

# Two-Mode-System

## Transmission

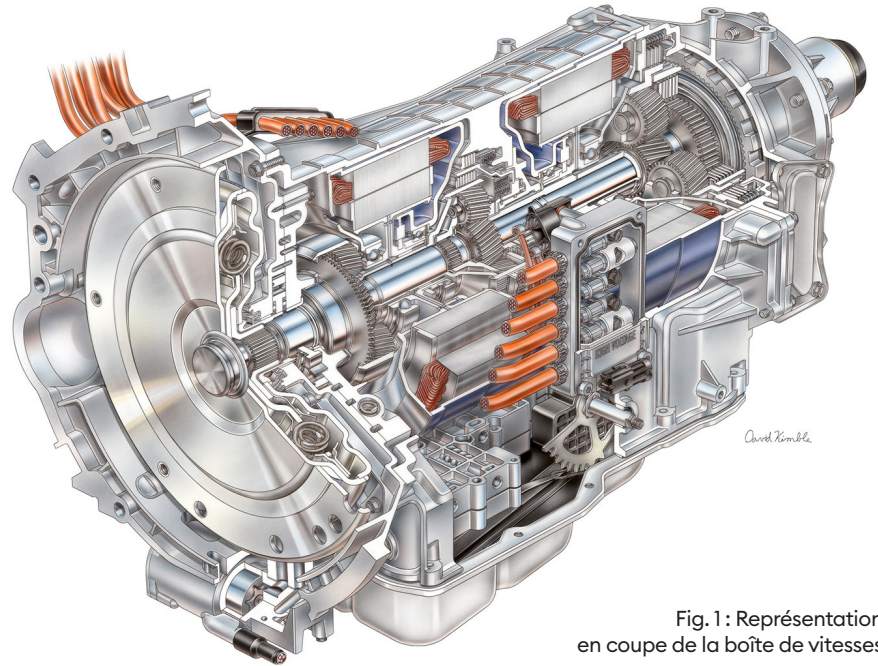


Fig. 1 : Représentation en coupe de la boîte de vitesses

Après que le système monomode de Toyota (voir: Transmission - Engrenage épicycloïdal) ait été lancé avec succès sur le marché, une alliance constituée par Mercedes-Benz, GM et BMW a été formée vers 2005. Selon la devise « le mieux est l'ennemi du bien », ils ont développé une transmission hybride censée éviter les inconvénients du système monomode. Avec la répartition de la puissance, une partie de la puissance du moteur thermique est transmise mécaniquement et l'autre partie électriquement. La partie mécanique, qui passe par une ou deux paires de roues dentées, est plus efficace. Avec la partie électrique, l'énergie mécanique doit d'abord être convertie en énergie électrique, puis éventuellement stockée temporairement, avant qu'un moteur électrique puisse la reconverter en travail mécanique. Pour cette raison, la coordination du moteur thermique, de la transmission et des deux moteurs électriques est extrêmement importante avec le système monomode.

### Two-Mode-System

Le système à deux modes dispose également de deux moteurs électriques et il a généralement trois ensembles de trains planétaires simples. Dans cette version de boîte de vitesses, les deux premiers trains planétaires sont les mêmes ( $i_{fixe} = -1,97$ ) mais le rapport du troisième est légèrement plus grand ( $i_{fixe} = -2,765$ ). Le rapport d'engrenage  $i_{fixe}$  représente le rapport entre le nombre de dents de la couronne dentée et du planétaire. Comme le porte-satellites est fixe, les engrenages planétaires inversent le sens de rotation, c'est la raison pour laquelle les rapports sont négatifs. La figure 2 montre la disposition des trois trains épicycloïdaux avec les deux embrayages, les deux freins à embrayage et les deux moteurs électriques. On remarque que les porte-satellites 1 et 2, mais aussi les planétaires 2 et 3 sont solidaires les uns aux autres.

L'embrayage-frein K1 (4 dans Fig. 2) freine la couronne 3. Si ce frein n'est pas activé, le train planétaire est inefficace. L'embrayage K2 (5) relie le porte-satellites 3 aux porte-satellites 1

et 2. L'embrayage-frein K3 (6) freine les planétaires 2 et 3 connectés et rend impossible l'utilisation de la machine électrique 2 (9). L'embrayage K4 (7) relie le planétaire 1 / la couronne 2 aux deux planétaires 2 et 3.

### Disposition

Comme on peut le voir dans le tableau 1, cette stratégie permet de configurer deux différents changements de vitesses à variation continue électrique (E-CVT). L'E-CVT 1 convient aux bas régimes et l'E-CVT 2 aux hauts régimes ou vitesses. De plus, quatre vitesses peuvent être obtenues, dont le rapport de vitesse ne peut pas être modifié par les moteurs électriques. Cependant, les e-machines peuvent booster ou récupérer en parallèle.

### Conduite

Le nomogramme est structuré de telle sorte que les distances correspondent aux rapports fixes et que les composants interconnectés soient sur la même ligne

de régime. Seuls les deux porte-satellites 1 et 2 ont dû être séparés. Pour cette raison, ils sont reliés entre eux par une ligne horizontale.

Pour démarrer électriquement, le moteur à combustion à l'arrêt, le moteur électrique 1 doit tourner en arrière et le moteur électrique 2 en avant pour que le porte-satellites 3, qui est relié à la sortie de transmission, commence à tourner lentement. Les deux moteurs électriques augmentent leurs régimes pour que le véhicule accélère. Si le moteur électrique 1 continue à accélérer négativement avec la même vitesse d'entraînement du véhicule, le moteur thermique démarre.

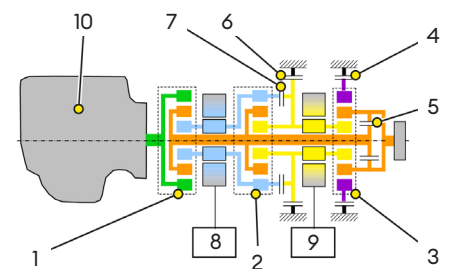


Fig. 2 : Représentation schématique de la boîte de vitesses à deux modes : 1, 2, 3 trains planétaires 1 à 3 - 4 embrayage frein K1 - 5 embrayage K2 - 6 embrayage frein K3 - 7 embrayage K4 - 8 E-machine 1 - 9 E-machine 2 - 10 moteur thermique (ICE)

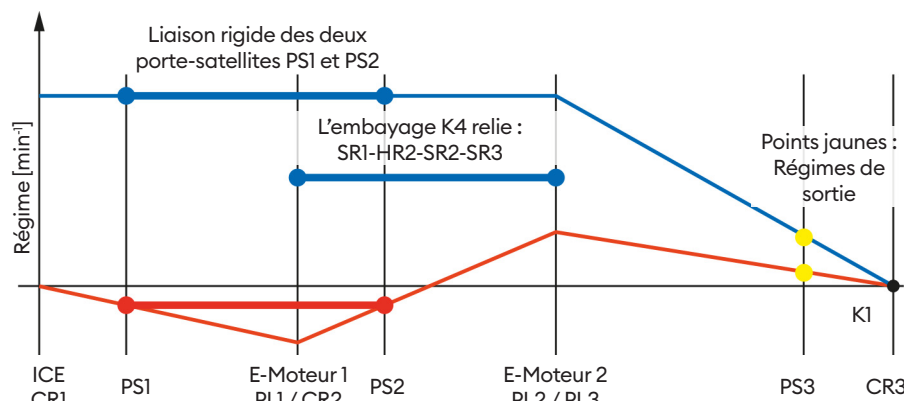


Fig. 3 : Nomogramme des trois ensembles planétaires connectés. La ligne rouge indique le démarrage électrique lorsque le moteur thermique ne tourne pas. Le rapport de transmission peut alors être modifié dans cette configuration. La ligne bleue montre le premier rapport fixe.

Actionnement de l'embrayage	K1	K2	K3	K4
E-CVT 1	x			
1 <sup>ère</sup> vitesse	x			x
2 <sup>e</sup> vitesse	x	x		
E-CVT 2		x		
3 <sup>e</sup> vitesse		x		x
4 <sup>e</sup> vitesse		x	x	

Tab. 1 : Matrice des changements de rapport