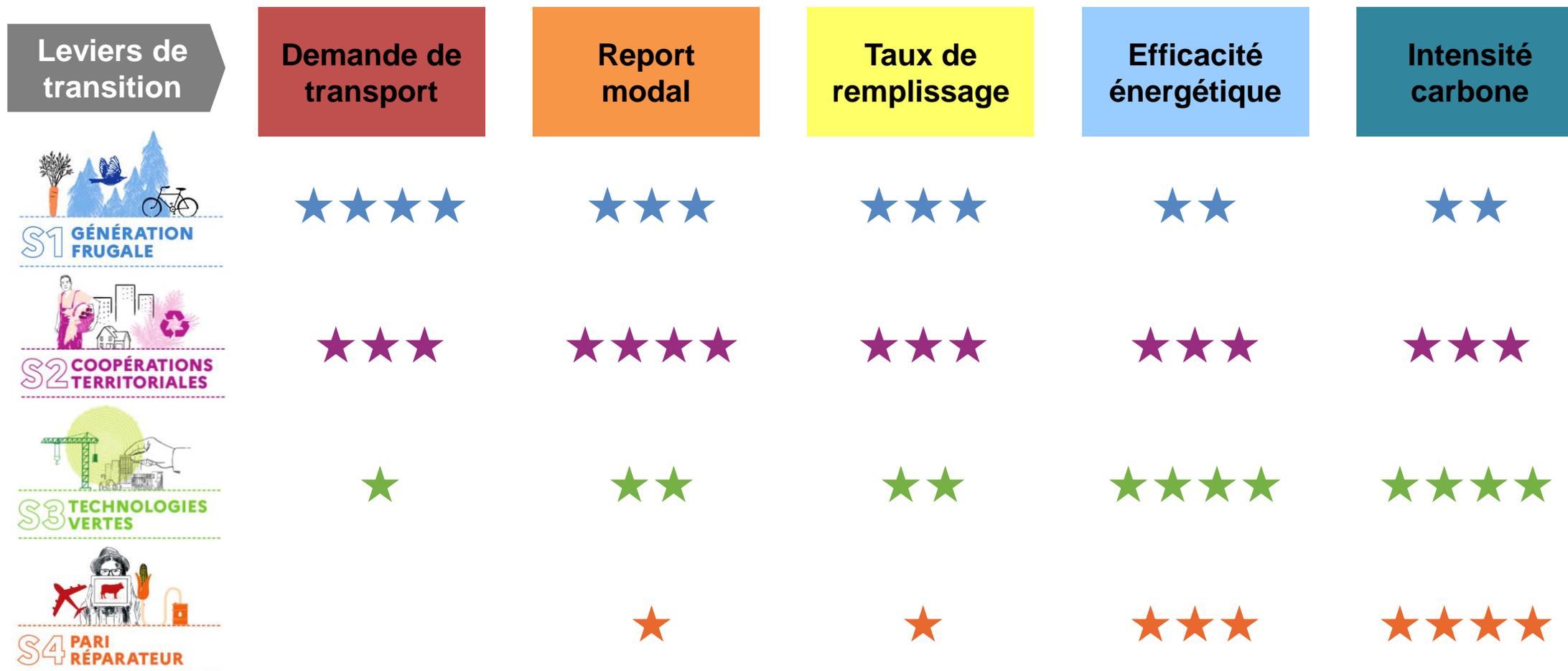
Économie mondialisée

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

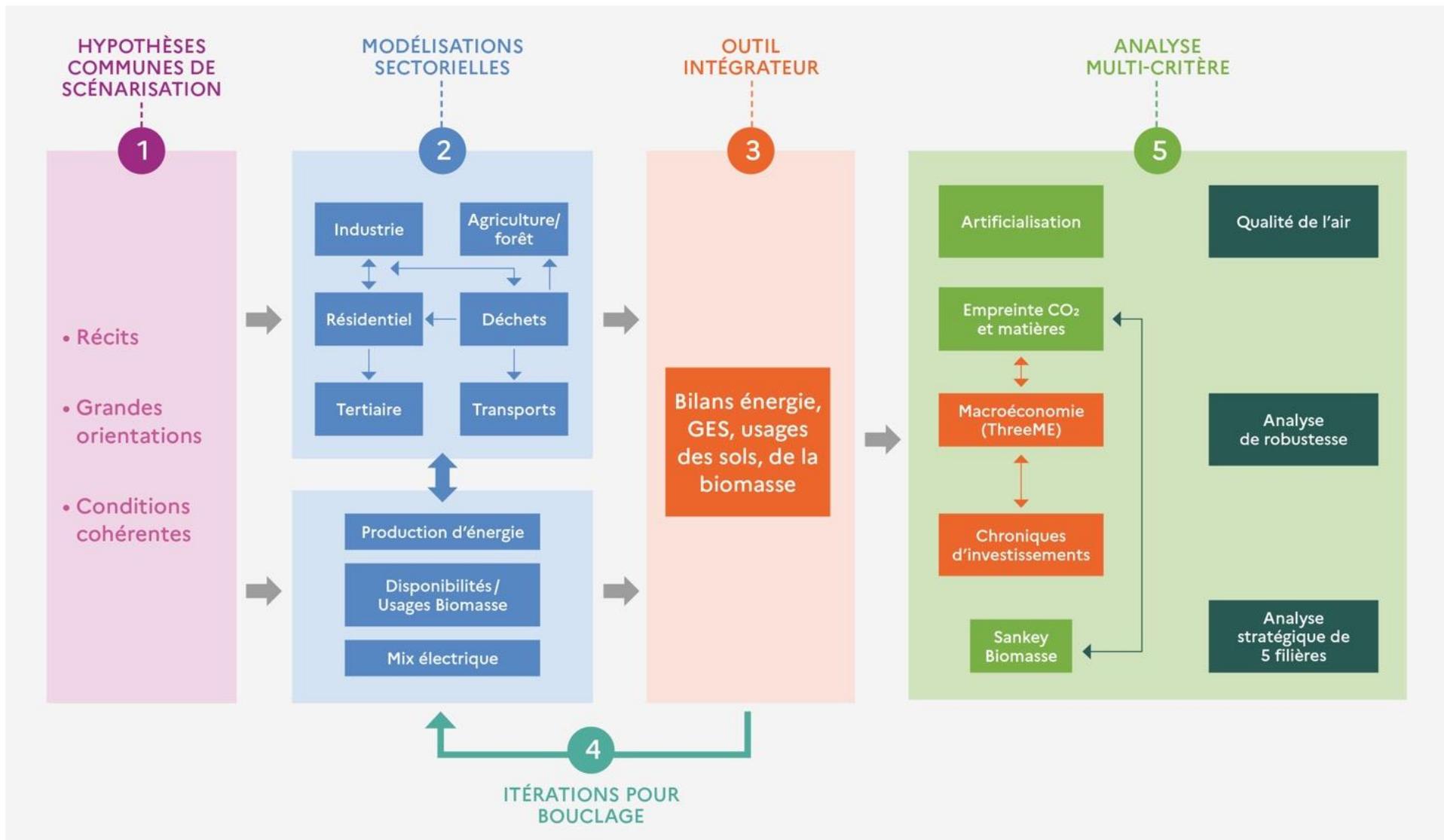
Mondialisation, multinationales

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

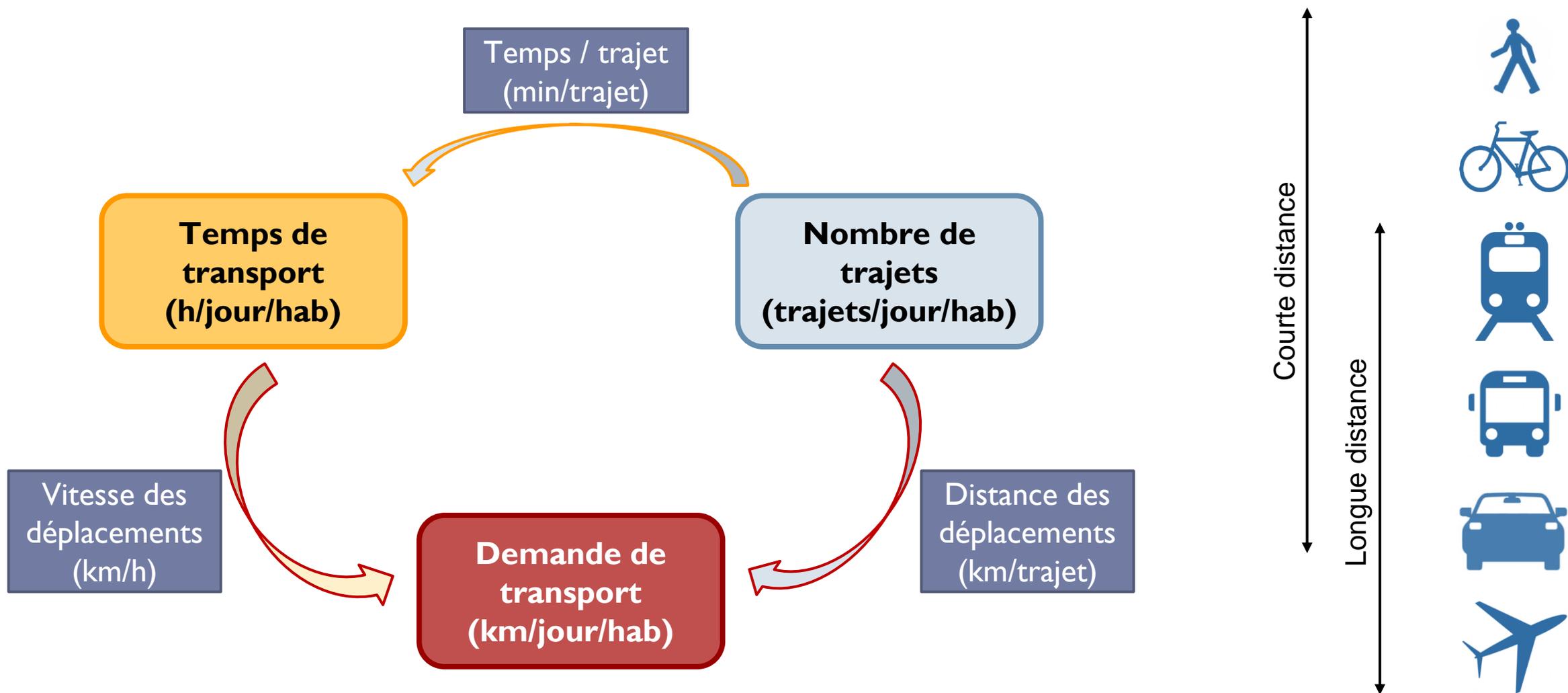
Demande de transport	Report modal	Taux de remplissage	Efficacité énergétique	Intensité carbone	Autres
Distances parcourues	Marche	Covoiturage	Technologies moteurs	Thermique / pétrole	Récits globaux
Vitesse des déplacements	EDPM*	Autopartage	Hybridation / électrification	Electrique	Ce qui guide l'action
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



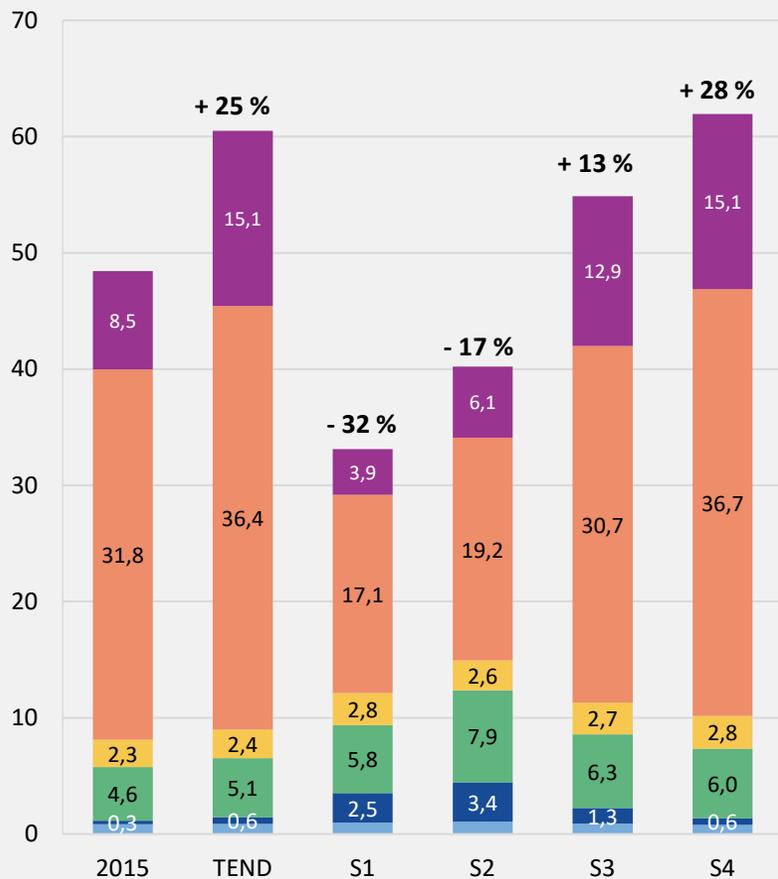
2. Illustrations quantitatives : demande et mix énergétique

Evolution de la demande voyageurs – Méthode

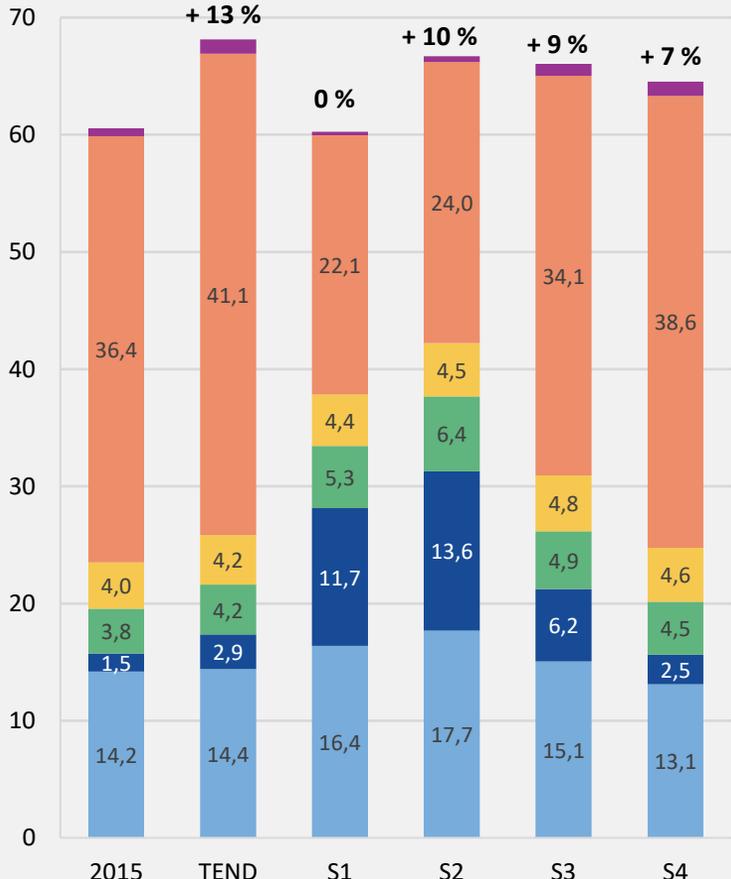


Evolution de la demande voyageurs d'ici 2050

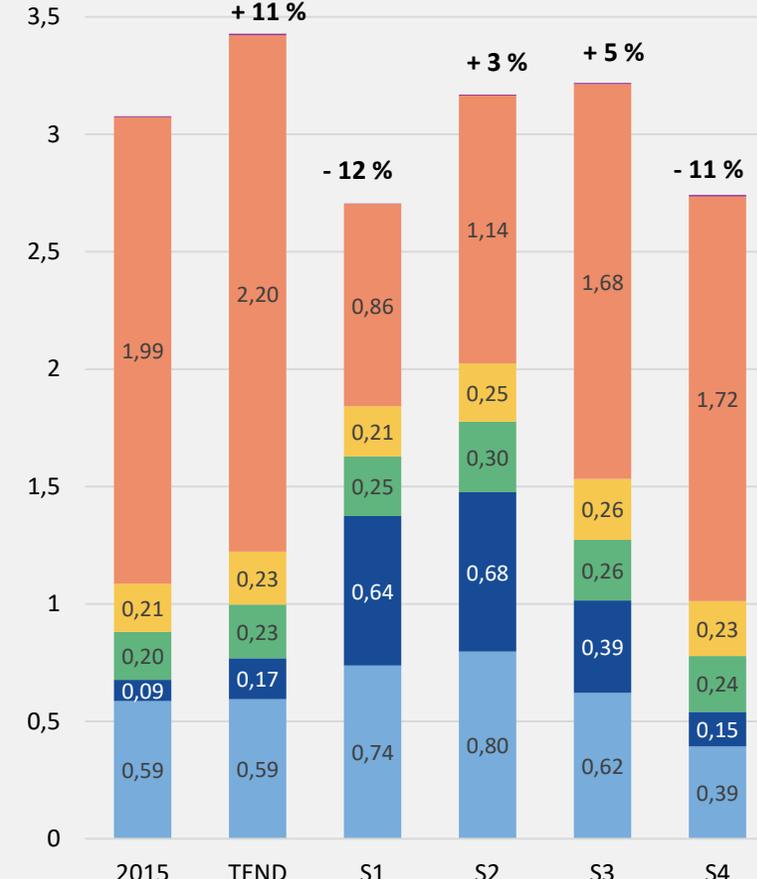
Distances en km par jour et par personne



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 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



★★

★

★★★

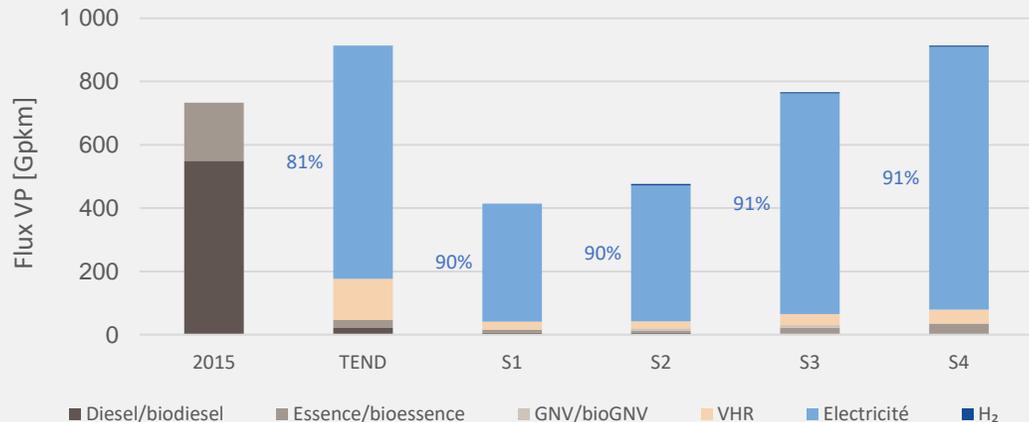
★★★★

★★



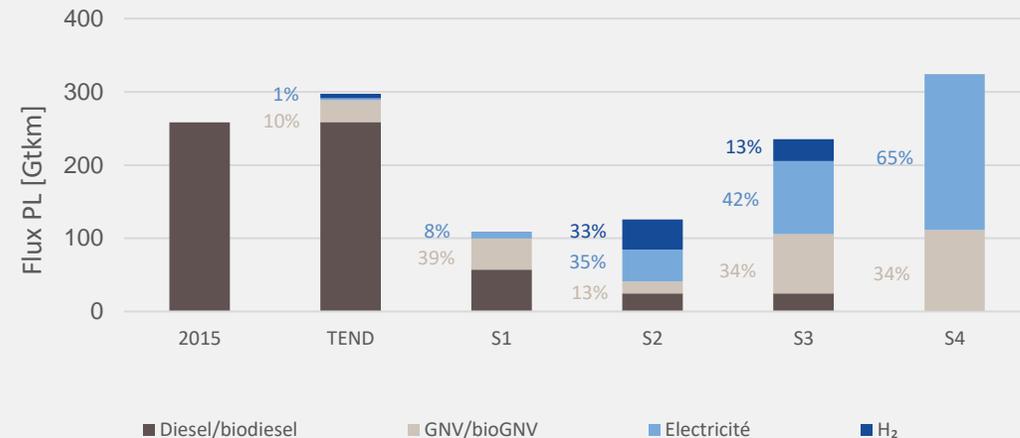
Hypothèses de mix énergétique - Voyageurs et marchandises

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

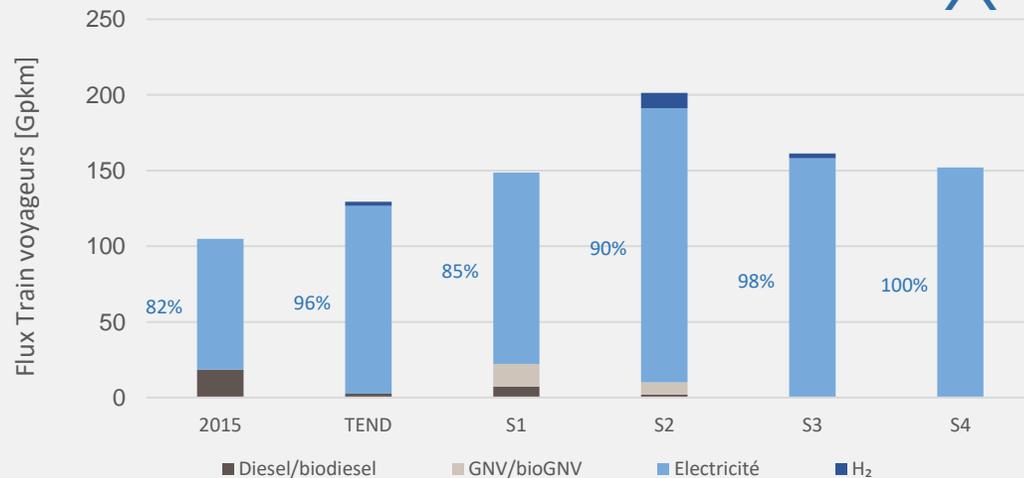


VHR : véhicules hybrides rechargeables

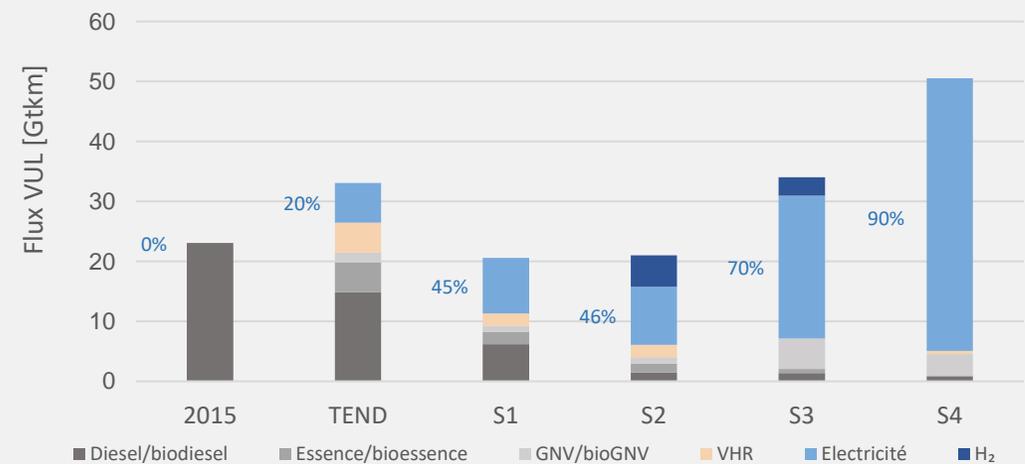
Mix énergétique et part de l'électricité, du gaz et de l'H2 pour le transport de marchandises poids lourds dans les différents scénarios en 2050



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

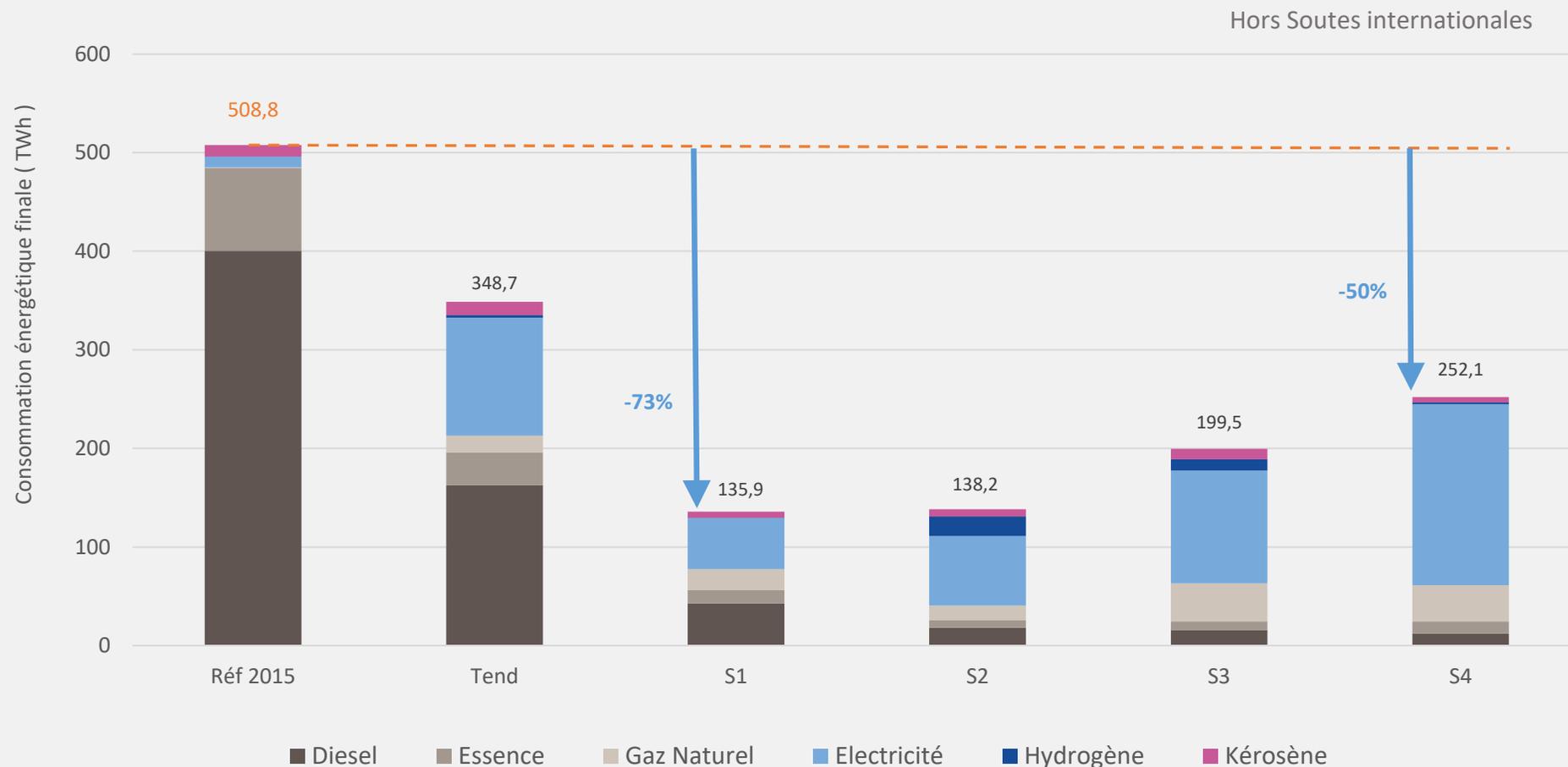


Mix énergétique et part de l'électricité pour le transport de marchandises par VUL dans les différents scénarios en 2050



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. Enseignements clés



Mobilités - Les messages clés

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

- 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)
 - 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)
- Exemples :
Mobilité des personnes
- Exemples :
Transports de marchandises

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

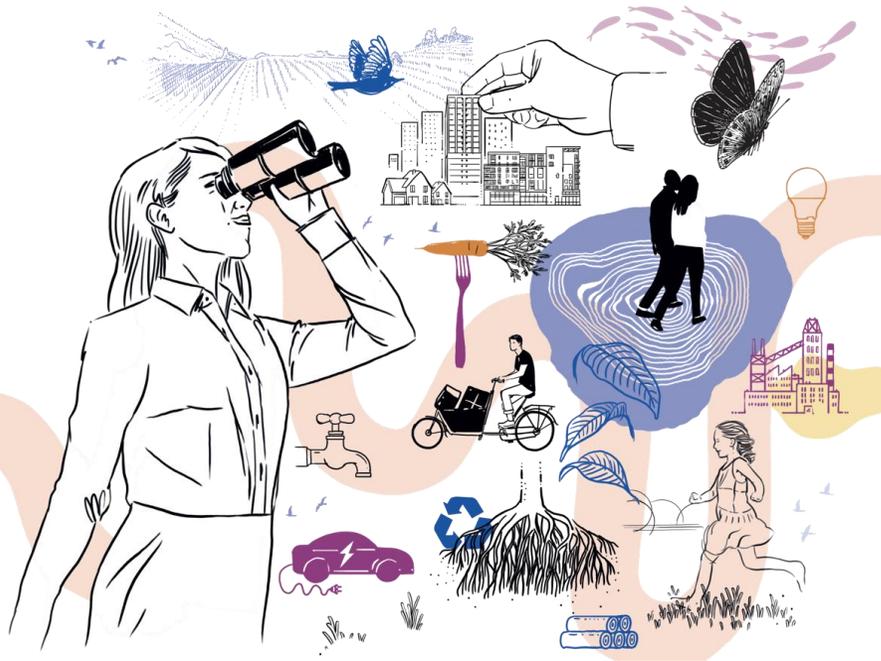
- **Evolutions de la demande** chiffrées à l'échelle de la France, sans décompositions par territoire, âge ou motif de déplacement, par manque de données récentes ou fiables ; cela est valable pour les voyageurs et les marchandises
- **Absence de modélisation** sur la demande ou les évolutions technologiques, 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.