



Veille des innovations **et tendances technologiques au Mondial 2016**

7 octobre 2016



Veille des innovations et tendances technologiques au Mondial 2016

Deux défis majeurs poussent à une mutation profonde de l'automobile : la réduction des émissions de CO₂ et l'automatisation de la conduite. Le Mondial 2016 est une vitrine de ce bouleversement et ses organisateurs parlent de troisième révolution automobile. De nombreuses premières mondiales ou européennes sont ainsi attendues. Certaines d'entre elles ont déjà intégré des innovations visibles sur les stands des constructeurs ou des équipementiers.

1 LA COURSE À LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂

1.1 LA TRACTION ÉLECTRIQUE À BATTERIE

- Une dizaine d'offres en Europe hors programmes « autopartage », de nombreux projets en cours et beaucoup d'annonces pour le moyen terme avec des autonomies de 600 km
- Baisse du coût des batteries (600 \$/kWh, aujourd'hui 400 \$/kWh, objectif 200 \$/kWh)
- Baisse du coût des moteurs électriques et de l'électronique de puissance

Les baisses de coût entraînent une course à l'autonomie (cycle NEDC) :

- Nissan Leaf : 30 kWh, 250 km
- BMW i3 : 33 kWh, 300 km
- Renault Zoe : 41 kWh, 300 km
- Opel Ampera-e : 60 kWh, 500 km
- Hors compétition → Tesla Model S P100D : 100 kWh, 613 km

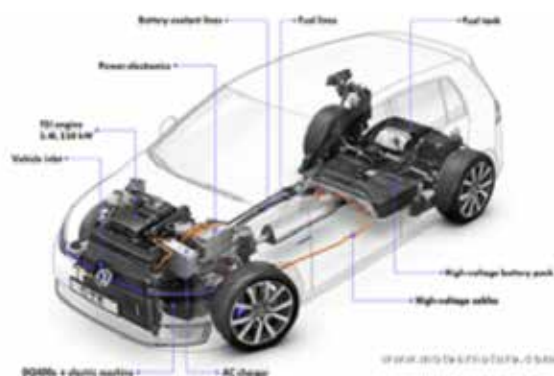
- Évolution de la performance des batteries lithium-ion : couramment entre 100 et 150 Wh/kg, record pour la Kia Soul avec 200 Wh/kg !
- Absence de Toyota et Honda expliquée par leur offre à hydrogène



1.2 L'HYBRIDATION

- Hybridation abordable 48 V avec alterno-démarrreur à venir : baisse des émissions de près de 6 % en cycle NEDC et jusqu'à 15 % en cycle réel
- Généralisation des mild-hybrides et full-hybrides : le montage le plus courant est un moteur électrique et d'un embrayage à la place du convertisseur de couple dans la transmission automatique ou en aval d'un des embrayages des DCT
- Une dizaine d'offres d'hybrides rechargeables : 30 à 120 km d'autonomie, véhicules issus de leur version hybride avec ajout de capacité de batterie, d'un chargeur et renfort du moteur électrique et de l'électronique de puissance

Toyota Prius rechargeable : son toit solaire peut allonger l'autonomie électrique de 5 km par jour de beau temps !



1.3 LA TRACTION ÉLECTRIQUE À HYDROGÈNE

- Quelques offres « commercialisées » : Toyota Mirai, Honda FCX Clarity, Hyundai ix35 FCEV
- Autre application : extension d'autonomie (ex. : Symbio FCell)
- Améliorations de la pile à combustible : plage de température, coût, transitoires, rendement
- Incertitudes sur l'hydrogène : production, distribution, stockage
- Concurrencés par les progrès des véhicules à batteries → solutions pour les véhicules lourds ou/et nécessitant une grande autonomie

1.4 LE MOTEUR DIESEL

Le moteur diesel continue de progresser malgré les contraintes de dépollution

| | BMW 525 TDS | Renault Laguna 2.2 dCi | Renault Talisman 1.6 dCi 160 | Estimation Non hybride |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Année | 1995 | 2003 | 2015 | 2020 |
| Cylindrée | 2.5 l | 2.2 l | 1.6 l | 1.5 l |
| Puissance | 143 ch | 150 ch | 160 ch | 160 ch |
| Puissance spécifique | 57 ch/l | 68 ch/l | 100 ch/l | 107 ch/l |
| Couple | 260 Nm 2 200 tr/min | 320 Nm 2 000 tr/min | 380 Nm 1 750 tr/min | 400 Nm 1 200 tr/min |
| Poids | 1 480 kg | 1 490 kg | 1 593 kg | 1 400 kg |
| Consommation mixte NEDC | 6,9 l/100 km | 6,3 l/100 km | 4,5 l/100 km | ? |
| Norme | Euro 1 | Euro 4 | Euro 6b | Euro 6d/7 |

- Des applications de double turbo en étage de plus en plus nombreuses (ex. : Renault 1.6 dCi 160 ch)
- Déploiement en cours du compresseur électrique, notamment Valeo, pour le « downspeeding » (couple maxi 1200 tr/ min)
- Des pressions d'injection de plus en plus élevée : couramment 2 000 bars, quelques cas à 2 200 bars, 2 500 et 3 000 bars en développement, trous d'injecteur plus petits
- Plus de capteurs : combustion et injecteurs, voire capteur de masse de particules
- Pistons en acier
- Des rapports volumétriques qui remontent : entre 14 et 16 :1 en Euro 5 pour réduire les NOx, entre 16 et 17 :1 en Euro 6 car les NOx peuvent être traités après la combustion.
- Arrivée de SCR (ou SDPF) : SCR plus FAP
- Sur véhicules lourds : SCR plus piège à NOx



Si la part de véhicules diesel est en baisse, ce moteur conservera un avantage en émissions de CO₂ de 15 à 20 % et sera encore privilégié sur les voitures lourdes et à fort kilométrage.

RAPPEL DES NORMES :

| Date | Norme | Procédure | Limites RDE |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|
| Septembre 2014 | Euro 6b | NEDC | - |
| Septembre 2017 | Euro 6d-Temp | WLTP ? RDE | (80 g/km) x 2,1 |
| Janvier 2020 ? | Euro 6d ou Euro 7 | WLTP ? RDE | (80 g/km) x 1,5 ? |

1.5

LE MOTEUR ESSENCE

Le moteur essence continue de progresser en puissance spécifique et en efficacité

| | Peugeot 306 1.8 | Peugeot 307 1.6 | Peugeot 308 1.2 | Estimation Non hybride |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Année | 1999 | 2007 | 2015 | 2020 |
| Cylindrée | 1,8 l | 1,6 l | 1,2 l | 1,1 l |
| Puissance | 110 ch | 109 ch | 110 ch | 90 ch |
| Puissance spécifique | 61 ch/l | 68 ch/l | 92 ch/l | 82 ch/l |
| Couple | 155 Nm 4 250 tr/min | 147 Nm 4 000 tr/min | 205 Nm 1 500 tr/min | 240 Nm 1 200 tr/min |
| Poids | 1 095 kg | 1 360 kg | 1 155 kg | 1 000 kg |
| Consommation mixte NEDC | 7,8 l/100 km | 7,4 l/100 km | 4,6 l/100 km | ? |
| Norme | Euro 2 | Euro 4 | Euro 6b | Euro 6d/7 |

- Le turbocompresseur atteint sa limite en pression de suralimentation et plage d'utilisation : développement du compresseur électrique (notamment Valeo)
- Collecteur d'échappement intégré dans la culasse et refroidi
- Injection d'eau (Bosch) pour réduire la température à l'échappement
- Taux d'EGR de plus en plus élevé pour réduire le pompage et le cliquetis, mais difficultés d'allumage
- Refroidissement : 100°C bas moteur (frottement) et 80°C haut moteur, pistons refroidis par galerie

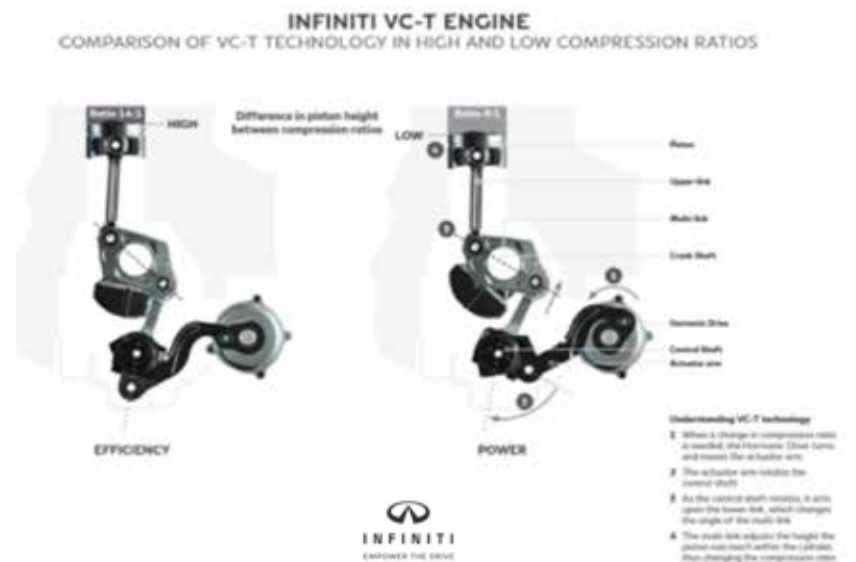
- Allumages plus puissants : mélange pauvre et d'EGR
- L'allumage par compression toujours en étude (HCCI, GDCI)
- Cycles Atkinson et Miller (plus seulement réservé aux véhicules hybrides grâce aux déphaseurs d'arbre à cames grand angle)
 - Contrainte : émissions de particules des moteurs à injection directe en cycle WLTP et surtout en test RDE : Injection 350 bars, trous d'injecteur encore plus petits, filtre à particules

Rapport volumétrique variable :

nombreux projets constructeurs annoncés

Première application par Infiniti :

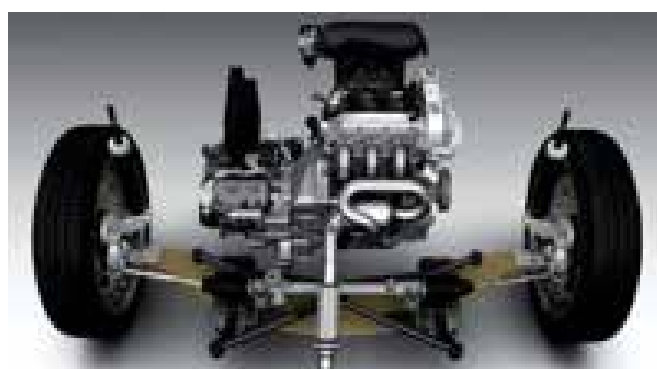
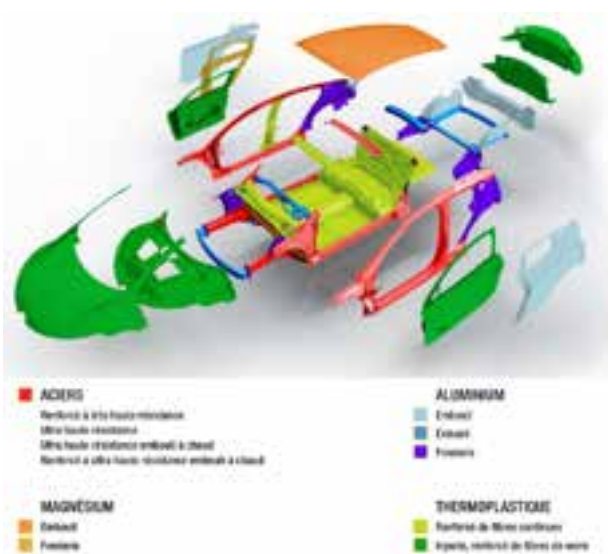
(entre 8 :1 en puissance maxi et 14 :1 pour un rendement optimal à faible charge)



1.6 L'ALLÈGÈMENT

Différentes études montrent qu'un abaissement de 100 kg génère une diminution des émissions de CO₂ de 8 à 10 g/km.

- Caisse en blanc : la tendance n'est pas l'acier **ou** l'aluminium mais l'acier **et** l'aluminium
 - Énorme progrès des aciers UHLE, jusqu'à 1 500 MPa, rapport Re/densité de 190 MPa (1 500/7,8) contre 130 MPa (350 MPa/2,7) pour l'aluminium
 - Mais les tôles d'acier sont limitées en épaisseur et les pièces de fonderie d'aluminium sont aussi plus compétitives
 - Donc emploi du bon matériau selon les contraintes de la caisse
- Ouvrants en aluminium ou polymères, hayon en polymère
- Développements à venir : plancher en polymère sur caisse en acier (Plastic Omnium/PSA annoncé en 2020, Faurecia)
- Intégration de renforts en fibre de carbone (ex. : renfort de caisse BMW Série 7, traverse de planche de bord Faurecia)
- Ressorts en composite, lame/suspension en composite



En haut, lame de suspension avant sur le prototype Peugeot 208 HybridF

A gauche, Renault Eolab

1.7 LES PNEUMATIQUES ET L'AÉRODYNAMIQUE

- 20 % de la résistance à l'avancement dus aux pneumatiques
- **Pneus à faible résistance au roulement : 12 kg/t/1980, 6 à 7 kg/t actuellement**
- Réduction du Cx : habillage soubassement, calandre active, bossages linéaires dans les passages de roue, bras de suspension, spoiler avant actif, refroidissement freins actif
- Quelques valeurs de Cx sur le segment C : 0,26 couramment, 0,25 / Toyota Prius, 0,23 / Mercedes CLA, 0,22 / Mercedes CLA BlueEfficiency



2

VERS DES VOITURES DE PLUS EN PLUS AUTONOMES

Deux objectifs s'affrontent sur le marché : les aides à la conduite (niveaux 1 à 4) et le tout autonome (niveau 5).

2.1

AIDES À LA CONDUITE OU VOITURES AUTONOMES ?

80 à 90% des accidents sont dus à des erreurs humaines. Les assistances de conduite s'immiscent peu à peu dans l'automobile pour compenser les manques de vigilance ou de capacité de conduite :

| Démocratisation des systèmes | Niveau 1 Assisté | Niveau 2 Autonomie partielle | Niveau 3 Autonomie conditionnelle | Niveau 4 Autonomie élevée | Niveau 5 Autonomie totale |
|------------------------------|---|---|--|---|--|
| | Yeux ON Mains ON Aide longitudinale ou latérale | Yeux ON Mains OFF 10 s Surveillance continue par le conducteur | Yeux ON Mains OFF 10 s Conducteur prêt à intervenir en cas d'alerte | Sans surveillance dans situations définie | Possible sans conducteur |
| Actuellement | Stationnement semi-automatique Régulateur vitesse auto. Freinage urgence auto. Maintien en ligne | | | | Navettes sur voies privées et dédiées |
| 2016-2020 | | Stationnement auto. Conduite automatique dans les bouchons et sur autoroutes Stationnement télécommandé | Aide à l'évitement d'urgence Conduite automatique dans les bouchons Conduites automatique sur autoroutes | | |
| 2018-2025 | | | Roulage en parking avec télécommande | Conduite autonome : → autoroute → voies rapides → intersections → ville | Parking |
| 2021 ? 2025 | | | | | Navette autonome sur voies publiques Taxi |

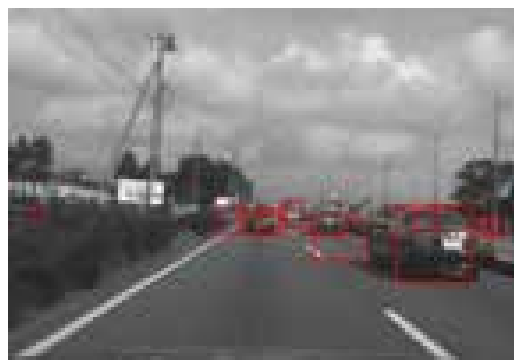
- Les constructeurs sont généralement sur une stratégie d'entrée progressive des aides à la conduite
- Les nouveaux acteurs, essentiellement pour des services, se focalisent sur des taxis en conduite totalement autonome pour ne plus avoir de chauffeurs : Google, Uber, Baidu et nombreuses start-ups (LeSEE, Lyft, nuTonomy, etc.)
- Les navettes totalement autonomes sont déjà commercialisées dans des lieux privés : Ligier EasyMile, AKKA Link&Go, Navya, AutoNOMOS, Zoox, etc.
- La conduite autonome intéresse aussi le monde des poids lourds

2.2

LES TECHNOLOGIES NÉCESSAIRES

Capteurs

- **Radar** : absolument nécessaires, ondes millimétriques, mesure de distance sur une grande portée ou/et large angle
- **Caméra** : absolument nécessaires, reconnaissance d'images (piéton, panneaux, obstacles, etc.), limites connues (portée, soleil, pluie, neige, nuit)
- **Lidar** : capteur abordable, principalement pour surveillance périphérique mi-distance (surveillance angles morts, sortie de stationnement, etc.)
- **Laser-scanner** : Lidar à balayage, absolument nécessaire car capteur très performant, leader Valeo
- **Capteur ultrason** : capteur abordable, principalement pour surveillance périphérique courte-distance (aide au stationnement)



Cartographie

- Cartographie numérique haute définition (précision accrue, pentes, trottoirs, objets distinctifs, etc.), HERE racheté par Audi/BMW/Daimler
- Cartographie par SLAM : apprentissage de l'environnement filmé par caméra

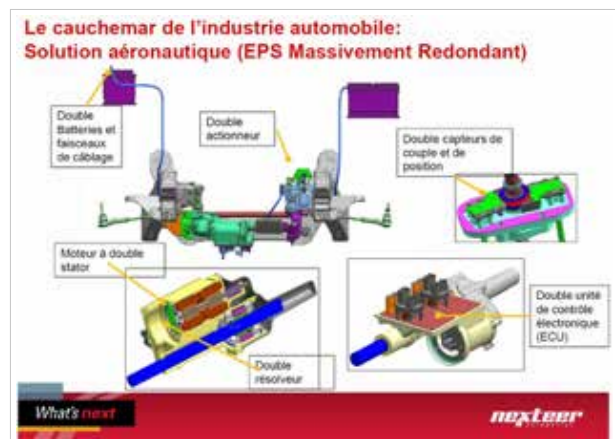
Autres technologies

- Calculateurs



2.3 LA REDONDANCE DE FONCTIONS

- **Capteurs** : triple redondance nécessaire avec des capteurs de technologie différente.
- **Freinage** : montée en pression accélérée pour le freinage d'urgence : 300 ms entre la commande de freinage et la décélération du véhicule au lieu de 800 ms, pompe à 6 pistons au lieu de 2
- **Direction** : la direction électromécanique n'est plus une assistance mais un actionneur principal, redondance moteur et électronique, déconnection de la colonne (by-wire)



2.4 LA CONNECTIVITÉ / VÉHICULES AUTONOMES

- La communication entre véhicules (V2V) pour alerter, avec les infrastructures, avec la maison, etc.
- La cybersécurité

2.5 LES NOUVEAUX EN JEUX

- Mutations des modes de transport ? Service de transports multimodaux ? Défi pour les constructeurs ?
- Mutation des modes de vie : « Ubérisation » des services ?

2.6 HABITACLE

- Peut-être la direction « by-wire »
- N.B. : le combiné écran remplace les traditionnels compteurs à aiguille



LUTB

- Concevoir, depuis la recherche jusqu'à la mise en œuvre, des systèmes de transport collectif de personnes et de marchandises en milieu urbain.

www.lutb.fr



RAAC

- Renforcer le réseau de fournisseurs performants de technologies pour le véhicule de demain.

www.automotive-cluster.fr



LUTB-RAAC

c/o CCI Lyon, Place de la Bourse, 69289 Lyon Cedex 02
Contact : + 33 (0)4 72 40 57 00

Membre de la



Fondé par :



Soutenu par :

