

# ***Arts et Métiers***

***Paris, 15 juin 2009***



# ***Motorisation et/ou suspension dans les roues pour véhicules électriques / hybrides***





***"Par choix ou par déflagration,  
notre économie devra se  
décarboner"***

***Achim Steiner, Directeur Exécutif du PNUE***

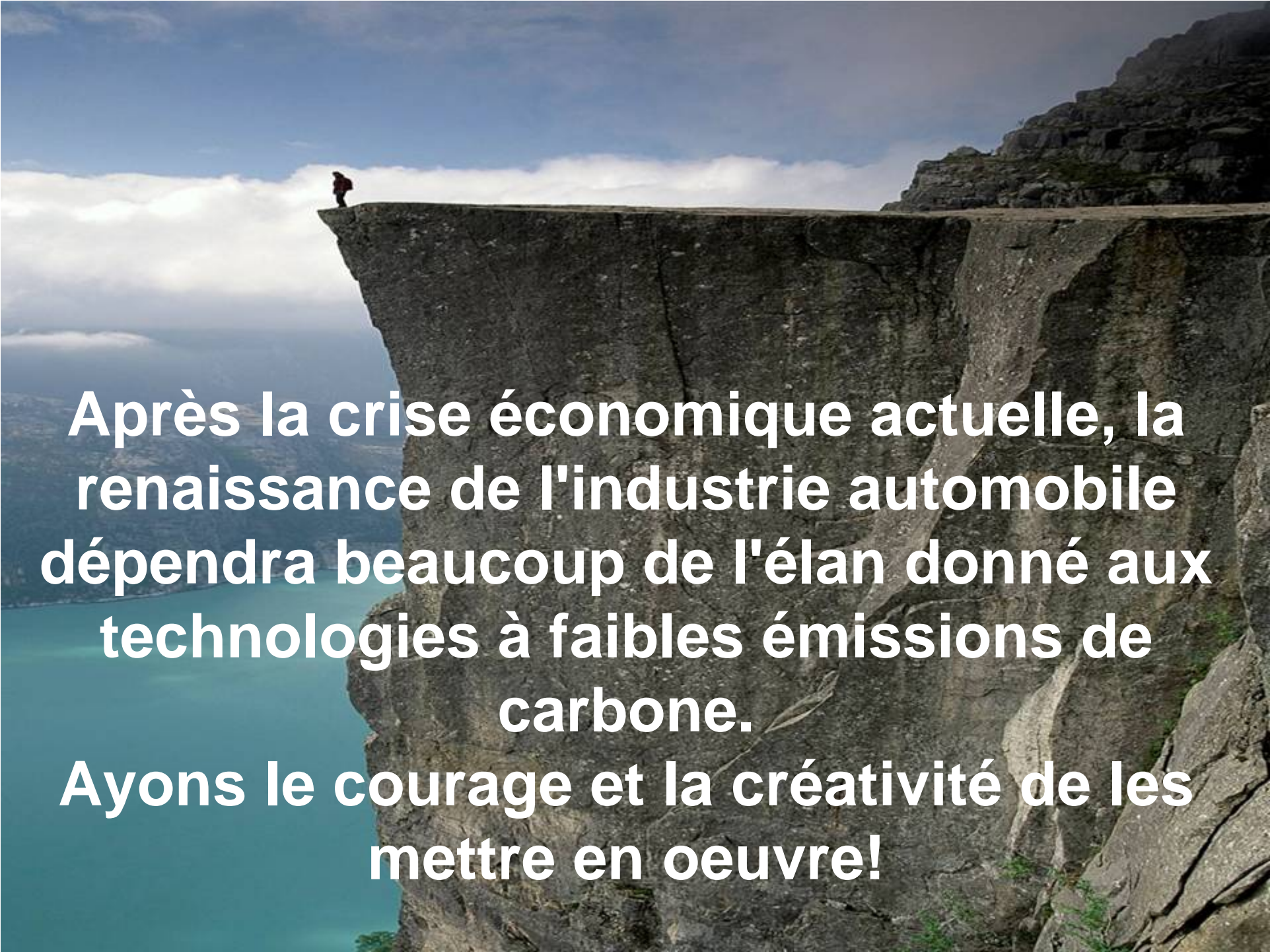
# ***1ère option !***





# 2ème option !



A photograph of a person standing on the edge of a massive, dark rock cliff. The cliff face is steep and textured, with some small plants growing on it. In the background, there is a body of water and a sky with scattered clouds. The overall scene conveys a sense of scale and risk.

**Après la crise économique actuelle, la  
renaissance de l'industrie automobile  
dépendra beaucoup de l'élan donné aux  
technologies à faibles émissions de  
carbone.**

**Ayons le courage et la créativité de les  
mettre en oeuvre!**



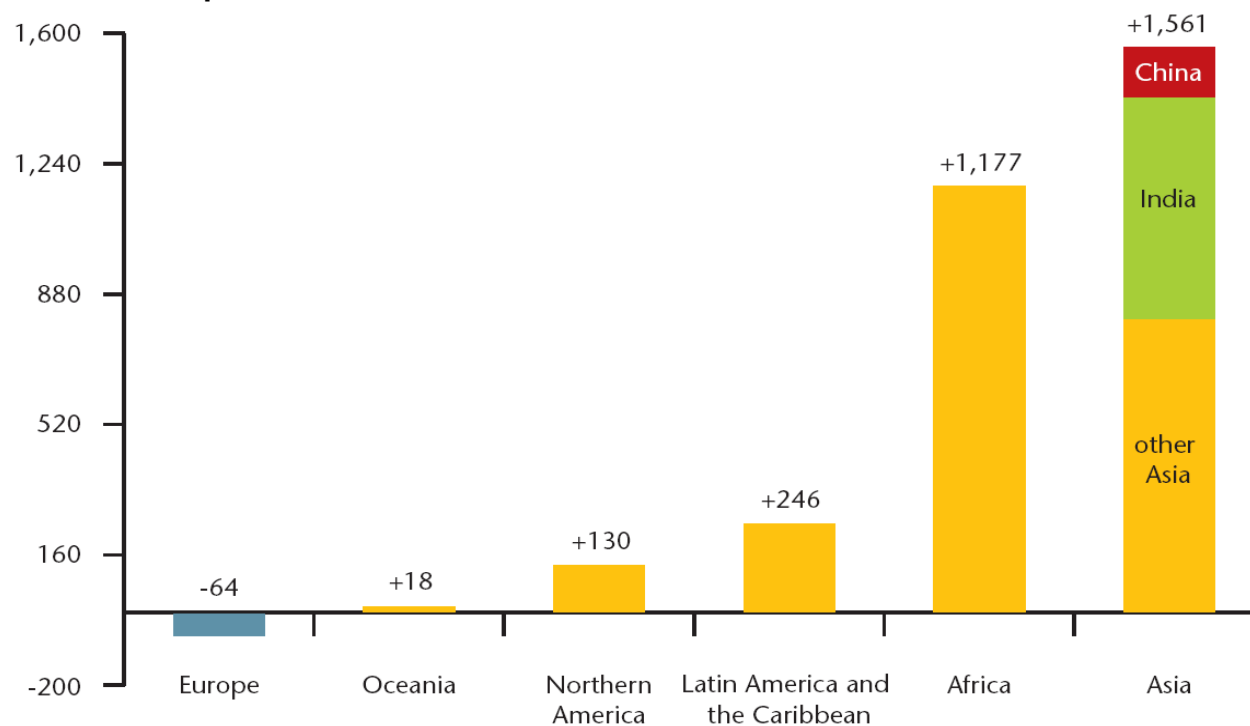
# ***Le monde à bâtir (2050) est très différent de celui d'aujourd'hui***



- très forte concentration urbaine (70%), qui gagne particulièrement en Asie et en Afrique,
  - nécessité de réduire notre dépendance vis-à-vis des énergies fossiles pour garantir nos approvisionnements énergétiques et réduire la surconcentration de GHG dans l'atmosphère.
- ➔ Le transport diffèrera grandement du nôtre.

# I- Evolution démographique (estimation à 2050)

(en millions de personnes)

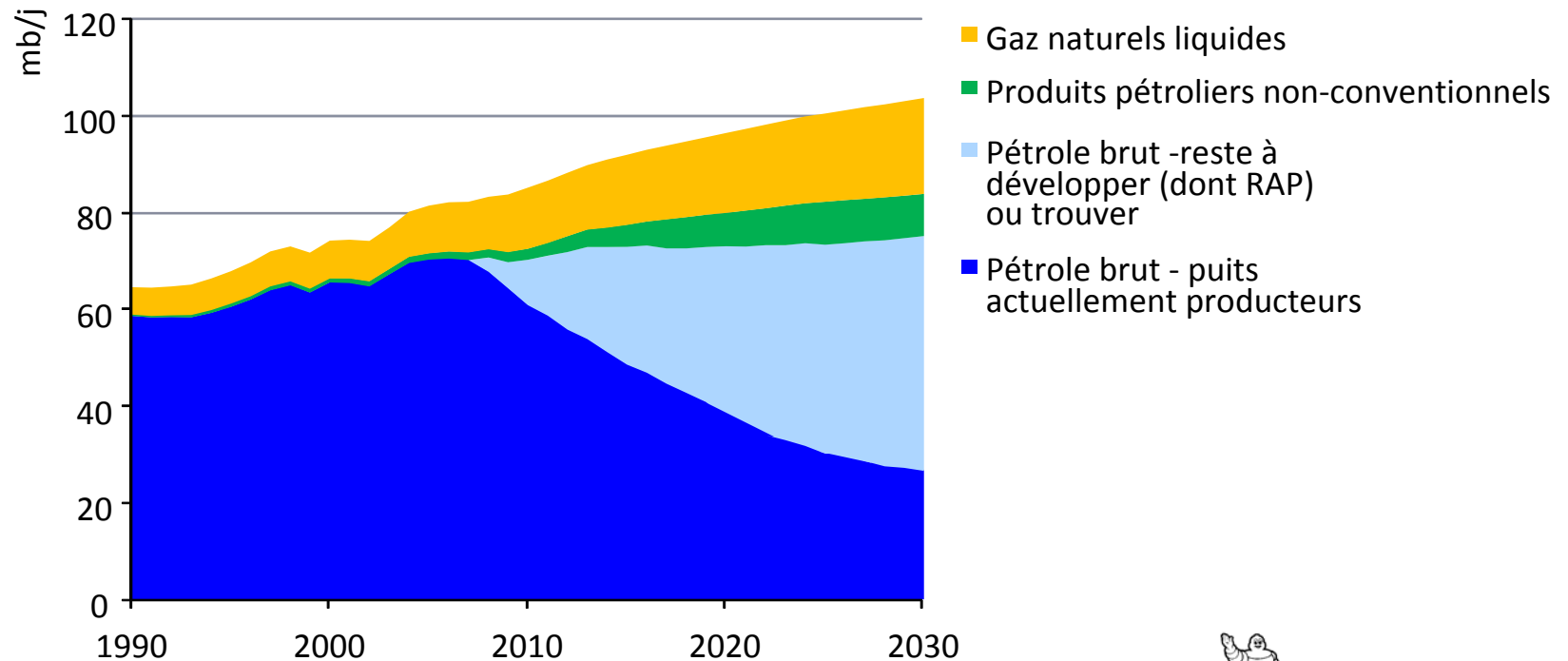


Source: UN world population prospects, 2006 revision



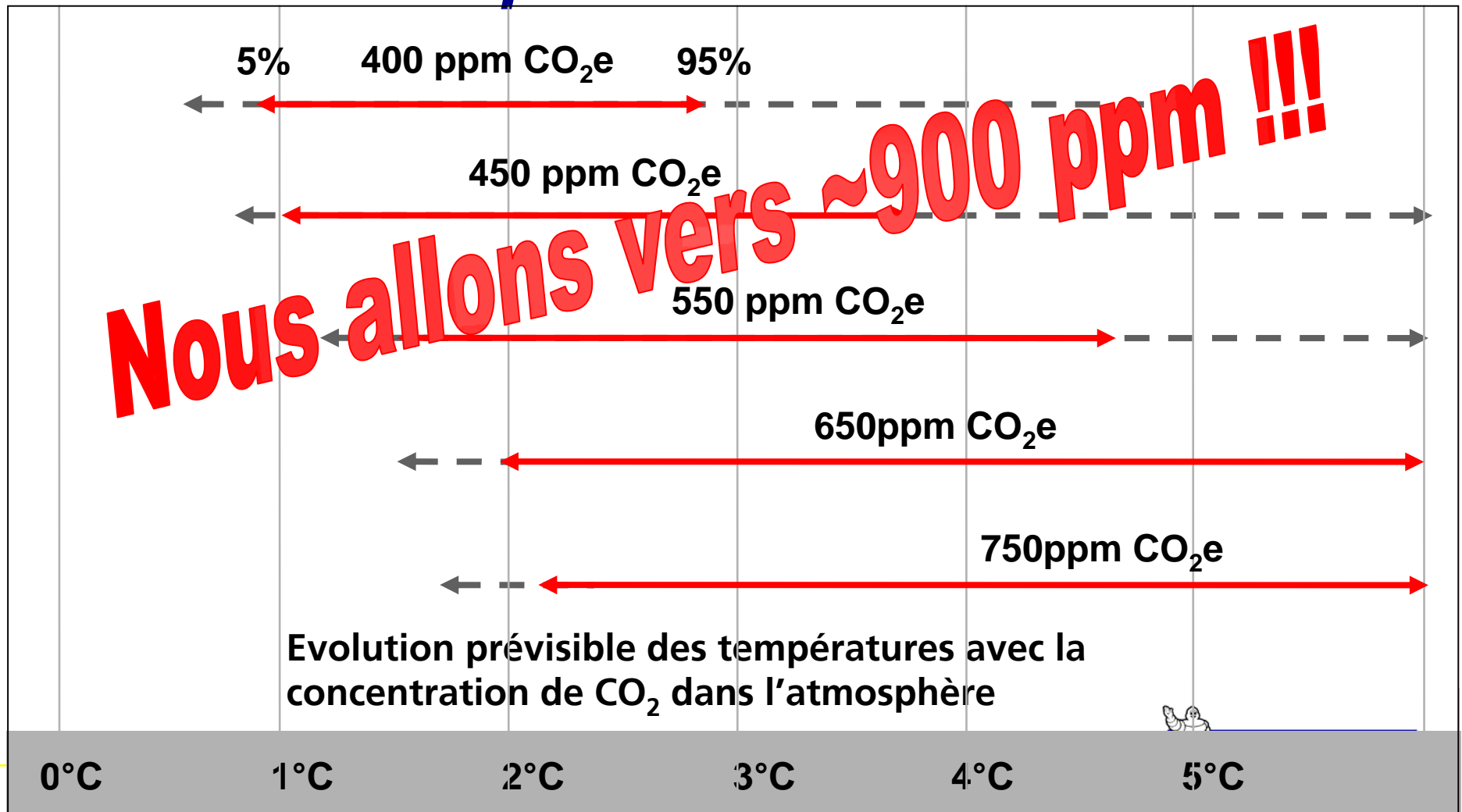
# II- Pétrole

- a) « Le pétrole bon marché, c'est fini! »  
Nobuo Tanaka (Directeur Exécutif de l'AIE)**
- b) Une valorisation économique du CO<sub>2</sub> est  
inéluçtable.**



# III- Climat

**Il faut impérativement stabiliser la concentration de CO<sub>2</sub> eq. à 450 ppm pour tenter de limiter l'augmentation moyenne de la température de 2°C...**



# **V- Lassitude des consommateurs**

**Les voitures sont de plus en plus perçues comme une nuisance et le pétrole comme une source de conflits**



**M. Ban Ki Moon : Secrétaire Général des Nations Unies  
(Premier débat du Conseil de Sécurité des Nations Unies sur le changement climatique - 17 avril 2007)**

**« On sait déjà qu'un accès limité à l'énergie est un puissant générateur de conflits.**

**Les changements climatiques qui affectent notre planète risquent d'exacerber les risques. »**

**« Sans prise en compte sérieuse de l'environnement, il n'y a pas d'avenir pour l'industrie automobile. »**



**M. Katsuaki Watanabe:**  
**PDG Toyota**





# ***Bonne nouvelle: la situation n'est pas bloquée !***



***La dernière édition du Challenge l'a confirmé : diviser par deux la consommation réelle d'énergie des véhicules est possible. Diviser par plus de 2 les émissions de CO<sub>2</sub> d'un véhicule est parfaitement faisable***



# « Le futur de l'automobile est électrique » (Shanghai, 15 novembre 2007). M. Hiroyuki Watanabe: Directeur de la R&D, Toyota



Arrêt/Marche    Micro Hybride Faible    Hybride Faible    Hybride absolu    Hybride Plug-In    Electrique absolu

12V    100V

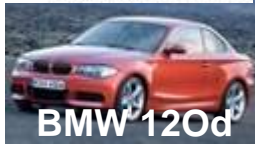


**HITACHI**



**BOSCH**

Invented for life



2010  
**Continental**

S-Klass



**HONDA**



**TOYOTA**



+ Commande électrique

+ Prise de force électrique

**Motorisation assistée???**

+ Récupération d'énergie cinétique

Arrêt/Marche

12 Volts  
 3 kW

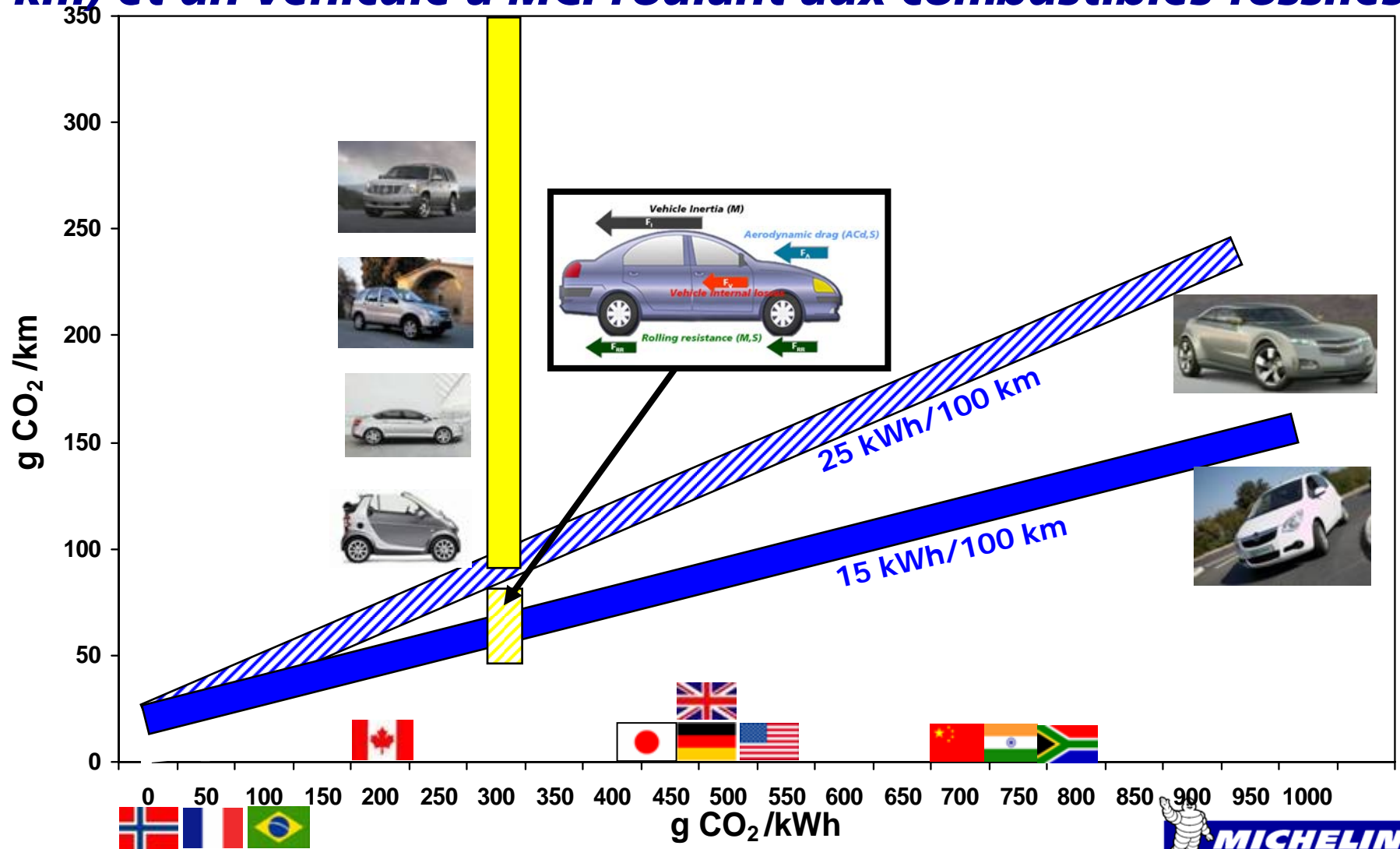
12- 36 Volts  
 8 kW

12 - 100 Volts  
 15 kW

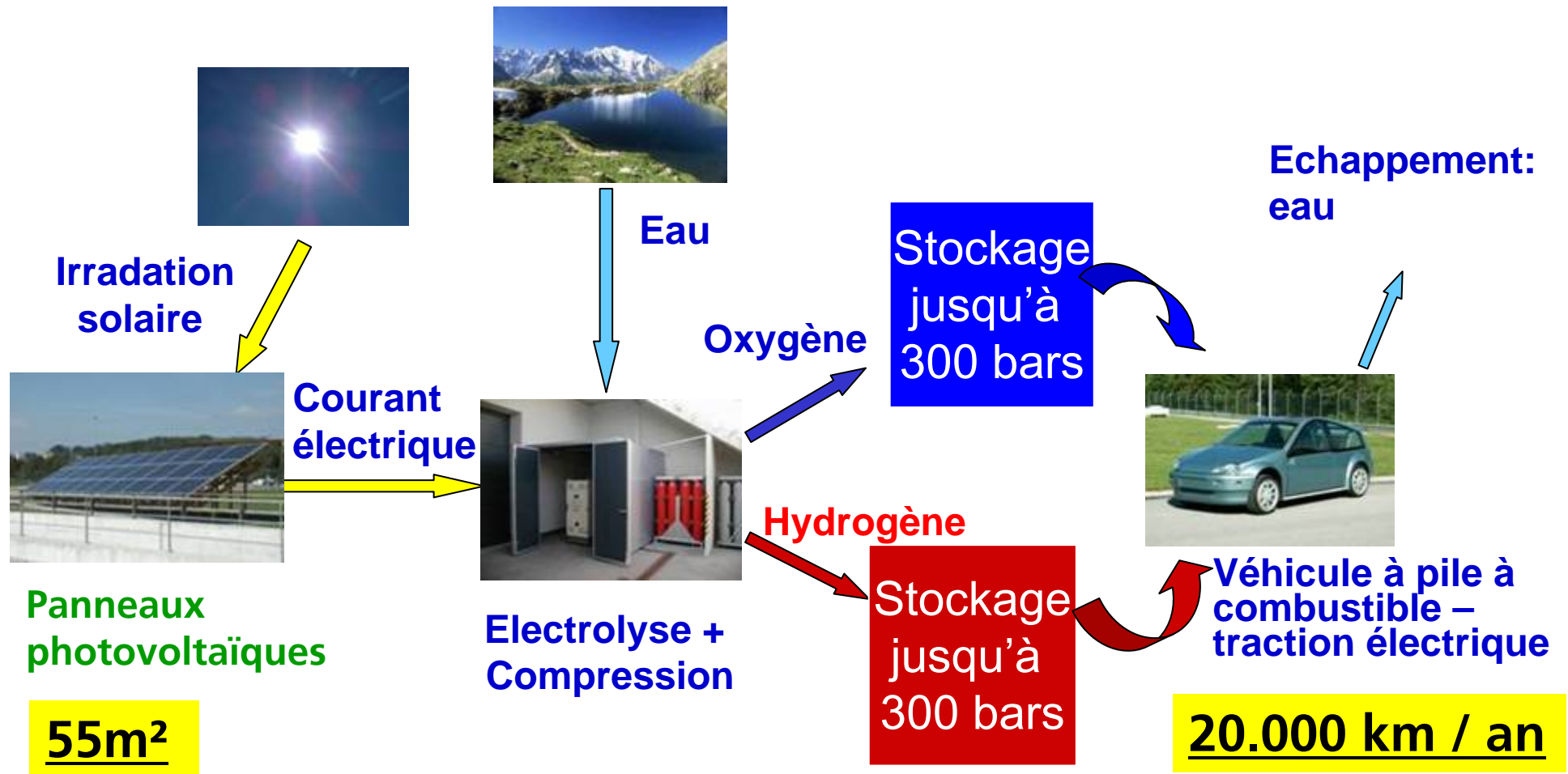
300 Volts  
 30-50 kW  
 <2kWh

600 Volts  
 50-80 kW  
 Li+: 5 - 40kWh

# La traction électrique est pertinente dans de nombreux cas: Comparaison globale d'émissions de CO<sub>2</sub>/km "du puit à la roue" entre un véhicule électrique (15 kWh ou 25 kWh/100 km) et un véhicule à MCI roulant aux combustibles fossiles

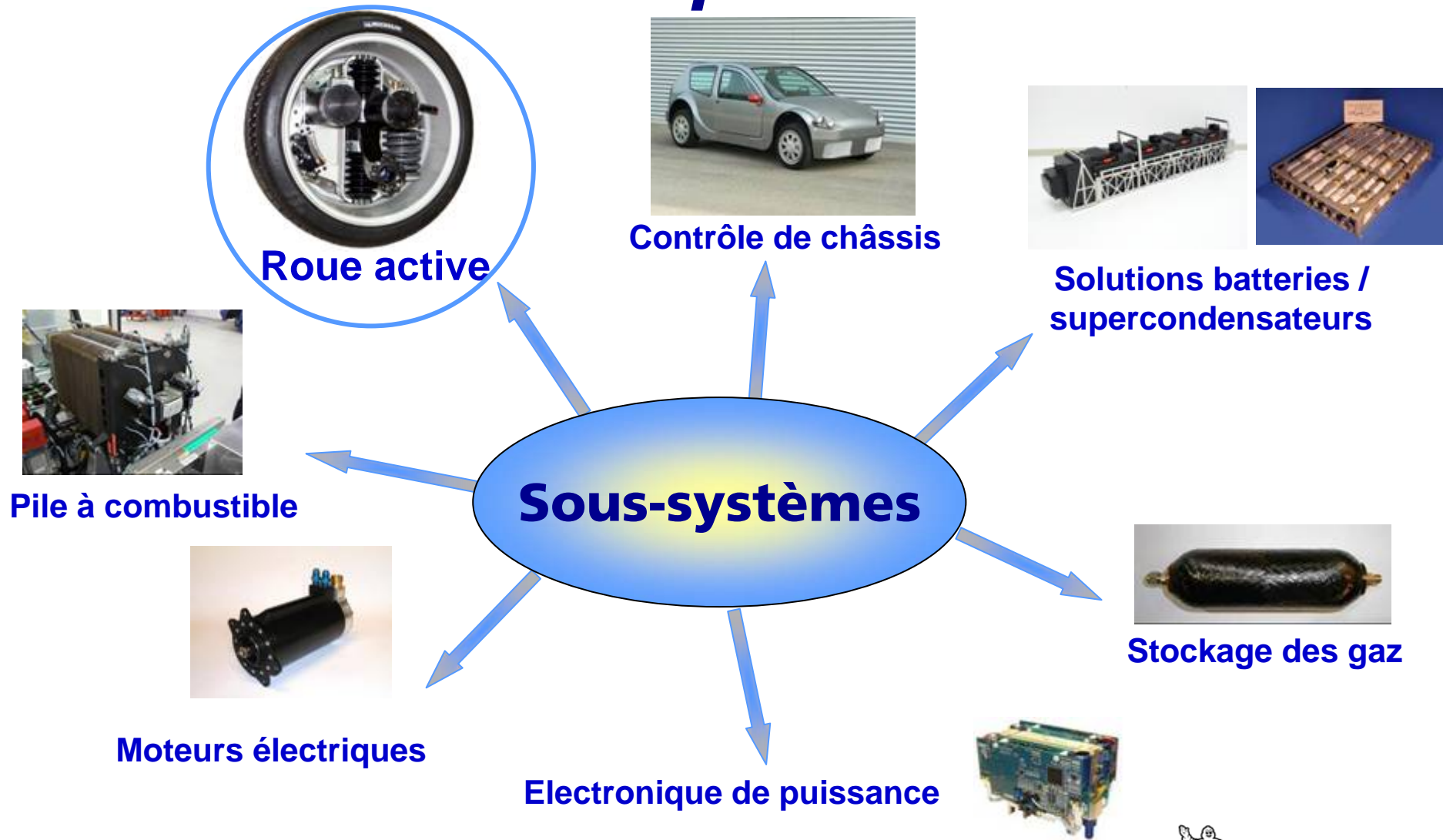


# Les sources délocalisées d'énergie pourraient jouer un rôle intéressant.





# Les sous-systèmes de mobilité électrique travaillés par Michelin



# Active Wheel (1)

**Moteur de traction électrique (30 kW, 7 kg)**

**Moteur de suspension électrique**

**Etrier de frein**

**Ressort**

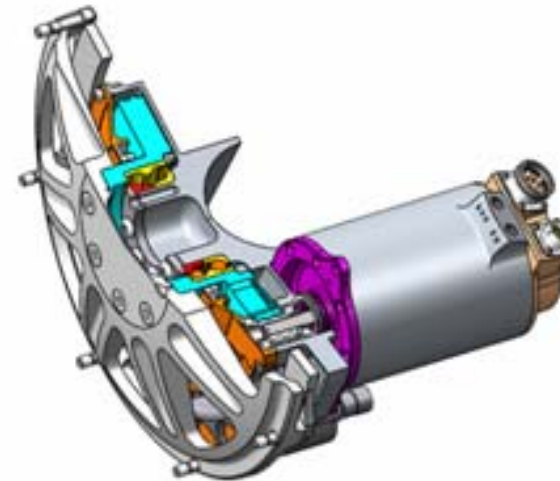
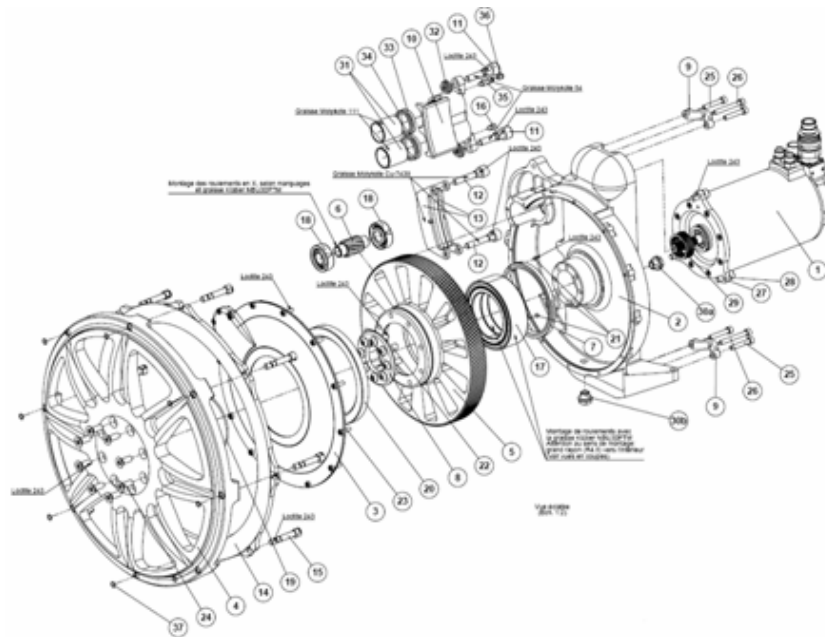
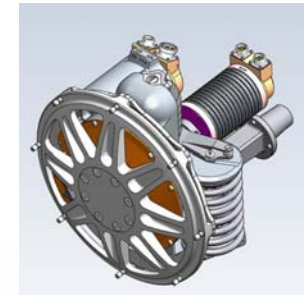
**Disque de frein**

**Suspension active dans la roue**



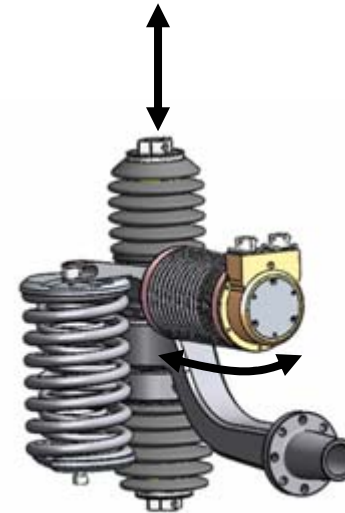
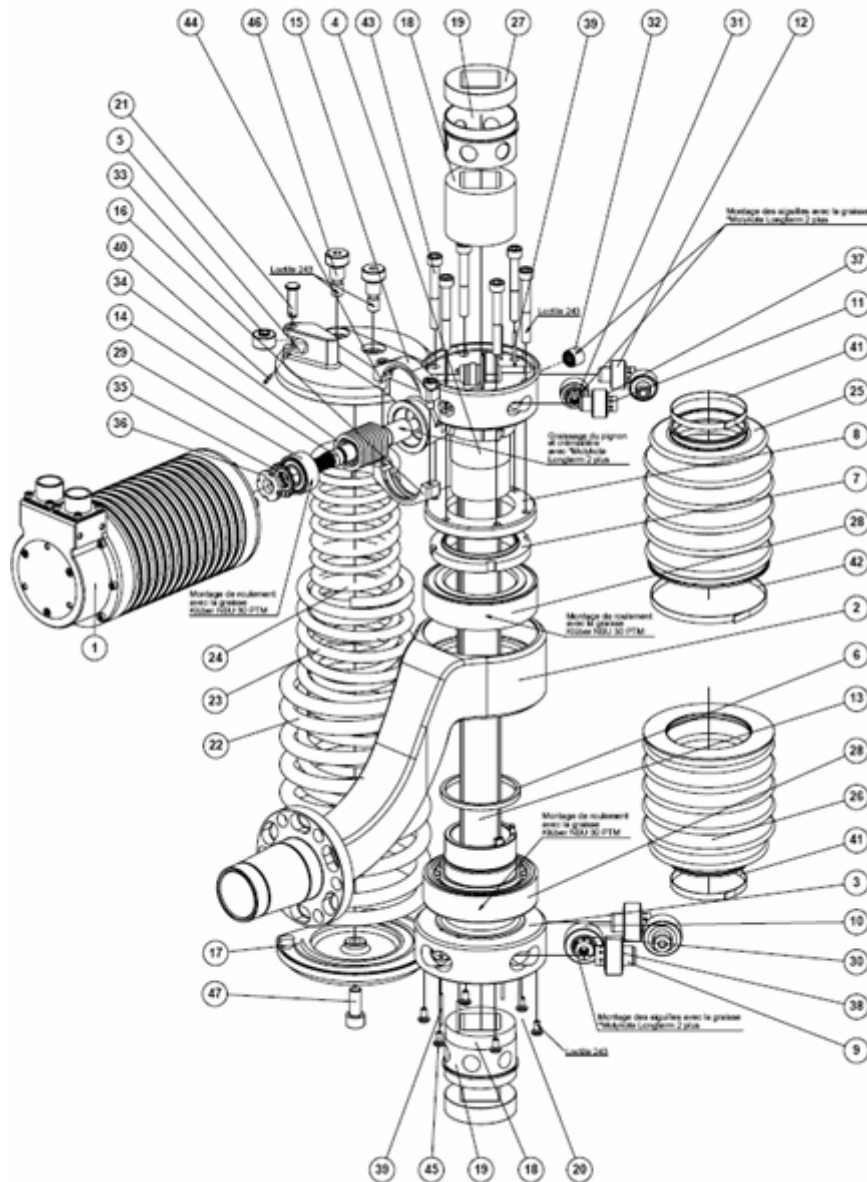
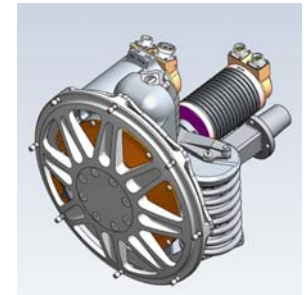
**Masse non suspendue : 32kg**

# Active Wheel (2)



- **Traction moteur intégrée à la roue :**
  - **puissance continue : 30 Kwatt**
  - **puissance maximum : 60 Kwatt – 20 secondes**
  - **faible masse : 5 à 7 kg**
- **Contribution de la traction moteur au freinage (25%)**

# Active Wheel (3)

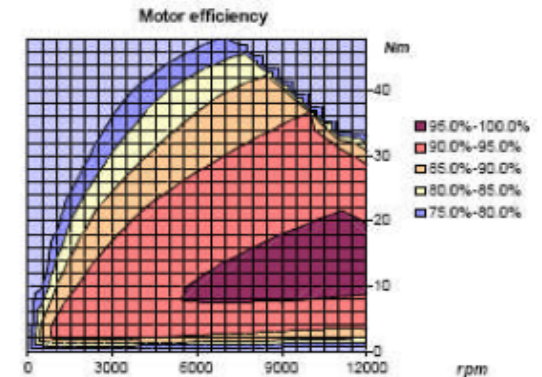


- Systeme de suspension actif :**
- course de la suspension : 180 mm (jante 17")**
- controle par moteur électrique**



# Moteurs électriques

- Moteurs à aimants permanents de haute performance
- Développements personnalisés



Moteur à refroidissement liquide – 12.000 rpm :

- Densité de puissance : 4 kW/kg (Puissance cont.)
- Couple/Masse : 3 Nm/kg (Couple cont.)  
6 Nm/kg (Couple max.)



Moteur à refroidissement à air – 12.000 rpm :

- Densité de puissance : 2 kW/kg (Puissance cont.)
- Couple/Masse : 1,5 Nm/kg (Couple cont.)  
6 Nm/kg (Couple max.)

# De nombreux avantages

## Design : de nouveaux degrés de liberté

- Simplification conceptuelle du véhicule (tout dans la roue)
- Ouverture pour nouveaux designs véhicules

## Confort :

- Suspension électrique active
- une masse non suspendue gardée à une valeur « traditionnelle »

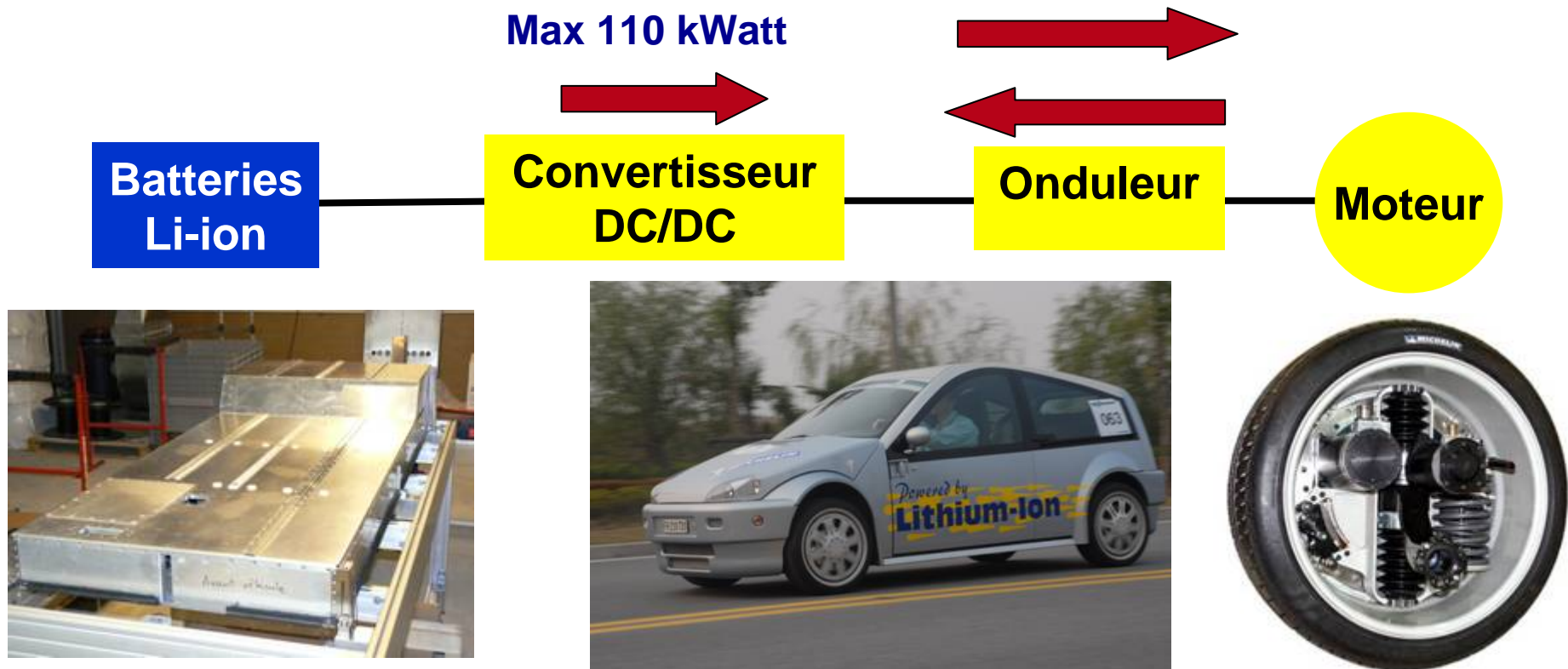
## Sécurité : Gestion Chassis Roulis - Tangage

## Performance :

- Allègement du véhicule
- Réduction de consommation énergétique



# Chaîne de traction électrique avec batteries



# Démonstrateurs

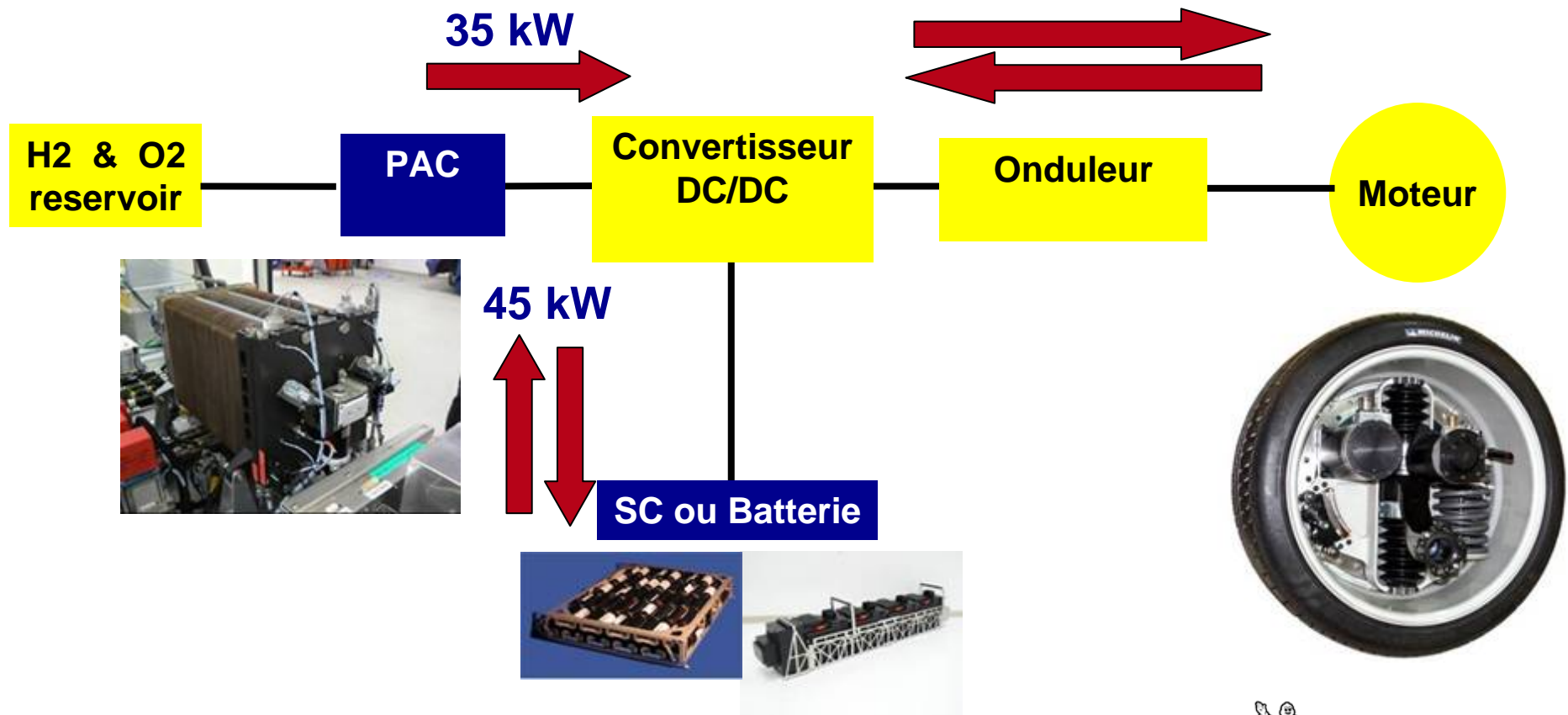
- **EV-Light: (2007)**
  - Véhicule électrique à batteries Li-ion 45 kWh
  - Autonomie 300 km
  - Vitesse 130 km/h
  - 0-100 km/h < 10 s
  - 4 passagers
  - masse < 900 kg (y.c. 350 kg batteries)



- **Concept (2007)**
  - Démonstrateur électrique à batteries
  - Freinage tout électrique (100 km/h-0: 2,8 s)
  - Anti-blocage, anti-patinage



# Chaîne de traction électrique avec pile à combustible + supercondensateurs ou batteries



# Démonstrateurs PAC

- **Hy-Light: (2004)**
  - Pile à combustible + Supercapacités
  - Pile à combustible PSI
  - Autonomie 350 km
  - Vitesse 130 km/h



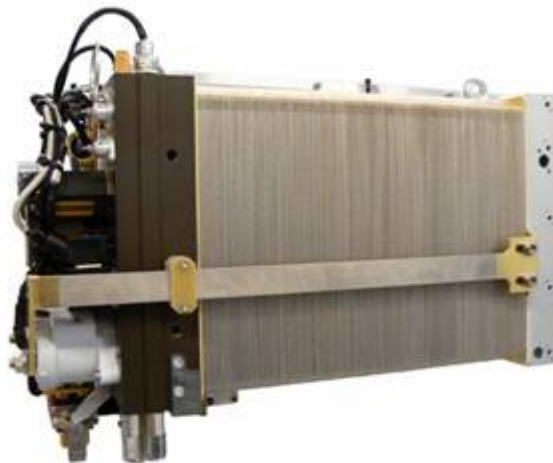
- **Hy-Light 2: (2007)**
  - Pile à combustible Michelin + batteries Li-ion
  - Autonomie 450 km
  - Vitesse 145 km/h
  - 0-100 km/h < 10 s



# ***Pile à combustible ( $H_2 + O_2$ )***

## ***0.9 kW/kg***

- Une efficacité système améliorée : pas de compresseur consommant de l'énergie
- Densité de puissance supérieure
- Performance dynamique améliorée : pas de compresseur temps de réponse réduit
- Meilleure gestion de la qualité du gaz, humidité, ...



# ***Roue motorisée Electrification / hybridation des véhicules***





# ***Salon de Paris 2008***

## ***Présentation de 2 démonstrateurs***



■ **Venturi Volage**



■ **Heuliez Will**

# Heuliez WILL

- 5 sièges, L: 3,74m
- 0-100 km/h : 12s
- Autonomie: 150km à 400km
- Masse: 1000kg
- Vitesse max: 140km/h
- Connectivité internet haut débit : wifi, 3G+, MtoM



# **2WD ou 4WD?**

## ***Une modification peu complexe***

- Des câbles électriques à rajouter lors de la conception et de la construction du véhicule.
- Aucune pièce mécanique à prévoir/rajouter.
- Ajustement des logiciels dans le système de contrôle central du véhicule.

# *Venturi Volage*

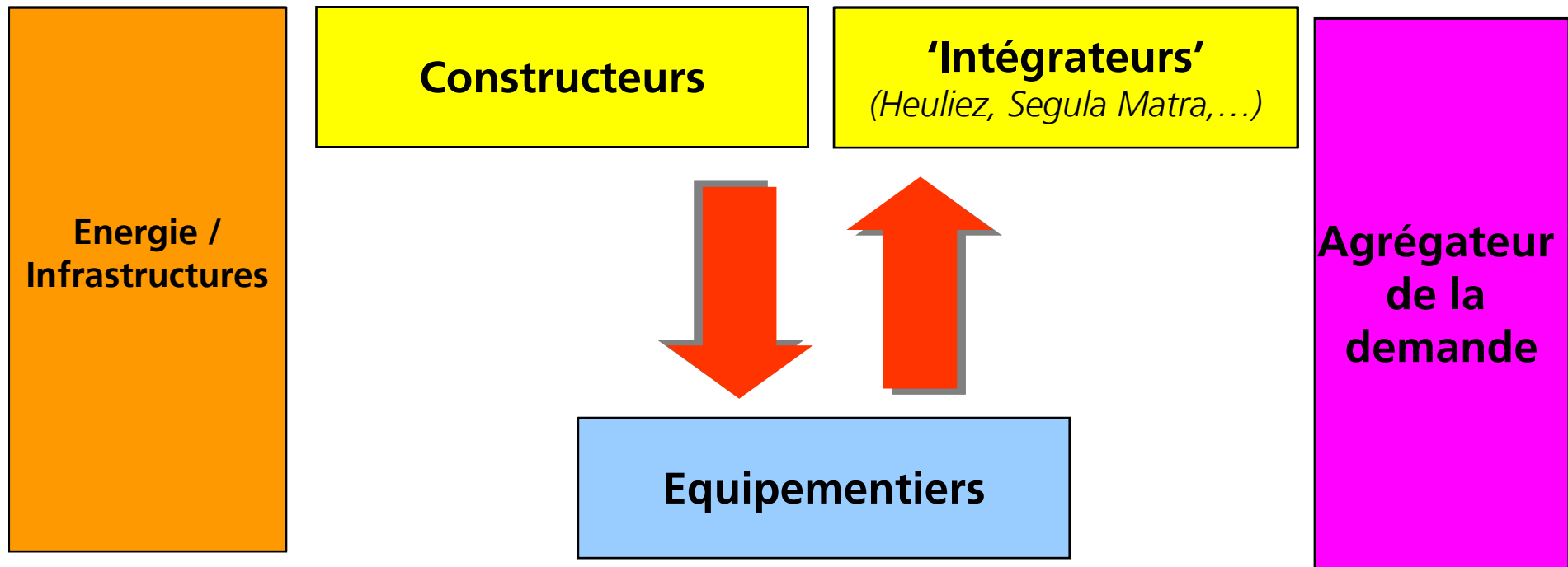
- 2 sièges
- 4 active wheels
- 0-100 km/h : <5s
- Autonomie: 300km
- Vitesse max: 150km/h
- Freinage électrique: 50kW





# ***Active Wheel: des applications possibles aussi en bus et utilitaires***

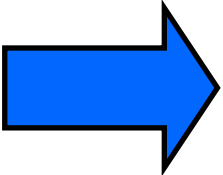
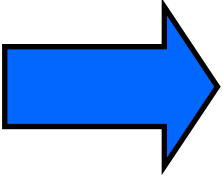
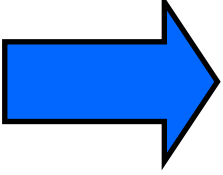
# Une filière électrique française en cours de construction



***Eviter la fragmentation  
des efforts !***

**→ coopérer.**

# ***Il faut des objectifs et un planning clairs***

-  **Mode ZEV obligatoire dans les villes d'ici 2030?**
-  **Moyenne des émissions GHG 50g CO<sub>2</sub>/km d'ici 2040 ?**
-  **Emissions CO<sub>2</sub> dues au transport divisées par deux d'ici 2050 ?**



**Challenge Bibendum Rio:  
30 mai – 2 juin 2010**

***Montrons qu'il est toujours  
possible de rêver  
d'automobile !***





***Merci !***