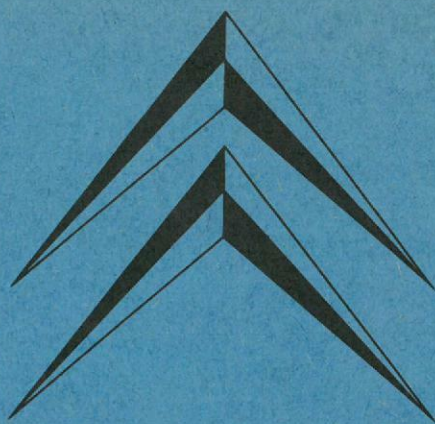


D

DIVISION TECHNIQUE APRÈS VENTE

E. M. A. C.



VÉHICULE G

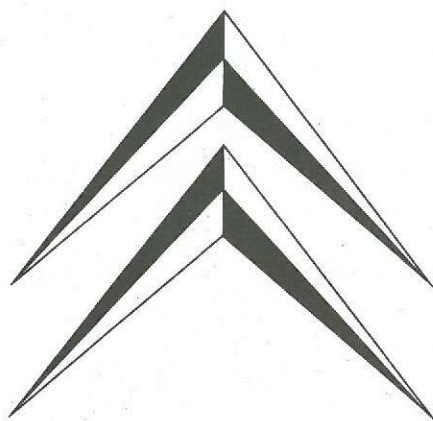
Aide-Mémoire du Cours :

CONVERTISSEUR

AVRIL 1971

DIVISION TECHNIQUE APRÈS VENTE

E. M. A. C.

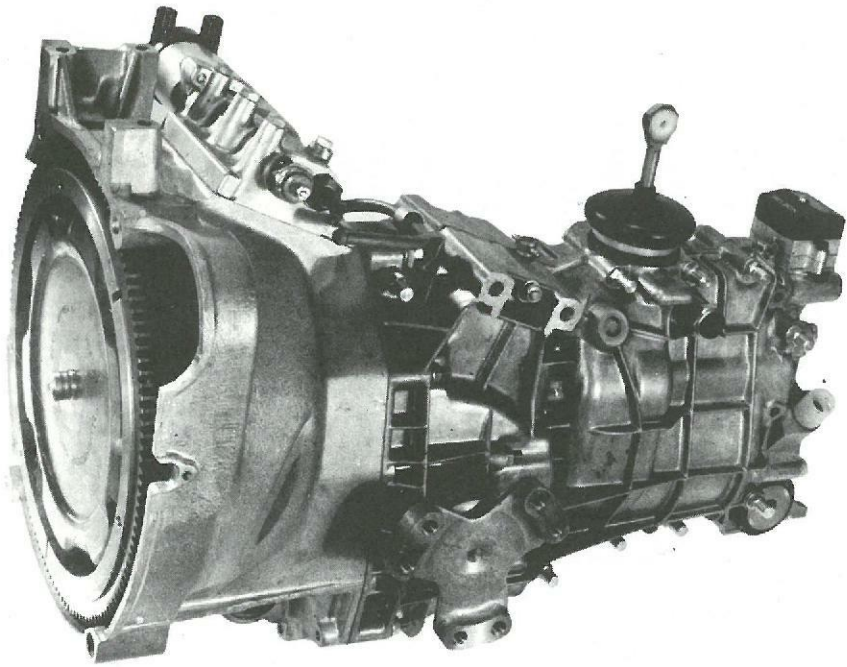
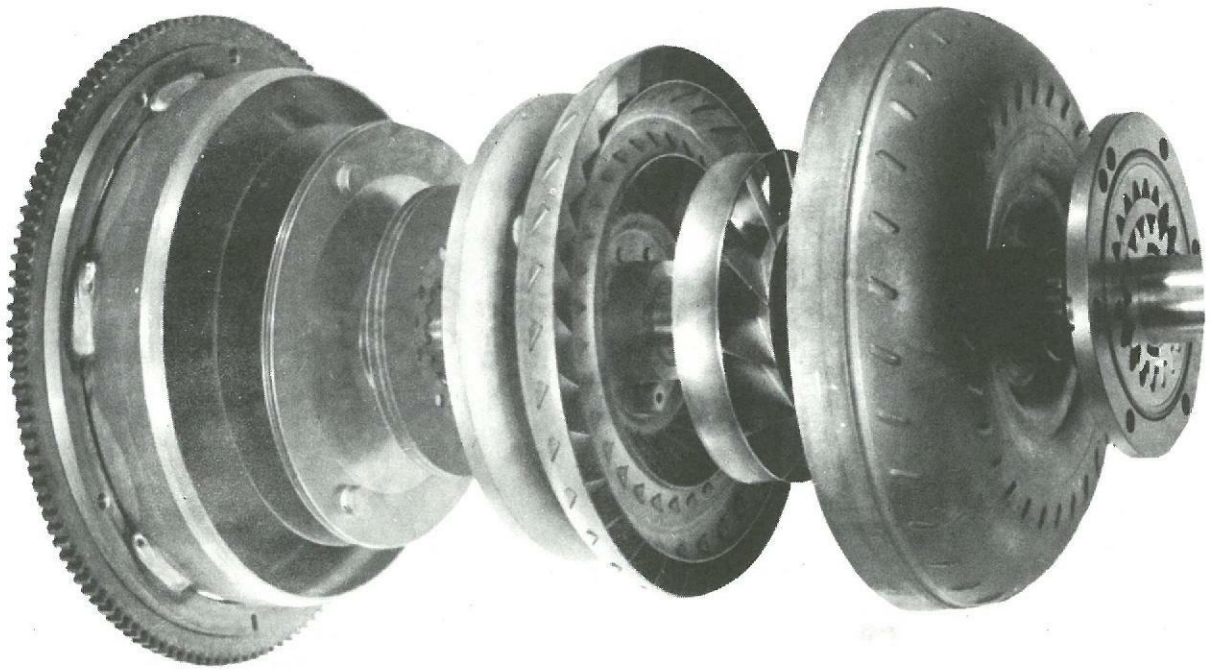


VÉHICULE G

Aide-Mémoire du Cours :

CONVERTISSEUR

AVRIL 1971



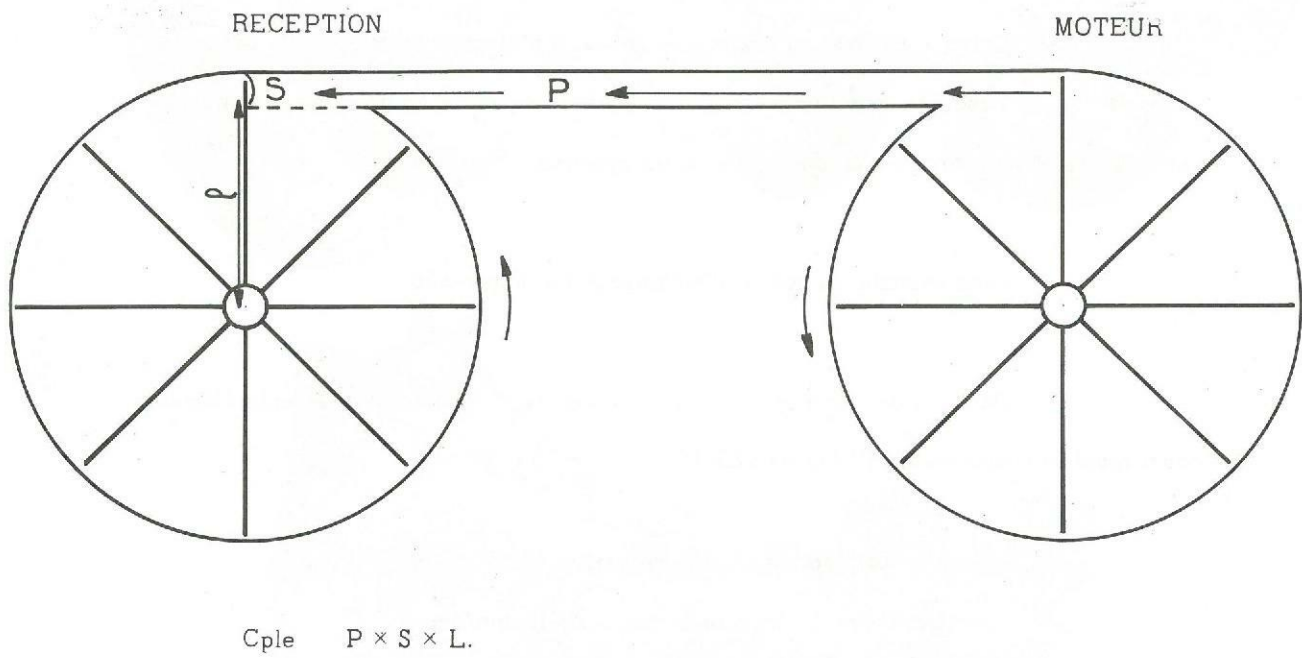
Depuis Février 1971 les véhicules GS sont équipés en option d'un **convertisseur de couple** débrayable hydraulique FERODO VERTO associé à une boîte de vitesses mécanique à trois rapports avant et un arrière, tous synchronisés.

Cette transmission permet une conduite automatique compatible avec nos véhicules car le conducteur reste maître de son style de conduite en adoptant à son gré une conduite « automatique » ou classique, voire sportive.

Bien entendu, la pédale d'embrayage est supprimée.

Dans l'aide mémoire nous vous proposons d'étudier les différents éléments constituant la transmission FERODO VERTO :

- Le convertisseur coupleur hydraulique.
- L'embrayage de coupure à commande hydraulique.
- La boîte de vitesses.



PRINCIPE DU COUPLEUR HYDRAULIQUE

LE CONVERTISSEUR COUPLEUR HYDROCINETIQUE

I / LE COUPLEUR HYDRAULIQUE.

Le coupleur est un embrayage centrifuge hydraulique réalisant l'accouplement du moteur avec la boîte de vitesses.

II / PRINCIPE.

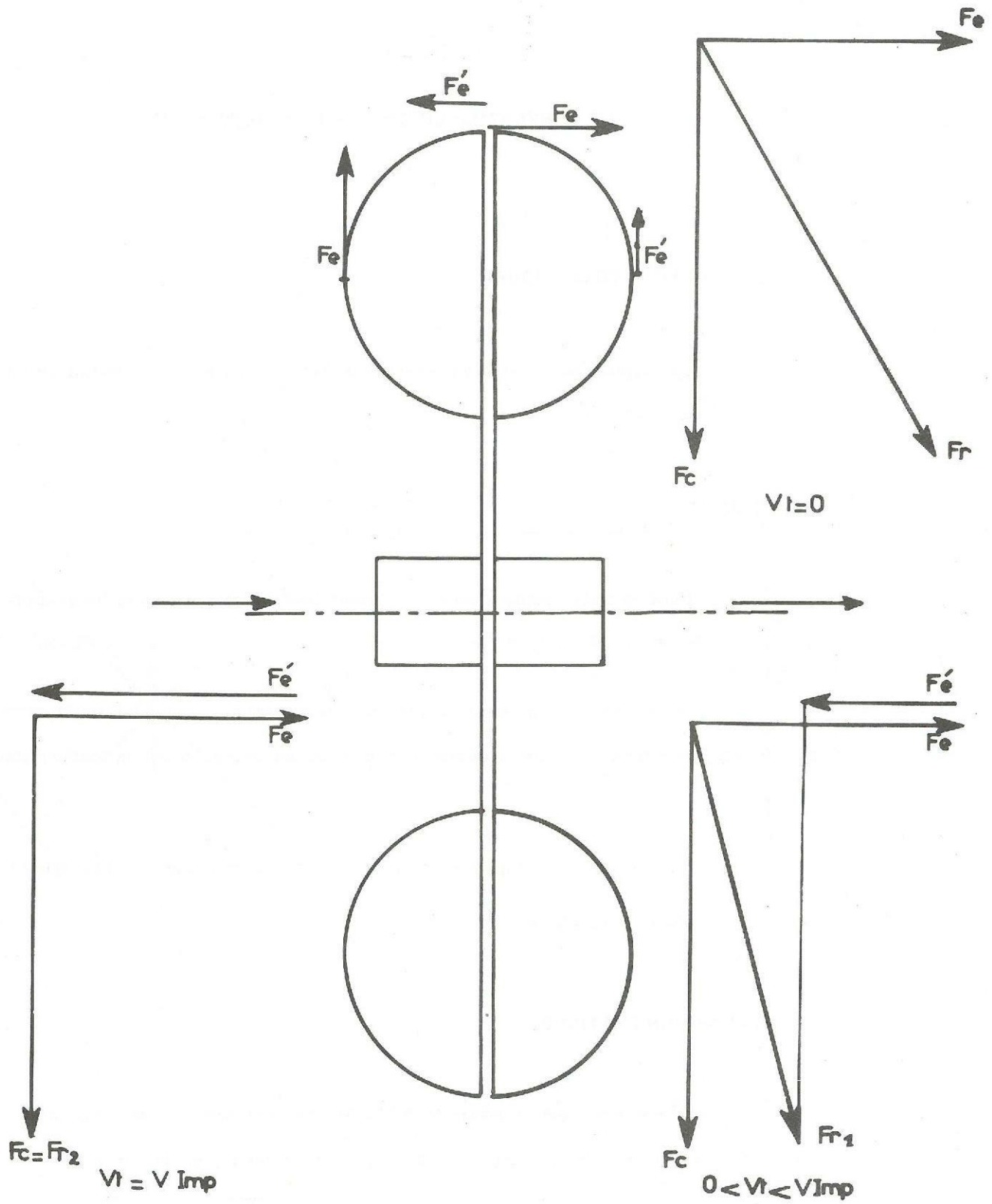
Dans un carter, plaçons deux ventilateurs face à face. Le premier lié en rotation à un moteur est l'IMPULSEUR ; le second lié à un organe à animer est la TURBINE.

Lorsque le moteur tourne, le ventilateur « impulseur » crée un courant d'air qui agit sur le ventilateur « turbine » et tend à le faire tourner en appliquant un couple moteur sur ses pales.

Le couple moteur appliqué sur la turbine est d'autant plus important que la vitesse de l'impulseur est élevée.

III / REALISATION PRATIQUE.

Dans la pratique, la pompe et la turbine sont deux roues à aubes radiales contenues dans un carter, en tôle emboutie de forme torique, renfermant de l'huile.



TRIANGLE DES FORCES DANS LE COUPLEUR ($V_t = Cte$)

121 - FONCTIONNEMENT.

Lorsque la pompe tourne, l'huile est animée par une force réelle F_r dont les composantes sont :

- la force circonférentielle \vec{F}_c
- la force d'éjection \vec{F}_e (due à la force centrifuge)

Les particules d'huile ayant emmagasiné une quantité d'énergie cinétique dans la pompe quittent celle-ci suivant \vec{F}_r pour venir frapper les aubes de la turbine, transformant ainsi l'énergie cinétique en pression. On a alors création d'un couple moteur au niveau de la turbine, tel que :

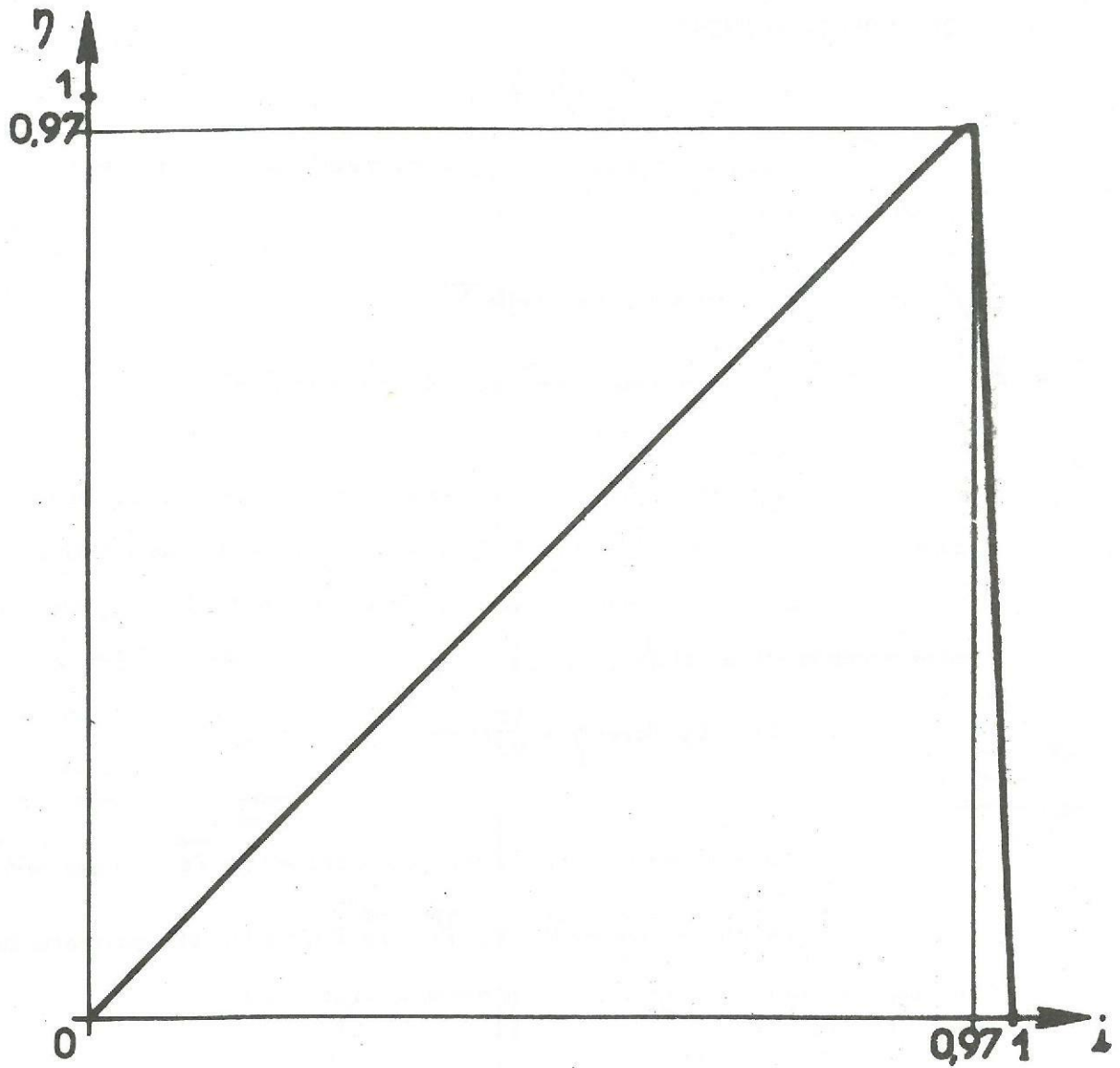
$$C_t = C_p \left(\text{avec } \eta = \frac{V_t}{V_p} \right)$$

Lorsque la vitesse turbine croît il se crée une force \vec{F}_e' qui s'oppose à \vec{F}_e .

A la limite, lorsque $V_t = V_i$, $\vec{F}_e' = \vec{F}_e$. Il n'y a donc plus mouvement de l'huile de l'impulseur vers la turbine, donc plus de transmission de couple.

Il ressort de cette constatation que le glissement entre la turbine et l'impulseur n'est pas seulement un inconvénient mineur mais une nécessité.

$$\text{Glis. (en \%)} = \frac{V_t}{V_p} \cdot 100$$



$$i = \frac{V. \text{ Turbine}}{V. \text{ Impulseur}}$$

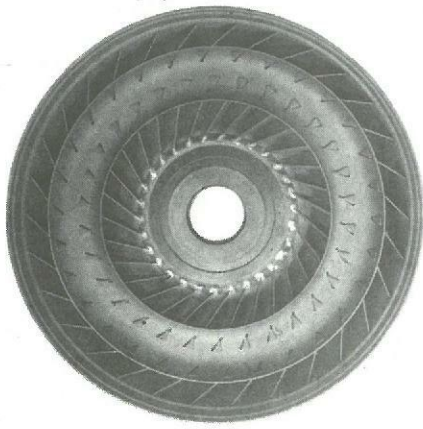
COURBE DE RENDEMENT DU COUPLEUR

122 / CARACTERISTIQUES.

La courbe caractéristique du coupleur hydraulique nous indique que le rendement de celui-ci est égal au rapport $\frac{V_t}{V_p}$ (i sur les courbes).

Le rendement maximum est de l'ordre de 97 % pour un glissement de 3 %
($\eta = 0,97$ $i = 0,97$).

D'autre part, le coupleur hydraulique se comportant comme un embrayage centrifuge, il est nécessaire de lui adjoindre un embrayage classique pour pouvoir changer de rapport.



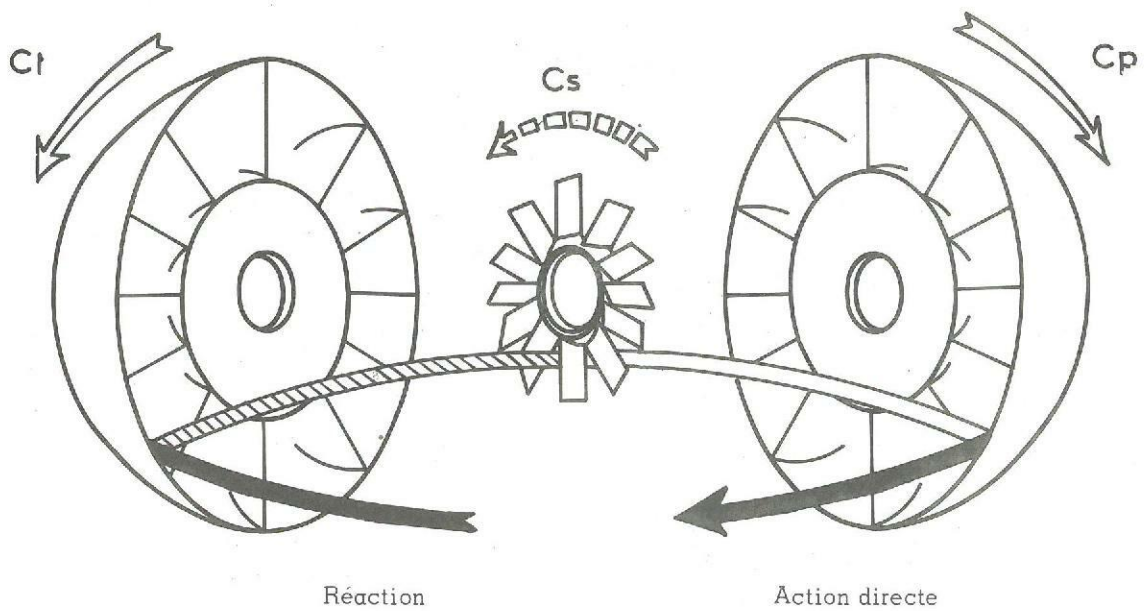
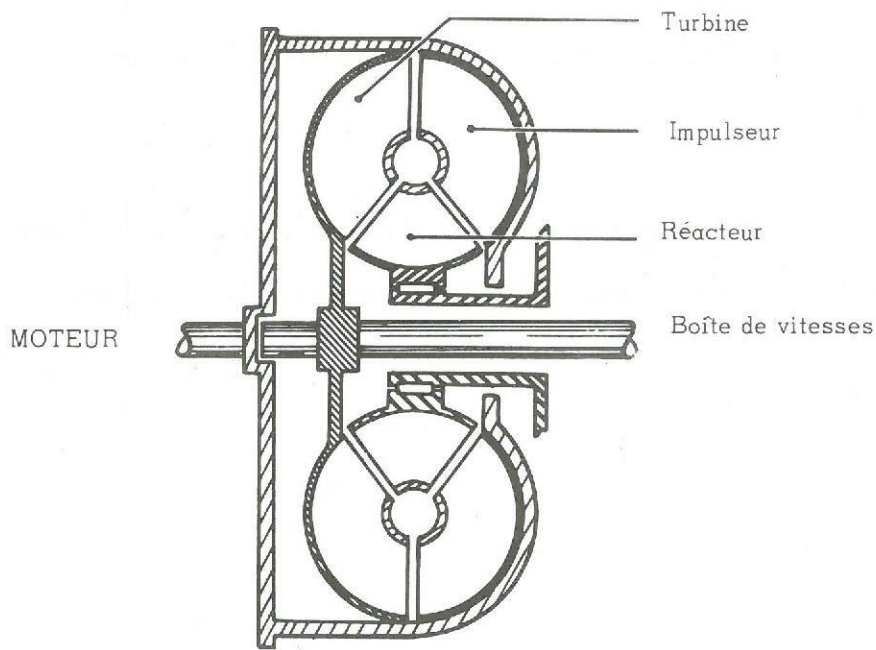
TURBINE



REACTEUR



IMPULSEUR



PRINCIPE DU CONVERTISSEUR DE COUPLE HYDRAULIQUE

2. LE CONVERTISSEUR DE COUPLE HYDRAULIQUE.

Le convertisseur de couple hydraulique est, comme la boîte de vitesses, un **transformateur de couple**.

Mais dans ce système, la souplesse de l'hydraulique remplace la rigidité de la mécanique permettant d'obtenir une variation continue du couple et du rapport des vitesses, tandis que la boîte de vitesses détermine une transformation fixe en fonction du rapport engagé.

21. PRINCIPE.

Le convertisseur se compose de trois pièces de révolution munies d'aubages :

- l'impulseur,
- la turbine,
- le réacteur solidaire du carter d'embrayage

enfermées dans un carter torique contenant de l'huile.

La rotation du moteur provoque par effet centrifuge une circulation d'huile dans l'impulseur. Comme dans le coupleur, l'huile est projetée contre les aubes de la turbine, qu'elle quitte ensuite pour pénétrer dans le réacteur dont le rôle est de freiner l'écoulement de l'huile et de l'orienter dans une direction convenable pour regagner l'impulseur (sans énergie).

Sans nettoyage la circulation de l'huile ne peut engendrer ni pression ni force.

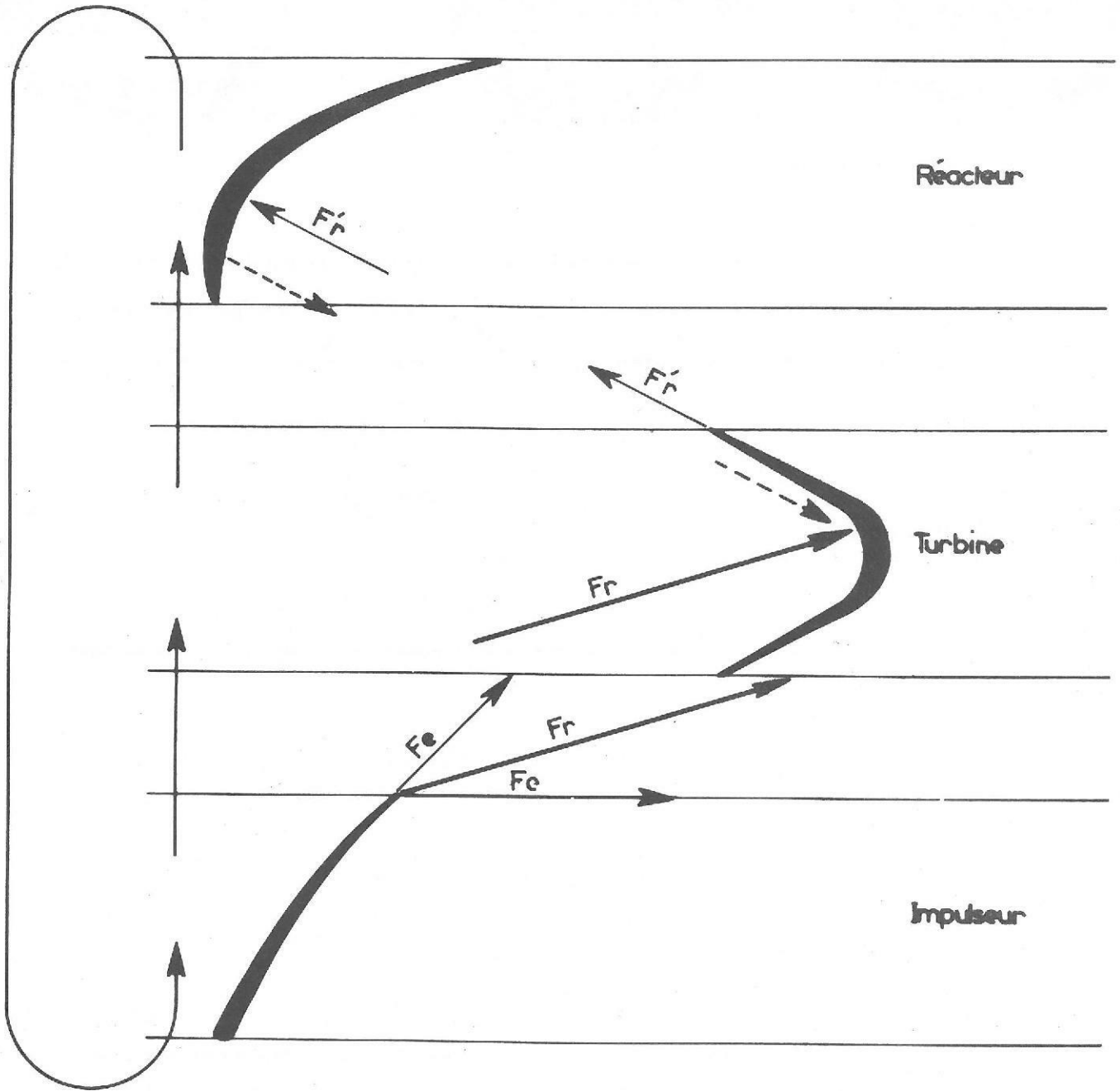


DIAGRAMME DES FORCES DANS LE CONVERTISSEUR (turbine bloquée)

211. DETAIL DU FONCTIONNEMENT.

Dans les trois paragraphes suivants, on admettra que le moteur tourne en permanence à vitesse constante (la vitesse de l'huile en sortie d'impulseur sera donc considérée comme constante).

a) **Turbine bloquée.** (vitesse engagée, véhicule à l'arrêt)

En sortie d'impulseur l'huile est animée par une force \vec{F}_r résultant de :

- l'effet centrifuge \vec{F}_e

- la vitesse circonférentielle de l'impulseur \vec{F}_c

Après avoir quitté l'impulseur l'huile vient frapper la turbine, transformant son énergie cinétique en pression P_1 . L'énergie inutilisée est ensuite dirigée vers le réacteur selon \vec{F}_r , (dépendant uniquement de l'inclinaison des aubes de turbine). Il y a à nouveau transformation d'énergie en pression d'où action de l'huile sur le réacteur et réaction sur la turbine.

La turbine est donc soumise à deux pressions :

- une directe venant de la pompe,

- une indirecte venant du réacteur.

qui équivalent à doubler le couple transmis (dans le cas d'une automobile)

$$C_t = C_p + C_r$$

C_t = couple transmis

C_p = couple fourni par le moteur

C_r = couple de réaction.

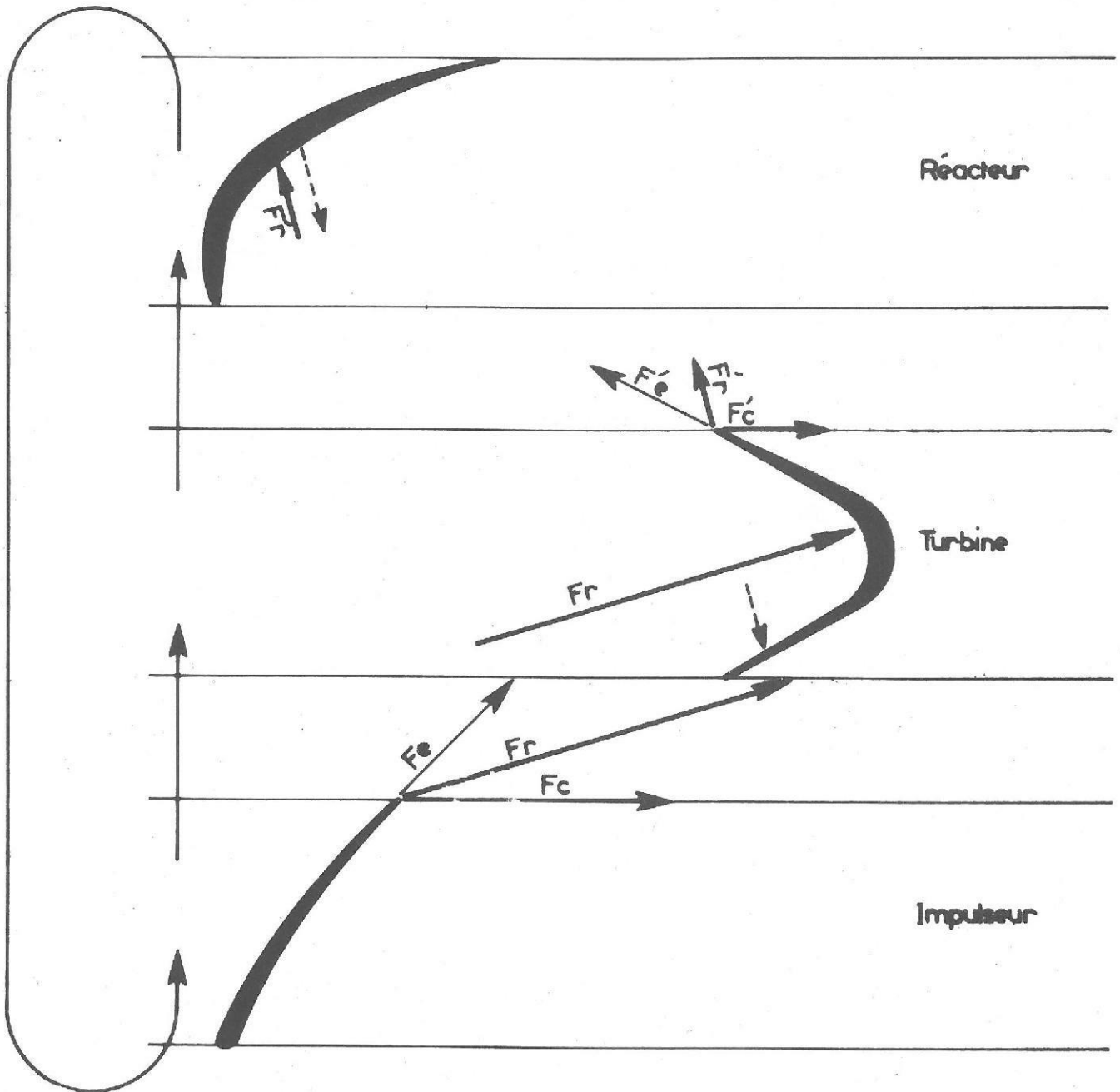


DIAGRAMME DES FORCES DANS LE CONVERTISSEUR

$$VT = \frac{VI}{2}$$

b) Turbine tournant sensiblement à la demi-vitesse de l'impulseur

À la sortie de la turbine l'huile est soumise à la même force d'évacuation à laquelle s'ajoute la force circonférentielle. L'huile n'agit plus de la même façon sur le réacteur. La réaction est plus faible que dans le cas précédent.

D'où : $Ct' = Cp + Cr'$

Avec : $Ct' < Ct$

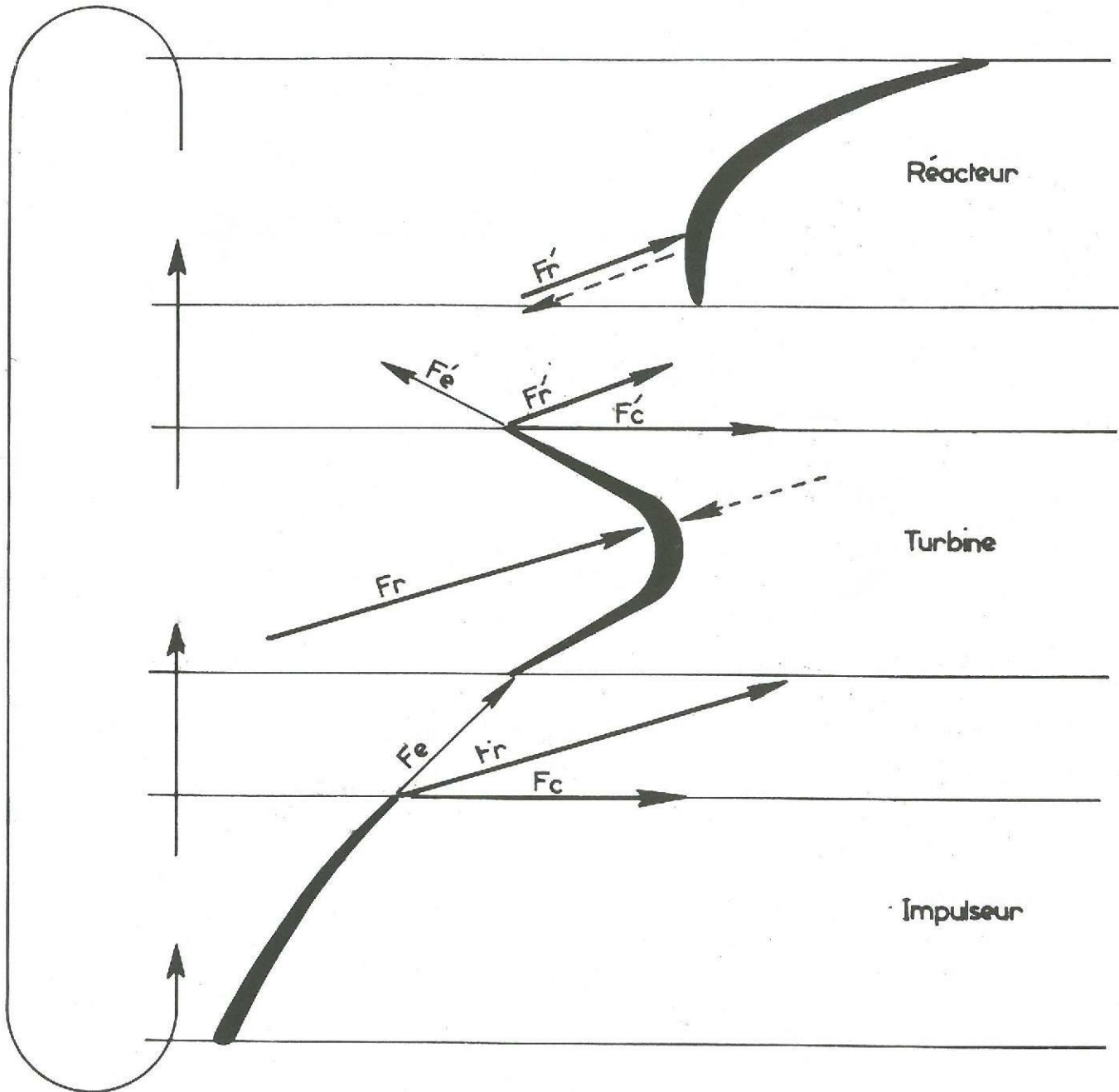


DIAGRAMME DES FORCES DANS LE CONVERTISSEUR

$$V_T = \frac{V_I}{2}$$

L' EMBRAYAGE.

Tout comme le coupleur, le convertisseur ne réalise pas le débrayage du moteur et de la boîte de vitesses, Il est donc nécessaire d'utiliser un organe de coupure, du type hydraulique dans le cas de la GS à convertisseur.

1. PRINCIPE.

La cloche est solidaire de la turbine du convertisseur. La friction assurant le désaccouplement ou la transmission du mouvement est pincé entre les surfaces coniques de la cloche et d'un plateau de pression coulissant dans celle-ci ; cette friction est coulissante sur l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses.

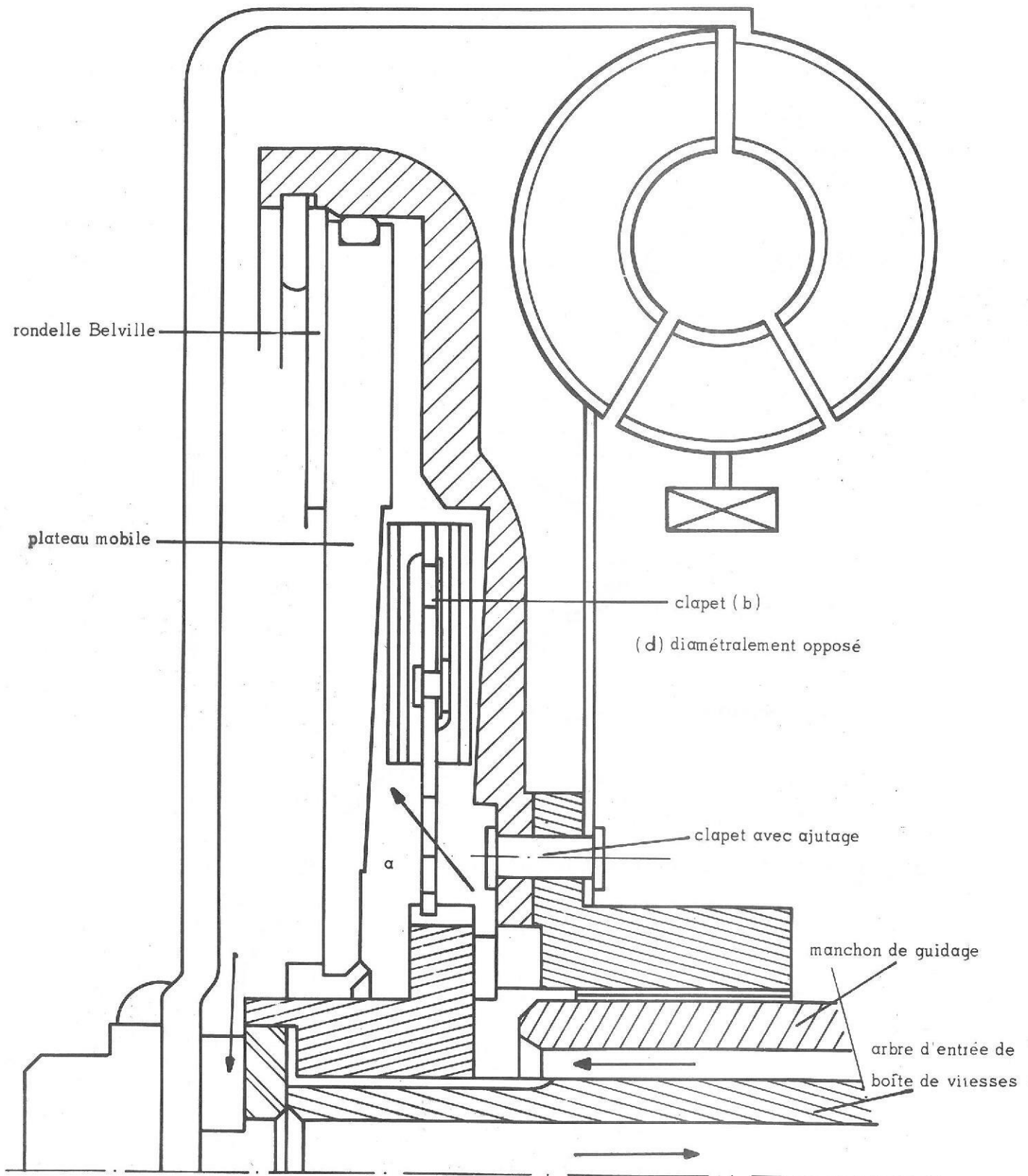
L'ensemble fonctionnant à l'intérieur du convertisseur, il est nécessaire d'utiliser de l'huile de qualité appropriée.

2. FONCTIONNEMENT.

L'ensemble est commandé par une circulation d'huile, elle-même déterminée par un contacteur électrique placé sur le couvercle arrière de la boîte de vitesses.

Le circuit hydraulique comprend :

- le carter de boîte formant vase d'expansion,
- une pompe volumétrique assurant la circulation de l'huile,
- un distributeur avec clapet de décharge,
- un échangeur thermique (situé sur le passage de roue avant gauche), avec retour au carter,
- un clapet avec ajutage (dans la cloche) permettant la circulation dans le sens convertisseur - embrayage et l'interdisant dans l'autre sens.



EMBRAYAGE EN POSITION «DEBRAYE»

Le circuit électrique comprend :

- la batterie,
- la clé de contact,
- le contacteur sur le couvercle arrière de la boîte,
- un relais double
- un électro-aimant de commande du distributeur.

21. FONCTIONNEMENT EN POSITION « DEBRAYAGE ».

La position « débrayé » est obtenue dès la fermeture des contacts de boîte de vitesses, c'est à dire pour tout mouvement du levier sélecteur en direction du « point mort ».

Dans ce cas l'excitation du relais double trouve sa masse ce qui permet d'alimenter l'électro-aimant du distributeur (ainsi que la commande du démarreur).

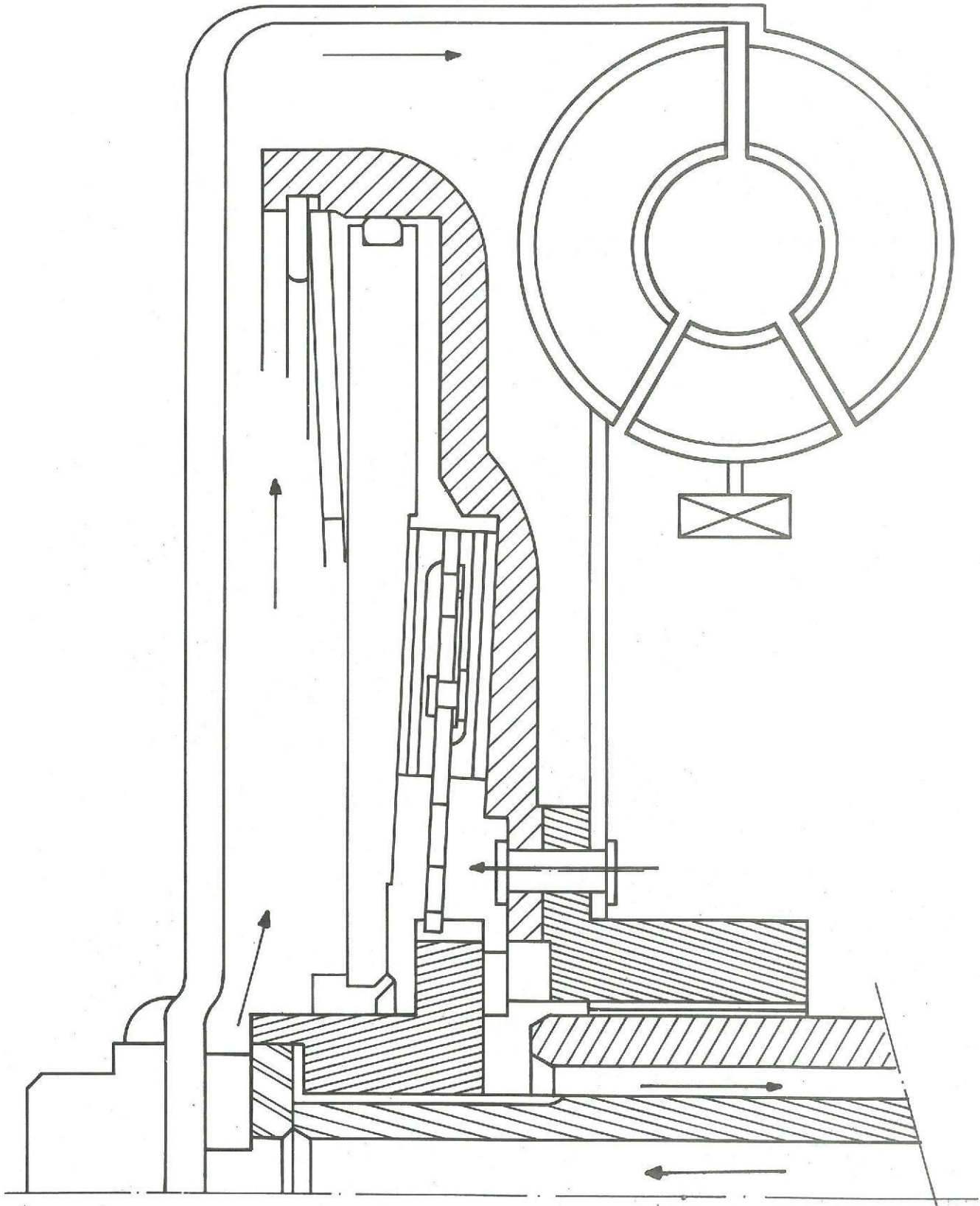
Après avoir quitté la pompe, sous une pression d'environ 7 kg/cm^2 , l'huile est dirigée par le distributeur vers la cloche d'embrayage, tandis que l'ensemble convertisseur est mis à l'échappement.

La différence de pression entre les deux faces du plateau de pression l'oblige à se déplacer, donc à ne plus s'appliquer sur la friction. On est alors en position « débrayage ». Lorsque le plateau s'est déplacé, il n'y a plus de circulation d'huile, le clapet s'y opposant.

22. FONCTIONNEMENT EN POSITION « EMBRAYAGE ».

L'ouverture d'un des contacts de la boîte de vitesses signale l'engagement d'une vitesse en même temps qu'elle coupe l'excitation du relais double.

De ce fait l'électro-aimant n'est plus commandé et le distributeur revient en position « embrayé » (le démarreur ne peut plus être actionné).



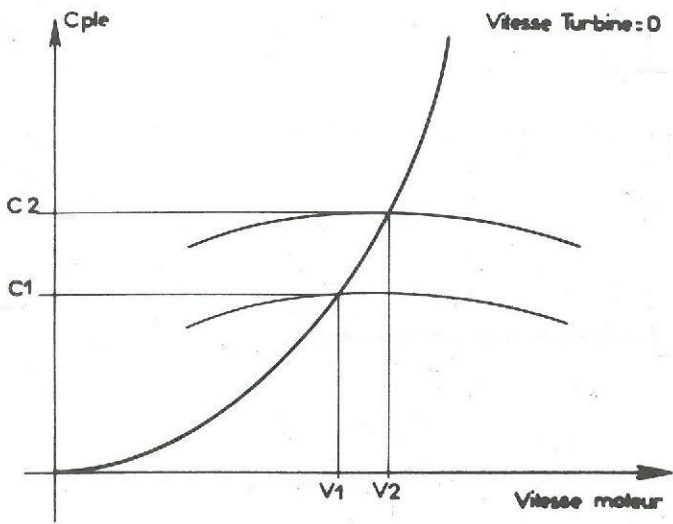
EMBRAYAGE EN POSITION « EMBRAYE »

c) Vitesse turbine sensiblement égale à la vitesse pompe.

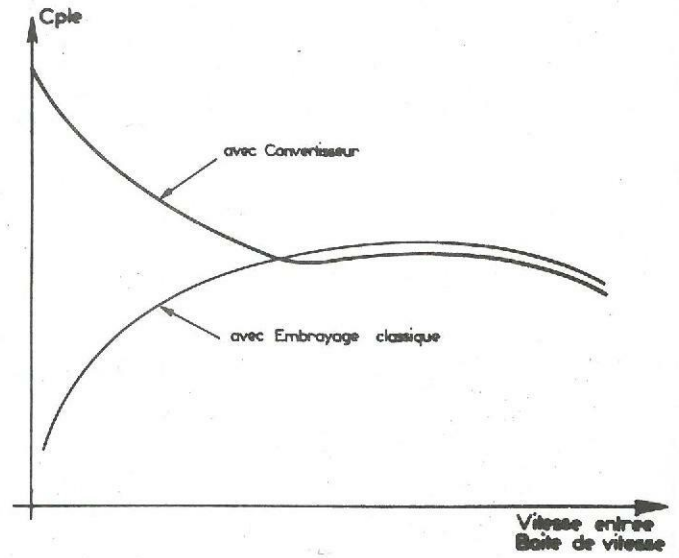
L'huile en sortie de turbine est dirigée dans le sens opposé à celui considéré dans les deux premiers cas. Elle agit donc sur le dos des aubes du réacteur. La réaction de cet élément s'oppose alors à la rotation de la turbine.

$$\text{D'où : } \boxed{Ct'' = Cp - Cr''}$$

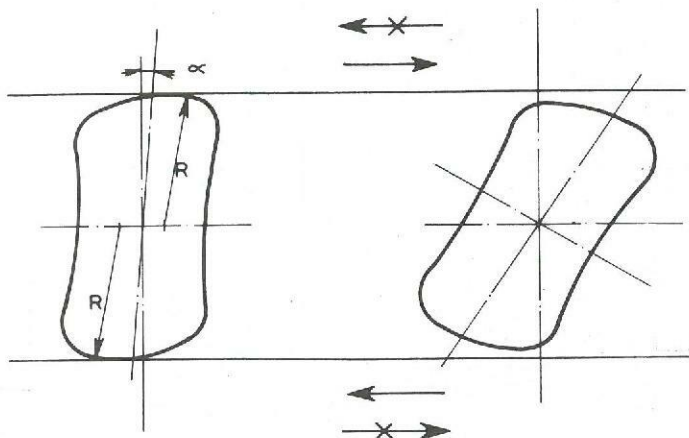
$$\text{Avec : } Ct'' < Ct'$$



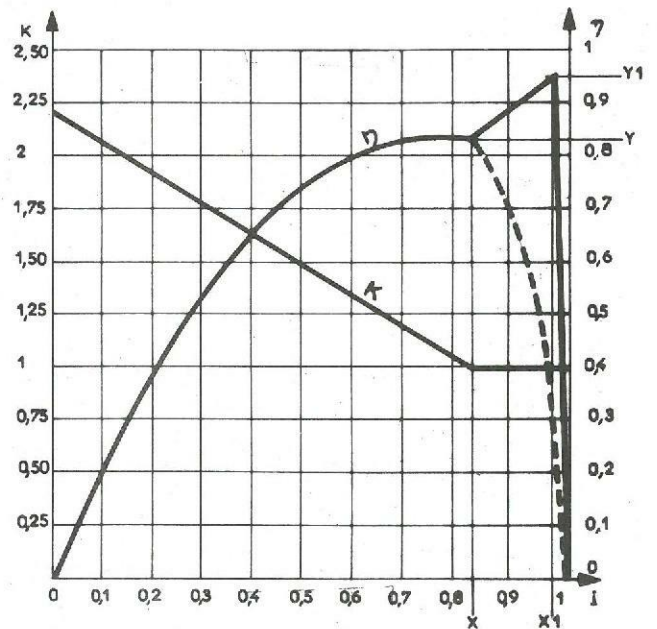
Points de calage en fonction du convertisseur et des courbes de couple des moteurs.



Courbe de couple à l'entrée de la boîte de vitesses



Galets de roue libre



Courbes caractéristiques

$$K = \frac{\text{Couple turbine}}{\text{Couple impulseur}} \quad i = \frac{\text{Vitesse turbine}}{\text{Vitesse impulseur}}$$

212. CARACTERISTIQUES.

On constate que lorsque V_t est sensiblement égal à V_p l'huile vient frapper le dos des aubes du réacteur. Le réacteur se comporte alors comme un frein et fait chuter considérablement le rendement.

Par contre pour un fort glissement le rendement est très bon.

Il serait donc intéressant de concilier la courbe du convertisseur (pour les bas rapports de vitesse) avec la courbe du coupleur (pour les hauts rapports de vitesse).

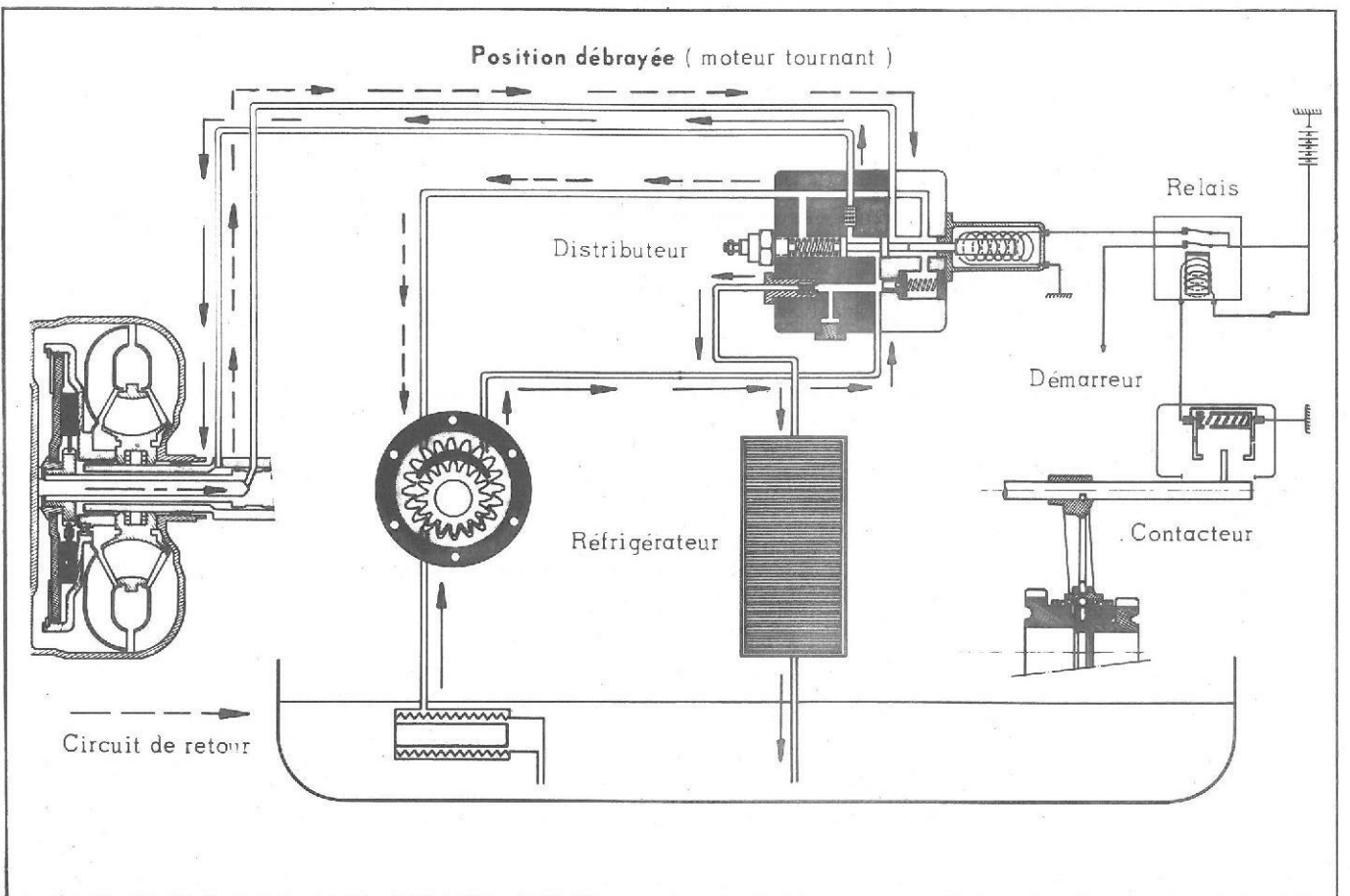
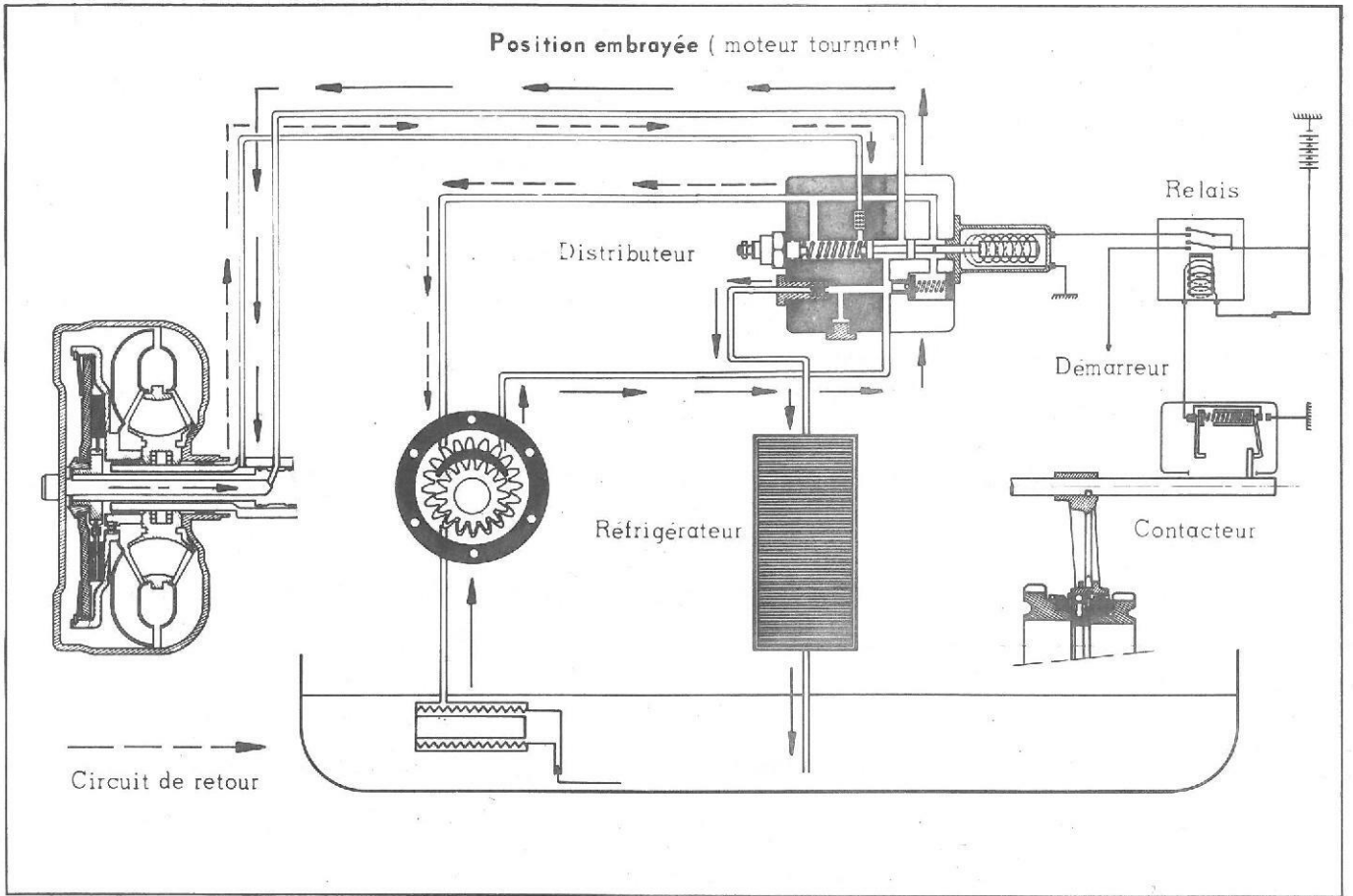
Pour cela, il faut bloquer le réacteur jusqu'à ce que l'huile l'attaque sur le dos de ses aubes, après quoi il sera intéressant de le débloquer. Un élément mécanique nous permet de réaliser cette fonction : LA ROUE LIBRE.

Celle-ci libère le réacteur quand $\frac{V_t}{V_p}$ dépasse une certaine valeur et le re-bloque à nouveau quand la turbine vient à être freinée et ralentit.

Le convertisseur devient alors un convertisseur-coupleur et est caractérisé par différentes courbes :

- Rapport des couples en fonction du rapport de vitesses.
- Rendement.
- Point de calage. (Régime maxi du moteur, vitesse engagée, véhicule à l'arrêt).
- Couple à l'entrée de boîte avec et sans convertisseur.

D'autre part le principe du convertisseur exige une huile beaucoup plus fluide que l'huile de boîte classique.



CIRCUIT DE COMMANDE DE L'EMBRAYAGE

Dans ce cas, l'huile sous pression est dirigée vers le convertisseur proprement dit, c'est à dire vers l'extérieur de la cloche, tandis que l'intérieur de celle-ci est mis à l'échappement. Le clapet avec ajutage limite la circulation de l'huile permettant le refroidissement.

On est alors en position « embrayage »

Le fonctionnement du système étant lié à deux circuits sans régulation, l'organe de coupure doit nécessairement, de lui-même :

- réaliser rapidement le débrayage,
- ne permettre le réembrayage que progressivement et même l'interdire dans certains cas.

23. REGULATION DES FONCTIONS DEBRAYAGE ET REEMBRAYAGE.

231. Débrayage.

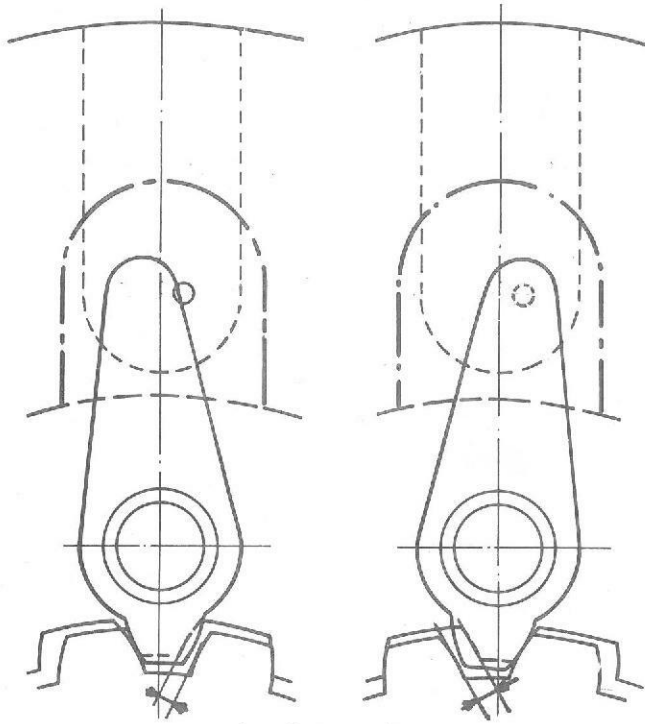
L'huile débitée par la pompe arrive en « a », passe par le clapet « b » aménagé dans la friction de façon à répartir la pression sur toute la surface du plateau de pression. Le clapet étant soulevé le débit est important et le mouvement du plateau rapide. La conicité des surfaces de friction permet le décollement sûr du disque sans risque d'effet de ventouse.

Le débrayage se réalise très rapidement.

232. Réembrayage.

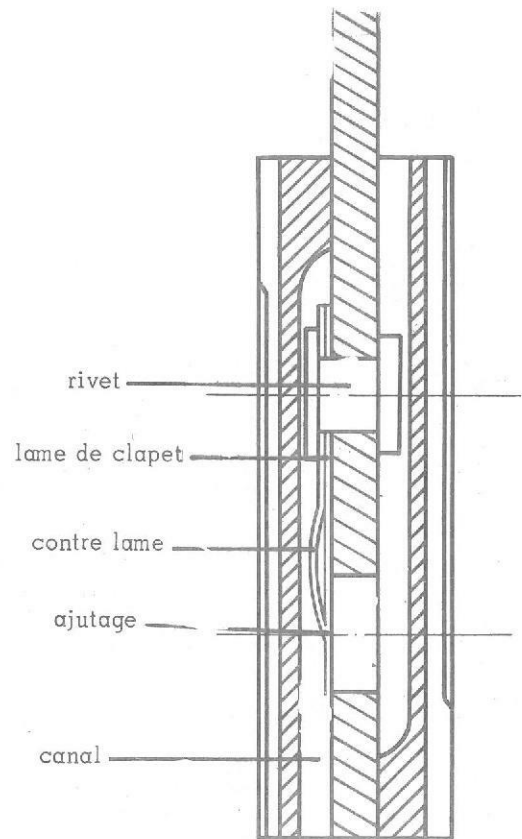
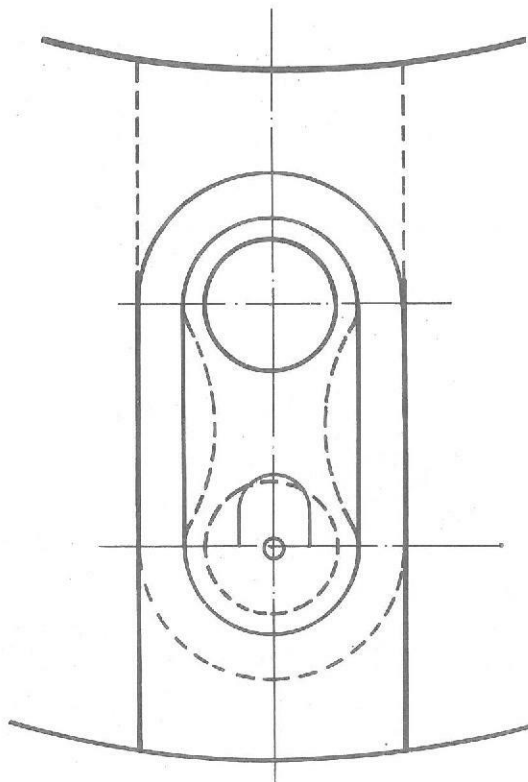
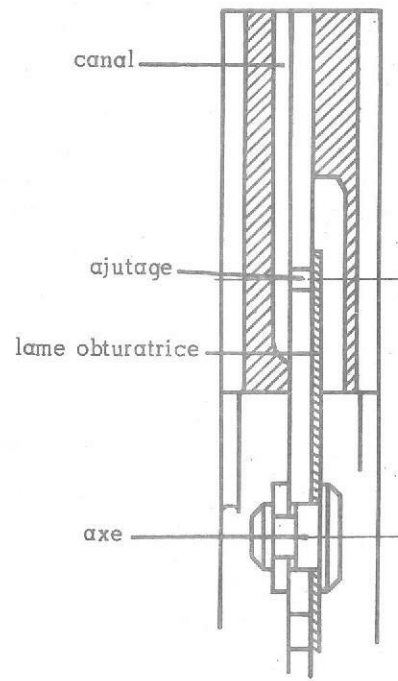
Au moment du réembrayage, la différence de vitesse existant entre le disque et les plateaux crée une pression centrifuge d'autant plus importante que la différence de vitesse est grande.

Cette pression, en agissant sur l'élasticité des pièces fait varier le volume d'huile emprisonné à la périphérie du disque lorsque les plateaux se resserrent sur lui.



Jeu de cannelure

CLAPET COMMANDE « D »



Progressivement, l'huile s'échappe par l'ajutage du clapet (b) transférant l'action du plateau de l'entretoise hydraulique sur le disque, apportant ainsi une certaine progressivité au réembrayage.

Nous venons de voir que la fonction « débrayage » est réalisée plus rapidement que la fonction « réembrayage ». Il faut toutefois distinguer dans cette dernière :

- le réembrayage traction,
- le réembrayage rétro.

le premier devant être plus rapide que le second.

La réalisation de cette rapidité supplémentaire est assurée par le clapet commandé (d).

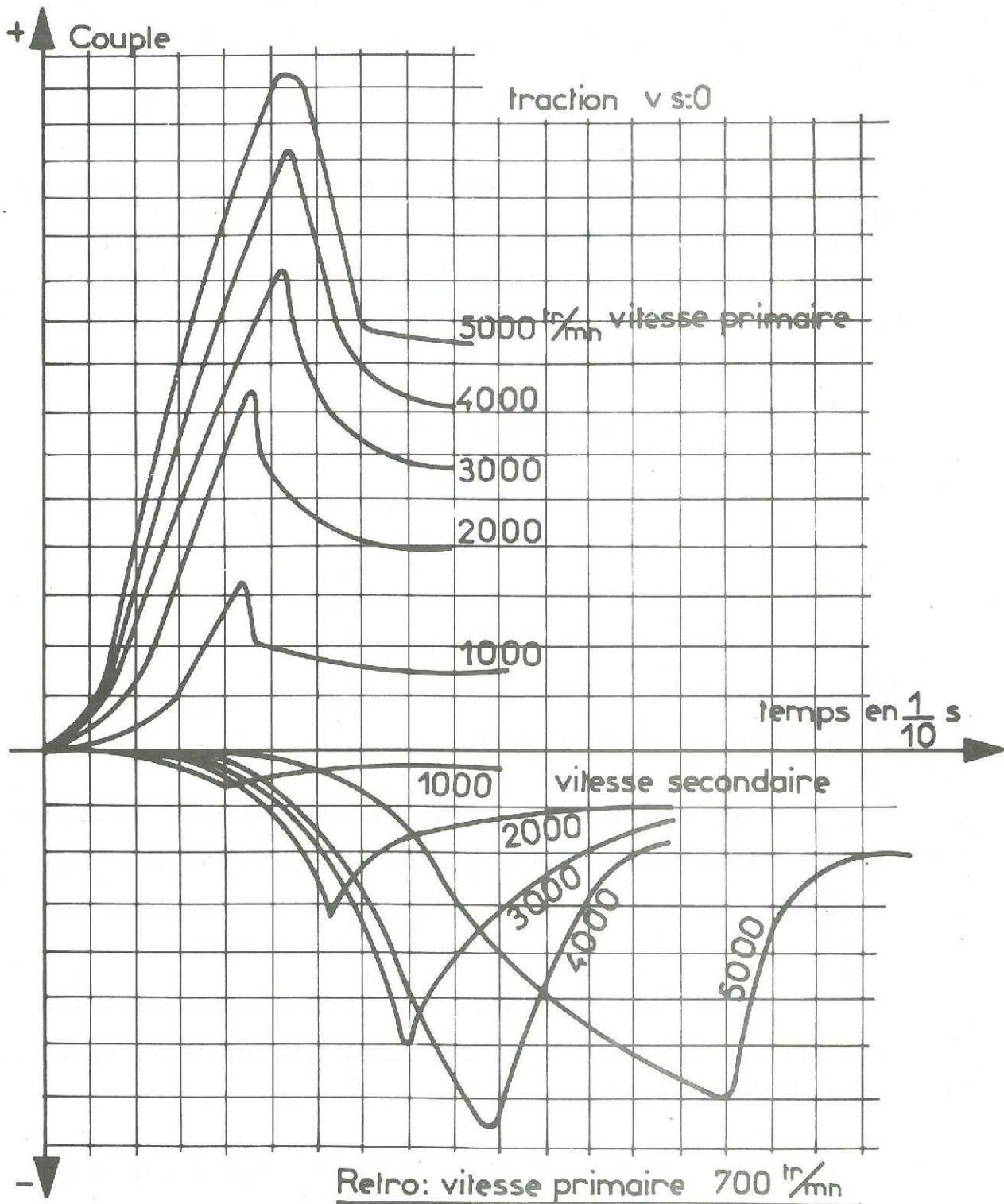
a) Ce clapet est ouvert lorsque le disque a tendance à tourner moins vite au moment du réembrayage, le rattrapage du jeu entre les cannelures du disque et celles de l'arbre d'entrée de boîte de vitesses assurant le basculement d'une lame obturatrice. La section du clapet (d) s'ajoute à celle du clapet (b), facilitant l'échappement de l'huile.

b) Lorsque le disque a tendance à tourner plus vite au réembrayage la lame obturatrice bascule de telle sorte qu'elle vient fermer le clapet, retardant l'échappement de l'huile, et de ce fait, le réembrayage.

Il existe deux familles de réembrayage pour lesquelles nous faisons varier la section d'échappement d'une quantité d'huile variable selon la différence de vitesse entre le disque et les plateaux d'embrayage.

À la limite, lorsque la différence de vitesse est trop importante (environ 5 000 tr/mm) la pression centrifuge est telle qu'elle empêche le réembrayage. Deux solutions se présentent alors :

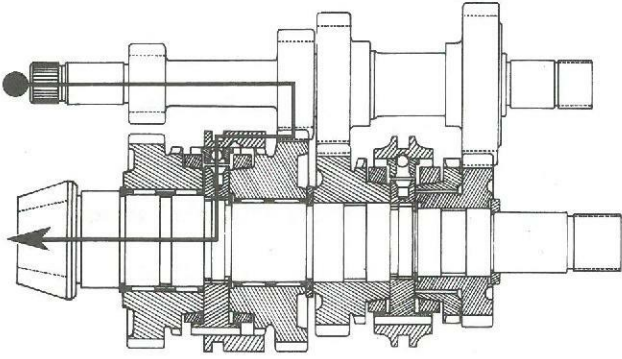
- attendre que le véhicule ralentisse de lui-même,
- relancer le moteur pour diminuer la différence de vitesse.



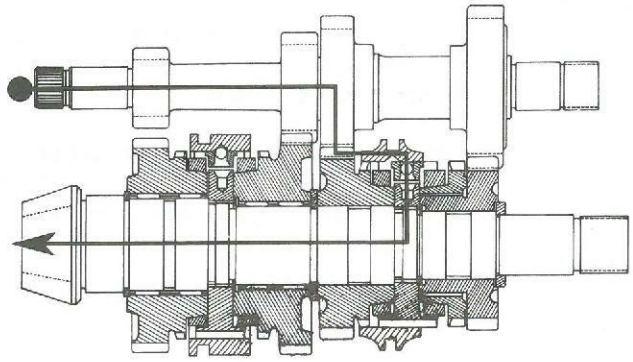
ENREGISTREMENT DES COURBES D'EMBRAYAGE
 POUR DIFFERENTES CONDITIONS DE VITESSES.

En cas de panne, il est toujours possible de ramener la voiture au garage. En effet si une coupure intervient dans le circuit électrique, le système est d'office en position « embrayé ».

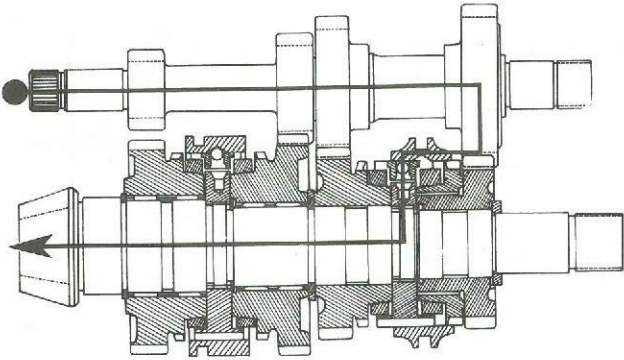
Si la pression vient à chuter, le plateau de pression n'est plus soumis à aucune pression hydraulique. Il n'agit sur la friction que sous l'action d'une rondelle « Belville » qui permet de transmettre un couple d'environ 3 m. kg. Cette rondelle permet également de faire démarrer la voiture en la poussant (environ 20 km / h en 1 ère).



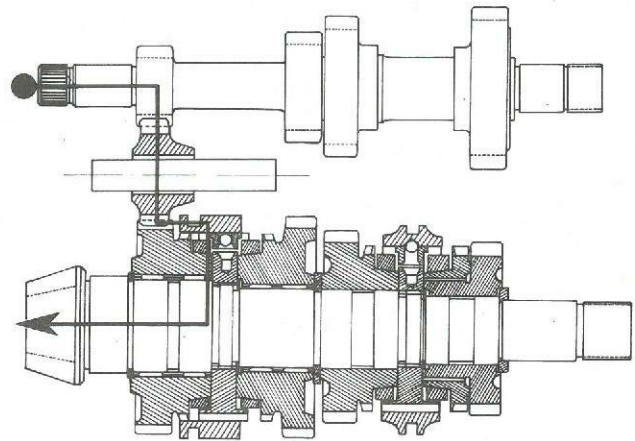
1 ère



2 ème



3 ème



Marche arrière

CHAINE CYNEMATIQUE

LA BOITE DE VITESSES.

La boîte de vitesses équipant le véhicule est sensiblement identique à la boîte classique mais comporte :

- un contacteur électrique sur le couvercle arrière de la boîte,
- 3 vitesses avant et 1 arrière, toutes synchronisées, (le fait de multiplier le couple avant la boîte de vitesses permet de se passer du rapport inférieur).

Il est primordial de remplir cette boîte à l'aide de l'huile TOTAL « FLUIDE T » qui est la seule adaptée aux différentes conditions d'utilisation en particulier :

laminage dans le convertisseur et la roue - libre,

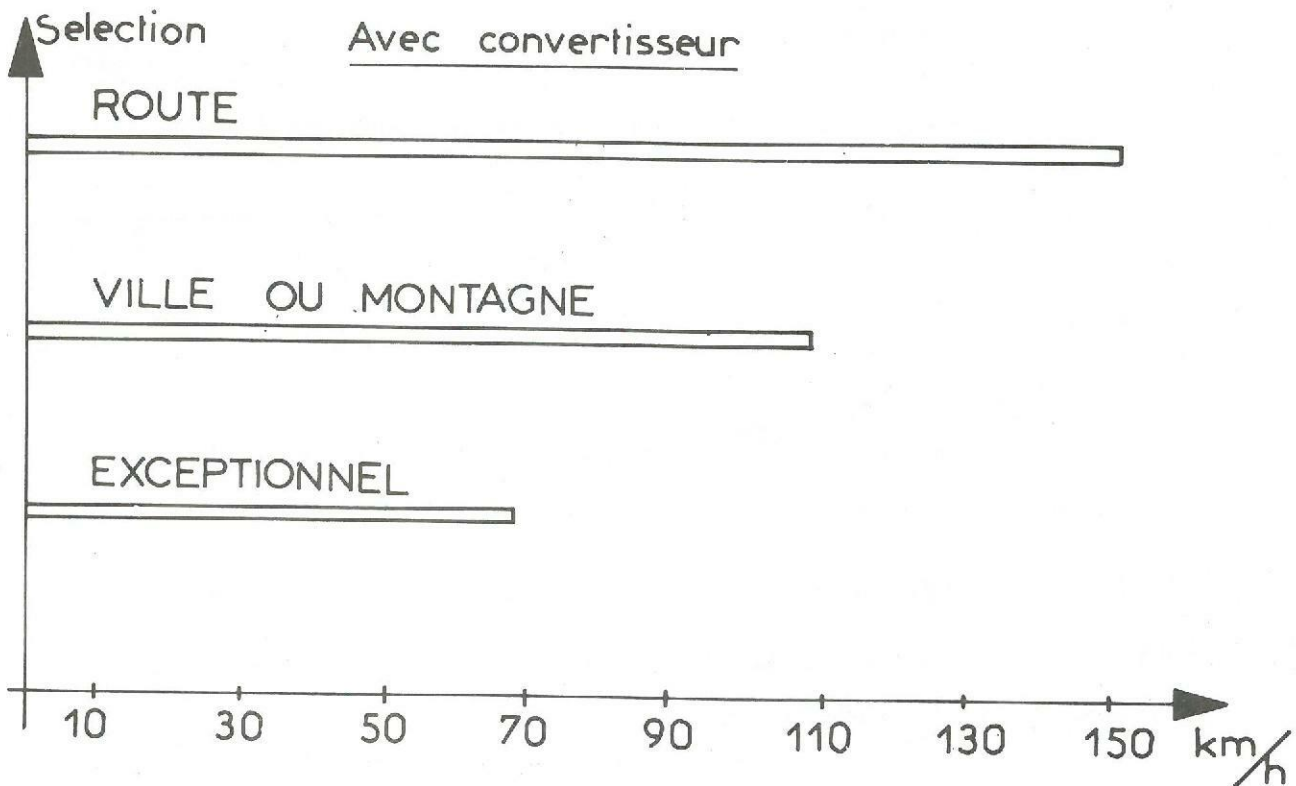
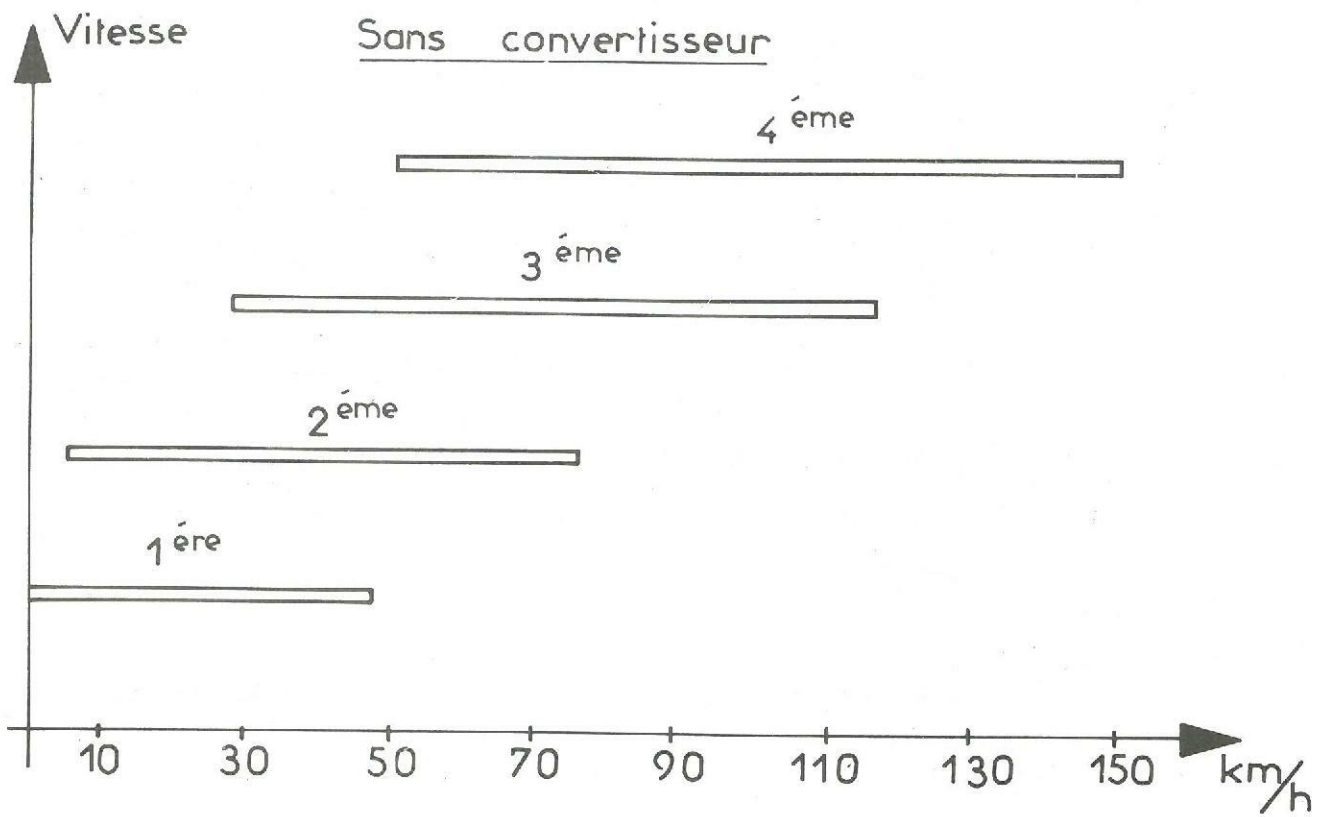
extrême pression dans la pignonnerie et en particulier dans le couple conique.

REGLAGES

Les réglages de la partie mécanique de la boîte de vitesses sont identiques à ceux concernant la boîte mécanique.

Le réglage des contacts de débrayage s'effectue en passant une vitesse et en réglant le plot fixe correspondant pour avoir un jeu de $1,20 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ équivalant sensiblement au jeu entre fourchette et gorge de synchro.

Ce jeu est très important car il détermine le bon fonctionnement de l'ensemble de la transmission.



ETAGEMENTS RELATIFS DES VITESSES

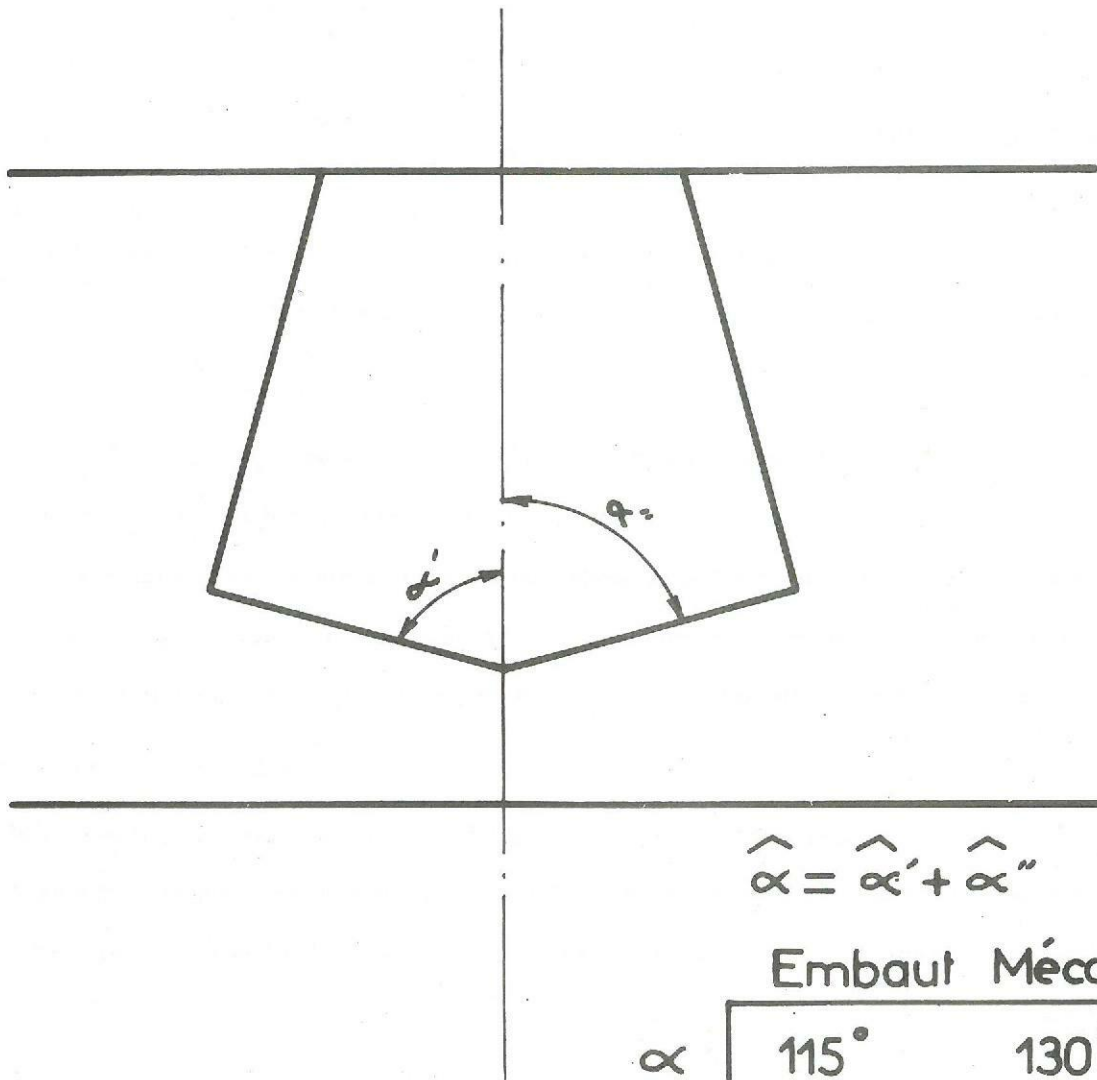
PARTICULARITES.

a) Le frottement permanent de l'huile sur les faces du disque et des plateaux d'embrayage fait que même au « point mort » il existe un couple de traînée qui entraîne la boîte de vitesses.

Il est donc nécessaire de synchroniser le passage de la première et de la marche arrière pour éviter tout craquement. De plus il est nécessaire d'utiliser des bagues de synchro, dont les angles d'entrée de dents sont différents selon le côté considéré. En effet une des rampes ne sert uniquement que pour l'engagement de la vitesse, véhicule arrêté. L'angle concernant cette rampe sera donc plus faible, afin de diminuer l'effort au levier.

b) D'autre part, la marche arrière étant synchronisée, il est souhaitable qu'elle ne se trouve pas en face de la première sur le levier, en ne conservant toutefois que deux axes de fourchettes. On a donc réalisé un sélecteur de vitesses répondant à ces deux conditions :

- marche arrière à la même place que sur la boîte classique pour le conducteur.
- deux axes de fourchettes, puisque la fourchette 1ère / 2ème de la boîte classique devient la fourchette de 1ère / M.A. sur la boîte à convertisseur.



$$\hat{\alpha} = \hat{\alpha}' + \hat{\alpha}''$$

Embaut Mécanique

α	115°	130°
α'	50°	65°
α''	65°	65°