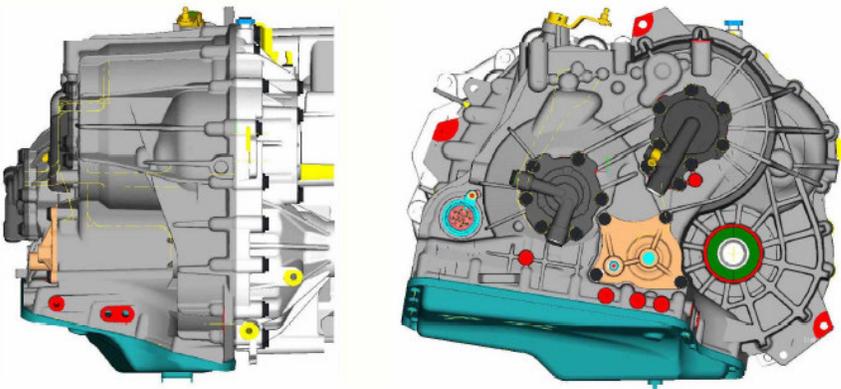




FORD EQUIPE LA FOCUS D'UNE TRANSMISSION A VARIATION CONTINUE DE DERNIERE GENERATION

Développée conjointement par Ford et ZF, le spécialiste de la transmission, la Durashift CVT offre deux modes de conduite : automatique avec la variation continue ou séquentiel avec 7 rapports.

La toute nouvelle transmission Durashift CVT, convient parfaitement à la vocation familiale de la Focus. Associée au moteur diesel Duratorq TDCi de 109 ch, elle autorise une conduite sûre, détendue grâce à l'incroyable adaptabilité de sa technologie : la transmission variation continue (CVT)



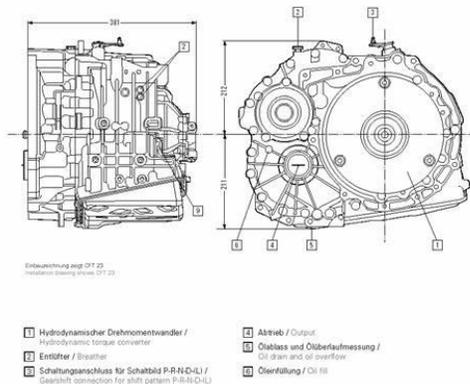
Avec une distance entraxe de 20,6 cm et un poids de 86 kg, le convertisseur et le différentiel inclus, la transmission CVT de la gamme Focus est à la fois compacte et légère.

Les changements instantanés de rapport constituent le trait de caractère de la transmission Durashift CVT. Un fort enfoncement de la pédale d'accélérateur (kick-down) suffit à rétrograder immédiatement en mode automatique. Elle est obtenue sans le moindre retard car aucun engrenage ne doit être engagé ou synchronisé. Il se produit simplement à l'intérieur de la transmission un réglage rapide des pignons qui est assuré instantanément par une pompe à huile spéciale à pistons radiaux.



Pour comprendre les processus impliqués dans cette approche nouvelle de la transmission, il est nécessaire de découvrir cette technologie en profondeur. Son premier avantage est qu'elle s'utilise comme une boîte automatique traditionnelle. Plus novateur est le convertisseur de couple hydrodynamique qui compense le patinage d'entraînement. La Durashift CVT est dotée d'un convertisseur compact et robuste doté d'un embrayage de blocage de convertisseur qui élimine le glissement à régime et à vitesse élevée pour une plus faible consommation. Un simple train planétaire avec deux embrayages hydrauliques qui peuvent être commandés également sous charge est exclusivement utilisé pour inverser le sens de déplacement de marche avant en marche arrière.

Extrêmement important pour le conducteur, la transmission Ford Durashift CVT permet de percevoir des sensations identiques à celles procurées par une transmission automatique classique. En mode automatique, la Durashift CVT évite le son typique que pouvaient émettre les premières générations de transmission à rapport variable en continu. Avec une acoustique qui ressemblait à un bruit d'aspirateur ou de turbine d'avion, celles-ci ne fournissaient pas des sensations précises sur l'accélération et la vitesse du véhicule et ce point faible a constitué l'une des principales raisons de leur rejet par les clients.



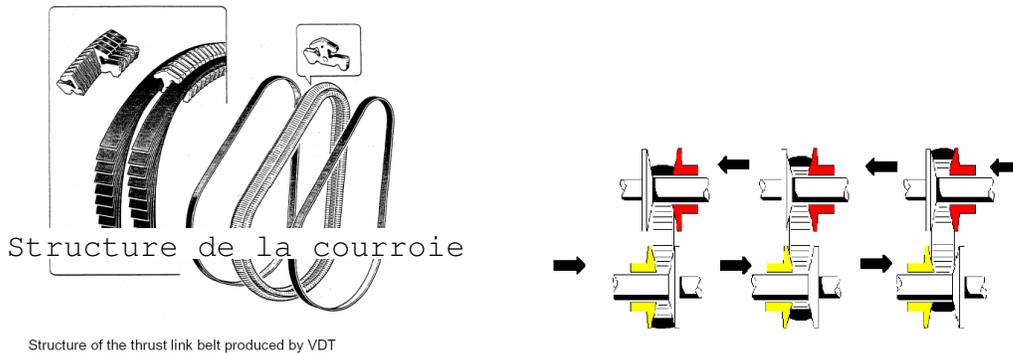
Avec un carter de 381 millimètres, la transmission Durashift CVT est extrêmement compacte et donc adaptée à des véhicules à roues avant motrices.

La transmission Durashift CVT permet d'éviter totalement cette sonorité désagréable. Elle a été programmée pour faire varier le rapport en mode automatique selon une progression logique. Ce son correspond exactement à celui d'une transmission automatique moderne avec un programme de passage et des embrayages bien équilibrés.

Caractéristiques de la technologie CVT

La nouvelle transmission Ford Durashift CVT, développée conjointement par les ingénieurs de Ford et de ZF, définit de nouvelles références, offrant le choix au conducteur entre deux modes : automatique avec une variation continue des rapports ou séquentiel à 7 vitesses.

Le conducteur sélectionne simplement le mode de conduite qu'il préfère - automatique ou séquentiel - en manœuvrant le levier de sélecteur ou en enfonçant fortement la pédale d'accélérateur (kick down). La transmission Ford Durashift CVT fait le reste.



La courroie travaillant à la poussée permet une sélection sans à-coup des rapports. La courroie et ses plaquettes sont réalisées en aciers alliés spéciaux identiques à ceux utilisés pour les lames de rasoir et les ressorts de soupape.



Une multiplicité de rapports

D'une façon générale, plus le nombre de rapports est élevé, plus ils permettent d'adapter la puissance disponible à la difficulté du terrain. Ceci permet d'économiser de l'énergie et d'améliorer les performances.

La nouvelle génération de CVT de Ford repose sur le même principe : l'objectif consiste à optimiser la dynamique de conduite et la consommation en tirant profit des performances du moteur 1,6 TDCi et de l'adaptabilité permanente de la transmission.

La Durashift CVT utilise une courroie en acier, également appelée courroie de poussée, et non pas des pignons. Grâce à sa possibilité de s'adapter sans à-coup au régime du moteur, cette transmission permet théoriquement d'atteindre un nombre infini de vitesses de transmission. Cependant, un nombre infini de rapports entraîne une sonorité du moteur proche de celle d'un aspirateur. De l'avis de nombreux conducteurs, il ne correspond pas à la sonorité que l'on attend d'une automobile et ne fournit pas de bonnes sensations. C'est pourquoi la transmission CVT de Ford-ZF sélectionne plus particulièrement des caractéristiques optimisées par rapport à un nombre infini de régimes de transmission possibles. En fonction de la pratique actuelle, 5 ou 7 rapports sont suffisants pour permettre une conduite confortable avec une bonne économie de consommation. Le point crucial est l'étagement des rapports. La Durashift CVT bénéficie d'un facteur de réduction entre le rapport le plus élevé et le rapport le plus faible de 6.0, ce qui est bien mieux que ce qu'offre aujourd'hui une boîte traditionnelle.

Le mode automatique

En mode automatique, la Durashift CVT travaille avec davantage de précision que les transmissions automatiques classiques. Le convertisseur de couple hydrodynamique est à même d'amplifier le couple de démarrage du moteur d'un facteur de 2,1. Le système de commande de la transmission fonctionne en mode automatique. L'embrayage du convertisseur bloque dès que possible après la mise en mouvement du véhicule, évitant ainsi un accroissement inutile de la consommation provoquée par le glissement du convertisseur hydrodynamique. D'une façon générale, ce blocage se produit dès la vitesse de 20 km/h est atteinte.

Le système de commande de la transmission a été programmé pour obtenir une diminution de la consommation, réduisant le régime moteur selon les rapports de réduction définis. Le logiciel de gestion du module de commande de la transmission a été



minutieusement défini afin de permettre une parfaite adéquation aux nombreuses situations de route. Rétrograder pour une meilleure accélération, détecter un virage, décélérer rapidement après une tentative de dépassement annulée, toutes ces situations sont analysées par de nombreux capteurs qui mesurent notamment la vitesse d'enfoncement de la pédale d'accélérateur, la vitesse de roues et empêche la transmission de faire une action non désirée.

En **mode kick-down**, la Durashift CVT privilégie l'accélération. Dans ce cas uniquement (plus de 95 % de la pleine charge), la transmission fonctionne en mode de rapport variable en continu. La transmission maintient le régime moteur à sa puissance maxi à 4000 tr/min avec une variation continue du rapport de réduction. Ceci permet d'obtenir une accélération constante pour effectuer un dépassement. Cependant, le plus léger relâchement sur la pédale d'accélérateur (< à 95 % de la charge) provoque le retour de la transmission dans son mode normal de sélection automatique des rapports.

En **mode séquentiel**, tout comme dans le mode automatique, la Durashift CVT offre sept rapports qui s'étalent sur un rapport de 6.0. Le conducteur les sélectionne en déplaçant simplement le levier de sélecteur (vers l'avant pour rétrograder des rapports et vers l'arrière pour la montée.) Les conducteurs expérimentés trouveront ce mode très utile pour mieux ajuster leur vitesse de passage en virage ou bien en accélération. Le mode séquentiel des rapports peut être également judicieux en conduite sur des routes de montagnes, sur routes sinueuses ou en cas de remorquage d'un autre véhicule. Si le conducteur oublie, par exemple, de rétrograder - lors d'un arrêt soudain - le module de commande de la transmission l'effectue automatiquement. Cependant, pour ré-accélérer, la transmission attend l'ordre du conducteur. Le mode de démarrage à froid comporte deux aspects spéciaux. Plus particulièrement sur routes glissantes ou en circulation urbaine, il permet au conducteur de démarrer en deuxième. Ainsi, le convertisseur de couple hydraulique sait qu'il doit appliquer le couple de démarrage du moteur sur les roues avec davantage de douceur de manière à éviter de faire patiner les roues motrices.

Autre caractéristique particulière de la transmission Durashift CVT, par grand froid, lorsque la température de l'huile est inférieure à 10 degrés, l'embrayage de lock-up du convertisseur de couple est maintenu en position désengagée. Il reprend le mode classique dès que la température d'huile retrouve une température normale. Ceci s'effectue toujours avec une transition douce, en évitant les à-coups avec le groupe moteur.



Stratégies de passage

Le système de commande de la Durashift CVT utilise différentes stratégies de passage et d'embrayage qui se recouvrent. Pendant le processus de conception et de développement, elles ont fait l'objet d'une grande recherche afin d'offrir une interaction douce sur l'ensemble du système de transmission. Voici un bref résumé des différentes fonctions qui interagissent au sein de la Durashift CVT.

- **Désengagement des embrayages au ralenti**

Au ralenti - levier de sélecteur en position N - les deux embrayages du train planétaire sont en position déverrouillée ainsi, il n'y a pas de transmission de couple à d'autres éléments de la ligne de transmission. Le moteur peut donc tourner au ralenti à un régime particulièrement bas et régulier, ce qui diminue la consommation.

- **Marche avant**

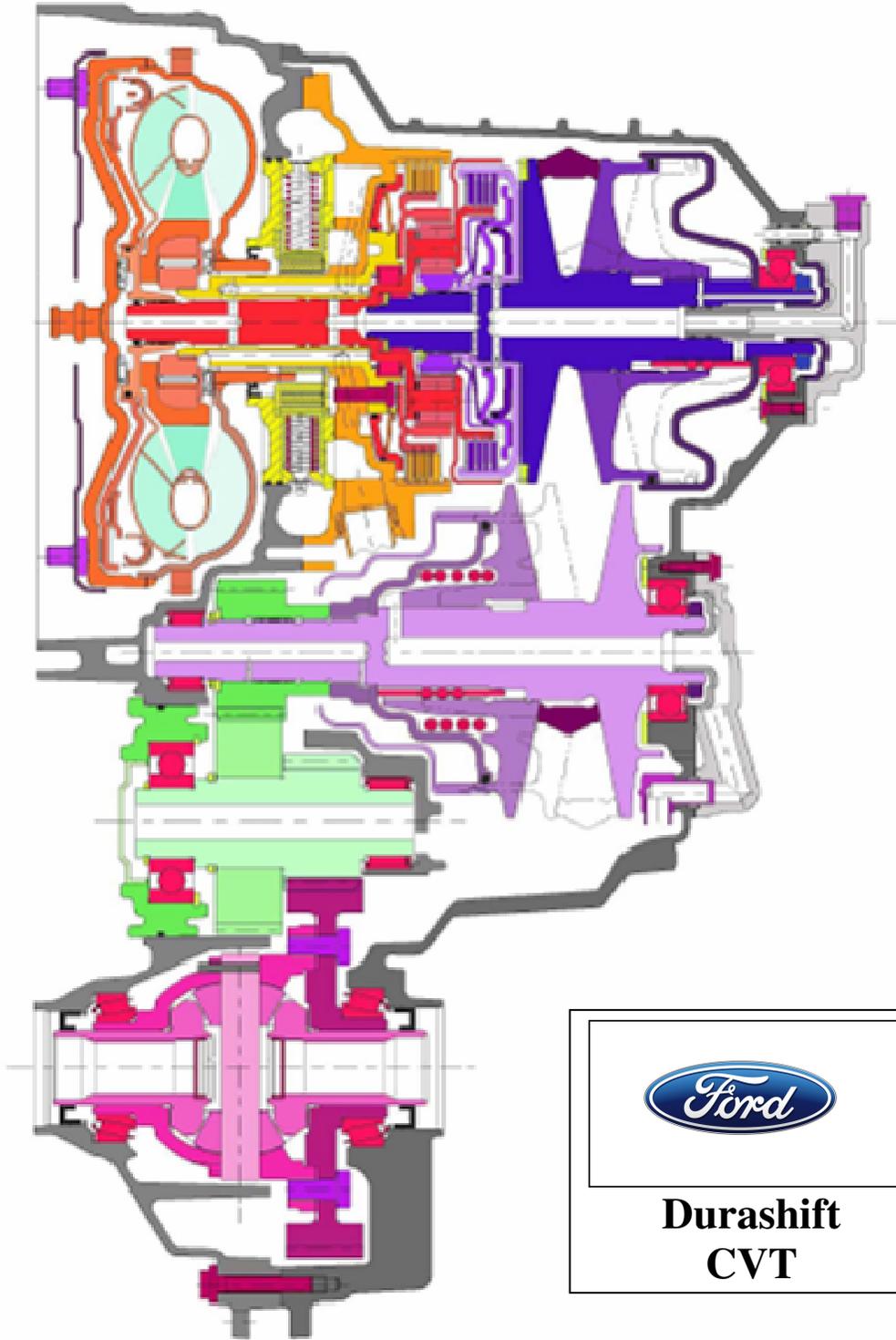
Lorsque le véhicule se déplace vers l'avant, l'embrayage du train planétaire est en position bloquée, permettant au porte-satellites d'être en prise avec le variateur. Le train planétaire n'entraîne pas de réduction du rapport d'entraînement, mais tourne dans cette position fixe sans être soumis à usure.

- **Marche arrière**

En marche arrière, l'embrayage du train planétaire est positionné de manière à relier le planétaire et la couronne. La puissance est transmise au variateur par l'intermédiaire du planétaire.

- **Détection décélération rapide**

Le mode de décélération rapide se produit d'une façon générale lorsque le conducteur ralentit avant de prendre un virage ou annule une tentative de dépassement. Dans de tels cas, la montée d'un rapport aurait un effet négatif, car le conducteur a surtout besoin du frein moteur. Le mode de décélération rapide empêche la transmission d'engager le rapport supérieur. En fonction du style de conduite et de la résistance dynamique (détection de montée/descente), le régime moteur peut être diminué plus ou moins rapidement.



**Durashift
CVT**



- **Mode sport**

Lorsque l'électronique adaptative de la transmission a reconnu que le conducteur préfère un style "sportif" de conduite, le régime moteur sera conservé à un niveau plus élevé sur une durée plus longue avant de passer sur le rapport supérieur. Après une période de conduite à faible vitesse ou à vitesse de croisière, le système adaptatif considère qu'il s'agit d'un changement temporaire et revient rapidement à un régime moteur plus faible, et donc à une conduite plus économique.

- **Détection de descente**

Lorsque le véhicule circule en descente, ceci est détecté par le système qui effectue une corrélation entre la position de la pédale d'accélérateur et les signaux du tachymètre. Si tous les systèmes indiquent que le véhicule est en descente, le régime moteur est accru pour assister le freinage lorsque le conducteur retire le pied de la pédale d'accélérateur. Pour ce faire, le rapport de réduction actuel du variateur est maintenu sans montée des rapports. Si ceci est insuffisant et que le véhicule continue d'accélérer, le système rétrograde automatiquement pour mieux utiliser l'effet du frein moteur. Cette stratégie permet aussi d'économiser les freins sans compromettre la sécurité dans la circulation.

- **Détection des virages**

La comparaison permanente de la vitesse des roues arrière par le système ABS permet d'obtenir des informations précises et permanentes du véhicule dans le virage. En fonction du rayon de ce dernier, la transmission évite d'engager le rapport supérieur de manière que le conducteur ait des sensations plus directes du passage en courbe. L'engagement d'un rapport supérieur non souhaité directement avant un virage est empêché par le mode de décélération rapide, même si le véhicule se déplace encore en ligne droite.

- **Mode automatique**

Lorsque le levier est en position automatique, le rapport et le régime moteur sont commandés par des cartes de programmation. Afin d'obtenir une consommation optimisée à vitesse de croisière avec certains paramètres logiques, le régime moteur est réduit et le véhicule est utilisé avec le rapport le plus élevé. Les signaux de rétrogradation sont dictés à la fois par la course de la pédale d'accélérateur et la vitesse à laquelle elle est enfoncée. Aussi, lorsque la pédale est enfoncée complètement en



mode kick-down, la transmission passe automatiquement sur le rapport qui permet au moteur de tourner à un régime proche du régime nominal de 4000 tr/min. Ceci permet d'obtenir la meilleure dynamique de conduite possible. Aussi longtemps que le mode kick-down est utilisé, la transmission fonctionne en mode de rapport variable en continu, sans simuler les rapports étagés, pour bénéficier d'une accélération optimisée pour, par exemple, effectuer un dépassement.

- **Mode séquentiel**

Après avoir déplacé le levier de sélecteur vers la droite de la grille, la transmission obéit aux ordres de passage des rapports du conducteur. Le mode de commande comporte un programme avec 7 rapports étagés, ce qui transforme ainsi la transmission automatique virtuellement en une transmission séquentielle à 7 rapports.

En mode séquentiel, le kick-down peut également être utilisé pour rétrograder sans devoir déplacer le levier de sélecteur dès que le moteur fonctionne à moins de 95 % de charge. En outre, la Durashift CVT assure automatiquement la montée d'un rapport lorsque le moteur a atteint son régime maximum autorisé.

Cependant, si le moteur atteint son régime maximum admissible en mode de sélection manuelle sans que la transmission n'ait reçu de signal de kick-down (> 95 % pleine charge), cette dernière conserve le rapport sélectionné et n'engage pas un rapport plus élevé.

Lors de la rétrogradation en mode de sélection manuelle, la transmission évite automatiquement au moteur d'être en sur-régime à l'engagement du rapport inférieur. De même, la transmission empêche automatiquement de caler en cas de régime moteur insuffisant.

En hiver, le mode de sélection permet de démarrer le véhicule en deuxième en appliquant le couple de démarrage d'une façon particulièrement douce.

- **Mode d'urgence hydraulique**

Si le système de commande de la transmission détecte un problème sérieux, il passe automatiquement en mode d'urgence hydraulique. Les passages des rapports peuvent être accompagnés d'à-coups plus prononcés et, le nombre des rapports disponibles est limité.

Mecatronic - une technologie de commande moderne

Pour un encombrement extrêmement réduit, la Durashift CVT accueille une commande de la transmission extrêmement complexe.

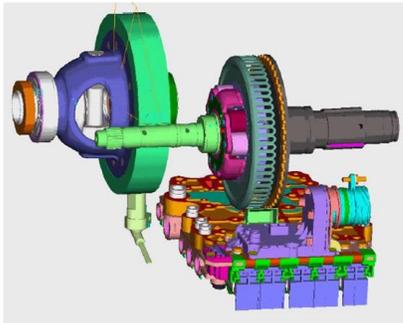


Fig. 5: Mechatronic module of the CFT23

Fig. 5 : Module Mecatronic de la CFT23

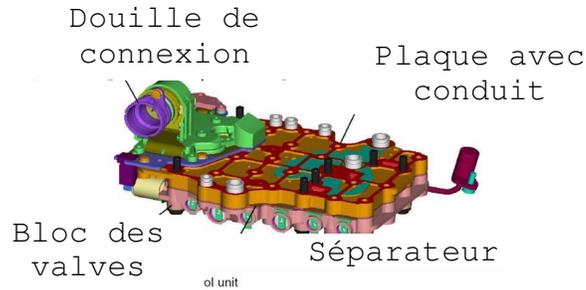


Fig. 7: Module de commande électronique

Le module Mecatronic de la transmission Durashift CVT regroupe toute la technologie de commande en un seul bloc. Aussi, il n'y a pas de faisceau de câblage à

Le nombre des capteurs et des modules de commande de la Durashift CVT a été réduit au strict minimum et tous les composants ont été regroupés dans un module compact nommé « Mecatronic » installé sous la transmission. Le module Mecatronic ne présente aucun faisceau de câblage externe, ni connexion de capteur, ni module de commande, il associe tous ces éléments en un seul ensemble qui traite toutes les fonctions de commande de la transmission. Cet ensemble unique reçoit le circuit imprimé des éléments de commutation électrique et les processeurs ainsi que les valves et relais hydrauliques et ce dans un encombrement extrêmement réduit. Le module est situé entre la transmission et le carter, ce qui le protège des projections, et des salissures. Les capteurs externes sont limités à ceux branchés avec le module de gestion du moteur pour obtenir des informations rapides et fiables sur la position et les sollicitations sur la pédale d'accélérateur.

Le module Mecatronic permet en outre de doser avec précision des volumes relativement élevés d'huile hydraulique nécessaire pour une commande et un contrôle précis et pratiquement instantané des poulies à joue mobile du variateur. L'alimentation en huile du système est assurée par une pompe à sept pistons radiaux.

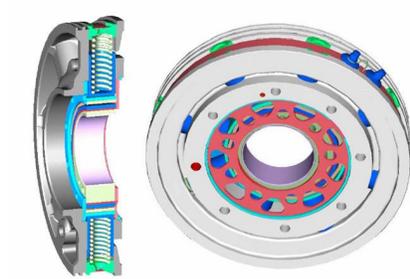


Fig. 11 : Conception de la pompe à pistons radiaux

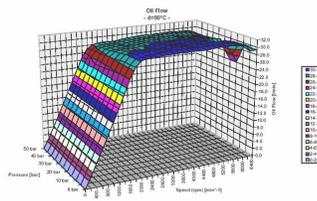


Fig. 12 : Caractéristiques du débit d'huile de la pompe à pistons radiaux

Le débit d'huile et la montée en pression de la pompe à pistons radiaux qui alimente la transmission Ford Durashift CVT ont été adaptés exactement à l'application envisagée.



Optimisation de la consommation avec la transmission Ford Durashift CVT

L'avantage d'une Durashift CVT par rapport aux transmissions automatiques classiques, est sa plus faible consommation. Elle est très proche de celle d'une boîte de vitesses manuelle. Les pertes par le convertisseur hydraulique sont évitées grâce à un blocage mécanique de l'embrayage de démarrage à des vitesses extrêmement faibles, et dans une majorité de situations de conduite dès 20 km/h. Pour toutes les vitesses supérieures, la Durashift CVT offre pratiquement le même niveau d'efficacité qu'une boîte de vitesses manuelle.

La capacité de la CVT à faire varier, même de façon infime, l'efficacité de transmission de la puissance par rapport à la vitesse contribue à atteindre des valeurs de consommation ECE remarquables. L'embrayage de convertisseur de couple, d'une part, et le rendement mécanique de l'entraînement de la CVT, d'autre part, participent à l'amélioration de la consommation lorsque la Focus est conduite à des vitesses élevées. Lors d'essais de conduite hors agglomérations, la consommation de la Ford Focus se compare parfaitement à celle des modèles à boîte de vitesses manuelle - et est même meilleure dans certains cas.



Ford ZF CVT 23, caractéristiques techniques :

Transmission automatique pour véhicules de tourisme à roues avant motrices, fonctionnement en mode avec rapport variable en continu ou mode à sélection séquentielle simulant sept rapports étagés.

Caractéristiques :

Couple maximum	230 Nm @ 3900 tr/min
Puissance maximum	120 kW @ 6000 tr/min
Plage utile du moteur	750 - 6500 tr/min
Couple convertisseur maxi en marche avant	360 Nm*
Couple convertisseur maxi en marche arrière	360 Nm*
	*couple de calage

limite

Dimensions :

Distance entraxe moteur - différentiel 206,7 mm

Convertisseur de couple :

Type W 235 S-WK avec embrayage de lock-up et amortisseur de torsion intégré
caractéristiques Tp2000 [Nm] : 136

Variateur :

Rapport le plus faible	0,423
Rapport le plus long	2,52
Étalement	6,0

Courroie de transmission :

Courroie travaillant à la poussée, type : VDT 30/12/1,8

Pompe à huile :

Pompe à pistons radiaux Vgeo 17 cm³

Débit maxi 28 l/min

Réduction sur arbre intermédiaire 1,593

Arbre intermédiaire/différentiel 2,720

Rapport final de différentiel 4,33

Rapports en mode de sélection séquentielle

1 ^{ère}	2,52
2 ^{ème}	1,73
3 ^{ème}	1,3
4 ^{ème}	1,0
5 ^{ème}	0,79
6 ^{ème}	0,63
7 ^{ème}	0,42

**Différentiel :**

Type : Satellites et planétaires

Dimension : diamètre des roulements

89 mm

Diamètre des satellites

26,22 mm, 34 dents

Grille de sélection : P R N D + -**Module de commande**

Electro-hydraulique, mode de conduite adaptatif, fonction de diagnostic intégré

Poids :

Transmission : 65,2kg

Convertisseur : 11,3kg

Huile : 6,0kg

Total : 82,5 kg

###

Pour de plus amples informations:

Jo Declercq

Tel: +32 3 821 21 03

Fax: +32 3 821 21 07

jdecler2@ford.com