

Nicolas FREMAU Renault SAS
Jean PERSONNAZ PSA Peugeot Citroën

LES PROGRÈS SUR LES TRANSMISSIONS APPLICATIONS AUX VÉHICULES HYBRIDES

Société des Ingénieurs de l'Automobile



SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE



SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

Plan de la Conférence

1-Le marché mondial des transmissions et ses évolutions . Les drivers de la conception.

2-La transmission au cœur des systèmes électrifiés. Du μ -hybride au PHEV

3-Hybridation sur moteur : le BSG (Belt Starter Genertor)

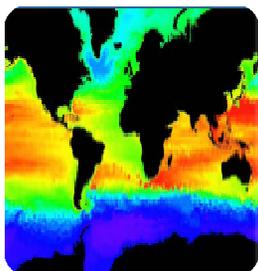
4-Hybridation 48V sur boite de vitesses : le e-DCT

5-Locobox : une Transmission dédiée pour Hybridation Haute Tension

6-Hybridation et 4x4 : le e-AWD

7-Conclusions

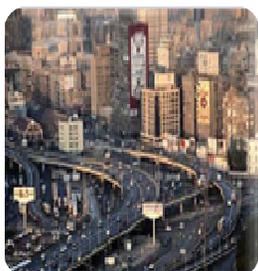
Un terrain de jeu global favorable à l'hybride



Changements climatiques

► **Le défi environnemental**

- ✓ Une réglementation exigeante
- ✓ Des clients à l'écoute de l'environnement
- ✓ Des gouvernements favorables à la "mobilité durable"
- ✓ Une raréfaction des ressources



Urbanisation

► **Le défi de la mobilité et des infrastructures**

- ✓ Population urbaine
 - 2011: 7,2 Mds ▶ 53%
 - 2050 : 9,5 Mds ▶ 65%
- ✓ Mégaloilles (+10 M)
 - 1950 : 2
 - 2011 : 23
 - 2025 : 37



Evolution des besoins

Le défi technique et industriel

- ✓ Qualité et durée de vie du véhicule
- ✓ Rapport qualité / prix compétitif
- ✓ Des véhicules toujours plus sûrs et connectés

Bonus-Malus



New Energy Vehicles



Inovar Auto





SIA

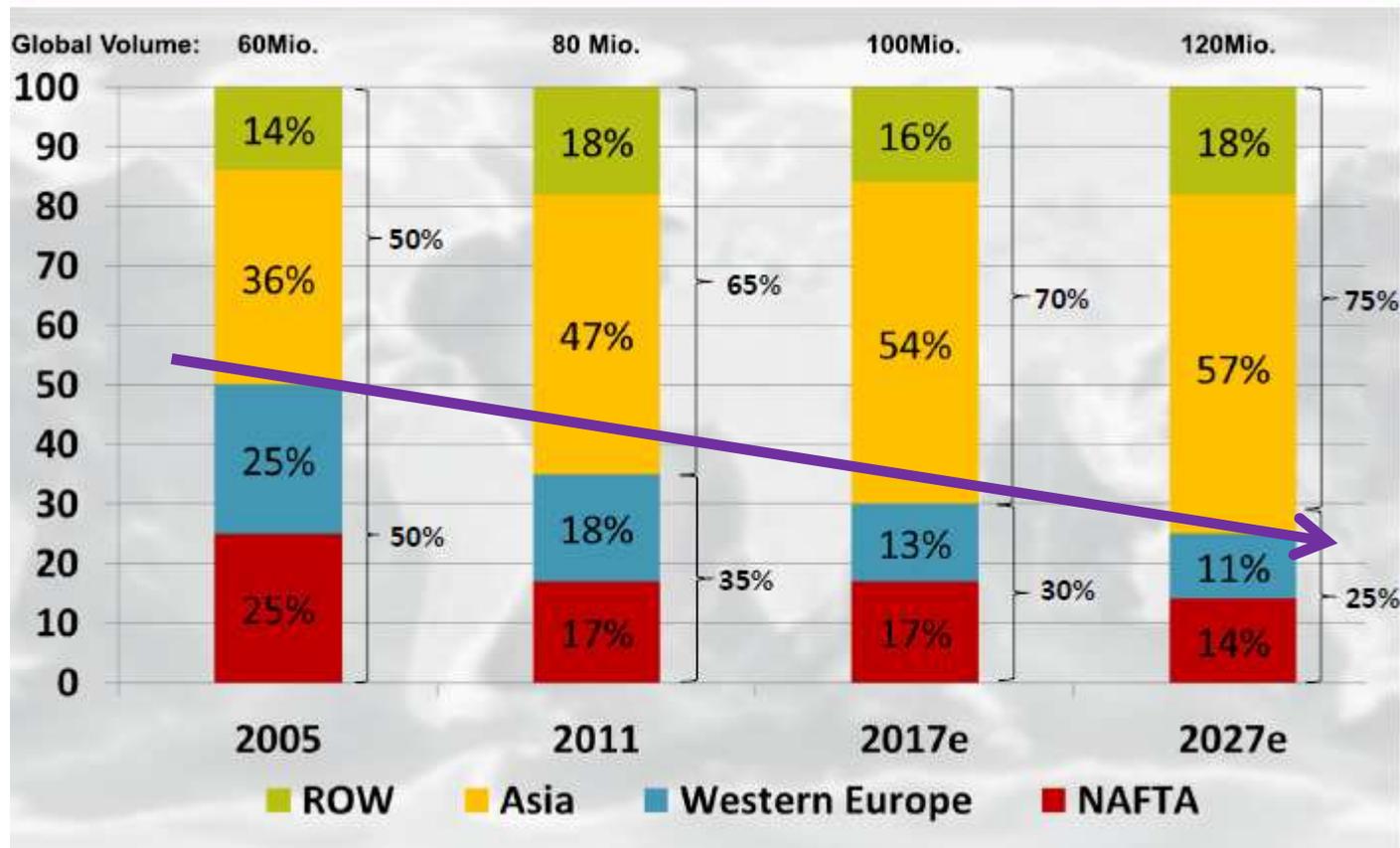
SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

1-Le marché mondial des transmissions et ses évolutions

Les drivers de la conception

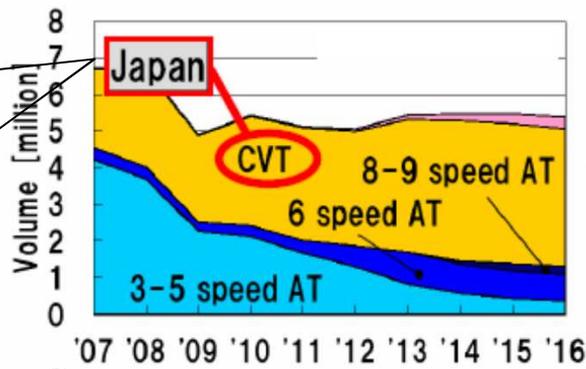
Localisation des capacités de production

- Les capacités de production se déplacent massivement vers les pays émergents et surtout l'Asie.
- Moins de 30% de la production mondiale dans la Triade dès 2020

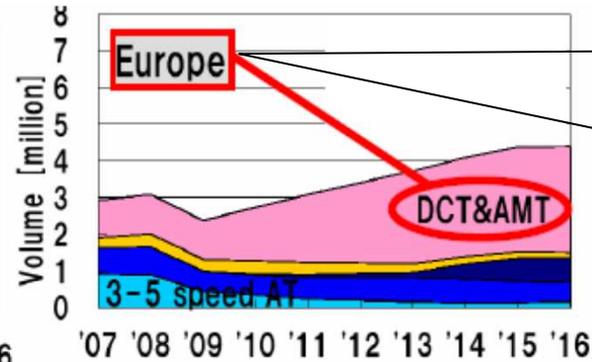


2 Pedal: des préférences régionales

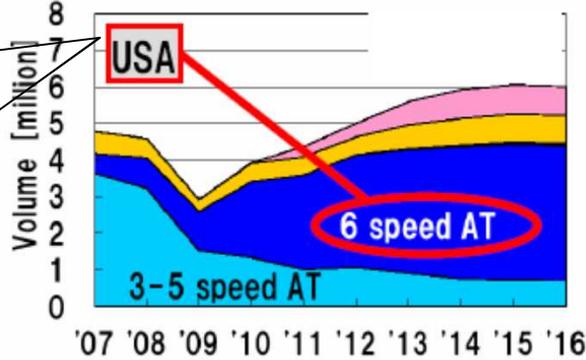
-Confort de roulage à faible vitesse et en conditions de stop & go
-Consommation



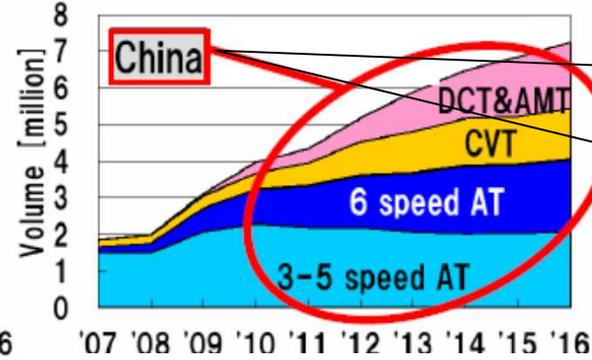
-Consommation
-Confort et caractère sportif



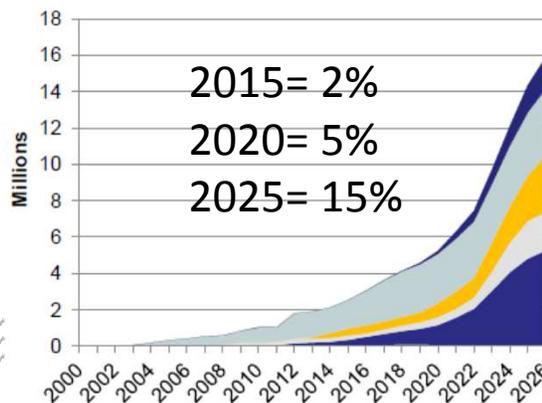
-Accélération et douceur au décollage
-Capacités de rampage
-Capacités de remorquage



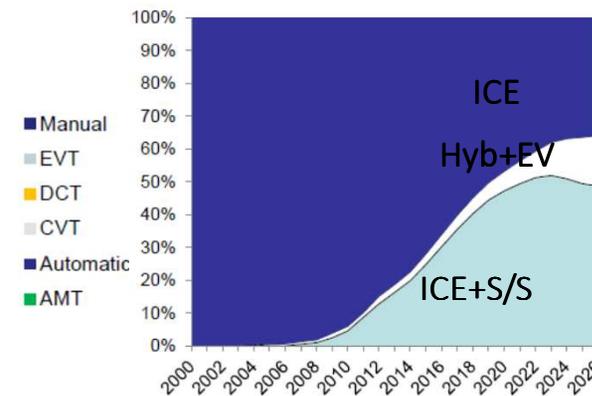
-Confort
-Acoustique
-Consommation
-Technologies à l'état de l'art



La production d'Hybrides



Pénétration de l'électrification



Les drivers de la stratégie technique

Accroissement des exigences sur les GMP du futur



Réduire

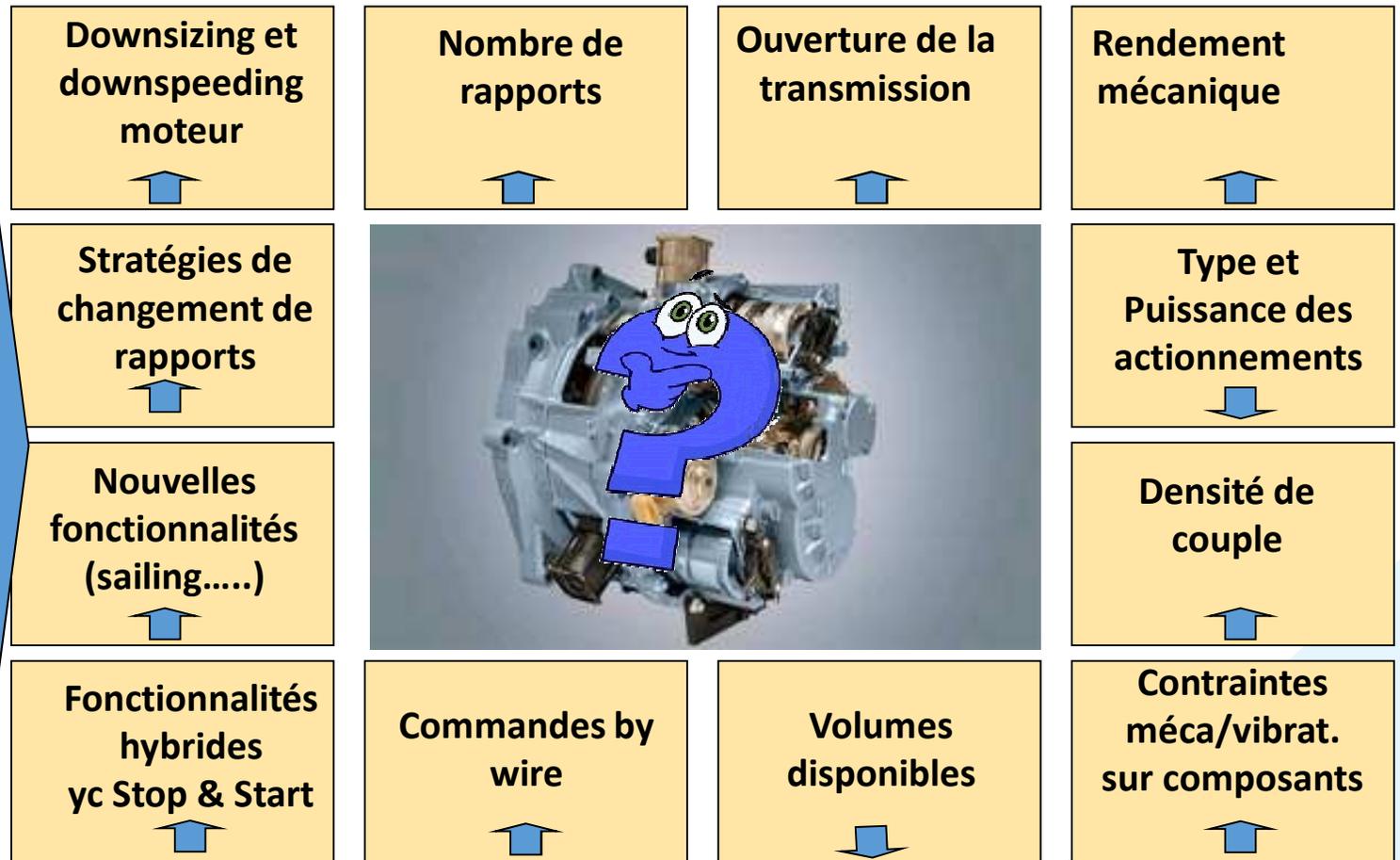
- Consommation
- Emissions
- Masse
- Bruits et vibrations
- Packaging
- Coûts yc TCO
- Tickets d'entrée

Augmenter

- Agrément de conduite
- Motricité
- Durabilité
- Fiabilité

Nouvelles fonctionnalités

- Electrification
- Hybridation
- Nouveaux marchés

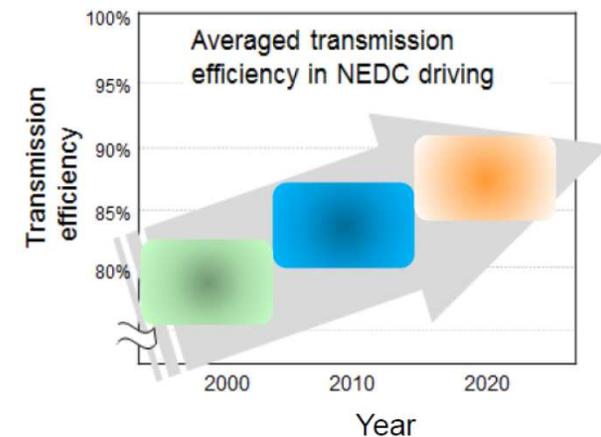
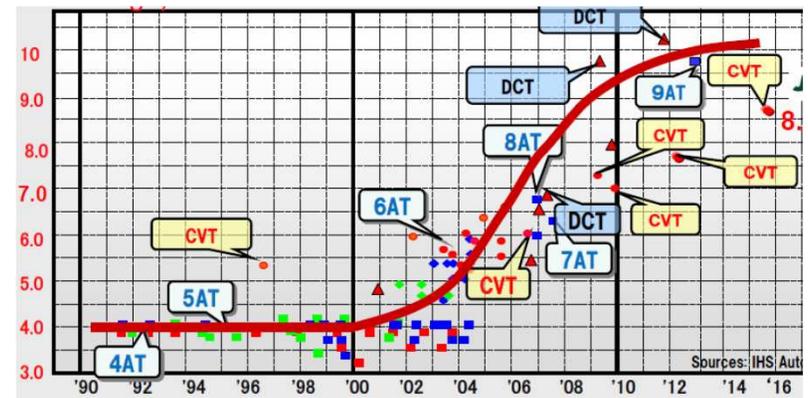
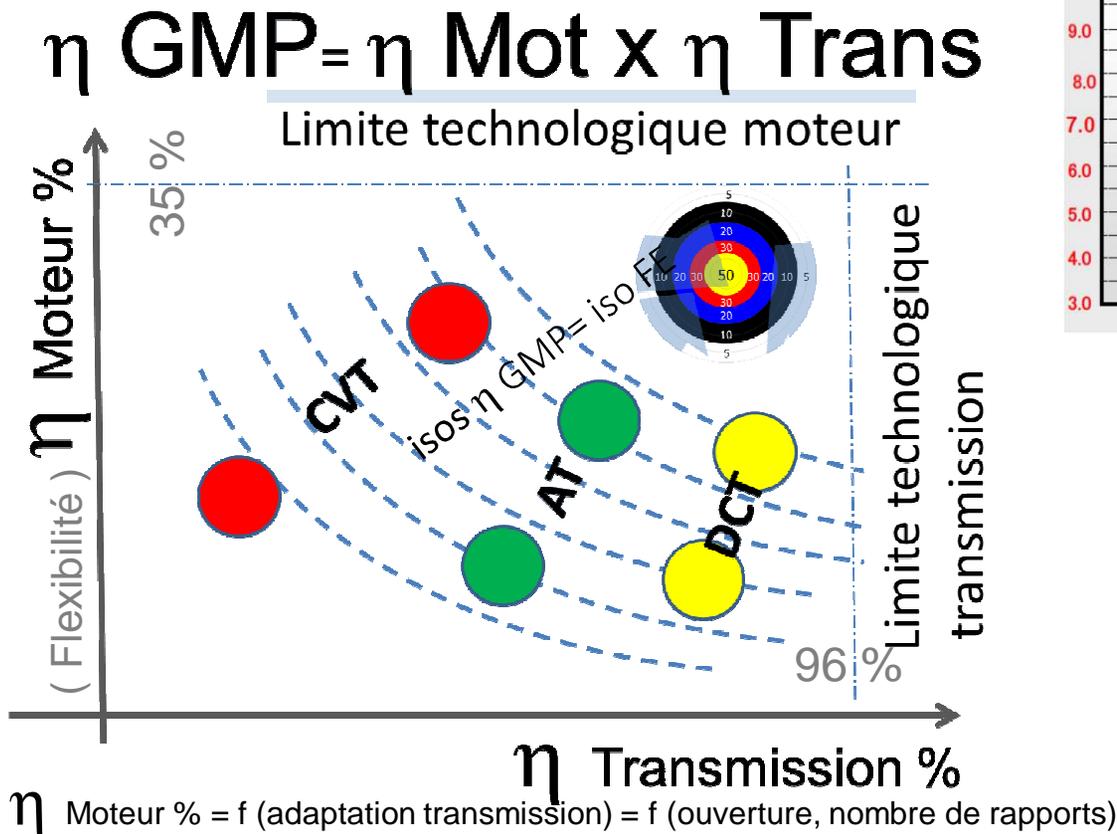


Contraintes et/ou leviers

Compromis

Efficacité du Groupe Moto Propulseur

- Plusieurs directions pour améliorer le rendement du GMP
- Une approche globale est essentielle pour objectiver la performance des technologies

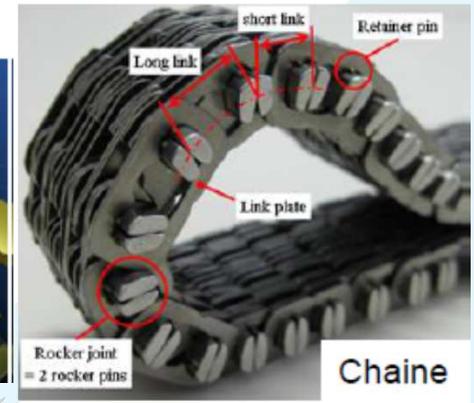
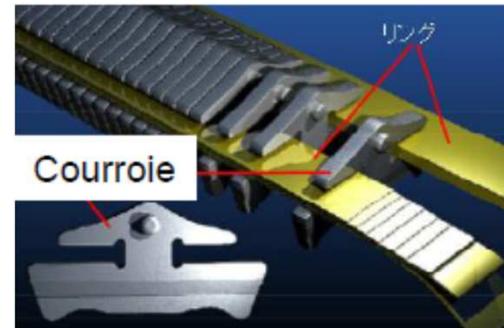
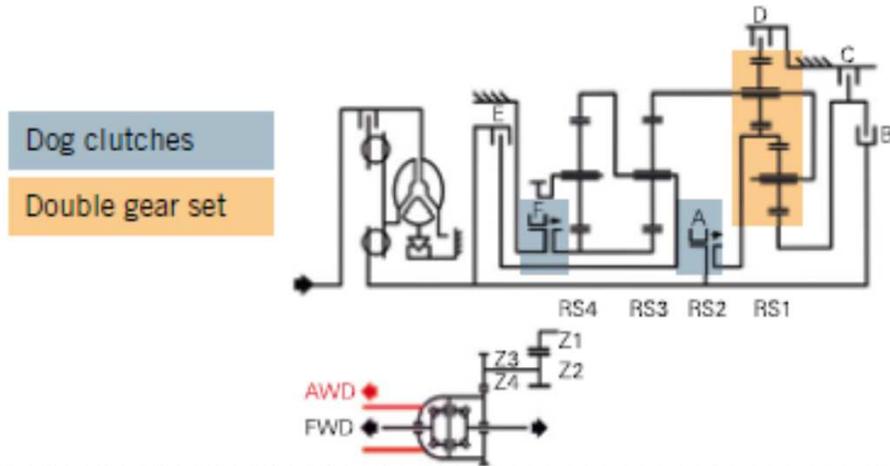
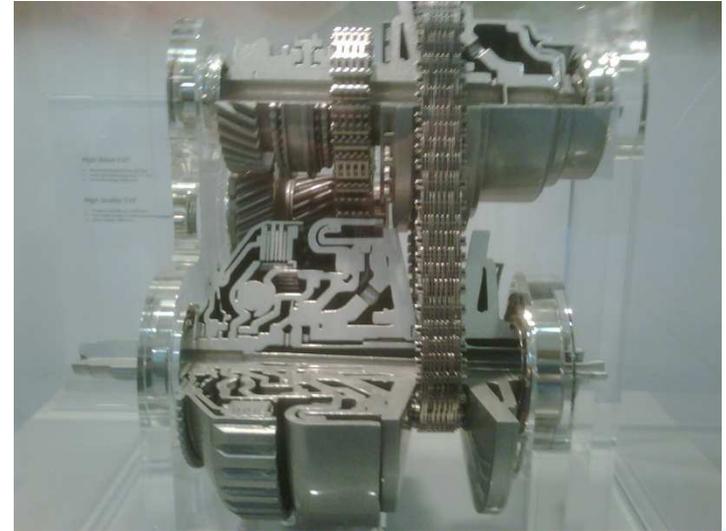


Du coté des ATs, CVTs.....

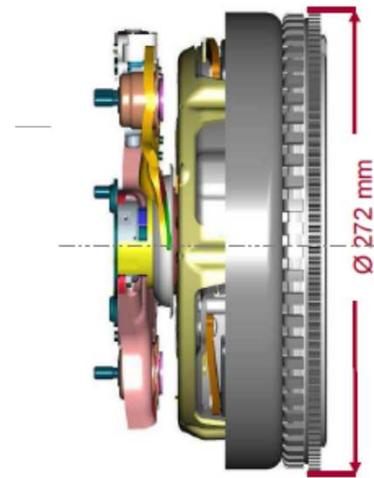
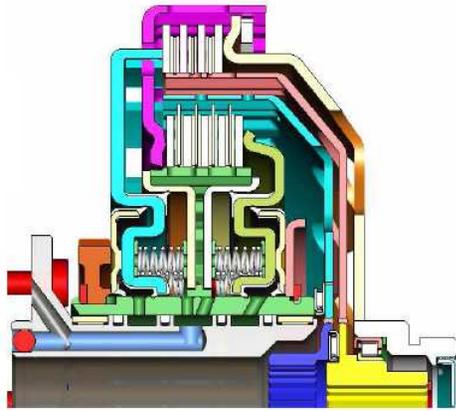
CVT +BV auxiliaire
à 2 rapports
Courroie ou chaîne?



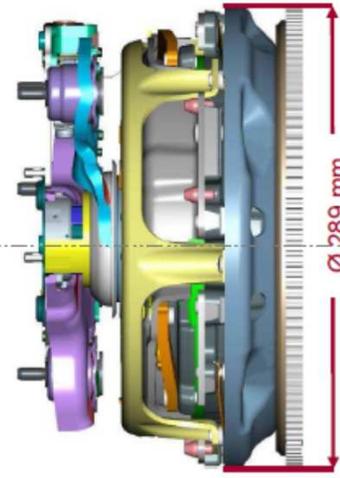
9 rapports
transversal



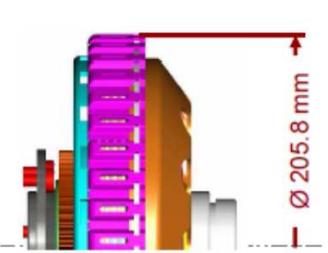
...et des DCTs



with Dual Mass Flywheel



Cardanic Dry Clutch

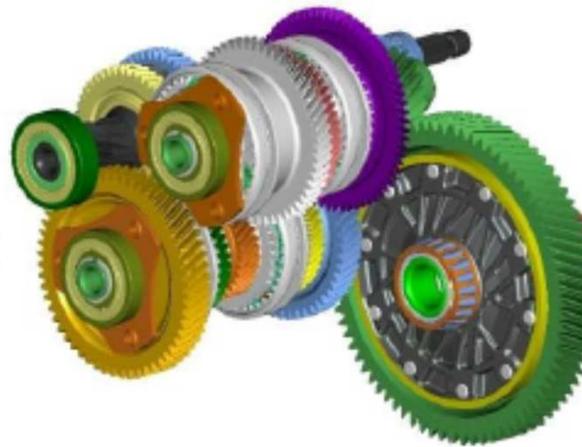
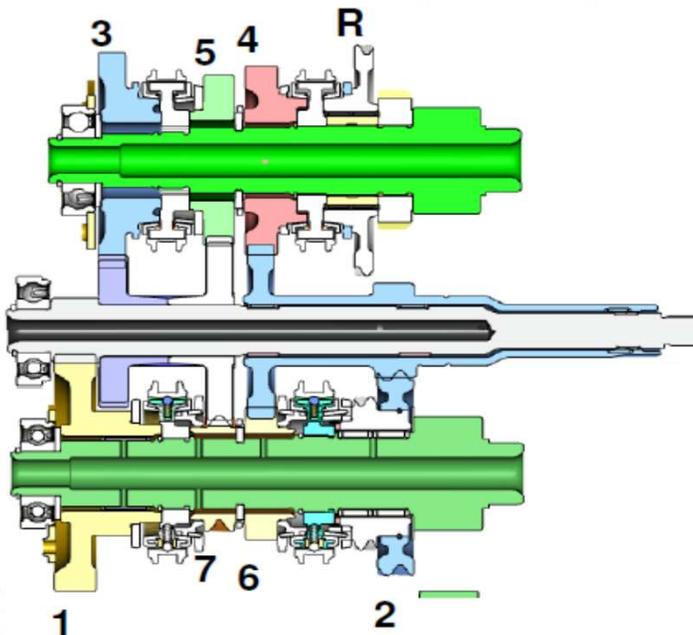


Wet Clutch

Embrayages secs ou humides?

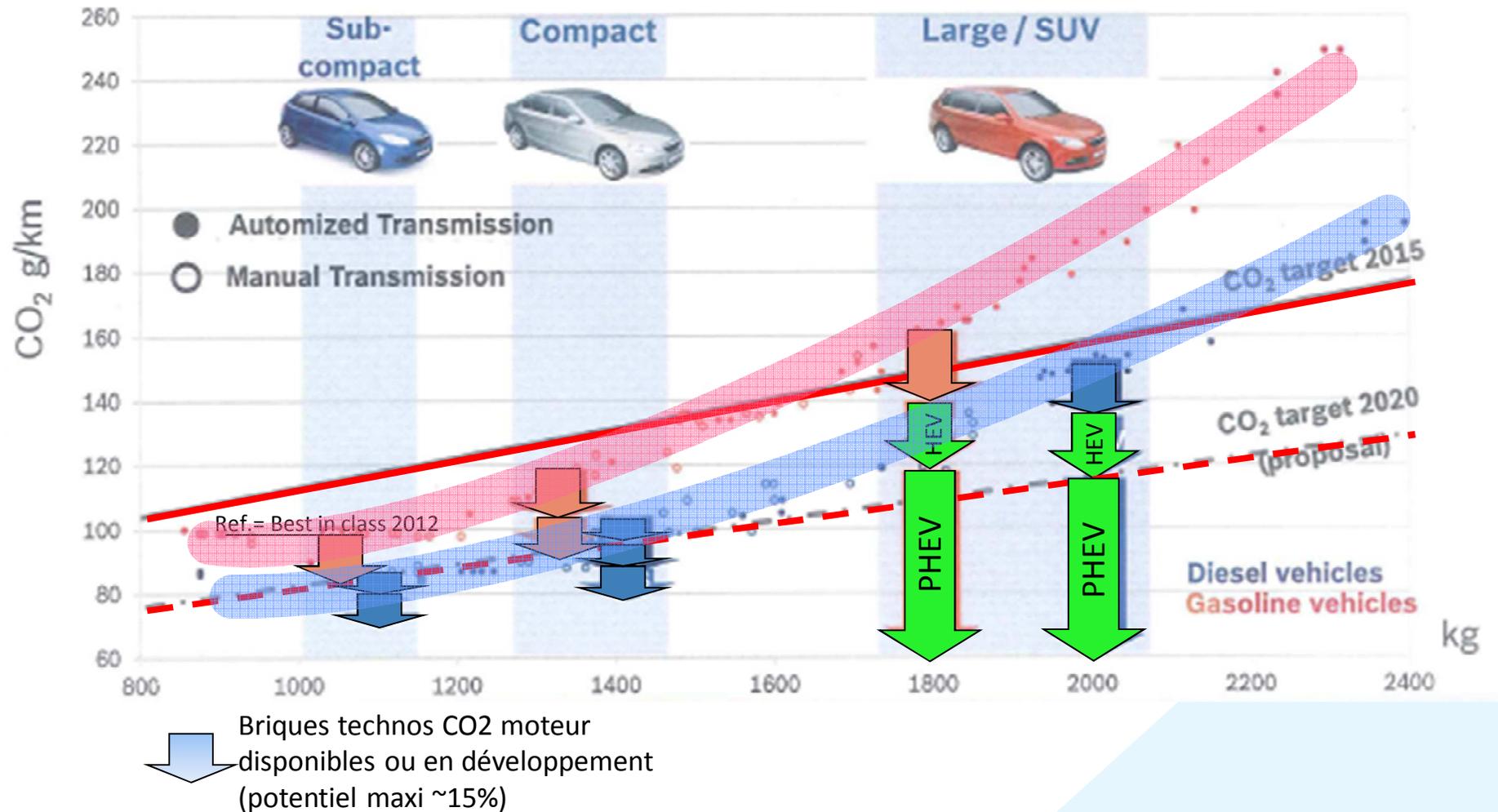
6 à 10 rapports?

Actionnement hydraulique, électrique, électro-hydraulique ?



Electrification des GMP: un incontournable pour poursuivre la réduction du CO2

Dès 2020, l'hybridation des GMP s'imposera en Europe pour tenir la réglementation CO2 pour les véhicules > 1700kg





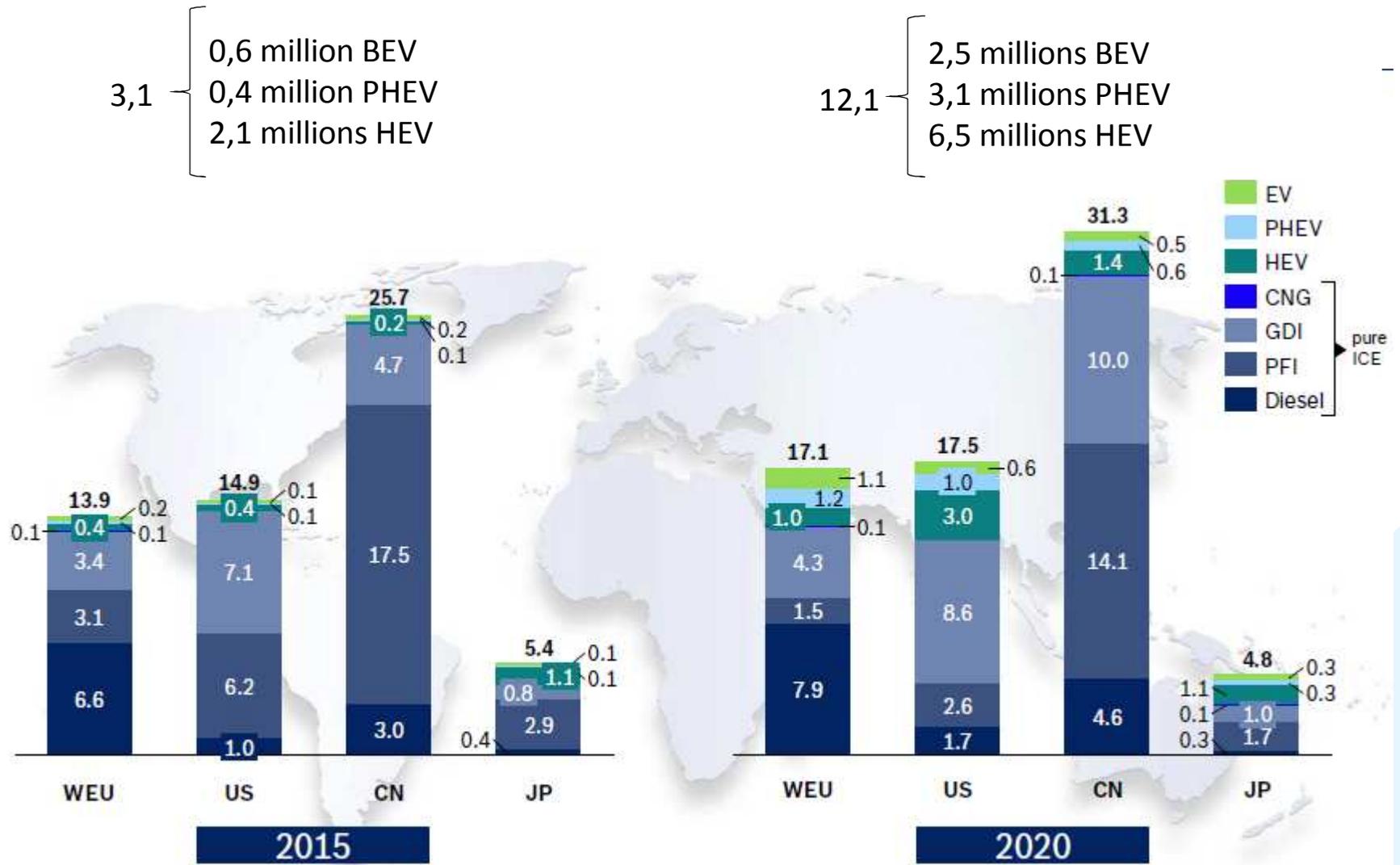
SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

2- La transmission au cœur des systèmes électrifiés

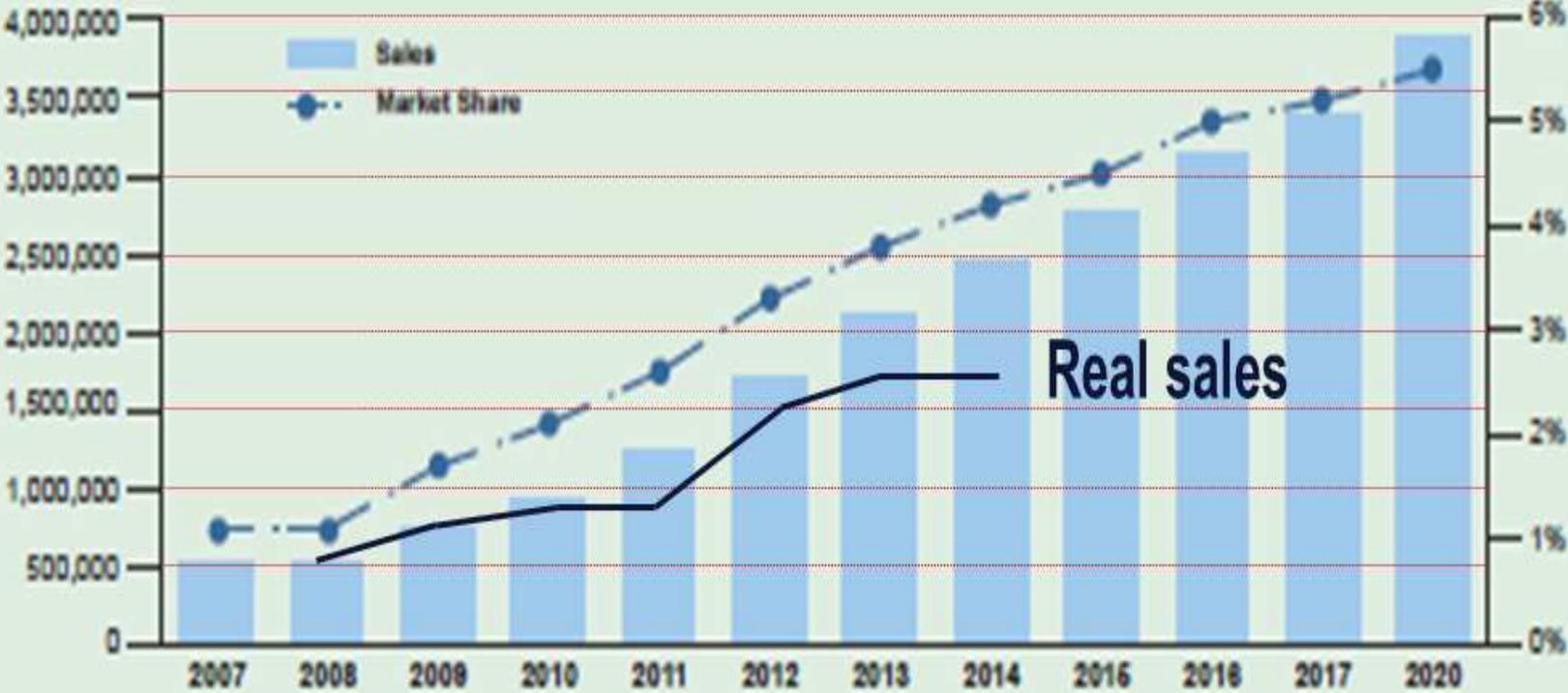
Du μ -hybride au PHEV

Projection marchés



Des prévisions qui se réalisent +/-

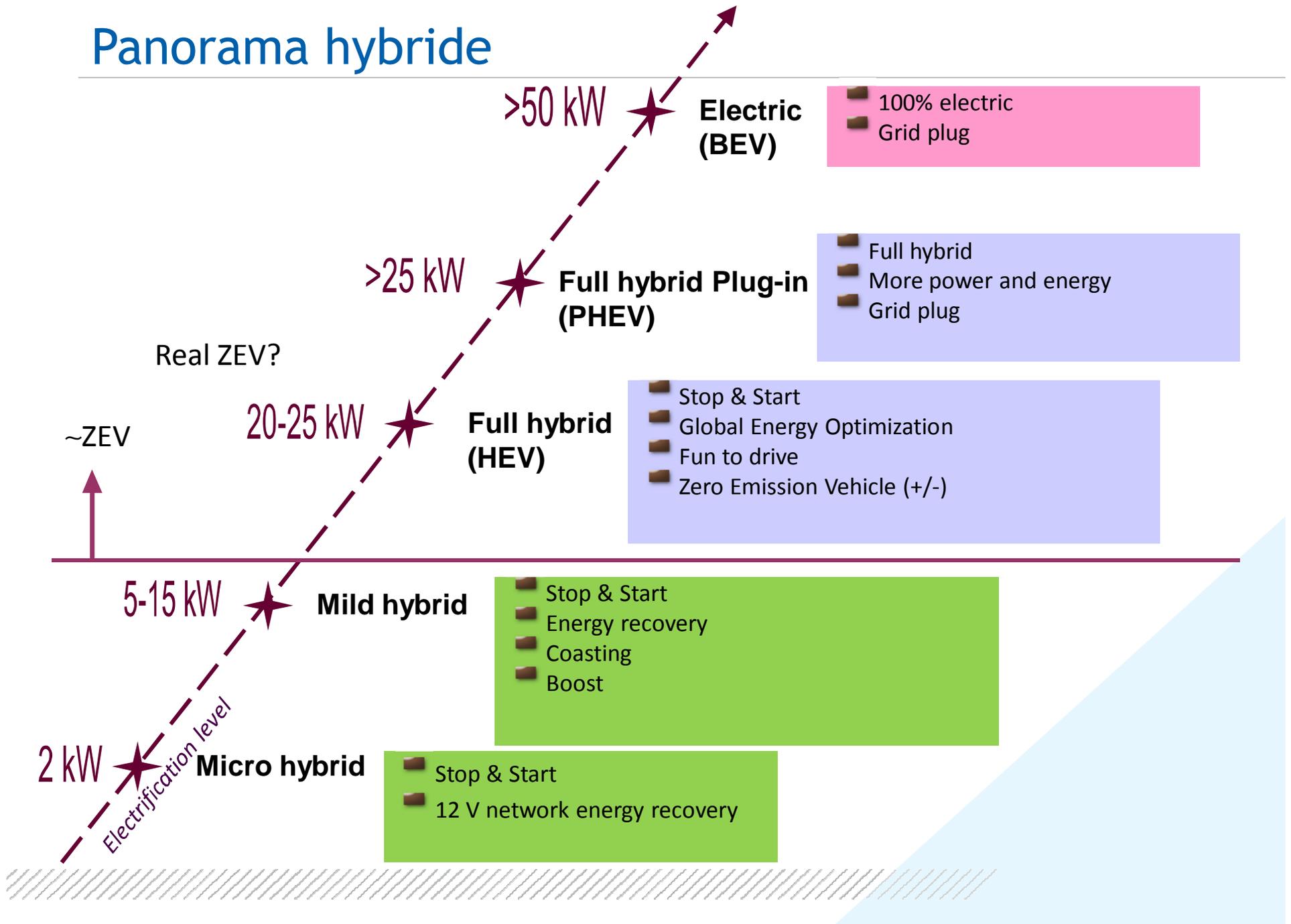
Global: Sales of HEVs and PHEVs to 2020



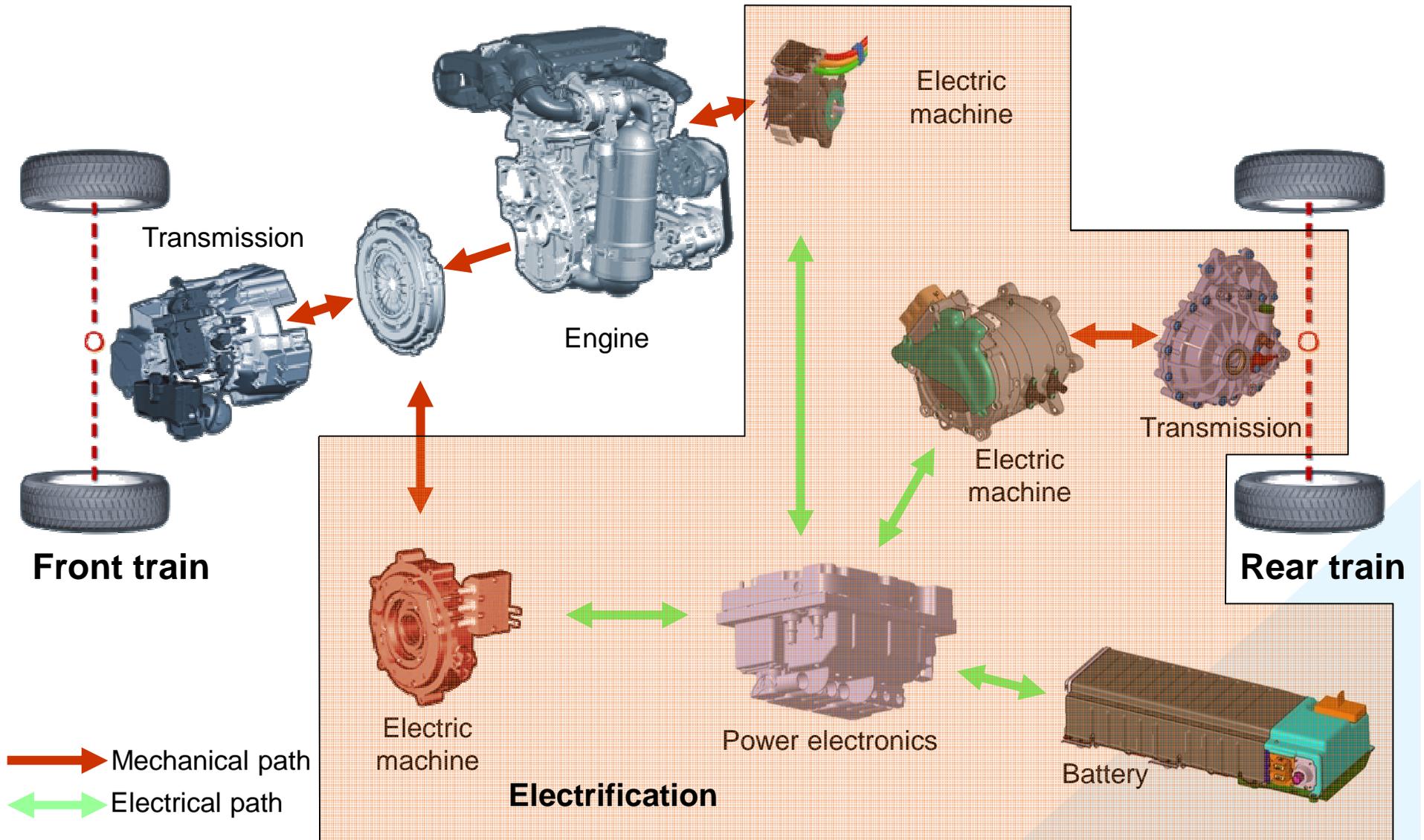
Source: J.D. Power Global Forecasting



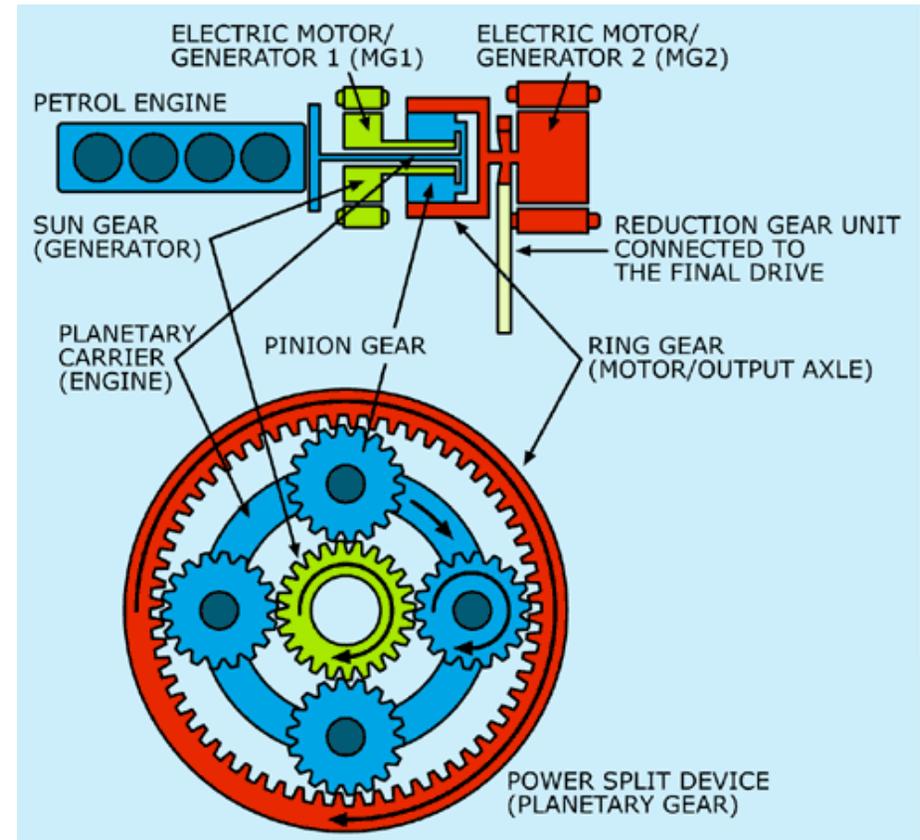
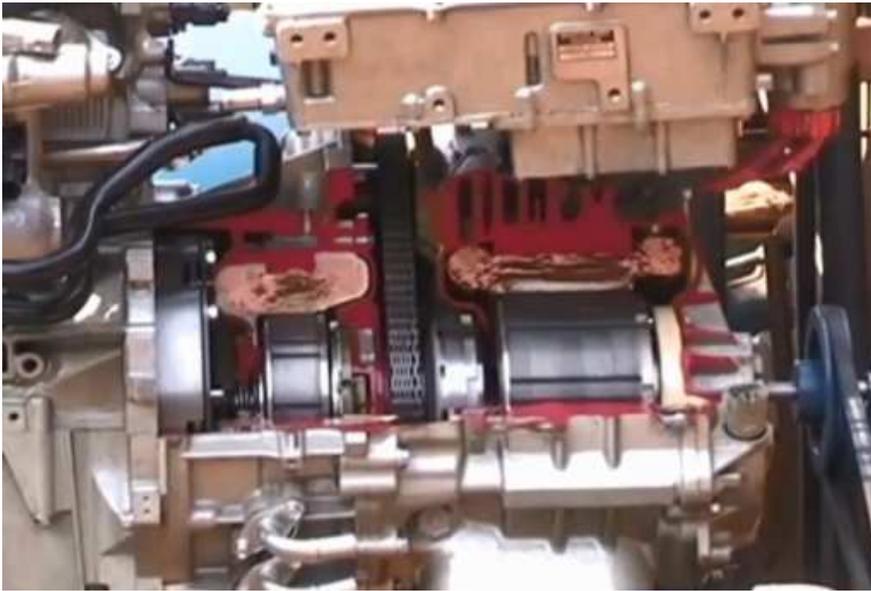
Panorama hybride



Une large palette d'options possibles



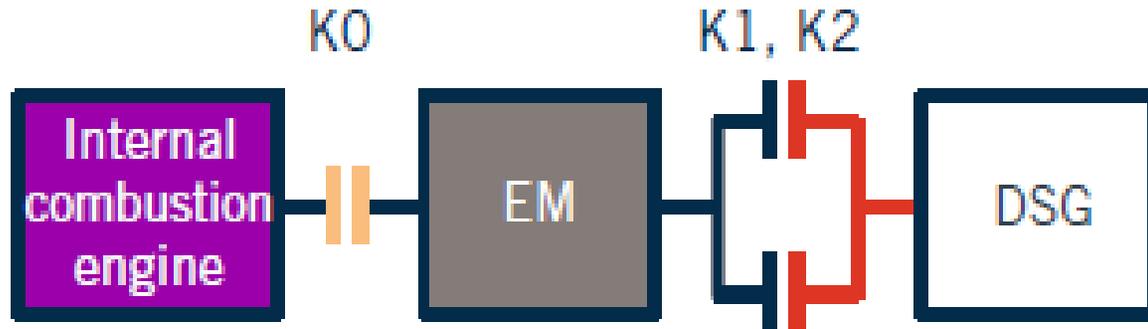
L'héritage Toyota HEV



- > 1997 Japon
- > 2001 US, 2003 Europe
- > 1,3 million véhicules en 2015
- > Du segment B au D-SUV, PHEV inclus



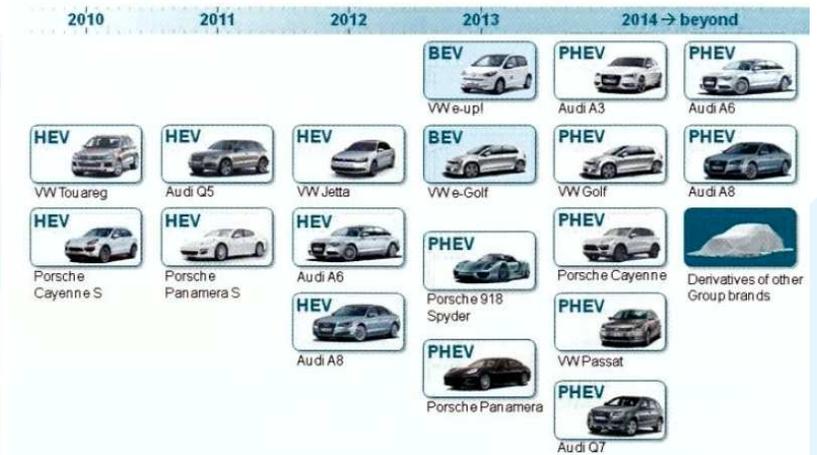
VAG décline sa politique modulaire



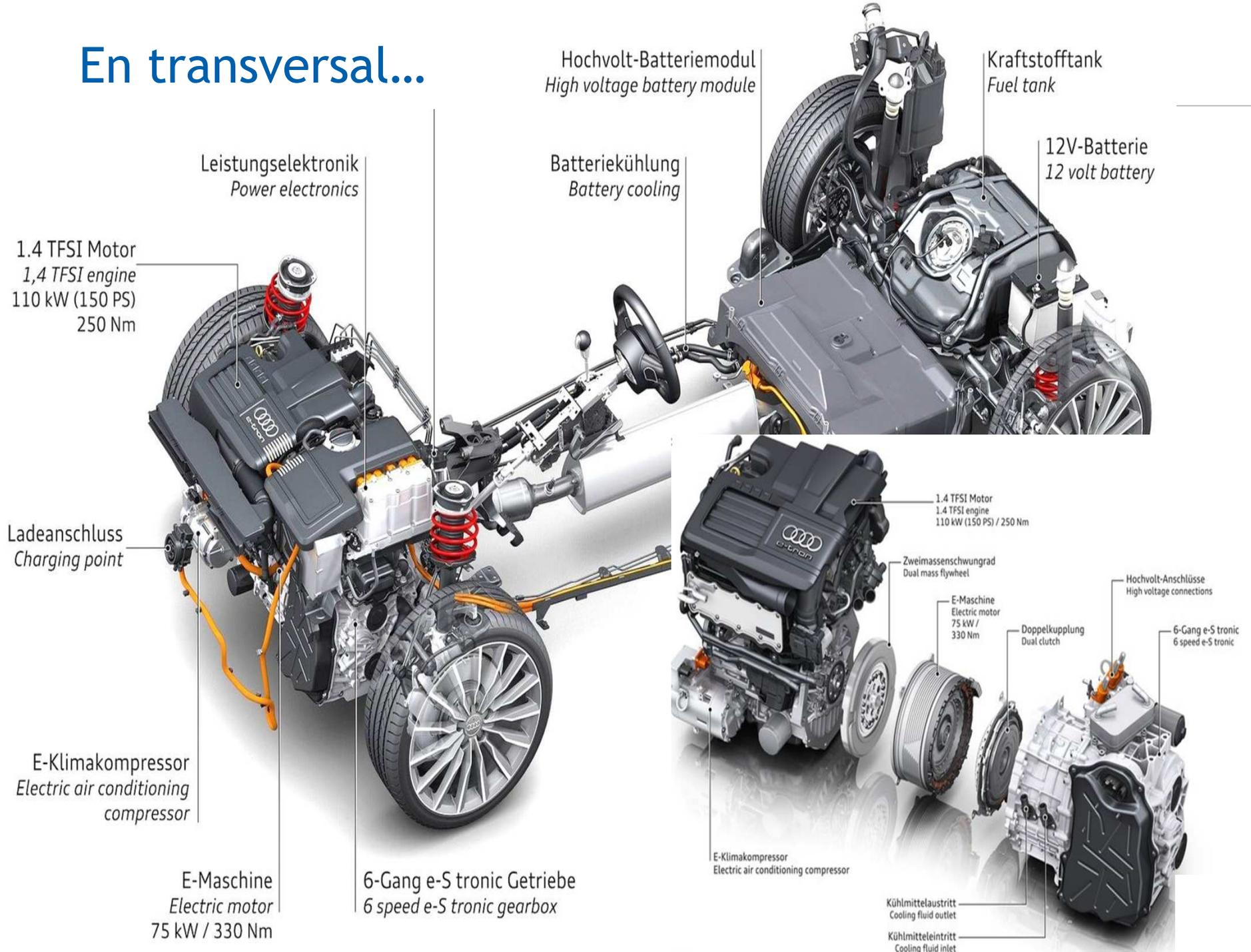
Assembly kit for hybrid drive systems

Engine	Electric machine	Gearbox	Battery	Power electronics
 2-cylinder in-line TDI	 HEM 20	 DQ200E	 HEV	 Power electronics
 3-cylinder in-line TSI/TDI	 HEM 60	 DQ400E	 PHEV	
 4-cylinder in-line TSI/TDI	 HEM 80	 DQ400E	 PHEV	

Volkswagen is electrifying all vehicle classes



En transversal...



Leistungselektronik
Power electronics

Hochvolt-Batteriemodul
High voltage battery module

Kraftstofftank
Fuel tank

12V-Batterie
12 volt battery

Batteriekühlung
Battery cooling

1.4 TFSI Motor
1,4 TFSI engine
110 kW (150 PS)
250 Nm

Ladeanschluss
Charging point

E-Klimakompressor
Electric air conditioning
compressor

E-Maschine
Electric motor
75 kW / 330 Nm

6-Gang e-S tronic Getriebe
6 speed e-S tronic gearbox

1.4 TFSI Motor
1,4 TFSI engine
110 kW (150 PS) / 250 Nm

Zweimassenschwungrad
Dual mass flywheel

E-Maschine
Electric motor
75 kW /
330 Nm

Doppelkupplung
Dual clutch

Hochvolt-Anschlüsse
High voltage connections

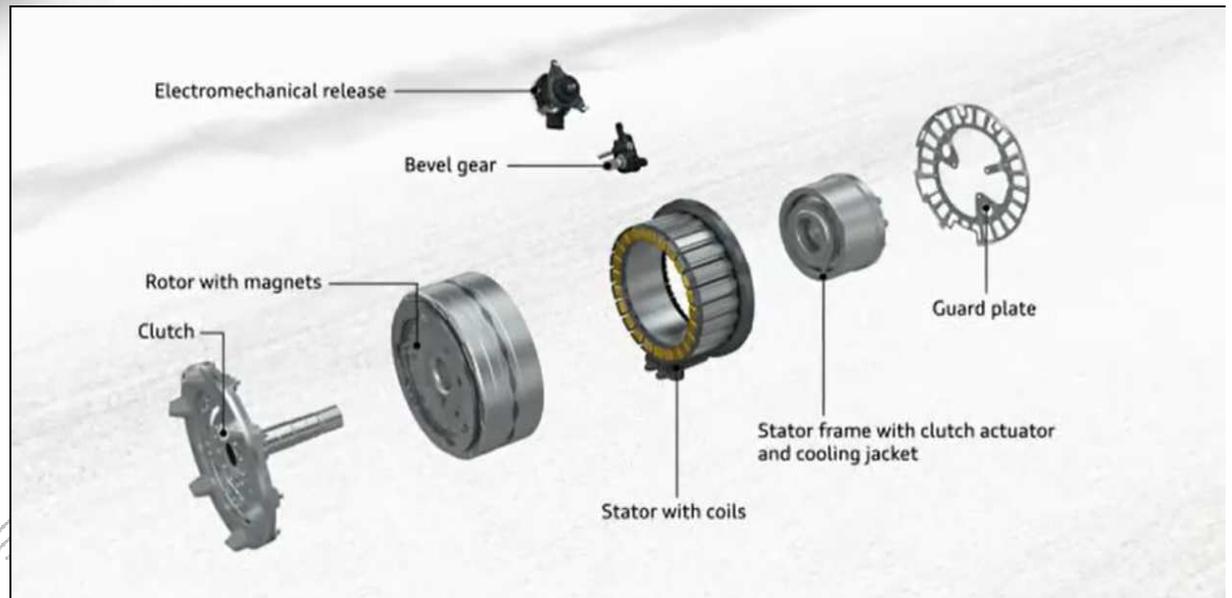
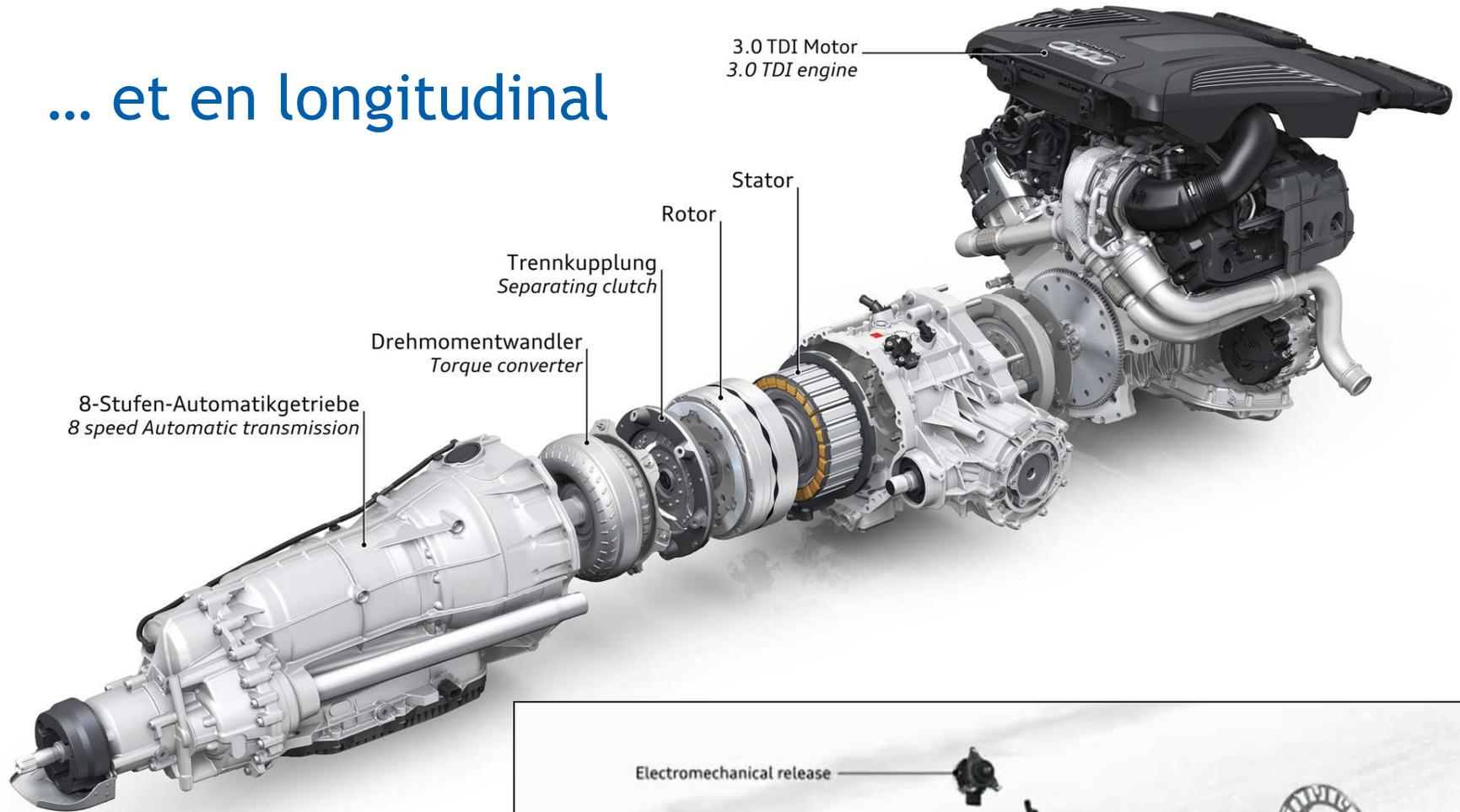
6-Gang e-S tronic
6 speed e-S tronic

E-Klimakompressor
Electric air conditioning compressor

Kühlmittelaustritt
Cooling fluid outlet

Kühlmiteleintritt
Cooling fluid inlet

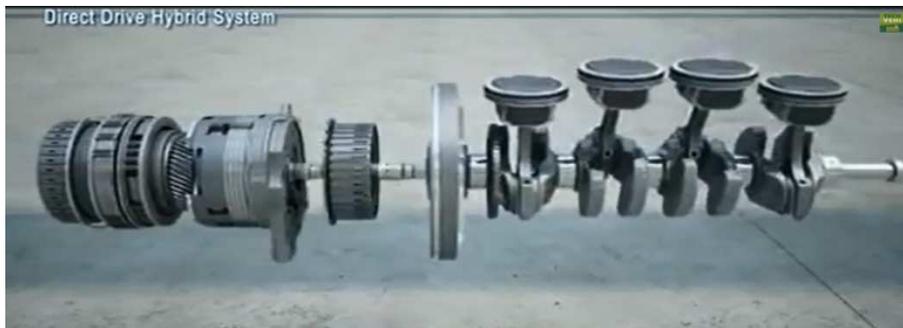
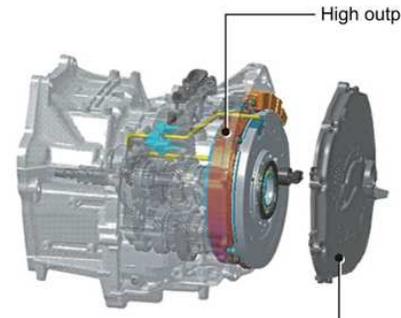
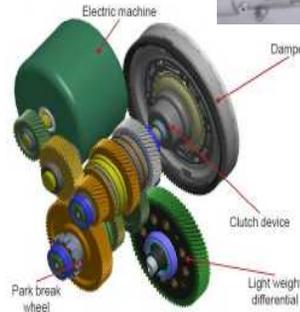
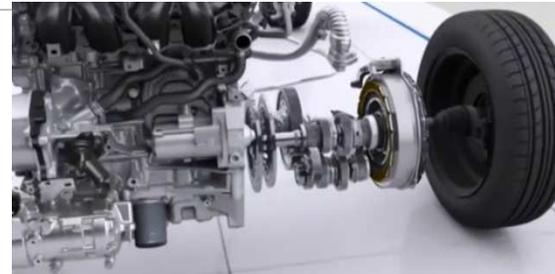
... et en longitudinal



Constructeurs et fournisseurs déclinent..

me > Features > ZF's 8-Speed Automatic Transmission - Tech Dept. > Gallery

- 1 Electric motor (100kW / 130hp)
- 2 Hydraulic torque converter with lock-up clutch
- 3 8-speed automatic transmission



Audi Q5 hybrid quattro

Hybridkomponenten - Kühlung
Hybrid components - cooling

12118

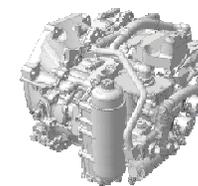
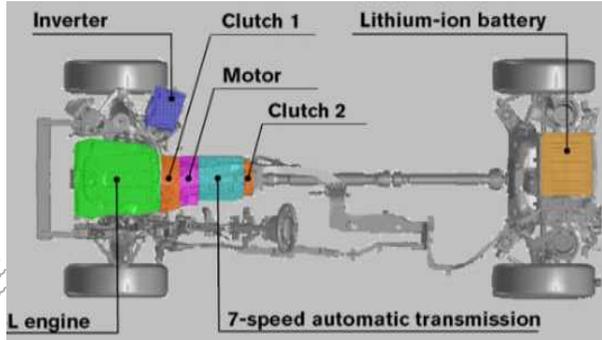
Wasserkühlung für Elektromotor
Water cooling for the electric motor



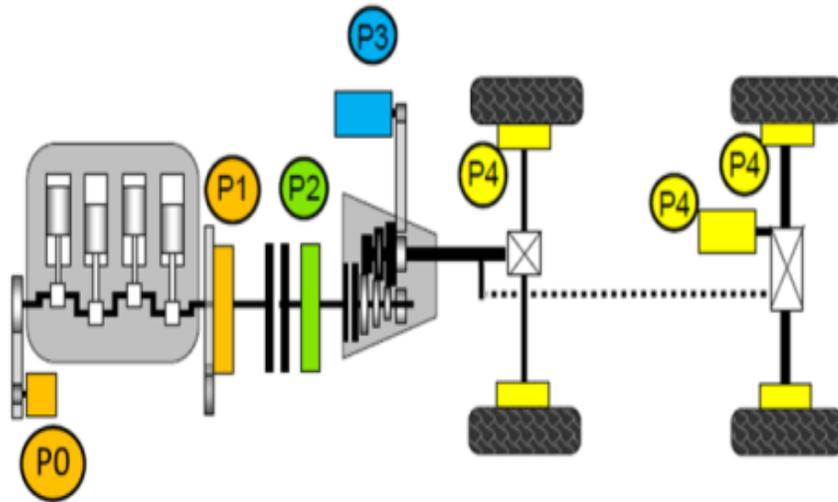
Kühlung des Hochvolt-Batteriemoduls
Cooling of high-voltage battery module



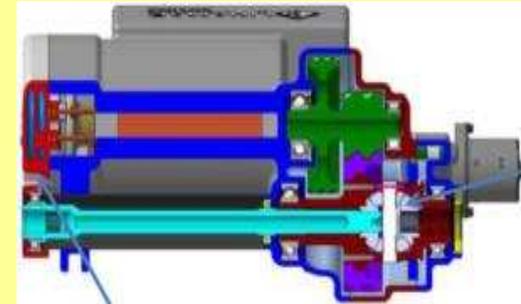
Kühlsystem für Leistungselektronik
Cooling system for power electronics



Classification des architectures



Motoréducteur Electrifié (BEV/e-AWD)



P4

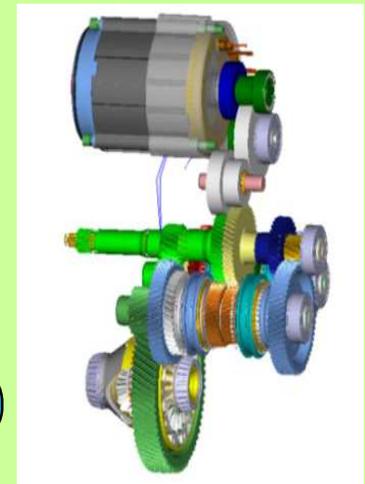
Electrification Moteur (μ & MHEV)



P0

Electrification de la transmission pour MHEV/HEV /PHEV

P2



P3



Les transmissions électrifiées

e-DCT « galette »

Audi A3 Sportback e-tron

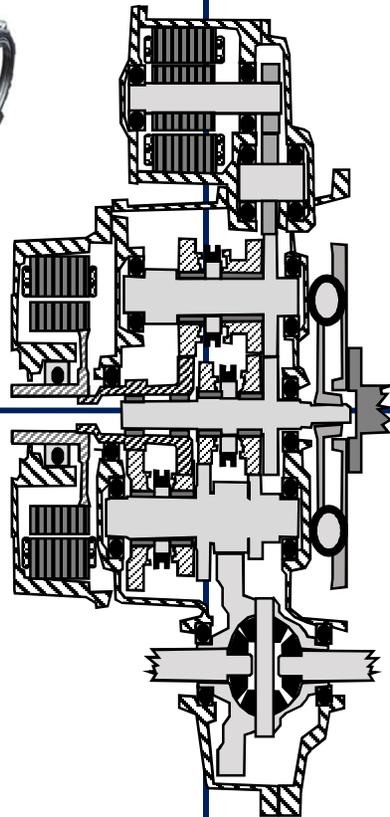


e-DCT VAG (Audi e-tron)

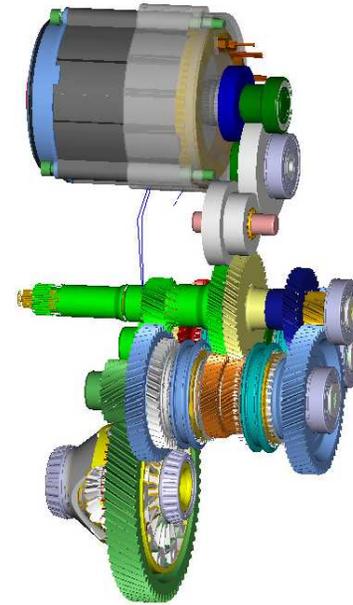
e-BVA « galette »

Le terrain de jeu favori du longitudinal

Custom made



e-DCT « Teckel »



e-BVA « Teckel »

N/A



SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

3- Hybridation sur moteur

BSG (Belt Starter Generator)

Le « μ -hybride »

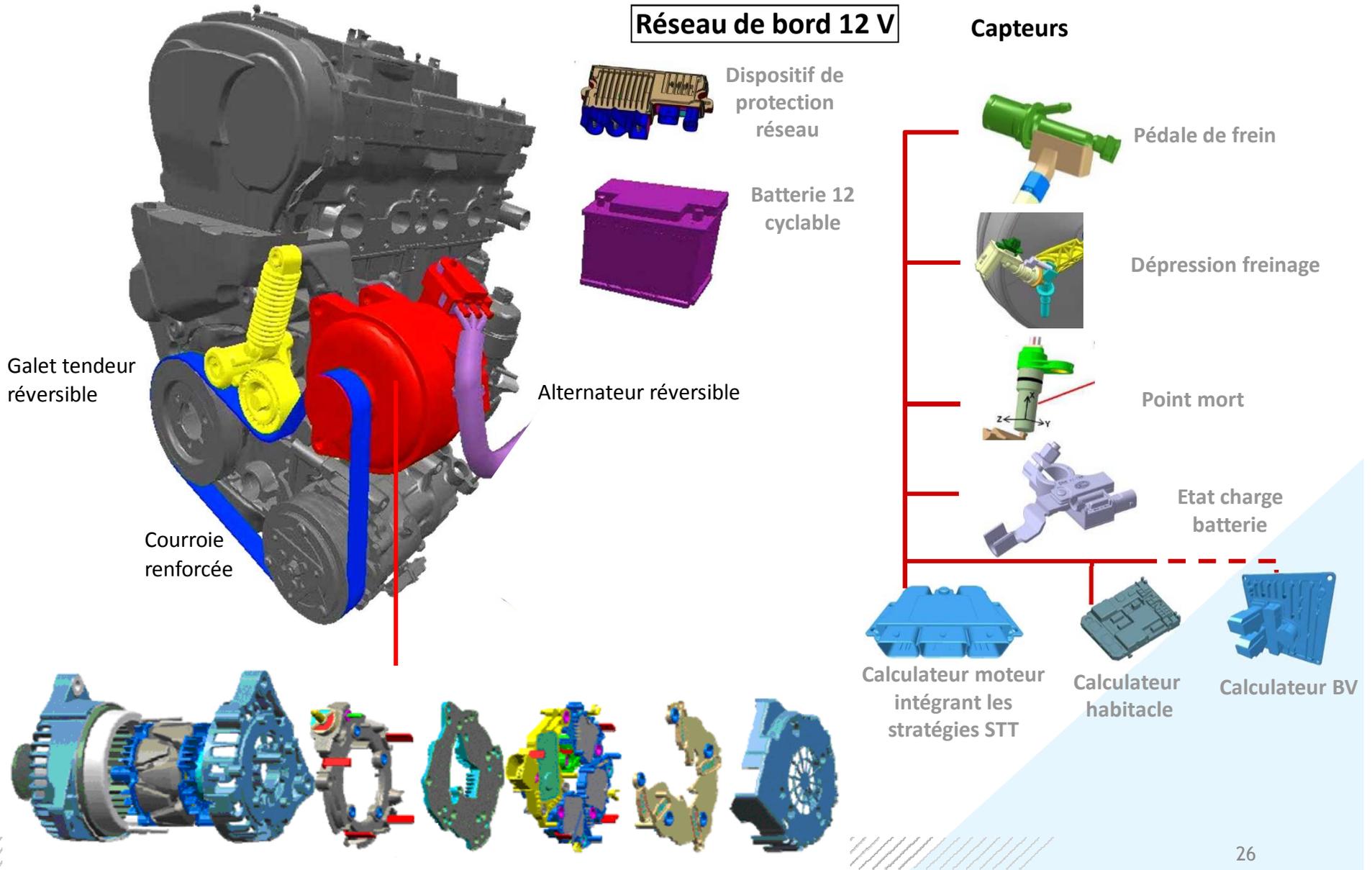
- > Premier niveau d'hybridation des véhicules à moteur thermique :
 - 2 fonctions principales :
 - Stop & Start du moteur thermique à l'arrêt du véhicule
 - Gestion pilotée de l'énergie électrique du véhicule (génération d'énergie électrique à moindre coût en CO₂)
 - Une contrainte majeure :
 - Qualité de la fourniture d'énergie électrique au réseau de bord (un seul réseau 12 V pour l'ensemble du véhicule)

e-HDI

- > 2 technologies en concurrence :
 - Démarreur renforcé
 - Alternateur réversible

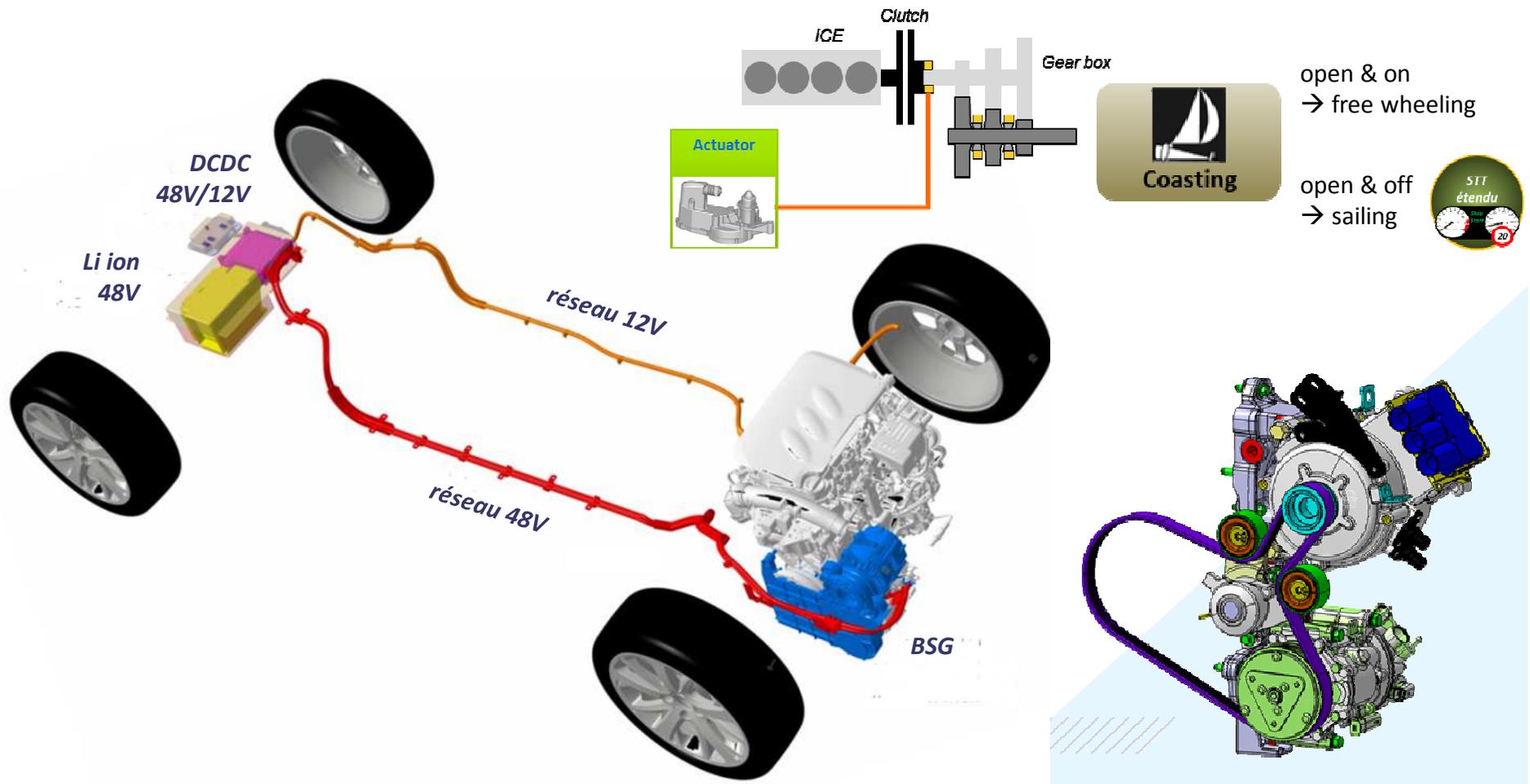


Le μ -hybride BSG



Du μ -hybride au MHEV (Mild Hybrid)

- > Consommation: - 5 à - 15% en fonction des choix et des usages
- > Réseau 48 V: accompagne les besoins électriques ↗
- > Pas de fonctionnement ZEV, mais boost et « coasting »



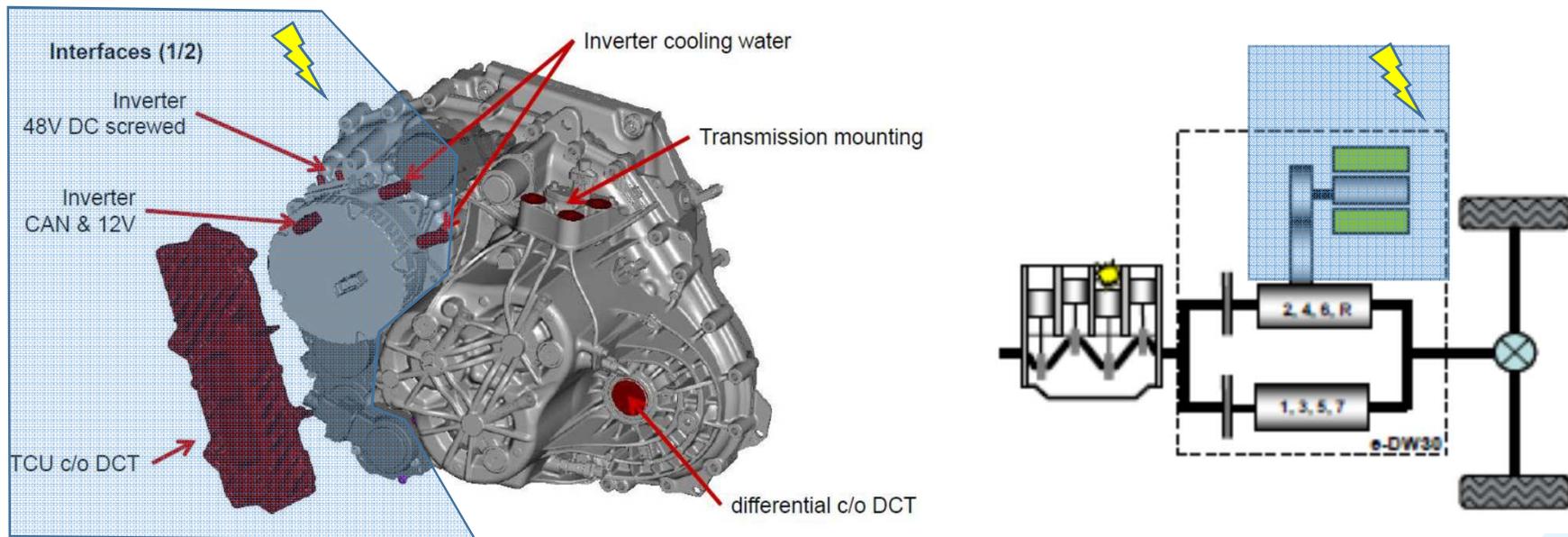


SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

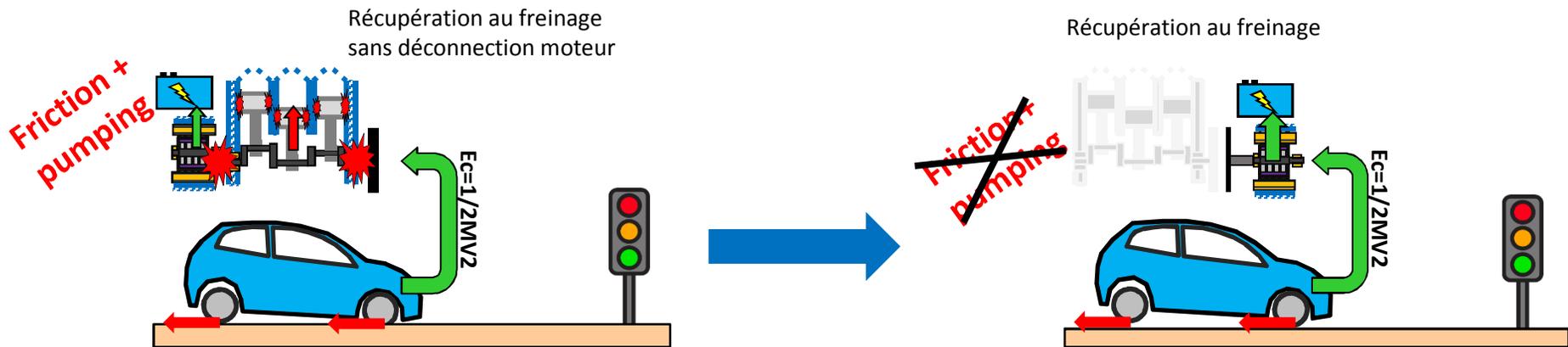
4- exemple : Hybridation 15kw sur une boîte DCT

DCT : exemple optimisation d'une BV existante

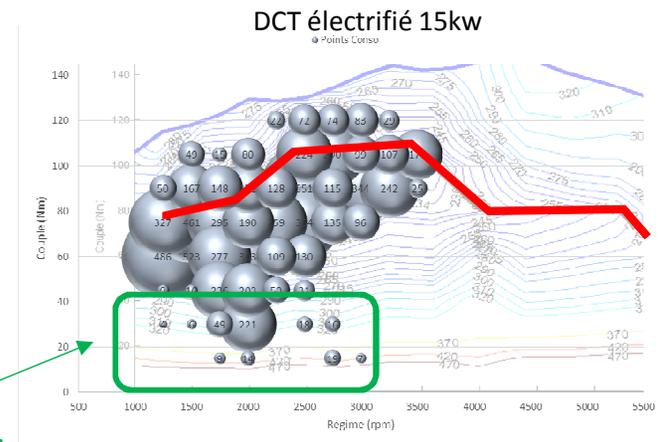
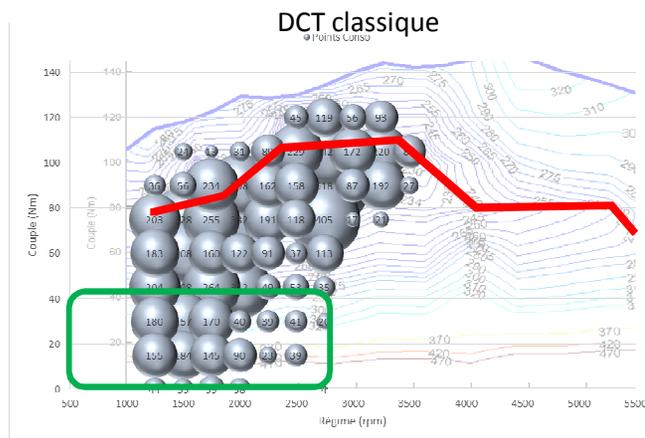


Ajout d'une Machine électrique 15Kw peak + 50Nm
-> environ 140 Nm équivalent moteur

Pourquoi une machine sur BV



Gain sur le récupération
Au freinage



Permet d'éradiquer
les très faibles charges = optimisation de la charge moteur

Un DCT électricité 15kw vu par le client

- Micro ZEV
manœuvres parking
certaines décollages
maintien du vh. en stab.>50km/h (e-sailing)
- Gain conso (principalement régénération)
- Amélioration du brio (temps de réponse)

- Très bel objet time to market pour améliorer la conso
- Une approche par « ajout »

5- Locobox : une Transmission dédiée pour hybridation Haute Tension



Les gènes du concept :

1) Une hybridation partie de l'EV -> objets PHEV

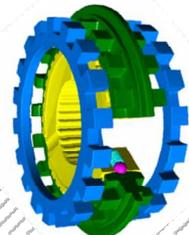
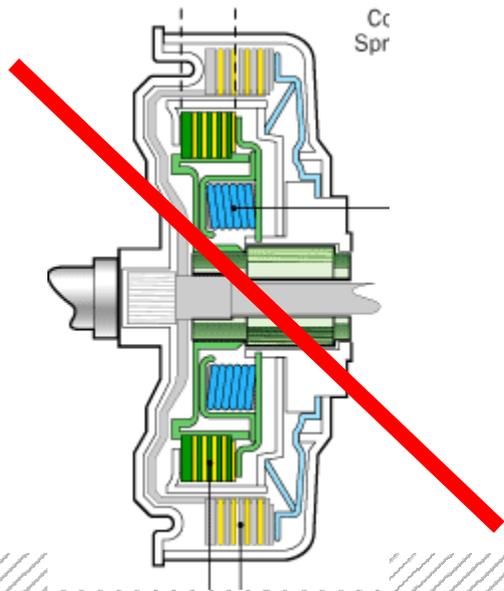
2) optimisation PRF (un système de transition génétiquement hybridé)

3) Le meilleurs de chaque monde :

EV = les plus : décollage et très bonne capacité de pilotage

ICE = forte autonomie

*Suppression de l'embrayage et des synchroniseurs
(remplacer de la mécanique par du contrôle)*



+ CONTRÔLE !

Le programme LOCOBOX / EOLAB

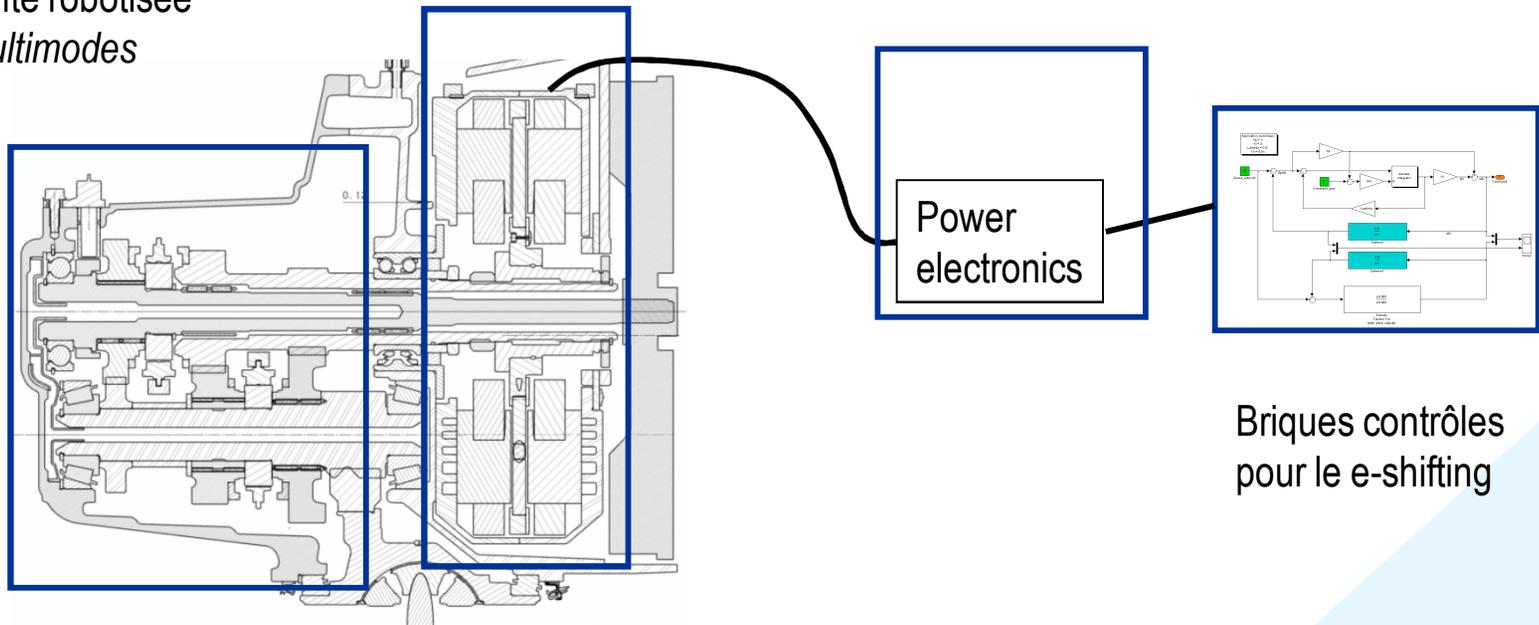


Points clés

Boîte robotisée
multimodes

Machine électrique
à aimants permanents

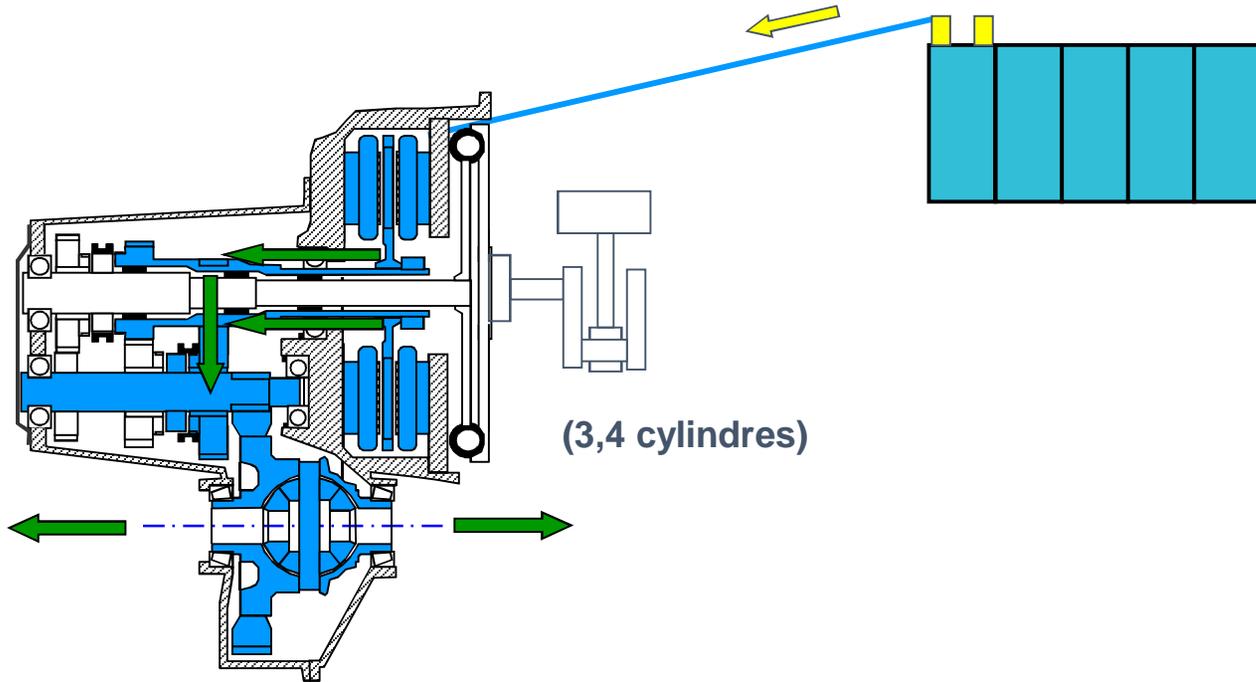
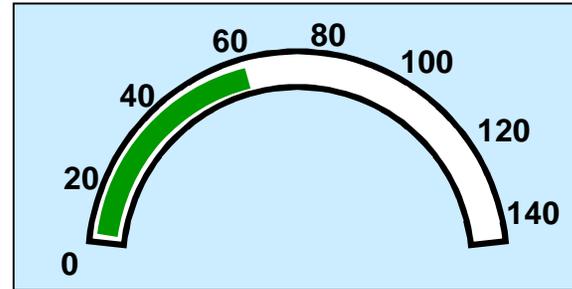
Electronique de puissance



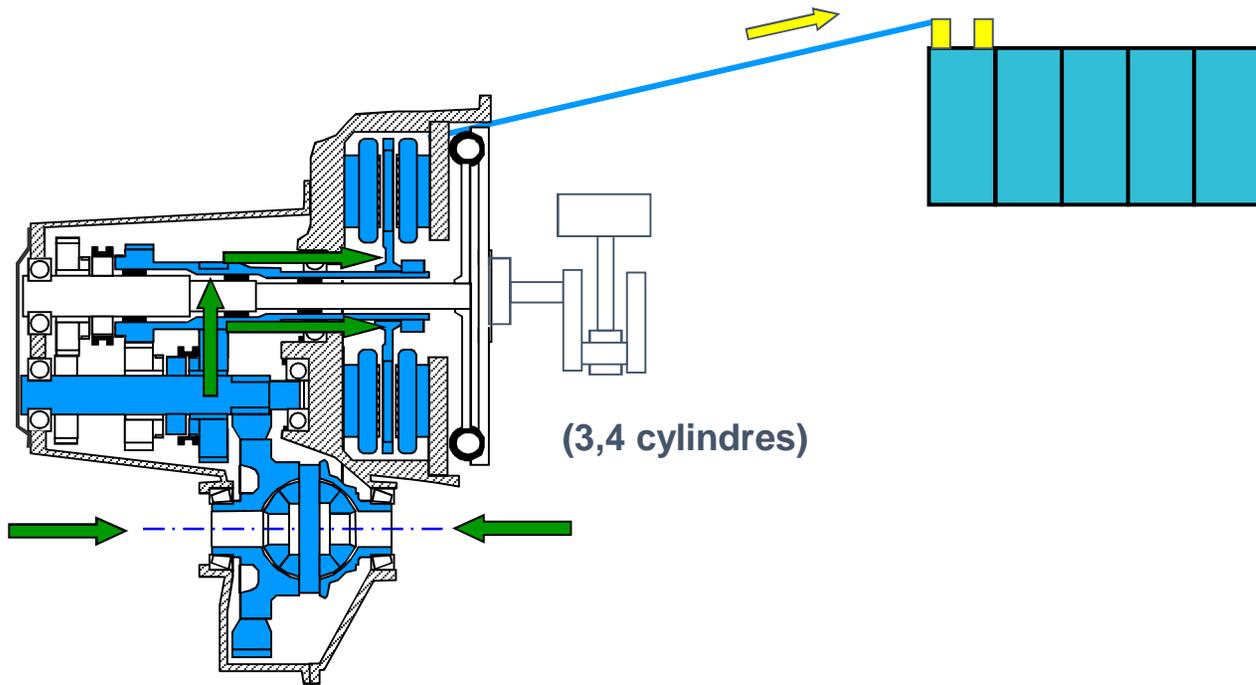
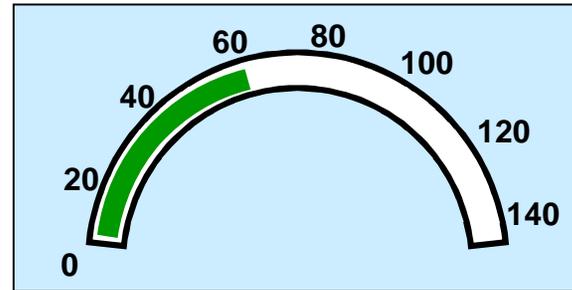
Les chiffres

- Vitesse VE > 120Km/h – 50Km d'autonomie

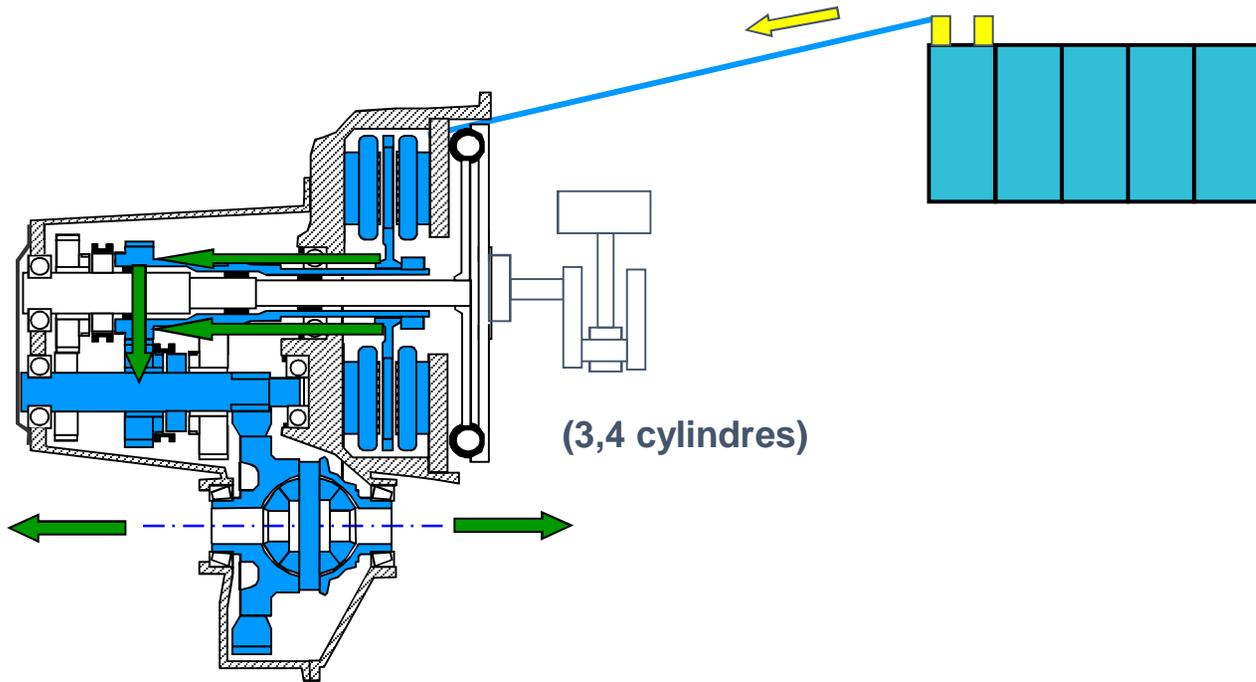
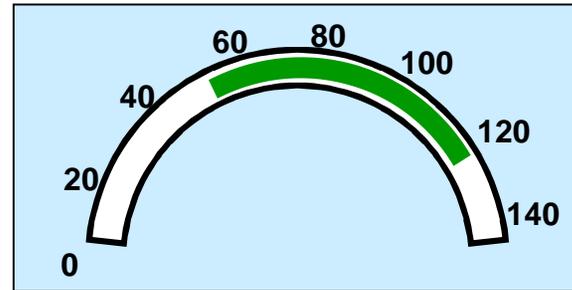
Utilisation « semaine » : Mode Electrique « Ville »



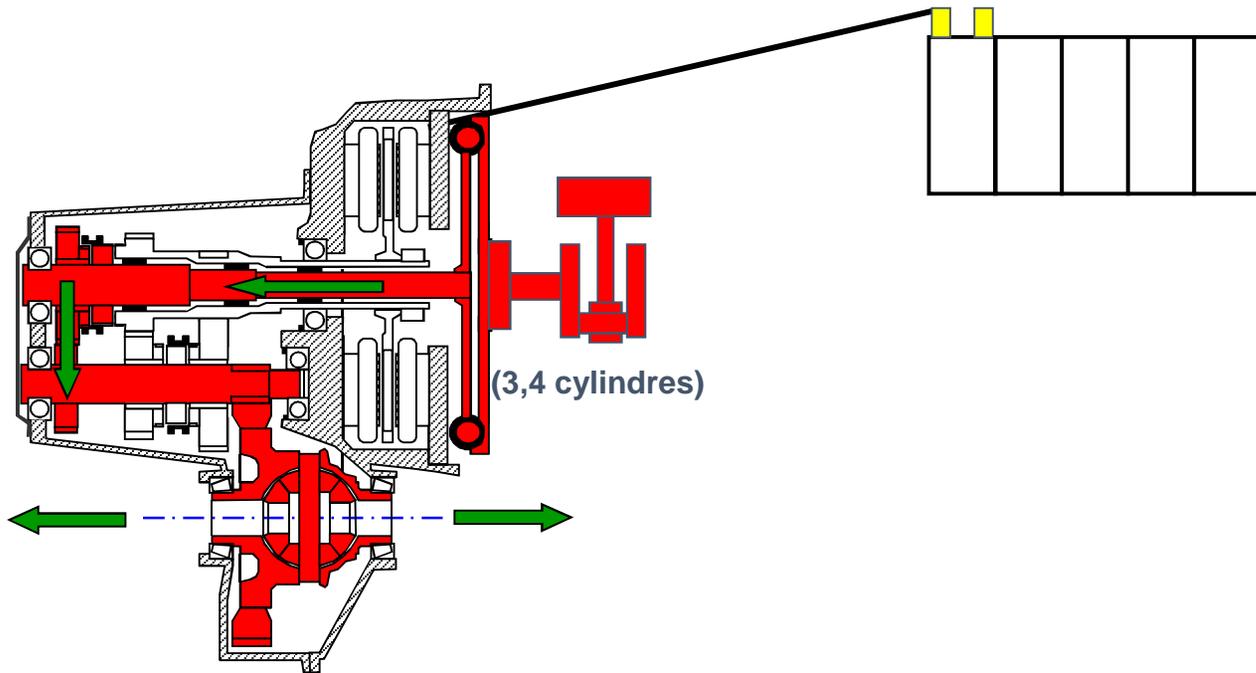
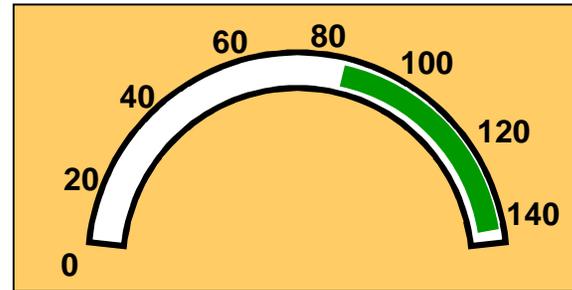
Utilisation « semaine » : Mode Electrique « Ville »



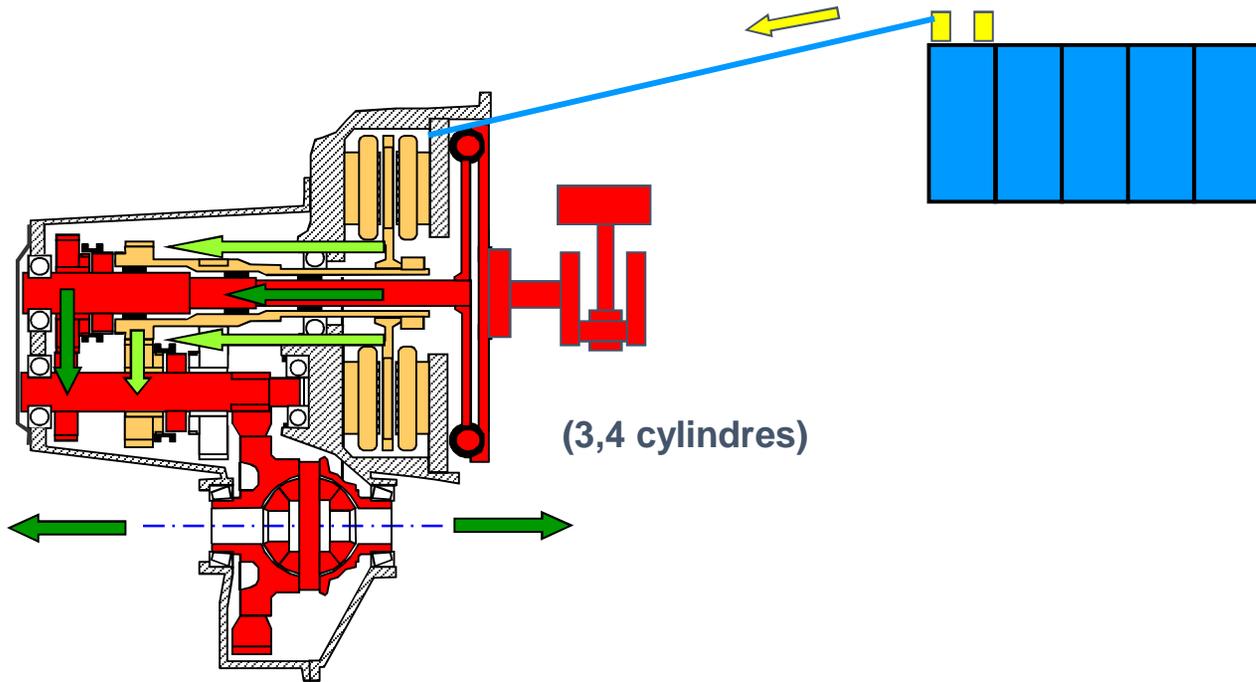
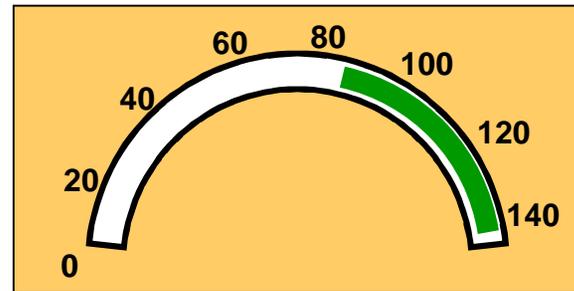
Utilisation « semaine » : Mode Electrique « Route »



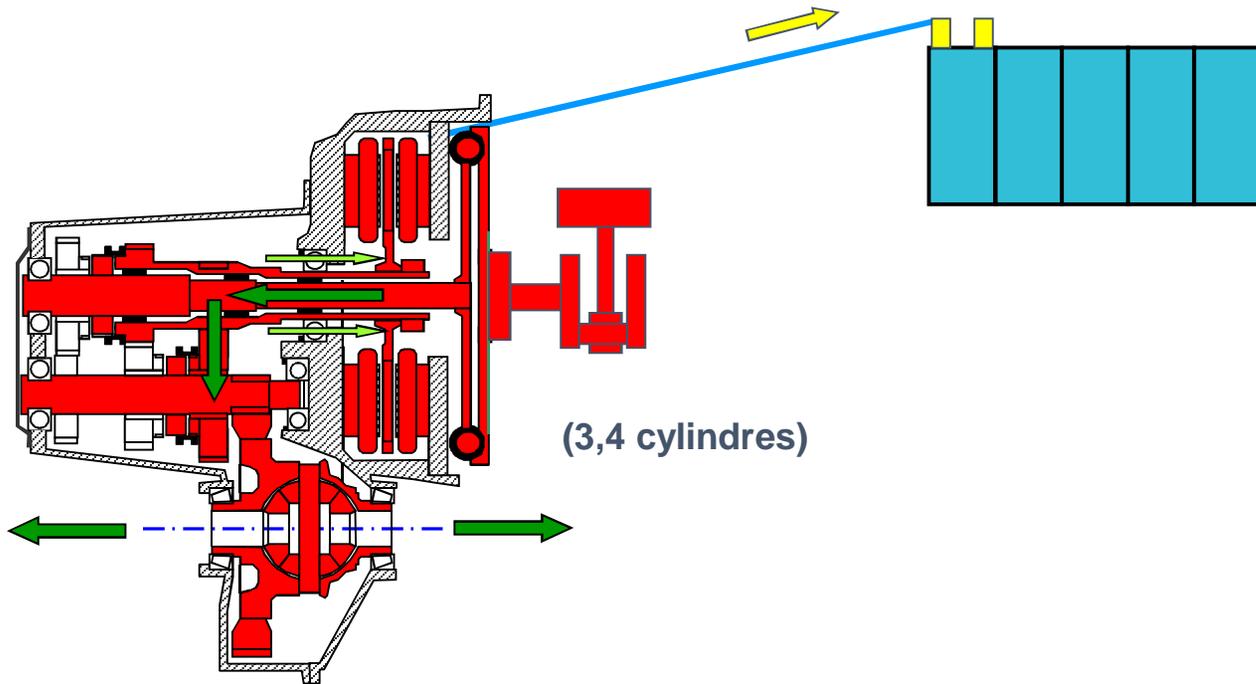
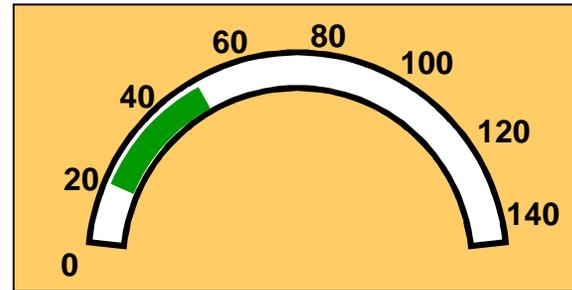
Utilisation « semaine » : Mode Thermique « Autoroute »



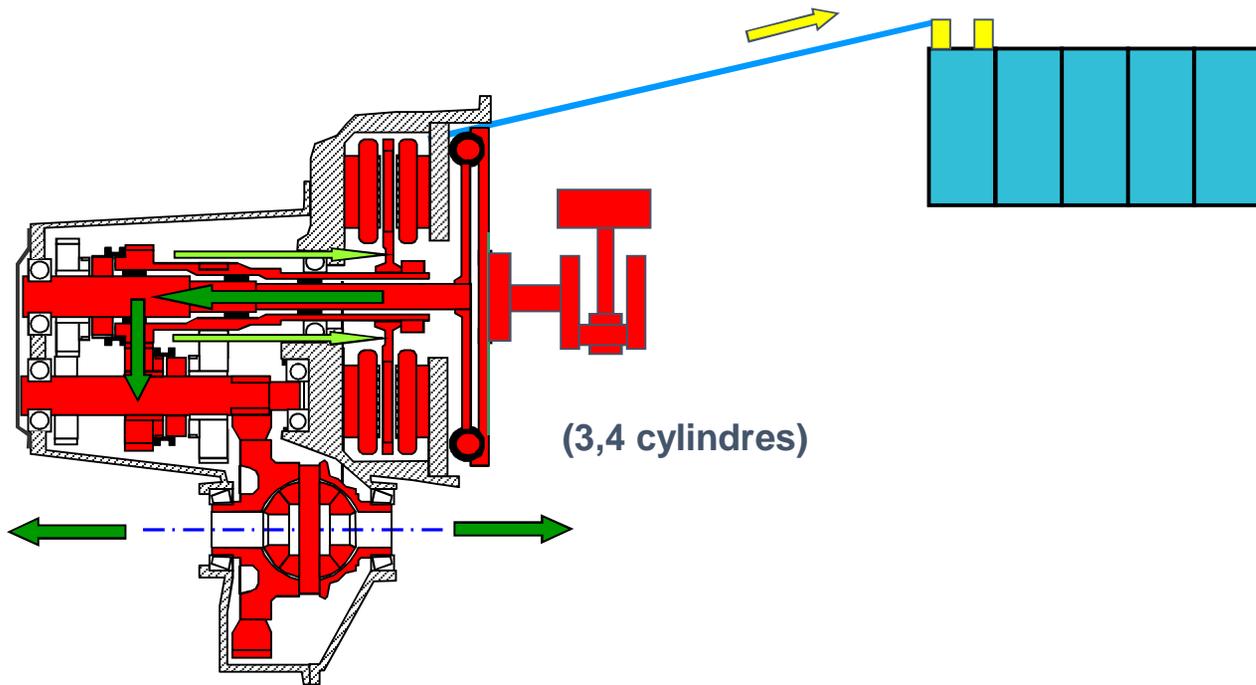
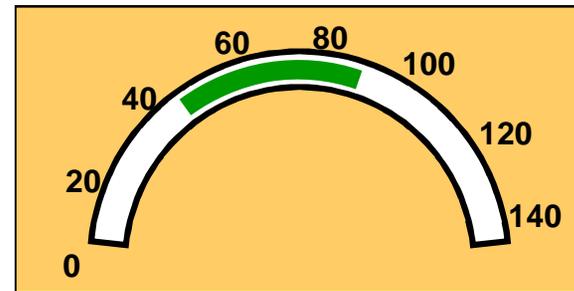
Utilisation « semaine » : Mode Thermique « Autoroute » (boost hybride)



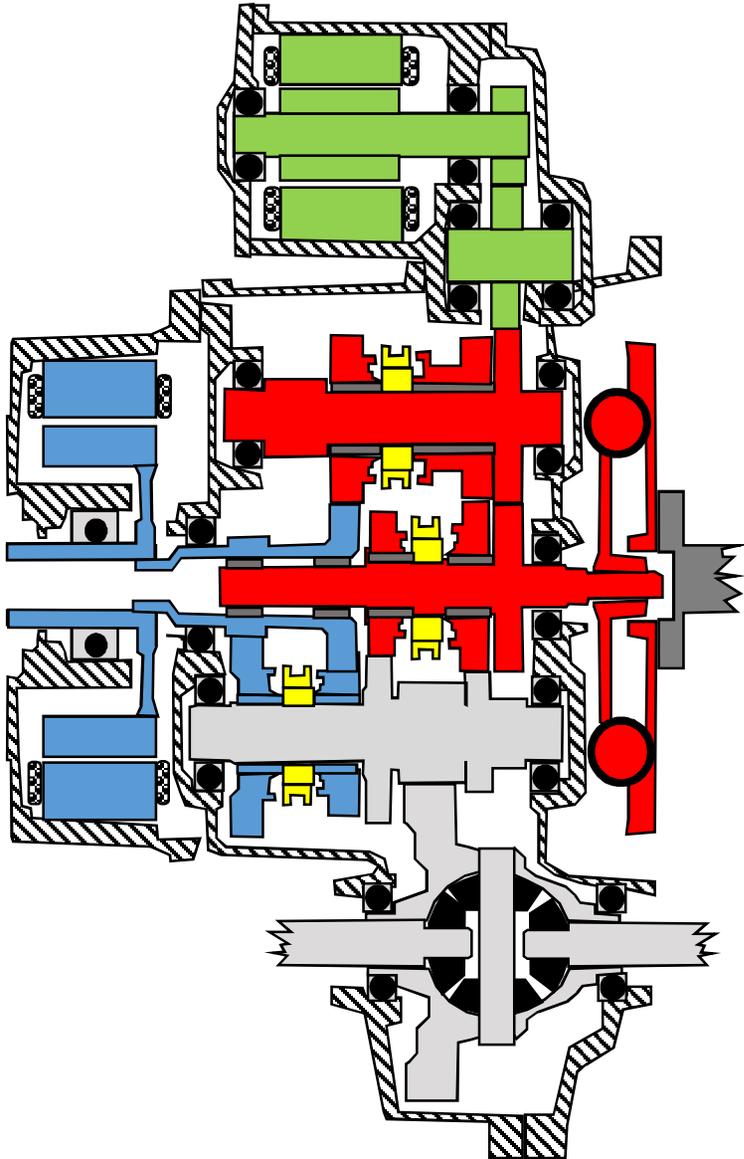
Utilisation « semaine » : Mode Hybride « ville »



Exemple d'utilisation « HEV » : Mode Hybride Route (3 modes possibles)



De la R&D au produit global



Tirer la performance vers le haut...
Utilisation possible en HEV...
Sans perdre les basiques de packaging et cout

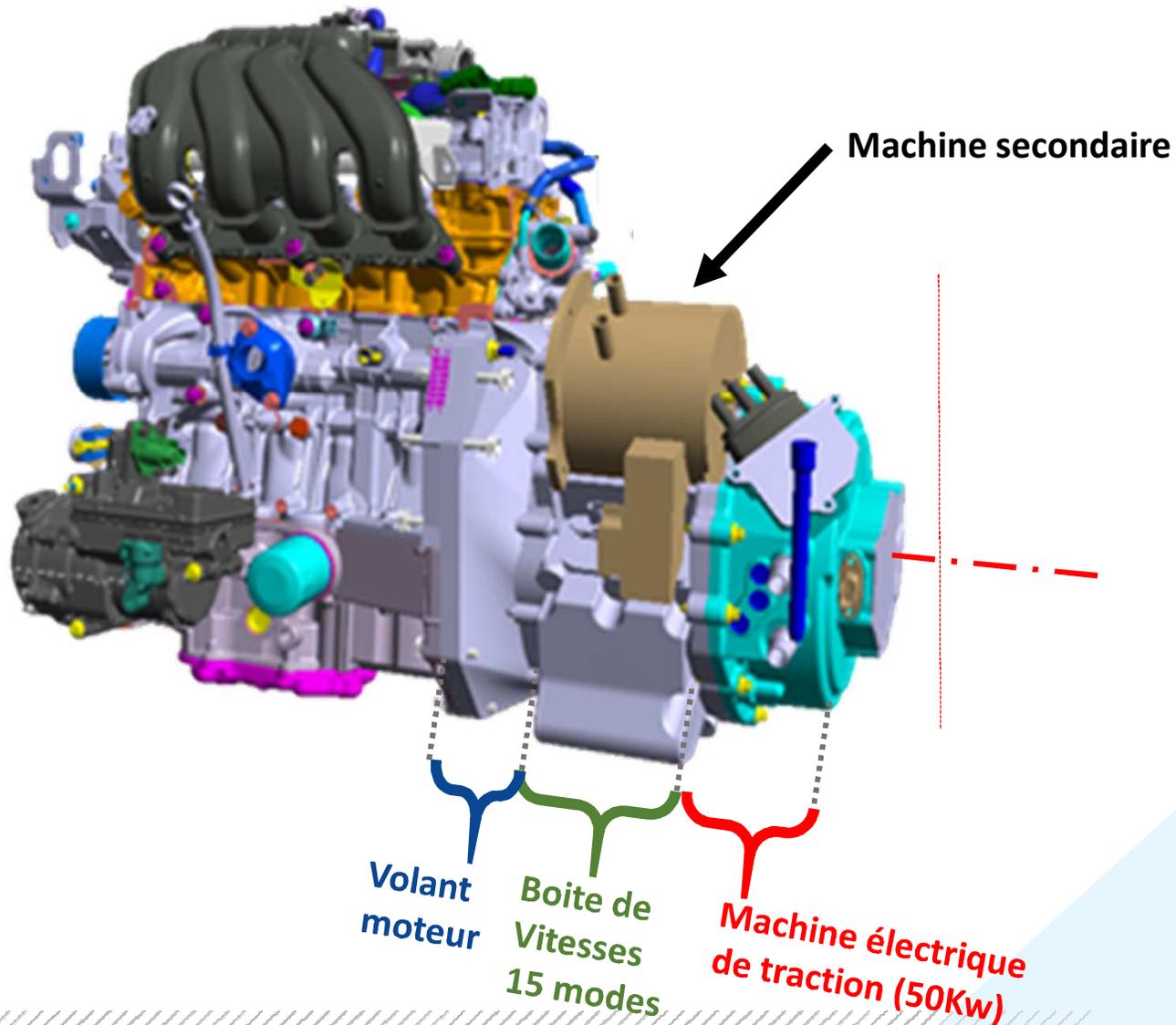
2 rapports en pur électrique

2 rapports en thermique direct
(~ « 3eme » et « 6eme » BVM)

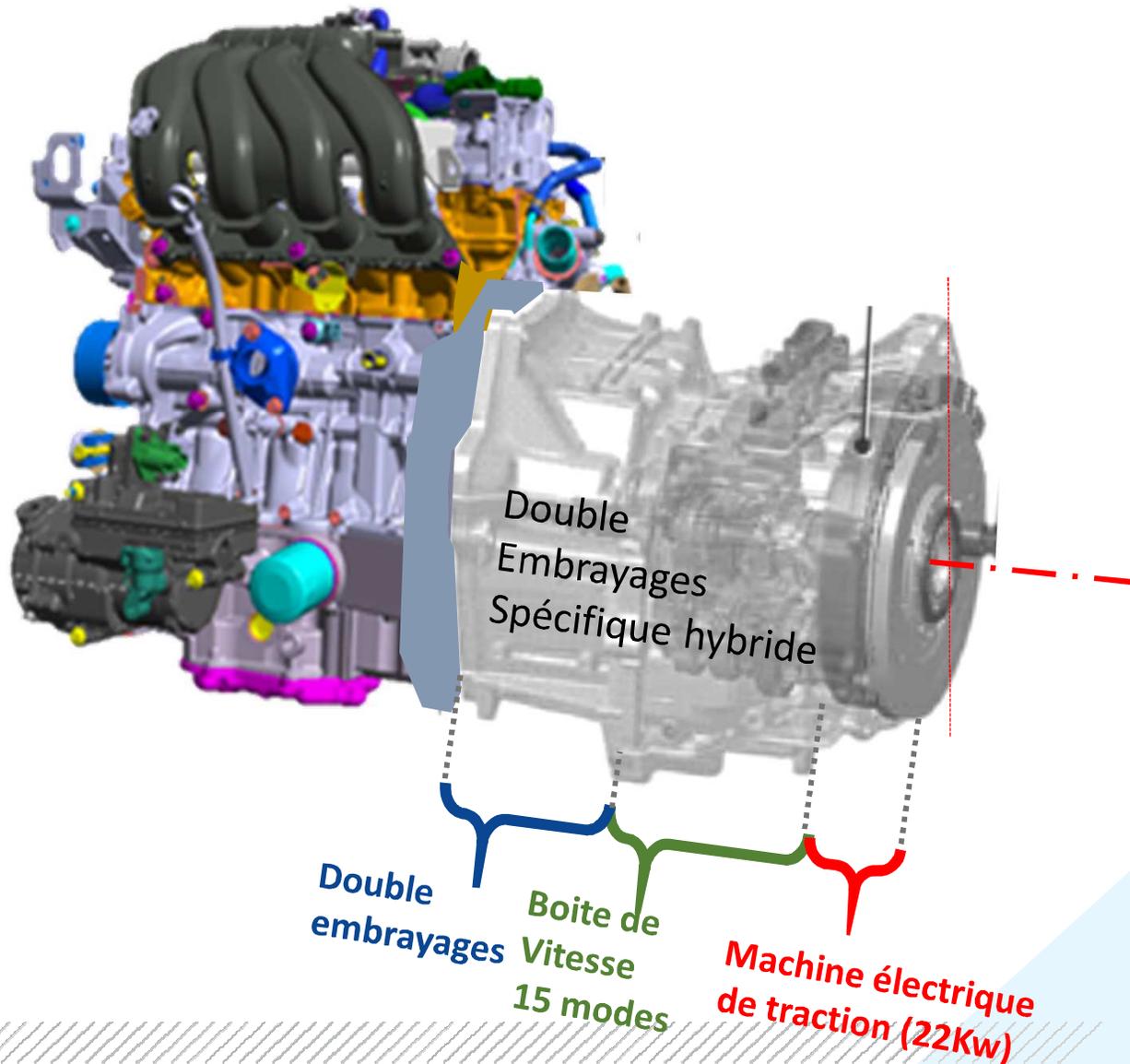
+2 rapports en thermique par compositions
(~ « 5eme courte » et « 2eme courte » BVM)
-> *autoroute forte pente*
-> *très forte pente à très faible vitesse*

la « petite » machine électrique assure :
-des démarrages moteur imperceptibles
-une synchronisation précise des vitesses
-un usage hybride série en bouchon
(voire en intra urbain pour des marchés sensibles)

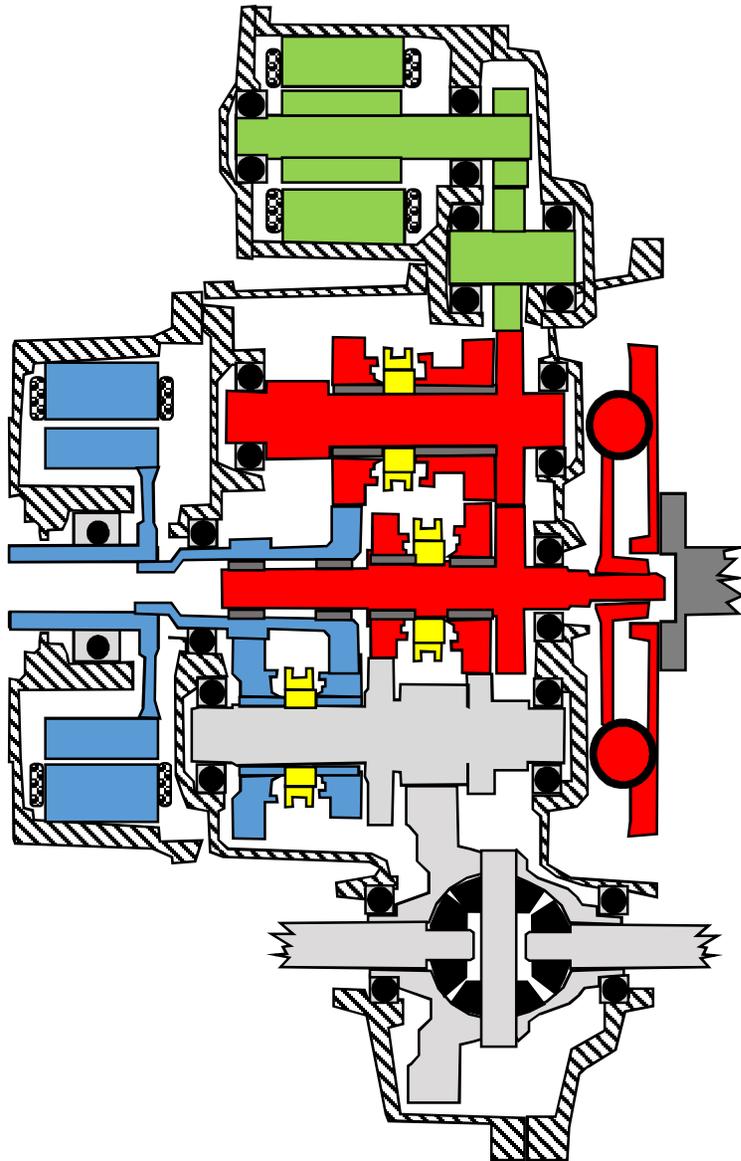
De la R&D au produit global



DCT électrifiée / Locobox -> Packaging



De la R&D à la RUE



Tirer la performance vers le haut...
Utilisation possible HEV...
Sans perdre les basics de packaging et cout

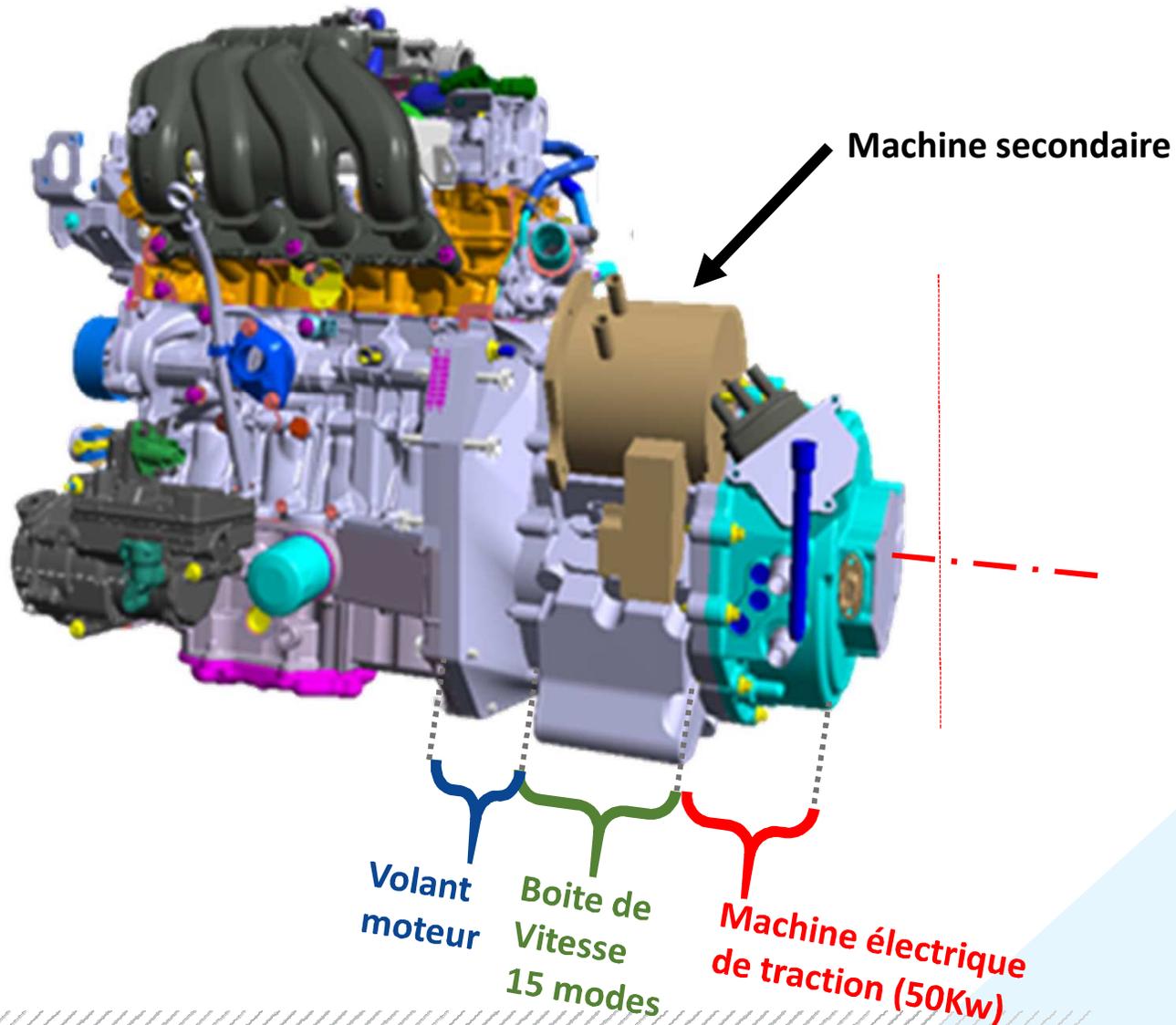
2 rapports électrique pure

2 rapports thermiques direct
(~ « 3eme » et « 6eme » BVM)

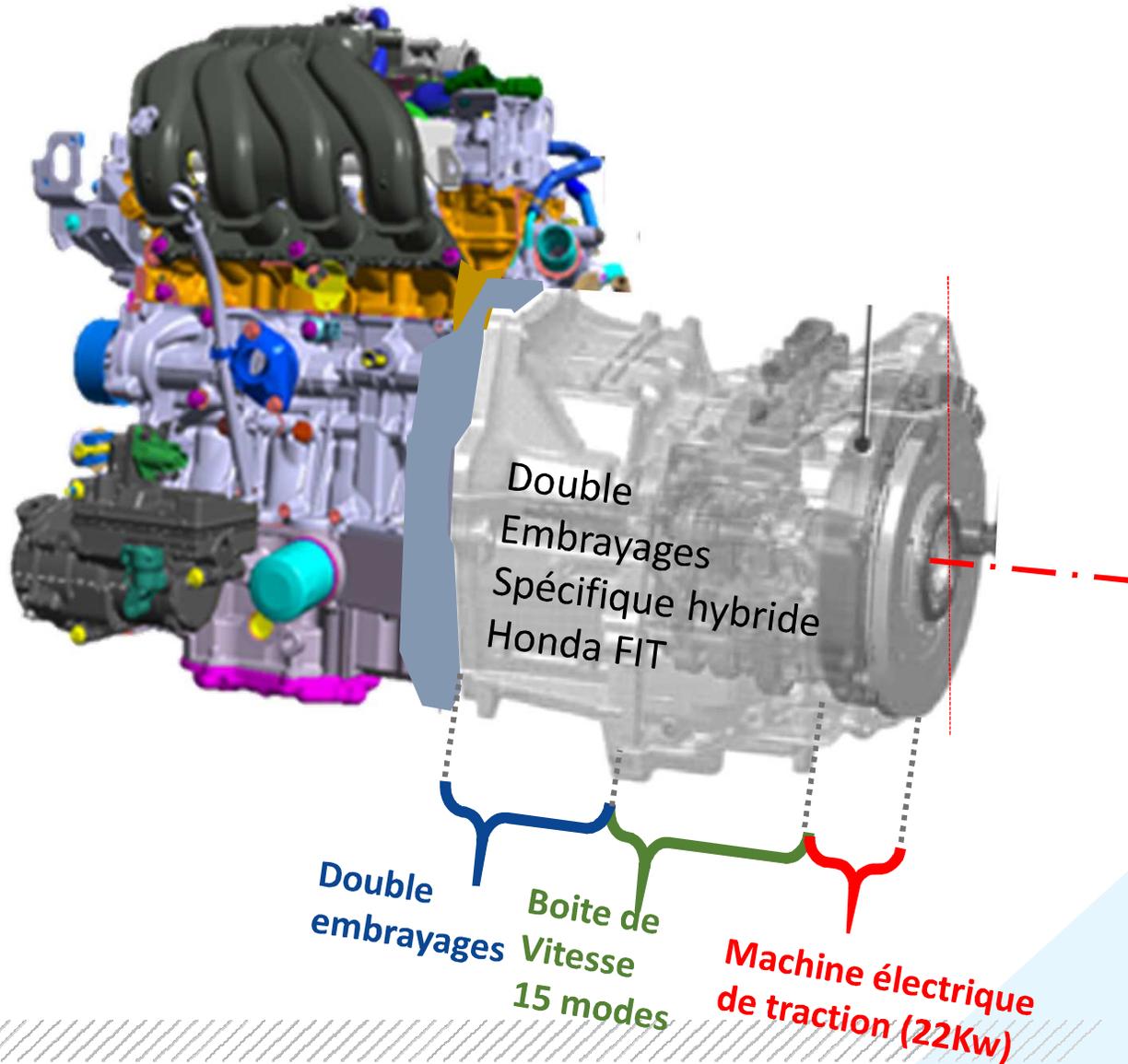
+2 rapport thermique par compositions
(~ « 5eme courte » et « 2eme courte » BVM)
-> *autoroute forte pente*
-> *très forte pente à très faible vitesse*

la « petite » machine assure :
-des démarrages moteur imperceptibles
-une synchronisation précise des vitesses
-un usage hybride série en bouchon
(Voir intra urbain pour des marché sensible)

De la R&D au produit global



Honda fit / Locobox -> Packaging





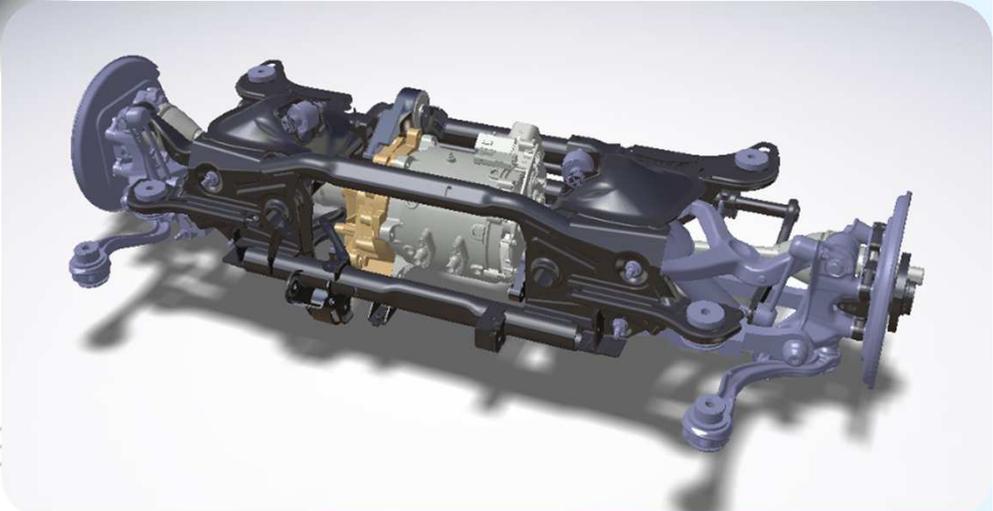
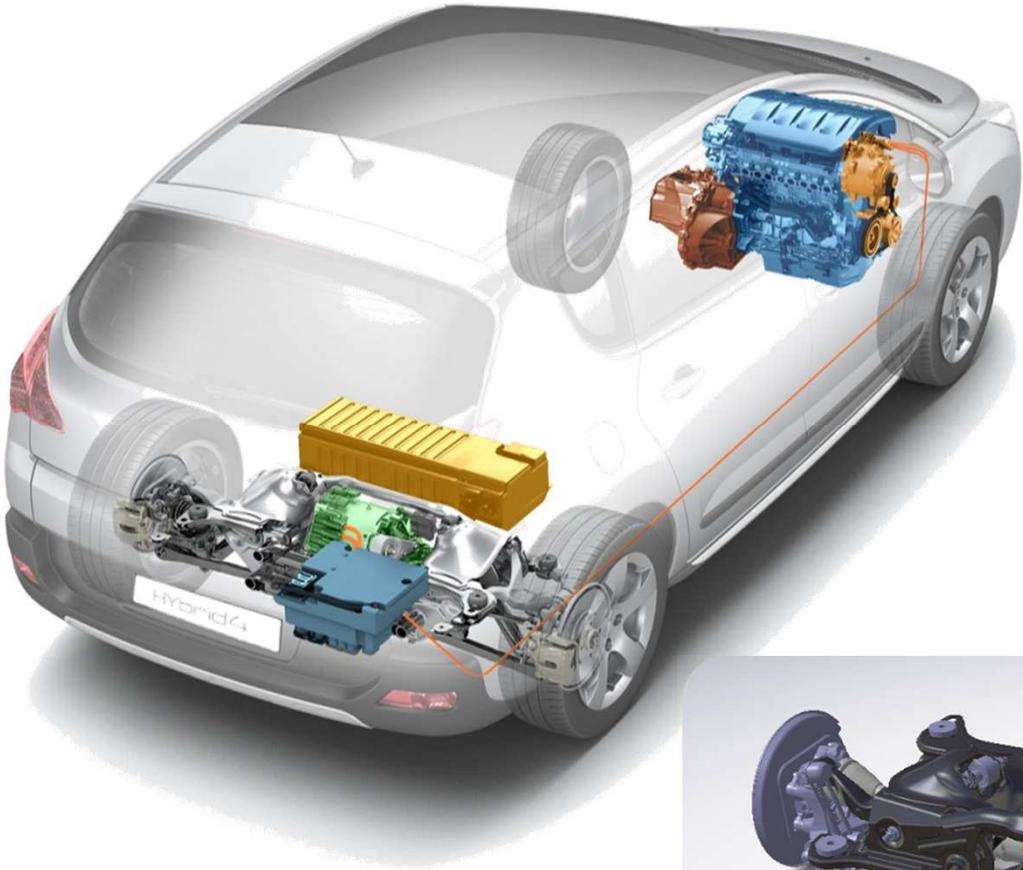
SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

6- Hybridation et 4x4

Le e-AWD

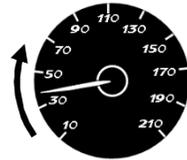
Hybrid4



Les bénéfices du concept HY4

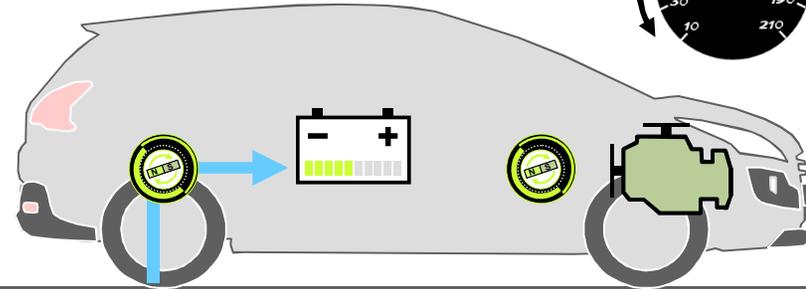
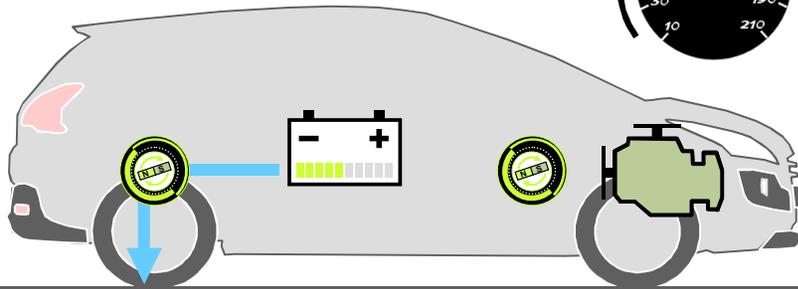
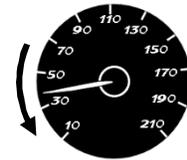
ZEV Mode

Acceleration



ZEV Mode

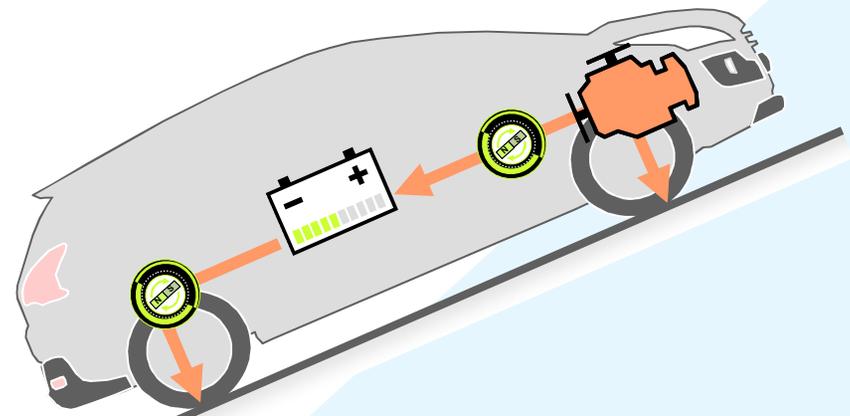
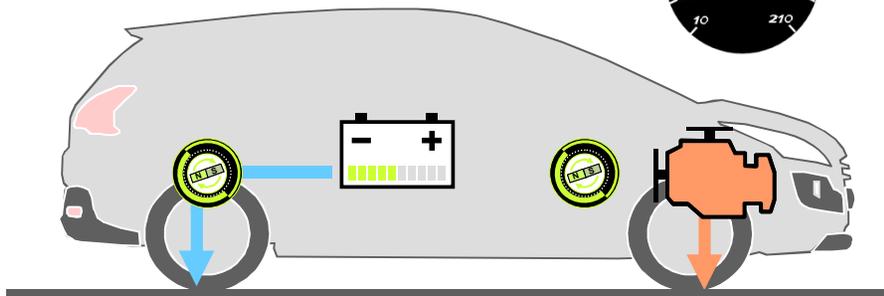
Deceleration



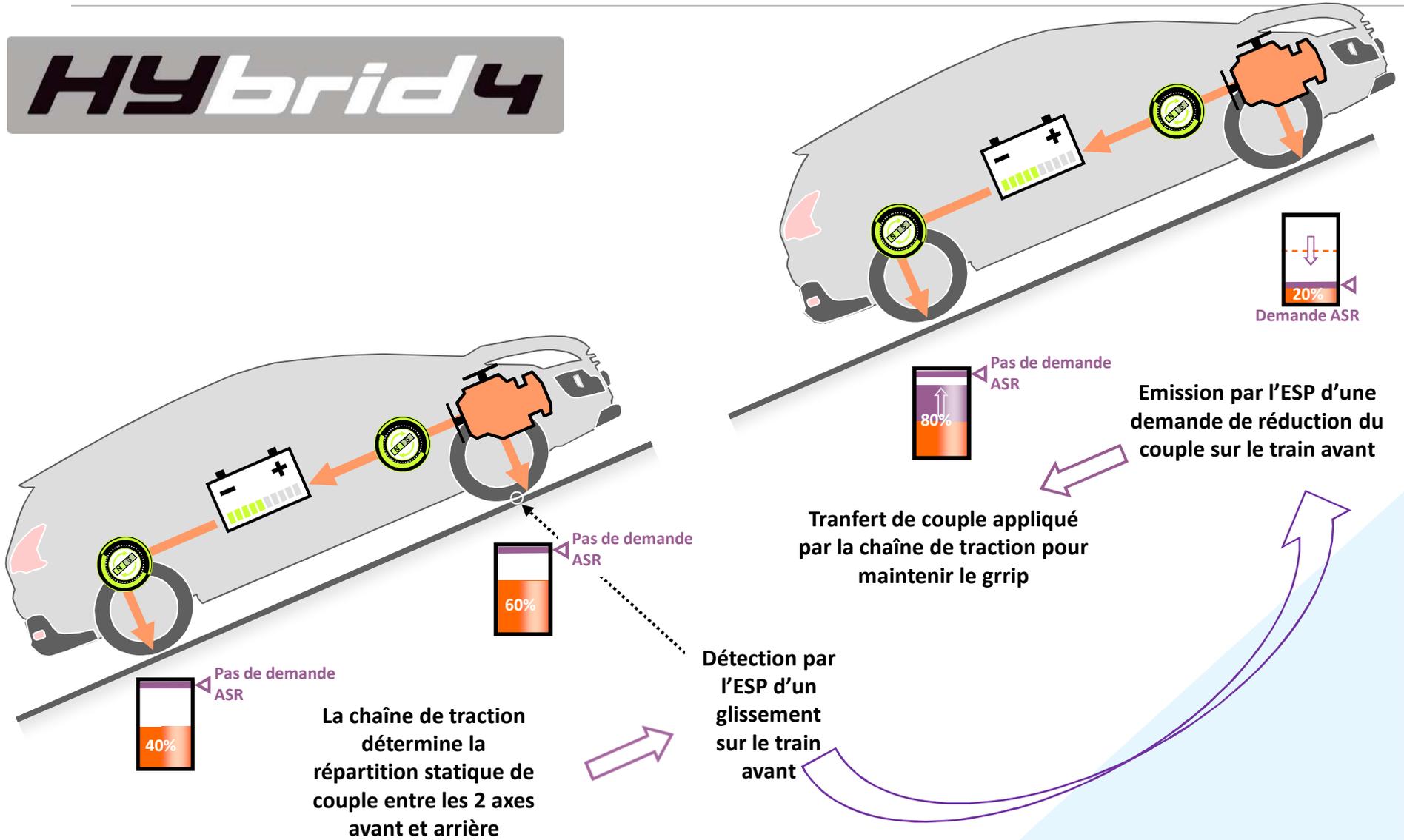
HYbrid4

eAWD Mode

Sport Mode



Optimisation motricité avec l'ESP



E-AWD: motricité renforcée → 4x4





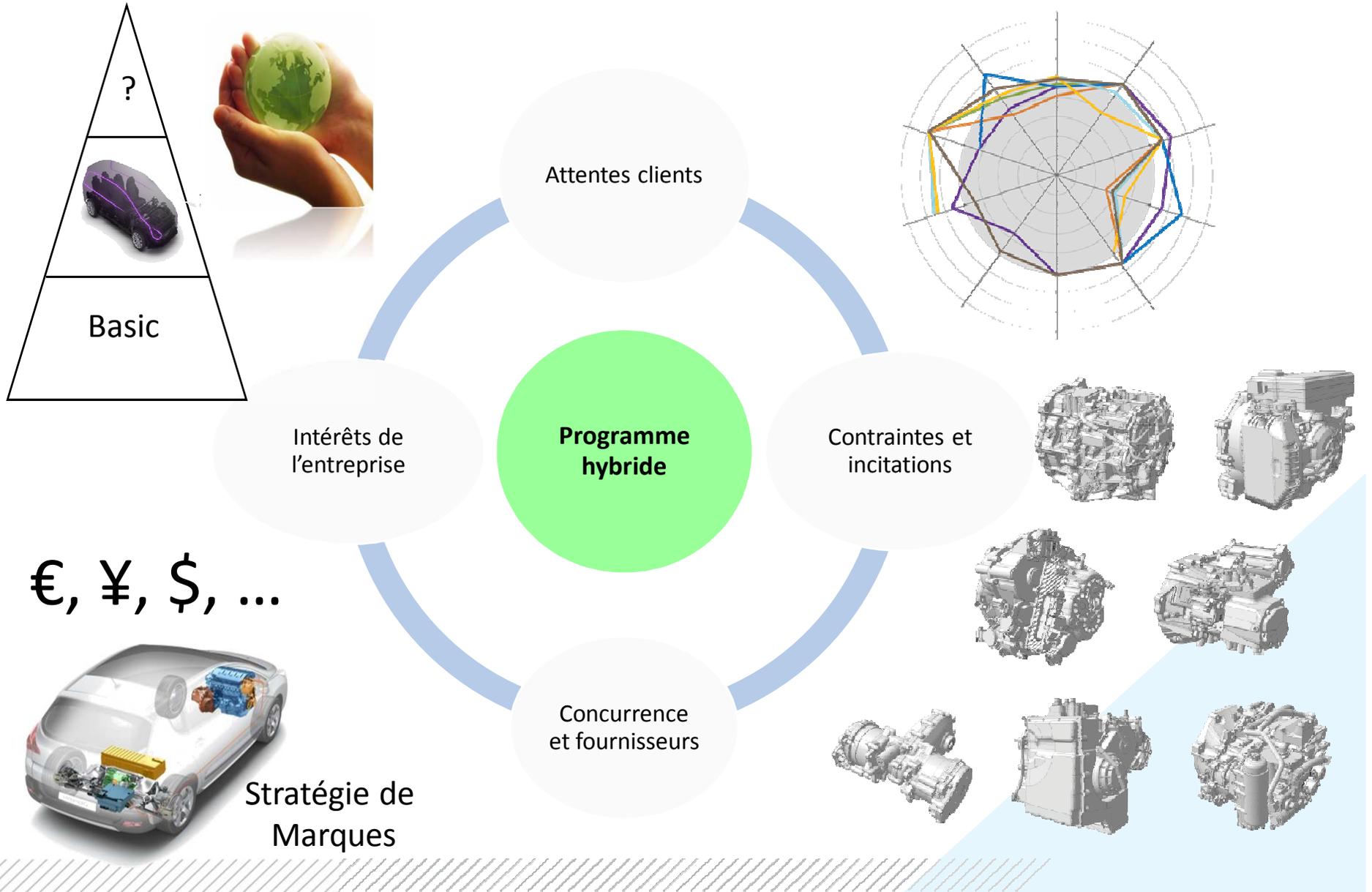
SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

Conclusion



Une stratégie à adapter au terrain de jeu



Conclusion

- Le plaisir de conduire en électrique (« EV feeling ») ou en hybride (« whaou! ») correspond à une forte attente des clients sur l'ensemble des marchés.
- Deux tendances lourdes: l'électrification en réponse aux exigences locales (PHEV), l'électrification en réponse aux exigences globales (HEV)
- La transmission est au cœur du développement de l'électrification que cela soit en simple réducteur ou en concept évolué.
- Les investissements sur les technologies clés (batterie, électronique de puissance, machine) sont importants, maturité industrielle et réduction des coûts vont suivre rapidement.
- Agilité et modularité restent indispensables pour s'adapter aux évolutions des marchés (besoins clients, cadre réglementaire et incitatif).







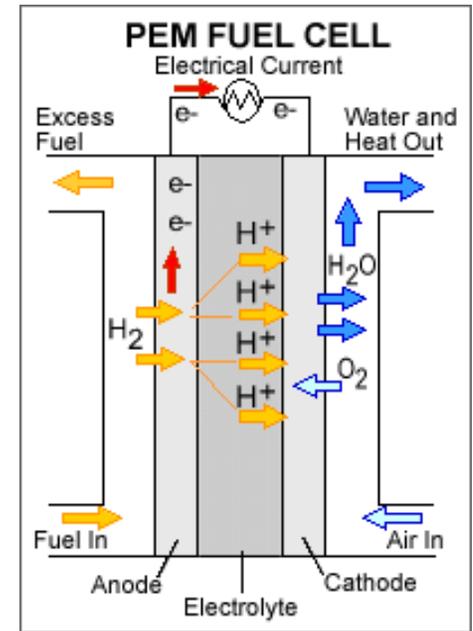
SIA

SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS
DE L'AUTOMOBILE

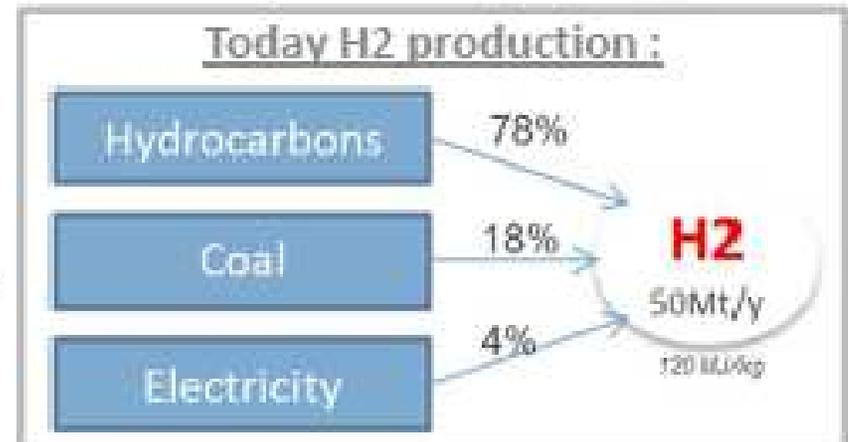
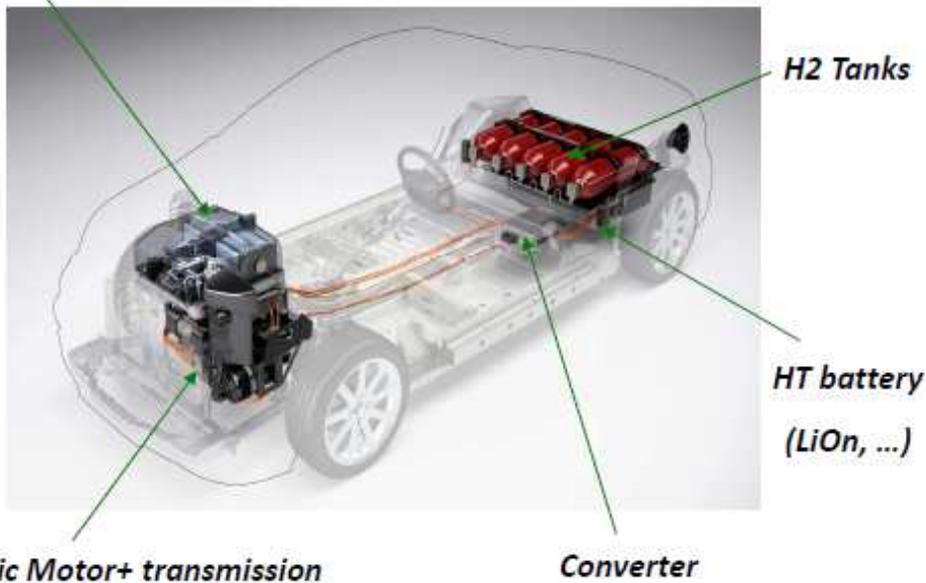
Annexes

FCEV

- Zero Emission Vehicle (ZEV): $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + e^-$
- Various Well to Wheel performance from 0 to more than an ICE \rightarrow global energy management to arise
- Product maturity ~ lab (except Toyota?) \rightarrow opportunity around 2030



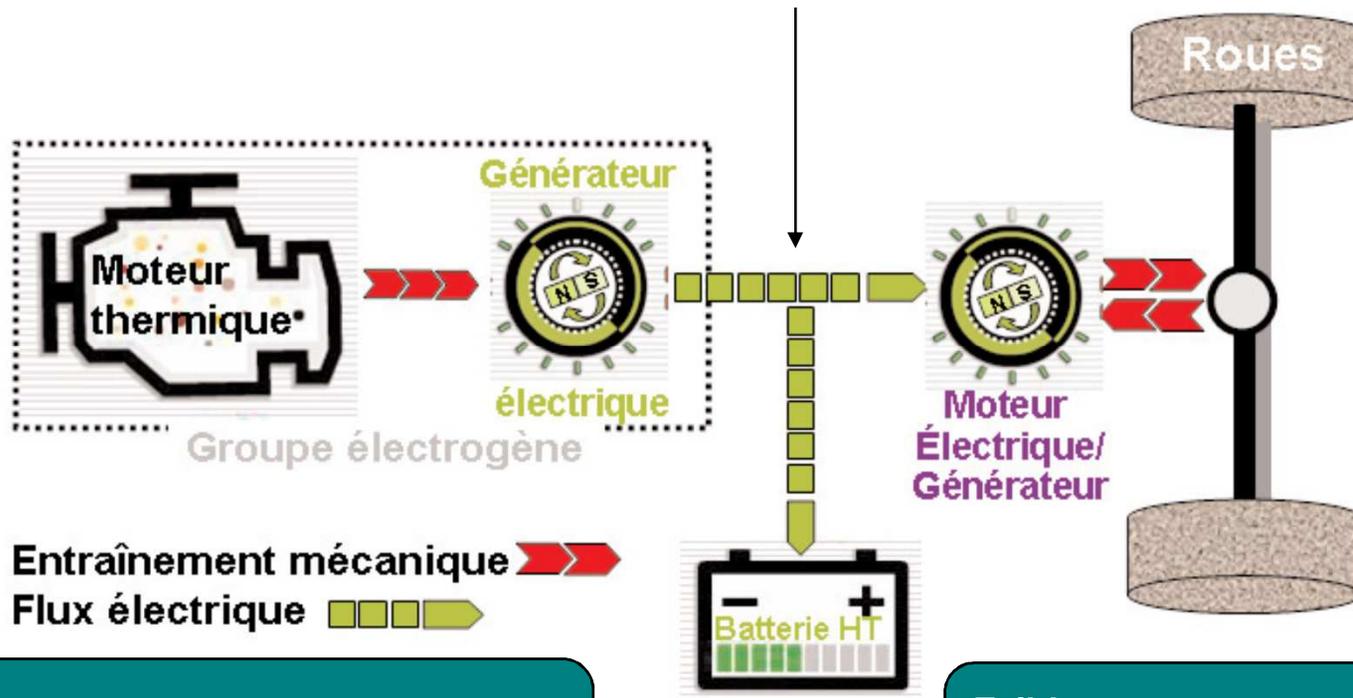
Fuel Cell System



Hybride série ou parallèle?

Hybride série

Addition des puissances sous forme électrique



Forces:

- Prestations électriques
- Emission
- Agrément de conduite

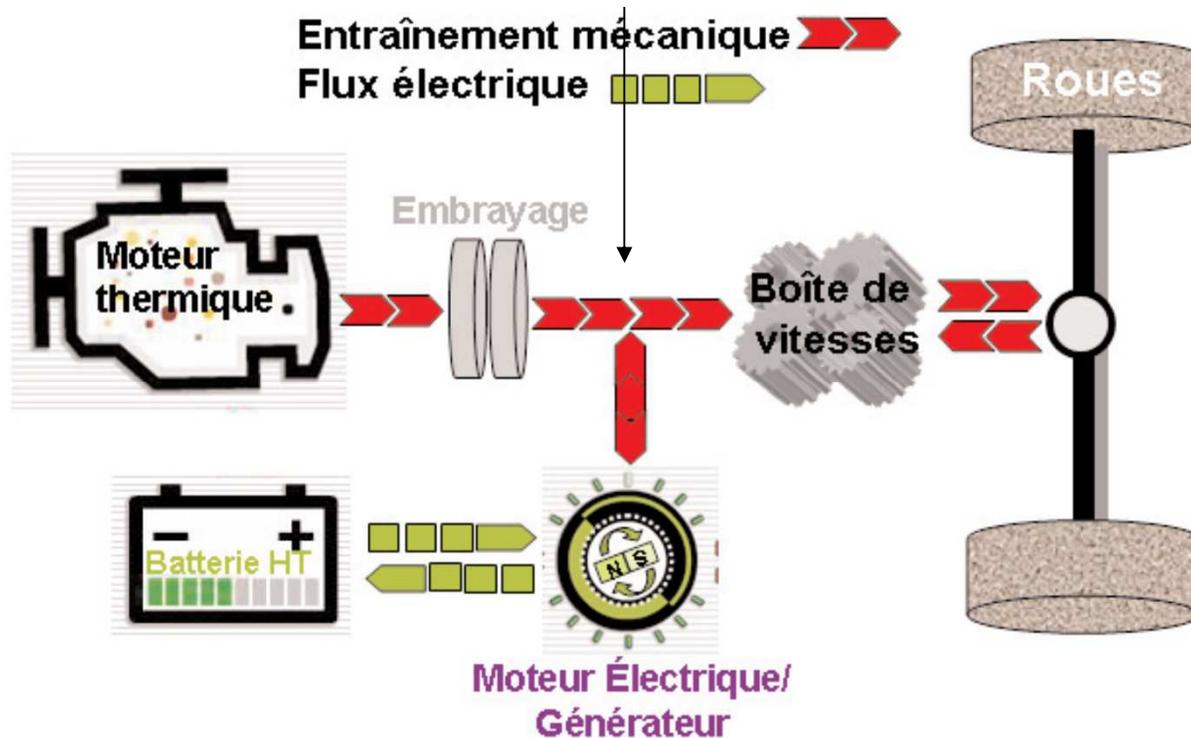
Faiblesses

- Coûts
- Performances globales
- Rendement

Hybride série ou parallèle?

Hybride parallèle

Addition des puissances sous forme mécanique



Forces

- Polyvalence
- Rendement et consommation
- Synergies industrielles et dimensionnement

Faiblesses

- Complexité du design
- Nombreuses solutions (presque) aussi séduisantes les unes que les autres