

LES VEHICULES ÉLECTRIQUES HYBRIDES ET L'ENVIRONNEMENT

BOURA Mohammed¹, BENZEGAOU Ali², MEBARKI Brahim³

¹Université Tahri Mohamed Béchar/ L2ME, B.P 417 BECHAR (08000) -Algérie, b.mido@yahoo.fr

²Université Tahri Mohamed Béchar/ L2ME, B.P 417 BECHAR (08000) -Algérie, benzegaou@yahoo.fr

³Université Tahri Mohamed Béchar, B.P 417 BECHAR (08000) -Algérie, Brahimo12002@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La pollution des grands centres urbains a relancé depuis une dizaine d'année les chercheurs sur le véhicule électrique et le véhicule hybride. qui se traduit par une économie du carburant diminuant les rejets polluants l'atmosphère.

Les émissions des moteurs thermiques qui représente 33.7 % des émissions mondiales sont accusées de contribuer au réchauffement de la planète et à la pollution atmosphérique. Une alternative au moteur thermique devient indispensable. Le véhicule à propulsion hybride (moteur thermique / moteur électrique) se présente comme l'une des solutions.

Mots Clés: *transports, consommation d'énergie, véhicule hybride, voiture électrique, modélisation.*

NOMENCLATURE

Symboles :

VHE	véhicule hybride électrique	Frr	Résistances de roulement des pneus arrière
Ft	L'effort de traction	P	Puissance
Fr	L'effort de la résistance	Fw	Force Aérodynamique
M	la masse totale du véhicule	Fg	Résistance de la pente
δ	le facteur de masse	ICE	Moteur à combustion interne
Frf	Résistances de roulement des pneus avant	g	Accélération gravitationnelle
V	Vitesse du véhicule	T	Couple moteur thermique

1. INTRODUCTION

Les technologies hybrides ont été inventées pour plusieurs raisons : le respect de l'environnement, le confort du conducteur, de meilleures performances, mais aussi pour améliorer le rendement de la partie thermique et augmenter l'autonomie entre deux pleins.

Le véhicule hybride est un véhicule qui associe au moins deux types de sources d'énergie et donc de type de moteurs différents pour assurer sa propulsion [1],[2].

Pour les véhicules hybrides électriques il s'agit d'une association d'un moteur thermique et d'un moteur électrique, c'est donc un véhicule qui dispose d'au moins deux sources d'énergie, une pour assurer l'alimentation du moteur thermique et l'autre pour le moteur électrique.

L'énergie de freinage est récupérée par la source secondaire qui répond aussi aux pics de puissance lors des accélérations. Cette combinaison est supposée répondre aux exigences de réduction de la consommation de carburant et d'émission de polluants.

Nous remarquons que le véhicule électrique hybride réalise de meilleures performances en termes d'émissions de CO2 par rapport aux véhicules conventionnels.

Par conséquent, les véhicules hybrides doivent faire face à de nombreuses attentes des automobilistes pour pouvoir percer ce marché : efficacité en terme de consommation et de pollution.

Dans la littérature, par exemple grâce à une programmation dynamique [3] et les stratégies de minimisation [4], [5], [6]. Aussi pour l'architecture électrique hybride parallèle, des techniques d'optimisation [7], [8], [9] ont été pleinement exploitées.

Nous allons donc étudier dans cette partie les deux types de moteurs contribuant à cette technologie, mais aussi analyser les différentes technologies utilisées, les constituants, les fonctionnements, et enfin voir les points forts à améliorer.

2. MODELE DE SIMULATION

Nous examinons un modèle de véhicule hybride-électrique de type série/parallèle sous Matlab /Simulink, La simulation illustre le flux d'énergie et sa distribution en vertu des différents modes de fonctionnement du véhicule hybride.

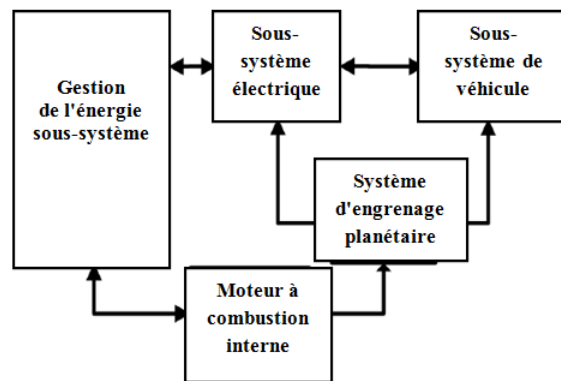


FIGURE 1. Vue générale du modèle de simulation du véhicule hybride [10]

2.1 DYNAMIQUE DU VEHICULE

Les différentes forces auxquelles le véhicule en mouvement est soumis sont représentées sur la Figure 2

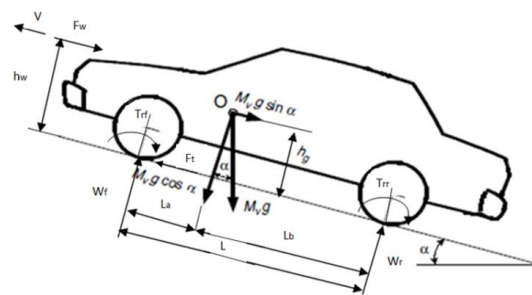


FIGURE 2. Les forces agissant sur un véhicule [11]

Le comportement d'un véhicule en mouvement le long de son sens de déplacement est déterminé par toutes les forces qui agissent sur lui dans cette direction. La Figure 2 montre les forces agissant sur un véhicule dans une pente.

L'effort de traction, Ft, dans la zone de contact situé entre les pneus des roues motrices et la surface de la route propulse le véhicule vers l'avant. Il est produit par le couple du moteur, et ensuite transféré à travers la transmission aux roues motrices.

Lorsque le véhicule est mobile, il ya une résistance qui tente d'arrêter son mouvement, cette résistance comprend en général la résistance au roulement, la traînée aérodynamique et la résistance en montrée. . [12]

Selon la deuxième loi de Newton, l'accélération du véhicule peut être écrite comme :

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\sum F_t - \sum F_r}{\delta M} \quad (1)$$

Ou V est la vitesse du véhicule, $\sum F_t$ est l'effort de traction totale du véhicule $\sum F_r$ est la résistance totale, M est la masse totale du véhicule, et δ est le facteur de masse qui aide à convertir les inerties rotationnelles des éléments de rotation en translation L'équation dynamique du mouvement du véhicule le long de la direction longitudinale est :

$$M \frac{dV}{dt} = (F_t + F_r) - F_{rf} + F_{rr} + F_g + F_w \quad (2)$$

Frf et Frr : Résistances de roulement des pneus avant et arrière

Fw: Trainée Aérodynamique

Fg : Résistance de la pente

2.2 Moteur Thermique

Un moteur thermique convertit une énergie chimique en énergie mécanique. Les moteurs thermiques les plus utilisés actuellement sont les moteurs à essence et les moteurs Diesel.

Le moteur est modélisé avec une seule entrée qui est la consigne de couple du moteur et qui correspond à la position de la pédale d'accélérateur du véhicule.

En sortie, un vecteur contenant le couple et la vitesse du moteur est disponible. Ce bloc est une modélisation très simple n'incluant pas la dynamique de la combustion et ne faisant pas apparaître de frottement ainsi que les pertes associées. [12]

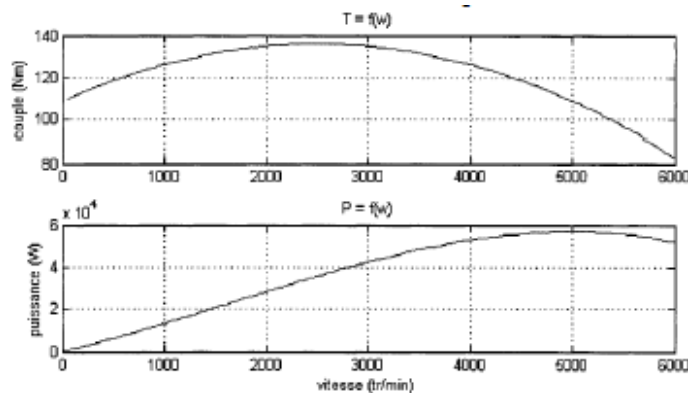


Figure 3. Les Caractéristiques Couple/Vitesse et Puissance/Vitesse du moteur thermique[12]

2.3 Train Planétaire.

Le véhicule hybride additionne trois sources d'énergie, l'une est thermique et deux sources électriques, cela implique l'utilisation d'un répartiteur de puissance pour pouvoir bénéficier pleinement du rendement de chacune. Le type de répartiteur de puissance utilisé est un train planétaire épicycloïdal (Figure 04). Il permet d'avoir une addition de couples des trois moteurs sans imposer un rapport fixe entre les régimes. Le train est composé d'un pignon planétaire associé à des pignons satellites (appelés ainsi car les satellites tournent autour du planétaire comme dans le système solaire).

Le train planétaire reçoit, par la Couronne à denture interne, la puissance du moteur électrique et par le porte-satellites celle du moteur thermique. Le pignon soleil étant solidaire de la génératrice. [13]

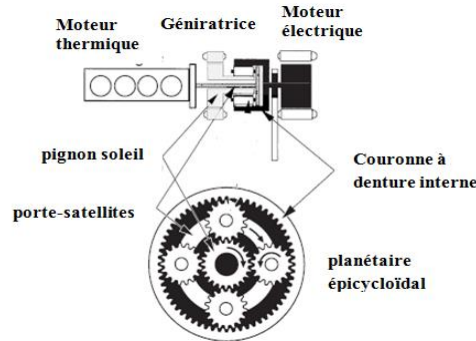


FIGURE 4. TRAIN PLANETAIRE [13]

2.3.1 Actions du moteur ICE, le générateur et le moteur électrique

Selon les conditions de circulation, une ou deux des sources sont utilisées pour l'énergie du véhicule. L'illustration suivante montre comment le Toyota hybride fonctionne dans différents modes de conduite.

- ❶ En accélération légère à petite vitesse, le véhicule est alimenté par le moteur électrique. Le moteur à essence est arrêté.
- ❷ Pendant les trajets normaux, le véhicule est alimenté principalement par le moteur à essence. Le moteur à essence alimente également l'alternateur pour charger l'ensemble de batterie et entraîner le moteur électrique.
- ❸ En accélération complète, en côte par exemple, le moteur à essence et le moteur électrique fournissent l'énergie au véhicule.
- ❹ En décélération, comme lors d'un freinage, le véhicule régénère l'énergie cinétique provenant des roues pour produire de l'électricité qui recharge l'ensemble de batterie.
- ❺ Lorsque le véhicule est arrêté, le moteur à essence et le moteur électrique sont désactivés mais le véhicule reste prêt à fonctionner.

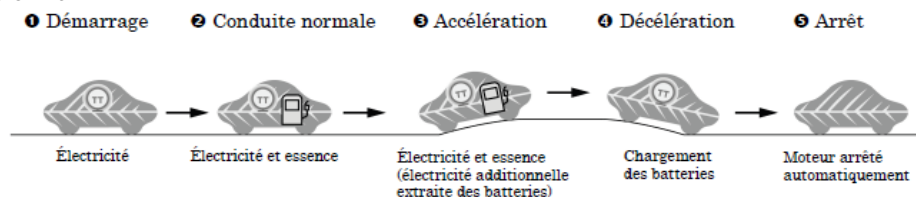


FIGURE 5. différents modes de conduite [14]

3. SIMULATIONS ET RESULTATS

Les résultats de ces simulations à partir des paramètres des moteurs de la Toyota Prius [15], La vitesse du VHE commence à 0 km/h et atteint 73 km/h à 14s, et diminue finalement à 61km/h à 16s.

Ce résultat est obtenu en maintenant l'accélérateur pédale constante à 70% pour les 4 premières secondes, et à 10% pour 4 s suivant lorsque la pédale est relâchée, puis à 85% lorsque la pédale est enfoncée à nouveau pendant 5 s et enfin ensembles -70% (freinage) jusqu'à la fin de la simulation.

Le signal de position de l'accélérateur est représentée sur la Figure 6 , Et résultat de la simulation d'un signal , la vitesse de véhicule représentée sur la Figure 7 couple ICE, couple moteur, la puissance du moteur, sont représentés sur la Figure. 8 à la Figure. 9.

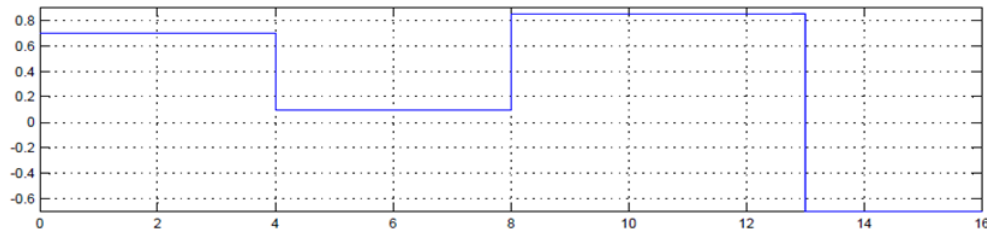


FIGURE 6. Accélérateur

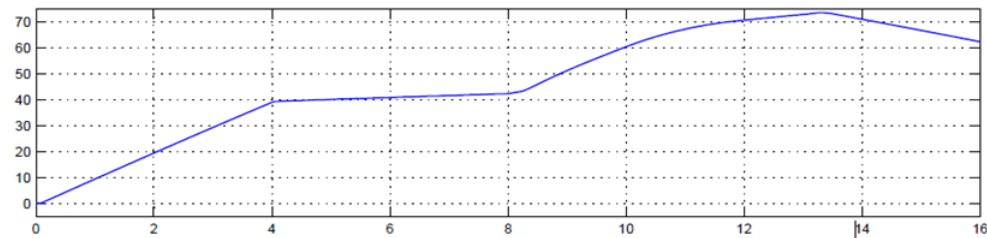


FIGURE 7. Vitesse de véhicule

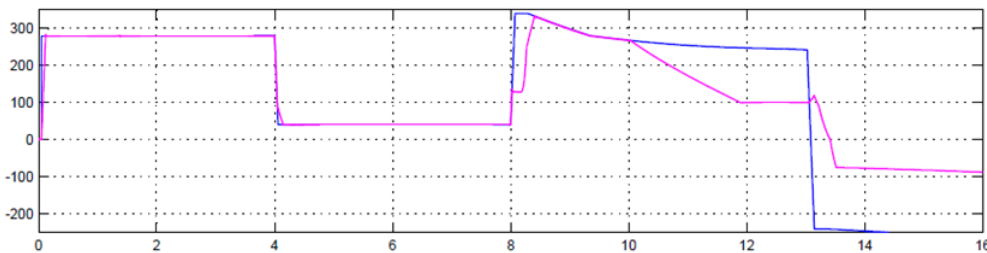


FIGURE 8. Couple (Référence, Mesure)

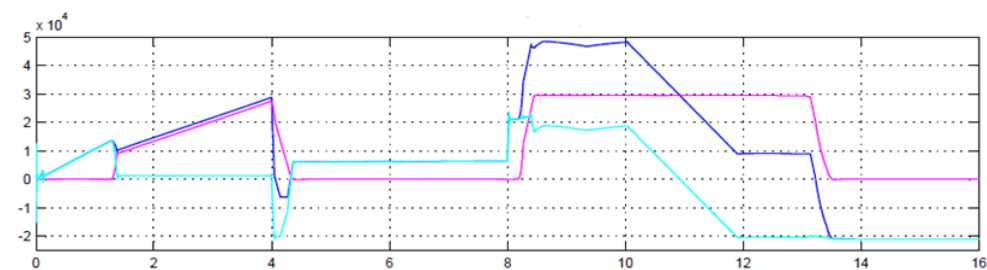


FIGURE 9. Puissance (Moteur, Générateur, Batterie)

4. CONCLUSIONS

Dans cet article, nous avons discuté d'un train d'entraînement la modélisation, la simulation et l'analyse à l'aide Matlab / Simulink pour étudier les questions liées à EV et conception HEV tels que l'efficacité énergétique, l'économie de carburant, et les émissions des véhicules.

Un modèle de VHE série-parallèle est construit en utilisant Matlab / Simlunk, qui comprend un véhicule modèle longitudinal dynamique, modèle de pneu, un ICE modèle, un modèle de dispositif de couplage de vitesse (engrenage planétaire Mécanisme), et un modèle de dispositif de couplage de couple. Système de contrôle du VHE est présenté. Et Les résultats de simulation témoignent de l'efficacité du modèle HEV.

REFERENCES

- [1] Blaise Destraz “Assistance énergétique à base de super condensateurs pour véhicules à propulsion électrique et hybride” Thèse de l’Université de Lausanne – Le 23 Mai 2008.
- [2] Saida Kermani “Gestion énergétique des véhicules hybrides : de la simulation à la commande temps réel” Thèse de l’Université de Valenciennes et du Hainaut – le 17 Septembre 2009.
- [3] A. Brahma, Y. Guezennec and G. Rizzoni, Optimal energy management in series hybrid electric vehicles, Proc. of the American Control Conference, Chicago, Illinois, 2000.
- [4] S. Barsali, C. Miulli and A. Possenti, A control strategy to minimize fuel consumption of series hybrid electric vehicles, IEEE Trans. on Energy Conversion, vol. 19, n. 1, 2004
- [5] P. Pisu and G. Rizzoni, A supervisory control strategy for series hybrid electric vehicles with two energy storage systems, IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Chicago, Illinois, 2005.
- [6] L. Serrao and G. Rizzoni, Optimal control of power split for a hybrid refuse vehicle, Proc. of the American Control Conference, Seattle, Washington, 2008.
- [7] A. Brahma, Y. Guezennec and G. Rizzoni, Dynamic optimization of mechanical/electrical power flow in parallel hybrid electric vehicles, Proc. of the Int. Symp. on Advanced Vehicle Control, Ann Arbor, Michigan, 2000
- [8] C. C. Lin, J. M. Kang, J. W. Grizzle and H. Peng, Energy management strategy for a parallel hybrid electric truck, Proc. of the American Control Conference, Arlington, Virginia, 2001.
- [9] S. Delprat, J. Lauber, T. M. Guerra and J. Rimaux, Control of a parallel hybrid powertrain: optimal control, IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. 53, n. 3, 2004.
- [10] Ibrahim Sefik and Dimas Anton Asfani, performance analysis of hybrid electric vehicle with electric double layer capacitor under short circuit fault, ICIC International vol.11, no.1, 257–280 February 2015
- [11] Mehrdad Ehsani et al., Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design, CRC PRESS 2004
- [12] Guenidi Sif Eddine. Modélisation, Commande Et Gestion De L’énergie D’un Véhicule Electrique Hybride, Ecole Nationale Polytechnique d’Alger ,Mémoire de Magistère 2011,
- [13] Ali Emadi, Yimin Gao and Mehrdad Ehsani , Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition,” CRC Press, pp. 43-48, 2010.
- [14] Toyota Motor Corporation, Hybrid Synergy Drive essence-électricité, Série NHP130, 2012
- [15] R. H. Staunton, C. W. Ayers, L. D. Marlino, J. N. Chiasson, T. A. Burrell, “Evaluation of 2004 Toyota Prius Hybrid Electric Drive System”, ORNL/TM-2006/423, May 2006.