



**Logique et prospective de  
l'Hybridation:  
Son potentiel pour la transition  
énergétique**

Joseph Beretta  
Président Automobile technologies &  
Mobilité Expertise  
2015

VISION FUTURE A STEP AHEAD



**Introduction contexte**

VISION FUTURE A STEP AHEAD

Les grands challenges de demain:



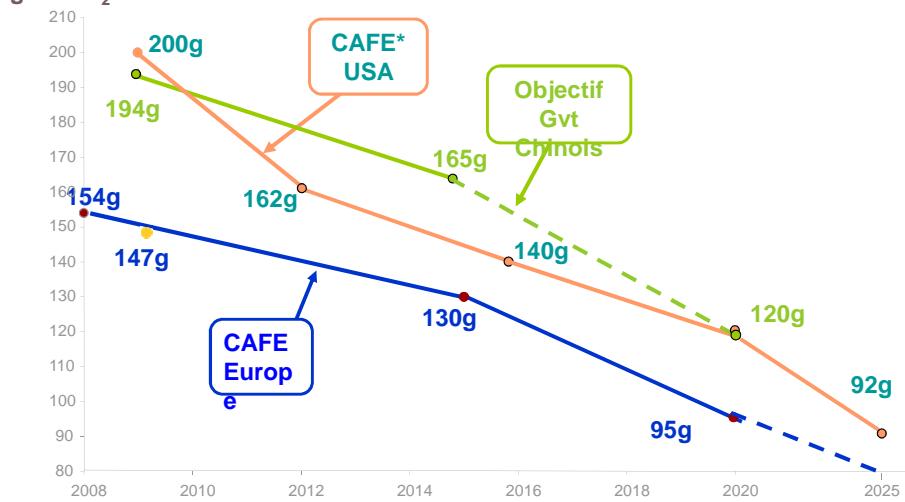
- ▶ Qualité de l'Air
- ▶ Eau potable
- ▶ Ressources Primaires (energies, mineraux,..)
- ▶ Ressources alimentaires
- ▶ Biodiversité
- ▶ Réchauffement climatique
- ▶ sécurité



3

Des objectifs de réduction du CO2 qui convergent au niveau mondial

g de CO<sub>2</sub>/km



\* Corporate Average Fuel Economy : consommation/émission de CO<sub>2</sub> moyenne pondérée des véhicules neufs vendus dans l'année

70/80g ?

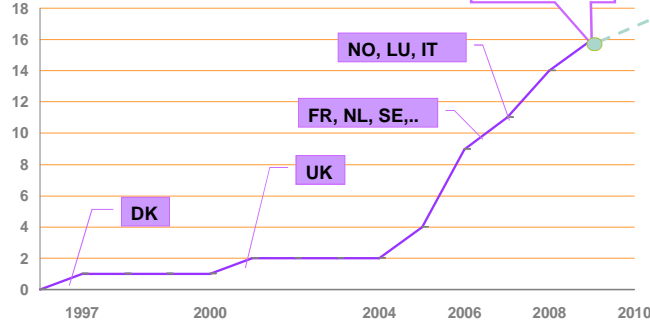
5

## La Fiscalité CO2 Véhicules en Europe

AT&ME

- Introduite en 1997 au Danemark
- 16 Etats membres en 2010 ont une taxation CO<sub>2</sub>, 22 aujourd'hui
- A l'étude dans d'autres pays

Evolution de la fiscalité CO<sub>2</sub> depuis 10 ans en Europe



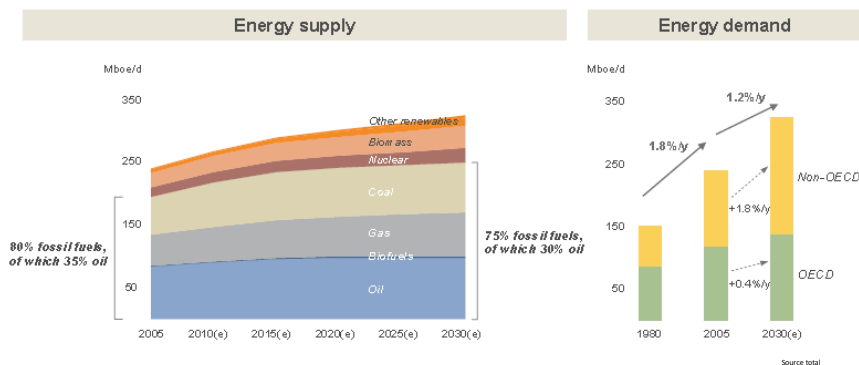
Le CO<sub>2</sub> s'impose comme l'unité de base de la fiscalité automobile env.

6

## Le besoin d'énergie

AT&ME

Demande mondiale d'énergie\* en millions bep/jour



Les énergies fossiles représenteront encore au moins 75 % du mix énergétique mondial en 2030 Les transports seront encore majoritairement dépendant du Pétrole

7



Les réponses technologiques  
De l'automobile

VISION FUTURE A STEP AHEAD

Optimisation globale de la performance  
environnementale : La nouvelle Peugeot 208 1,2l  
essence versus la Peugeot 207 1,3l essence

**Groupe Motopropulseur  
adapté** : - 23% de conso  
Gain → 35g CO<sub>2</sub>

**Aérodynamique** : réduction  
de 2dm<sup>2</sup> du SCx  
Gain → 1g CO<sub>2</sub>



**Masse véhicule** :  
100kg en moins  
Gain → 4g CO<sub>2</sub>

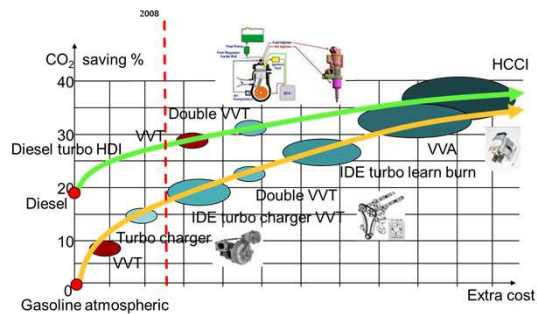
**Resistance au  
roulement** : 25% de  
réduction de résistance au  
roulement  
Gain → 5g CO<sub>2</sub>

Peugeot 208 : 99 g/km

Bénéfice global versus la Peugeot 207 : 45 g/km

## Pour réduire encore la consommation et les émissions de CO<sub>2</sub>:

AT&ME



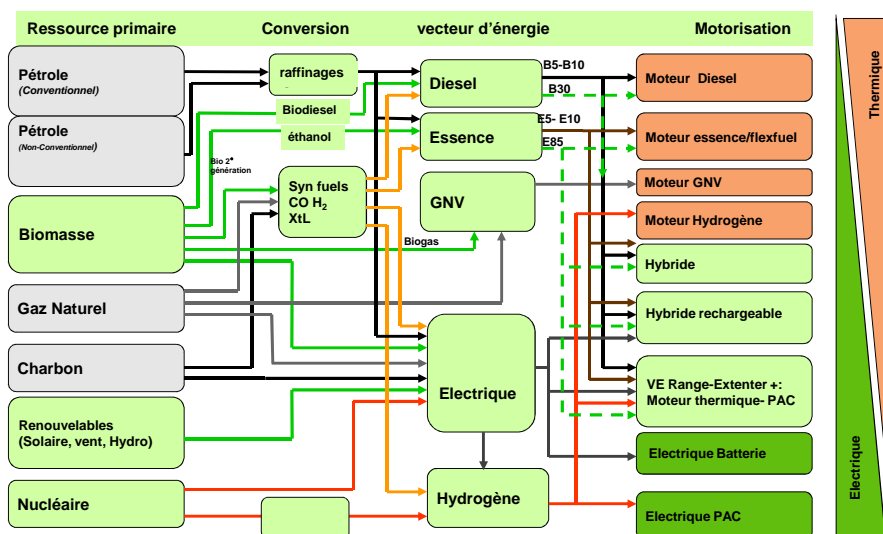
- Les motorisations Essence et Diesel vont encore progresser Elles pourront atteindre 95 gCO<sub>2</sub>/km sur les petits et moyen véhicules.
- Pour atteindre les 80gCO<sub>2</sub>/km il faut faire une rupture et changer:
  - Diversification d'énergie:
    - Electricité
    - Gaz
    - Hydrogène
  - L'Hybridation a tout sont sens pour atteindre ces objectifs

10

## Le panel énergies/ technologies

AT&ME

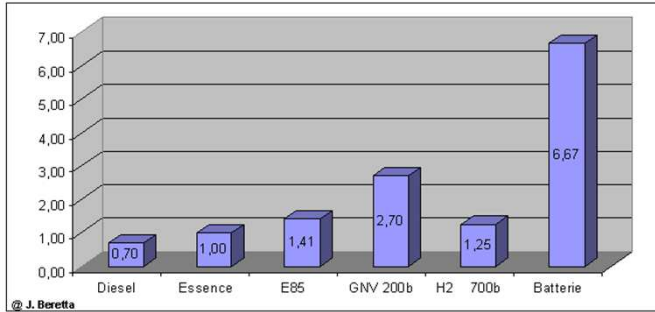
Avec la diversité des énergies, les approches du puits à la roue sont nécessaires.



11

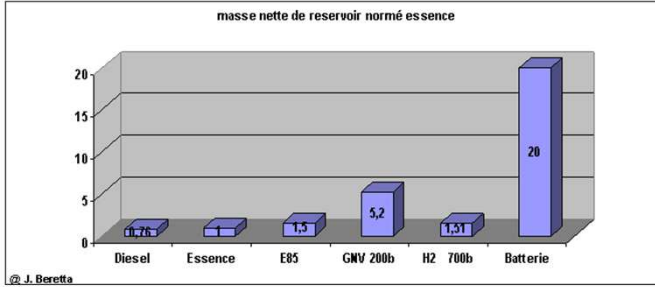
volume et masse de l'énergie par rapport à l'usage

Volume de réservoir pour faire le même nombre de km

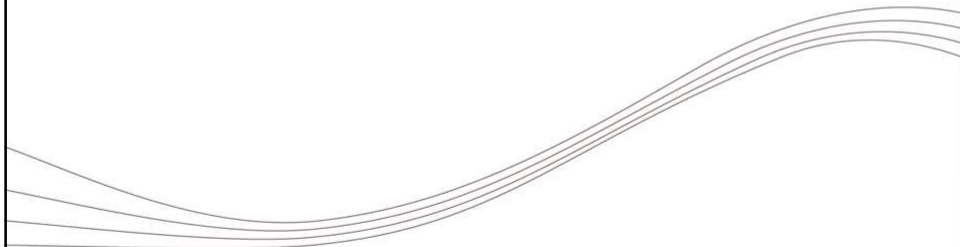


Masse de réservoir pour faire le même nombre de km

Rendement motorisation  
 Diesel=0,23  
 Essence=0,18  
 Flex fuel=0,18  
 GNV =0,19  
 PAC=0,48  
 VE=0,87



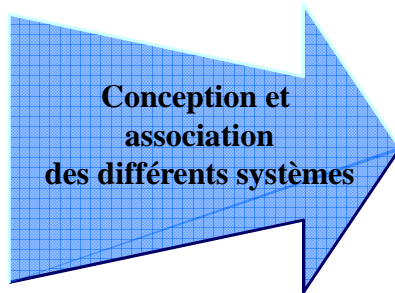
Potentiel de l'Hybridation:



VISION FUTURE A STEP AHEAD

**Les véhicules hybrides: un monde complexe**

Motorisation  
**Thermique**  
**Electrique**  
**Hydraulique**  
**Mécanique**  
 etc...



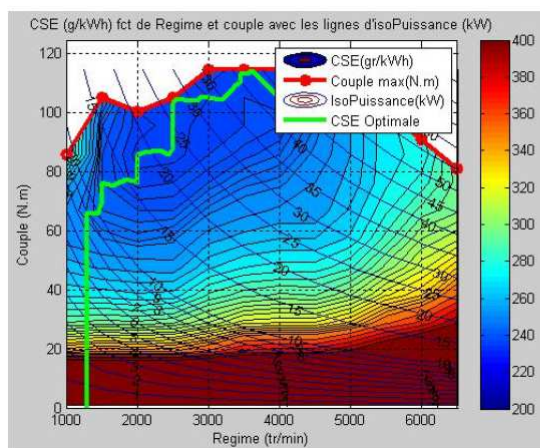
**Le meilleur Hybride**  
**En term de :**

- Coût
- Emissions
- fiabilité
- Economie Fuel
- etc ...



**construire une structuration de ce monde**

**Les moteurs thermiques**



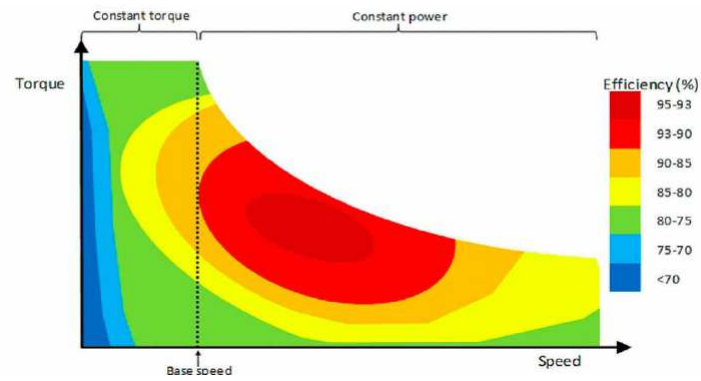
Cartographie de consommation spécifique : gr de carburant par Kwh.

Représentatif du rendement moteur :  
 500 gr/Kwh = 15%  
 230 gr/Kwh = 33%

## Les machines électriques

AT&ME

- Rendement 70 à 95 %

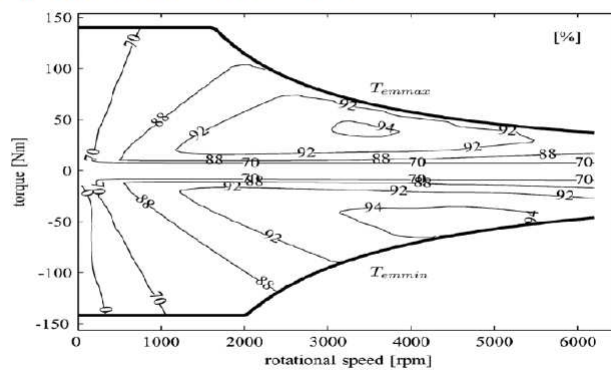


16

## Les machines hydrauliques

AT&ME

- Rendement de 70 à 94 %

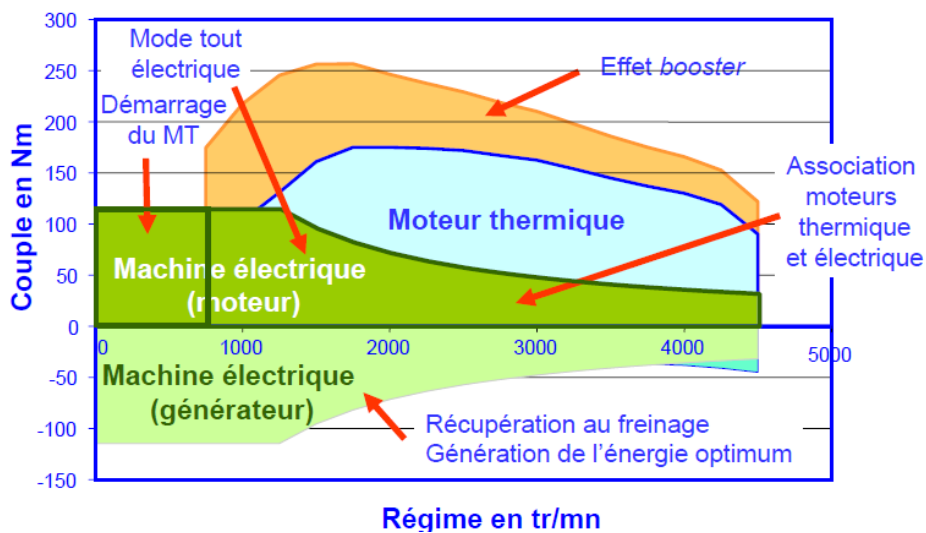


17



## Prendre le meilleur des deux motorisation

AT&ME



Source F Badin IFPEN

19

AT&ME



## Les Hybrides simple électriques

VISION FUTURE A STEP AHEAD

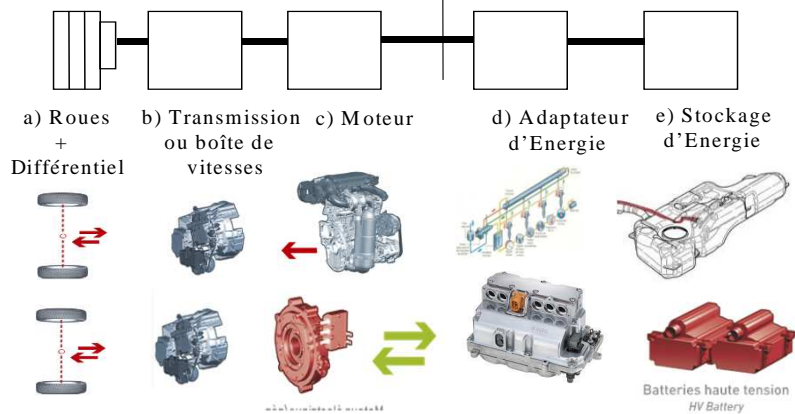
**Les véhicules hybrides**

HYBRIDE PARALLELE

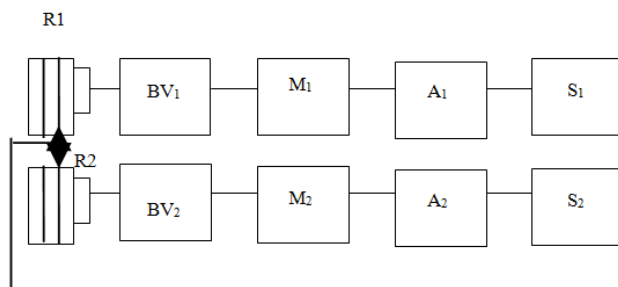
HYBRIDE SERIE

*chaîne de traction*

*générateur/source d'énergie*



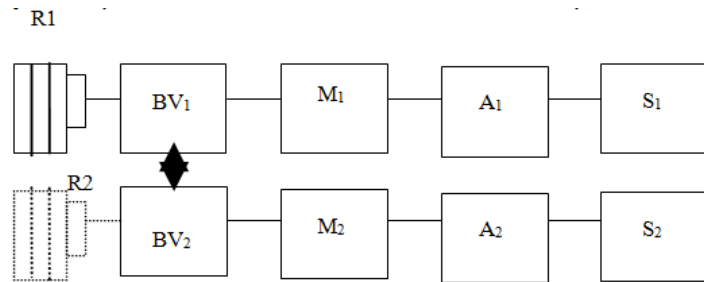
**Les véhicules hybrides parallèles**



Hybride parallèle double système de traction.

Permet de réaliser des véhicules 4WD  
Rendement de la liaison route / pneu

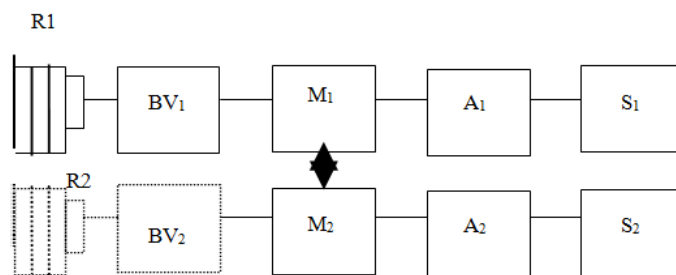
## Les véhicules hybrides parallèles



Hybride parallèle double arbre.

Les deux moteurs peuvent tourner à des vitesses différentes  
- Permet l'optimisation du moteur électrique

## Les véhicules hybrides parallèles

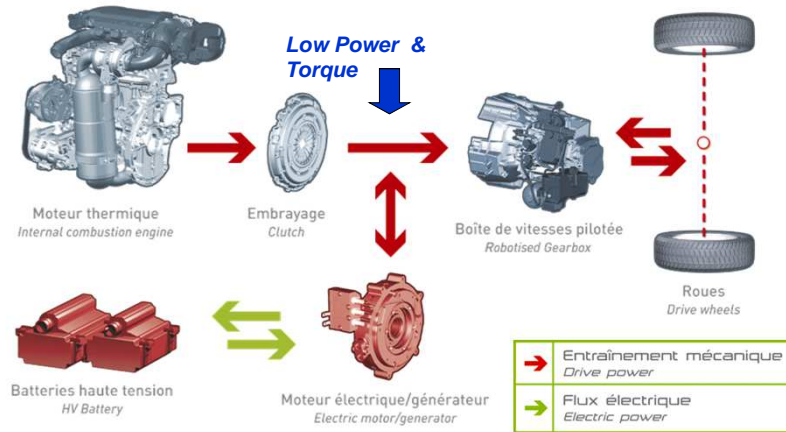


Hybride parallèle simple arbre

Les deux moteurs tournent à la même vitesse

## Hybride Parallèle

AT&ME

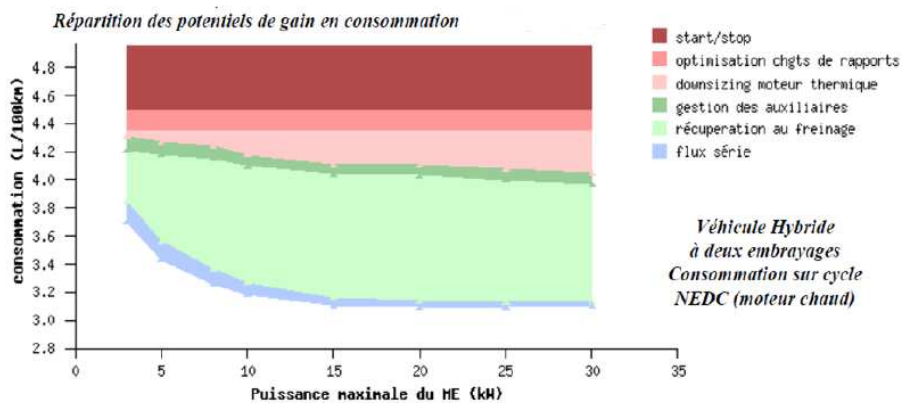


Seulement un moteur et convertisseur de puissance moyenne  
Meilleur compromis entre coûts et avantages client

25

## Les gains des hybrides parallèles

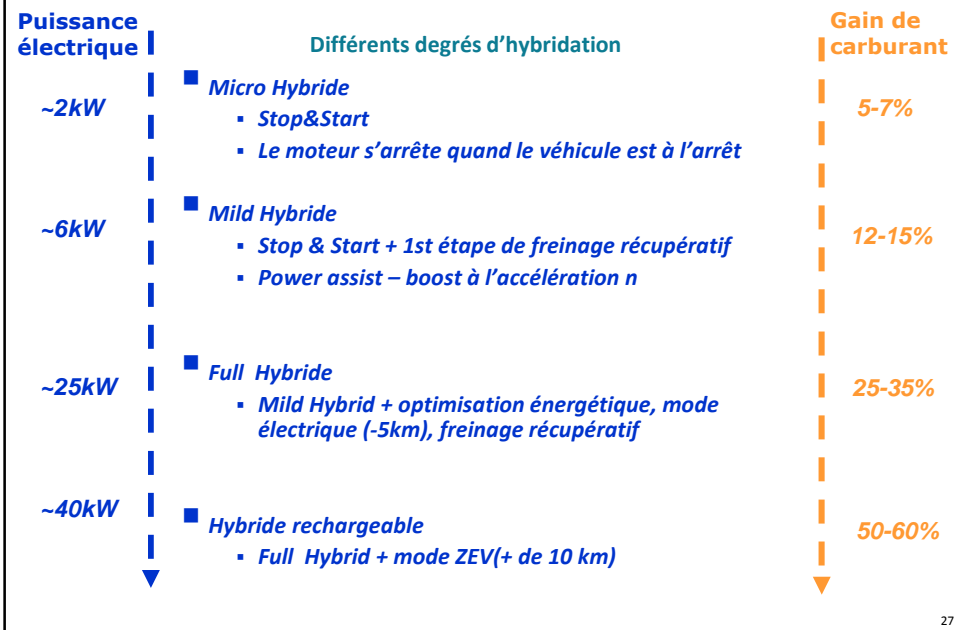
AT&ME



20/30kW est la puissance optimum pour CO<sub>2</sub>, au-delà la partie électrique apporte de la performance dynamique supplémentaire

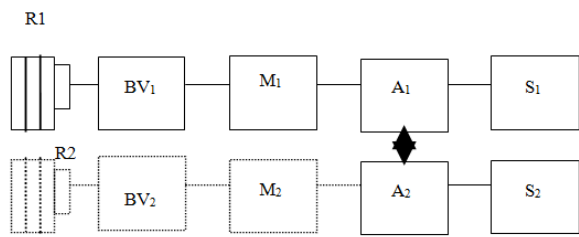
26

### Gain de carburant et taux d'hybridation parallèle



27

### Les véhicules hybrides séries



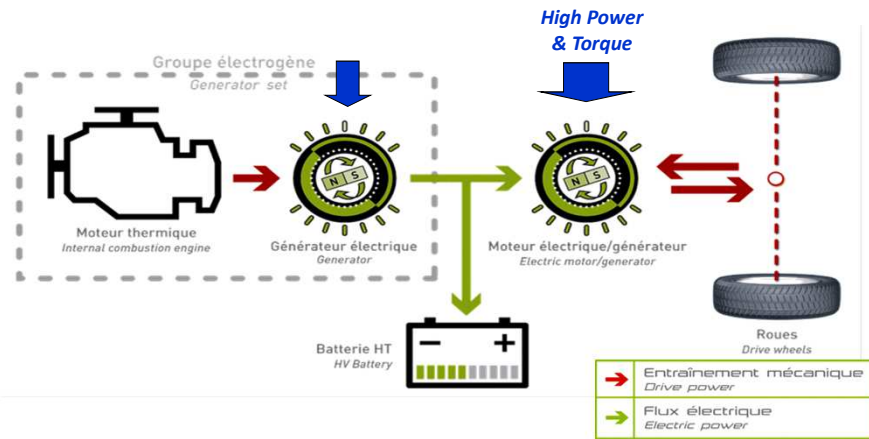
Hybride série double générateur d'énergie

Association batterie + groupe électrogène ou Pile à combustible

28

## Hybride Série:

AT&ME

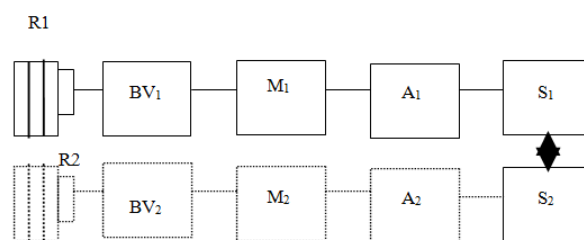


- **Le moteur électrique assure seul la traction**
- **Efficacité plus faible en mode hybride: somme des pertes de chaque composants ( ICE + alternateur + moteur électrique + x% batterie)**
- **Coût élevé : 2 moteurs électriques de forte puissances + convertisseurs**

29

## Les véhicules hybrides séries

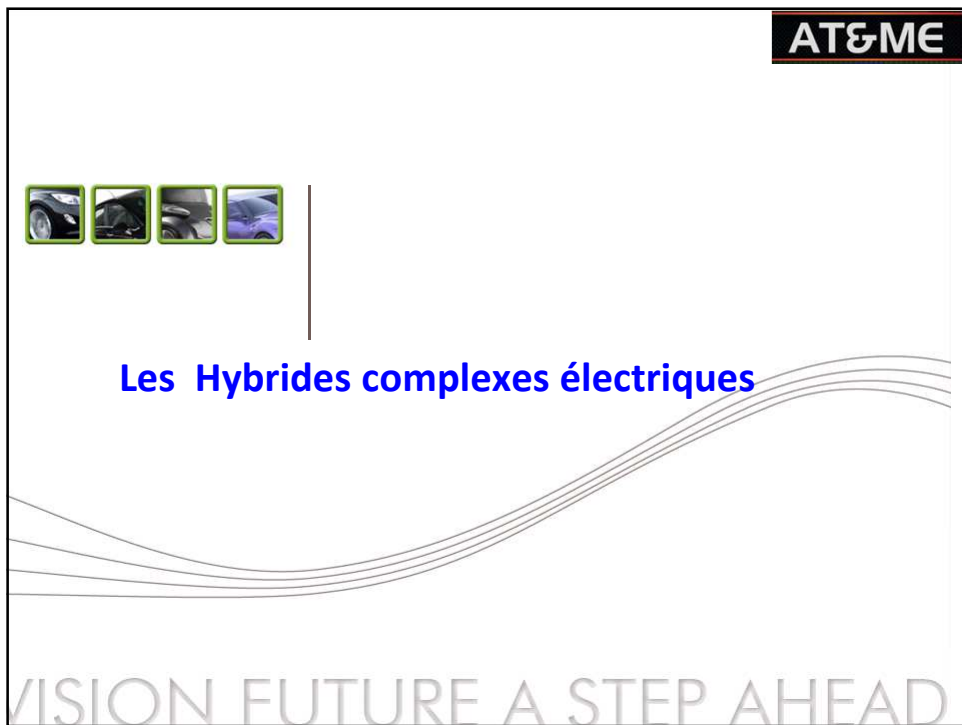
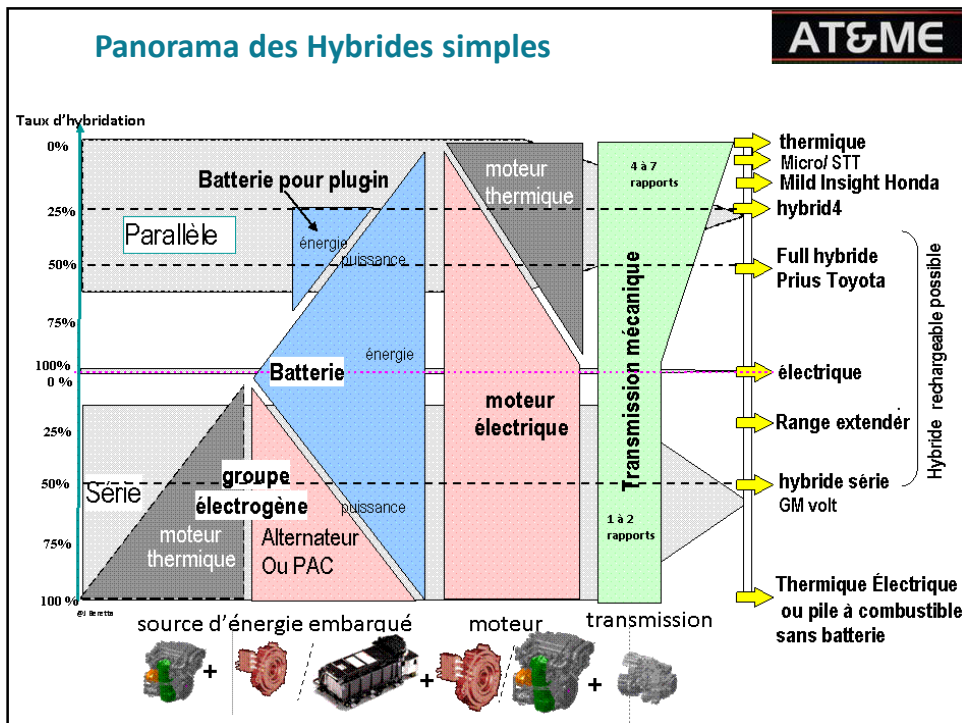
AT&ME



Hybride série double stockage d'énergie.

C'est une batterie hybride: association batterie et super cap

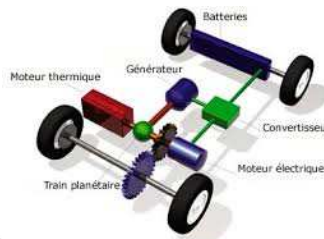
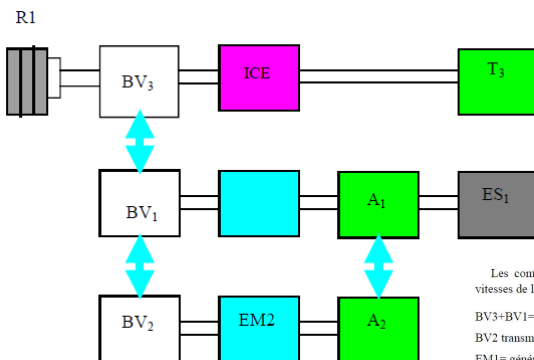
30



## Les véhicules hybrides complexes

AT&ME

Connection de trois chaînes de traction exemple: Toyota Prius



Les composant

vitesse de la TOYOTA PRIUS :

BV3+BV1= train épicycloïdal

BV2 transmission de sortie

EM1= générateur électrique

EM2= moteur électrique

A1+A2 est la connexion des deux convertisseurs

ES1 est la batterie

- Très grande efficacité car management des différents flux énergétiques
- Coût important : 2 moteurs électriques et convertisseurs de forte puissance

33

## hybride HYbrid4: full parallèle /mild série

AT&ME

- ▶ 200 CH e-4WD
- ▶ 92 g CO<sub>2</sub>/km

2.0 l HDi FAP, 125 kW

Stop&Start Haute tension  
8 kW

Superviseur chaîne de  
transmission hybride

Electronique de Puissance  
(Convertisseur & Onduleur haute tension)

Train arrière électrique 30 kW

Boîte manuelle 6 vitesses  
automatisée

Batterie haute tension (NiMh)

Composants existants

**HYbrid4**

PSA PEUGEOT CITROËN  
Secrétariat Général

34





## Les hybrides rechargeables

VISION FUTURE A STEP AHEAD

## Pour aller plus loin : l'hybride rechargeable

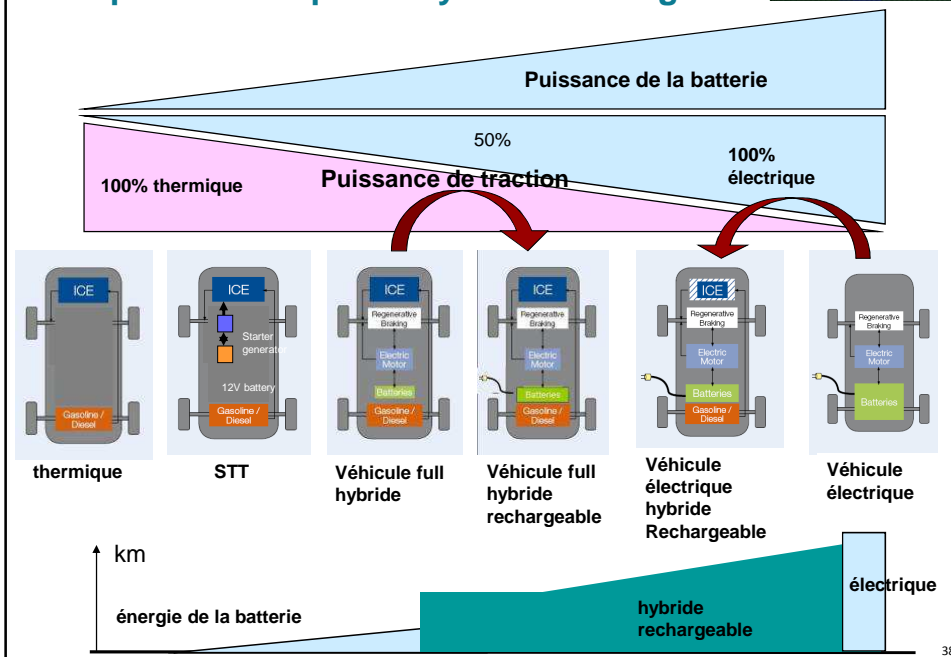
- Plus abordables que les véhicules électriques pur
- Roule au quotidien en électrique pur
- Totalement polyvalent

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi (+ congés)	Dimanche (+ congés)
Usage quotidien courtes distances					Usage occasionnel longues distances	
Mode électrique + recharge électrique					Mode hybride + ravitaillement carburant	



## Hybride Rechargeable

- Autonomie de 25 à 70 km en mode ZEV
- Recharge sur le réseau en 1 heure
- Les hybrides série sont majoritairement rechargeable
- Potentiel de réduction de CO2 important si usage ZEV majoritaire



## Prius rechargeable: Full hybride rechargeable

AT&ME



Moteur Puissance : 73 kW  
Batteries : Lithium Ion  
Info Batterie : Temps de charge : 1 heure 30 -  
Récupération d'énergie par freinage  
Autonomie : 23 (en tout électrique) km  
Vitesse maximum : 180 km/h  
Accélération : De 0 à 100 km/h en 11,3

39

## hybride rechargeable :Range extender

Opel Ampera Electric Drive System



40

# hybride rechargeable :Range extender

## Opel Ampera Extended-Range Electric Vehicle (E-REV)

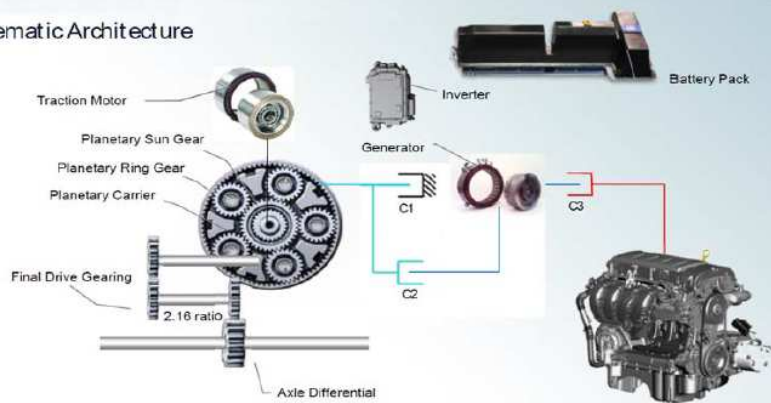
Max. power: 111 kW  
 Max. torque: 370 Nm  
 Top speed: 160 km/h  
 Acceleration (0-100 km/h): < 10 s  
 Energy content (battery): 16 kWh  
 Charging time: 4 – 6 h @ 230 V  
 Range (battery-electric): 40 – 80 km  
 (total): >500 km



41

# Ampera: full série / full parallèle? **AT&ME**

## Kinematic Architecture



Chevy Volt: Two Motors, Four Operating Modes		
Power Mode	Operating Mode	Power Sources
All Battery-Electric (Charge depleting)	1. Low-speed, 1 Motor	Battery
	2. High-Speed, 2 Motors	Battery
Extended-Range (Charge sustaining via ICE)	3. Low-speed, 1 Motor Series	Battery (with charge maintained by generator)
	4. High-Speed, 2 Motors Combined	Battery (with charge maintained by generator); supplemental torque from generator motor and ICE

42

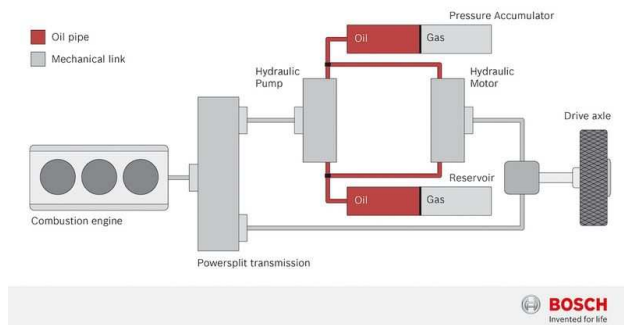


## Les Hybrides hydrauliques

VISION FUTURE A STEP AHEAD

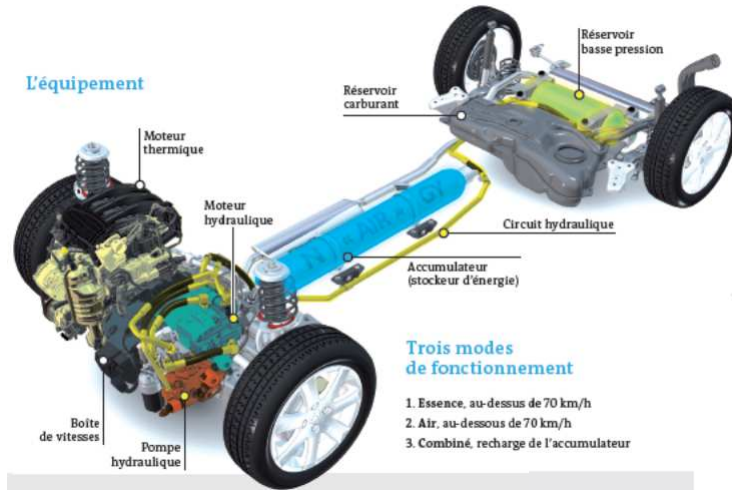
### Hybrid Air

Hybride Hydraulique  
 Dérivation de puissance = Full parallèle /full série  
 Mais avec peu d'énergie embarqué



## Hybrid Air: full parallèle/full série

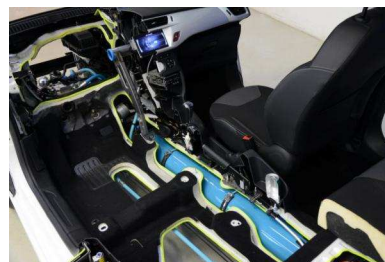
Une solution innovante « full hybride » essence  
 Une étape clé vers la voiture 2l/100 km à l'horizon 2020



## La technologie HYBRID AIR



**Gain de consommation de 45%** en usage urbain  
**Autonomie accrue de 90%**  
**2.9 l/100km** en cycle mixte.  
**Soit environ 69g CO2/km**



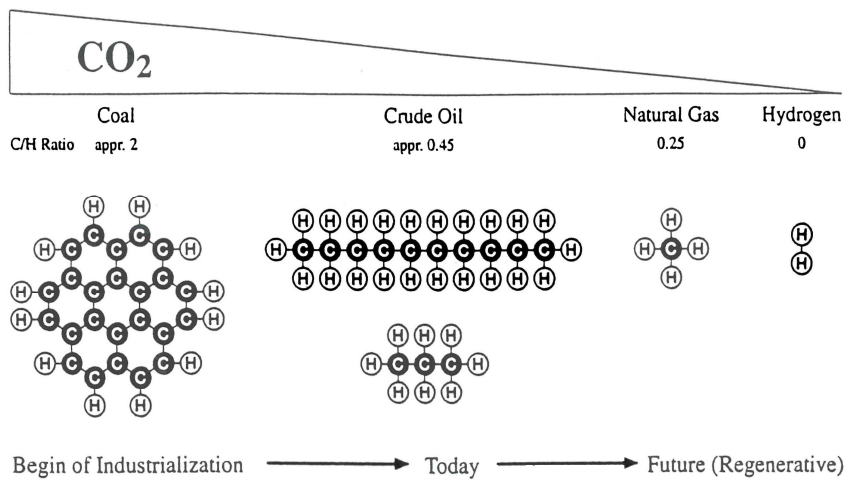


## La pile à Combustible

VISION FUTURE A STEP AHEAD

### Les véhicules pile à combustible

### Les évolutions futures: Hydrogène?



## Hydrogène après 2020/2030 ?

AT&ME

- Réservoir sous pression: 200 à 700 bars 85 à 100kg
- Densité d'énergie(réservoir inclus): 2 à 5 kWh/kg et kWh/l
- autonomie (60l): 300 à 500 km
- Temps pour un plein(60l): 5 – 10 mn
- Nouvelles Contraintes : sécurité, infrastructure!

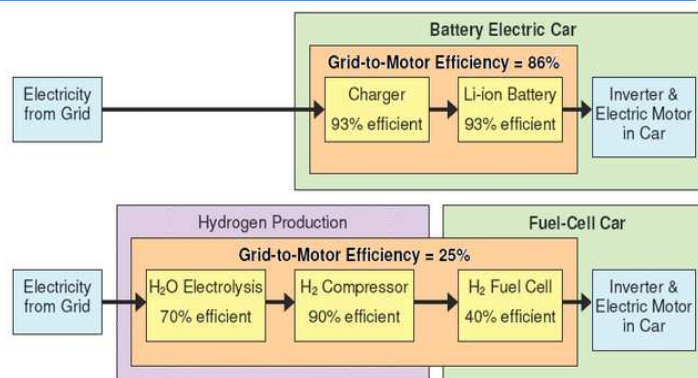


49

## Les véhicules pile à combustible

AT&ME

Le véhicule électrique est 3 fois plus efficace que le véhicule Pile à Combustible - Hydrogène



Premières utilisations les plus probables :  
range extender de véhicules électriques



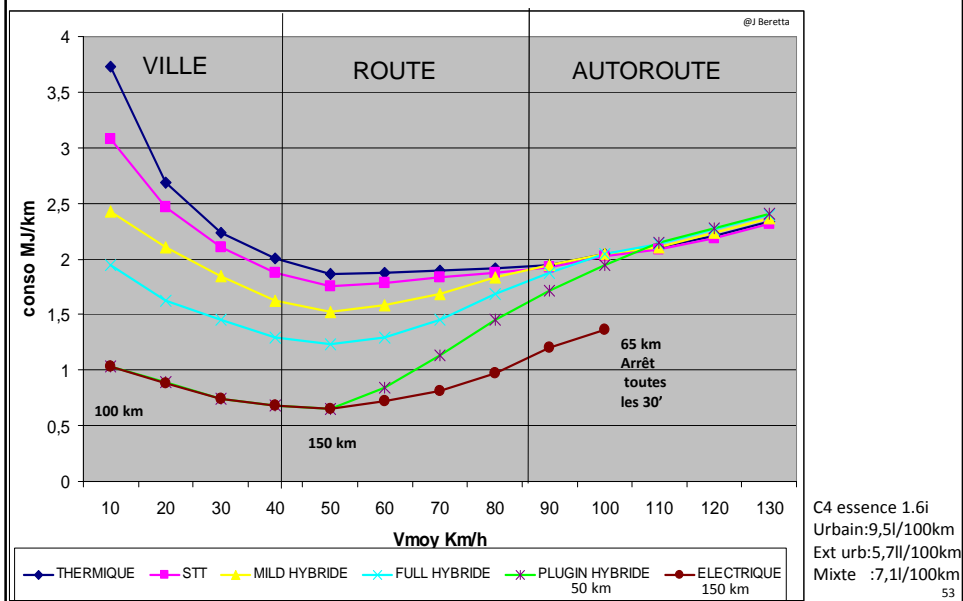


CONCLUSIONS

VISION FUTURE A STEP AHEAD

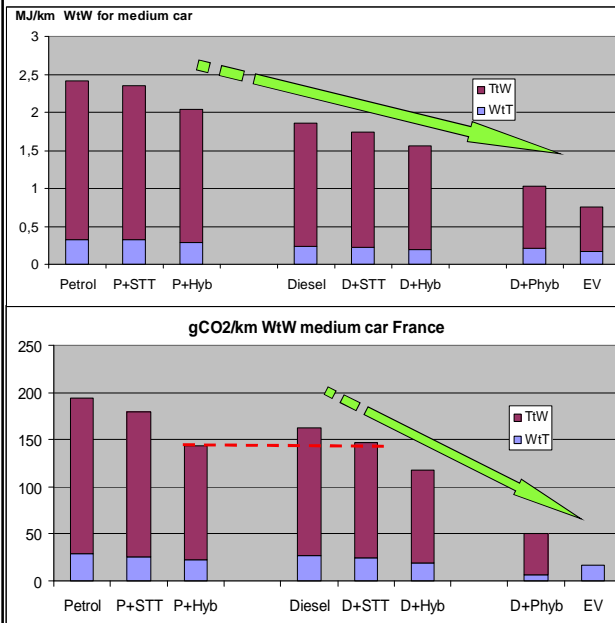
Consommation énergétique des technologies électriques et usage

Intérêt de la traction électrique en ville



## bilan énergie climat (France)

**AT&ME**



**Energies:** essence, diesel et électrique  
**Technologies:** Thermique, Stop & Start, hybride, hybride rechargeable et électrique

Le diesel + STT est au même niveau de CO2 que l'hybride essence

Augmenter l'efficacité énergétique et réduire le CO2 = hybride

54

## Conclusions

**AT&ME**

- Le moteur thermique sera toujours présent, Il devra partager avec l'électricité.
- l'Hybride est une solution durable
- Orientation:
  - Pour le coût = le micro et le Mild
  - Pour les performances = le full en série/parallèle
- Explorer les autres voies que l'électrique:
  - Hydraulique
  - Mécanique

**Choisir sa motorisation en fonction de son usage majoritaire**

55

Merci de  
votre attention



**AT&ME**

