

Les trains planétaires étaient déjà utilisés au moyen âge, par exemple par Léonard de Vinci. Dans les voitures d'aujourd'hui, ils sont principalement installés dans les boîtes automatiques à convertisseurs de couple mais également dans les boîtes de transfert. Dans ces dernières, ils prennent en charge la répartition statique du couple ainsi que le rôle de différentiel central.

## Structure et fonctionnement

L'engrenage central (jaune sur les images) s'appelle le planétaire, les engrenages bleus qui l'entourent s'appellent les satellites et l'engrenage brun à denture interne s'appelle la couronne. Les satellites sont reliés les uns aux autres via le porte-satellites.

Le principe de fonctionnement du train épicycloïdal est basé sur le fait qu'une partie est menante (motrice), une autre bloquée (fixe) et la troisième reçoit le couple (réceptrice). Le fonction de la partie fixe est de supporter le couple à transmettre.

Dans les boîtes automatiques à convertisseur modernes, mais aussi dans les transmissions hybrides, la troisième partie n'est plus nécessairement fixe, mais elle peut être entraînée à un régime déterminé. Cela signifie que le rapport de transmission peut être ajusté et modifié. Le rapport de démultiplication de base dépend du nombre de dents du planétaire et de la couronne. Les satellites sont des engrenages intermédiaires et n'affectent pas le rapport de démultiplication.

## Nomogramme

Les relations entre les régimes des pièces principales d'un train planétaire peuvent être représentées à l'aide d'un nomogramme. Trois barres verticales sont dessinées sur l'abscisse horizontale. La barre bleue du milieu représente le régime du porte-satellites, la barre jaune de gauche le régime du planétaire et la barre brune de droite le régime de la couronne. Le régime est affiché en ordonnée (axe vertical). Si les distances correspondent au nombre de dents ou au rapport de transmission, le diagramme peut également être lu proportionnellement.

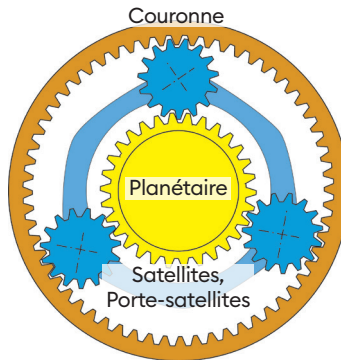
Si le train planétaire est utilisé de manière conventionnelle et qu'une pièce est toujours maintenue fixe, alors 6 rapports sont possibles. Si le porte-satellites est fixe, il y a deux vitesses en inversion, s'il est entraîné, il y a deux vitesses en grande surmultiplication, et si le couple est transmis via le porte-satellites, deux vitesses en régime lent sont possibles. En 7<sup>e</sup> possibilité, deux parties peuvent être connectées l'une à l'autre (prise directe). Il est également possible qu'une des pièces ne soit plus fixe, mais que deux soient entraînées et que le couple soit transmis via deux pièces.

## Transmission hybride

Si plusieurs parties du train planétaire sont connectées à des moteurs, elles peuvent toutes être entraînées à un régime déterminé et le train épicycloïdal simple se transforme en transmission à variation continue (E-CVT).

Au milieu des années 1990, Toyota a développé le modèle hybride Prius (voir chapitre 12 : Prius pionnière de l'hybride) de manière à ce que deux moteurs électriques, le train épicycloïdal et la transmission d'essieu puissent être logés dans une boîte de vitesses de taille conventionnelle pour un moteur transversal.

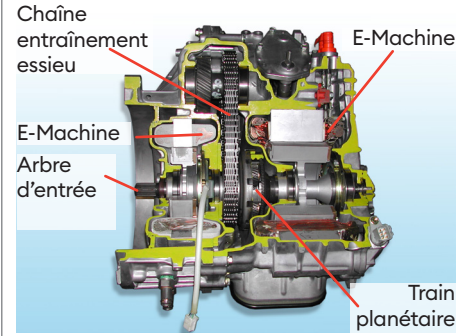
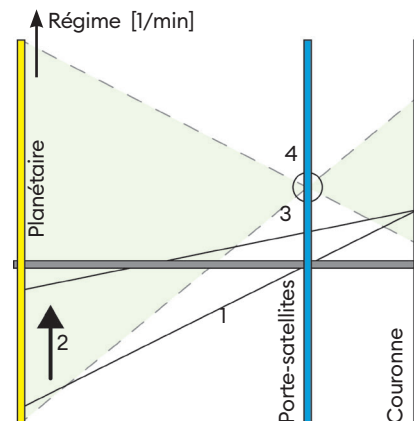
Le moteur thermique était relié au porte-satellites, une machine électrique (EM 1) avec le planétaire et l'autre machine électrique (EM 2) avec la couronne. La couronne dentée était également reliée à la transmission finale et au différentiel.



## En service

Comme ce circuit hybride est construit sans embrayage, il doit être démarré électriquement via EM 2. EM 2 entraîne directement l'entraînement de l'essieu, et si EM 1 tourne librement, le moteur à combustion peut s'arrêter (ligne 1 dans le nomogramme). Si le conducteur demande une accélération du véhicule supérieure à ce que EM 2 peut permettre, ou si le SOC est trop faible, EM 1, qui tourne en contresens, est freiné électriquement (flèche 2 à côté de la barre jaune). Si le véhicule ne ralentit pas de ce fait, le point de droite, la barre marron reste au même endroit. Par conséquent,

### Nomogramme



La transmission compacte E-CVT travaille avec un train planétaire simple.

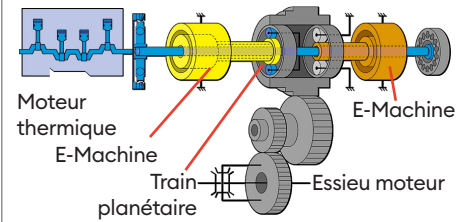


Schéma de la boîte à train épicycloïdal.

la ligne sur la barre bleue est déplacée vers le haut. Cela symbolise le porte-satellites, qui est couplé au moteur à combustion interne. Cela signifie que le moteur à combustion est entraîné et ainsi démarré (3). Le moteur à combustion interne est amené à un point de fonctionnement efficace le plus rapidement possible (4). Si la vitesse de conduite n'est que légèrement augmentée, EM 1 est entraîné avec un régime élevé, mais si la vitesse de conduite est augmentée de manière significative, EM 1 s'arrête, voire même tourne en arrière. Ce qui est certain, c'est que le moteur thermique peut fonctionner sur de longues distances au voisinage de son régime et de sa charge optimales. S'il délivre trop de couple, les moteurs électriques deviennent des générateurs, mais s'il délivre trop peu de couple, EM 2 notamment devient un moteur électrique et booste. A ce seul régime de moteur à combustion, tout le champ vert peut être parcouru.

Un inconvénient en termes de rendement est que le planétaire doit toujours être maintenu au bon régime au moyen d'énergie électrique.

