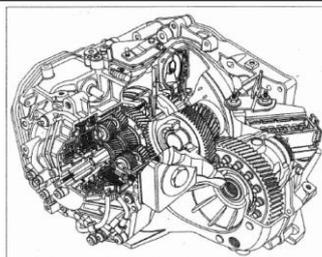
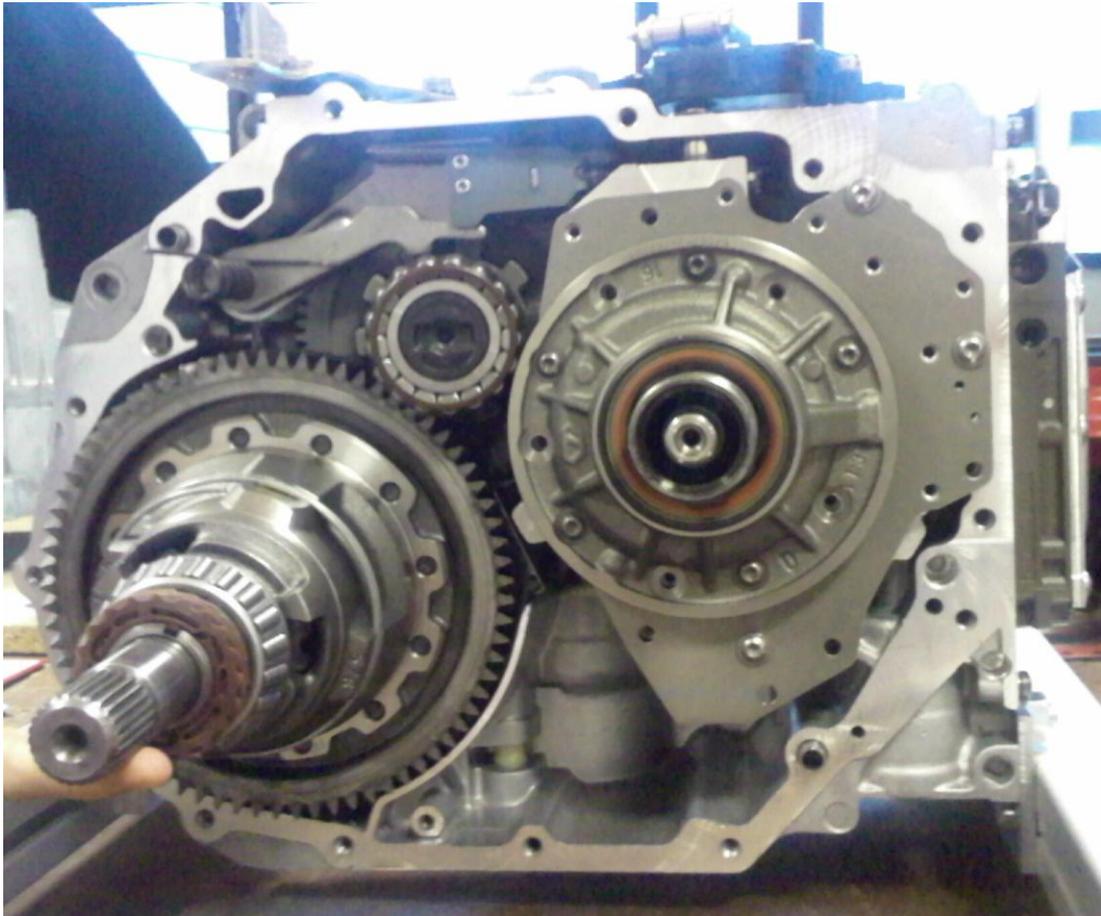


Analyse de la boîte de vitesse automatique



SOMMAIRE

I) Transmission de puissance	3
1) Analyse de la boîte de vitesse automatique	3
2) Analyse cinématique et dynamique de la boîte de vitesse automatique	5
3) Analyse des embrayages	7
4) Analyse de la commande hydraulique	8
II) Stratégie de fonctionnement automatique	9
1) Changement de rapport	9
III) convertisseur de couple	10
1) Convertisseur non ponté	10
2) Convertisseur ponté	10
IV) Analyse du différentiel	11

Ce nouveau TP a pour but de nous initier à la boîte de vitesse automatique et à la particularité que comportent les trains épicycloïdaux et où la partie de l'électronique est importante. EN premier lieu nous nous intéresserons dans ce compte rendu, à la partie transmission de puissance de la BdVA. En second lieu nous nous pencherons sur les caractéristiques et les divers modes de fonctionnements de cette boîte de vitesse. Enfin, nous analyserons le différentiel et l'arbre secondaire.

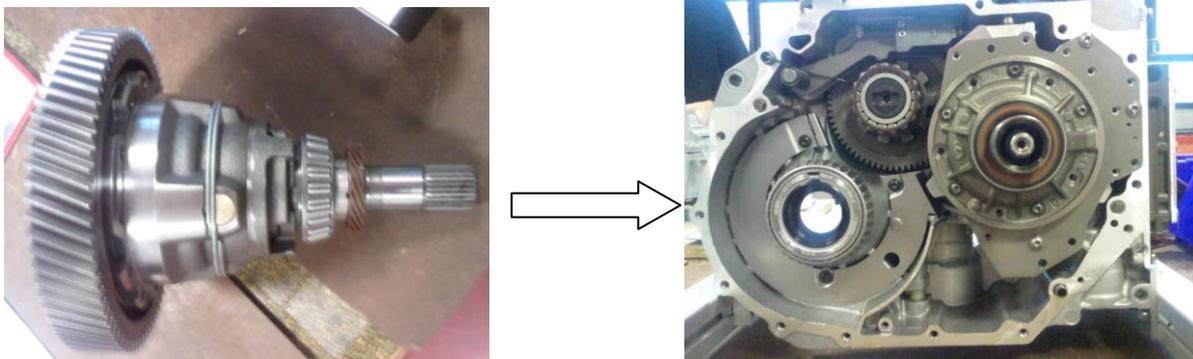
D) Transmission de puissance

1) Analyse de la boîte de vitesse automatique

Une boîte de vitesse est l'élément de transmission situé entre le moteur et les roues d'un véhicule. C'est l'élément indispensable qui distribue la *puissance*, et donc le *couple* et la vitesse de rotation, de manière adaptée à chaque situation de route.

Procédé de démontage de la boîte de vitesse automatique :

Le boîtier différentiel étant déjà démonté, nous nous sommes occupés uniquement du reste de la boîte de vitesse. A savoir :



1. Arbre secondaire



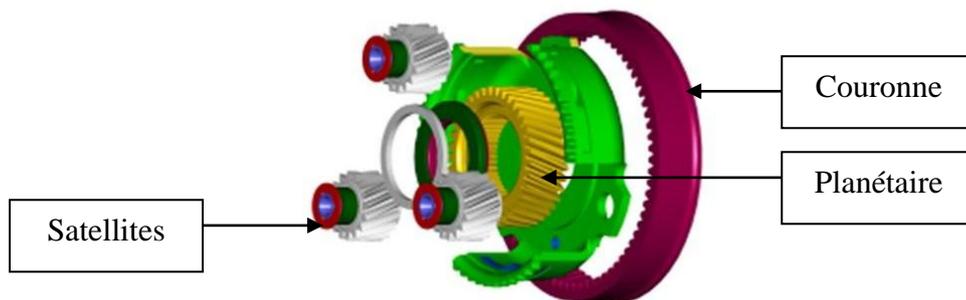
2. Double train épicycloïdale



3. Embrayages

Le moteur fournit un couple initial qui doit être démultiplié ou non afin de l'utiliser dans chaque situation. Ainsi, au démarrage, le couple nécessaire est très important comparé à un véhicule en pleine lancée dont l'inertie est importante. La boîte de vitesse fait donc le relais entre les situations où le couple utile est faible et inversement. Les rapports de transmission apportent cet étagement, qui démultiplient plus ou moins le couple. Chaque vitesse a une situation de route convenant au mieux, et c'est grâce à cet étagement que le véhicule peut évoluer sur la route.

Ce genre de boîte de vitesse est équipé d'un double train épicycloïdal composé de satellites, de portes satellites et de planétaires qui ne nécessite pas d'être désaccouplé lors du changement de vitesse. Cet avantage est donc logiquement intégré aux boîtes de vitesses automatiques.



La fonction d'embrayage que l'on trouve sur les véhicules équipés d'une boîte de vitesse manuelle, est remplacée par un convertisseur de couple, du fait de la complexité de cette opération.

La fonction du convertisseur est comparable à un embrayage, excepté qu'il est hydraulique et qu'il est constitué d'une turbine, d'une pompe et d'un réacteur. Il offre des qualités de progressivités non négligeables étant donné qu'il autorise des glissements (équivalent du patinage inévitable lors du passage de rapport).

2) Analyse cinématique et dynamique de la boîte de vitesse automatique

Schéma cinématique des trains épicycloïdaux, du convertisseur et du différentiel.

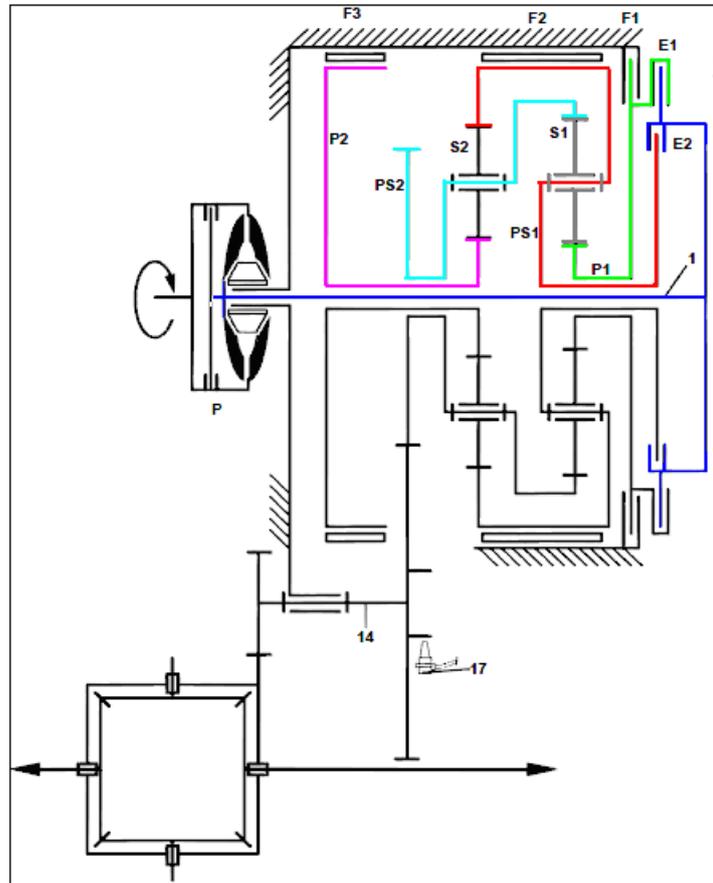
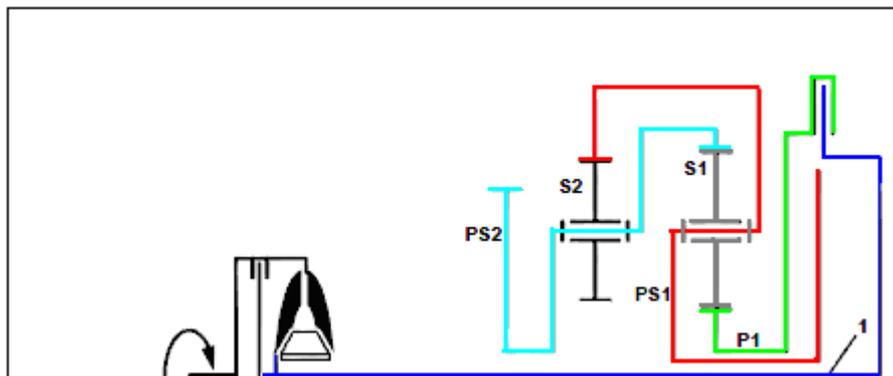
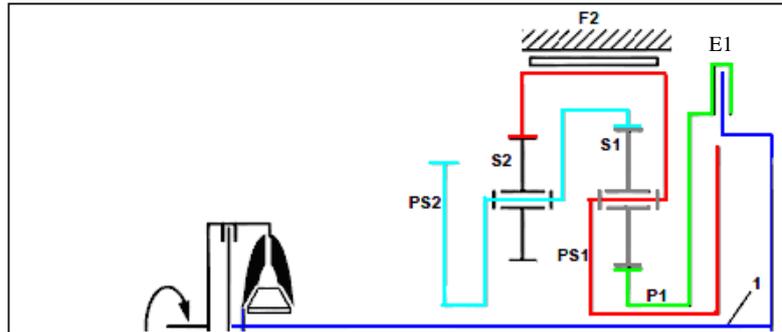


Schéma cinématique faisant intervenir les éléments sollicités

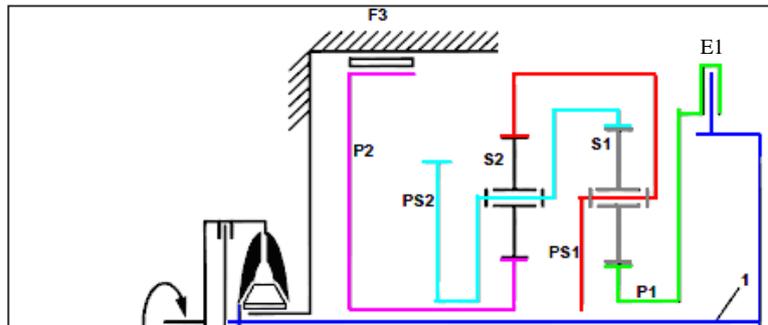
Position : P et N



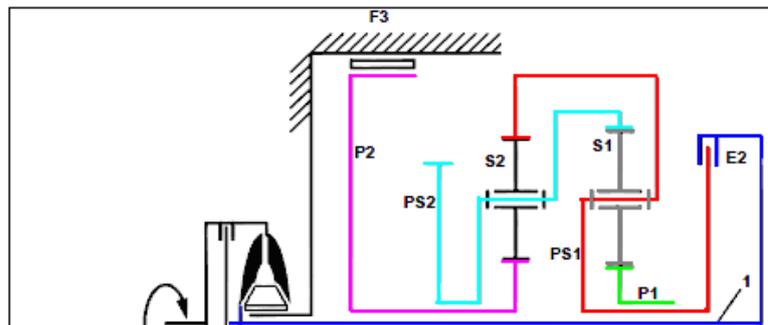
Position : R



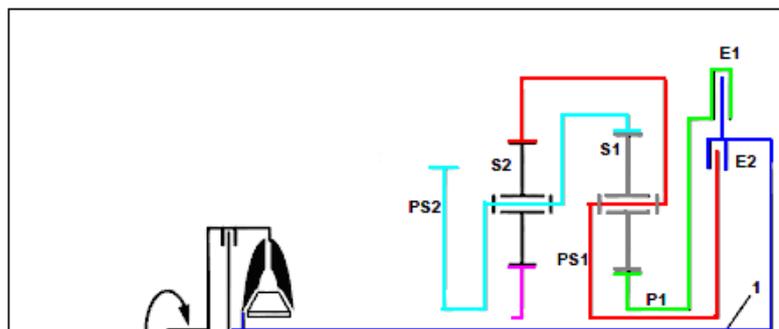
1^{ère} vitesse (Position D, 2 ou 3)



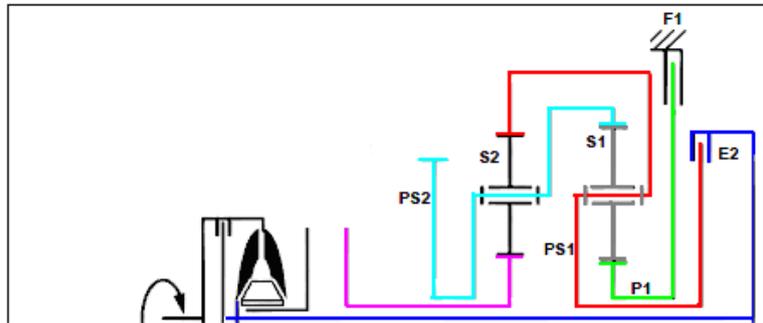
2^{ème} vitesse (Position D, 2 ou 3)



3^{ème} vitesse (Position D et 3)



4^{ème} vitesse (Position D uniquement)



$$C_{\text{sortie}} = R_{\text{roue}} \times C_{\text{entrée}}$$

D'après la documentation technique le couple max vaut : $C_{\text{max}} = 202 \text{ Nm}$

3) Analyse des embrayages

Diamètre du piston d'embrayage : **64.5mm**

Surface du piston : **3267,45mm²**

On sait que $F = P \times S$

Donc ici, $F = 2 \times 3267,45 = \mathbf{6534.9 \text{ N}}$

Avec $20 \text{ bars} = 2 \text{ N/mm}^2$

De plus, on a :

$R_i = 145 \text{ mm}$

$R_e = 170 \text{ mm}$

$F = 0.15$

Et $N = 6534.9 \text{ N}$

$$N = \frac{3}{2} \times C \times \frac{1}{f} \times \frac{R_e^2 - R_i^2}{R_e^3 - R_i^3}$$

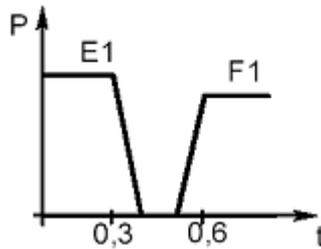
Et d'après la formule :

On a $C = \mathbf{11.8373 \text{ N.mm}}$

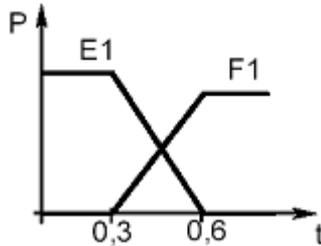
Les embrayages multidisques permettent une surface de frottement importante pour un encombrement limité. Les embrayages monodisques ne sont utilisés uniquement lorsque l'encombrement le permet. (L'échauffement doit être d'avantage limité du fait du plus grand espace de refroidissement)

4) Analyse de la commande hydraulique

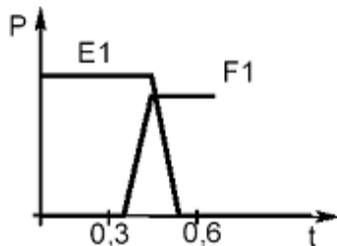
L'embrayage E1 vient entraîner le planétaire P1 à la vitesse de l'arbre d'entrée tandis que le frein F1 permet de l'arrêter.



Non adapté : E1 est entièrement débrayé pendant un certain laps de temps avant le début du freinage F1. Pendant ce moment, le véhicule n'est pas réellement accouplé au moteur, et peut provoquer un échauffement du frein et un à-coup du fait de ce temps de latence



Adapté : Le débrayage s'effectue progressivement tout comme le freinage.



Non adapté : Un d'échauffement peut apparaître dans cette situation. En effet, E1 est quasiment entièrement embrayé pendant que F1 freine.

II) Stratégie de fonctionnement automatique

1) Changement de rapport

Le tableau donné dans la documentation technique nous permet d'analyser les deux situations proposées :

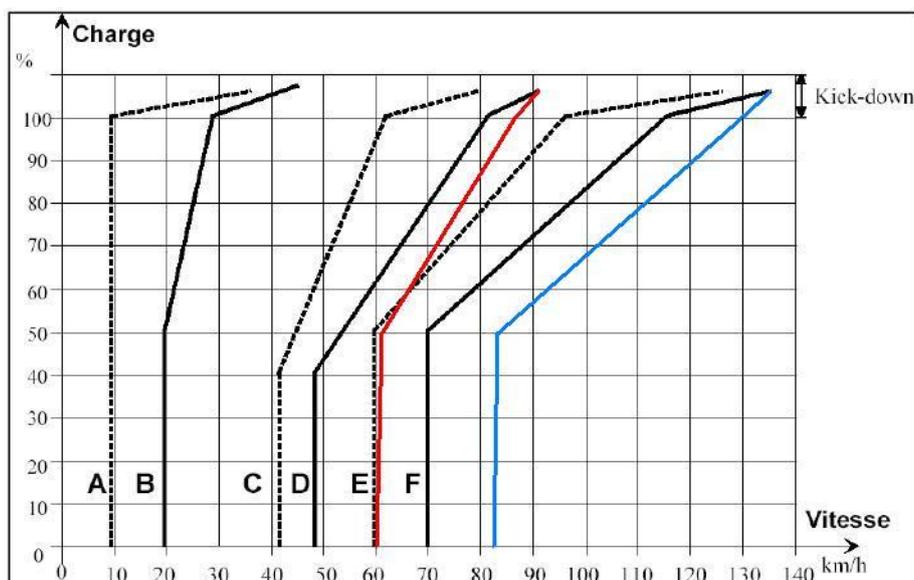
- Dans le premier cas, à 120km/h la voiture est en 4^{ème} avec une charge de 90%. Sa vitesse chute à 50km/h après être passé à 90km/h en 3^{ème}, puis en 2^{nde} à environ 60km/h. La charge restant à 90% tout au long de ce passage.
- Dans le deuxième cas, la boîte auto passe de la 4^{ème} à la 3^{ème} car le à partir de 95% environ de la charge, le rétrogradage s'effectue.

Le conducteur peut, lorsque qu'il a besoin de reprise, effectuer un kick-down, qui force le calculateur à provoquer le rétrogradage. Cela permet des dépassements très rapides (pas de perte de temps entre le débrayage, le passage de la vitesse inférieure, et l'embrayage) et la boîte peut même rétrograder 2 rapports si vraiment le besoin de reprise est grand.

Charge	Changement de rapport		
	1 ^{ère} à 2 ^{nde}	2 ^{nde} à 3 ^{ème}	3 ^{ème} à 4 ^{ème}
Pied levé	20Km/h	<50Km/h	70Km/h
50%	20Km/h	>50Km/h	70Km/h
100%	<30Km/h	>80Km/h	≈115Km/h

D'après les chiffres du tableau de la documentation technique, on peut affirmer que la loi représentée sur le graphe « charge vitesse » est économique.

La loi choisie par le calculateur reste une loi sport, puisque le conducteur l'a choisie. Le calculateur prend l'initiative de passer en loi freinage 2 uniquement lors d'une forte montée, dans ce cas étudié.



La loi sport fait monter les tours moteurs de manière à libérer d'avantage de puissance au détriment de la consommation. La loi économique est donc logiquement l'inverse.

III) convertisseur de couple

1) Convertisseur non ponté

Le rapport de C_{turbine} sur C_{pompe} est d'environ 1,4 pour une turbine tournant à 1000tr/min.

La puissance transmise à la boîte est de :

$$P_T = C_T * W_T = 1.4 * C_P * (1000 * \pi / 30)$$

$$P_T = 1.4 * 100 * (1000 * \pi / 30)$$

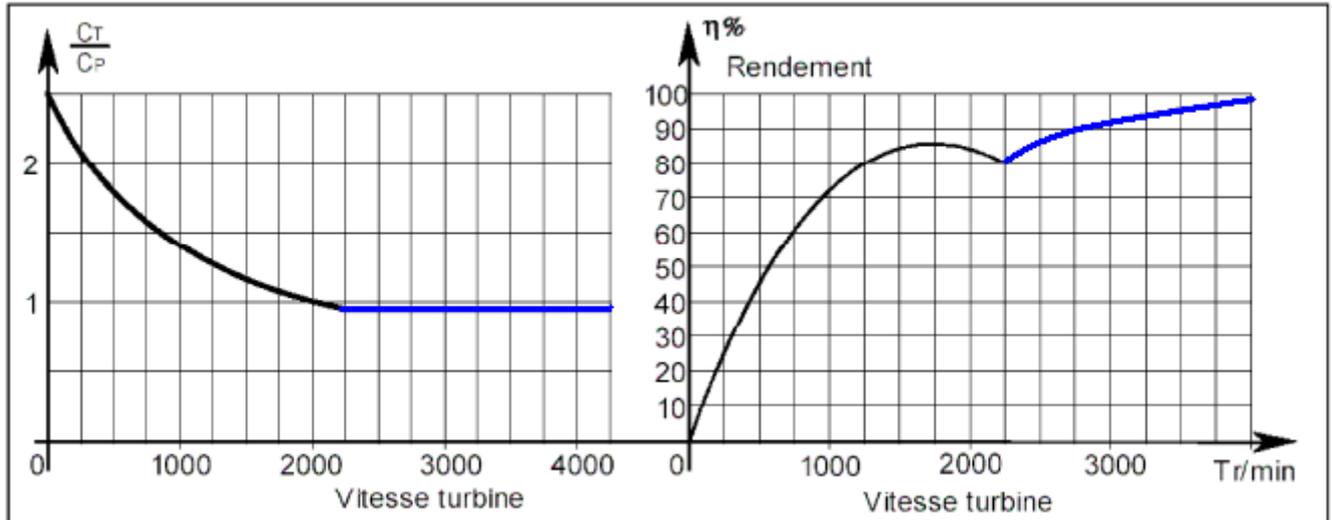
$$P_T = \mathbf{14660 \text{ Nm/s}}$$

- Le rendement est d'environ **70%**
- La puissance moteur est donc : $P_M = 14660 * 0.7 = \mathbf{20945 \text{ Nm/s}}$
- La puissance absorbé étant la différence entre la puissance moteur et la puissance turbine, on a donc : $P_A = \mathbf{6285 \text{ Nm/s}}$
- On sait que $P_M = C_M * W_M$, donc $W_M = \mathbf{209,45 \text{ rad/s}}$

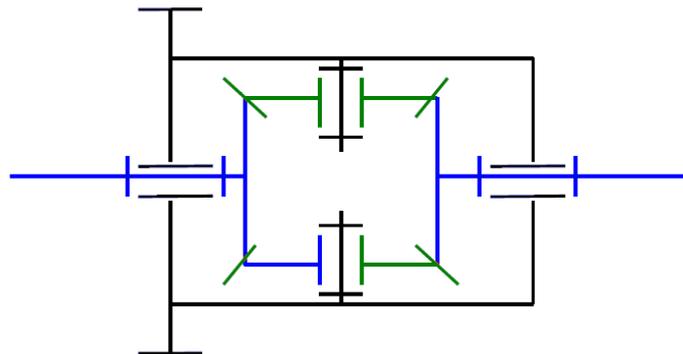
Le convertisseur présente tout de même un léger inconvénient, à savoir que à au régime qu'il subsiste un léger glissement de l'huile venant frapper la turbine. Ce glissement provoque donc une légère perte de rendement du convertisseur qui est inférieur à 100% (ce qui n'est pas le cas des embrayages classiques).

2) Convertisseur ponté

Le convertisseur ponté permet une vitesse de l'arbre moteur égale à la vitesse de la turbine. Son rendement est donc à 100%.



IV) Analyse du différentiel



Le mécanisme du différentiel, qui est interposé entre le couple démultiplicateur et les deux arbres-roues, permet aux deux roues motrices d'un même essieu de tourner à des vitesses différentes en conservant une répartition de l'effort, à chaque roue.

Il est également composé d'un train épicycloïdal de forme particulière, dont les engrenages sont de types à axes concourants.

Le seul inconvénient : lorsqu'une roue perd de l'adhérence pour un raison divers, la transmission n'est plus assurée.