

## PRIUS - VÉHICULE HYBRIDE

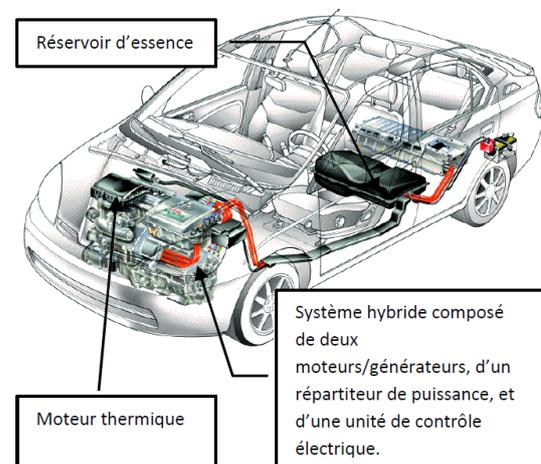
### 1 Présentation

Une automobile hybride est un véhicule faisant appel à plusieurs types d'énergie distincts pour se mouvoir.

Ce type de motorisation diminue de 10 à 50% la consommation des véhicules suivant l'utilisation (la conduite urbaine offrant les gains les plus spectaculaires et la conduite autoroutière les plus faibles). Cette technologie permet également de limiter les émissions polluantes.

Le véhicule étudié est propulsé par un système hybride thermique essence/motorisation électrique.

Il existe trois technologies d'hybridation :

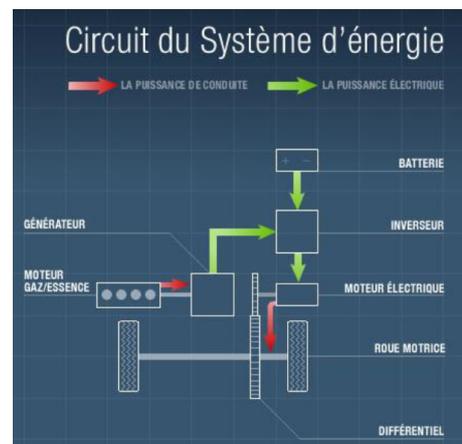


#### 1.1 Système hybride série

Les moteurs électriques dirigent seuls la rotation des roues utilisant la puissance générée par le moteur thermique

Le Système « Hybride Série » utilise la puissance du moteur à combustion en tant que générateur pour alimenter le moteur électrique. Le système « Hybride Série » est composé des moteurs électriques, du moteur thermique, du générateur, de la batterie et de l'inverseur\*.

\* L'inverseur permet d'inverser le sens de circulation du courant entre la batterie, le générateur et le moteur électrique en fonction des phases de fonctionnement.



À faible puissance le moteur à combustion fonctionne par intermittence en tant que générateur pour alimenter directement les moteurs électriques, ou pour recharger la batterie.

Le nom « Système Hybride Série » est dérivé du fait que la puissance produite par le moteur à combustion est reliée en série aux moteurs électriques.

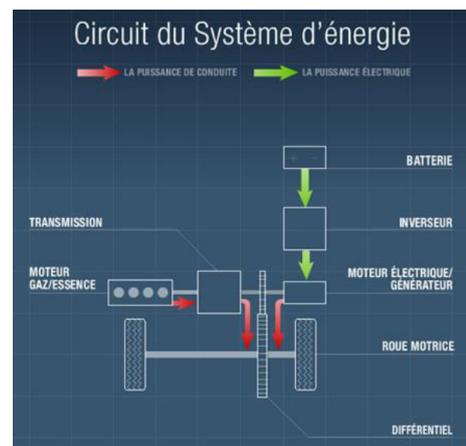
Le moteur thermique à une puissance de 68 kW ; celle des moteurs électriques est de 50 kW.

**Question 1** Quelle sera la puissance maximale acheminée vers les roues compte tenu de l'architecture d'un système série. Justifiez brièvement.

## 1.2 Système hybride parallèle

Le Système Hybride Parallèle utilise les deux puissances motrices : celle du moteur thermique et celle du moteur électrique pour entraîner la rotation des roues. La configuration générale est composée du moteur thermique, du moteur électrique, de la batterie, de l'inverseur et de la transmission.

Dans le Système Hybride Parallèle c'est la batterie qui alimente le moteur électrique. Le moteur électrique fonctionne également en tant que générateur pour recharger la batterie.



Le moteur thermique à une puissance de 68 kW ; celle des moteurs électriques est de 50 kW.

**Question 2** Quelle sera la puissance maximale acheminée vers les roues compte tenu de l'architecture d'un système parallèle. Justifiez brièvement.

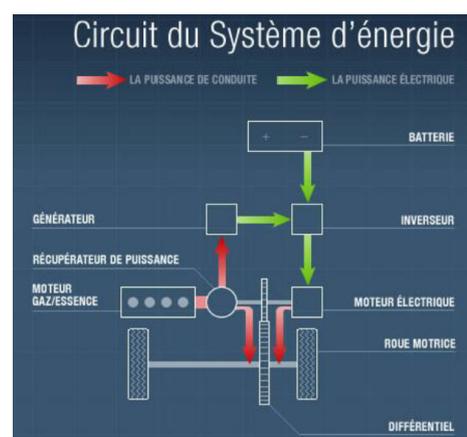
**Question 3** En observant l'architecture du système, est-il possible de recharger la batterie à l'aide du moteur thermique pendant la conduite ?

## 1.3 Système hybride parallèle/série

Les moteurs électrique et thermique entraînent la rotation des roues en fournissant de l'électricité destinée à recharger la batterie via le générateur.

Le système Hybride Série/Parallèle utilise les deux puissances motrices : thermique et électrique pour entraîner la rotation des roues en ajoutant la possibilité de produire de l'électricité. Selon les conditions routières, il sélectionne les moteurs électrique et/ou thermique.

La configuration générale de ce système est composée du moteur thermique, des moteurs électriques, du générateur, du répartiteur d'énergie (récupérateur de puissance\*), et du module de commande de l'alimentation (inverseur / convertisseur).



\* Le répartiteur d'énergie segmente la puissance en deux flux d'énergie. Une partie fait fonctionner directement la traction des roues et l'autre partie produit de l'électricité pour alimenter les moteurs électriques ou la batterie. Ce système profite de la puissance

des moteurs électriques à vitesse basse et de la puissance du moteur thermique à vitesse haute. Autrement dit, le système contrôle les deux sources motrices pour obtenir un meilleur rendement en fonction des conditions de conduite.

Le répartiteur d'énergie est un train d'engrenages épicycloïdal. Le moteur électrique doit toujours être alimenté pour assurer le fonctionnement du répartiteur d'énergie.

Le moteur thermique a une puissance de 68 kW ; celle des moteurs électriques est de 50 kW.

**Question 4** Quelle sera la puissance maximale acheminée vers les roues compte tenu de l'architecture d'un système série/parallèle. Justifiez brièvement.

**Question 5** En observant l'architecture du système, est-il possible de recharger la batterie à l'aide du moteur thermique pendant la conduite ?

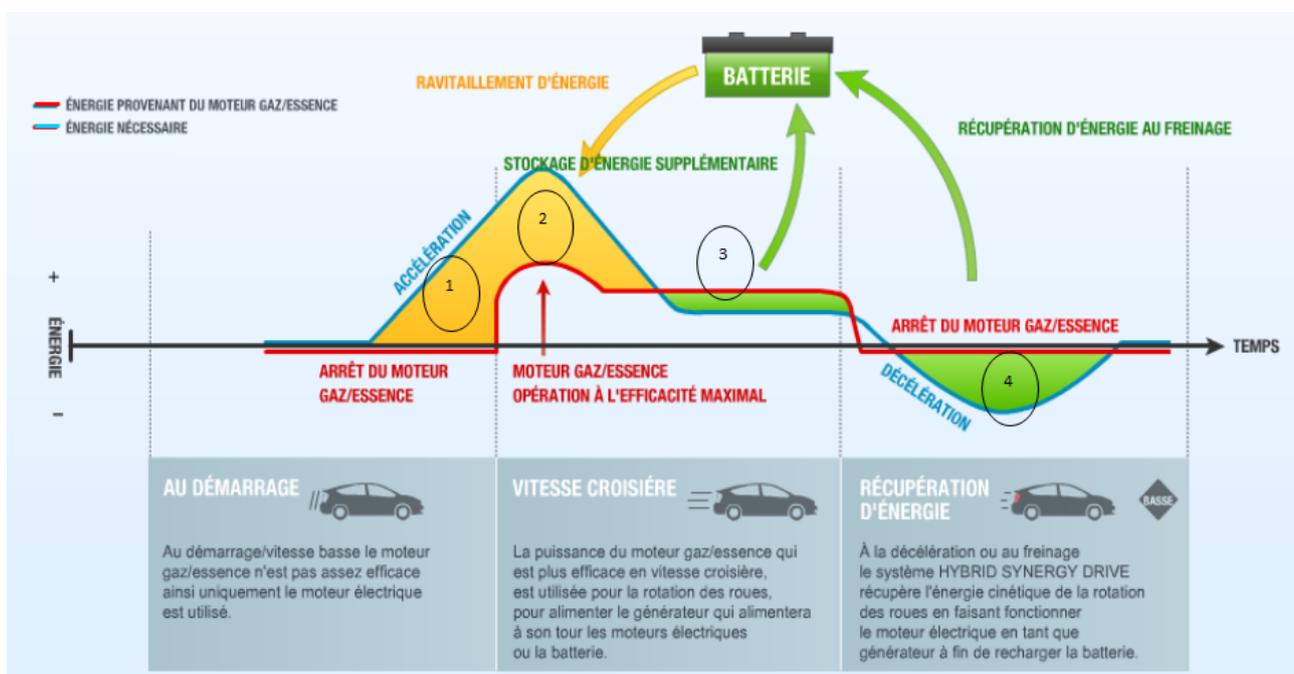
**Question 6** Justifiez le terme série/parallèle

Dans la suite du TD, nous allons étudier le répartiteur d'énergie (récupérateur de puissance sur le schéma) qui est réalisé par un train épicycloïdal.

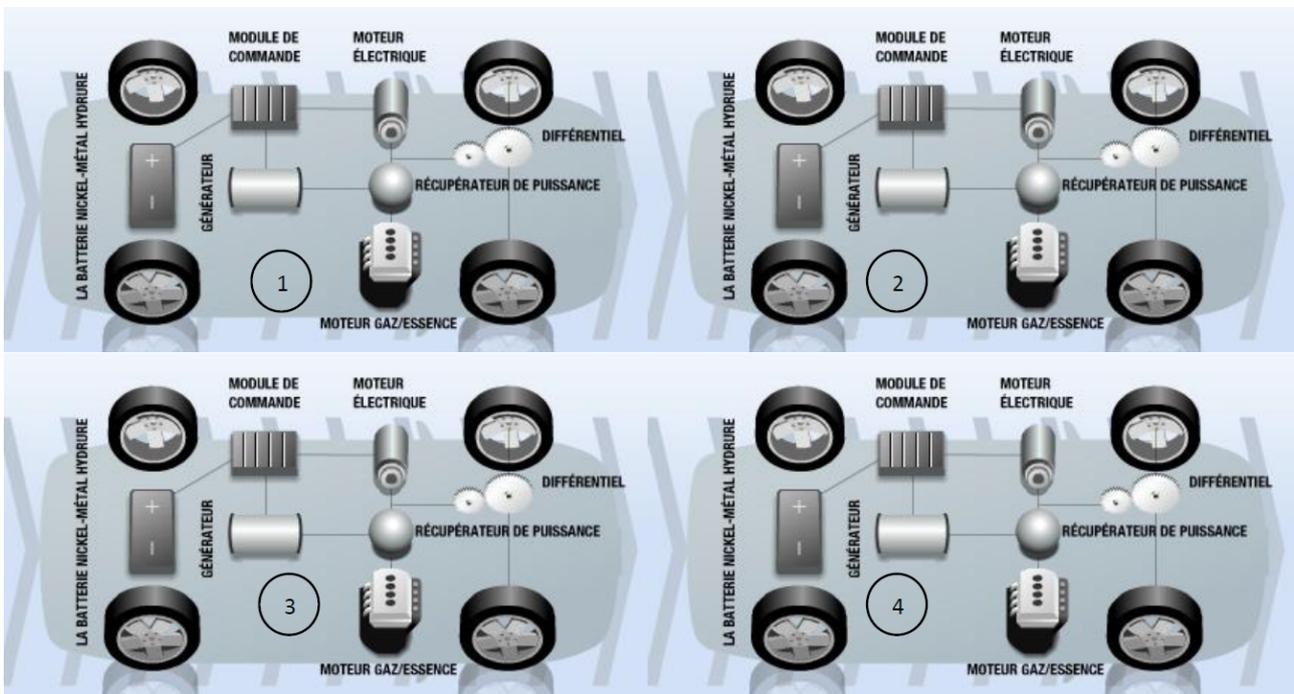
## 2 Étude du répartiteur d'énergie

### 2.1 Détail du fonctionnement

Le graphique ci dessous détaille le fonctionnement des moteurs/générateurs à partir de trois phases de fonctionnement.



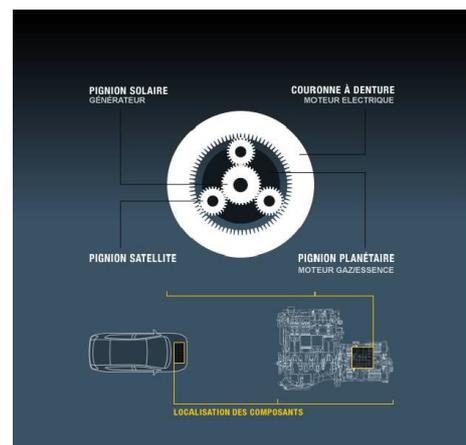
**Question 7** Sur les graphiques suivant, représentez les flux d'énergie (électrique en vert et mécanique en rouge) dans le système pour les quatre phases.



## 2.2 Récupérateur de puissance

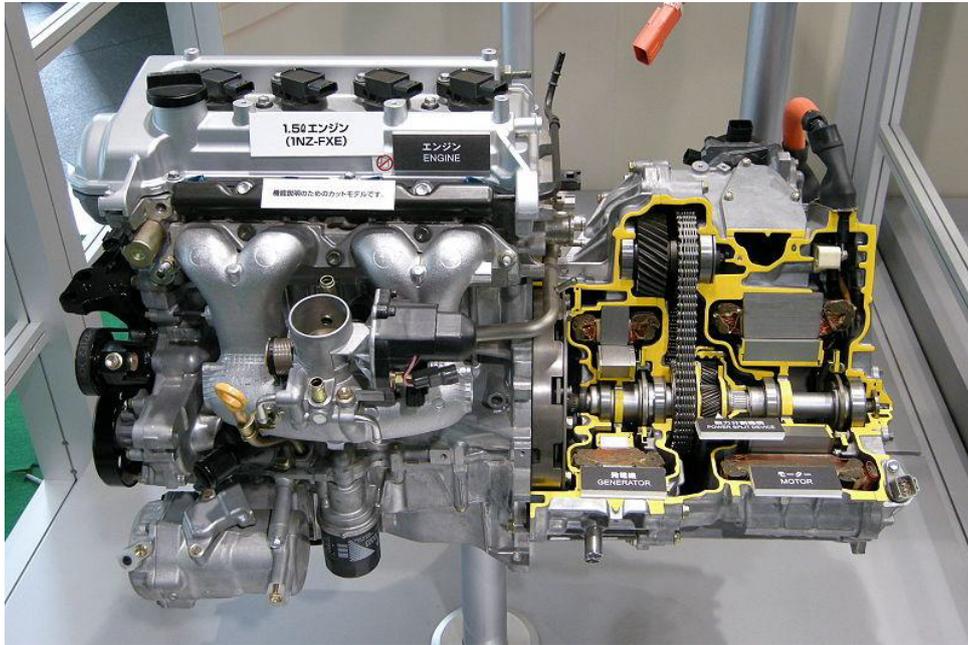
La puissance produite par les moteurs électriques est répartie entre les roues et le Générateur. Le répartiteur de puissance intégrée au système HYBRID SYNERGY DRIVE répartit la puissance du moteur essence à l'arbre et au générateur. Le répartiteur de puissance utilise un train épicycloïdal composé d'une couronne à dentures intérieures, des pignons satellites, des pignons solaires et d'un pignon planétaire (porte satellite) pour répartir efficacement la puissance du moteur essence.

Le porte satellite est relié directement au moteur essence et transmet la puissance à la couronne à denture intérieure ainsi qu'au pignon solaire via les satellites.

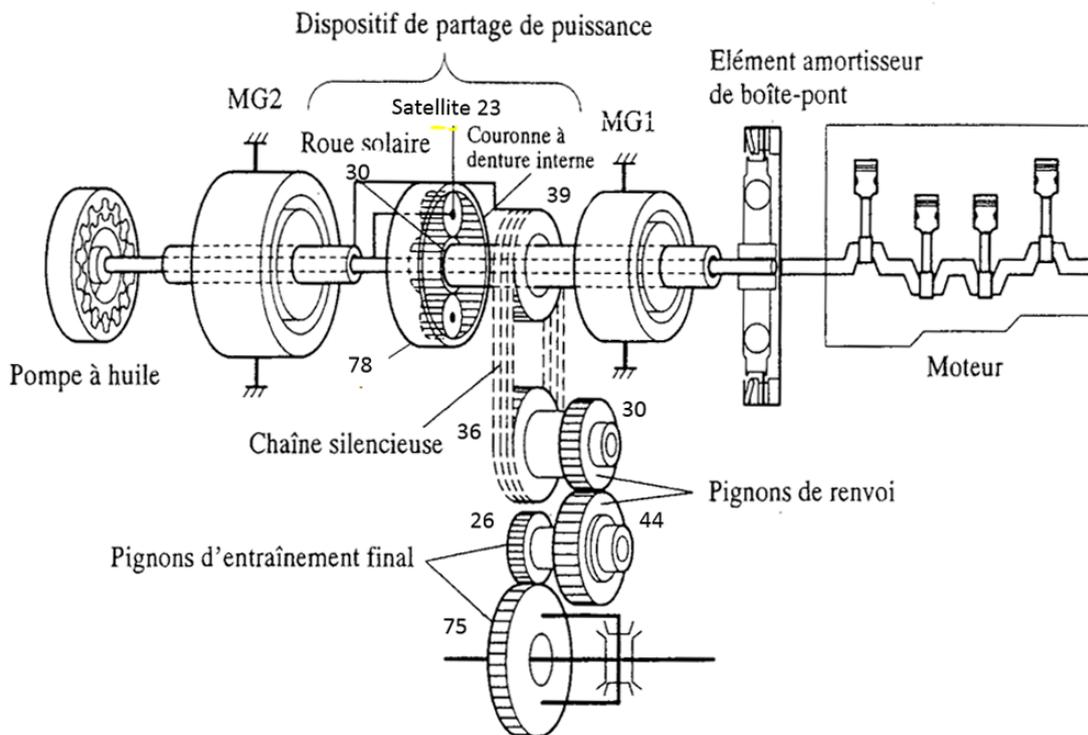


La couronne à denture intérieure transmet sa puissance aux roues via l'arbre rotatif, cependant le pignon solaire entraîne le générateur afin de transformer la puissance du moteur essence en électricité.

### 2.3 Bloc propulseur



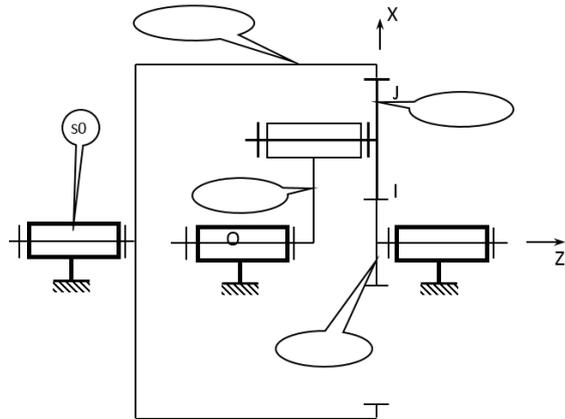
### 2.4 Structure de la transmission



### 2.5 Travail demandé

Le réducteur est composé des pièces suivantes :

	Désignation	Caract.
$S_{30}$	Pignon entrée	30 dents
$S_{23}$	Satellite	23 dents
$S_{78}$	Couronne	78 dents
$S_4$	Porte satellite	-



**Question 8** Placer les numéros sur le schéma cinématique

**Question 9** Quelles sont les pièces entraînées par les moteurs ?

	MG1	MG2	Moteur thermique (Mth)
Pièce entraînée			

**Question 10** Sur quelle pièce se trouve la sortie du répartiteur de puissance vers la chaîne de transmission ?

### 2.6 Loi entrée/sortie du réducteur

**Question 11** Déterminer la loi entrée sortie du train par application de la formule de Willis

**Question 12** Déterminer tous les rapports de réduction. Faire l'application numérique.

Mode	Arbre 30	Arbre 78	Arbre 4	$R = \frac{\omega_s}{\omega_e} \Rightarrow AN$
1	Entrée	Sortie	Bloqué	
2	Sortie	Entrée	Bloqué	
3	Bloqué	Entrée	Sortie	
4	Bloqué	Sortie	Entrée	
5	Entrée	Bloqué	Sortie	
6	Sortie	Bloqué	Entrée	

### 2.7 Étude des modes de fonctionnement

**Question 13** On cherche l'état de MG1 en fonction des autres moteurs. MG2 fonctionne uniquement en moteur et en récupérateur d'énergie au freinage. MG1 fonctionne en moteur ou en générateur d'électricité. Le moteur thermique fonctionne ou pas en fonction des conditions d'utilisation. Il est démarré par MG1. Compléter le tableau page suivante.

	Le moteur thermique charge la batterie. (embouteillages avec clim)	Fonctionnement sous charge réduite. (MG2 est la seule force motrice du véhicule)	Marche arrière	Fonctionnement normal. Tout est actif.	Décélération en position « B » du sélecteur de vitesse pour avoir du frein moteur
<b>MG1</b>					
<b>MG2</b>					
<b>Mth</b>					
<b>Loi E/S</b>					
<b>Remarques</b>					