

Scénario Région Occitanie à énergie positive

Cahier technique mobilités - transports



Le train jaune - © fred berlic

Contexte

Ce cahier technique a pour objet d'évaluer, de préciser et de quantifier les **consommations d'énergie liées à la mobilité des personnes et des marchandises dans le scénario REPOS « Région à Énergie POSitive » en Occitanie.**

Version de référence de la modélisation

La note s'appuie sur les données et résultats de la modélisation du scénario REPOS version 2.77

Groupe de travail

Région Occitanie

Bénédicte RIEY, Raphaëlle VIENOT

AREC – Observatoire régional de l'énergie et des gaz à effet de serre (OREO)

Denis MULLER, Gaëlle LUNEAU

Consultant (analyse, modélisation, rédaction de ce cahier technique)

Thierry SALOMON

thierry.salomon (at) orange.fr

Enfin une première version de ce Cahier Technique REPOS a fait l'objet d'une réunion d'échanges et de concertation avec l'ADEME Occitanie (Samuel PUYFGRENIER, Martine CHEYLAN) le 14 octobre 2021.

Contexte	2
Sommaire	3
Objectifs et méthodologie	4
Nomenclature	4
Mobilité des personnes	6
<i>Synoptique des étapes du calcul</i>	6
<i>Hypothèses retenues dans REPOS Occitanie</i>	10
<i>Résultats sur la mobilité des personnes</i>	20
Mobilité des marchandises (fret)	23
<i>Synoptique et étapes du calcul</i>	23
<i>Hypothèses retenues dans le scénario REPOS</i>	27
<i>Résultats sur le transport des marchandises</i>	35
Mobilité totale (personnes + fret)	38
<i>Consommation d'énergie</i>	38
<i>Évolution par vecteurs énergétiques</i>	39
Analyses de sensibilité et optimisation	41
<i>Quelle est l'influence des gains d'efficacité sur les véhicules ?</i>	44
<i>Quel est l'impact de la répartition entre type de véhicules ?</i>	45
<i>Quelle est la variation de la consommation selon le volume du fret transporté ?</i>	46
<i>Quel est l'impact du niveau de report modal de la route vers le rail ?</i>	47
<i>Comparatif entre les différentes actions possibles</i>	47
Pas à pas vers le niveau REPOS 2050	49
<i>Impacts par rapport à un scénario tendanciel « zéro action »</i>	49
<i>Pas à pas vers l'objectif REPOS sur la mobilité</i>	50

Objectifs et méthodologie

Principe général de la modélisation REPOS Occitanie

Le scénario « REPOS Occitanie » est un exercice de prospective énergétique permettant d'évaluer, année par année depuis 2015 jusqu'en 2050 les usages et services énergétiques dans la région Occitanie, et d'en déduire la consommation totale.

Par ailleurs le scénario analyse sur la même période les ressources énergétiques mobilisables en Occitanie, et estime les productions d'énergies renouvelables correspondantes.

La demande (la consommation) est ensuite comparée à l'offre (la production) pour estimer leur évolution respective vers une « Région à Energie **POS**itive » où l'offre en énergies renouvelables dépasserait la demande.

Cette analyse, tant sur la consommation que sur la production, est effectuée selon 8 vecteurs énergétiques.

Limites

La modélisation REPOS Occitanie effectue un bilan annuel sur tous les postes de consommation et de production chaque année entre 2015 et 2050.¹

Elle n'est donc pas, dans sa version 2.77, une simulation jour par jour voire heure par heure, qui seule permettrait de mieux prendre en compte les besoins, notamment électrique, en stockage-déstockage.

Nomenclature

Sigles et définitions sur l'énergie

Biogaz : gaz collecté en sortie d'un méthaniseur composé de CO₂, de méthane CH₄ et de traces d'impuretés

Biométhane : gaz méthane (CH₄) obtenu par épuration du biogaz.

BioGNV : carburant véhicule composé de biométhane

CO₂ : Dioxyde de carbone ou gaz carbonique. Par simplification, on nommera « CO₂ » le gaz composé uniquement de gaz carbonique.

CO₂f : CO₂ d'origine fossile

CO₂b : CO₂ d'origine biogénique

CH₄ : Hydrocarbure méthane. Par simplification, on nommera « CH₄ » le gaz composé uniquement de méthane.

CH₄f : CH₄ dont le carbone est d'origine fossile

CH₄b : CH₄ dont le carbone est d'origine biogénique, c'est-à-dire constitutif d'un végétal

GES : Gaz à effet de serre

¹ Tout se passe comme si toutes les opérations annuelles se déroulaient en une seule fois (calcul « overnight »)

GNV (Gaz Naturel Véhicule) : nom que l'on donne au gaz dit « naturel » lorsqu'il est utilisé comme carburant pour la mobilité.

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié. Mix d'hydrocarbures légers stocké à l'état liquide pour 40% issus du raffinage du pétrole et pour 60% de l'extraction du gaz dit « naturel ». Exemple : butane et propane.

H2 : Dihydrogène. Par simplification, on nommera « H2 » le gaz composé uniquement d'hydrogène.

H2 gris : Hydrogène produit par vaporeformage du gaz fossile

H2 vert : Hydrogène produit par électrolyse à partir d'énergies électriques renouvelables ou par vaporeformage à partir de biomasse.

PV : Photovoltaïque

Sigles utilisés pour les organismes et réseaux

GRDF : entreprise gestionnaire du réseau de distribution du gaz

GRTgaz : Avec TERÉGA, l'une des deux entreprises gestionnaires du réseau de transport du gaz en France.

Réseau H2 : réseau dédié au transport de l'hydrogène

Réseau de gaz : réseau transportant un mix de plusieurs gaz : méthane d'origine fossile, méthane d'origine biologique, méthane de synthèse et hydrogène.

Réseaux local CH4 : réseau très localisé, non relié à d'autres réseaux et comprenant une unité de production (par exemple un méthaniseur) alimentant des usages locaux.

Réseau de gaz national : réseau de transport et de distribution du gaz maillé sur tout le territoire français.

Réseau de gaz régional : part du réseau national situé en Occitanie.

TERÉGA : Avec GRTgaz, une des deux entreprises gestionnaires du réseau de transport du gaz en France, présente sur la majeure partie de l'Occitanie.

Sigles utilisés pour les études et scénarios

PPE : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie.

PRPGD : Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets

SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone

SRB : Schéma Régional Biomasse

Sigles utilisés pour les véhicules

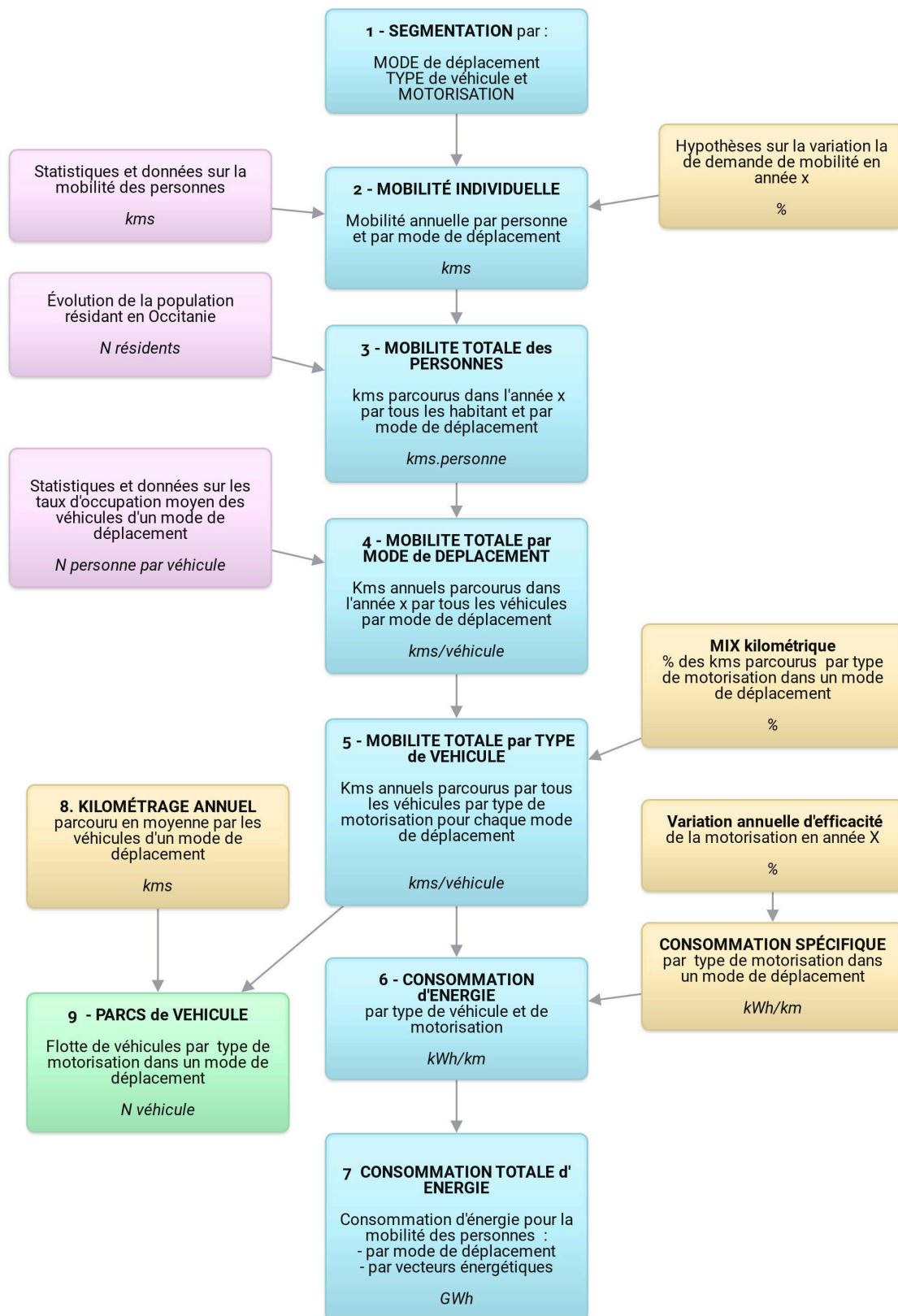
PL : Poids Lourd

VP : Véhicule Particulier (ou Voiture Particulière)

VUL : Véhicule Utilitaire Léger

ZFE : Zone à Faibles Émissions

Synoptique des étapes du calcul



Etape 1 : Segmentation selon 10 modes de déplacement et selon le type de motorisation

Les 10 modes de déplacements analysés dans la modélisation REPOS sont :

- Marche
- Vélos
- Deux roues motorisées
- Véhicules particuliers urbains de petite taille urbains (« VP mini »)
- Véhicules particuliers de type routière (« VP berline »)
- Bus de petite capacité (« microbus »)
- Transports collectifs de type bus, autocars et tramways
- Trains (grandes lignes)
- Trains locaux
- Avion

Chacun de ces 10 modes de déplacements est ensuite discrétisé selon son type de motorisation à qui est associé un ou deux des 8 vecteurs énergétiques analysés dans REPOS

(Voir tableau plus bas dans le chapitre sur les hypothèses)

Etape 2 : Estimation de la demande en mobilité par personne

Le calcul prospectif se fonde sur la demande en mobilité, c'est-à-dire sur l'évolution des distances moyennes parcourues par an et par personne.

A partir d'un état initial 2015, l'évolution de cette demande est estimée sur 2020, 2030, 2040 et 2050 pour les 10 modes de déplacement.

Les kilomètres moyens parcourus par personne et par mode sont alors estimés année par année entre ces points de passage par interpolation.

Ces valeurs sont des moyennes par personne résidant en Occitanie : il n'est pas opéré de distinction par âge, par statut, etc.

Etape 3 : Calcul de la demande totale en mobilité des personnes dans la région Occitanie

La demande totale en mobilité des personnes en année x en Occitanie est égale à la demande individuelle multipliée par la prévision de population résidant en Occitanie à la fin de cette année x.

Le scénario démographique retenu est le scénario central de l'INSEE.

Le périmètre de calcul retenu est celui des résidents² : le calcul ne tient donc pas compte des déplacements des non-résidents en Occitanie. Par contre les déplacements hors des frontières de l'Occitanie des résidents en Occitanie sont bien comptabilisés.³

L'avantage principal d'un tel choix est de pouvoir très clairement estimer et représenter l'évolution des mobilités et des transferts de mode par personne résidant en Occitanie, et donc de tous les habitants d'Occitanie. L'inconvénient est, à l'inverse, de ne pouvoir s'appuyer, sauf redressement des données, sur

² Selon la définition de l'INSEE un résident est une personne physique qui, quelle que soit sa nationalité, a son domicile principal en Occitanie. Dans le scénario REPOS le nombre des résidents est, par simplification, considéré comme égal à celui de la population au sens des scénarios démographiques de l'INSEE.

³ L'objectif est de caractériser au mieux la totalité de la mobilité individuelle des habitants en Occitanie et son évolution. Par exemple un plein de carburant fait hors Occitanie par un résident dans la région sera bien pris en compte, mais pas le plein effectué en Occitanie par un non-résident.

des données économiques comme, par exemple, le volume de carburants vendus ou le nombre de passagers dans les grandes lignes.

Etape 4 : Calcul de la demande en mobilité par mode de déplacement et par véhicules dans la région Occitanie

Cette demande totale en mobilité des personnes (étape 3 précédente) est assurée pour chaque mode par des véhicules ayant des taux d'occupation différenciés, fonction de la capacité et de l'usage.

Les coefficients moyens d'occupation des véhicules dans chaque mode sont estimés dans le scénario REPOS en fonction des données statistiques de transport et de fréquentation.

Le nombre total annuel de kilomètres parcourus par les véhicules utilisés dans chacun des modes de déplacement est alors calculé selon :

Kilomètres parcourus par les véhicules de = Demande totale en mobilité des personnes / Coefficient d'occupation

Par exemple un coefficient moyen d'occupation de 1,7 pour le mode de déplacement « VP berline » en 2025 signifie qu'en moyenne ce type de véhicule transporte 1,7 personne. Si le total annuel de déplacement au moyen de ce type de véhicule par tous les habitants d'Occitanie est de 340 millions de km.personne, la distance parcourue par les véhicules du mode « VP berline » en 2025 sera égal à $340/1,7 = 200$ millions de km.

Etape 5 : Calcul de la demande en mobilité par type de motorisation

Chaque mode de déplacement est assuré par des types de véhicules ayant des motorisations différentes faisant appel à un ou deux vecteurs énergétiques.

Par exemple une berline hybride GNV-élec fera appel pour une part de ses trajets à du GNV (vecteur carburant gazeux) et le reste du temps à des batteries (vecteur électricité).

Le calcul des consommations énergétiques selon ces vecteurs nécessite donc d'estimer la répartition des kilomètres parcourus par chaque couple de véhicule/motorisation de chaque mode de déplacement : cette répartition s'exprime dans le scénario REPOS en « parts de marché kilométriques ».

Ainsi, pour un type de véhicule donné, les « parts de marché kilométriques » lors d'une année X sont exprimées en % des km parcourus par le parc entier de ce type lors de cette année X.

Par exemple « une part de marché kilométrique de 20 % pour les VP Berline électrique en 2030 » signifie qu'en 2030, sur la totalité des kilomètres parcourus par le parc de véhicules de type « VP berline », 20 % l'ont été par des véhicules à moteur 100 % électrique sur batteries.

Ce pourcentage est donc différent, toujours pour l'année X, du pourcentage du nombre de véhicules dans le parc régional de véhicules pour ce type. La taille des différents parcs fait l'objet d'un calcul final fonction des kilomètres annuels moyens effectués par les véhicules d'un même parc (étapes 8 et 9).

Ces « parts de marché kilométriques » sont estimées pour 2015, 2020, 2030 et 2050 pour les différents types de véhicules avec les motorisations suivantes :

GNV	Moteur thermique alimenté par du gaz délivré à partir du réseau régional de gaz
Electrique	Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau
H2	Moteur électrique alimenté par l'électricité produite par une pile à combustible à hydrogène embarquée (PAC H2)
Essence-Gazole	Moteur thermique alimenté par des carburants d'origine fossile
Hybride GNV – Electrique	Moteur thermique alimenté par du gaz délivré à partir du réseau régional de gaz + Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau
Hybride H2 - Electrique	Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau ou par une pile à combustible à hydrogène embarquée (PAC H2)

Etape 6 : Détermination des coefficients spécifiques de consommation par type de véhicule et de motorisation

Pour chaque type de véhicule et motorisation dans chaque mode de déplacement, la quantité d'énergie moyenne consommée par km parcouru est estimée à partir de plusieurs sources statistiques ou d'enquêtes.

Cette quantité représente la valeur réelle moyenne du parc de véhicules de ce type pour une année x : elle est donc distincte des consommations conventionnelles sur les véhicules neufs.

Par ailleurs il est aussi tenu compte des améliorations potentielles de ce coefficient par rapport à sa valeur initiale (année 2015) afin de tenir compte sur 2015-2050 des nombreux facteurs affectant la consommation spécifique tels que :

- une meilleure efficacité sur la motorisation, l'aérodynamisme, le roulage ...
- des gains apportés par un meilleur entretien, plus d'écoconduite ...
- la diminution constatée de la vitesse routière moyenne⁴, etc.

Ces améliorations sont estimées en moyenne de réduction annuelle sur différentes périodes, par mode et par type de véhicule par rapport à une base 100 en 2015.

Par exemple si le coefficient spécifique de consommation d'un véhicule est de 0,5 kWh/km en 2015 et si le gain d'efficacité a permis de passer d'une base 100 en 2015 à 80 en 2030, le coefficient spécifique de consommation retenu en 2030 sera égal à $0,5 \times 80/100 = 0,4$ kWh/km

Etape 7 : Calcul de la consommation par type de véhicule et de motorisation

Cette consommation est égale à :

Total kilomètres parcourus x coefficient de consommation spécifique

⁴ Sur les routes à 2 ou 3 voies, en raison de l'application du 80 km/h, les vitesses moyennes en 2020 ont naturellement baissé de l'ordre de 4 km/h par rapport à 2017.

Etape 8 : Estimation du kilométrage moyen annuel pour un mode de déplacement

1. Ce kilométrage est estimé à partir de plusieurs sources statistiques.

On considère, par simplification, que tous les types de véhicules d'un même mode de déplacement ont le même kilométrage moyen annuel, quel que soit leur type de motorisation.⁵

Etape 9 : Estimation des parcs de véhicules

Le nombre de véhicule d'un type de véhicules et de motorisation est égal au kilométrage total annuel effectué par tous les véhicules de ce type (calculé à l'étape 4) divisé par le kilométrage annuel moyen effectué par un véhicule de ce type (calculé à l'étape 8)

Hypothèses retenues dans REPOS Occitanie

Etape 1 : Segmentation selon les 10 modes de déplacement, par type de motorisation et par vecteur énergétique

<i>Mode</i>	<i>Descriptif</i>	<i>Motorisation</i>	<i>Vecteur énergétique</i>
<i>Marche</i>		Non	
<i>Vélos</i>	Tous types de vélos	Non assisté	
		A assistance électrique sur batterie	Electricité
		A assistance électrique sur PAC H2	Carburant liquide
<i>Deux roues motorisées</i>	Motos, motocycles	Essence	Carburant liquide
		Électrique par batterie	Electricité
		GNV	Carburant gazeux
		Hydrogène	Carburant gazeux
<i>VP citadine</i>	Véhicules particuliers légers, 3 ou 4 roues, adaptés à des déplacements de 1 à 3 personnes urbains ou péri-urbains, utilisés lorsque la spécificité du déplacement rend difficile ou trop lent un transport collectif ou en 2 roues. Exemple : déplacements à arrêts multiples, zones mal couvertes par le collectif, personnes âgées ou handicapées, etc.	Essence – gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux

⁵ La modélisation REPOS permettrait cependant cette éventuelle discrétisation.

<i>VP berline</i>	Véhicules particuliers « familiaux » adaptés à des déplacements interurbains jusqu'à 5 personnes, utilisés lorsque la spécificité du déplacement rend difficile ou trop lent un transport collectif.	Essence – gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Électrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
<i>Microbus</i>	Véhicules de transport collectif à la demande, de point à point, de type « taxi collectif » conçus pour transporter jusqu'à 6 à 10 personnes.	Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
		Essence – gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Électrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
<i>Bus, autocars et tramways</i>	Véhicules de transport collectif, 50 à 100 places par véhicule ou rame.	Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
		Gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Électrique	Electricité
<i>Trains (grandes lignes)</i>	Train à forte capacité sur lignes principales.	H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
		Gazole	Carburant liquide
		Électrique par batterie	Electricité
<i>Trains locaux</i>	Train à desserte interurbaine sur lignes secondaires.	GNV	Carburant gazeux
		Hydrogène	Carburant gazeux
		Gazole	Carburant liquide
		Électrique par batterie	Electricité
<i>Avion</i>		GNV	Carburant gazeux
		Hydrogène	Carburant gazeux
		Kérozène	Carburant liquide
		Électrique par batterie	Electricité

Etape 2 : Estimation de la demande annuelle en mobilité par habitant

Mobilité moyenne 2015 par habitants et évolution de la mobilité /2015 en km.personne/an

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Marche	5 %	15 %	30 %	500
Vélo	5 %	20 %	40 %	100
2 roues motorisés	0 %	20 %	40 %	255
VP citadine				350
VP berline	0 %	-25 %	-50 %	13 000
Microbus				0
Bus et cars	0 %	10 %	20 %	1 400
Train (grandes lignes)	5 %	10 %	20 %	750
Train (locaux)	10 %	20 %	40 %	1 000
Avion	-5 %	-10 %	-25 %	300
Total				17 655

Soit, en kilomètres par an et par personne :

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Marche	525	575	650	500
Vélo	105	120	140	100
2 roues motorisés	255	306	357	255
VP citadine	500	2 500	5 000	350
VP berline	13 000	9 750	6 500	13 000
Microbus	200	900	1 400	0
Bus et cars	1 400	1 540	1 680	1 400
Train (grandes lignes)	750	825	900	750
Train (locaux)	1 000	1 200	1 400	1 000
Avion	300	270	225	300
Total	18 035	17 986	18 252	17 655

Dans le scénario REPOS Occitanie, le total des kilomètres effectués en moyenne par habitant est au final assez stable. Par contre les variations dans les modes de déplacement sont significatives :

- Nette et régulière augmentation de la marche, du vélo et des 2 roues motorisées
- Basculement des déplacements de type VP berline vers des VP citadine
- Développement de la mobilité collective « peer to peer » par des véhicules de petite capacité (« microbus »)
- Augmentation de 40 % de la mobilité ferroviaire régionale
- Diminution du transport aérien

Etape 3 : Calcul de la demande totale en mobilité des personnes dans la région Occitanie

Mobilité régionale totale en Gkm/an

(en milliards de kilomètres parcourus par tous les habitants en Occitanie)

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Marche	3,2	3,7	4,7	2,9
Vélo	0,6	0,8	1,0	0,6
2 roues motorisés	1,5	2,0	2,6	1,5
VP citadine	3,0	16,2	36,3	2,0
VP berline	78,5	63,3	47,2	75,3
Microbus	1,2	5,8	10,2	
Bus et cars	8,5	10,0	12,2	8,1
Train (grandes lignes)	4,5	5,4	6,5	4,3
Train (locaux)	6,0	7,8	10,2	5,8
Avion	1,8	1,8	1,6	1,7
Total	108,9	116,7	132,7	102,3

Bien que la demande individuelle soit quasi-stable (étape 2), la demande totale en mobilité croît nettement, corrélativement à l'augmentation de la population.

Etape 4 : Calcul de la demande en mobilité par mode de déplacement

Cette demande est fonction des taux de remplissage estimés dans REPOS Occitanie selon l'évolution suivante :

Taux de remplissage moyen par mode de déplacement et type de véhicule				
	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Marche	1,0	1,0	1,0	1,0
Vélo	1,0	1,0	1,0	1,0
2 roues motorisés	1,10	1,10	1,10	1,1
VP citadine	1,40	1,40	1,40	1,40
VP berline	1,80	2,00	2,30	1,80
Microbus	6	8	8	6
Bus et cars	30	35	40	30
Train (grandes lignes)	290	290	290	290
Train (locaux)	150	150	150	150
Avion	75	75	75	75

D'où l'on déduit les kilomètres totaux parcourus par les véhicules dans chaque mode de déplacement

MOB - Milliards de kilomètres parcourus par mode de déplacement et type de véhicule				
	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Marche	3,2	3,7	4,7	2,9
Vélo	0,6	0,8	1,0	0,6
2 roues motorisés	1,4	1,8	2,4	1,3
VP citadine	2,2	11,6	26,0	1,4
VP berline	43,6	31,6	20,5	41,8
Microbus	0,2	0,7	1,3	0,0
Bus et cars	0,3	0,3	0,3	0,270
Train (grandes lignes)	0,016	0,018	0,023	0,015
Train (locaux)	0,040	0,052	0,068	0,039
Avion	0,024	0,023	0,022	0,023
Total	51,5	50,6	56,3	48,5
Total hors marche et vélo				45,0

Etape 5 : Calcul de la demande en mobilité par type de motorisation

Pour chaque type de véhicule, l'évolution des parts de marché en fonction des kilomètres parcourus est estimée ainsi :

Part de marché et % motorisation		Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Vélo					
Vélo non assisté		90 %	65 %	45 %	98 %
GNV		0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique		10 %	30 %	50 %	2 %
Hydrogène		0 %	5 %	5 %	0 %
2 roues motorisés					
Essence - Gazole		100 %	65 %	0 %	100 %
GNV		0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique		0 %	30 %	50 %	0 %
Hydrogène		0 %	5 %	50 %	0 %
VP citadine					
Essence - Gazole		25 %	15 %	0 %	25 %
GNV		0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique		75 %	85 %	100 %	75 %
Hydrogène		0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride GNV - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride H2 - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
VP berline					
Essence - Gazole		98 %	68 %	3 %	99 %
GNV		0 %	10 %	25 %	0 %
Electrique		2 %	20 %	25 %	1 %
Hydrogène		0 %	0 %	25 %	0 %
Hybride GNV - Elec		0 %	0 %	15 %	0 %
Hybride H2 - Elec		0 %	2 %	7 %	0 %
Microbus					
Essence - Gazole		99 %	58 %	0 %	99 %
GNV		1 %	10 %	35 %	1 %
Electrique		0 %	30 %	30 %	0 %
Hydrogène		0 %	2 %	35 %	0 %
Hybride GNV - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride H2 - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
Bus et cars					
Essence - Gazole		98 %	63 %	0 %	99 %
GNV		2 %	20 %	35 %	1 %
Electrique		0 %	15 %	30 %	0 %
Hydrogène		0 %	2 %	35 %	0 %
Hybride GNV - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride H2 - Elec		0 %	0 %	0 %	0 %
Train (grandes lignes)					
Essence - Gazole		0 %	0 %	0 %	0 %
GNV		0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique		100 %	100 %	100 %	100 %
Hydrogène		0 %	0 %	0 %	0 %
Train (locaux)					
Essence - Gazole		35 %	18 %	0 %	35 %
GNV		0 %	8 %	15 %	0 %
Electrique		65 %	72 %	80 %	65 %
Hydrogène		0 %	2 %	5 %	0 %
Avion					
Essence - Gazole		100 %	100 %	100 %	100 %
GNV		0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique		0 %	0 %	0 %	0 %
Hydrogène		0 %	0 %	0 %	0 %

Vélos

Fort développement des vélos à assistance électrique.

Développement après 2030 d'une niche spécifique : les vélos à assistance électrique à mini-PAC à recharge H2 utilisés en ville, essentiellement pour des livraisons ou des flottes de type Vélib lorsque la recharge directe sur le vélo par un véhicule dédié à ces recharges ou le remplacement par des cartouches H2 est économiquement plus rentable que des bornes de recharge électrique.

Deux roues motorisées

Substitution à terme en 2050 de tous les moteurs thermiques du parc au profit d'une motorisation électrique soit par batterie, soit par PAC + H2 lorsqu'une forte autonomie est nécessaire.

VP citadine

Véhicules particuliers légers, 3 ou 4 roues, adaptés à des déplacements de 1 à 3 personnes en zone urbaine ou périurbaine, et utilisés lorsque la spécificité du déplacement rend difficile ou trop lent un transport collectif ou en 2 roues (déplacements à arrêts multiples, zones mal couvertes par les transports collectifs, personnes âgées ou handicapées, conditions météo rendant la circulation difficile, etc.).

Généralisation de la motorisation électrique par batteries (100 % en 2050)

VP berline

Véhicules particuliers de type « berline familiale routière » adaptés à des déplacements interurbains jusqu'à 5 personnes, utilisés lorsque la spécificité du déplacement rend difficile ou trop lent un transport collectif.

En 2050, une très faible partie résiduelle du parc (3 %) est encore en essence ou gazole, la motorisation étant soit thermique bioGNV (25 %), électrique par batteries (25 %) ou PAC + H2 (25 %) ou bien encore hybride Elec-GNV et Elec-H2 (22 %).

L'utilisation du gaz GNV ou H2 concerne intégralement ou partiellement 72 % des kilométrages effectués (25 % + 25 % + 22 %), mais en zone urbaine ZFE la motorisation sera électrique sauf cas particuliers.

Microbus

Véhicules de transport collectif à la demande, de point à point, de type « taxi collectif » conçus pour transporter jusqu'à 6 à 10 personnes.

En 2050 la motorisation de ce type de véhicule est soit thermique en bioGNV (35 %), soit électrique par batteries (30 %) ou par PAC + H2 (35 %).

Bus, autocars

Véhicules de transport collectif, 50 à 100 personnes par véhicule ou rame.

En 2050, répartition de la motorisation identique aux microbus.

Trains (grandes lignes)

Train à forte capacité sur lignes principales. Motorisation 100 % électrique.

Trains locaux

Train à desserte interurbaine sur lignes secondaires, principalement électrique (80 % en 2050).

Remplacement des motorisations diesel par du biométhane ou de PAC + H2 lorsque l'électrification de la ligne ne peut être réalisée.

Avion

Kérozène à 100 % jusqu'en 2050 : pas d'hypothèse de substitution par des biocarburants, l'électrique ou de l'hydrogène.

Etape 6 : Détermination des coefficients spécifiques de consommation par type de véhicule et de motorisation

Coefficients d'efficacité selon le type de motorisation

Pour chaque type de motorisation dans chaque mode de déplacement, la quantité d'énergie moyenne consommée par km parcouru est estimée à partir de plusieurs sources statistiques :

	Conso spécifique 2015			
	Carburant pétrolier litres/100	GNV litres/100	Elec kWh/100	H2 kgs/100
Marche				
Vélo		0,03	0,42	0,03
2 roues motorisés	3,00		6,00	
VP citadine	3,00	3,00	13,00	0,76
VP berline	7,50	7,50	20,00	1,02
Microbus	12,00	12,00	35,00	1,48
Bus et cars	34,00	34,00	80,00	7,00
Train (grandes lignes)			1 800	
Train (locaux)	200,00	200,00	650	40,00
Avion	375,00			

Coefficients en kWh/km :

	Conso 2015 en kWh/km			
	Carburant pétrolier	GNV	Elec	H2
	kWh/km	kWh/km	kWh/km	kWh/km
Marche				
Vélo		0,01	0,004	0,0083
2 roues motorisés	0,29		0,06	
VP citadine	0,29	0,29	0,13	0,25
VP berline	0,73	0,73	0,20	0,34
Microbus	1,16	1,16	0,35	0,49
Bus et cars	3,29	3,29	0,80	2,31
Train (grandes lignes)			18,00	
Train (locaux)	19,36	19,36	6,50	13,20
Avion	39,00			

Variation du coefficient d'efficacité

Comme indiqué plus haut (étape 6 de la méthodologie retenue), la modélisation REPOS tient compte des améliorations potentielles par rapport au niveau 2015. Cette amélioration est représentative des nombreux facteurs concernant :

- le véhicule (motorisation, aérodynamisme, roulage ...)
- un meilleur entretien, l'écoconduite ...
- l'usage (diminution constatée de la vitesse routière moyenne)

Ces améliorations sont estimées sur la période considérée en gain annuel et par type de motorisation :

Gain en efficacité

		2020	2030	2050	2015
Période		2016-2020	2021-2030	2031-2050	
Durée	ans	5	10	20	
Essence-Gazole					
Gain sur la période	%	0,00 %	-1,00 %	-0,50 %	
Indice efficacité Essence-Gazole		100	90	81	100
GNV					
Gain sur la période	%	0,00 %	-1,00 %	-0,75 %	
Indice efficacité GNV		100	90	77	100
Electricité					
Gain sur la période	%	-1,00 %	-1,50 %	-1,00 %	
Indice efficacité Elec		95	82	67	100
Hydrogène					
Gain sur la période	%	-1,00 %	-1,00 %	-1,00 %	
Indice efficacité H2		95	86	70	100

Etape 7 : Calcul de la consommation par type de véhicule et de motorisation

Cette consommation est égale, pour chaque type de véhicule et de motorisation au total kilomètres parcourus (étape 5) par son coefficient de consommation spécifique (étape 6)

Voir plus loin « Résultats »

Etape 8 : Estimation du kilométrage moyen annuel pour un mode de déplacement

Ce kilométrage a été estimé à partir de plusieurs sources statistiques.

On considère que tous les types de véhicules d'un même mode de déplacement ont le même kilométrage moyen annuel, quel que soit leur type de motorisation.

	Usages	Distance moyenne annuelle parcourue 2015 <i>Km</i>
Marche		
Vélo	Vélo, vélo à assistance électrique ou H2	500
2 roues motorisés	Motos	3 000
VP citadine	Petite voiture urbaine individuelle	9 000
VP berline	Berline familiale Trajet longue distance Autopartage	13 000
Microbus	Bus 12 places "Taxi collectif"	20 000
Bus et cars	Bus, cars	34 300
Train (grandes lignes)	Type TGV et Intercités	200 000
Train (locaux)	TER - Autorails - Tramway - Métro	75 000
Avion	Court-courrier	300 000

Ces kilométrages sont des moyennes sur la totalité du parc et non les seuls véhicules en service. Ils intègrent donc les véhicules en réparation, non utilisés, de faible kilométrage annuel, etc.

Ce kilométrage est supposé constant sur la période 2015-2050.

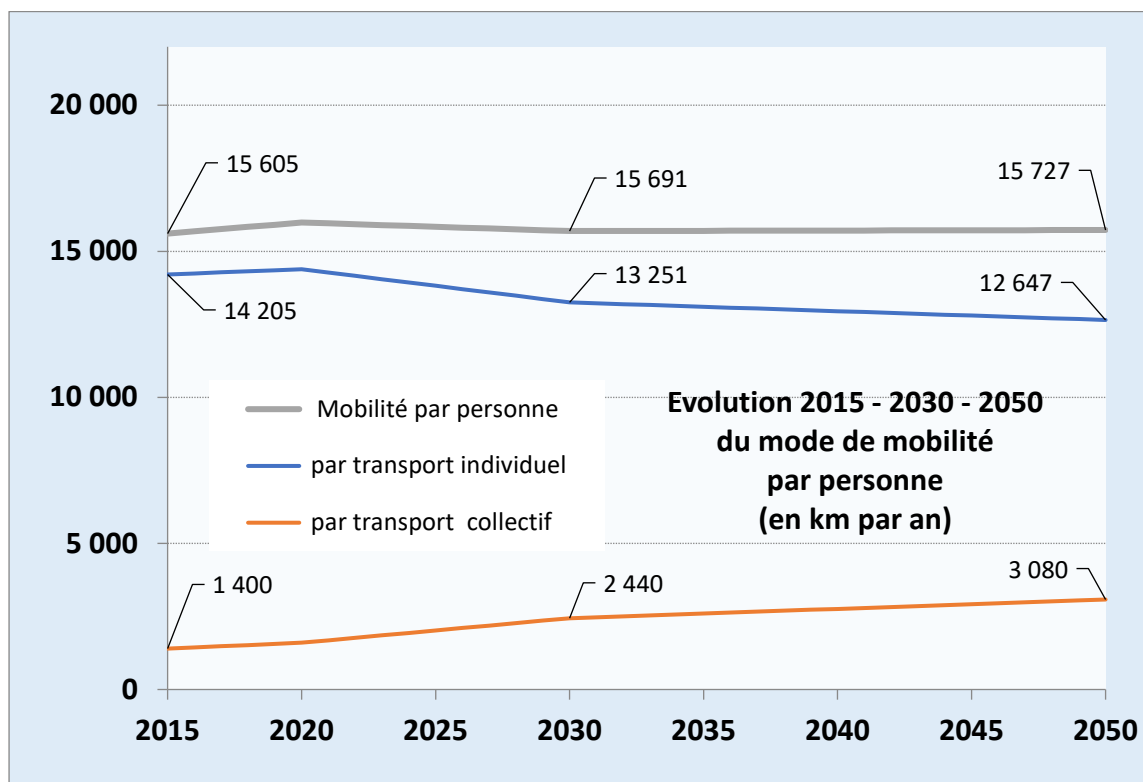
Etape 9 : Estimation de parc de véhicules

Les volumes des parcs sont égaux, pour chaque type de véhicule et de motorisation au total des kilomètres parcourus (étape 5) divisé par son kilométrage moyen annuel (étape 8).

Voir plus loin « Résultats »

Évolution de la demande

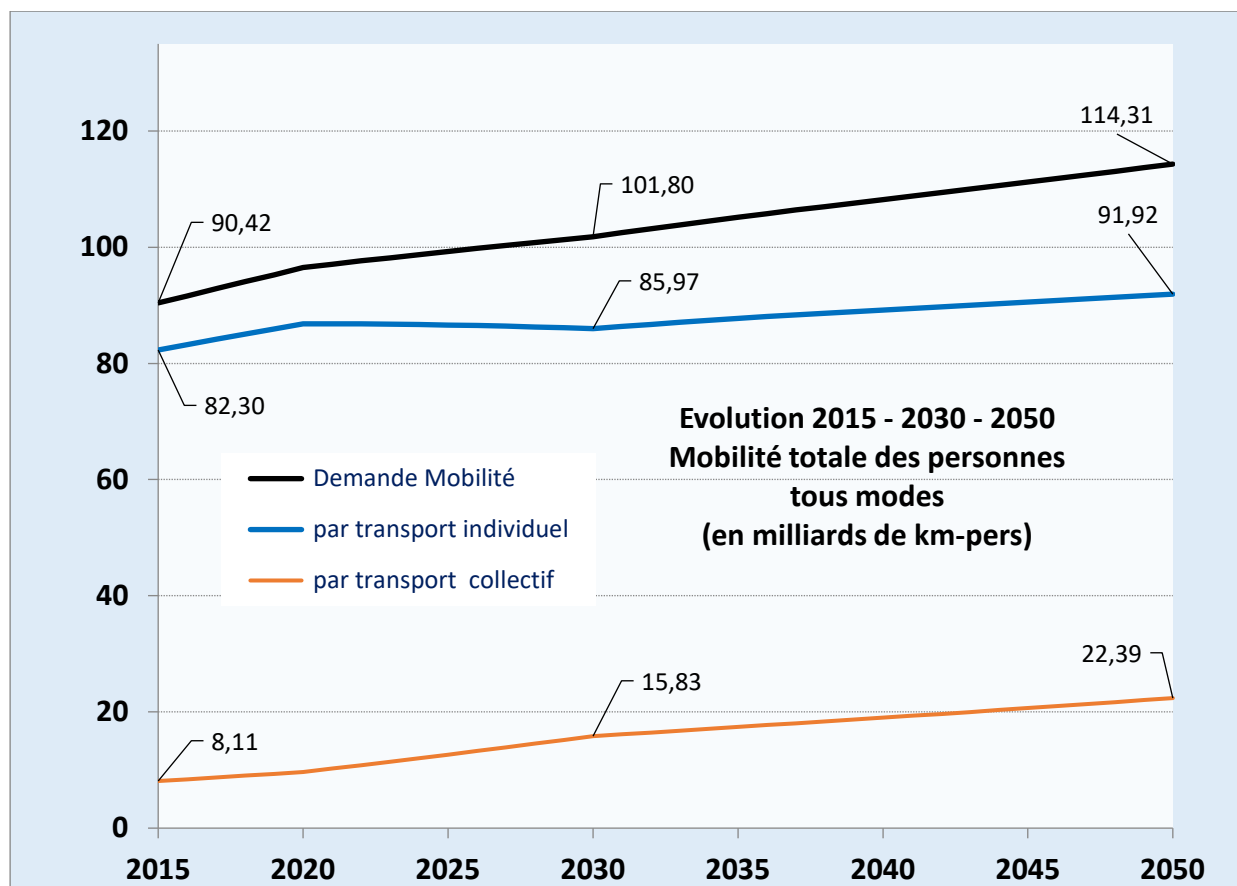
Évolution de la mobilité par personne



La mobilité kilométrique totale moyenne par personne est très stable sur la totalité de la période au niveau de 15500 km/an tous modes de déplacement confondus, soit 43 km/jour⁶.

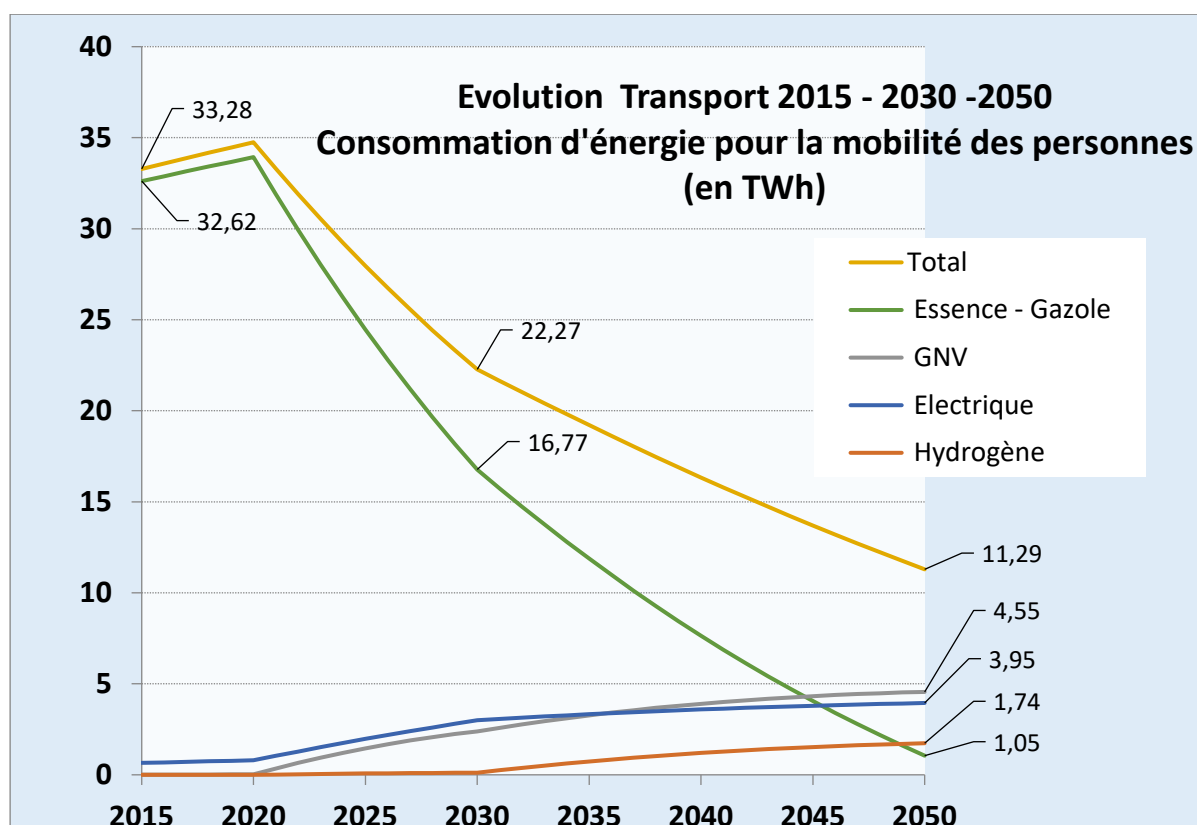
La mobilité par transport individuel décroît de 11 % entre 2015 et 2050. Par contre, la mobilité par transport collectif double, passant de 1400 à 3080 km/an.

⁶ Rappelons qu'il s'agit d'une moyenne intégrant la totalité de la population de tous âges et tous types de déplacement, de la marche à l'avion.



La demande kilométrique totale en Occitanie en mobilité des personnes, tous mode de déplacement confondus, croît quant à elle régulièrement, suivant à peu près le rythme de croissance de la population.

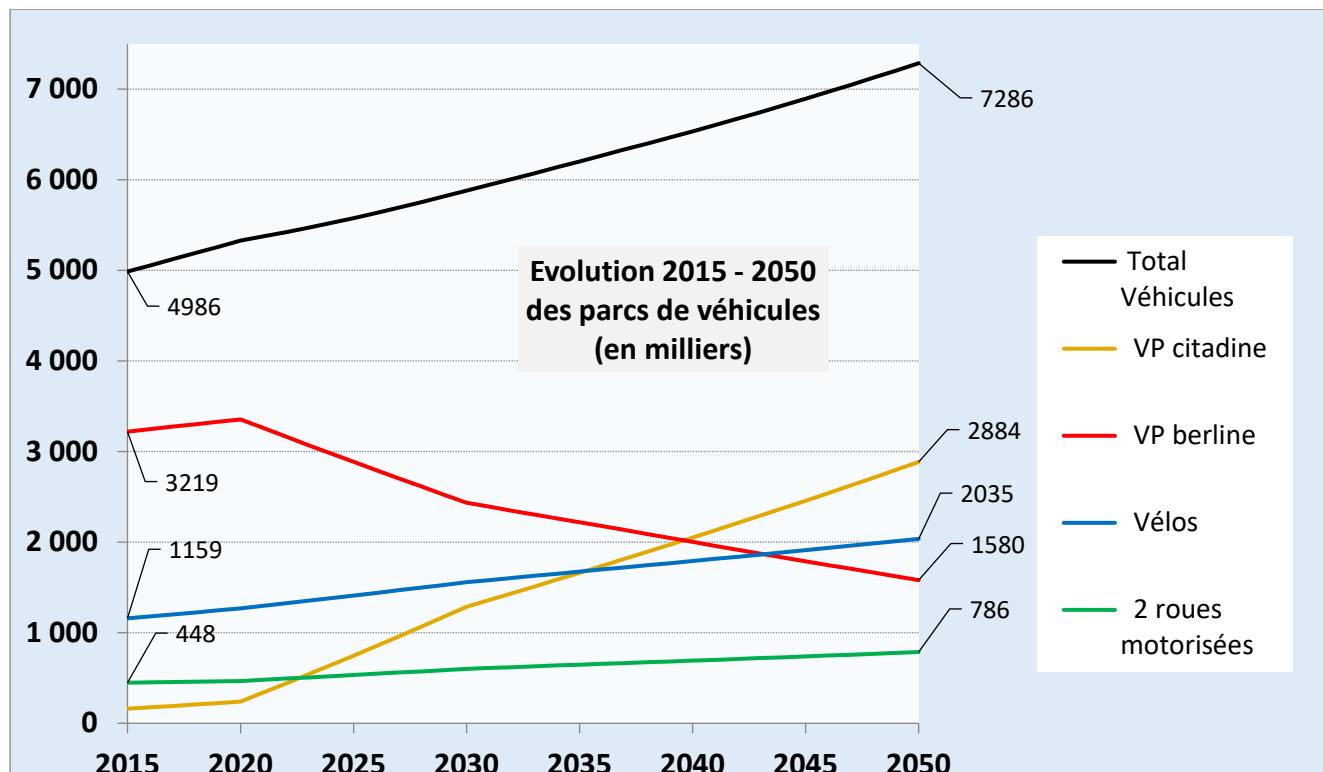
Évolution de la consommation d'énergie



Le fait marquant est la chute rapide, dès 2020, des carburants d'origine fossile au profit de trois autres sources d'énergie :

- Le gaz du réseau où le % d'origine renouvelable est de plus en plus élevé,
- A part quasi égale le réseau électrique, dont la part renouvelable dans le mix croît elle aussi régulièrement,
- Dans une moindre mesure l'hydrogène d'origine renouvelable PV et éolien via électrolyse

Évolution des flottes de véhicules



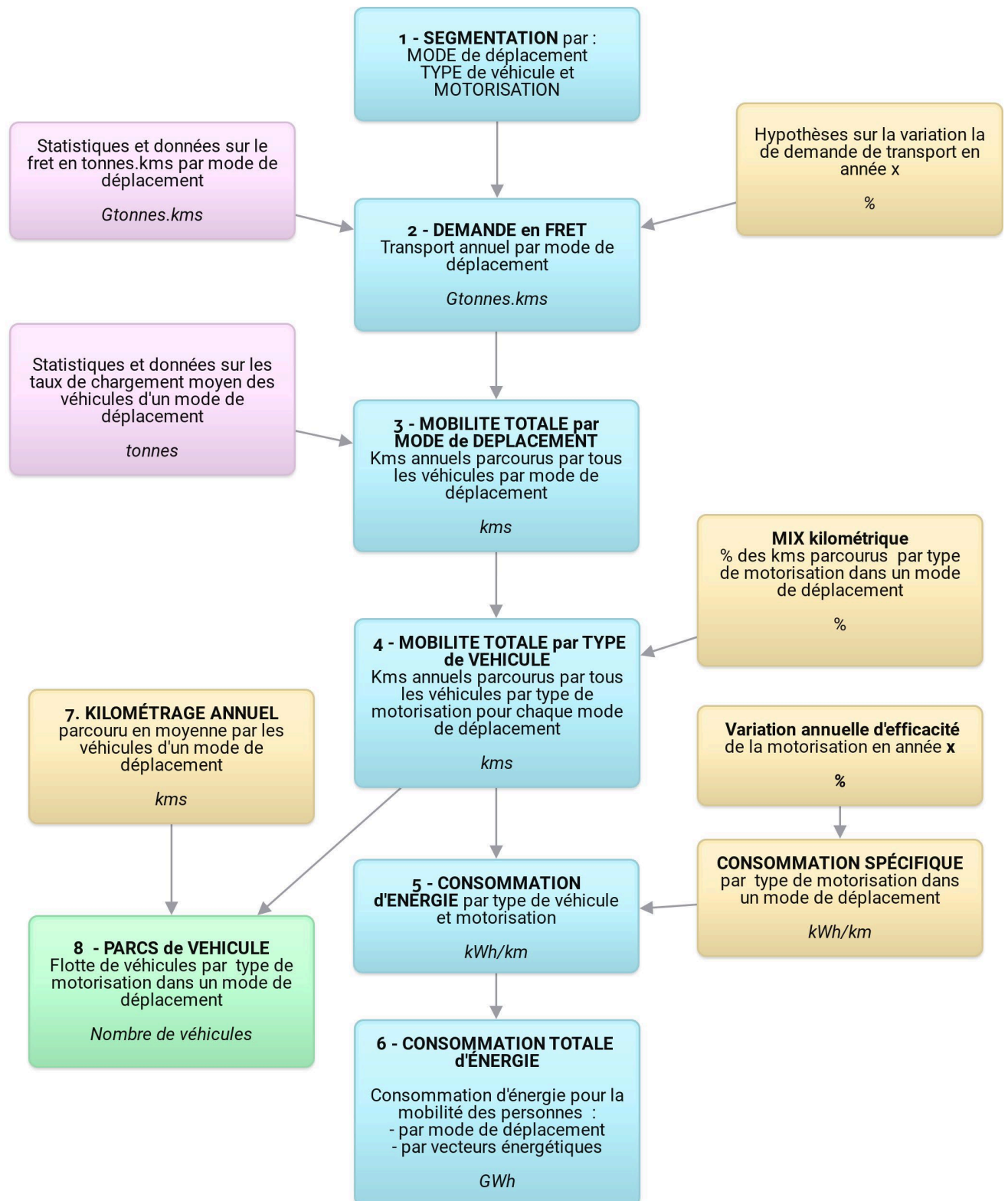
Forte augmentation des deux roues, vélos et motos, avec un doublement du parc.

Très forte progression d'une catégorie de véhicules aujourd'hui quasiment absente de l'offre : les « VP citadine » dont l'usage se généralise en milieu urbain et péri-urbain, et qui se substituent progressivement aux berlines « routières » ou « familiales » qui ne sont plus réservées qu'aux trajets de longue distance, et le plus souvent en location-partage.

Au total le nombre de véhicules individuels (vélos + motos + VP citadine + VP berline) croît de 4,9 à 7,3 millions, soit plus que l'augmentation de la population en âge de conduire. Ce fort accroissement reflète l'abandon de la « berline à tout faire » pour le choix, en fonction du trajet et de l'usage, d'un véhicule plus approprié comme le vélo pour des courts trajets ou une VP citadine pour des trajets urbains ou périurbains. Le nombre total de véhicules utilisables croît donc, mais dans le sens d'une bien meilleure sobriété d'usage et dimensionnelle.

Synoptique et étapes du calcul

La logique et les étapes du calcul du transport de marchandise est très similaire à celle sur la mobilité des personnes :



Etape 1 : Segmentation selon 6 modes de transport du fret et selon le type de motorisation

Les 6 modes de transport du fret analysés dans la modélisation REPOS Occitanie sont les suivants :

- Véhicules utilitaires à cycles deux ou trois roues (« VUL 1 »)
- Véhicules utilitaires : camionnettes, PTAC inférieurs à 3,5 T (« VUL 2 »)
- Poids lourds (« PL 1 »)
- Poids lourds tracteurs (« PL 2 »)
- Transport fluvial
- Fret par rail

Chacun de ces 6 modes de déplacements est ensuite discrétisé selon plusieurs types de motorisation, chacun associé à un ou deux des 8 vecteurs énergétiques analysés dans REPOS

(Voir tableau plus bas : Hypothèses)

Etape 2 : Estimation de la demande en millions de tonne.km de fret transporté par mode

Comme pour la mobilité des personnes, le socle du calcul du scénario REPOS Occitanie consiste à partir du service rendu, c'est-à-dire de la demande de fret.

L'indicateur correspondant à cette demande est exprimé en millions de tonne.km transportés par an et par mode de déplacement.

A partir d'un état initial 2015, l'évolution de cette demande est estimée sur 2020, 2030, 2040 et 2050 en Gt.km pour les 6 modes de transport, les années entre ces points de passage étant estimées par interpolation.

Le périmètre de calcul retenu est celui des déplacements effectués sur le territoire de la Région Occitanie.

Etape 3 : Calcul de la demande totale par mode de déplacement et type de véhicules dans la région Occitanie

La demande de transport de marchandises est réalisée pour chaque mode par des véhicules dont le taux moyen de chargement est spécifique à chaque mode.

A chaque mode de transport est affecté un coefficient moyen de chargement des véhicules employés par ce mode, déterminé en fonction de données statistiques de transport et de fréquentation.

Le scénario REPOS calcule alors le nombre total de kilomètres parcourus pour chaque mode de déplacement :

$$\text{Km parcourus} = \text{Demande totale en tonnes transportées} / \text{Poids moyen du chargement}$$

Etape 4 : Calcul de la demande totale en mobilité par type de motorisation

« Parts de marché kilométrique » estimatives par type de motorisation

Chaque mode de transport de marchandises s'effectue avec des types de véhicules ayant des motorisations différentes, donc des consommations spécifiques différentes correspondant à un ou deux vecteurs énergétiques.

Par exemple un camion hybride GNV-élec fera appel pour une part de ses trajets à du GNV (vecteur carburant gazeux) et le reste du temps à des batteries (vecteur électricité).

Le calcul des consommations énergétique implique donc d'estimer la répartition des kilomètres parcourus par chaque type de véhicule et donc de motorisation pour chaque mode de déplacement : cette répartition

s'exprime dans le scénario REPOS comme pour la mobilité des personnes en « part de marché kilométrique ».

Pour un type de véhicule les « parts de marché » lors d'une année X prises en compte dans le scénario REPOS Occitanie pour le transport de marchandises sont donc exprimées en % des km parcourus par le parc entier lors de cette année X.

Par exemple « *une part de marché kilométrique de 25 % pour les VUL2 à H2 en 2040* » signifie qu'en 2040, sur la totalité des kilomètres parcourus par le parc de véhicules de type « VUL2 », 25 % l'ont été par des véhicules à carburant H2 alimentant via une PAC H2 un moteur électrique.

Ce % est donc différent, toujours pour l'année X, du % du nombre de véhicules dans la totalité de la flotte de véhicules de ce type.

Les « parts de marché kilométriques » sont estimées pour 2015, 2020, 2030 et 2050 avec les motorisations suivantes :

Essence-Gazole	Moteur thermique alimenté par des carburants d'origine fossile
GNV	Moteur thermique alimenté par du gaz délivré à partir du réseau régional de gaz
Electrique	Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau
H2	Moteur électrique alimenté par l'électricité produite par une pile à combustible à hydrogène embarquée (PAC H2)
Essence-Gazole	Moteur thermique alimenté par des carburants d'origine fossile
Hybride GNV – Electrique	Moteur thermique alimenté par du gaz délivré à partir du réseau régional de gaz + Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau
Hybride H2 - Electrique	Moteur électrique alimenté par l'électricité fournie par des batteries rechargées sur le réseau ou par une pile à combustible à hydrogène embarquée (PAC H2)

Etape 5 : Détermination des coefficients spécifiques de consommation par type de véhicule et de motorisation

Pour chaque type de véhicule et motorisation dans chaque mode de déplacement, la quantité d'énergie moyenne consommée par km parcouru est estimée à partir de plusieurs sources statistiques ou d'enquêtes.

Ce coefficient est la valeur moyenne du parc de véhicules de ce type pour une année x : il est donc distinct des consommations conventionnelles sur les véhicules neufs.

Par ailleurs il est aussi tenu compte des améliorations potentielles de ce coefficient par rapport à sa valeur initiale (base 100 en année 2015) pour tenir compte des nombreux facteurs affectant la consommation tels que :

- une meilleure efficacité sur la motorisation, l'aérodynamisme, le roulage...
- des gains d'efficacité apportés par un meilleur entretien, plus écoconduite ...
- une diminution constatée de la vitesse routière moyenne, etc.

Ces améliorations sont estimées en moyenne de gain annuel, par période, par mode et type de véhicule par rapport à une base 100 en 2015.

Etape 6 : Calcul de la consommation par type de véhicule et de motorisation

Cette consommation est égale à :

Total kilomètres parcourus x coefficient de consommation spécifique

Etape 7 : Estimation du kilométrage moyen annuel pour un mode de déplacement

Ce kilométrage est estimé à partir de plusieurs sources statistiques.

On considère que tous les types de véhicules d'un même mode de déplacement ont le même kilométrage moyen annuel, quel que soit leur type de motorisation.

Etape 8 : Estimation de parc de véhicule

Les parcs sont estimés en fonction des hypothèses précédentes pour tous les types dans tous les modes de déplacement selon :

Total kilomètres parcourus par type/ kilométrage moyen annuel d'un véhicule de ce type

Etape 1 : Segmentation selon 6 modes de déplacement, par type de motorisation et par vecteur énergétique

Le scénario REPOS intègre la segmentation suivante :

<i>Mode</i>	<i>Descriptif</i>	<i>Motorisation</i>	<i>Vecteur énergétique</i>
<i>VUL 1</i>	Petit véhicule utilitaire cyclo-routiers deux roues ou tricycle Vélo-cargo pour fret urbain	Essence – gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
<i>VUL 2</i>	Petit véhicule utilitaire de type fourgonnette ou de livraison Véhicule utilitaire PTC < 3,5 T	Essence – gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
<i>PL 1</i>	Poids lourds	Gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
<i>PL 2</i>	Tracteurs routiers de semi-remorque	Gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
		Hybride GNV – Elec	Carburant gazeux Electricité
		Hybride GNV – H2	Carburant gazeux
<i>Fluvial</i>	Péniche	Gazole	Carburant liquide
		GNV	Carburant gazeux
		Electrique	Electricité
		H2	Carburant gazeux
<i>Fret rail</i>	Train de marchandises	Gazole	Carburant liquide
		Électrique par batterie	Electricité
		GNV	Carburant gazeux
		H2	Carburant gazeux

Etape 2 : Estimation de la demande annuelle en transport de marchandise

Transport en Gt.km et évolution par rapport à 2015

FRET - Tonnage transporté 2015 en millions de tonnes transportées et % évolution

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
VUL1 Cyclo	0%	0%	0%	5
VUL2 < 3,5 T	0%	0%	0%	80
PL1 Camions	0%	0%	0%	10
PL2 Tracteurs	0%	0%	0%	33
Fluvial	0%	0%	0%	5
Fret rail	0%	0%	0%	100
Total				233

FRET - Km moyens parcourus par une tonne de fret et évolution

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
VUL1 Cyclo	0%	0%	0%	50
VUL2 < 3,5 T	0%	0%	0%	150
PL1 Camions	0%	0%	0%	200
PL2 Tracteurs	0%	0%	0%	400
Fluvial	0%	0%	0%	50
Fret rail	0%	0%	0%	100

FRET - Demande (besoins) en milliards de tonne-km (Gt.km)

	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
VUL1 Cyclo	0,3	0,3	0,3	0,3
VUL2 < 3,5 T	12,0	12,0	12,0	12,0
PL1 Camions	2,0	2,0	2,0	2,0
PL2 Tracteurs	13,2	13,2	13,2	13,2
Fluvial	0,3	0,3	0,3	0,3
Fret rail	10,0	10,0	10,0	10,0
Total	37,7	37,7	37,7	37,7

Il est difficile d'estimer comment va évoluer l'indicateur de la demande de transport de marchandises exprimé en tonnes par kilomètres parcourus. Celui-ci sera en effet soumis à des variations antagonistes, certains facteurs allant dans le sens d'un accroissement :

- l'augmentation de la population ;
- la multiplication des points de livraison.

D'autres vont à l'inverse dans le sens d'une diminution tels que :

- des circuits plus courts de production et de distribution ;
- l'accroissement du recyclage et du réemploi ;
- la diminution de l'obsolescence des appareils et objets manufacturés ;
- une meilleure optimisation logistique permettant d'éviter les retours à vide ou d'améliorer le taux de remplissage.

En l'absence de données prospectives de long terme quantifiant cet indicateur en Gt.km pour l'Occitanie, cette version du scénario REPOS considère, en première approximation, une stabilisation de tonne-km transportés, l'augmentation de population étant compensée par les évolutions allant dans le sens d'une diminution. Cette stabilité traduit donc une rupture avec la forte croissance constatée sur ces dernières décennies.

Etape 3 : Calcul de la demande en transport par véhicules VUL et PL et rail dans la région Occitanie

FRET - Remplissage moyen en tonnes				
	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
VUL1 Cyclo	0,05	0,05	0,05	0,05
VUL2 < 3,5 T	1,40	1,4	1,40	1,40
PL1 Camions	3,7	3,7	3,7	3,7
PL2 Tracteurs	16,400	16,4	16,4	16,4
Fret rail	200	200	200	200

FRET - Total Gt.km parcourus par les véhicules				
	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
VUL1 Cyclo	5,0	5,0	5,0	5,0
VUL2 < 3,5 T	8,6	8,6	8,6	8,6
PL1 Camions	0,5	0,5	0,5	0,5
PL2 Tracteurs	0,8	0,8	0,8	0,8
Fret rail	0,1	0,1	0,1	0,1
Total				15,0

Mêmes remarques que sur l'étape précédente : cette version du scénario REPOS retient, en première hypothèse, une stabilisation de ces indicateurs.

Cependant plusieurs simulations ont été effectuées pour évaluer l'impact de leurs variations à la hausse ou à la baisse, ou bien de reports modaux de la route vers le rail : voir plus bas la section correspondante.

Etape 4 : Calcul de la demande en transport par type de motorisation

Parts de marché kilométriques estimatives

Explicatif : dans le tableau ci-dessous, « 15 % GNV pour les PL1 en 2030 » correspond à l'hypothèse suivante : en 2030, sur la totalité des kilomètres parcourus par tous les véhicules de type « poids lourds camions », 15 % de ce kilométrage sera effectué par des camions roulant au GNV.

FRET - Part de marché et % motorisation				
VUL1 Cyclo	Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
Essence - Gazole	0 %	0 %	0 %	0 %
GNV	0 %	0 %	0 %	0 %
Electrique	100 %	100 %	100 %	100 %
Hydrogène	0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride GNV - Elec	0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride H2 - Elec	0 %	0 %	0 %	0 %
VUL2 < 3,5 T				
Essence - Gazole	100 %	65 %	5 %	100 %
GNV	0 %	10 %	25 %	0 %
Electrique	0 %	20 %	25 %	0 %
Hydrogène	0 %	1 %	25 %	0 %
Hybride GNV - Elec	0 %	2 %	10 %	0 %
Hybride H2 - Elec	0 %	2 %	10 %	0 %
PL1 Camions				
Essence - Gazole	100 %	71 %	0 %	100 %
GNV	0 %	15 %	30 %	0 %
Electrique	0 %	2 %	5 %	0 %
Hydrogène	0 %	2 %	40 %	0 %
Hybride GNV - Elec	0 %	5 %	10 %	0 %
Hybride H2 - Elec	0 %	5 %	15 %	0 %
PL2 Tracteurs				
Essence - Gazole	100 %	80 %	10 %	100 %
GNV	0 %	15 %	45 %	0 %
Electrique	0 %	0 %	0 %	0 %
Hydrogène	0 %	5 %	45 %	0 %
Hybride GNV - Elec	0 %	0 %	0 %	0 %
Hybride H2 - Elec	0 %	0 %	0 %	0 %
Fluvial				
Essence - Gazole	100 %	83 %	10 %	100 %
GNV	0 %	10 %	40 %	0 %
Electrique	0 %	5 %	10 %	0 %
Hydrogène	0 %	2 %	40 %	0 %
Fret rail				
Essence - Gazole	35 %	18 %	0 %	35 %
GNV	0 %	8 %	15 %	0 %
Electrique	65 %	72 %	80 %	65 %
Hydrogène	0 %	2 %	5 %	0 %

VUL1 Cyclo

Les cycles ou tricycles assurant des services de fret urbain (vélo cargo, etc.) sont à motorisation à assistance électrique.

VUL2 > 3,5 T

Equilibre (25 %) entre les 3 grands types de motorisation GNV, PAC+ H2 et électrique + batteries, la nature de la motorisation dépendant de l'usage, du type de fret transporté et du degré d'autonomie nécessaire.

PL1 Camions

Motorisations adaptées à des longs trajets : GNV (30 %) , PAC H2 (40 %) et hybrides GNC/ Elec et H2/Elec (20 %). L'électrique sur batteries est marginal, trop limité en autonomie.

L'H2 peut s'avérer approprié au transport frigorifique qui nécessite à la fois une forte autonomie et un double usage de la PAC H2, motorisation et réfrigération.

PL2 Tracteurs

Camions pour traction de semi-remorques. Répartition équilibrée entre GNV et PAC H2 (45 % en 2050). Aucun véhicule sur batteries.

Fluvial

Répartition entre selon la nature des navires entre GNV (40 %), PAC H2 (40 %) et électrique sur batteries (10 %)

Fret rail

Essentiellement électriques (80 %). Remplacement des motorisations diesel par GNV ou H2 lorsque l'électrification de la ligne ne peut être réalisée.

Etape 5 : Détermination des coefficients spécifiques de consommation par type de véhicule et de motorisation

Coefficient d'efficacité

Pour chaque type de motorisation dans chaque mode de déplacement, la quantité d'énergie moyenne consommée par km parcouru est estimée à partir de plusieurs sources statistiques.

	Conso spécifique 2015			
	Carburant pétrolier	GNV	Elec	H2
	<i>litres/100</i>	<i>litres/100</i>	<i>kWh/100</i>	<i>kgs/100</i>
VUL1 Cyclo	1,00	1,00	2,00	0,10
VUL2 < 3,5 T	12,00	12,00	20,00	1,02
PL1 Camions	31,00	31,00	25,00	1,48
PL2 Tracteurs	43,00	43,00	80,00	7,00
Fluvial				
Fret rail	200,00	200,00	650,00	40,00

	Conso 2015 en kWh/km			
	Carburant pétrolier	GNV	Elec	H2
	kWh/km	kWh/km	kWh/km	kWh/km
VUL1 Cyclo	0,10	0,10	0,02	0,03
VUL2 < 3,5 T	1,16	1,16	0,20	0,34
PL1 Camions	3,00	3,00	0,25	0,49
PL2 Tracteurs	4,16	4,16	0,80	2,31
Fluvial				
Fret rail	19,36	19,36	6,50	13,20

Variation du coefficient d'efficacité

Comme indiqué plus haut, la modélisation tient compte des améliorations potentielles de l'efficacité des véhicules par rapport à leur valeur initiale 2015. Cette amélioration est représentative de nombreux facteurs tels :

- le véhicule (gain sur la motorisation, aérodynamisme, roulage ...)
- un meilleur entretien, l'écoconduite ...
- l'usage (diminution constatée de la vitesse routière moyenne).

Ces améliorations sont estimées en gain annuel, sur chaque période considérée, par mode et type de véhicule par rapport à une base 100 en 2015.

Gain en efficacité Base 100 en 2015					
Période		2016-2020	2021-2030	2031-2050	2015
Durée		5 ans	10 ans	20 ans	
Essence-Gazole					
Gain sur la période	%	-0,50 %	-0,50 %	-0,50 %	
Indice efficacité GNV		98	93	84	100
GNV					
Gain sur la période	%	-0,50 %	-0,50 %	-0,50 %	
Indice efficacité GNV		98	93	84	100
Electricité					
Gain sur la période	%	-1,00 %	-0,75 %	-0,50 %	
Indice efficacité Elec		95	88	80	100
Hydrogène					
Gain sur la période	%	-1,00 %	-0,75 %	-0,50 %	
Indice efficacité H2		95	88	80	100

Les consommations spécifiques et leur évolution sont les suivants :

Coefficient de consommation spécifique						
			Cible 2020	Cible 2030	Cible 2050	2015
XXX						
Essence - Gazole	Pétrole					
GNV	GNV					
Electrique	Elec					
Hydrogène	H2					
VUL1 Cyclo						
Essence - Gazole	Pétrole		0,095	0,090	0,081	0,097
GNV	GNV		0,095	0,090	0,081	0,097
Electrique	Elec		0,019	0,017	0,016	0,020
Hydrogène	H2		0,031	0,029	0,026	0,033
Hybride GNV - Elec	CH4-Elec		0,057	0,054	0,048	0,058
dont	GNV		0,047	0,045	0,040	0,048
dont	Elec		0,010	0,009	0,008	0,010
Hybride H2 - Elec	H2-Elec		0,025	0,023	0,021	0,027
dont	H2		0,016	0,014	0,013	0,017
dont	Elec		0,010	0,009	0,008	0,010
VUL2 < 3,5 T						
Essence - Gazole	Pétrole		1,138	1,076	0,968	1,162
GNV	GNV		1,138	1,076	0,968	1,162
Electrique	Elec		0,190	0,174	0,157	0,200
Hydrogène	H2		0,320	0,293	0,264	0,337
Hybride GNV - Elec	CH4-Elec		0,664	0,625	0,562	0,681
dont	GNV		0,569	0,538	0,484	0,581
dont	Elec		0,095	0,087	0,078	0,100
Hybride H2 - Elec	H2-Elec		0,255	0,234	0,210	0,268
dont	H2		0,160	0,147	0,132	0,168
dont	Elec		0,095	0,087	0,078	0,100
PL1 Camions						
Essence - Gazole	Pétrole		2,941	2,780	2,501	3,001
GNV	GNV		2,941	2,780	2,501	3,001
Electrique	Elec		0,238	0,218	0,196	0,250
Hydrogène	H2		0,464	0,425	0,383	0,488
Hybride GNV - Elec	CH4-Elec		1,589	1,499	1,348	1,625
dont	GNV		1,470	1,390	1,250	1,500
dont	Elec		0,119	0,109	0,098	0,125
Hybride H2 - Elec	H2-Elec		0,351	0,322	0,289	0,369
dont	H2		0,232	0,213	0,191	0,244
dont	Elec		0,119	0,109	0,098	0,125
PL2 Tracteurs						
Essence - Gazole	Pétrole		4,079	3,856	3,468	4,162
GNV	GNV		4,079	3,856	3,468	4,162
Electrique	Elec		0,760	0,697	0,627	0,800
Hydrogène	H2		2,195	2,012	1,811	2,310
Hybride GNV - Elec	CH4-Elec		2,420	2,276	2,048	2,481
dont	GNV		2,040	1,928	1,734	2,081
dont	Elec		0,380	0,348	0,314	0,400
Hybride H2 - Elec	H2-Elec		1,477	1,355	1,219	1,555
dont	H2		1,097	1,006	0,906	1,155
dont	Elec		0,380	0,348	0,314	0,400
Fluvial						
Essence - Gazole	Pétrole		0,000	0,000	0,000	
GNV	GNV		0,000	0,000	0,000	
Electrique	Elec		0,000	0,000	0,000	
Hydrogène	H2		0,000	0,000	0,000	
Fret rail						
Essence - Gazole	Pétrole		18,973	17,933	16,132	19,36
GNV	GNV		18,973	18,897	18,821	19,36
Electrique	Elec		6,175	5,663	5,096	6,50
Hydrogène	H2		12,540	11,500	10,349	13,20

Etape 6 : Calcul de la consommation par type de véhicule et de motorisation

Cette consommation est égale, pour chaque type de véhicule et de motorisation au total des kilomètres parcourus (étape 4) par son coefficient de consommation spécifique (étape 5)

Voir plus loin « Résultats »

Etape 7 : Estimation du kilométrage moyen annuel pour un mode de déplacement

Ce kilométrage est estimé à partir de plusieurs sources statistiques.

On considère dans REPOS Occitanie que tous les types de véhicules d'un même mode de déplacement ont le même kilométrage moyen annuel, quel que soit leur type de motorisation. Il est supposé constant sur la période 2015-2050.

Ces kilométrages sont des moyennes sur la totalité du parc et non les seuls véhicules en service. Ils intègrent donc les véhicules en réparation, non utilisés, de faible kilométrage annuel, etc.

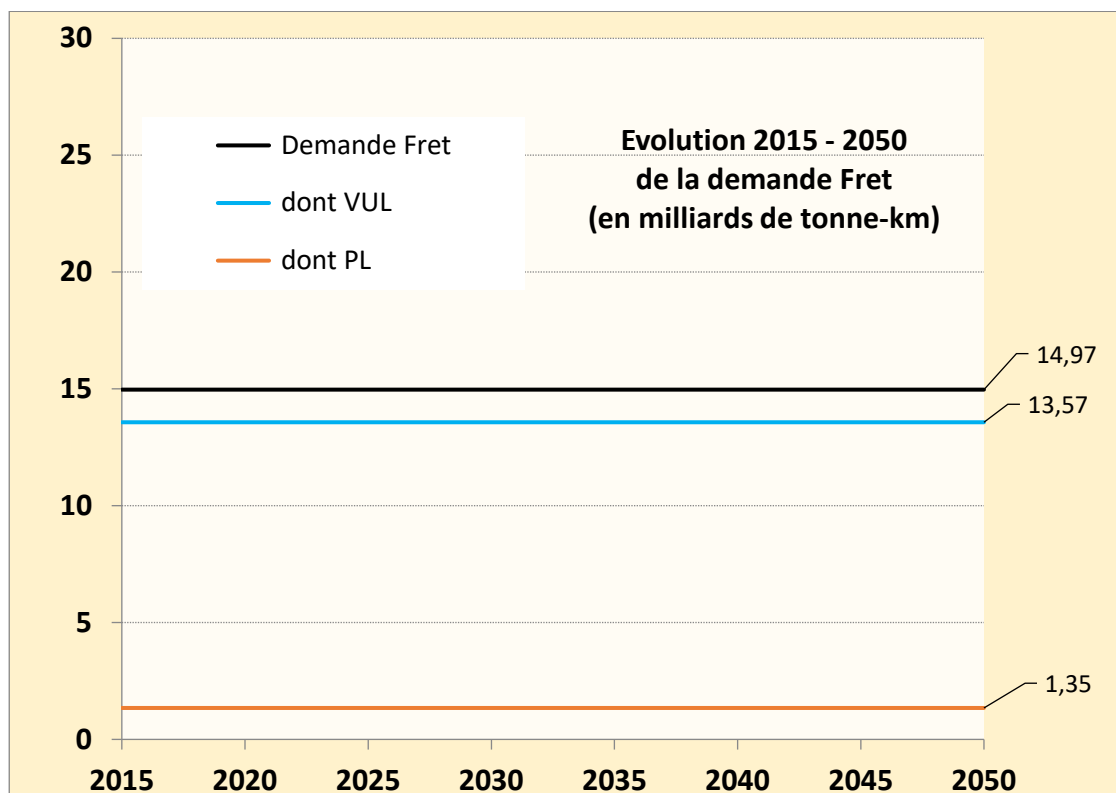
Type	Usages	Distance moyenne annuelle parcourue <i>km</i>
VUL1 Cyclo	Véhicule utilitaire léger de type vélo-cargo	5000
VUL2 < 3,5 T	Utilitaire PTAC < 3,5 T y compris camionnettes	14700
PL1 Camions	Poids lourds	22250
PL2 Tracteurs	Tracteurs semi-remorques	58300

Etape 8 : Estimation du parc de véhicules

Les volumes des parcs sont égaux, pour chaque type de véhicule et de motorisation au total des kilomètres parcourus (étape 5) divisé par son kilométrage moyen annuel (étape 7)

Voir plus loin « Résultats »

Évolution de la mobilité fret

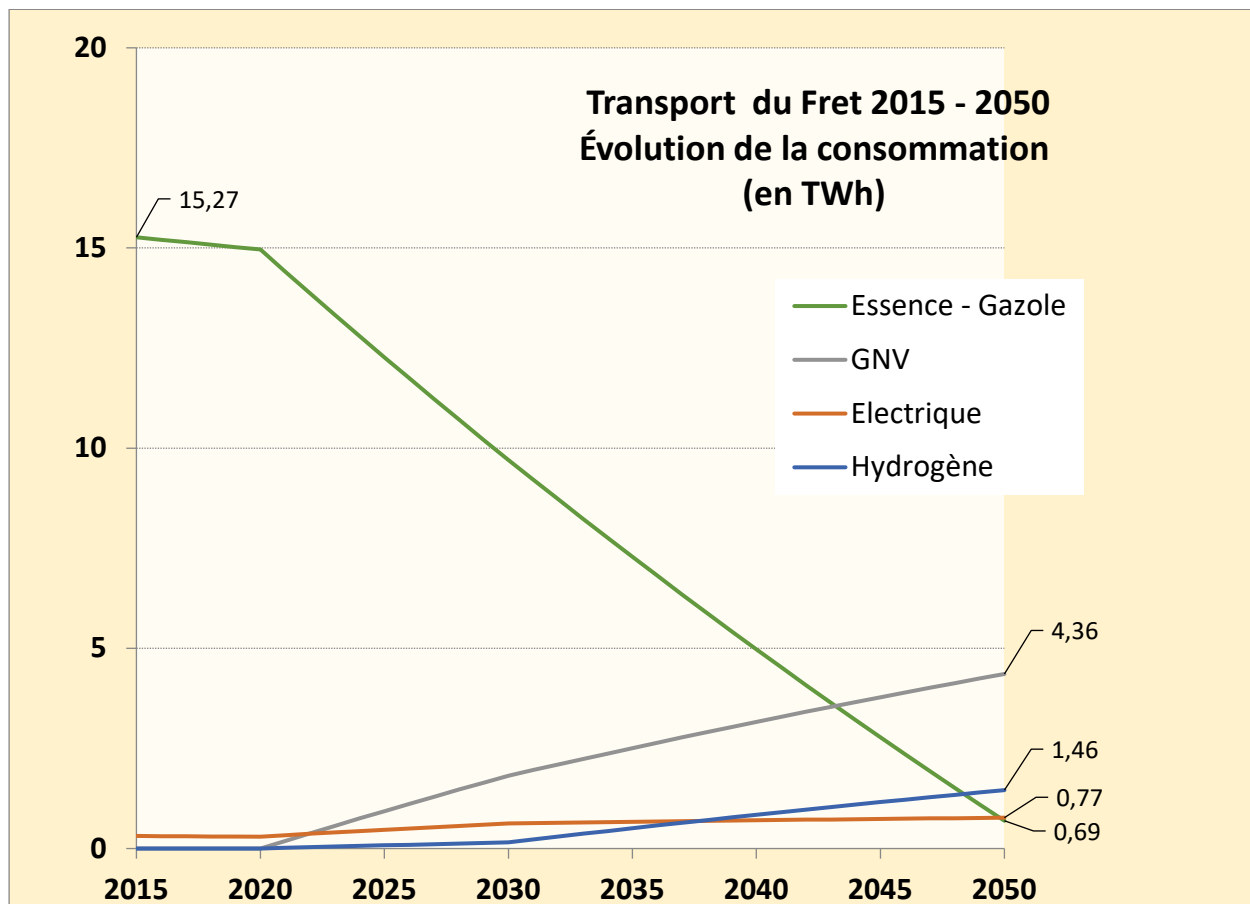


Malgré l'augmentation prévisible très importante de la population, le scénario REPOS Occitanie fait l'hypothèse d'une double stabilisation

- de la demande de transport exprimée en milliards de tonne.km,
- du taux de chargement des véhicules VUL et VP par rapport à la situation actuelle.

Évolution des parcs de véhicules

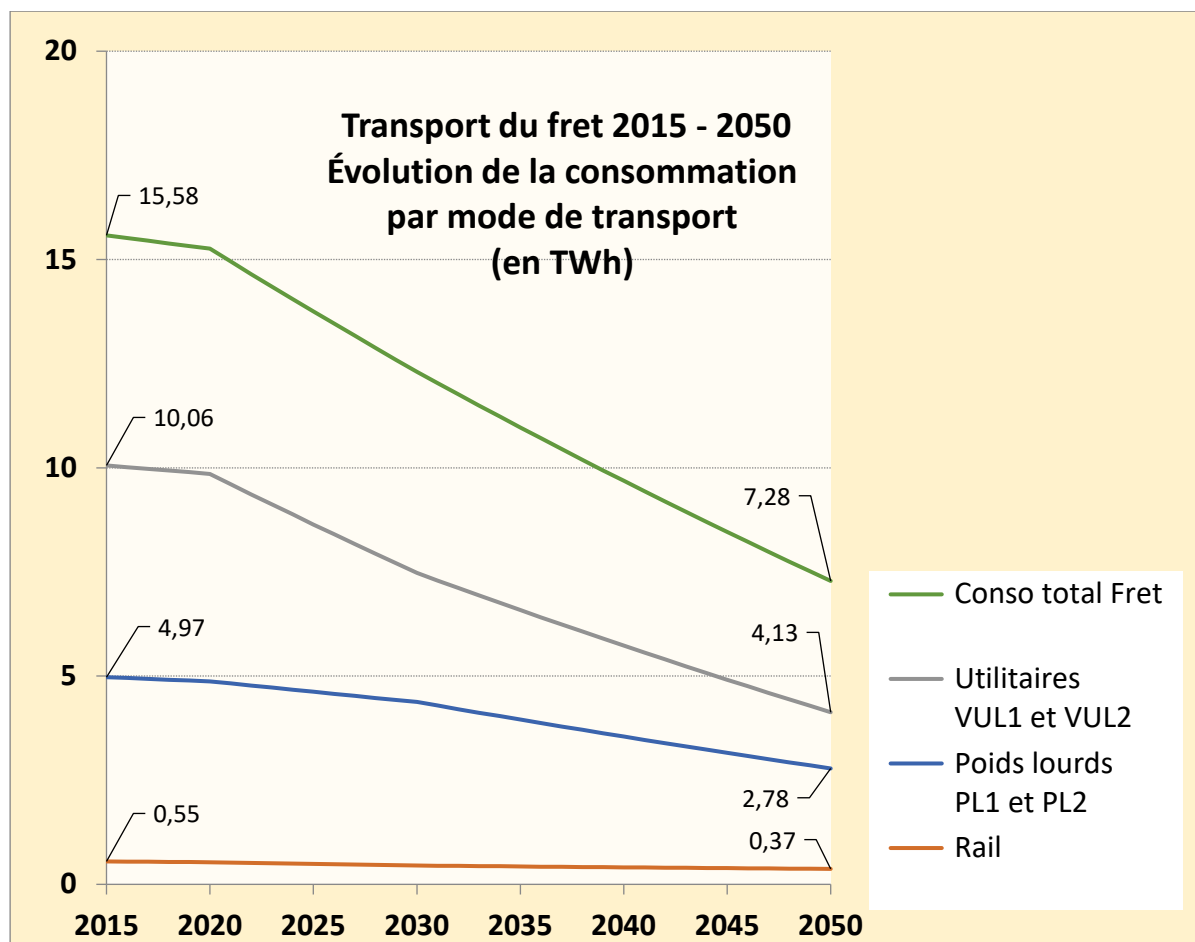
Il ressort de ces deux hypothèses de stabilisation que le parc de véhicules de transport de marchandises reste également inchangé : la modification la plus importante du scénario REPOS réside dans le changement de motorisation et non du type de véhicules.



Comme pour la mobilité des personnes, le remplacement rapide des carburants d'origine fossile s'effectue au profit de trois autres sources d'énergie :

- du GNV à partir du gaz du réseau dont le mix d'origine renouvelable est en 2050 d'environ 90 %⁷ ;
- Le réseau électrique, dont la part renouvelable dans le mix électrique croît elle aussi régulièrement ;
- L'hydrogène d'origine renouvelable (PV et éolien) via électrolyse.

⁷ Voir le Cahier Technique REPOS « Système gazier »



Au final, la consommation d'énergie liée au transport des marchandises décroît de 15,58 à 7,28 TWh, soit d'un facteur 2,1.

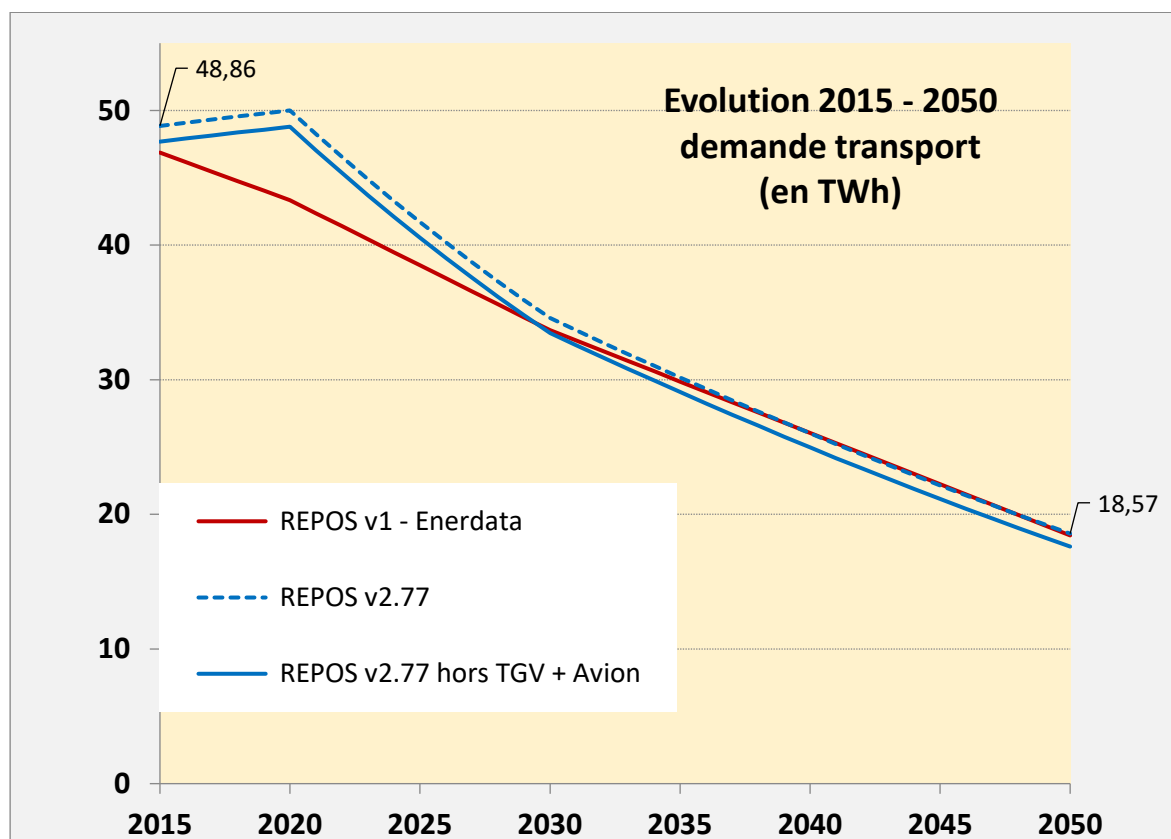
La consommation des utilitaires VUL reste 2 à 1,5 fois supérieure à celle des poids lourds. Ce niveau est lié au très grand nombre d'utilitaires en service.

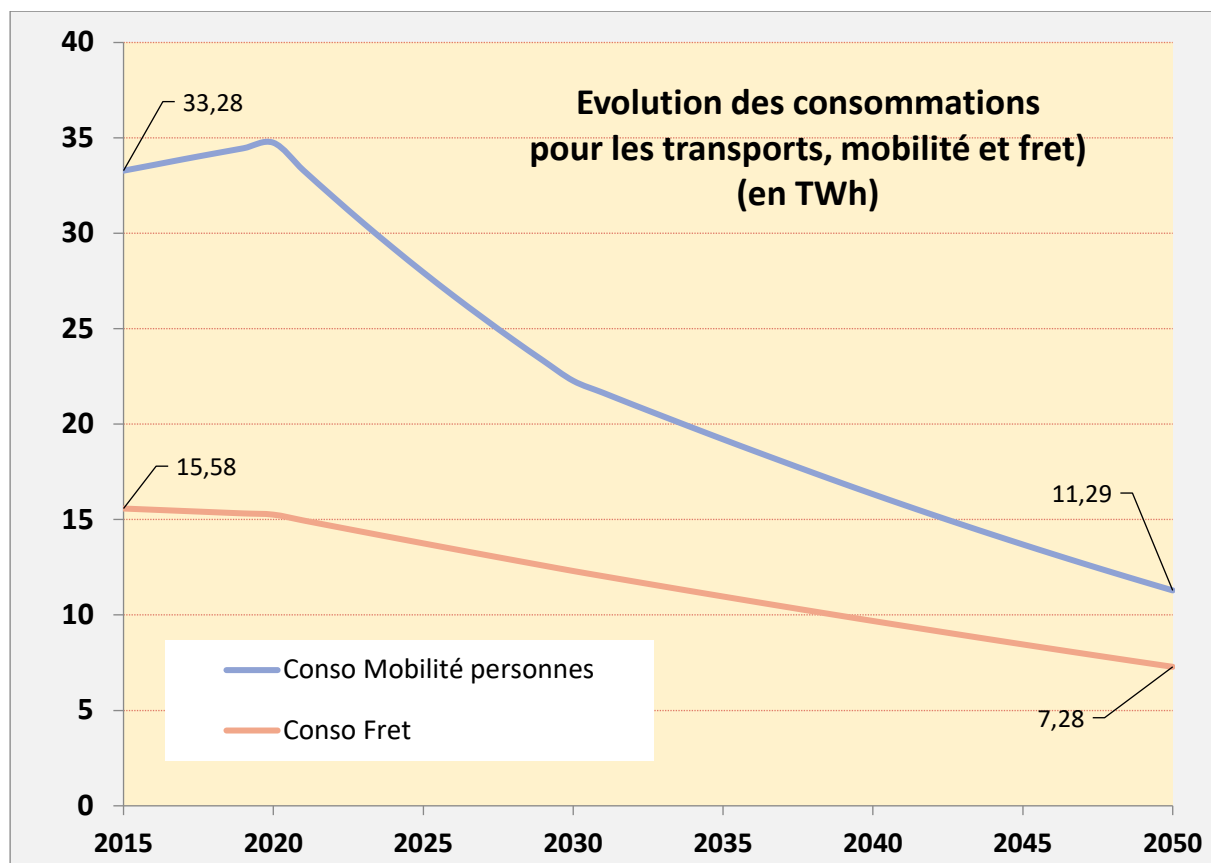
Mobilité totale (personnes + fret)

Consommation d'énergie

Evolution 2015 - 2050 de la consommation énergétique

Les consommations d'énergie de la totalité du secteur de transport (mobilité des personnes + fret) sont réduites en 2050 de façon très significative, de 62 %.

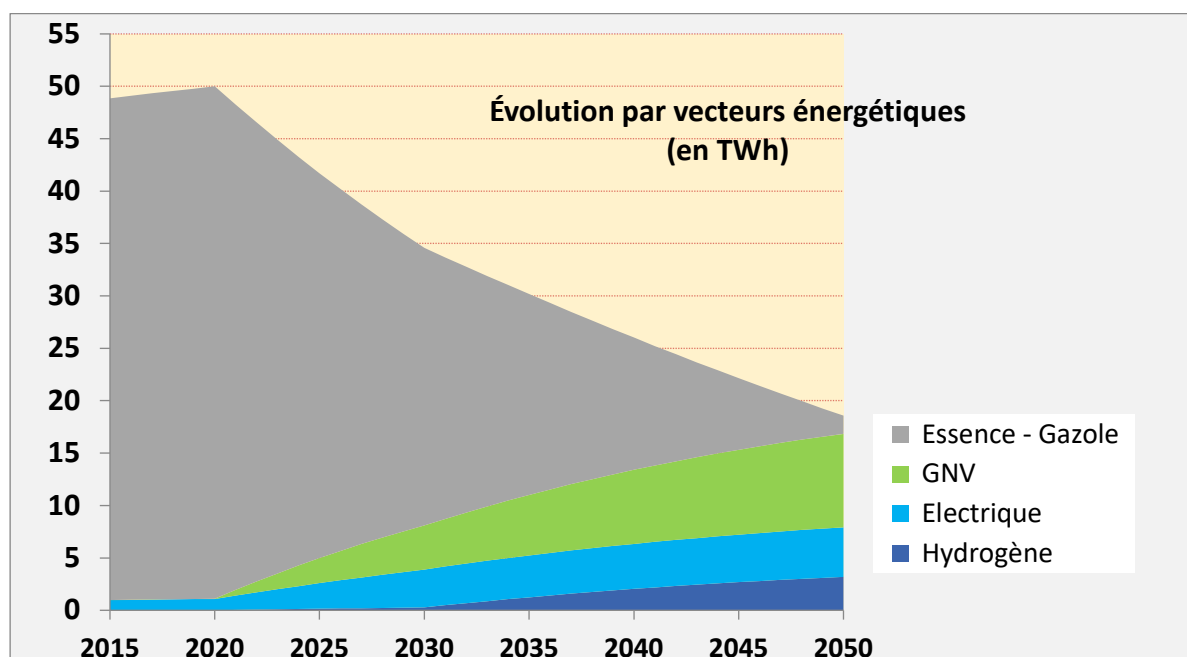




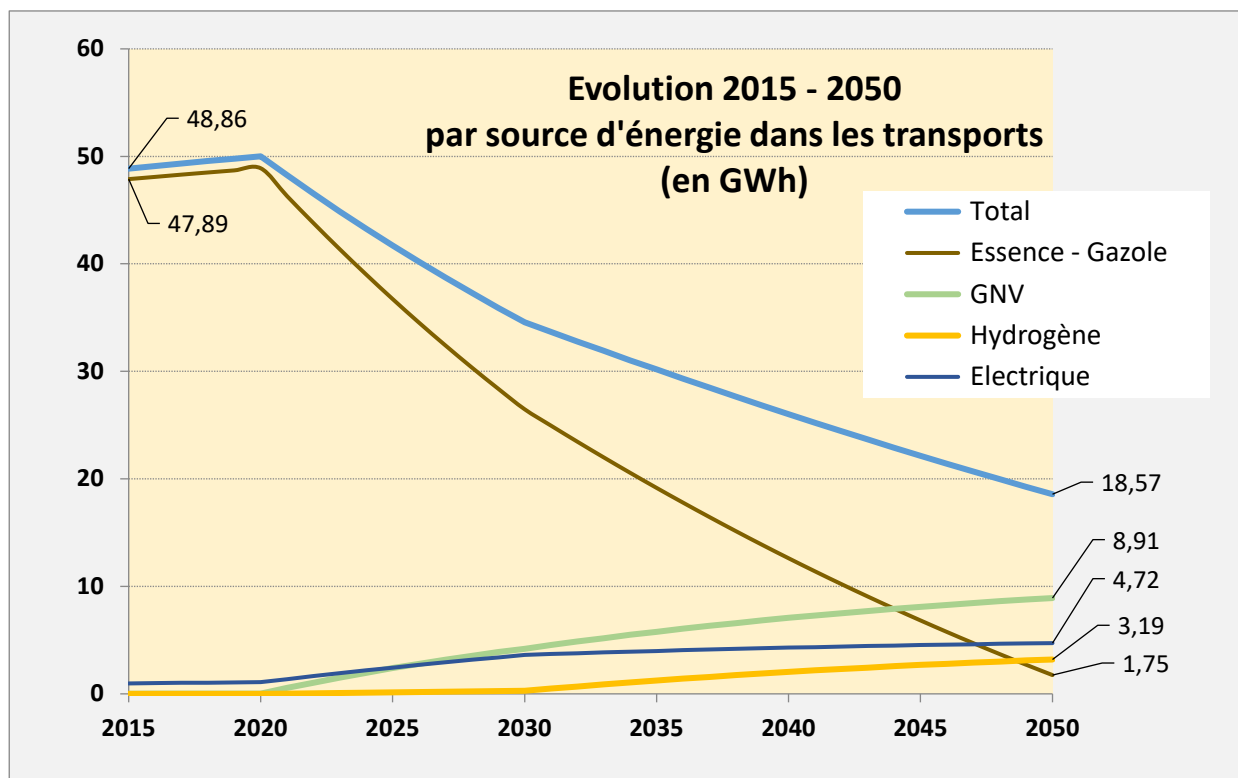
Évolution par vecteurs énergétiques

L'évolution des vecteurs énergétiques est également considérable.

A partir d'une situation initiale 2015 dominée à 98,0 % par un seul vecteur énergétique, les carburants liquides d'origine fossile, la situation en 2050 est totalement modifiée : quatre vecteurs énergétiques sont maintenant utilisés :

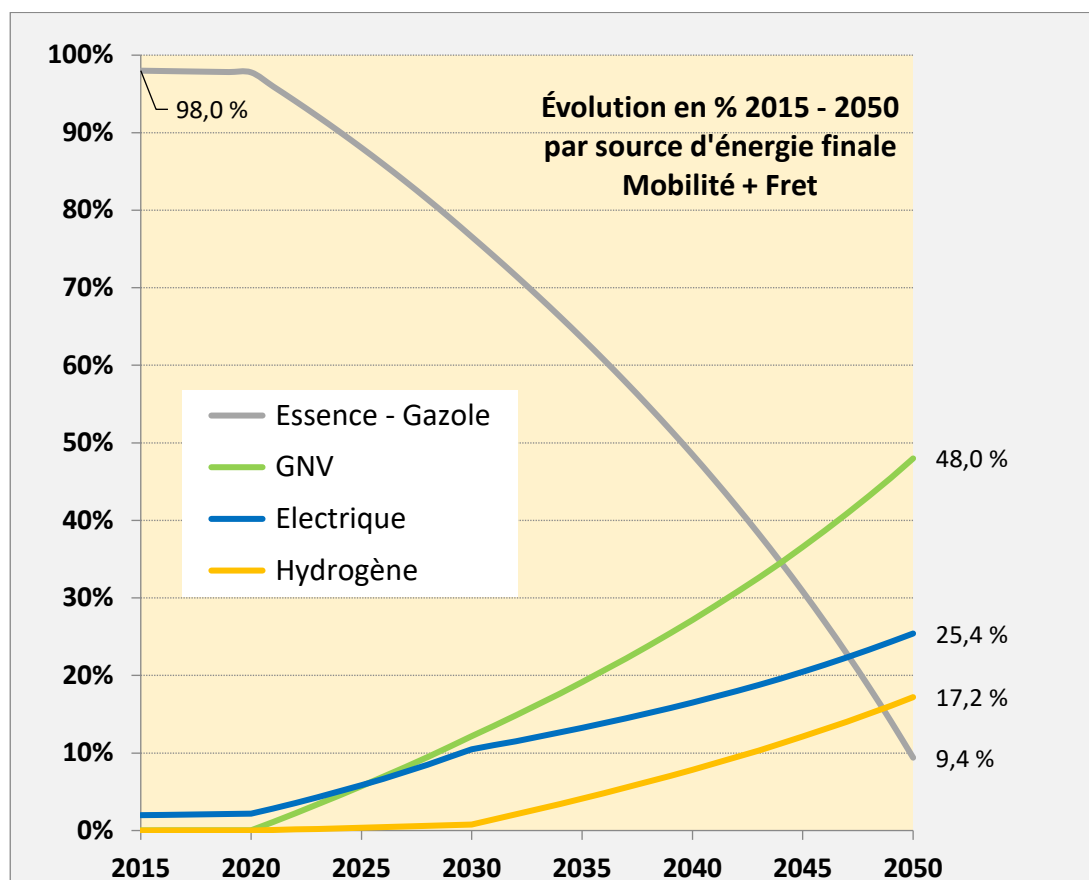


Le mix énergétique en 2050 est alors le suivant :



Les carburants d'origine fossile ont quasiment disparu, passant de 47,9 à un résiduel de 1,75 TWh, soit 27 fois moins. Le GNV, qui devient progressivement et quasi-intégralement du bioGNV, assure 48 % des besoins énergétiques en 2050.

La mobilité électrique croît régulièrement jusqu'à représenter le quart des consommations. Enfin l'hydrogène décolle progressivement à partir de 2030.



Analyses de sensibilité et optimisation

Plusieurs analyses de sensibilité des différents paramètres du modèle ont été effectuées afin d'évaluer l'influence des principaux paramètres affectant la consommation énergétique du secteur « Mobilité ».

On trouvera page suivante les paramètres retenus et les résultats pour deux séries de « tir de simulation » :

- 14 simulations (codées A à N) testant l'influence d'un seul paramètre par rapport au scénario REPOS
- 7 simulations (codées 00 à 06) permettant de retracer les étapes successives qui sont nécessaires pour arriver au scénario REPOS à partir de la situation 2015.

Les résultats de chacune de ces deux séries sont détaillés et explicités dans les pages suivantes.

	Tirs de simulation "Transport"														
	REPOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Mobilité	Variation de la mobilité des personnes	REPOS	Aucune	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Citadine	REPOS	REPOS	0 %	100 %	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Berline	REPOS	REPOS	100 %	0 %	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Microbus	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	0 %	100 %	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Bus et Car	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	100 %	0 %	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Gain d'efficacité	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Aucun	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Aucun
Fret	Variation du volume de fret	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	-30 %	-15 %	+15 %	+30 %	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS
	Evolution du fret ferroviaire	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	+50 % = d	+100 % = 2d	REPOS	REPOS
	Evolution du fret routier	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	- d	- 2d	REPOS	REPOS
Taux de remplissage camion															
	Gain d'efficacité	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Aucun	Aucun
	Résultats	REPOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	km/personne/an	18 252	17 655	18 252	18 252	18 252	18 252	18 252	26,4	32,0	43,4	49,0	37,7	37,7	18,252
	Gt.kms	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
	Consommation toutes énergies	48,9	48,9	49,4	27,9	48,9	49,5	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9
	Consommation toutes énergies	34,6	38,3	37,3	23,3	34,3	34,8	37,0	33,3	33,9	35,1	35,7	34,1	33,9	38,0
	Consommation toutes énergies	18,6	22,3	21,3	15,0	18,3	18,8	22,9	16,4	17,5	19,7	20,8	17,9	17,3	24,5
	Ecart REPOS 2050	0,0	3,7	2,7	-3,5	-0,2	0,3	4,3	-2,2	-1,1	1,1	2,2	-0,6	-1,3	5,9
	Consommation Mobilité	11,3	15,0	14,0	7,8	11,1	11,6	15,6							15,6
	Ecart Mobilité 2050	0,0	3,7	2,7	-3,5	-0,2	0,3	4,3							4,3
	Consommation Fret	7,3							5,1	6,2	8,4	9,5	6,6	6,0	8,9
	Ecart Fret 2050	0,0							-2,2	-1,1	1,1	2,2	-0,6	-1,3	1,6

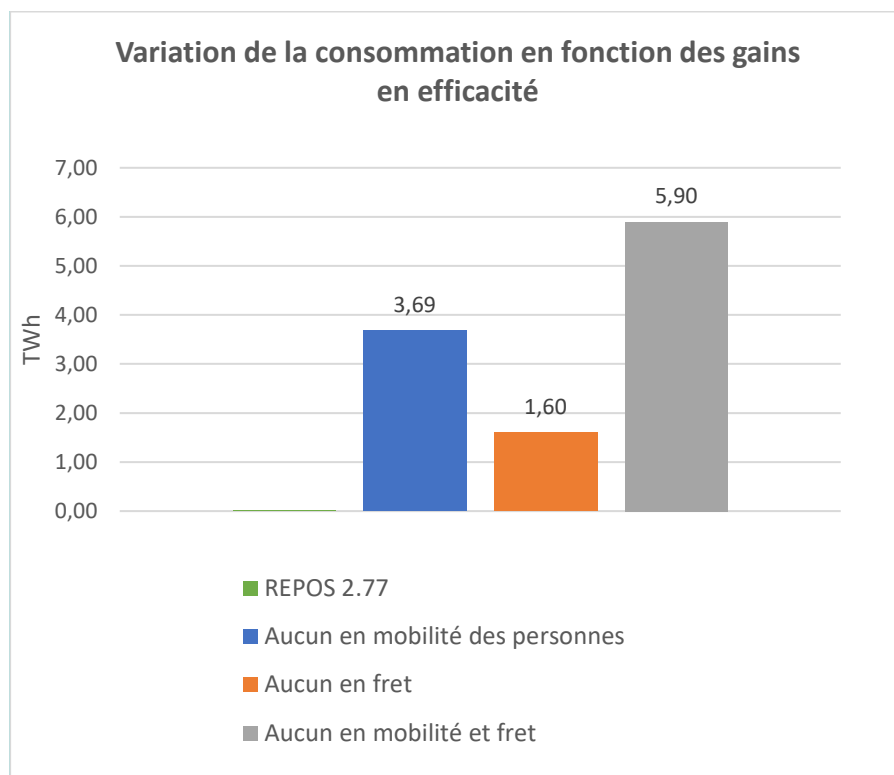
Tirs de simulation "Transport"									
	Simul 00 2050	Simul 01 2050	Simul 02 2050	Simul 03 2050	REPOS 2050	REPOS 2015	Simul 04 2050	Simul 05 2050	Simul 06 2050
Mobilité									
Mobilité des personnes	Modèles et kms inchangés	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Modèles et kms inchangés	Modèles et kms inchangés	Modèles et kms inchangés
Evolution du taux de remplissage	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050
Evolution du type de véhicule	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	REPOS	Inchangé 2015-2050
Amélioration de l'efficacité	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS
Fret									
Fret transporté	Selon population	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Selon population	Selon population	Selon population
Evolution du taux de remplissage	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050
Evolution du type de véhicule	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	REPOS	Inchangé 2015-2050
Amélioration de l'efficacité	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS	REPOS	Inchangé 2015-2050	Inchangé 2015-2050	REPOS
Résultats									
	Simul 00 2050	Simul 01 2050	Simul 02 2050	Simul 03 2050	REPOS 2050	REPOS 2015	Simul 04 2050	Simul 05 2050	Simul 06 2050
Mobilité individuelle	17 655	18 252	18 252	18 252	18 252	17 655	17 655	17 655	17 655
Mobilité totale des personnes	<i>kms/pers/an</i> 128,3	132,7	132,7	132,7	132,7	102,3	128,3	128,3	128,3
Mobilité totale des véhicules	<i>Gkms/an</i> 60,8	62,5	56,3	56,3	56,3	48,5	49,3	60,8	60,8
Consommation Mobilité	<i>TWh</i> 41,8	29,3	24,4	15,6	11,3	33,3	33,2	25,3	35,0
Ecart Mobilité 2050 avec REPOS 2050	<i>TWh</i> 30,5	18,0	13,1	4,3	0,0		22,0	14,0	23,8
Gain avec étape précédente	<i>TWh</i>	12,4	4,9	8,8	4,3				
Fret total	47,3	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7	47,3	47,3	47,3
Consommation Fret	<i>Gtonne.kms/an</i> 19,5	15,6	15,6	8,9	7,3	15,6	19,5	11,1	16,3
Ecart Fret 2050 avec REPOS 2050	<i>TWh</i> 12,3	8,3	8,3	1,6	0,0		12,3	3,9	9,0
Gain Fret avec étape précédente	<i>TWh</i>	4,0	0,0	6,7	1,6				
Consommation Transport toutes énergies	<i>TWh</i> 61,3	44,9	40,0	24,5	18,6	48,9	52,8	36,4	51,3
Ecart Transport 2050 avec REPOS 2050	<i>TWh</i> 42,7	26,3	21,4	5,9	0,0	30,3	34,2	17,9	32,7
Gain Transport avec étape précédente	<i>TWh</i> 16,4	16,4	4,9	15,5	5,9				
Ecart en 20520 avec Simul 00 (inchangé sauf population)	Simul 00 2050	Simul 01 2050	Simul 02 2050	Simul 03 2050	REPOS 2050	REPOS 2015	Simul 04 2050	Simul 05 2050	Simul 06 2050
Ecart Mobilité 2050 avec Simul 00 (sans changement 2015-2050 sauf population)	0,0	-12,4	-17,4	-26,2	-30,5	-8,5	-8,5	-16,5	-6,7
Ecart Fret 2050 avec Simul 00 (inchangé sauf population)	<i>TWh</i> 0,0	-4,0	-4,0	-10,7	-12,3	-4,0	0,0	-8,4	-3,3
Ecart Transport 2050 avec Simul 00 (inchangé sauf population)	<i>TWh</i> 0,0	-16,4	-21,3	-36,8	-42,7	-12,4	-8,5	-24,9	-10,0

Quelle est l'influence des gains d'efficacité sur les véhicules ?

Le scénario REPOS suppose des gains progressifs en efficacité selon la motorisation des véhicules, tant pour la mobilité des personnes que le fret.

Supposons que ces gains ne soient pas effectifs. Quelle serait alors, en 2050, l'augmentation des consommations d'énergie correspondantes par rapport au scénario REPOS ?

La consommation totale du secteur « Mobilité » augmenterait dans les proportions suivantes :



Impact de l'efficacité de la motorisation des véhicules

Code analyse	Variation de la consommation en fonction des gains en efficacité	Consommation Transport en 2050 <i>TWh</i>	Ecart avec REPOS en 2050 <i>TWh</i>	% Ecart avec REPOS <i>%</i>
F	Aucun gain en mobilité des personnes	22,26	3,69	+ 20 %
M	Aucun gain en fret	20,17	1,60	+ 9 %
N	Aucun gain en mobilité et fret	24,47	5,90	+ 32 %
REPOS 2.77		18,57	0,00	+ 0 %

La réduction des consommations en 2050 serait donc de 5,90 TWh par rapport à un scénario où aucun gain d'efficacité des véhicules, tant en mobilité des personnes qu'en fret, ne serait réalisé par rapport au niveau 2015.

Ces simulations montrent clairement l'importance de la recherche permanente d'une meilleure efficacité spécifique à chacun des véhicules, indépendamment d'un changement de motorisation ou du mode de déplacement.

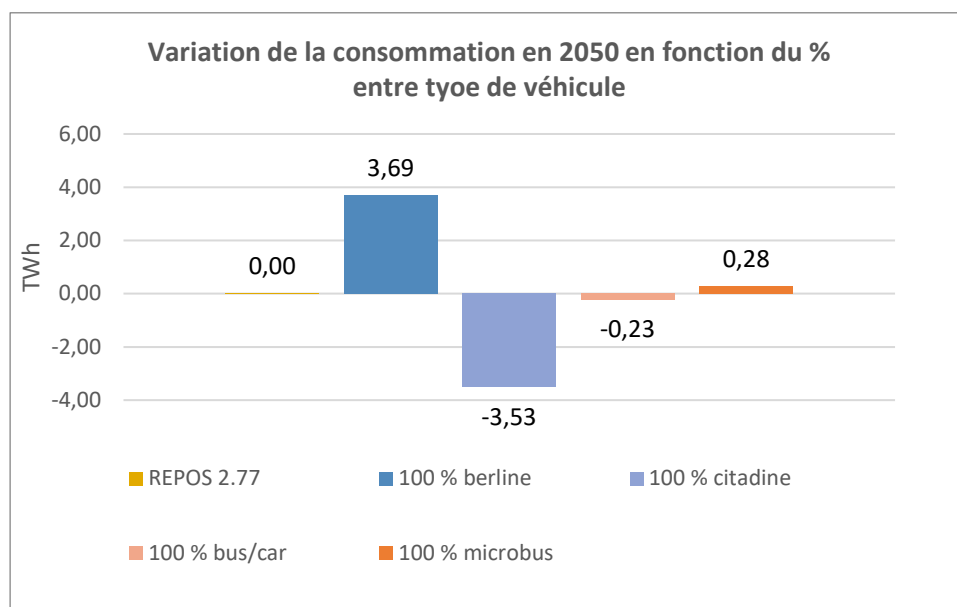
Quel est l'impact de la répartition entre type de véhicules ?

La modélisation REPOS Occitanie tient compte du type de véhicule utilisé selon la nature du déplacement à effectuer. Il suppose notamment que des véhicules de type « VP Citadine » plus légers, bien adaptés aux déplacements urbains, soient employés en zone urbaine et périurbaine à la place de véhicules de type « VP Berline ».

Quel serait l'impact si un seul type de véhicule était employé, c'est-à-dire si 100 % des véhicules sont de type « VP Citadine » ou bien 100 % de type « VP Berline ».

La même analyse de sensibilité a été effectuée entre « Bus/Car » et « Microbus ».

Les variations sur la consommation totale d'énergie du secteur seraient alors les suivantes :



Code analyse	Variation de la consommation selon le % entre citadine et berline, et entre % microbus et bus/car	Consommation Transport en 2050 <i>TW/h</i>	Ecart avec REPOS en 2050 <i>TW/h</i>	% Ecart avec REPOS <i>%</i>
B	100 % berline	22,26	3,69	+ 20 %
C	100 % citadine	15,05	-3,53	-19 %
D	100 % bus/car	18,34	-0,23	-1 %
E	100 % microbus	18,85	0,28	+ 1 %
REPOS	REPOS 2.77	18,57	0,00	+ 0 %

L'impact de la taille du véhicule est très net sur les véhicules particuliers.

Il est bien moindre sur les bus/cars par rapport aux microbus car la consommation par km parcouru par personne est relativement proche entre « Bus/Car » et « Microbus » pour les niveaux de remplissage retenus.

L'intérêt des « microbus » réside surtout dans la souplesse d'usage, en offrant une alternative au taxi classique dont la consommation par km parcouru par personne transportée est, elle, du même ordre qu'un véhicule individuel de type « VP Berline ».

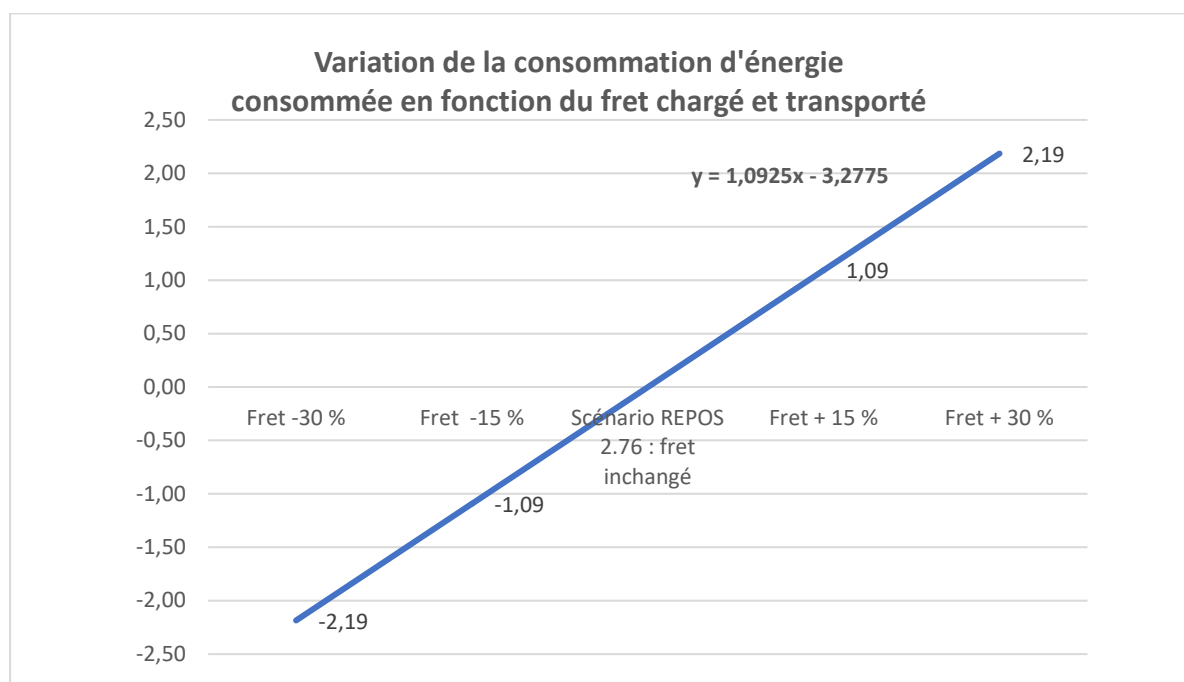
Quelle est la variation de la consommation selon le volume du fret transporté ?

Le scénario REPOS Occitanie fait l'hypothèse du maintien du niveau du fret à son niveau 2015 sur toute la période 2015 – 2050 malgré l'augmentation de la population.

Si ce volume croît, ou au contraire décroît, les répercussions sur la consommation d'énergie du secteur seraient les suivantes :

Variation selon le volume du fret transporté

Code analyse	Réduction ou augmentation entre 2015 et 2050	Consommation Transport <i>TWh</i>	Ecart avec REPOS <i>TWh</i>	% Ecart avec REPOS <i>%</i>
G	Fret -30 %	16,39	-2,19	-11,8 %
H	Fret -15 %	17,48	-1,09	-5,9 %
REPOS	Scénario REPOS 2.77 : fret inchangé	18,57	0,00	+ 0 %
I	Fret + 15 %	19,66	1,09	+ 5,9 %
J	Fret + 30 %	20,76	2,19	+ 11,8 %

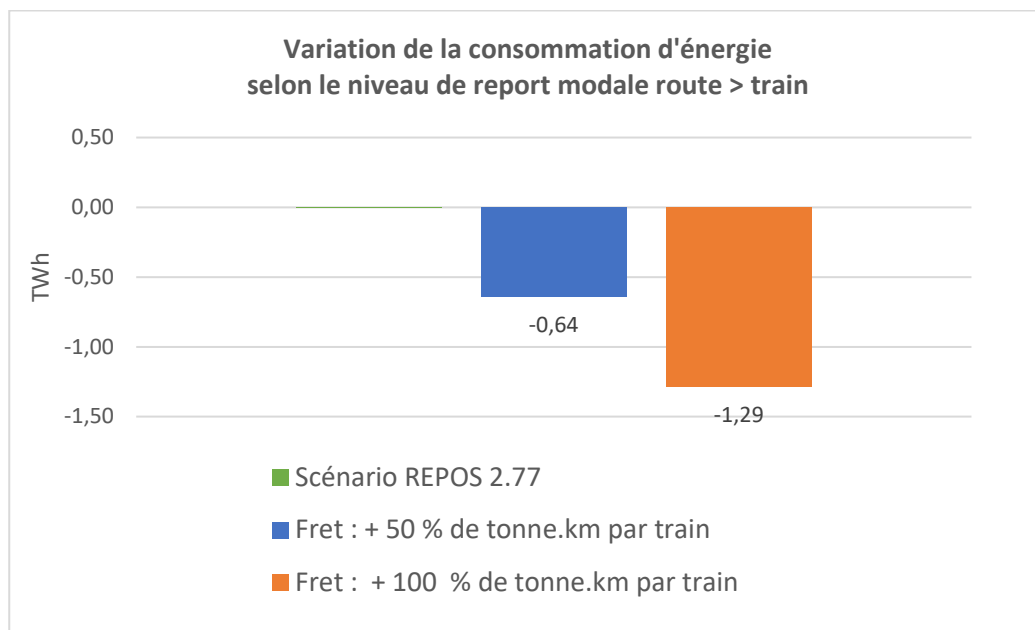


La variation de la consommation est directement proportionnelle à la variation du fret transporté exprimé en tonne.km : chaque % supplémentaire de fret par rapport à 2015 augmente en 2050 la consommation de la totalité du secteur Mobilité de 0,4 %..

Quel est l'impact du niveau de report modal de la route vers le rail ?

Supposons, pour le fret, que le report modal de la route vers le rail soit supérieur à celui envisagé dans le scénario REPOS.

Si par exemple il y a 50 % ou 100 % de plus fret transporté par rail (à volume de fret total équivalent), les répercussions sur la consommation d'énergie du secteur seraient les suivantes :



Fret : Influence du report modal route > train

Code analyse		Consommation Transport	Ecart avec REPOS en 2520	% Ecart avec REPOS en 2050
		<i>TWh</i>	<i>TWh</i>	%
K	Fret : + 50 % de tonne.km par le train	17,93	-0,64	-3,5 %
L	Fret : + 100 % de tonne.km par train	17,28	-1,29	-6,9 %
REPOS	Scénario REPOS 2.77	18,57	0,00	

L'écart est significatif : en termes de consommation d'énergie, un doublement du fret transitant par le rail « compenserait » un accroissement d'environ 18 % des tonne-km de fret transporté

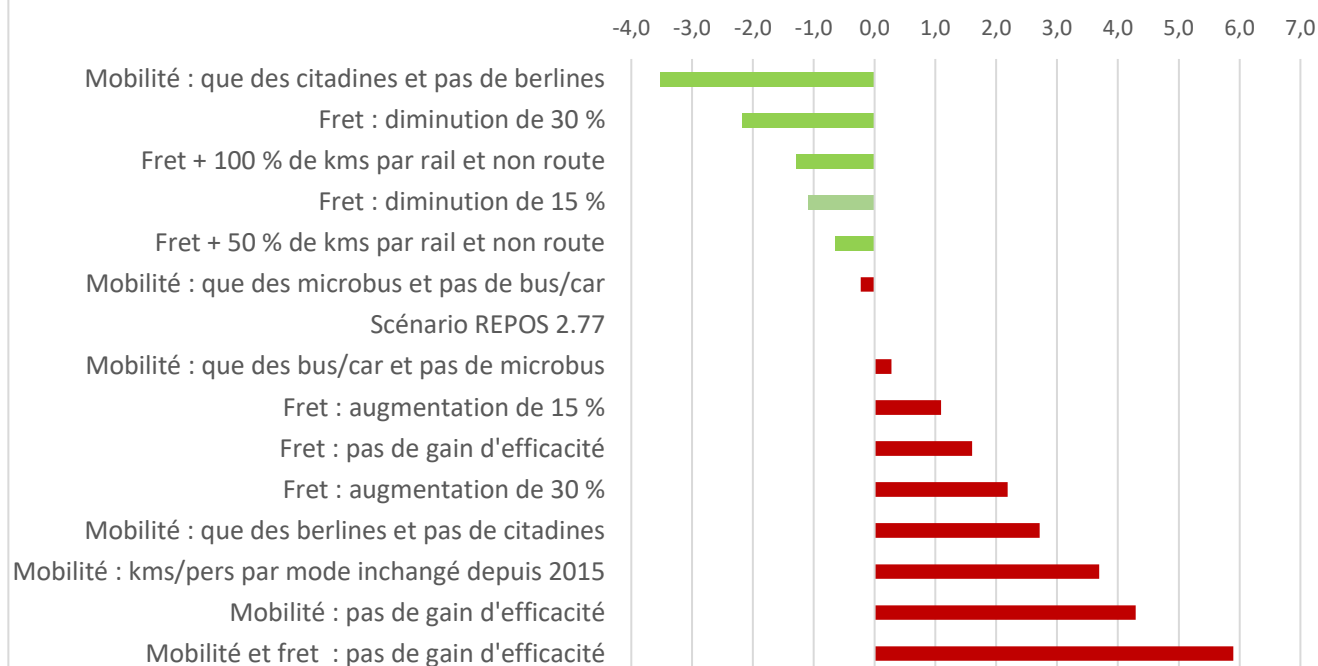
Comparatif entre les différentes actions possibles

Le graphique et le tableau ci-après comparent l'impact énergétique positif ou négatif des différentes simulations détaillées plus haut par rapport au scénario REPOS Occitanie.

Les impacts positifs majeurs sont ceux où :

- La taille des véhicules est adaptée à l'usage, notamment urbain,
- La recherche d'une meilleure efficacité énergétique du véhicule utilisé est maintenue sur toute la période 2015-2050,
- Le volume de fret routier diminue.

Comparatif de la consommation énergétique du secteur Transport par rapport au scénario REPOS (en TWh)



Comparatif

C	Mobilité : que des citadines et pas de berlines	-3,53
G	Fret : diminution de 30 %	-2,19
L	Fret + 100 % de G.km par rail substitué à la route	-1,29
H	Fret : diminution de 15 %	-1,09
K	Fret + 50 % de de G.km par rail substitué à la route	-0,64
D	Mobilité : que des microbus et pas de bus/car	-0,23
REPOS	Scénario REPOS 2.77	0,00
E	Mobilité : que des bus/car et pas de microbus	0,28
I	Fret : augmentation de 15 %	1,09
M	Fret : pas de gain d'efficacité	1,60
J	Fret : augmentation de 30 %	2,19
B	Mobilité : que des berlines et pas de citadines	2,71
A	Mobilité : km/pers par mode inchangé depuis 2015	3,69
F	Mobilité : pas de gain d'efficacité	4,29
N	Mobilité et fret : pas de gain d'efficacité	5,90

Pas à pas vers le niveau REPOS 2050

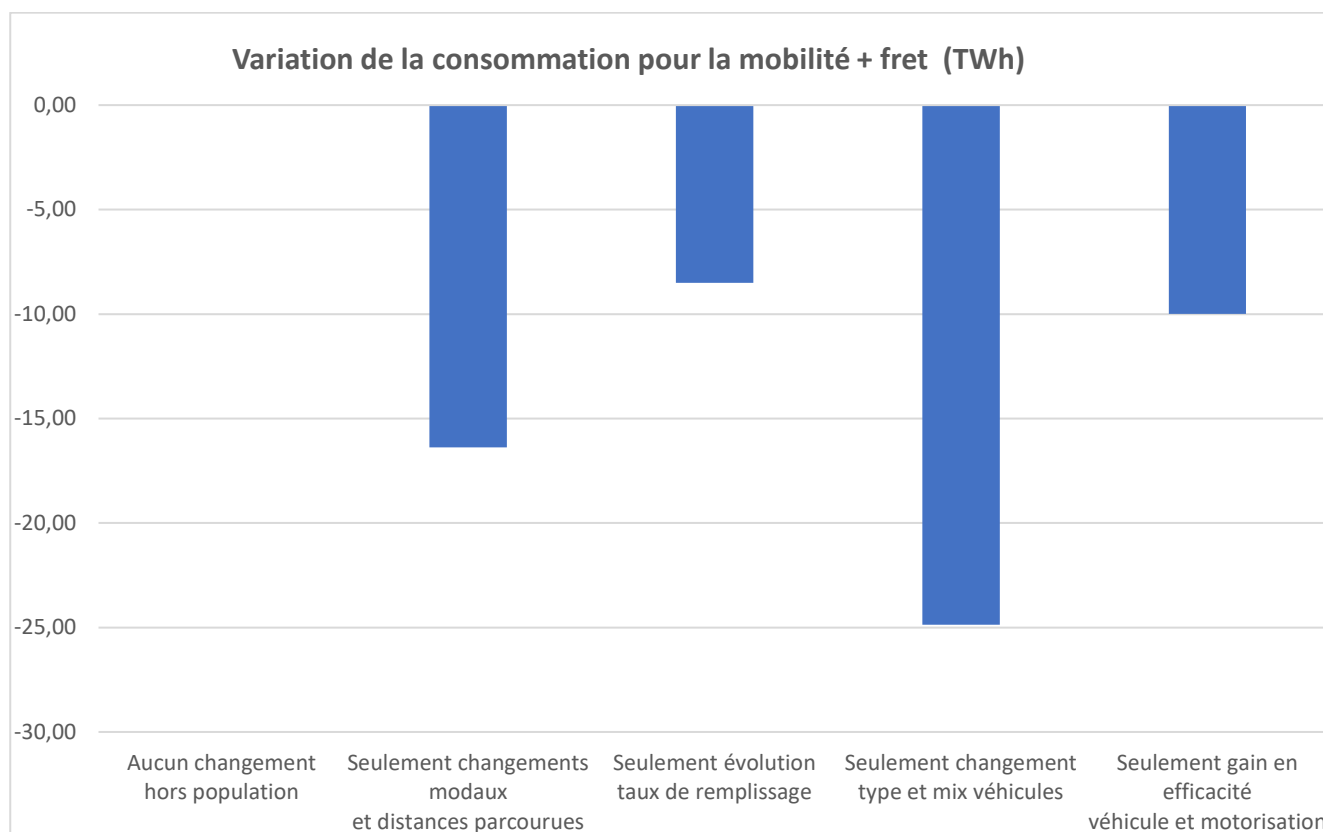
Impacts par rapport à un scénario tendanciel « zéro action »

Le scénario REPOS Occitanie intègre, de façon prospective, une série d'actions influant l'évolution de la consommation d'énergie du secteur « Mobilité » sur 2015 – 2050.

Mais que se passerait-il si aucune de ces actions n'était mise en œuvre ? Ou si une seule d'entre-elles l'était ?

Le tableau suivant résume le « poids » respectif en 2050 des différents types d'actions possibles par rapport à un scénario « zéro action » où tous les paramètres et indicateurs seraient inchangés entre 2015 et 2050, seule étant prise en compte l'évolution de la population.

Code analyse	Variation de la consommation mobilité + fret (TWh) en 2050	Consommation en 2050 <i>TWh</i>	Ecart avec simul 00 <i>TWh</i>
	Rappel niveau 2015	48,9	
00	Scénario tendanciel « zéro action »: aucun changement hors population	61,3	
01	Seulement changements modaux et distances parcourues	44,9	-16,4
04	Seulement évolution taux de remplissage	52,8	-8,5
05	Seulement changement type et mix véhicules	36,4	-24,9
06	Seulement gain en efficacité véhicule et motorisation	51,3	-9,99



Sans aucune action ou changement (hormis l'augmentation de la population) par rapport à la situation 2015, la consommation d'énergie augmenterait de 48,9 à 61,3 TWh, soit + 25,3 %.

Par rapport à ce niveau de 61,3 TWh, la seule action sur le changement de véhicules (taille, mix de motorisation) permettrait un gain de 24,9 TWh soit – 40,6 %.

Toujours par rapport à cette base, les seuls changements sur les modes de transport et sur les distances parcourues permettraient une réduction de 16,4 TWh, soit -27 %.

Pas à pas vers l'objectif REPOS sur la mobilité

Bien entendu toutes ces réductions évaluées précédemment ne s'additionnent pas, la somme des actions unitaires étant inférieure à l'action de la somme. Et toutes les actions étant progressives et simultanées, il est difficile de caractériser leur impact unitaire au fur et à mesure du déploiement du scénario REPOS.

On peut cependant, à titre indicatif, visualiser ses impacts relatifs si une politique « pas à pas » était appliquée. Les gains successifs permettant de passer en 2050 d'une situation scénario « zéro action » (61,3 TWh) à REPOS (18,6 TWh) seraient alors les suivants :

Code analyse		Variation de la consommation pour la mobilité des personnes + fret (TWh)	Consommation en 2050 <i>TWh</i>	Ecart avec l'étape précédente
	2015	Consommation en 2015	48,9	
00	2050	Aucun changement par rapport 2015 hors population	61,3	
01		puis changements modaux et distances parcourues	44,9	-16,4
02		puis évolution taux de remplissage	40,0	-4,9
03		puis changement type et mix véhicules	24,5	-15,5
REPOS 2050		puis gain en efficacité véhicule et motorisation	18,6	-5,9

