

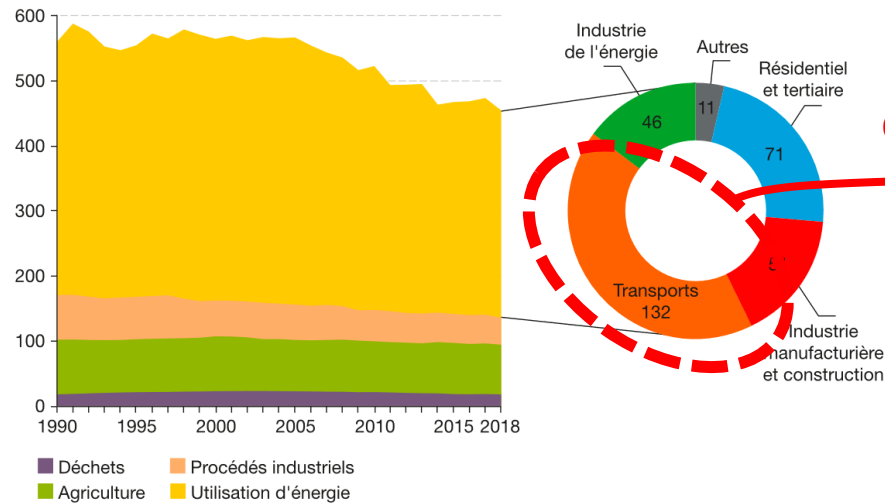
Projet SUMOT

*SUpercharged MOtor
Technology*

Contexte

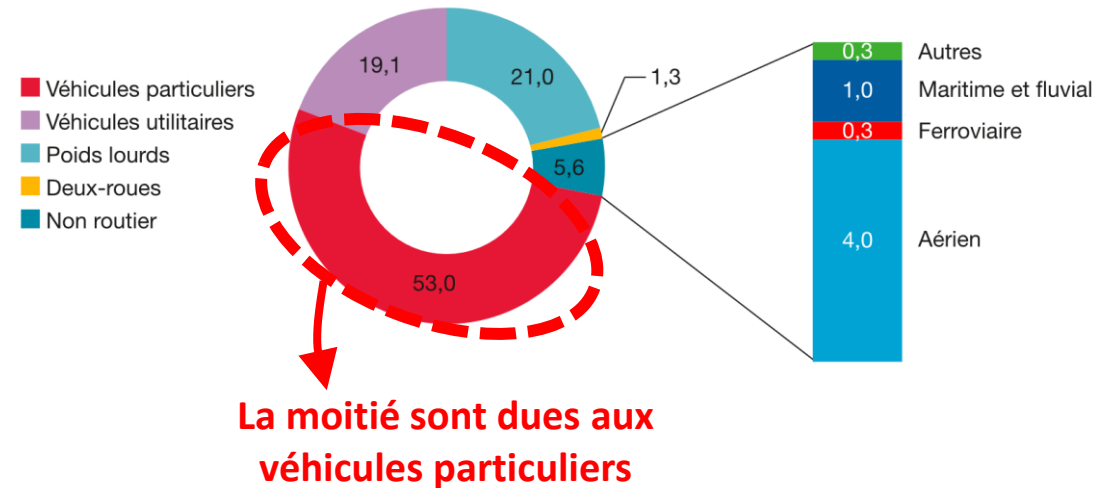
- La nécessité de décarboner nos modes de transport

RÉPARTITION PAR SOURCE DES ÉMISSIONS DE GES EN FRANCE ENTRE 1990 ET 2018
En Mt CO₂ éq



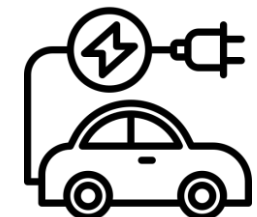
30% des émissions de CO₂ en France

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GES DES TRANSPORTS EN FRANCE EN 2018
En %



La moitié sont dues aux véhicules particuliers

- Le véhicule électrique se présente comme la principale alternative



Problématique adressée

- Vers une mobilité électrique plus efficace, moins coûteuse et plus sobre

Autonomie

+ 2% de rendement d'ici 2030-2035

Coût

-10 à 25 % sur le coût d'ici 2030-2035

Sobriété

→ La densité de puissance des moteurs apparaît comme un verrou technologique clé
X 1,5 – 2 sur la densité massique d'ici 2030-2035

+ petits moteurs

- masse embarquée

- matériaux (*dont aimants*)

- Des objectifs clairs sont fixés sur les performances des moteurs de véhicules électriques d'ici 2030-35 (*Frost & Sullivan, US Department of Energy, China Society of Automotive Engineers*)

Faire **plus** avec **un**
moteur donné...

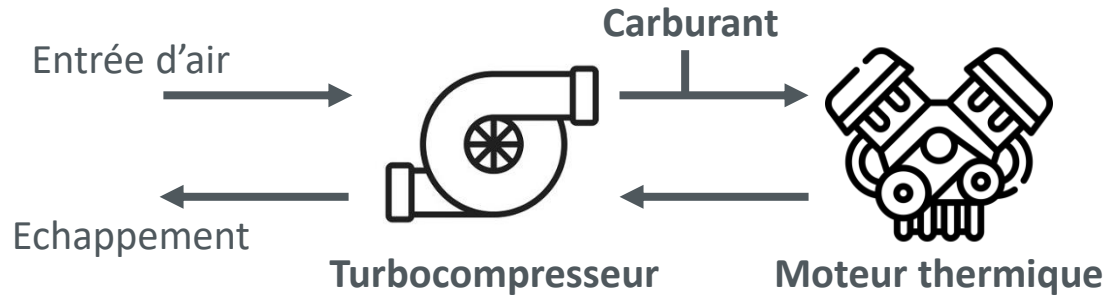
... ou **faire autant** mais **mieux**
avec **un plus petit moteur**

Notre solution

- Le « turbocompresseur » pour moteurs de véhicules électriques

SUMOT : dispositif de suralimentation (surfluxage) des moteurs électriques

- Le turbocompresseur pour moteurs thermiques



- Dispositif augmentant la pression des gaz admis dans les cylindres d'un moteur à explosion

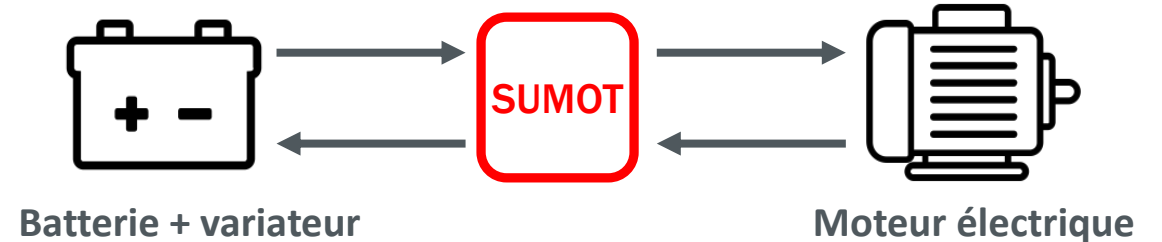
→ Suralimentation quand nécessaire (accélération)

→ Hausse de la puissance d'un moteur de volume donné

Plus de puissance... ou ... plus petits moteurs (downsizing)



- Le surfluxeur SUMOT pour moteurs électriques



- Dispositif augmentant le flux magnétique généré par les bobinages d'un moteur électrique

→ Suralimentation quand nécessaire (accélération)

→ Hausse de la puissance d'un moteur de volume donné

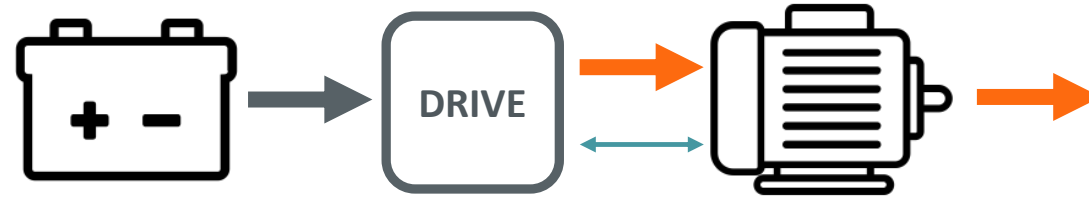
Plus de puissance... ou ... plus petits moteurs (downsizing)



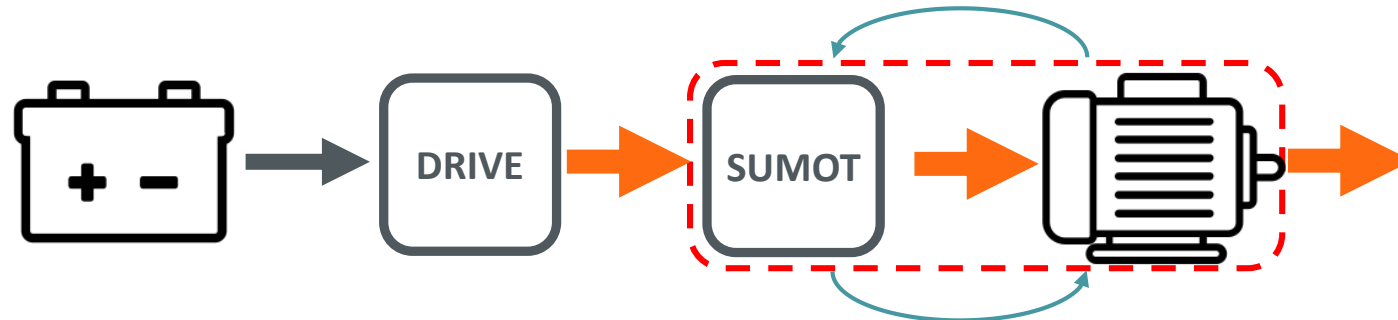
La technologie SUMOT

- SUMOT : dispositif d'électronique de puissance et sa commande adaptée

Sans SUMOT

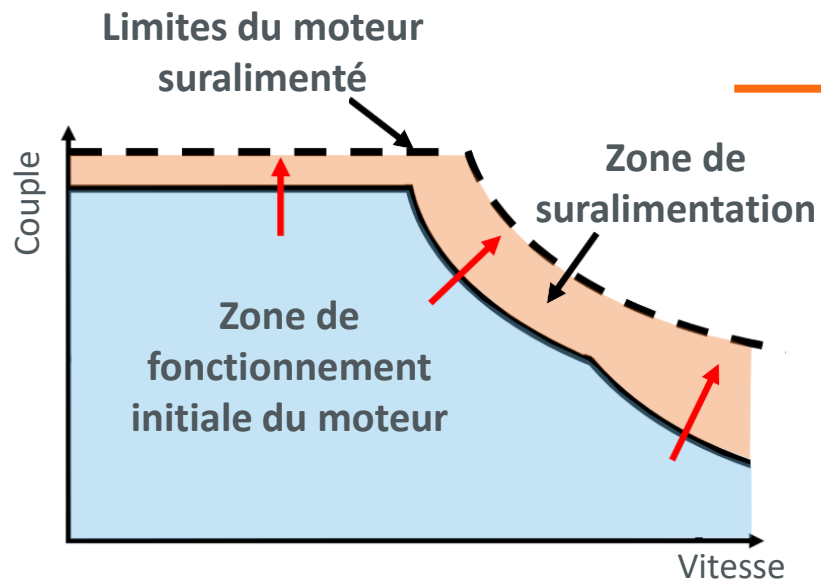


Avec SUMOT



→ Energie active

→ Energie réactive



→ **Suralimentation / Surfluxage** du moteur quand nécessaire (accélération)

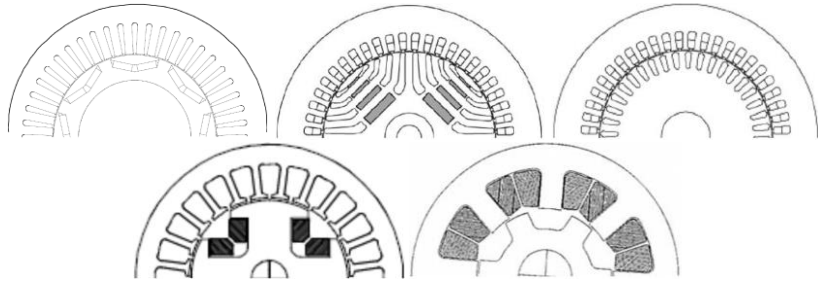
→ **Hausse de la puissance d'un moteur de volume donné**

Plus de puissance... ou ...downsizing

Comparaison qualitative à l'état de l'art

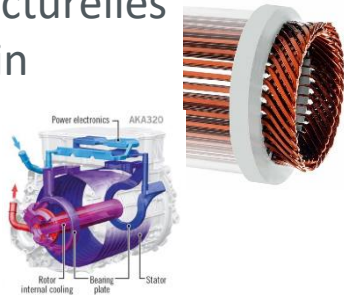
- Travaux sur la topologie / structure de la machine

→ Etude autour du choix de la topologie de machines (topologies hybrides, flux axial...)



→ Optimisations structurales

- bobinages hairpin
- refroidissement
- ...



→ Gains espérés relativement faibles

- Elargissement des limites de fonctionnement

→ Surdimensionnement du système d'alimentation

→ « Acceleration Increase » de Mercedes



Performance boost at a glance:

Vehicle	Performance boost	Acceleration change (from 0 to 60 MPH)
Mercedes-EQ EQE 350 4MATIC	from 215 kW to 260 kW	from approx. 6.0 seconds to approx. 5.1 seconds
Mercedes-EQ EQE SUV 350 4MATIC	from 215 kW to 260 kW	from approx. 6.2 seconds to approx. 5.2 seconds
Mercedes-EQ EQS 450 4MATIC	from 265 kW to 330 kW	from approx. 5.3 seconds to approx. 4.5 seconds
Mercedes-EQ EQS SUV 450 4MATIC	from 265 kW to 330 kW	from approx. 5.8 seconds to approx. 4.9 seconds

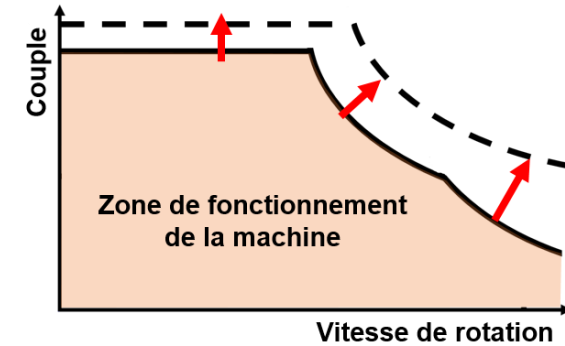
→ « Ludicrous / Plaid Mode » de Tesla



→ Suralimentation temporaire en acceptant de dépasser certaines limites par un « débridage » logiciel

→ Gains en puissance importants mais fortes contraintes

SUMOT



→ Dispositif de compensation d'énergie réactive



→ Hausse de la puissance active convertie sans surcontrainte sur l'alimentation

→ Effet de surfluxage du moteur

→ Gains importants en puissance surtout dans les zones où les machines sont les plus bridées (hautes et très hautes vitesses)

→ Modularité : retrofit ou dimensionnement conjoint

Bénéfices apportés

- Des moteurs électriques plus performants, moins coûteux et plus sobres



➔ Gains en puissance et possibilité de maintenir le couple maximum à plus haute vitesse



➔ Gains en densité de puissance massique et volumique

→ utilisation de plus petits moteurs ou de topologies de machines sans aimants (*asynchrone, réluctance variable...*)



➔ Réduire le coût des moteurs

→ Réduire la taille des machines permet **d'utiliser moins de matériaux (dont aimants)**



➔ Réduire l'impact environnemental des moteurs

→ Le « downsizing » permet de **réduire la quantité de matériaux utilisés (dont aimants) et d'améliorer la consommation sur cycle / l'autonomie des véhicules**

Le cas Tesla

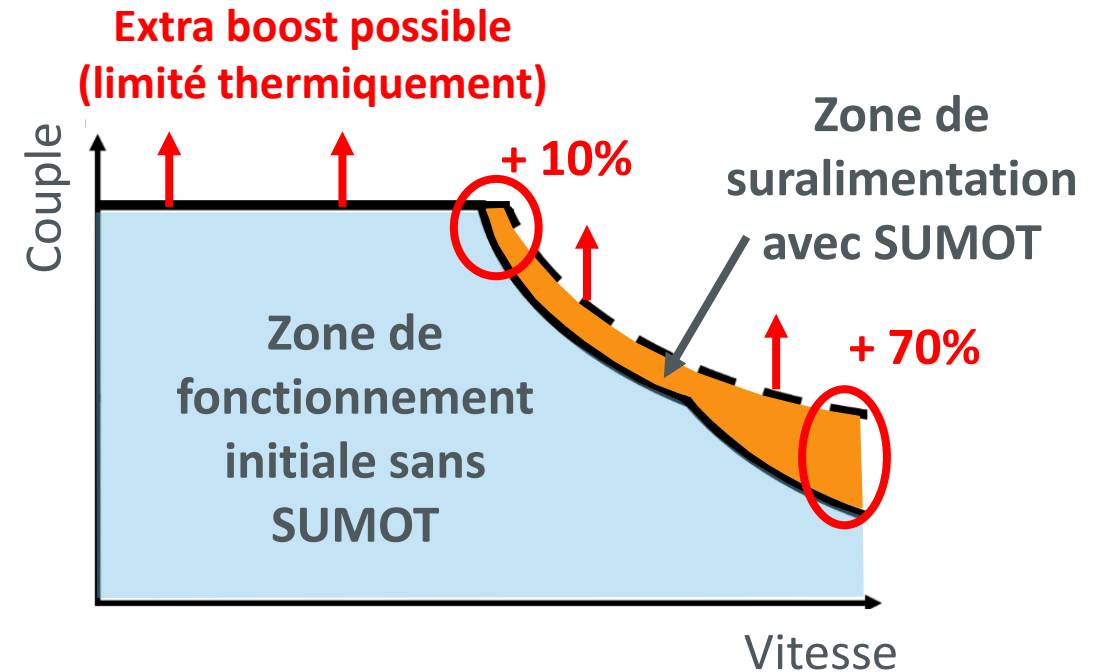
- Cas d'étude : améliorer les performances de la machine asynchrone de la Tesla Model S (*simulation*)

➔ “Boost”

- Augmenter la puissance de sortie sans contraintes supplémentaires sur la source d'alimentation (batteries + drive)
- Possibilité d'avoir un “extra boost” limité thermiquement (i.e. dépassant le courant max) en plus du mode “*Ludicrous*”

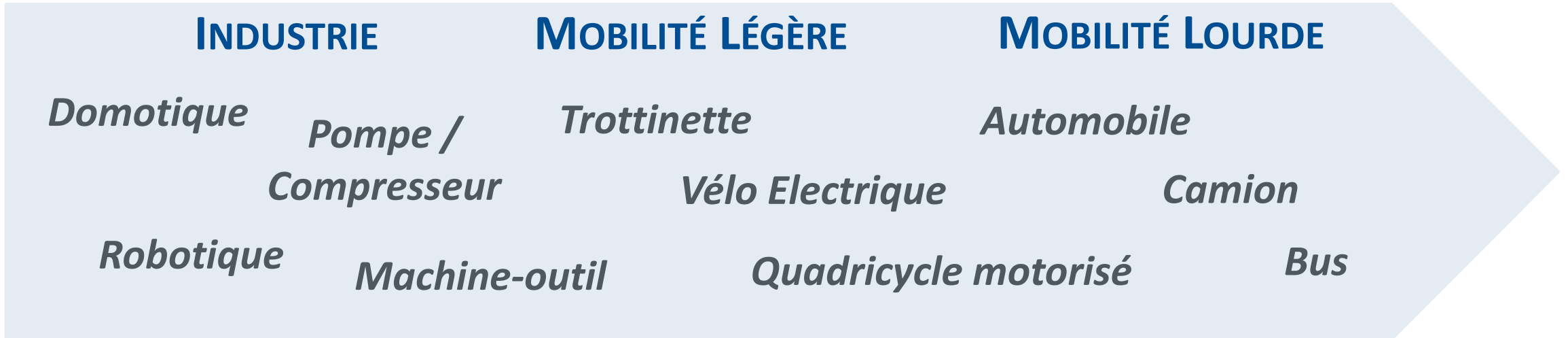
➔ “Downsizing”

- Redimensionnement de la machine asynchrone pour minimiser le volume (masse) global tout en garantissant la même puissance de sortie à l'aide du SUMOT (durant au moins 60sec)
- + 50 à 60% sur la densité de puissance volumique (et massique) (MAS initiale vs MAS redim. + SUMOT)



Applications possibles

- De nombreuses perspectives applicatives



- **Adaptations du dimensionnement** selon les niveaux de puissance **mais les mêmes bénéfices** sont apportés
- Intérêt spécifique pour les **systèmes de motorisation à vitesse variable**

Situation actuelle et objectifs

- **Projet en phase de maturation technologique sur 18 mois avec la SATT Linksium**



Prix de Thèse Innovation de l'Université Grenoble-Alpes



Lauréat du concours d'innovation i-PhD 2023 de BPI France

- **Objectifs**

→ Monter en **maturité technologique** : passage d'un TRL 3 à 5-6

→ Développement de prototypes plus avancés, POC, prototypes embarqués...

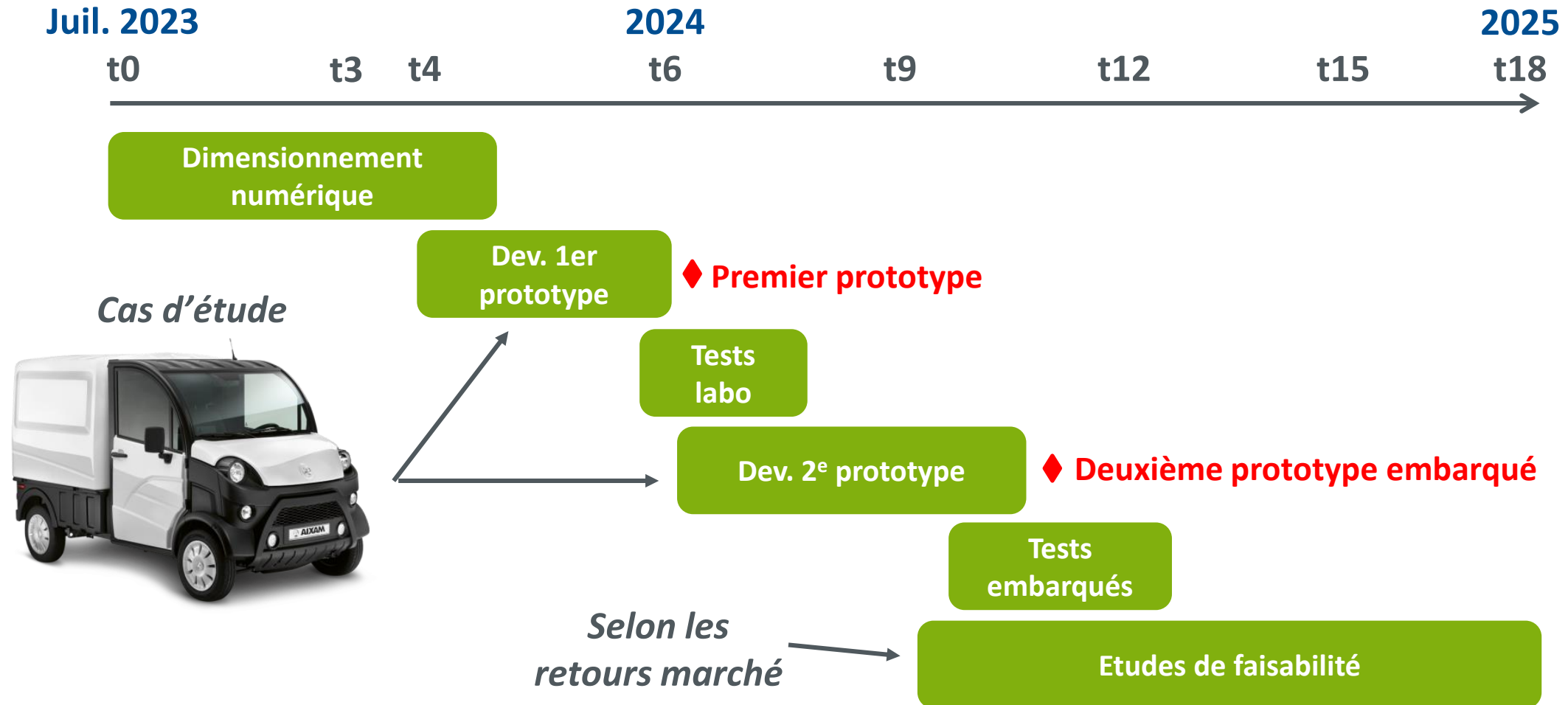
→ Développement des **aspects marché / business**

→ Etablir le business model, prospection, communication, équipe...

→ Recherche de retours et partenaires / « bêta testeurs » pour orienter les développements technologiques

→ **Création de la start-up** prévue pour **début 2025**

Roadmap technologique



- Déploiement stratégie PI : objectif d'au moins 6 brevets en fin de maturation

Merci !

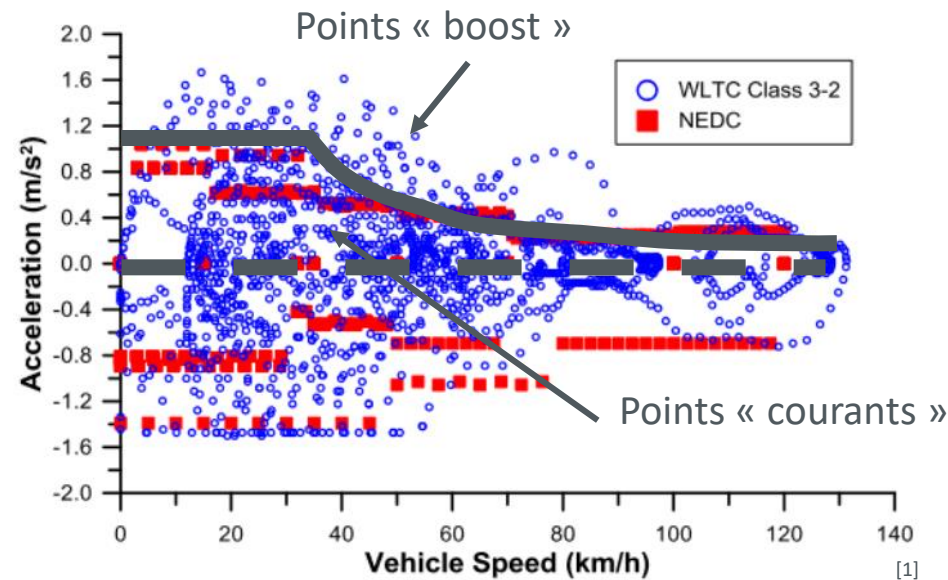
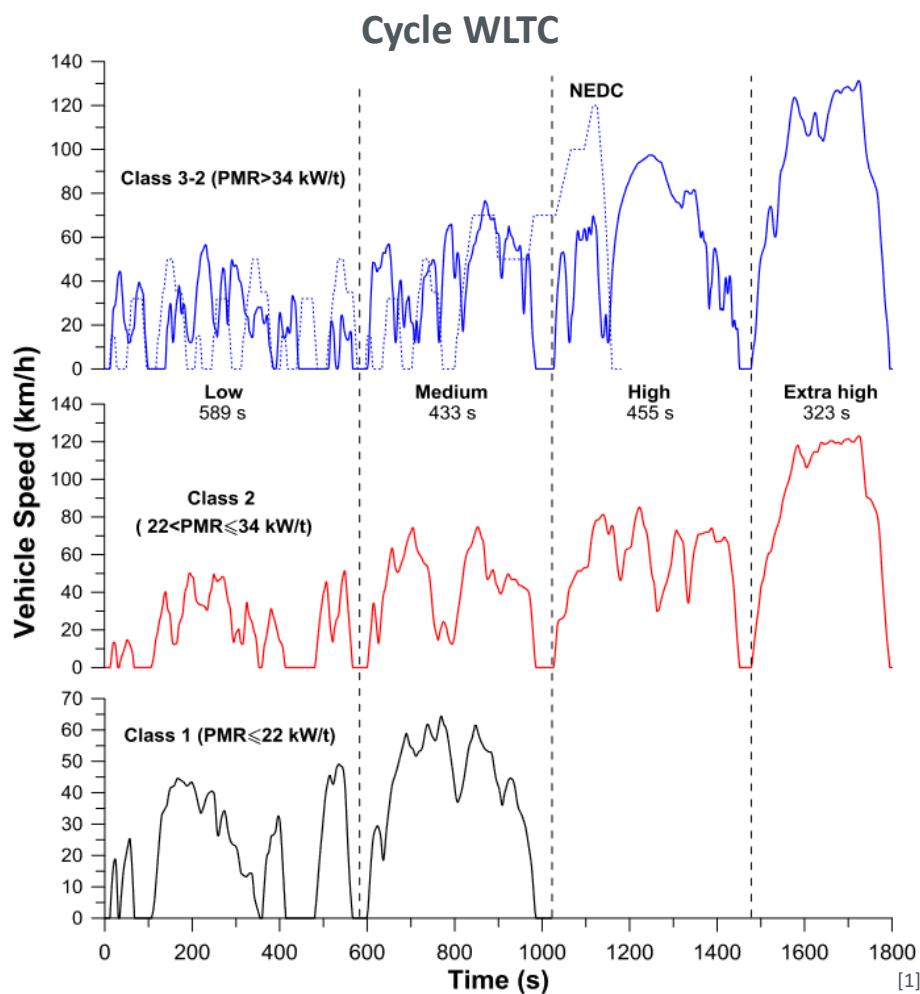
Pour plus d'informations :

robin.thomas@g2elab.grenoble-inp.fr

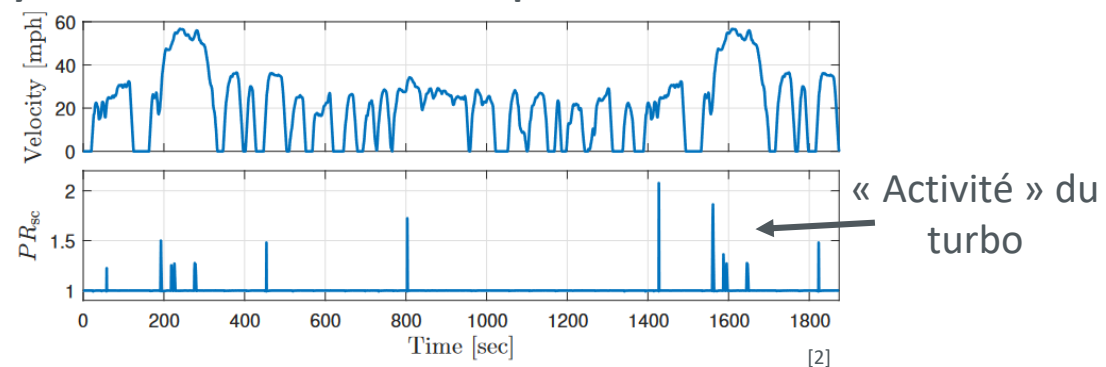
Pour nous suivre :

LinkedIn – Projet SUMOT

Principe du downsizing



Cycle FTP75 – Moteur thermique downsizé + turbo



[1] E. G. Giakoumis, and A. T. Zachiotis. 2017. "Investigation of a Diesel-Engined Vehicle's Performance and Emissions during the WLTC Driving Cycle—Comparison with the NEDC" *Energies* 10, no. 2: 240.

[2] S. Nazari & R. Middleton & K. Sugimori & J. Siegel, & A. Stefanopoulou. (2018). « Assessing a Hybrid Supercharged Engine for Highly Diluted Combustion Using a Dynamic Drive Cycle Simulation ». *SAE International Journal of Alternative Powertrains*. 7.