

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

Préparation agrégation génie électrique
Epreuve de dossier

TIMIN J-Louis

le 22.01.11

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

Bibliographie

[1] Motorisation des Véhicules Electriques

B. MULTON Techniques de l'ingénieur E3996, 2/2001.

[2] Véhicules hybrides, quel avenir ?

F. VANGRAEFSCHPEPE, P. MENEGAZZI (IFP) Panorama, 2005.

[3] A Torque and Speed Coupling Hybrid Drivetrain —Architecture, Control, and Simulation

Y. GAO, M. EHSANI

IEEE Trans. On Power Electronics, vol. 21, n°3, may 2006, pp.741-748.

[4] Les Systèmes Alterno-Démarreur Réversibles Valeo

J.M. DUBUS, P. MASSON, C. PLASSE (Valeo Systèmes Electriques)

REE octobre 2004.

[5] STOP&START Dossier de presse PSA Peugeot Citroën, septembre 2004

[6] Extraits magazine Turbo, Toyota Prius 3, Honda Insight 2 Hybride Executive

<http://www.turbo.fr/>, 2 juillet 2009, 26 janv. 2009

[7] Toyota Prius 3 Documentation commerciale 2010 (tronquée).

[8] Toyota Prius 2 Extraits de la documentation technique

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

Sommaire

1 Les besoins

1.1 Economiques *[doc. 2]*

1.2 Environnementaux *[doc. 2]*

2 Les solutions

2.1 Types de motorisation

- 100% hybride (Toyota) *[doc. 1, 6,7 et 8]*
- semi-hybride (Honda) *[doc. 1, 6]*

2.2 Réduction de la consommation

- Start-Stop (PSA peugeot citroen) *[doc. 4 et 5]*

2.3 Asservissement couple-vitesse *[doc. 3]*

3 Les valeurs ajoutés

4 Conclusion

1 Les besoins

1.1 Economiques

Perspectives de marché

Les réalisations actuelles montrent que les véhicules hybrides sont suffisamment avancés techniquement pour leur mise sur le marché, même si de gros progrès restent souhaitables (en termes de batteries notamment). Reste le problème des coûts : comme toute technologie émergente, l'hybride doit trouver son marché avant de pouvoir espérer profiter de réelles économies d'échelles.

Malgré la mondialisation de l'économie, les perspectives de développement des véhicules hybrides restent très différentes selon les régions, conséquences notamment des particularités de chaque marché (taux de pénétration de technologies concurrentes comme le diesel, prix des carburants à la pompe, etc.) :

Progrès

coût

technologie

prix carburant

1 Les besoins

1.1 Economiques

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

Repondre à une clientèle Haut de Gamme:

Puissance
volume



Repondre à une clientèle Grand Publique:

Prix
Taille



Facteurs extérieurs:

Prix du pétrole

Politique fiscale sur les carburants

Véhicules hybrides, quel avenir ?

Face à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, le véhicule hybride est aujourd'hui une option crédible, et d'ores et déjà commercialisée malgré les contraintes intrinsèques liées à la double motorisation et au surcoût des équipements. Les choix techniques sont complexes et variés selon les objectifs recherchés : les gains potentiels en émissions de CO₂ vont ainsi de quelques % à plus de 45% en fonction de l'architecture de motorisation retenue. Le véhicule hybride essence apparaît aujourd'hui comme une alternative au moteur diesel, particulièrement au Japon et aux États-Unis, mais son développement dépendra de la capacité de l'industrie automobile à en diminuer le surcoût.

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

1 Les besoins

1.1 Environnementaux

Conraintes pour être **compétitif**:

consommation
émission de Co2

Evolution:

intégration de l'assistance
conduite efficace

Tableau 1
Classification des différents types d'hybrides

Type d'hybride	Fonctions	Puissance électrique	Gain en CO ₂ ⁽¹⁾
Mini-hybride Alterno-démarrreur Stop & Start	1 (Arrêt moteur thermique au ralenti)	2 kW	8 %
Stop & Go	1 + 2 (Freinage récupératif)	3 kW	13 %
<i>Mild-hybrid</i>	1 + 2 + 3 (downsizing moteur thermique et assistance accélération)	10 kW	30 %
<i>Full hybrid</i> série ou parallèle	1 + 2 + 3 + 4 (mode électrique pur)	30 kW	45 %

(1) Gain estimé pour une conduite urbaine.

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

Solutions "multimoteurs" (un moteur par roue):

=> rendement **88%** au lieu de 95%)

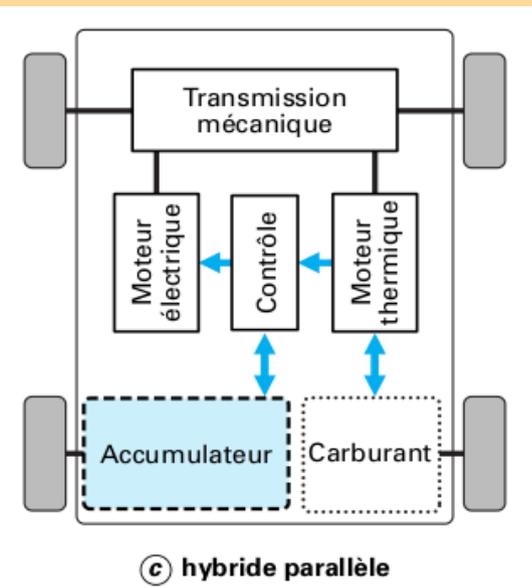
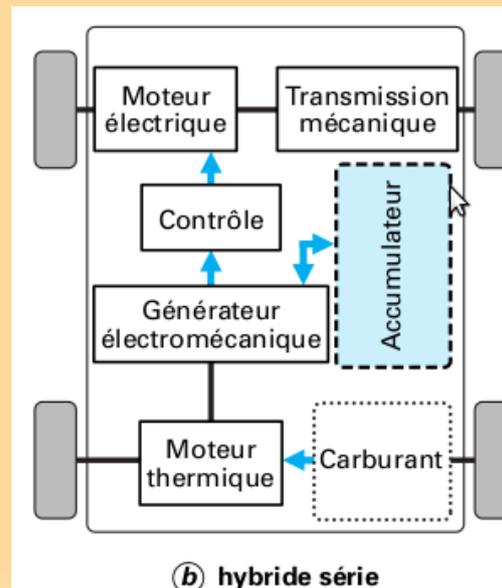
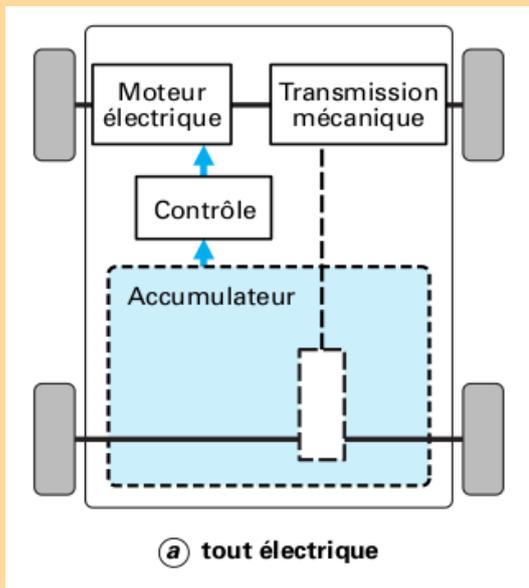
les petits moteurs sont moins efficaces que les gros (*pertes par effet joule*)

Solutions "tout électrique":

=> Masse batteries > 400kg/1T!!

Solutions hybrides:

=> Optimisation poids/consommation



VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS (Toyota)**

Architecture moteur:

=> Hybride série-parallèle

Le moteur essence est complété

- d'un machine synchrone à aimant permanent -force motrice- (MG2)
- D'une batterie d'accumulateur
- D'une machine synchrone à aimant (MG1)
- Un convertisseur d'énergie électrique continu/alternatif

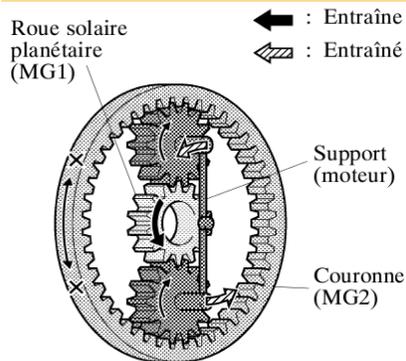
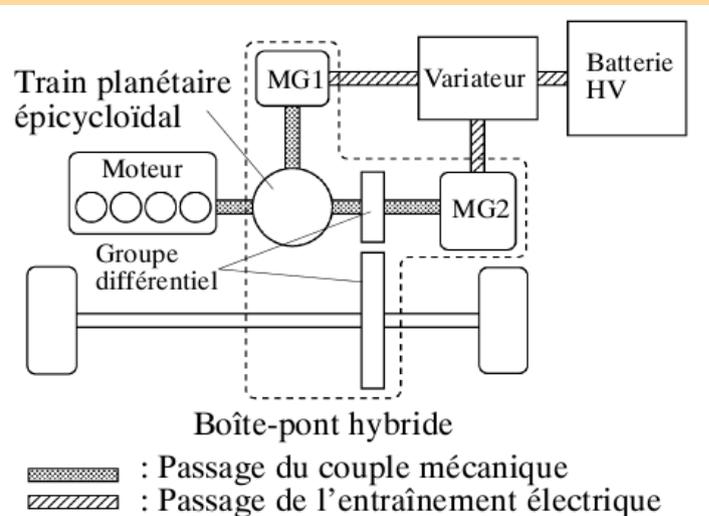
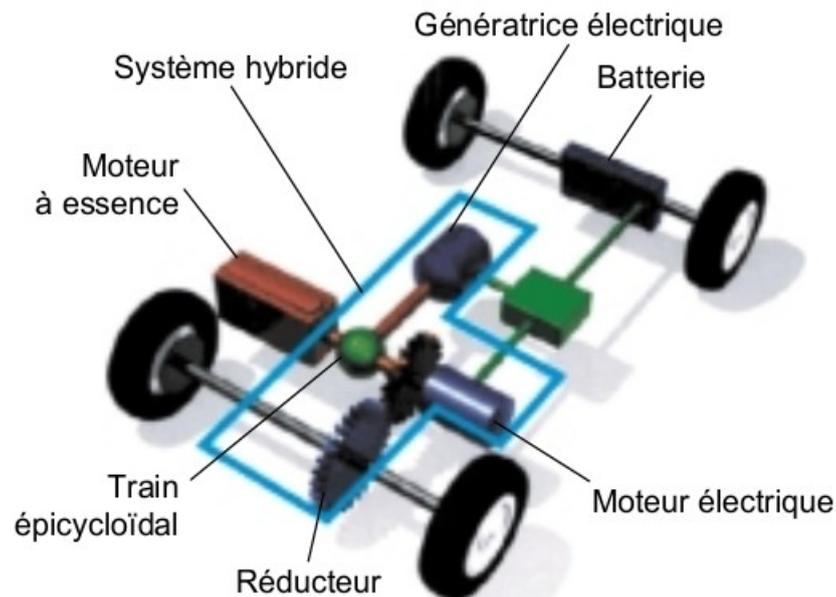


Fig. 1 Architecture générale de la Toyota Prius version 2003 (système THS 2)



Source : Toyota

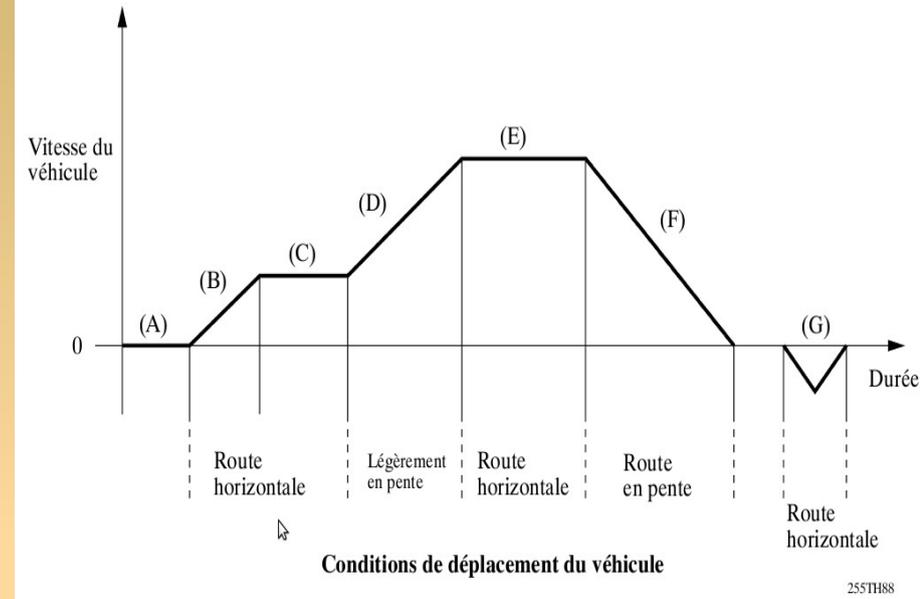
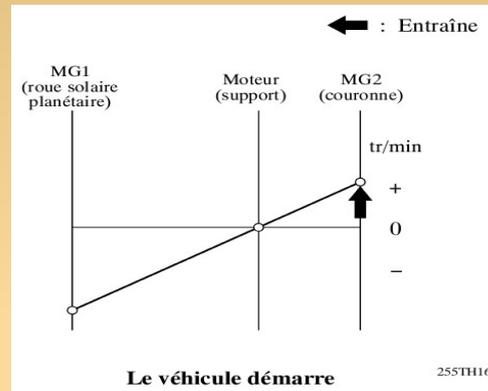
Train planétaire épicycloïdal

2 Les solutions

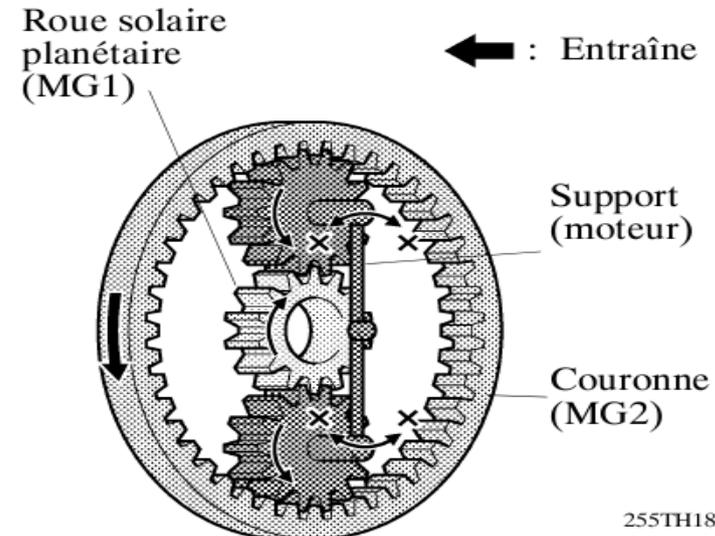
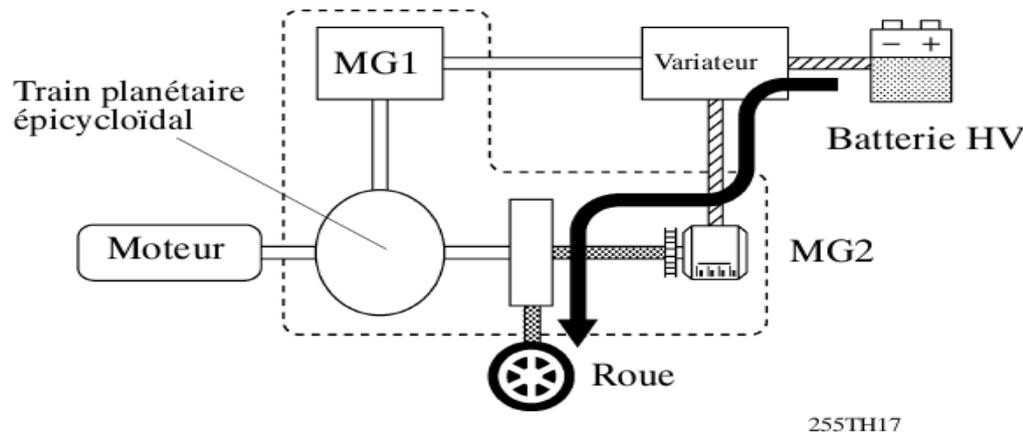
2.1 Type de motorisation

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

100% hybride **PRIUS (Toyota)**



Démarrage et conduite avec MG2 (A) jusqu'à 50Km/h:

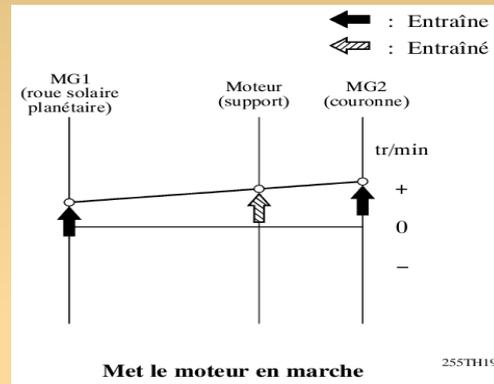


VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

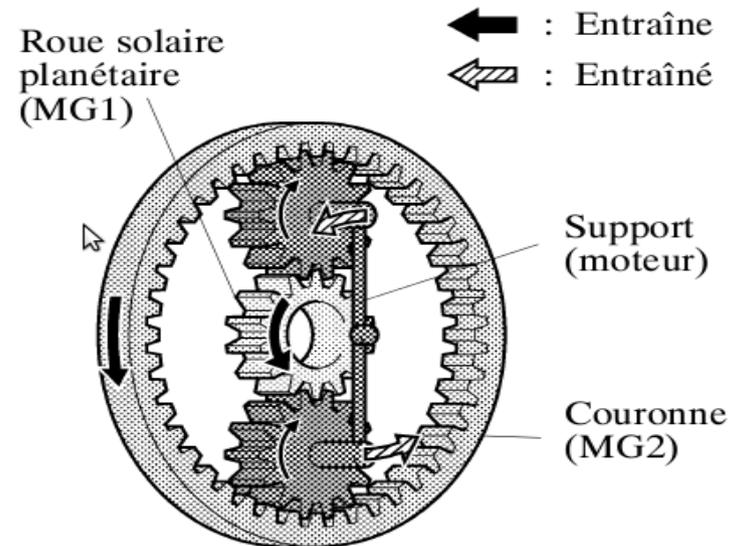
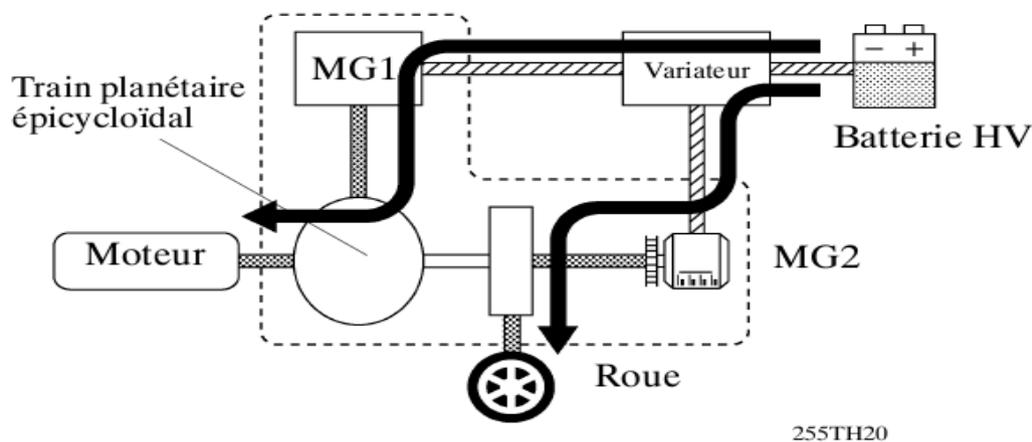
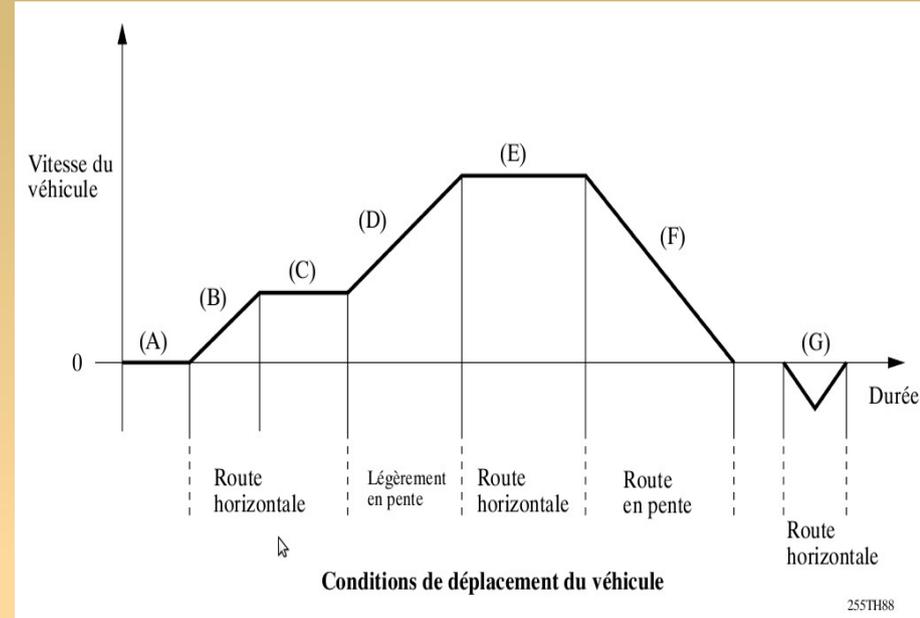
2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS (Toyota)**



Si le couple augmente (B):

MG2 + MG1 => débrayage de MTH



VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

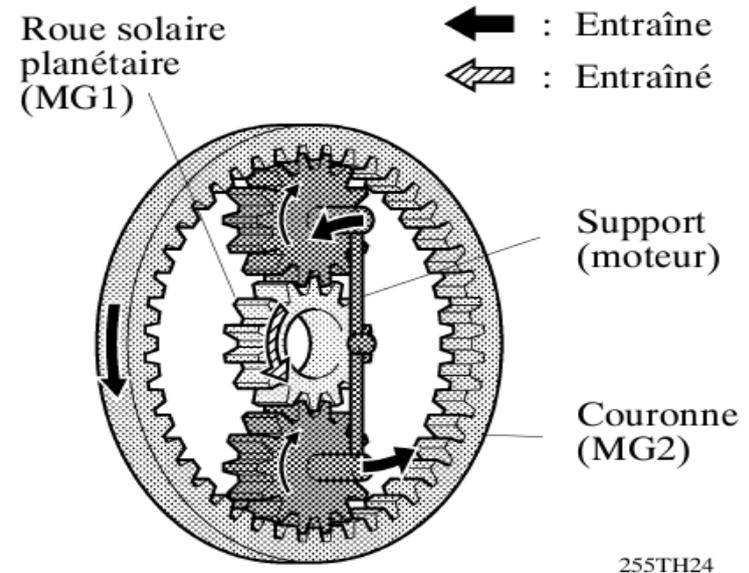
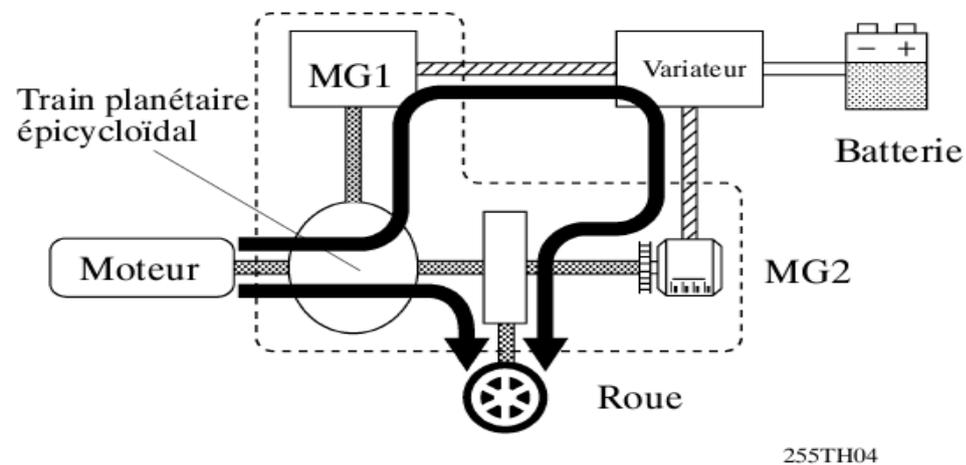
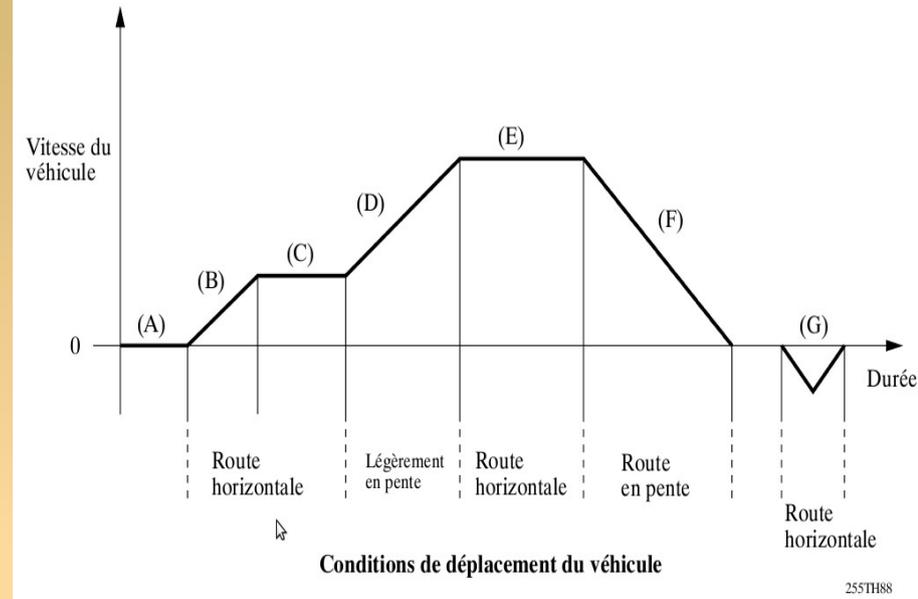
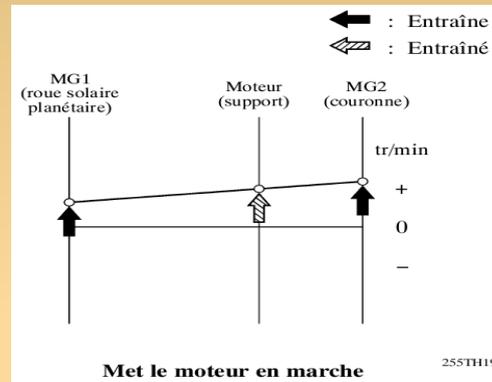
2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS (Toyota)**

En régime croisière avec
légère accélération (C):

$MG2 + MG1 \Rightarrow MTH$

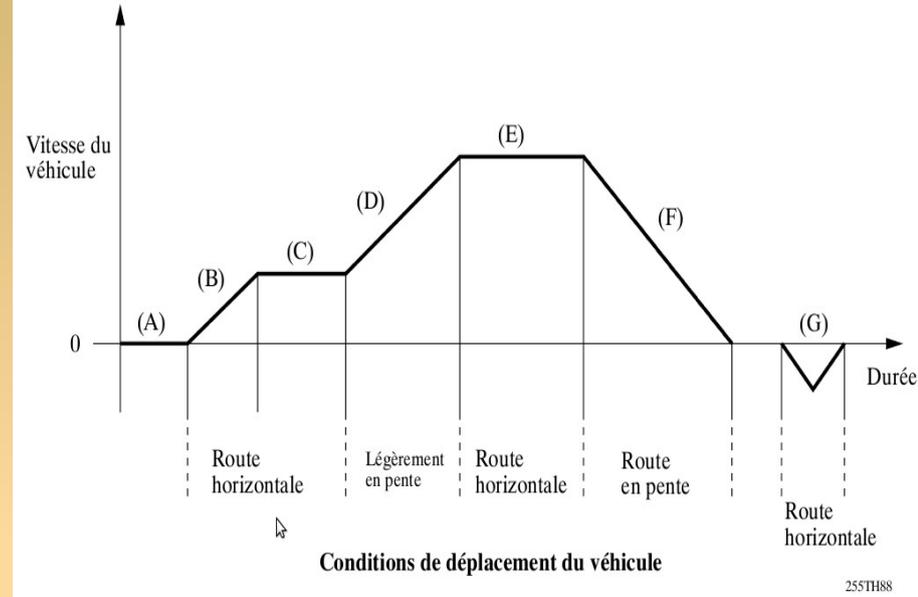
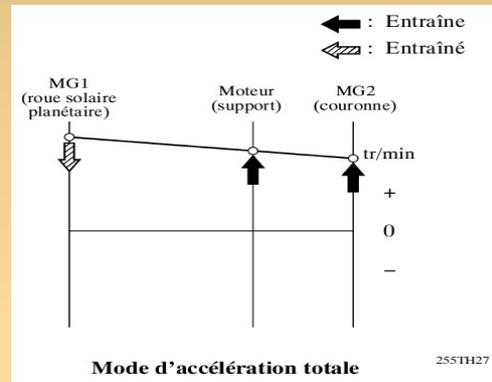


VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

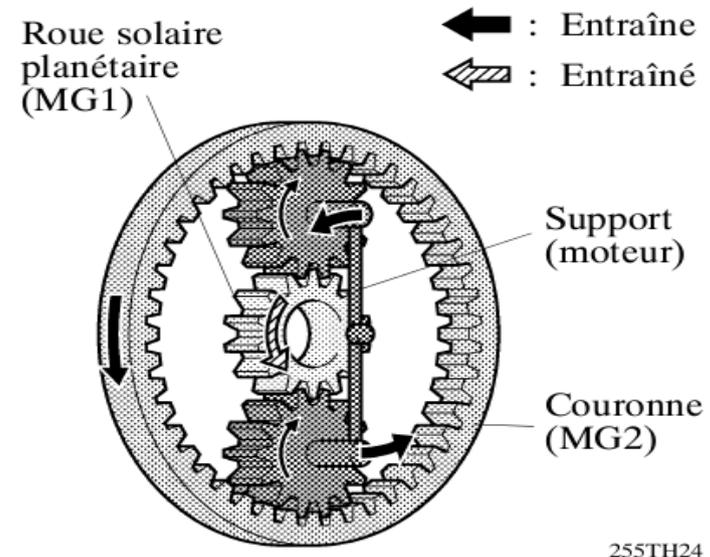
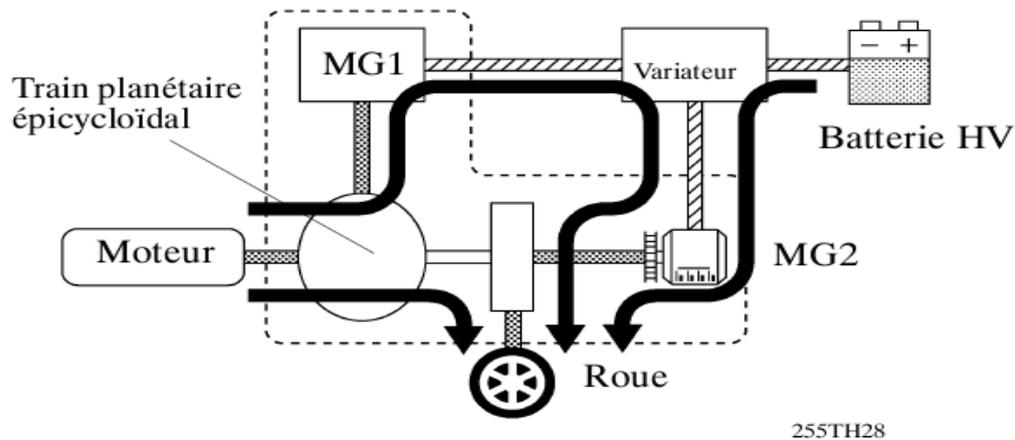
2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS (Toyota)**



Accélération totale (E):

MG2 + MTH/MG1 + Batt

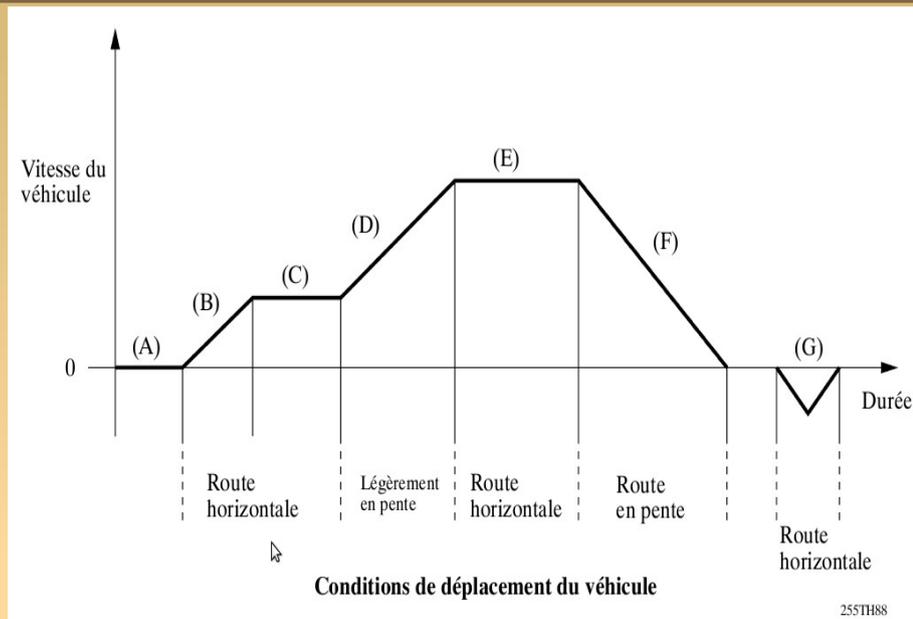


VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

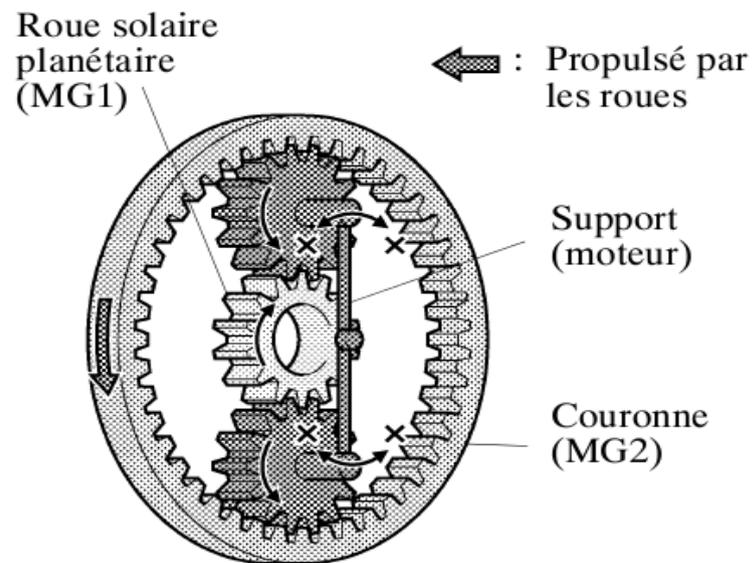
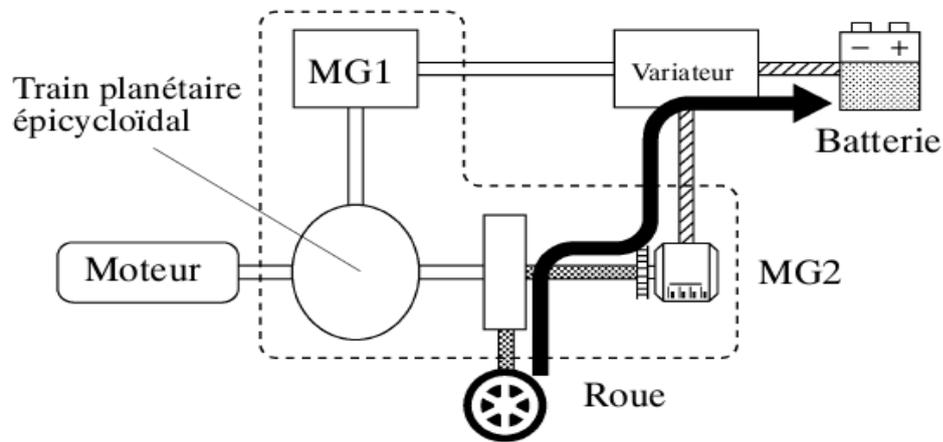
2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS (Toyota)**



Décélération (F):

MG2 + Batt



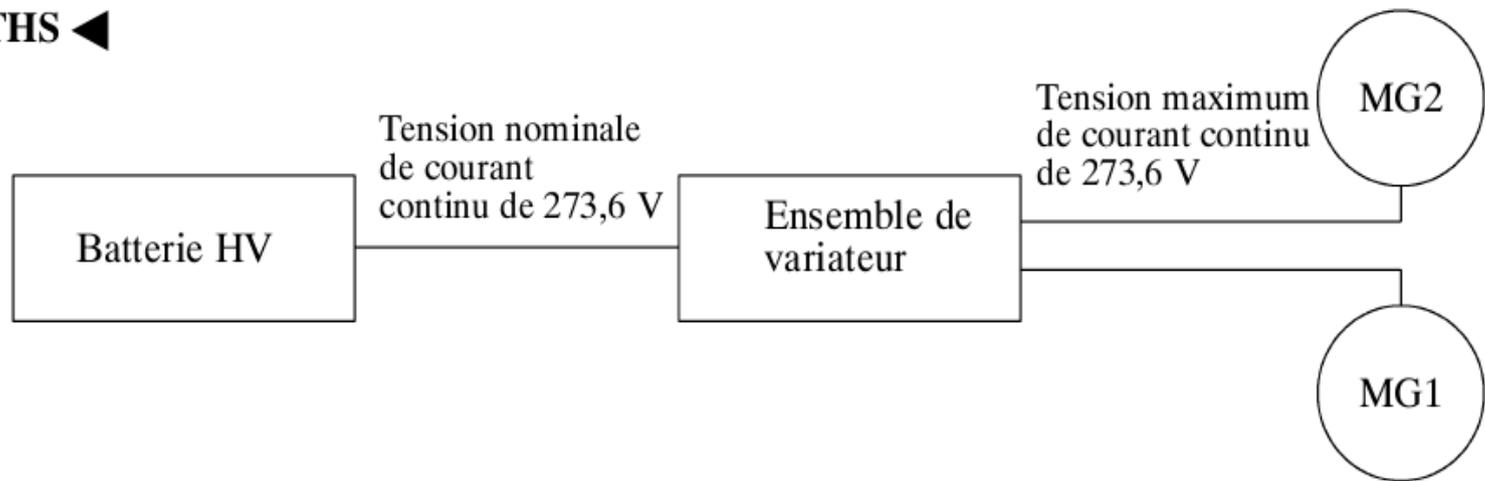
VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

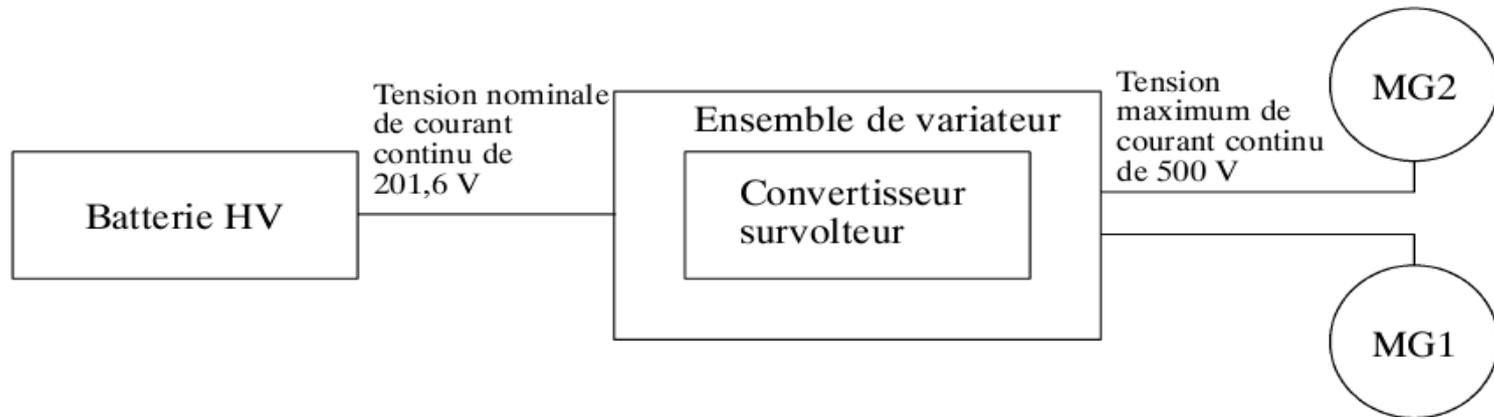
2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS II**

► THS ◀



► THS-II ◀



$$P = V * I$$

à P= cste

Puissance nécessaire
pour entrainer le moteur

$$I = P / V$$

Si V augmente

=> I diminue

=> les pertes joules

diminuent

$$P_j = R * I^2$$

Meilleur rendement

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

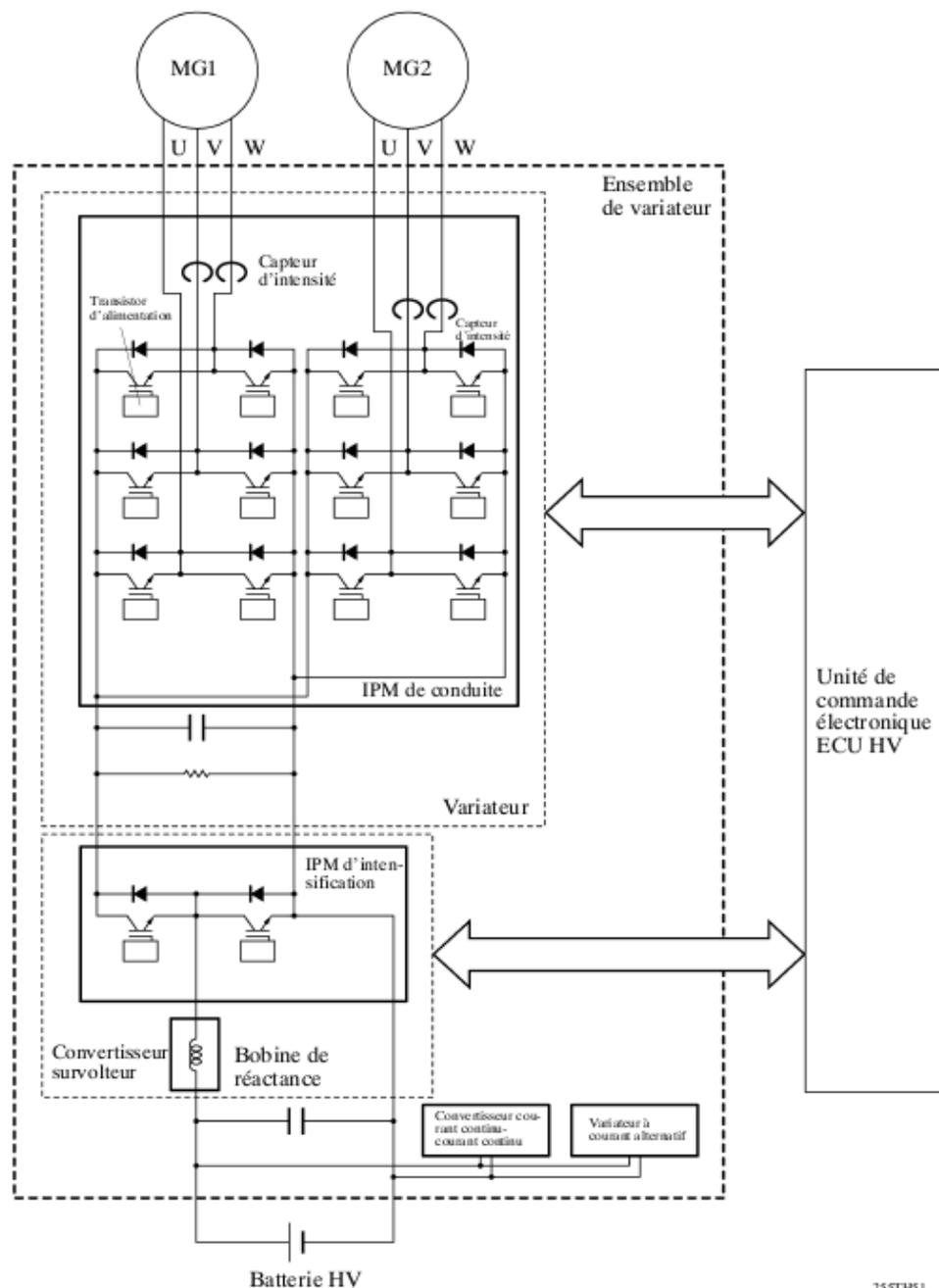
100% hybride **PRIUS II**

MG1

Moteur synchrone
500V-"10kW"-10000t/mn
"12Nm(8000t/mn)"

2 onduleurs 4Q

Hacheur
survolteur
500V



MG2

Moteur synchrone
500V-50kW 1540 t/mn
400Nm(1200t/mn)

Unité de
commande

Batterie
d'accumulateurs
(38 modules de
6 éléments de 1.2V)

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

100% hybride **PRIUS III**

Seul sur le marché du 100% hybride

Nouvelle Toyota Prius



Moteur

Cylindrée

4 Cylindres - 1.798 cm³ +
Moteur Electrique de 650
V

Puissance

98 ch à 5.200 tr/min
(Moteur Electrique : 80
ch)

Couple

142 Nm à 4.000 tr/min
(Moteur Electrique : 207
Nm)

0 à 100 km/h

10,4 s

Vitesse maxi

180 km/h

Puissance fiscale

N.C.

Consommation

Cycle mixte

3,9 l/100 km

Taux de CO₂

89 g/km

Ecobonus

2.000 € de bonus

Tarifs

à partir de 25.690 euros

Modèle essayé
Toyota Prius 3 136 ch
Lounge

32.550 euros

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

2 Les solutions

2.1 Type de motorisation

semi-hybride **HONDA Insight 2 Hybride Executive**

Architecture moteur:

=> Hybride-parallèle (semi-hybride)

Le bloc électrique ne sert qu'à titre d'appoint du bloc thermique

	Honda Insight 2 (2009)	Prius III (2009)
Moteur électrique		
Puissance	14CV)	82CV
Couple max	78,5Nm	207Nm
Moteur essence		
Puissance	88CV	99CV)
Couple max	121Nm	142Nm
CO2	101 g/km	89 g/km
Consommation	4.4 l/100km	3.9 l/100km
Prix	18000 euros	26590 euros

2 Les solutions

2.2 Réduction de la consommation

PSA Peugeot Citroen / Valéo

Implantation de l'alternateur réversible

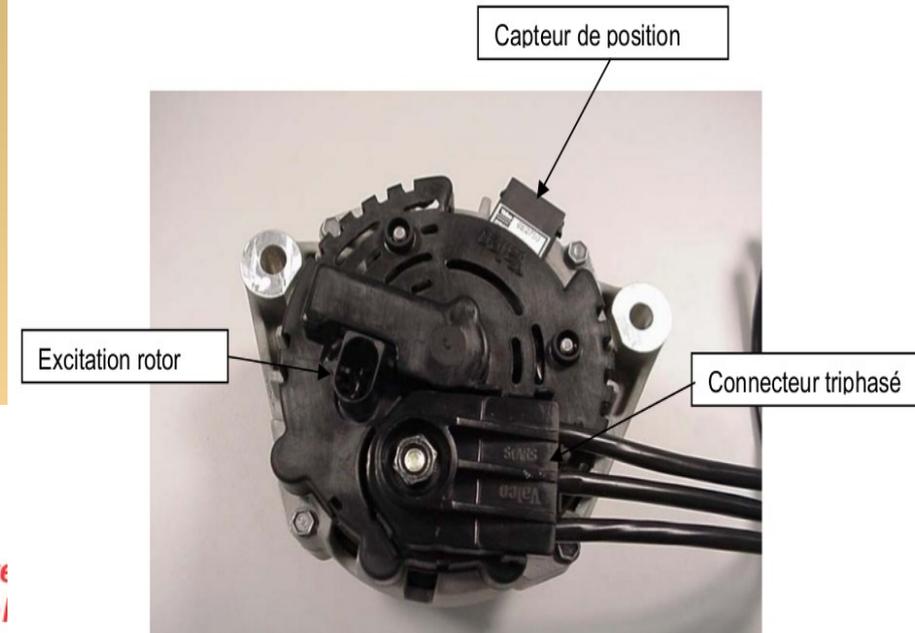
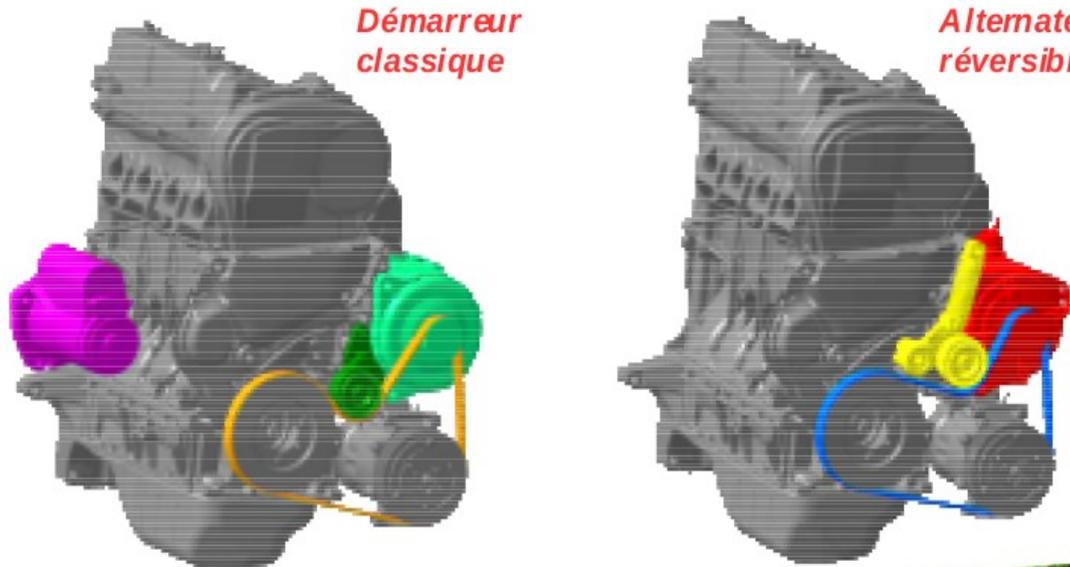


Figure 4 : la machine à griffes

En mode alternateur:
Rendement de 80% (à comparer
aux 65 à 70% d'un alternateur
conventionnel)

2 Les solutions

2.3 Asservissement couple vitesse

VEHICULE ELECTRIQUE HYBRIDE : MOTORISATION

GAO AND EHSANI: TORQUE AND SPEED COUPLING HYBRID DRIVETRAIN

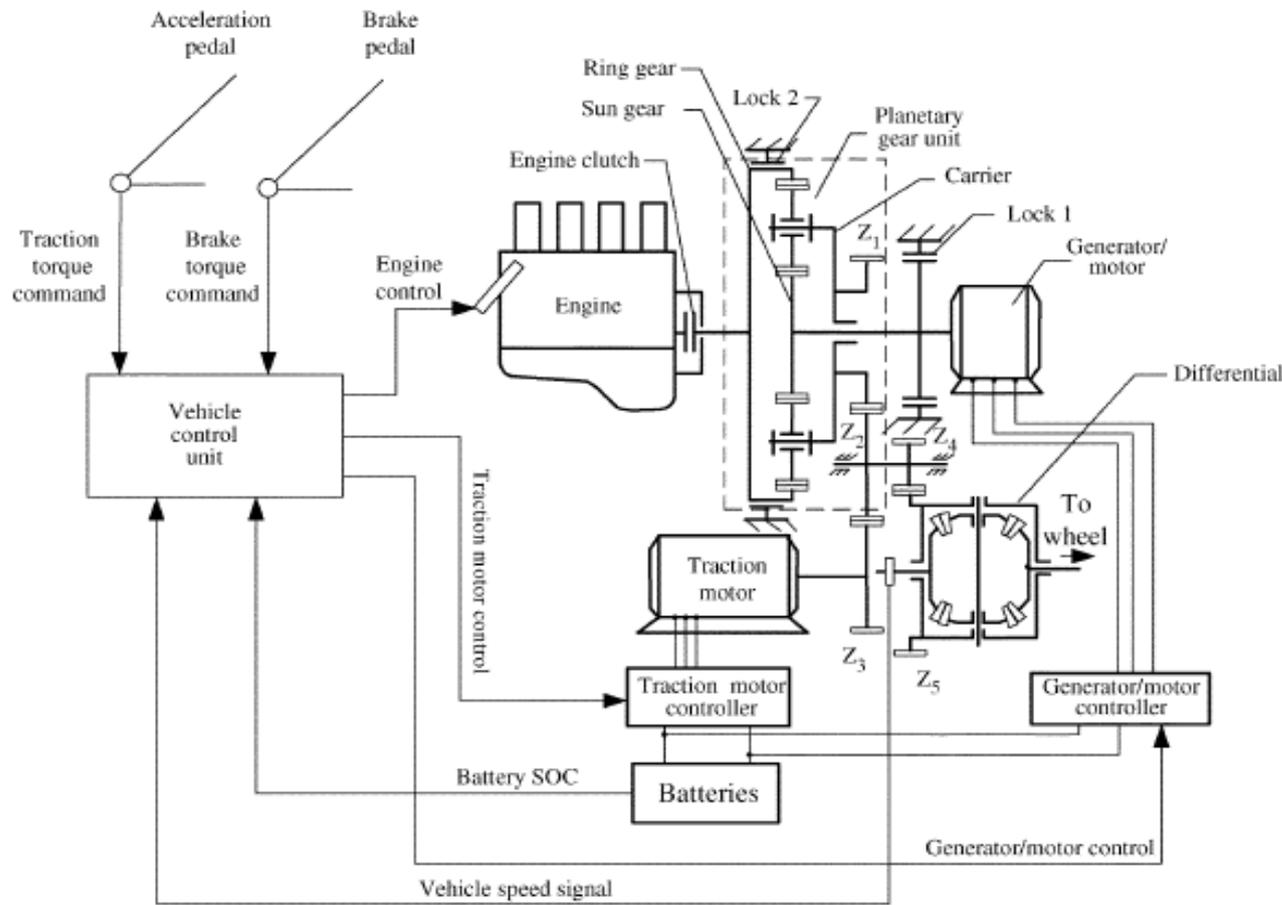
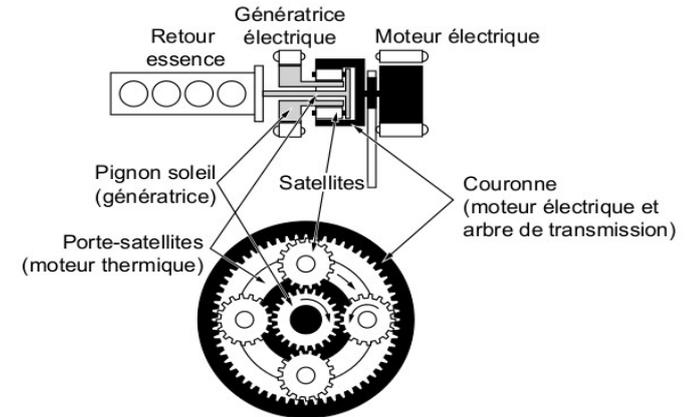


Fig. 5. Configuration of the proposed torque and speed coupling hybrid drivetrain.

Fig. 2 Détail de la chaîne de traction du système THS 2 de la Prius



Source : Toyota

Augmentation de la plage
Couple-vitesse max

Assistance à la conduite

Pour qui la petite fleur et les lauriers?

Pour nous aider à conduire de manière raisonnable, Honda a prévu un système «Eco Assist» (voir la vidéo démo ci-dessous) qui se traduit par la présence d'un tachymètre sur la partie haute du tableau de bord. C'est là que l'on aborde le chapitre futuriste de notre essai. Quand le tachymètre s'éclaire en vert, vous conduisez de manière optimale pour limiter votre consommation. En bleu, vous avez le pied un peu lourd. En bleu foncé, c'est à se demander ce que vous faites à bord d'une hybride !

Pour une conduite coulée... et avec le sourire !

Ainsi tout au long de notre Essai, nous n'avons eu de cesse d'essayer de battre notre record de consommation, grâce aux diverses fonctions de l'ordinateur de bord nous permettant de maîtriser notre courbe de puissance ; de voir se remplir la jauge d'énergie cinétique accumulée par le moteur électrique lors des freinages, ou encore de se plaire à rouler en tout électrique grâce à la fonction EV. Mais sur une distance de seulement 2 km et à une vitesse inférieure à 50 km/h. Davantage, ce sera pour plus tard...



INSIGHT 2

PRIUS III

21

Progrès technologiques

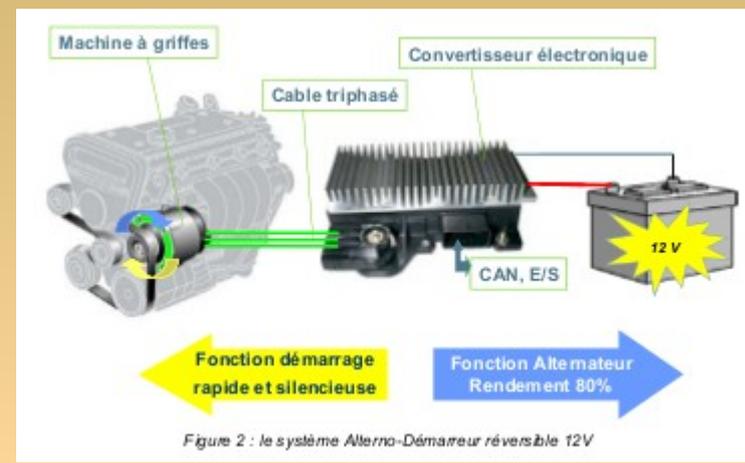


Figure 2 : le système Altemo-Démarrreur réversible 12V

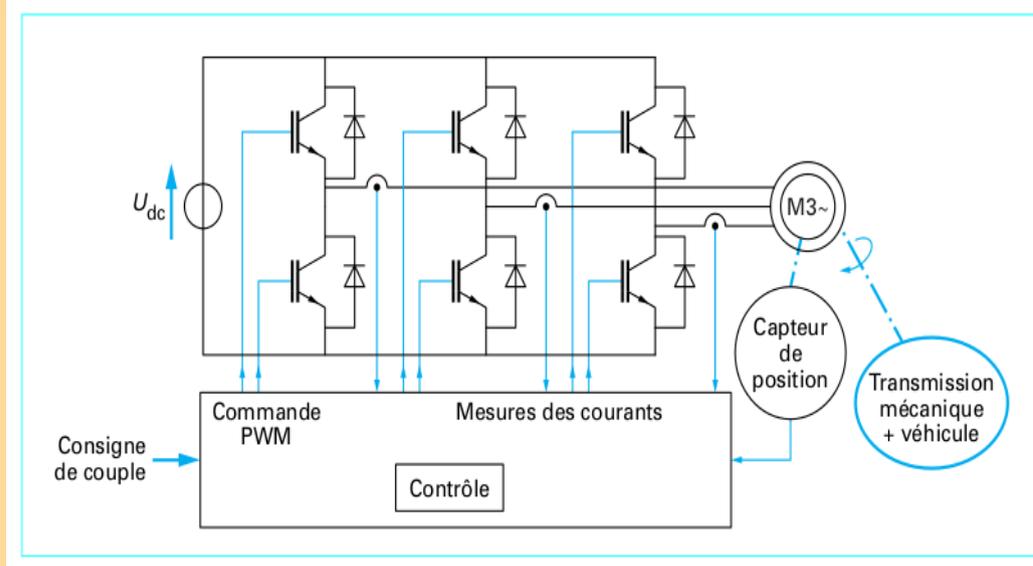


Figure 22 - Structure générale d'une machine à commutation électronique triphasée

- Amélioration du rendement
- Réduction des émissions de co2

Progrès technologiques

Tableau B – Véhicules hybrides ou assistés électriquement

Type	Moteurs	Batterie/générateur Énergie embarquée	Autonomie/Consommation
Toyota Prius Hybride parallèle/série	Moteur thermique 4 cylindres essence 1,5 L ; 42 kW (version Europe : 53 RW) Moteur-générateur électrique (MSAP) 350 N · m de 0 à 400 tr/min 33 kW de 1 040 à 5 600 tr/min	NiMH chargées en interne 274 V, 6,5 A.h 54 L de carburant	3,6 L/100 km (Japon) 5,1 L/100 km (Europe)
Citroën Saxo Dynavolt Hybride série	Groupe générateur 2 cylindres 2 temps 200 cm ³ , injection directe + alternateur 6,5 kW MCC 20 kW	NiCd 120 V Chargeur embarqué 15 L de carburant	80 km urbains sur batteries seules 70 km/h maximum Jusqu'à 340 km avec groupe thermique 120 km/h maximum
Honda Insight Assistance électrique intégrée	Moteur thermique 3 cylindres 1 L 56 kW à 5 700 tr/min Boîte 5 vitesses Moteur-alternateur électrique intégré : MAP 10 kW crêtes à 3 000 tr/min	Ni-MH 144 V-6,5 A · h 48 L de carburant	3,4 L/100 km sur autoroute 160 km/h maximum
General Motors Precept Hybride parallèle 4 roues motrices	Moteur Diesel 40 kW common rail sur roues arrière Moteur électrique sur roues avant (MAS) 35 kW crêtes et 18 kW permanents	NiMH + LiPoly	Moins de 3 L/100 km
IVECO Altrobus 12 m Hybrid 86 passagers	Groupe générateur Moteur Diesel 2,5 L Générateur triphasé 30 kW à 2 700 tr/min MAS 128 kW permanents et 164 kW maximum à 1 500 tr/min	Pb-acide 600 V ; 100 A · h	62 km/h maximum Autonomie totale 140 km Autonomie en électrique pur : 25 à 30 km.