

# LE MOTEUR THERMIQUE A-T-IL DIT SON DERNIER MOT?

11ÈME UNIVERSITÉ D'ÉTÉ MOBILITÉ PROPRE AUTRANS 15 SEPTEMBRE 2018 RICHARD TILAGONE



#### IFPEN: QUI SOMMES-NOUS?

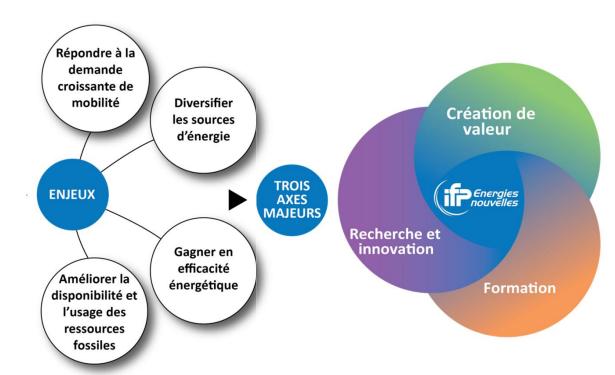
Un organisme public de R&I (EPIC)

Un centre de formation

Un groupe industriel

Un champ d'action international dans l'énergie, le transport, l'environnement

#### LES ENJEUX ET LES AXES





# DES FEMMES, DES HOMMES ET DES RESSOURCES



1 638

personnes



1 115 chercheurs

dont **220** publiants (critères HCERES)



2 sites:

Rueil et Solaize



125,1 **M**€

de dotation budgétaire en 2017



150,1 **M**€

de ressources propres en 2017



**50** %

du budget IFPEN consacré aux NTE

L'un des seuls organismes de recherche public français à financer **plus de 50 %** de son budget par des ressources propres



#### FILIALES ET PARTICIPATIONS(\*)

Procédés de raffinage, pétrochimie, biocarburants, traitement de gaz et catalyseurs



Transition énergétique



100 %

100 % 100 % IFP TECHNOLOGIES (CANADA) INC.

**Conseil et logiciels** 

en géosciences

BeicipFranlab \_\_\_\_

**Formation** 



Fonds d'investissement

Demeter / Demeter 2 / Demeter 3 Amorçage / Demeter 4 INFRA / Demeter 6 Amorçage / Agrinnovation / Paris Fonds Vert

Fonds 3E

Fonds régional Rhône-Alpes

\* au 2 juillet 2018



#### **RECHERCHE & INNOVATION**





# HYDROCARBURES RESPONSABLES

Proposer des technologies
visant à satisfaire
la demande en énergie
et en produits chimiques
en consommant moins
d'énergie et en réduisant
l'impact environnemental



De nombreuses actions récemment initiées par les pouvoirs publics français ...

- Plan Climat → juillet 2017
- Assises de la mobilité (I.Borne) → S2 2017
- Programmation Pluriannuelle de l'Energie → 2019 2023
- Stratégie Nationale Bas Carbone
- Réunions Objectif 2040 (à l'initiative du Cabinet de l'ex. ministre N.Hulot) : modalités de décarbonation du secteur du transport
- Rapport d'AM.Idrac sur Véhicules Autonomes → mai 2018
- Contrat Stratégique de la Filière Automobile → mai 2018
- Assises du Transport Aérien → S2 2018
- ...

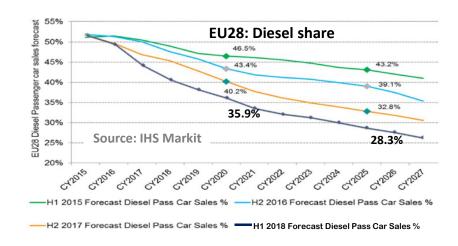
...visant notamment à limiter les **impacts environnementaux** de la mobilité et à **décarboner le secteur du transport** (neutralité carbone 2050)





# La R&I du domaine transports doit être toujours plus réactive pour anticiper les attentes des marchés

- Les objectifs de CO<sub>2</sub> deviennent difficiles à satisfaire, car la part de marché du diesel continue de baisser
- La part de l'essence désormais supérieure au diesel → R&D ciblée sur les combustions par allumage commandé (Essence, gaz)
- Des normes et des contraintes pour améliorer la qualité de l'air dans les grandes agglomérations : polluants réglementés, cycle RDE, accès limité au centre-ville,...

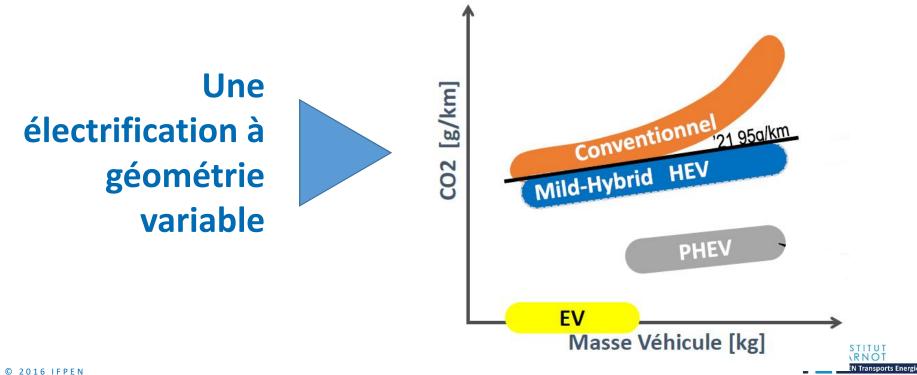






#### CONTRAINTES LIÉES A LA QUALITÉ DE L'AIR

L'électrification des motorisations est indispensable pour atteindre la cible 2021 (95gCO<sub>2</sub>/km) puis 2025 (70-75gCO<sub>2</sub>/km)  $\rightarrow$  croissance nécessaire des véhicules électrifiés : EV, HEV et PHEV

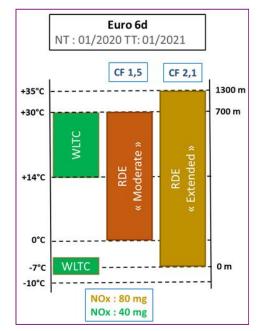


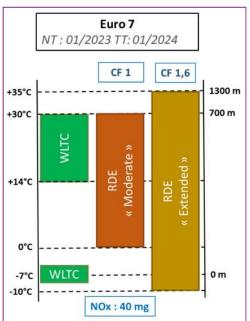


### CONTRAINTES LIÉES A LA QUALITÉ DE L'AIR

# **Emissions de polluants**

- Une réglementation imposant une forte réduction des émissions de polluants en usage réel (NOx, Particules)
- Une prise en compte d'un CF=1 généralisé, y compris pour les usages sévères (roulage urbain, température froide)
- Réel chalenge technique pour des conditions de roulage à froid, notamment dans une architecture HEV







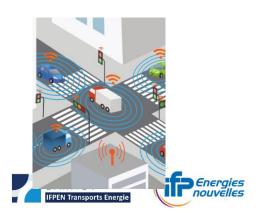


# LES AXES DE R&I IFPEN POUR LA MOBILITÉ

- Améliorer les motorisations thermiques et optimiser l'utilisation des carburants
  - Maximiser l'efficacité énergétique des motorisations
  - Maîtriser l'empreinte environnementale
    - Carburants bas carbone (bio 2G, e-fuel, biogaz)
    - Ultra faibles émissions locales de polluants
- Développer l'électrification des véhicules
  - Moteurs électriques et batteries adaptées aux besoins de la mobilité
  - Augmenter l'efficacité énergétique et l'autonomie
    - Récupération des énergies perdues (cinétique, chaleur)
    - Générateurs d'électricité
- Proposer des solutions pour la mobilité connectée
  - Réduire l'empreinte environnementale à l'usage : CO<sub>2</sub> et polluants locaux
  - Enrichir les services pour la ville durable sur le volet transport
  - Transformer la simulation en services d'aide à la décision





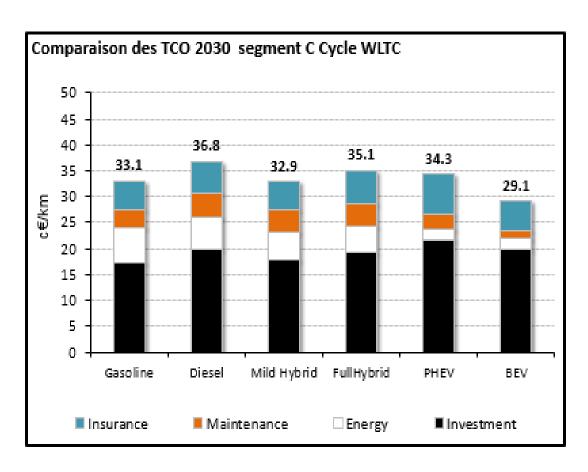


- Maximiser l'efficacité énergétique des motorisations thermiques
  - Développement de systèmes de combustion essence pour les applications hybride automobile (en partenariat avec les Constructeurs)
    - Le moteur thermique conserve un potentiel d'amélioration, notamment le moteur AC, et sera intégré à une chaine de traction hybride
  - Développement de systèmes de combustion Diesel efficients pour PL et off-road (en partenariat avec les Constructeurs)
    - De moins en moins d'application Diesel pour VL (10% en 2030 − notamment pour utilitaire léger) → optimisation des systèmes de combustion actuels
    - Camions de livraison et Poids Lourds → le moteur Diesel restera la motorisation largement majoritaire.
       Pénétration des motorisations gaz dépendra de l'infrastructure et des politiques publiques → très forts enjeux pour atteindre -30% de CO2 à horizon 2030 pour les PL
  - Développement d'outils d'ingénierie d'aide à la conception (en partenariat avec les leaders sur leur marché)
    - Combustion 3D Converge (CSI)
    - Simulation système Amesim (Siemens)
  - Etudes technico-économiques des différents scénarii couplant l'évolution des performances des technologies et la modélisation du parc → travaux notamment avec l'ADEME et le GSM (étude E4T)



#### ETUDE E4T IFPEN / ADEME

https://www.ademe.fr/bilan-transversal-limpact-lelectrification-segment-projet-e4t

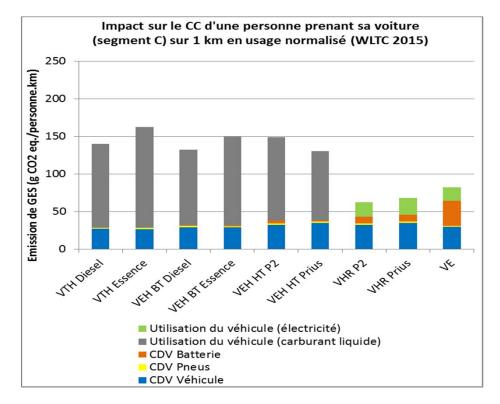


Prix d'équilibre de la batterie pour lequel le VE devient aussi intéressant que le véhicule essence : 170 €/kWh Ce seuil devrait être atteint en 2022-2023



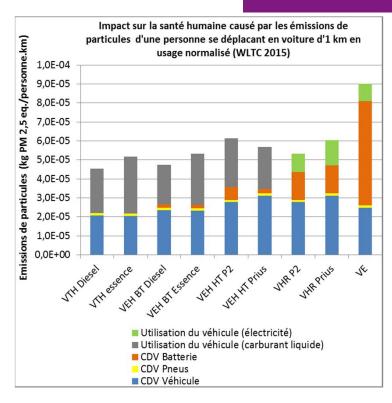


#### **ETUDE E4T IFPEN / ADEME**



- Véhicules Thermiques: c'est la phase d'utilisation qui est prépondérante
- VHR et VE : ce sont les phases de production, véhicule et batterie, qui contribuent le plus

#### MOBILITÉ DURABLE



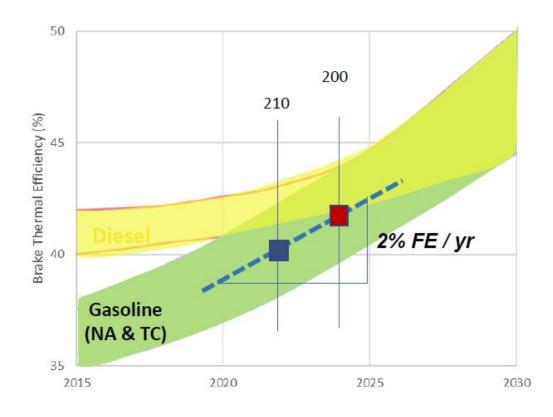
 Le cycle de vie des batterie a une contribution importante aux émissions de particules liées aux secteurs de la métallurgie et de l'affinage du nickel





# Amélioration du rendement des motorisations thermiques pour VL

- Gain de 2% en rendement par an pour les motorisations essence
- 45% de rendement en 2025 pour des applications dédiées (faible puissance spécifique)
- Rendement essence = rendement Diesel







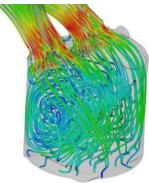
Roadmap IFPEN pour améliorer le rendement thermodynamique des moteurs

**Essence** 

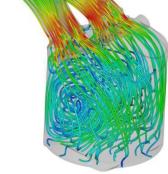
Rendement Maximum jusque 42 % Richesse 1 Jusqu'à 80-90 kW/L

Rendement Maximum jusque 45

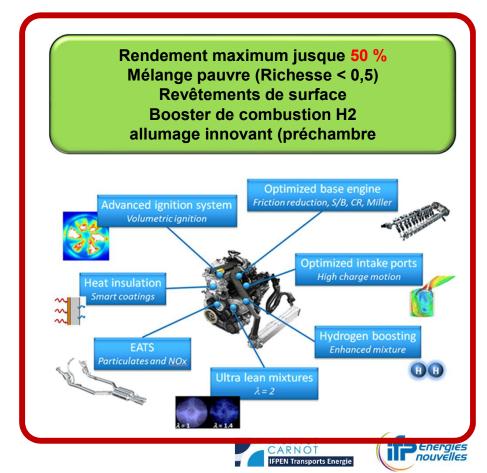
Richesse 1 Jusqu'à 80 kW/L



- Swumble (fort tumble + swirl)
- Haut rapport Course/Alésage
- Taux de compression ≥ 13:1
- Distribution optimisée avec fort taux d'EGR



- Fort tumble, taux de compression 12:1
- Distribution optimisée, taux EGR modéré



# Roadmap IFPEN pour le moteur « Diesel »

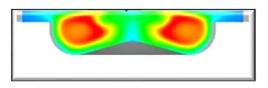
Amélioration du rendement de 10%

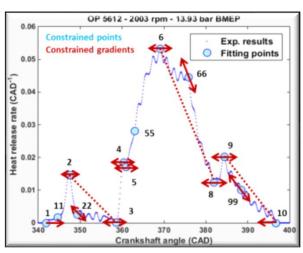
Réduction du coût

Isolation par l'air

**RVC** variable

Loi de dégagement d'énergie optimale

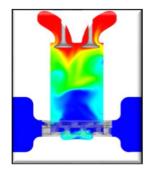




Diesel 2T

**Capteur logiciel** 

Suralimentation simplifiée « Boost »









#### Maîtriser l'empreinte environnementale

- Carburants bas carbone
  - Gaz naturel / biogaz → expérimentation CIGAL en cours sur des véhicules de livraison
  - Biocarburants 2G et notamment l'éthanol → démonstrateur octane à la demande (Aramco)
  - Hydrogène :
    - En mélange avec le gaz naturel ou le biogaz
    - En apport spécifique pour la combustion (notamment projet européen Eagle) et/ou le posttraitement des NOx (SCR basse température)
    - Pour les carburants de synthèse : e-fuels
- Systèmes de dépollution des NOx et des particules
  - Nouvelles zéolithes pour le post-traitement des NOx (SCR) à basse température
  - Adblue additivé pour la régénération moins énergivore du filtre à particules



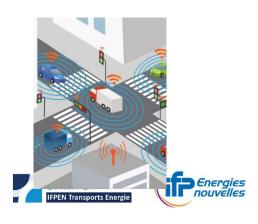


# LES AXES DE R&I IFPEN POUR LA MOBILITÉ

- Améliorer les motorisations thermiques et optimiser l'utilisation des carburants
  - Maximiser l'efficacité énergétique des motorisations
  - Maîtriser l'empreinte environnementale
    - Carburants bas carbone (bio 2G, e-fuel, biogaz)
    - Ultra faibles émissions locales de polluants
- Développer l'électrification des véhicules
  - Moteurs électriques et batteries adaptées aux besoins de la mobilité
  - Augmenter l'efficacité énergétique et l'autonomie
    - Récupération des énergies perdues (cinétique, chaleur)
    - Générateurs d'électricité
- Proposer des solutions pour la mobilité connectée
  - Réduire l'empreinte environnementale à l'usage : CO<sub>2</sub> et polluants locaux
  - Enrichir les services pour la ville durable sur le volet transport
  - Transformer la simulation en services d'aide à la décision







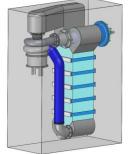
# ELECTRIFICATION DES VÉHICULES

- Développer des solutions électriques moteurs et batteries adaptées aux besoins de la mobilité
  - Moteurs de traction efficients de type synchro-réluctant (HSM): de 6 à 200 kW
  - Batteries: dimensionnement, diagnostic Plomb et Lithium (maintenance préventive et seconde vie), outils de simulation (performances, emballement thermique, vieillissement), caractérisation haut débit (COMUTES2)
  - Hybridation pour effacement de la charge transportée: remorque motorisée pour vélo, PL et système de mobilité EasyMove
- Augmenter l'efficacité énergétique et l'autonomie récupération des énergies perdues (cinétique, chaleur), générateurs d'électricité
  - Optimisation énergétique : contrôle commande temps réel des systèmes complexes
  - Récupération de l'énergie thermique perdue par cycles Rankine basse température sur le liquide de refroidissement des systèmes
  - Electrification des turbocompresseurs
  - Générateurs électriques embarqués (Microturbine <30 kW) pour bateaux de plaisance, véhicules frigorifiques, APU de camion, applications mobiles notamment militaires

#### MOBILITÉ DURABLE











#### MOBILITÉ DURABLE

# LES AXES DE R&I IFPEN POUR LA MOBILITÉ

- Améliorer les motorisations thermiques et optimiser l'utilisation des carburants
  - Maximiser l'efficacité énergétique des motorisations
  - Maîtriser l'empreinte environnementale
    - Carburants bas carbone (bio 2G, e-fuel, biogaz)
    - Ultra faibles émissions locales de polluants
- Développer l'électrification des véhicules
  - Moteurs électriques et batteries adaptées aux besoins de la mobilité
  - Augmenter l'efficacité énergétique et l'autonomie
    - Récupération des énergies perdues (cinétique, chaleur)
    - Générateurs d'électricité
- Proposer des solutions pour la mobilité connectée
  - Réduire l'empreinte environnementale à l'usage : CO<sub>2</sub> et polluants locaux
  - Enrichir les services pour la ville durable sur le volet transport
  - Transformer la simulation en services d'aide à la décision







# SOLUTIONS POUR LA MOBILITÉ CONNECTÉE

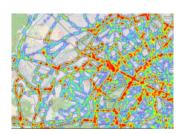
- Réduire l'empreinte environnementale dans l'usage de la mobilité : CO<sub>2</sub> et polluants locaux
  - Geco-air (émissions de CO<sub>2</sub>, CO, NOx, particules dont plaquettes & pneus) et WillBee compagnon de mobilité connecté pour maitriser ses émissions polluantes
  - Proposer des services énergétiques pour les poids lourds (Michelin)
  - Qualifier la conduite : assurance, gestion de flottes et de l'après-vente / entretien
  - Etendre l'utilisation du vélo et du vélo à assistance électrique (La compagnie des mobilité)



- Développement de services Web pour valoriser les logiciels scientifiques au travers de simulateurs sous forme de SaaS
- Enrichir les services pour la ville durable sur le volet transport
  - Offre logiciel de Plan de Déplacement (PDE) pour l'entreprise et le territoire
  - Valise de diagnostic embarqué bas coût pour caractériser facilement les émissions en usage réel (PME Capelec)





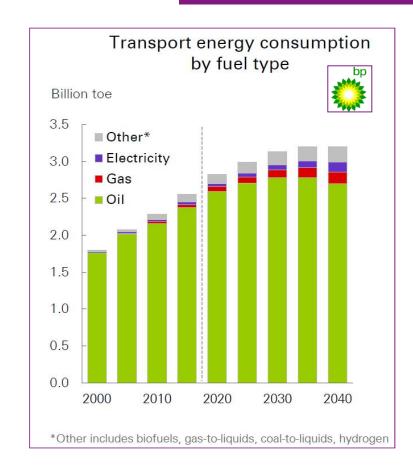






#### CONCLUSION

- La part des carburants pétroliers et gazeux dans le transport restera encore significative les prochaines années
- Il faut donc poursuivre l'amélioration de l'efficacité énergétique des groupes motopropulseurs et la réduction de leurs impacts environnementaux
  - Innovations dans la technologie moteur thermique (principalement Essence/gaz)
  - innovation dans les machines électriques de traction
  - Innovations dans l'hybridation (PHEV 48 V) et les systèmes électrifiés
  - Optimisation du couple « moteur/carburants bas carbone » optimisé







Innover les énergies

#### Retrouvez-nous sur:

- www.ifpenergiesnouvelles.fr
- @IFPENinnovation

