

Filières énergétiques pour le transport

Recherches, Innovations, prospective

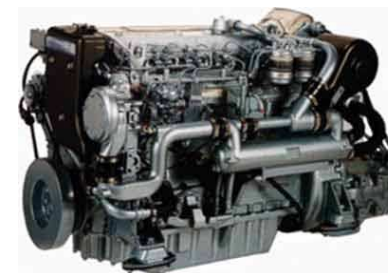


B.O.Ducreux, Service Transports et Mobilité

- Contexte de la mobilité et des transports
- Financements Investissements d'Avenir / ADEME
- Technologies et Usages
- Prospective sur les filières

Périmètre et contexte

- Jusqu'ici, une solution « universelle »
 - *Carburant fossile*
 - *Moteur à combustion interne*
- Impacts environnementaux
- Ressources non renouvelables
- Croissance de la consommation
 - *Optimisation indispensable*
 - *Réponses technologiques ET organisationnelles*



- Véhicules
 - *Utilisateur*
 - *Acheteur / gestionnaire*
 - *Profil de mission*
- Chaîne de traction
 - *Technologie*
- Carburant / énergie
 - *Infrastructure de ravitaillement*
 - *Impacts ACV*



Les Investissements d'Avenir à l'ADEME

- L'ADEME ***opérateur*** d'une partie du programme pour le compte de l'État (Commissariat Général à l'Investissement)
 - *Véhicule du Futur*
 - *Énergies Renouvelables*
 - *Chimie verte et Enjeux Énergétiques*
 - *Économie Circulaire*

Investissements d'Avenir à l'ADEME : Véhicule du Futur

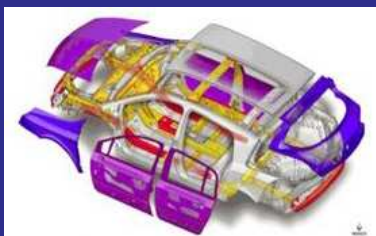
- Routier
 - *Du 2RM au poids lourds*
 - *Dont technologie de propulsion*
 - *Dont architecture véhicule*
 - *Dont infrastructures de recharge pour véhicule électrique*
- Ferroviaire
- Maritime / Fluvial

Investissements d'Avenir à l'ADEME : Transport routier

Motorisation hybride et thermique



Allègement des véhicules



Mobilité & logistique



VE et infrastructures de recharge



Véhicules lourds



Investissements d'Avenir à l'ADEME : Transports Maritime et Fluvial

- Efficience énergétique
- Réduction des émissions
- Intelligence embarquée
- Sûreté / sécurité des navires



Investissements d'Avenir à l'ADEME : Transport Ferroviaire

- Attractivité de l'offre ferroviaire, amélioration des performances du système de transport
- Sécurité, fiabilité, sûreté
- Innovations améliorant les conditions d'exploitation, l'efficacité énergétique et environnementale



Filières technologiques de propulsion pour le Transport

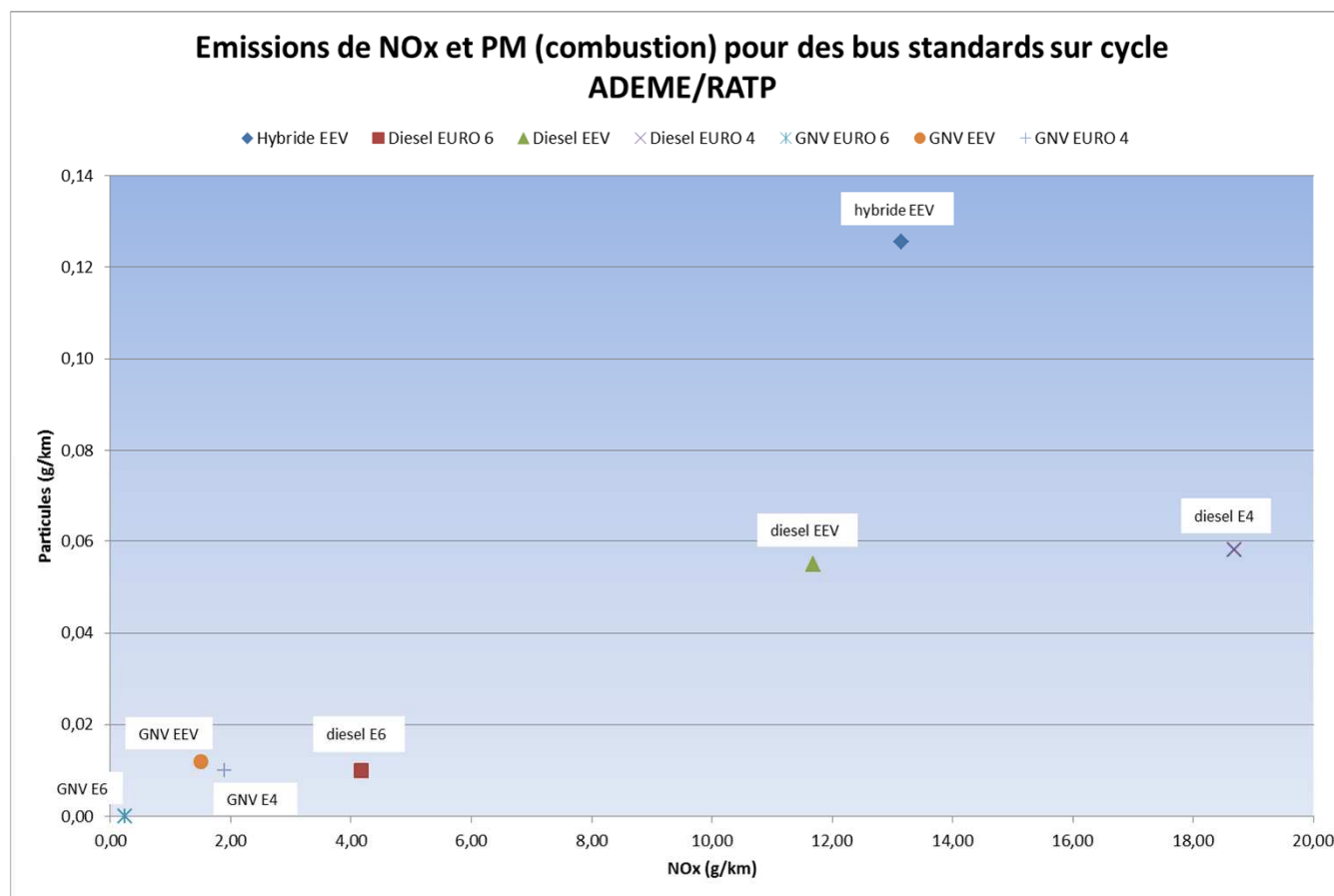
- Carburants
- Hybridations
- Électricité / Pile à Combustible (Hydrogène)

Moteurs thermiques actuels

- **Moteurs à allumage commandé :**
 - *Essence sans plomb : SP95, SP98, E10 (10 % éthanol)*
 - *E85 : 85 % d'éthanol ; uniquement pour véhicule à carburant modulable (flexfuel vehicle)*
 - *GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié*
 - *GNV : Gaz Naturel Véhicule*
 - *ED95 (éthanol 95%) (expérimental)*
- **Moteurs à allumage par compression :**
 - *Gazole*
 - *B30 : 30 % de bio diesel. Compatible avec certains constructeurs (garantie) sans modifications techniques majeures*
 - *Émulsions (expérimental)*

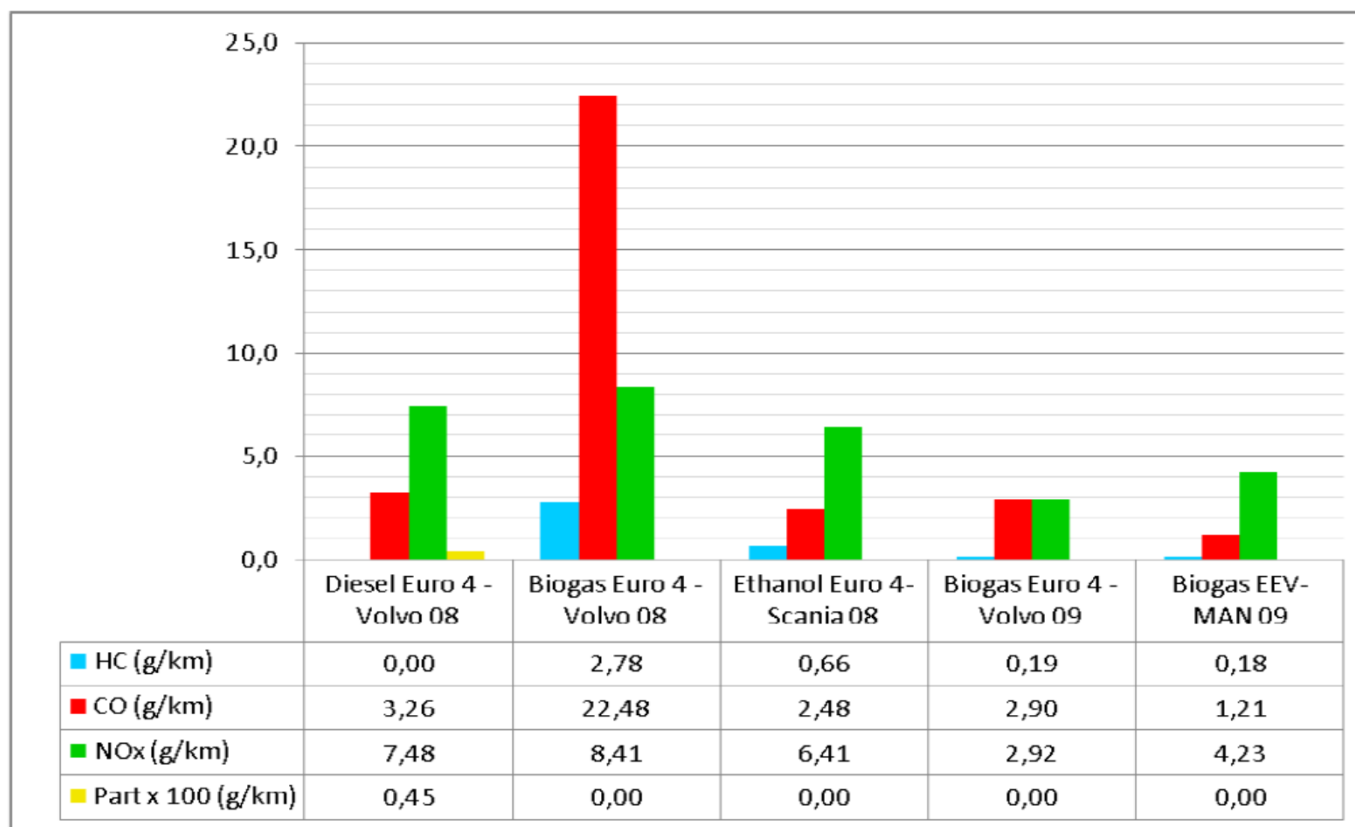
Carburants gazeux : GNV

- mesures ADEME de bus sur banc à rouleaux



Carburants gazeux : biogaz

- Etude Keolis à Stockholm (buslink)



Carburants gazeux : GNL

Densité énergétique

Autonomie

Complexité

Stockage Patmo / -161°C

Boil-off

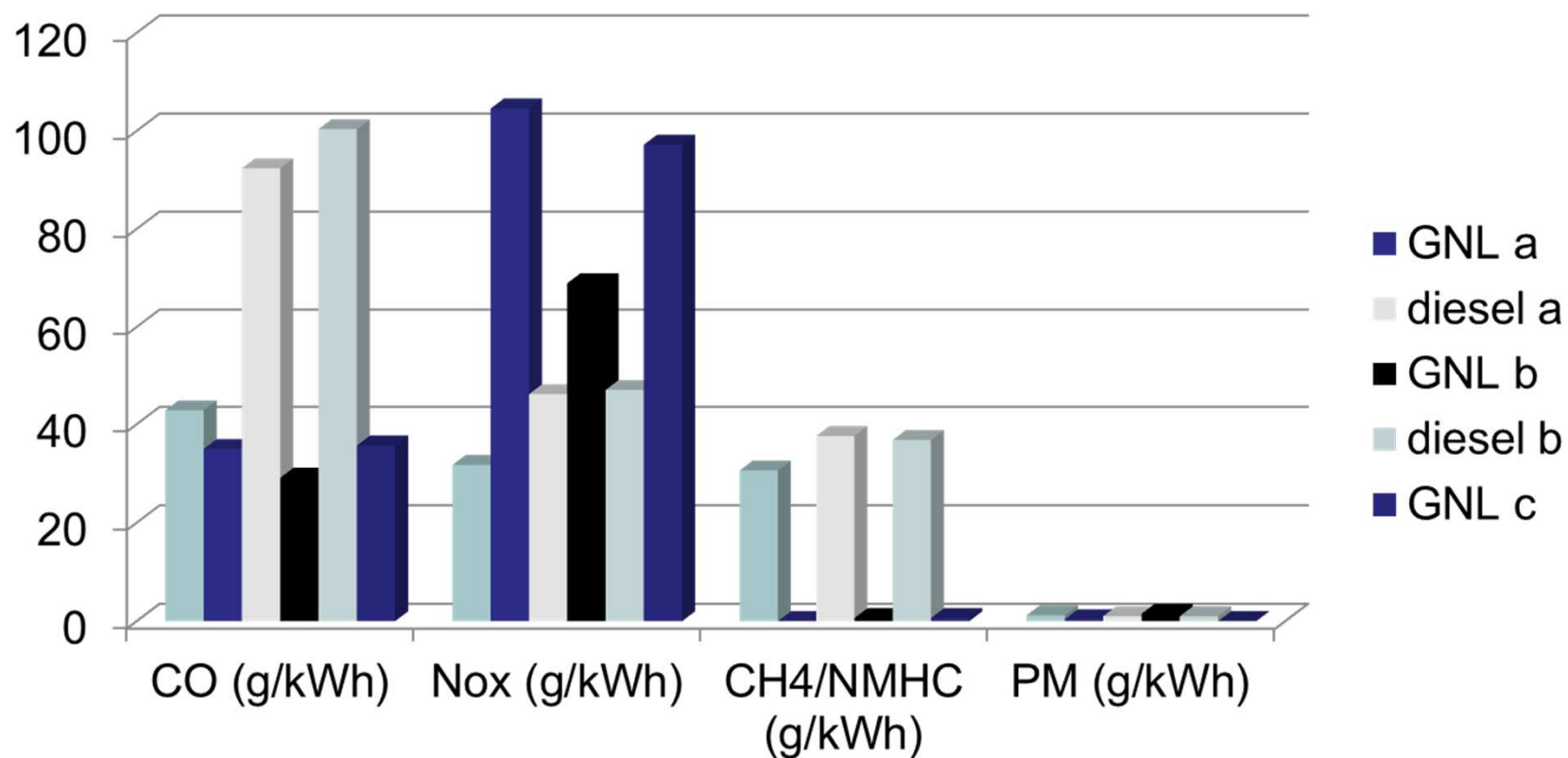
Enjeu infrastructure

Peu de stations à ce jour (expérimentales, Blue Corridor)

Volonté de promouvoir la filière maritime (AaP Ferries propres)

Carburants gazeux : GNL

Facteurs d'émissions usage réel (% Euro VI)



Chaîne de traction Hybride

Hybride = une chaîne irréversible + une réversible

*MCI + machine électrique
stockage électrochimique*



*MCI + machine hydraulique
stockage oléopneumatique*



Bus hybrides électriques

- *Lignes réelles*
- *En exploitation*
- *Plusieurs modèles*
- *Diverses technos*
- **Gains moyens / diesel**
 - *Conso 15 à 25 %*
 - *NOx jusqu'à 33%*
 - *Impacts conso fort*
 - Besoin clim / chauffage
 - V commerciale
 - Type de conduite

(+) : taux de disponibilité tout à fait exploitable

(-) : rentabilité difficile (18-20 ans ?)

Bus hybride hydraulique

Véhicule proto (kit)

Ligne réelle

En exploitation

Gains moyens / base GNV

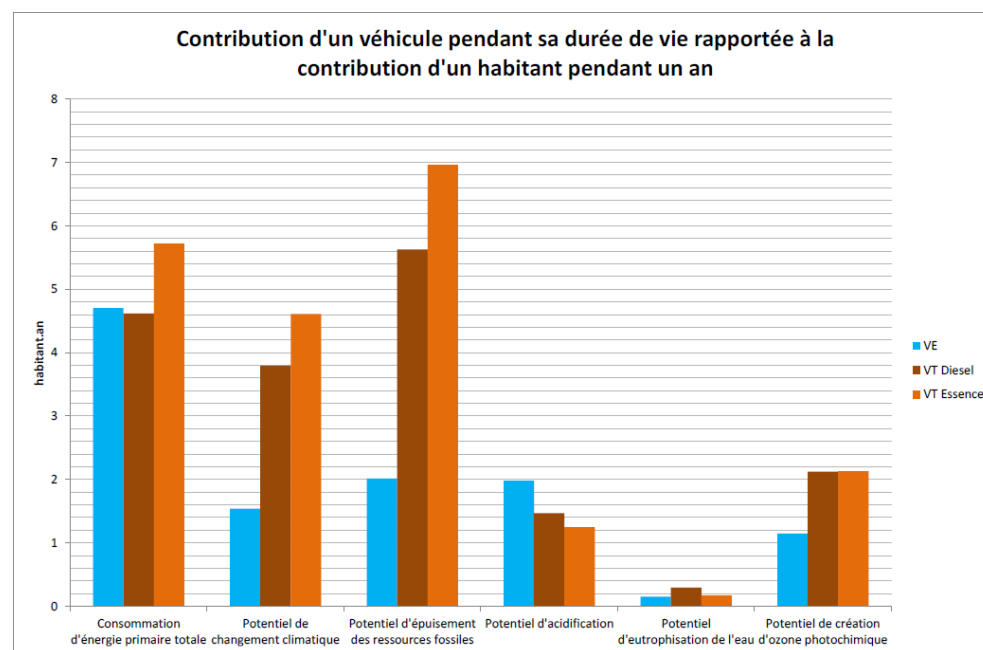
- *Conso 13 à 18 %*
- *NOx > 60 %*
- *Potentiel supplémentaire*
Gain conso +7%

(+) : maîtrise des composants, coût / électrique, efficacité environnementale

(-) : développements diesel EuroVI prioritaires

ACV ADEME « véhicule électrique » (cible VP)

- *Fort impact de la phase de fabrication*
- *Forte contribution de la fabrication de la batterie*
- *Fort impact du mode de production de l'électricité*
- *Avantage indéniable du VE sur pollution locale en usage*



Électro-mobilité

- Infrastructures

Recharge majoritaire VP : domicile et/ou lieu de travail

- Autonomie

Grande sensibilité à l'usage et au contexte (confort thermique)



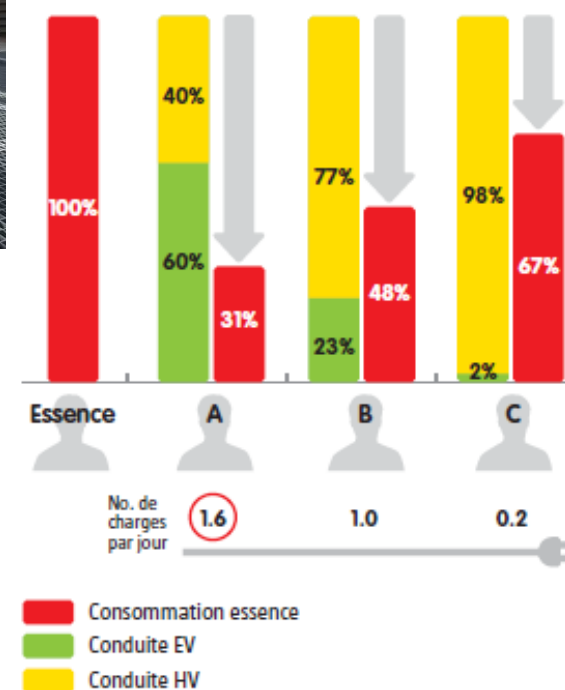
Électro-mobilité

- Biberonnage bus



Électro-mobilité

- Hybride « plug-in » / rechargeable



Hydrogène

Pile à combustible

Range extender

Moteur à combustion interne

H₂ : vecteur à densité énergétique importante pour l'électrique

Lancement ou annonces VP :

- *Toyota Mirai (500km, 50 k€ Japon, 60k€ HT en All, 1500 commandes au Japon le 1er mois)*
- *Hyundai iX35 Fuel Cell (594km, 67k€ en Corée, 1000 dans le monde)*

Prototypes VP :

Volkswagen Golf HyMotion, Audi A7 Sportback, Honda FCV

En France :

- *Renault et PSA en veille*
- *SFC monte kit H2 sur Kangoo ZE (12k€ pour 5kW)*



Stations H2 en France:

- *Saint-Lô*
- *Paris, Rodez et Sarreguemines retenu au FCH JU Call*

Déploiement envisagé sous forme de « cluster » avec flotte connue et dimensionnement station adapté : projet HyWay

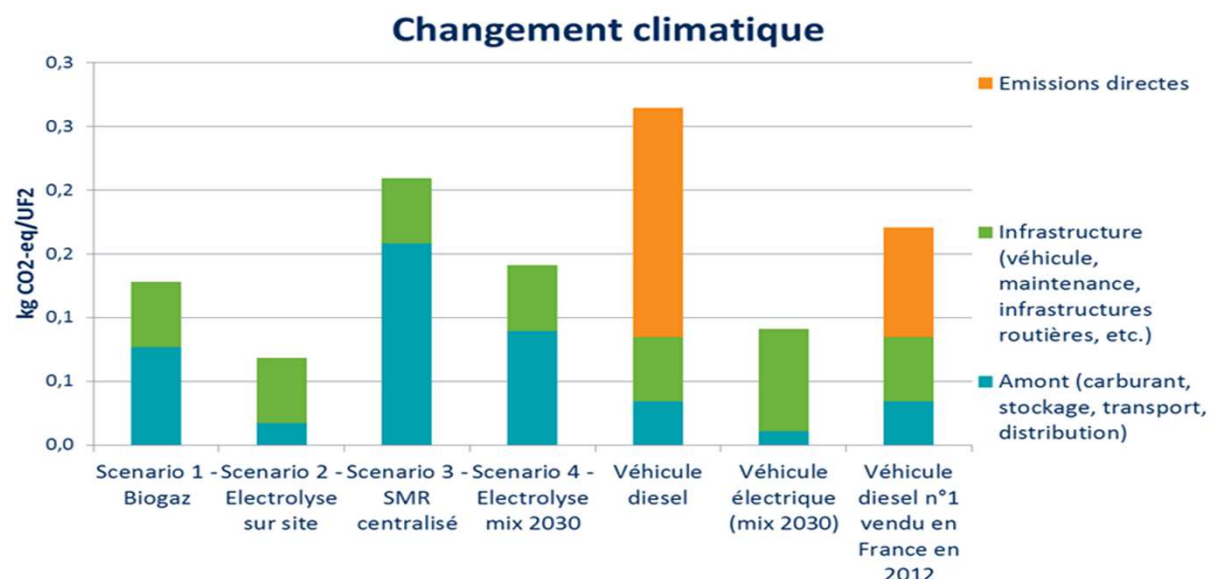
Opportunités / Risque :

Couplage avec ENR (stockage power to gas)

Utilisation optimale = mobilité ?

ACV ADEME Hydrogène (mobilité)

- *Fort impact du transport de l'hydrogène(infrastructure)*
- *Fort impact des métaux précieux de la pile*
- *Fort impact de la phase de production de la pile*
- *La phase d'usage n'est pas neutre (puits-réservoir H2)*
- *Avantage polluants locaux indéniable (cf.VE)*



Exercice ADEME mené en 2012 :

<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=85536&p1=30&ref=12441>

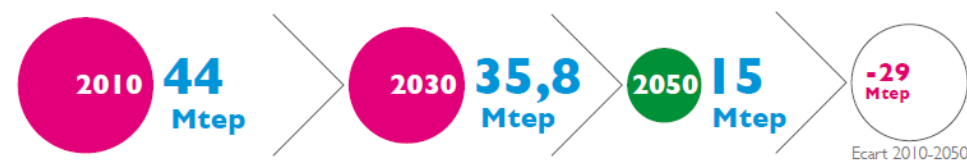
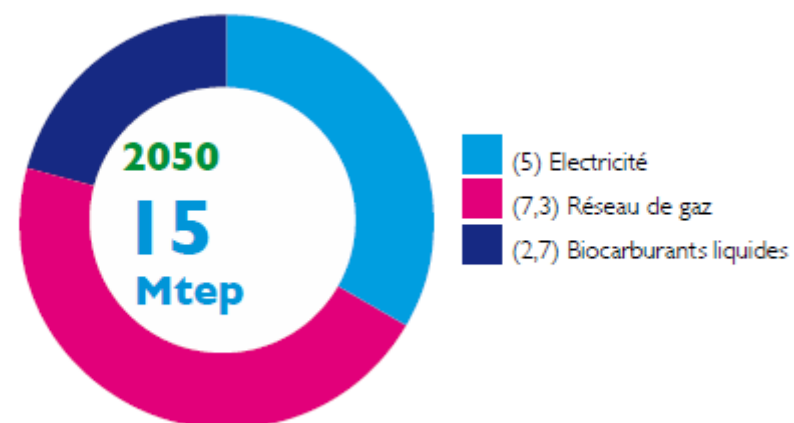
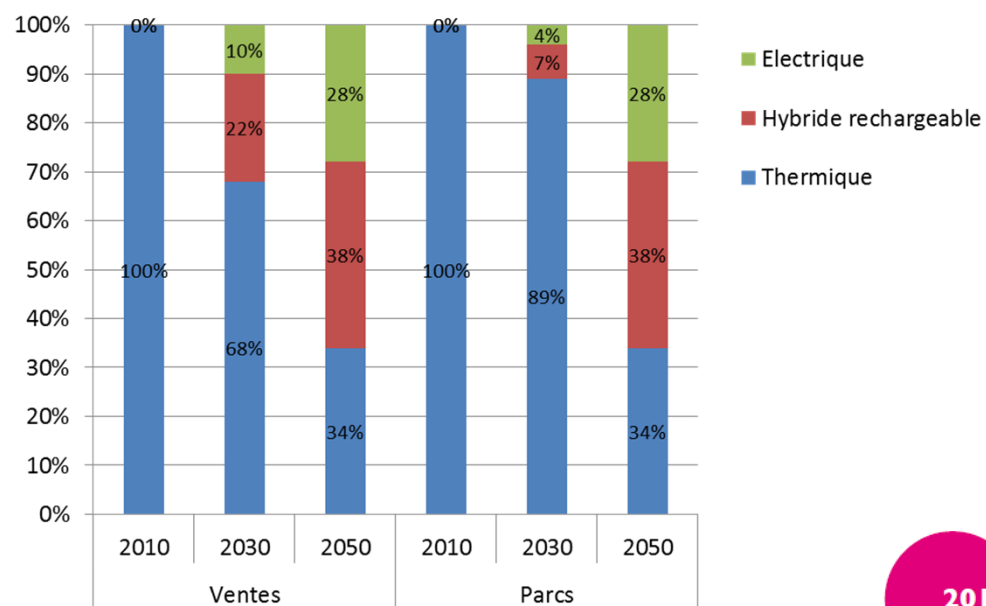
Indicateurs principaux: consommation énergétique et émissions de CO2

Horizon 2030: scénario volontariste (réaliste) d'évolution de la consommation énergétique et de la production d'énergies renouvelables

- Baisse de près de 20% des consommations énergétiques du secteur des transports entre 2010 et 2030

Principales ventes 2030	gCO2/km	Milliers	Parts des ventes 2030
Diesel	85	305	16%
Essence	95	303	15%
Hybride Diesel	50	171	9%
Hybride Essence	60	540	28%
GNV	95	10	1%
VHR + VE RE	30	432	22%
VE	0	196	10%
TOTAL	49	2 millions	

Prospective 2050



BILAN DU SECTEUR DES TRANSPORTS EN 2010, 2030 ET 2050 EN MTEP FINALES

Conclusion

Pas de filière unique et universelle pour prendre à court terme la place des carburants fossiles transformés en énergie mécanique dans les moteurs à combustion interne...

Donc un spectre élargi de solutions à choisir selon l'usage

C'est l'évolution radicale de l'organisation des flux de voyageurs (véhicules serviciels) et logistiques (production / consommation) qui est l'hypothèse structurante, davantage que l'évolution technologique.