

# TCO<sub>2</sub>



## Présentation du projet TCO<sub>2</sub>

Pierre Michel, Alexandre Chasse

Lieu: visio-conférence

Date: 25/03/2021



## Objectifs du projet

1. Expliquer à un acteur du secteur des poids lourds l'empreinte environnementale et les avantages des véhicules à carburant et à propulsion alternatifs

→ L'objectif premier du projet est de permettre la compréhension de l'adéquation entre l'usage et la technologie du véhicule

2. Les différentes technologies alternatives seront comparées selon

- les émissions de CO<sub>2</sub>
- les émissions polluantes de NO<sub>x</sub> et de particules
- et le coût total de possession (TCO)

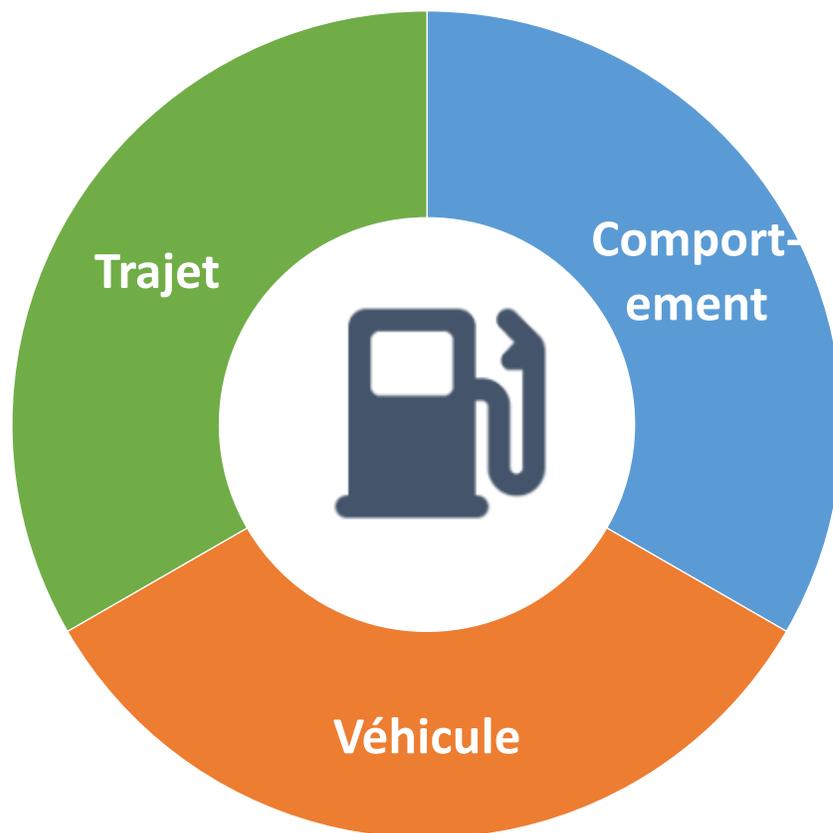
→ L'outil se présentera sous la forme de webservice (interface digitale) accessible à tous (l'expertise « invisible ») rapide, fluide et convivial

→ L'outil est un « commun » issu d'une réflexion conjointe avec les acteurs du secteur

## Consommation à l'usage

- 3 principaux facteurs influencent la consommation de carburant d'un véhicule

- 
- Type de route
  - Congestion
  - Altitude
  - Infrastructure



- Comportement de conduite (agressif, calme...)
- Vitesse
- Gestion de la boîte de vitesse



- Masse véhicule
- Type de véhicule
- Motorisation
- Type de carburant
- Hybridation/électrification

# Périmètre du projet



- Première définition d'usages à partir de mesures de roulages représentatifs d'une topologie de type de route: urbain, extra-urbain et autoroute
- Questionnaire partagé auprès des futurs utilisateurs via la FabLog pour adapter la définition de l'usage et des catégories de TCO

➔ déjà 45 retours!

## Travaux réalisés

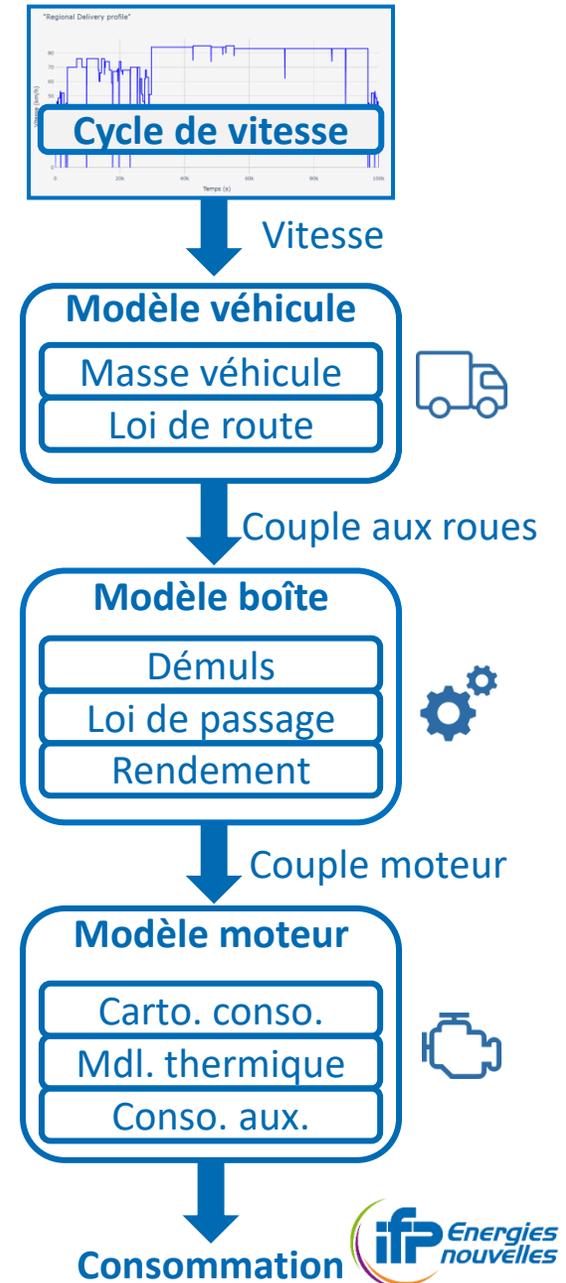
---



## Calcul de la consommation

- Le modèle de véhicule développé à l'IFPEN permet de prédire les émissions de CO<sub>2</sub> c'est-à-dire sa consommation de carburant dans des conditions de roulage réelles
    - L'usage et le comportement du conducteur qui influent sur la consommation sont imposés par un cycle de vitesse
    - La dynamique longitudinale du véhicule est modélisée en calculant les flux d'énergie dans le véhicule afin de déduire le couple à fournir aux roues puis le couple à fournir par le moteur. Enfin la consommation est déduite par une cartographie.
  - Le modèle est paramétré pour représenter le véhicule que l'on veut étudier: masse, moteur, boîte de vitesse...
  - La précision du modèle a été validée avec des campagnes d'essais où la consommation réelle a été mesurée
- Le principal avantage de cette modélisation est de permettre la prédiction de la consommation sur d'autres trajets

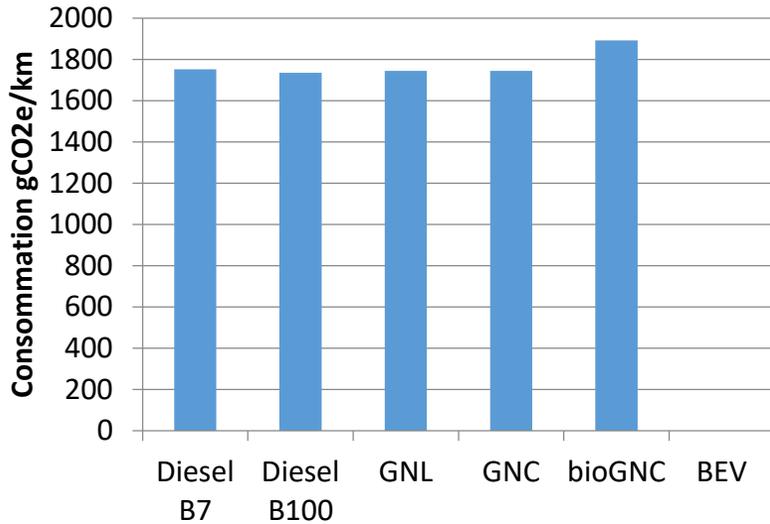
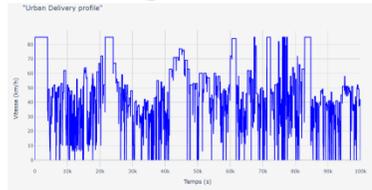
## Principe de modélisation



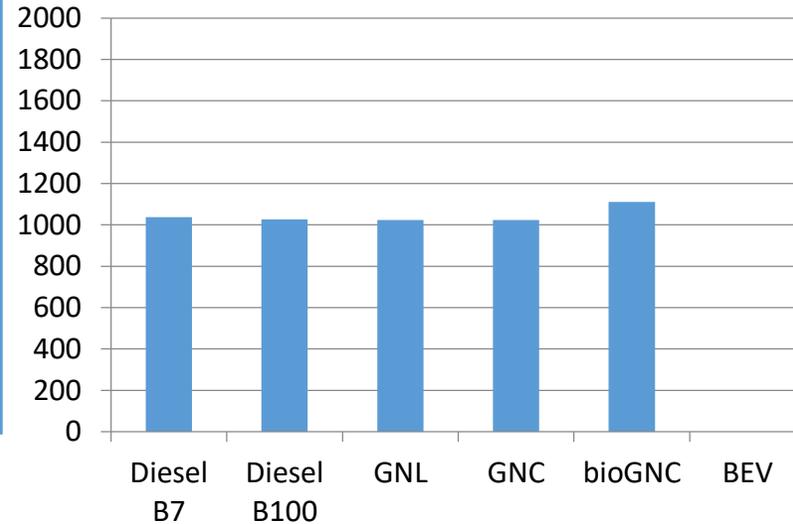
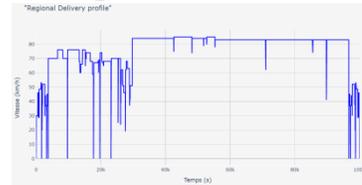
# Calcul des consommations de référence

- Exemple de résultats des émissions de CO<sub>2</sub> du réservoir à la roue en gCO<sub>2</sub>e/km obtenues pour un véhicule de 44 tonnes avec une hypothèse de chargement de 60% du PTAC

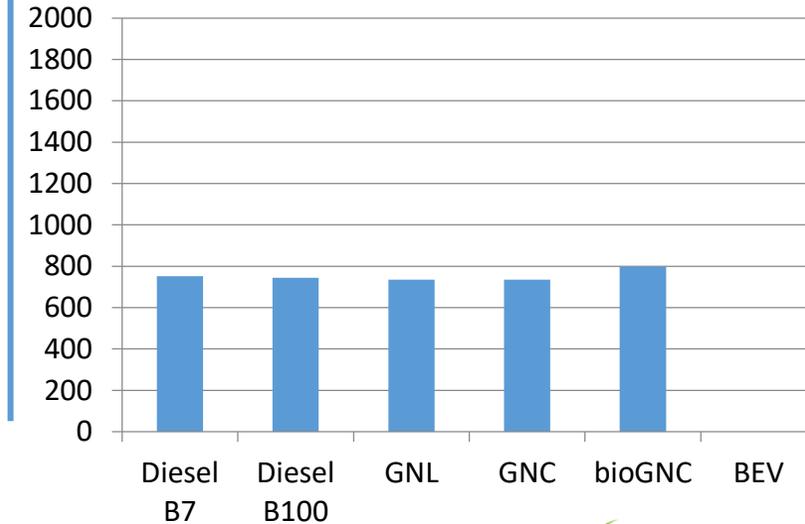
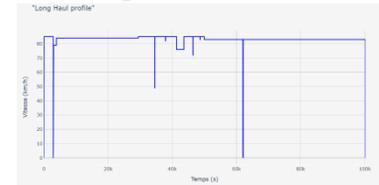
Usage urbain



Usage extra-urbain



Usage autoroute



## Définition des données carburant

### Facteurs d'émissions et PCI

- Définition des données carburant partagées avec l'ADEME (base CARBONE) et le Smart Freight Center

Techno	FE amont	Unité FE	FE combustion	Unité FE	PCI	Unité PCI	ratio CO2/carb	gCO2/gcarb	mvol	Unité mvol
Diesel B7	18,8	kgCO2e/GJ PCI	70,6	kgCO2e/GJ PCI	42580	kJ/kg	3,01	gCO2/gcarb	0,835	kg/l
Diesel B100	59,8	kgCO2e/GJ PCI	69,9	kgCO2e/GJ PCI	37000	kJ/kg	2,59	gCO2/gcarb	0,892	kg/l
GNL	14,1	kgCO2e/GJ PCI	52	kgCO2e/GJ PCI	48000	kJ/kg	2,50	gCO2/gcarb	0,654	kg/m3
GNC	11,9	kgCO2e/GJ PCI	52,1	kgCO2e/GJ PCI	48000	kJ/kg	2,50	gCO2/gcarb	0,654	kg/m3
bioGNC	12,5	kgCO2e/GJ PCI	52,1	kgCO2e/GJ PCI	50000	kJ/kg	2,61	gCO2/gcarb	0,654	kg/m3
Elec	92	gCO2/kWh								
PAC										

→ Les données carburant correspondent à l'état de l'art actuel des valeurs partagées par les acteurs du domaine

## Calcul du Coût Total de Possession (TCO)

- Le TCO est calculé à partir de 4 principaux postes de coût
  - L'investissement
  - La maintenance
  - L'assurance
  - Le coût en carburant
    - Le coût en carburant dépend directement de la consommation simulée
- Ces postes sont initialisés avec des valeurs partagées au sein de l'IFPEN lors de précédentes études
  - Etude E4T: bilan transversal de l'impact de l'électrification

➔ Ces valeurs seront amenées à évoluer en fonction des entrants partagés par les membres de la communauté

## Première version de l'outil

### ● Entrées

- Choix du véhicule: 12, 19 ou 40 tonnes
- Nombre de kilomètres annuels **parcourus**
- Choix d'un usage: urbain, extra-urbain ou autoroutier
- Durée de possession du véhicules en années

### ● Sorties

- Synthèse des technologies
- Coût Total de Possession
- Emissions de Gaz à Effet de Serre
- Emissions de polluants NO<sub>x</sub> et particules
- Comparatif

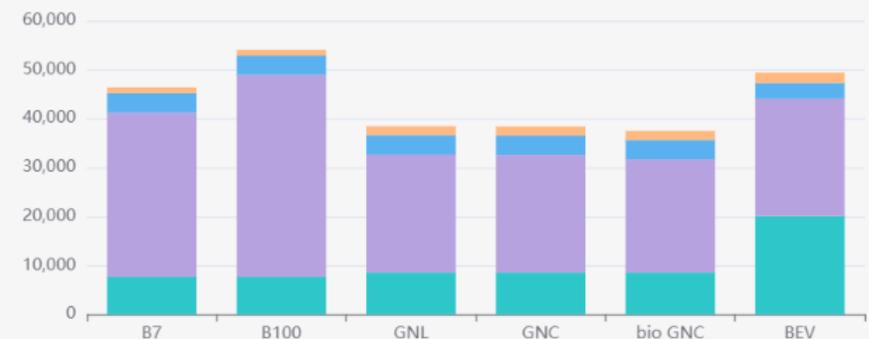
➔ **L'outil est en cours de développement et de validation par l'ADEME**

*Exemple de sorties pour un véhicule 12 tonnes, parcourant 100 000 km/an sur un usage extra-urbain et possédé 10 ans*

Emissions des Gaz à Effet de Serre (gCO<sub>2</sub>/km)



Coût Total de Possession en € (TCO)



## Prochaines étapes

---

février 2021

Calcul des  
consommations de  
référence

Avril 2021

Réalisation de  
l'interface utilisateur

Mai 2021

Personnalisation  
des véhicules et du  
TCO

Juin 2021

Prise en compte des  
conditions de trajets

# Premiers retours du questionnaire

- [Questionnaire disponible en cliquant ici](#)
- 2 parties
  - Définition de l'usage
  - Calcul du TCO

➔ Le but du questionnaire est de permettre une définition de l'usage et du TCO adaptée aux futurs utilisateurs de l'outil et partagée par la communauté

## ● Constat au 22 mars 2021

### ● 45 retours

- 19 transporteurs
- 9 chargeurs
- 2 loueurs dont un de véhicules frigorifiques
- 3 entreprises de travaux public
- 2 entreprises de génie civil

## Premiers retours du questionnaire, **partie usages**

### ● Définition de l'usage selon 3 usages urbain, extra-urbain et autoroute

#### ● **Retours positifs**

- La dénomination des usages est pertinente à 78% 😊
- Ces usages sont représentatifs à 78% des usages des utilisateurs 😊

#### ● **Retours pour mieux définir l'usage**

- Selon la dénomination du métier: distribution urbaine, desserte régionale, groupage
- Selon la route empruntée en usage extra-urbain: départemental ou nationale
- Selon le type d'environnement: par exemple plaine ou montagne
- Selon la mission du véhicule: par exemple: entrepôt périurbain puis livraison en ville

### ● **Propositions d'amélioration**

- Définir l'usage selon un pourcentage entre usage urbain, extra-urbain et autoroute  
➔ **C'est une bonne idée pour 73% des utilisateurs**
- La définition d'un trajet à partir de l'origine et de la destination  
➔ **C'est une bonne idée pour 91% des utilisateurs**

## Premiers retours du questionnaire, **partie TCO**

### ● **Définition de l'usage selon 4 postes investissement, assurance, maintenance et coût du carburant**

#### ● **Retours pour mieux définir le TCO**

##### ● Postes en plus qu'il faudrait prendre en compte:

- Valeur de revente,
- Suramortissement, subventions, fiscalités (véhicule ou carburant), aides locales
- coût du chauffeur, besoin en formation des personnes,
- Le taux de chargement,
- Péages,
- Infrastructures de recharge

##### ● Autres: TCO exprimé en €/km

### ● **Propositions d'amélioration**

- Ajout des postes personnalisables de TCO pour inclure par exemple la valeur de revente et la fiscalité
- Choisir l'affichage du TCO selon €/durée de possession, €/an ou €/km

# Prochaines étapes

## ● A court terme

- Intégration des émissions polluantes de NO<sub>x</sub> et de particules
- Ajustement des entrées, des sorties et des données de l'outil en fonction des besoins remontés par le questionnaire
- Mise en place d'une première page web de test de l'outil
  - Premiers retours attendus

## ● A moyen terme

- Ajout de nouvelles fonctionnalités
  1. Personnalisation du véhicule et du TCO avec une application connue de l'utilisateur
  2. Prise en compte des conditions de trajets à partir du renseignement de l'origine et de la destination

*Innovater les énergies*

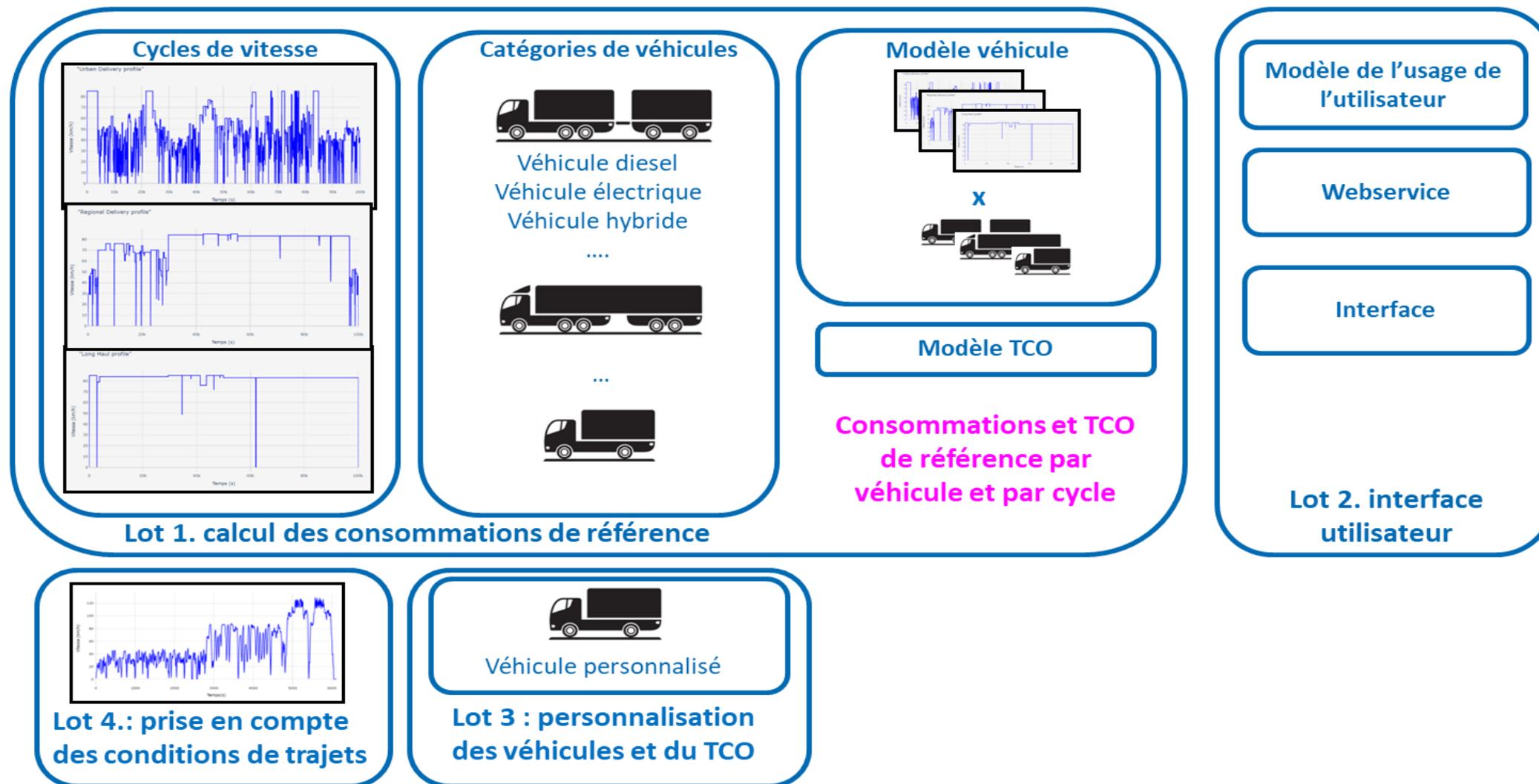
Retrouvez-nous sur :

 [www.ifpenergiesnouvelles.fr](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr)

 @IFPENinnovation



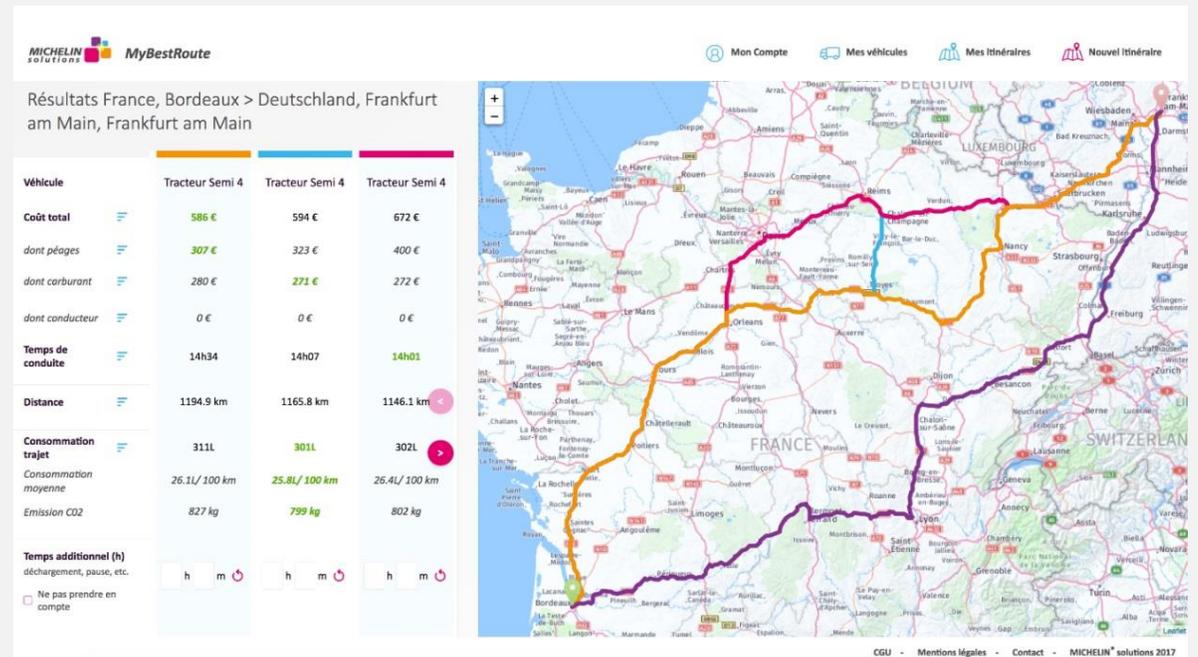
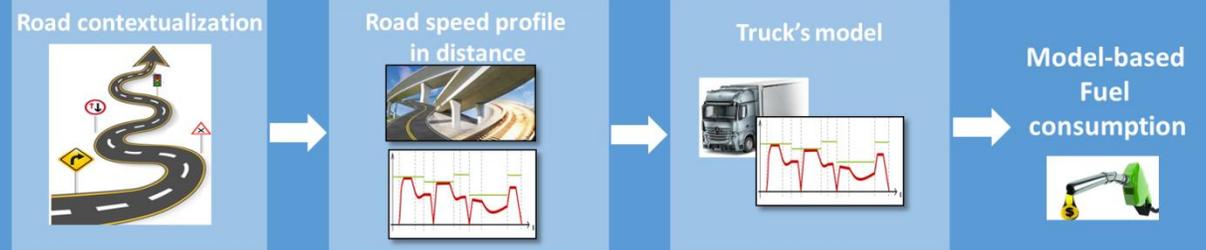
# Lotissement du projet



# Prédiction de la consommation de carburant sur différents trajets

Réalisation d'un web-service permettant de prévoir la consommation théorique d'un futur itinéraire, dans le but de proposer des itinéraires alternatifs et de quantifier les modifications sur le véhicule

## Description of the approach



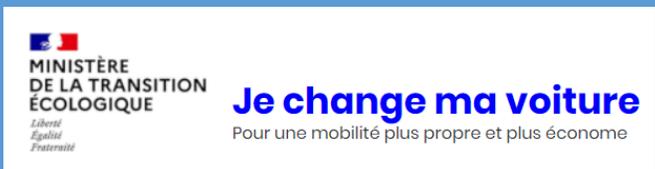
# Travaux équivalents sur le Véhicule léger

## Outil d'aide à l'achat

### Quel véhicule pour remplacer le mien ?

Comparez les différents types de véhicules qui pourraient vous convenir.

TYPE DE VÉHICULE classé par économie d'énergie	CO <sub>2</sub> (g/km)	COÛT D'USAGE ANNUEL		COÛT TOTAL DE POSSESSION	
		Budget carburant / recharge	Économie réalisée	Neuf	Occasion
<b>Électrique</b> En savoir plus	0	309 €	+1 030 €	4 584 €	3 286 €
<b>Hybride non-rechargeable</b>	109	1 218 €	+120 €	4 407 €	3 537 €
<b>Diesel Crit'Air 2</b> En savoir plus	134	1 296 €	+42 €	4 503 €	3 234 €
<b>Mon véhicule</b>	<b>139</b>	<b>1 338 €</b>	-	-	-
<b>Essence Crit'Air 1</b> En savoir plus	143	1 599 €	-261 €	4 391 €	3 363 €



## Etude prospective économique, énergétique et environnementale pour les technologies françaises de transport routier

Émissions de CO<sub>2</sub> du puits à la roue d'un véhicule de segment C (source : IFPEN).

