

EMBRAYAGES

JOHO Pierre

GENERALITES

La fonction essentielle d'un embrayage est d'établir progressivement, ou d'interrompre, la liaison mécanique entre deux arbres en rotation.

Les moteurs thermiques ont la particularité de ne délivrer de couple qu'à partir d'un certain régime de rotation, ce qui impose pour les démarrages en charge, un couplage progressif avec le récepteur.

Il faut pour cela qu'il y ait glissement des pièces respectives jusqu'à égalisation des vitesses. Pendant le glissement, la puissance perdue se transforme en chaleur et doit être évacuée.

La liaison doit pouvoir être établie progressivement; le glissement terminé, le mécanisme est embrayé et se trouve en position telle que le disque est comprimé et la liaison totale.

L'interruption de la liaison doit pouvoir être instantanée et complète, le débrayage est généralement temporaire, il permet l'arrêt de l'avancement et le passage des différents rapports de la boîte de vitesses.

Le disque d'embrayage, relié à l'arbre primaire de la boîte de vitesses, doit avoir la plus faible inertie possible de manière à s'arrêter rapidement lorsqu'on débraye; il doit pouvoir être facilement relancé à un régime déterminé lorsque le passage des rapports s'effectue au moyen d'un synchroniseur.

L'embrayage peut dans certains cas agir en limiteur de couple étant donné qu'il est étudié pour une application spécifique donc pour transmettre un couple déterminé.

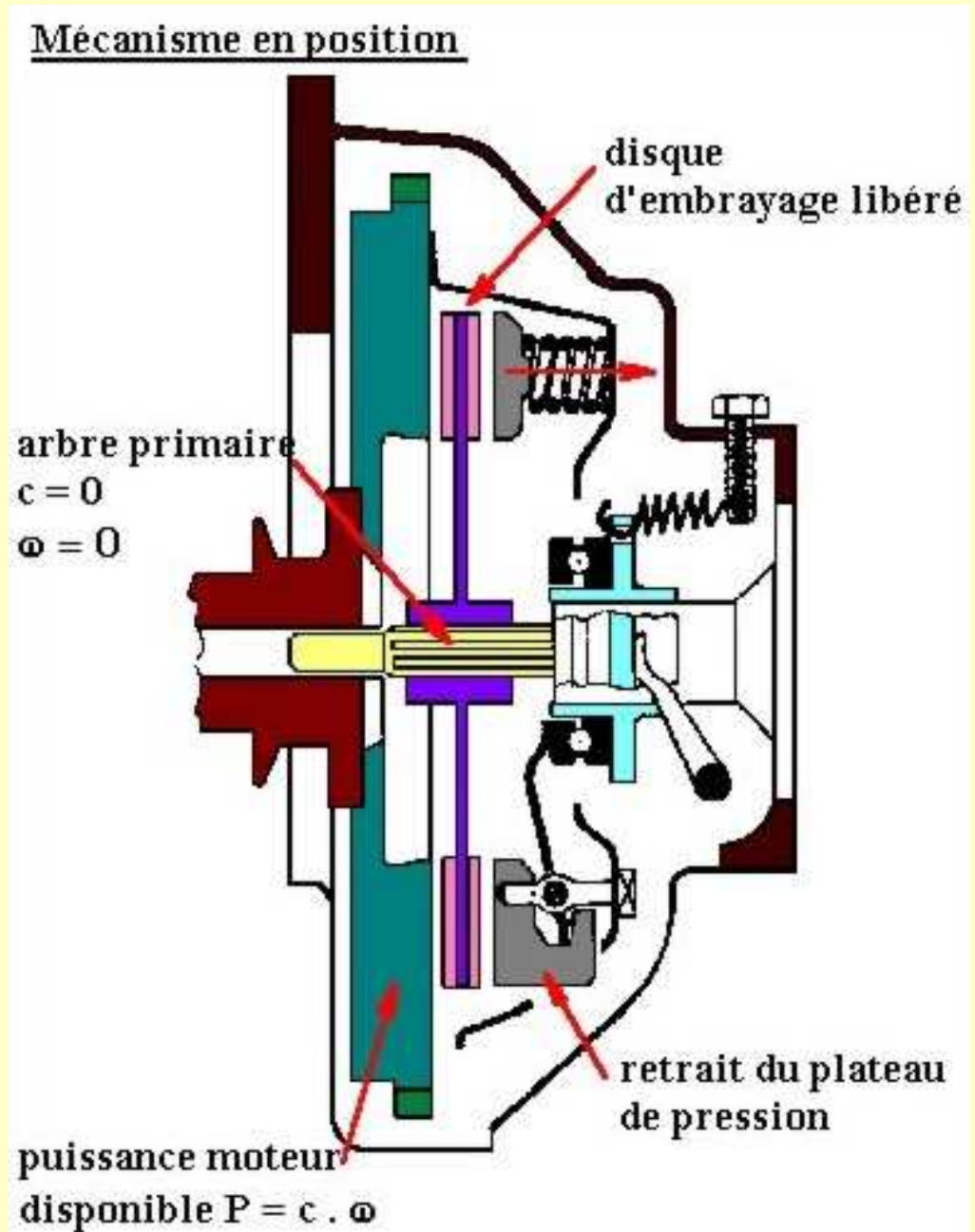
Débrayage

Le débrayage consiste à désolidariser totalement les deux parties tournantes de l'embrayage afin d'interrompre le passage de la puissance.

Cette opération est réalisée grâce au plateau de pression qui peut se déplacer en translation lorsque, par l'intermédiaire de la commande, on exerce une force supérieure à celle développée par les ressorts.

Le dégagement du plateau de pression libère le disque monté libre en translation par rapport à l'arbre primaire de la boîte de vitesses.

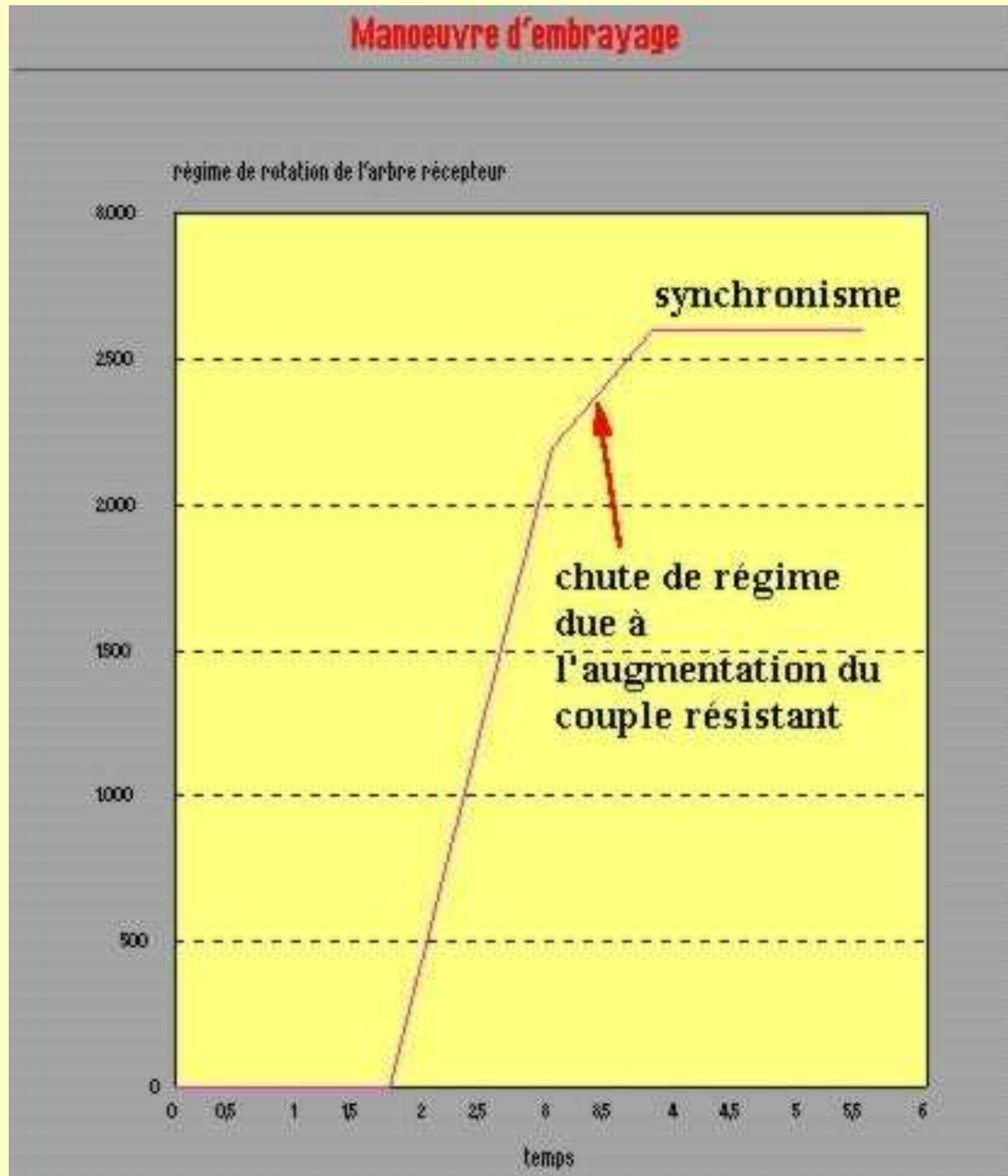
Le disque libéré est maintenu centré par rapport au mécanisme grâce à l'arbre primaire dont le guidage est assuré par un roulement pilote ou par une bague en bronze, logés dans le volant moteur ou dans le plateau d'attente du vilebrequin.



Embrayage:

La phase d'embrayage doit être progressive et sans à coups. Le relâchement graduel de la commande permet de doser à volonté le taux de patinage du disque par rapport aux plateaux.

Cette fonction est essentielle, l'interruption ou la transmission de la puissance peut être réalisée par n'importe quel autre système mécanique à crabot ou à pignon baladeur, seul l'embrayage est capable d'assurer la progressivité nécessaire à la transmission de la puissance sous charge.



Le mécanisme d'embrayage simple effet à ressorts:

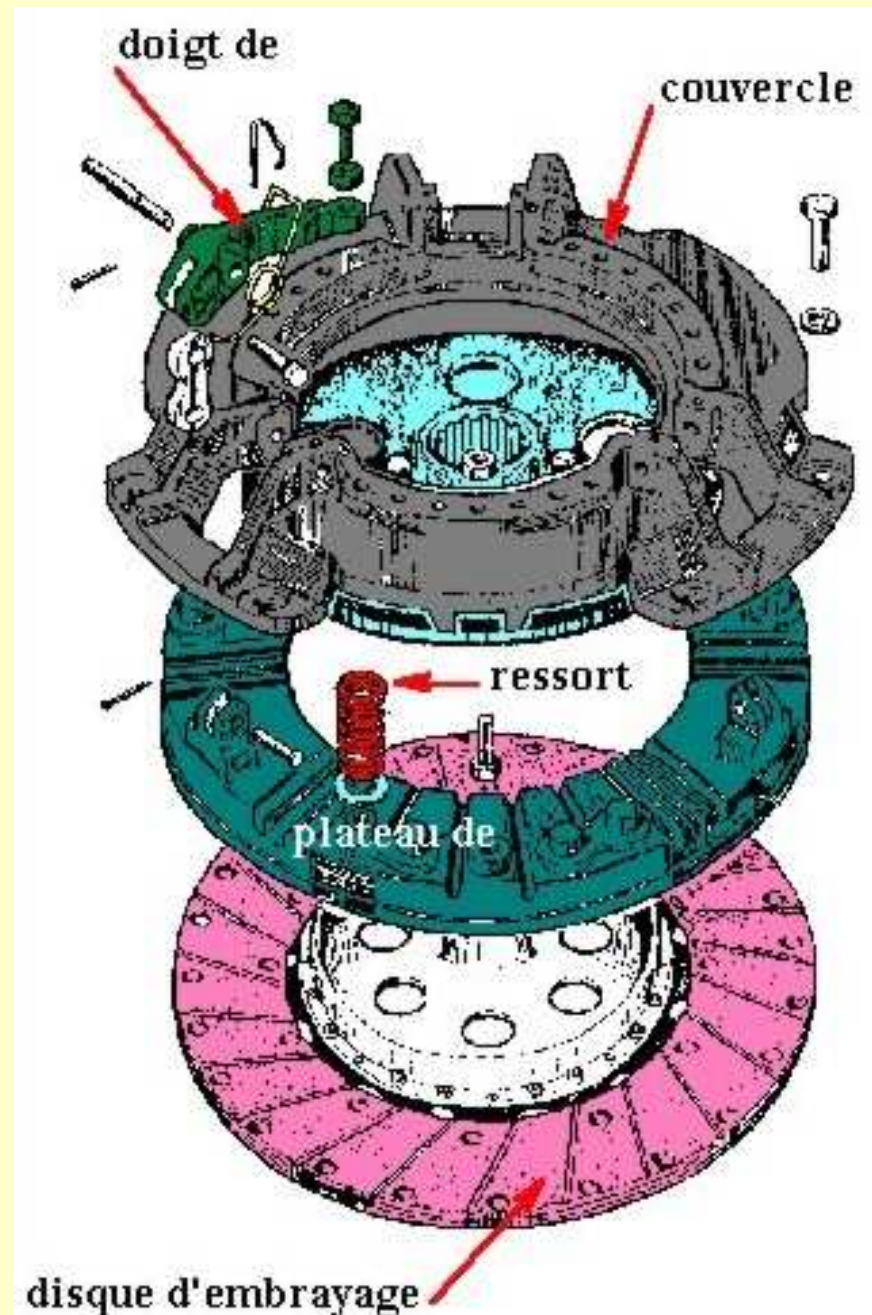
C'est l'embrayage classique qui fut pendant longtemps le plus utilisé. Il se compose d'un plateau de pression en fonte poussé par une série de ressorts hélicoïdaux (de 6 à 12 environ) il vient en appui contre la couronne du disque.

Ces ressorts prennent appui sur le couvercle du mécanisme qui peut être en tôle emboutie ou en fonte.

Le couvercle est fixé sur le volant moteur grâce à une série de vis et centré sur celui-ci par un embrèvement ou par des pions de centrage.

Le plateau de pression est actionné par trois leviers sur lesquels on exerce la force permettant son retrait. La commande s'effectue par l'intermédiaire de la butée. Autrefois constituées d'un matériau à base de graphite, les butées sont actuellement réalisées au moyen d'un roulement spécial à billes.

Le plateau de pression dont le rôle est de plaquer fortement le disque contre le volant moteur est rixe en rotation et libre en translation par rapport à ce dernier.



La force pressante Fp

Sur ce type d'embrayage, la force pressante exercée sur le plateau de pression est obtenue par la précharge des ressorts hélicoïdaux; la force pressante exercée par des ressorts hélicoïdaux est égale à:

$$F_p = \frac{G \cdot d^4 \cdot \cos \beta \cdot n^2}{8 D^3 \cdot n_1} \cdot E$$

E = flèche (écrasement des ressorts en mm.)

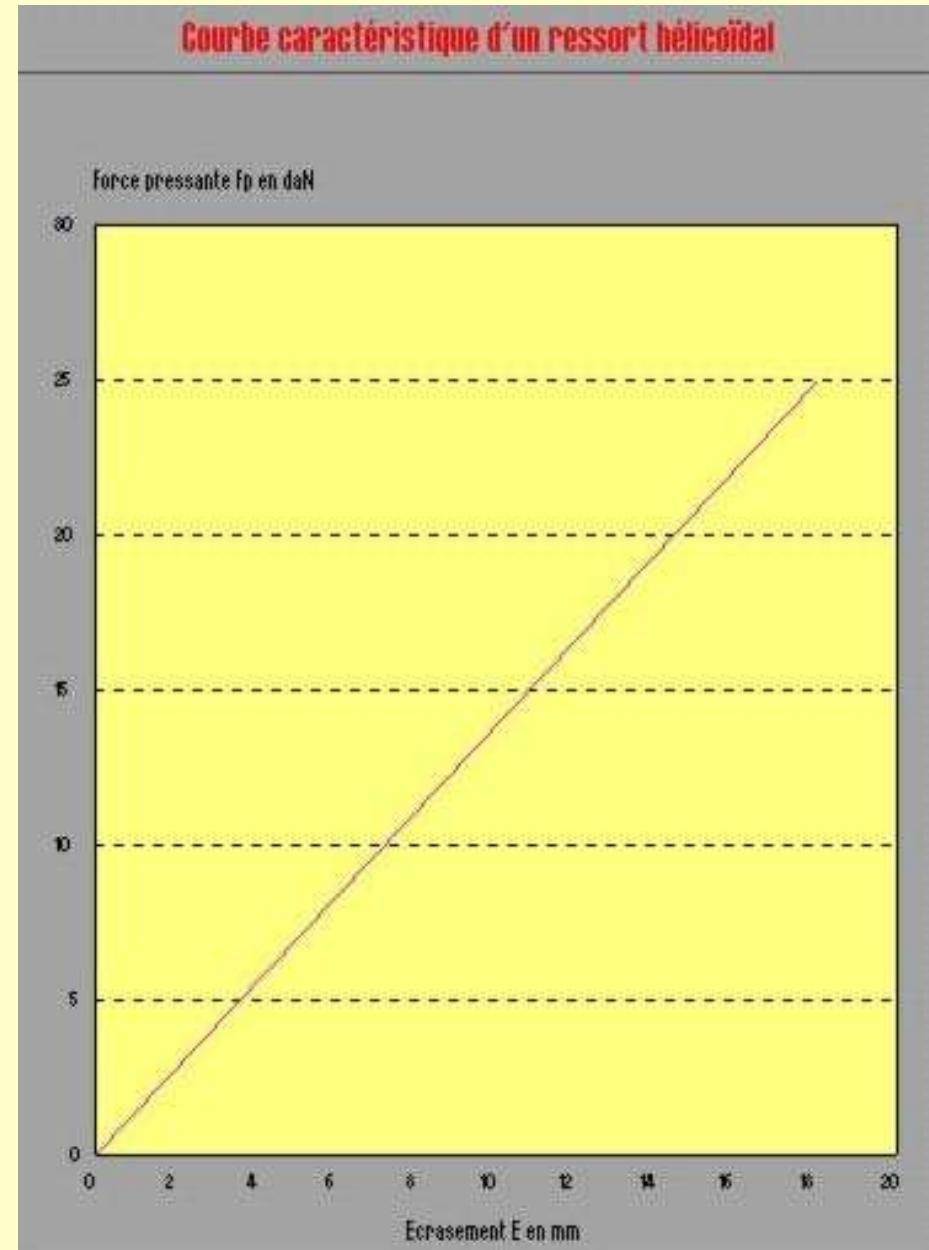
D = diamètre moyen des ressorts, en mm

n1 = nombre de spires utiles des ressorts d
diamètre du fil en mm

β = angle d'inclinaison des spires à vide

n2 = nombre de ressorts Identiques

G = module d' élasticité transversale de
coulomb



La force pressante F_p

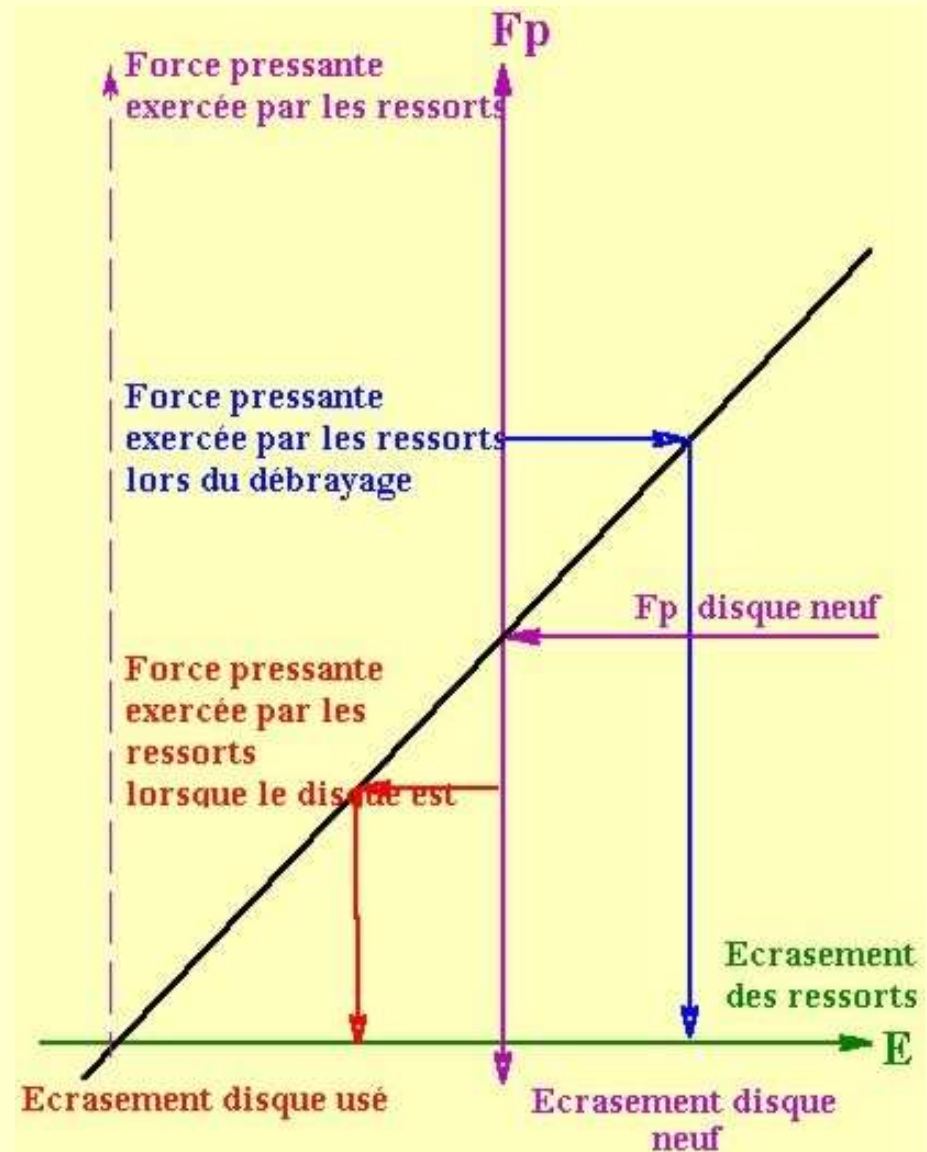
les ressorts sont montés entre le couvercle et le plateau de pression, ils sont à action directe et sont soumis à trois écrasements successifs:

- une première précharge est donnée lors du montage du mécanisme par assemblage du plateau de pression avec le couvercle par l'intermédiaire des doigts avec interposition des ressorts entre les deux.

- une deuxième précharge est attribuée lors du montage du mécanisme sur le volant moteur avec interposition du disque d'embrayage.

Ces deux précharges déterminent la force pressante du mécanisme sur le disque d'embrayage.

- la troisième contrainte qui comprime les ressorts est appliquée lors du débrayage pour libérer le disque: elle détermine l'effort à exercer sur la pédale pour débrayer.



Inconvénients du mécanisme d'embrayage à ressorts hélicoïdaux:

Lors du débrayage la flèche E diminue, la force à exercer sur la pédale augmente proportionnellement au déplacement. Le phénomène est inverse lors de la phase d'embrayage.

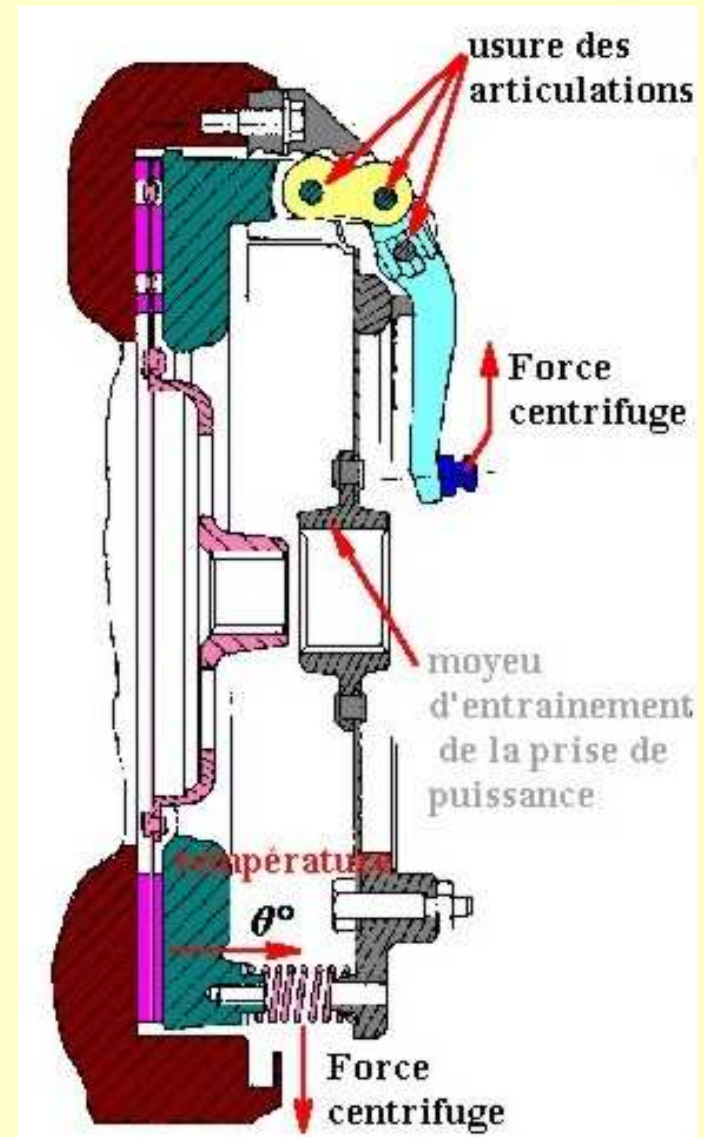
Lorsque le disque s'use, la flèche E augmente, d'où diminution de la force pressante donc du couple transmis.

Ce type de mécanisme, du fait de la disposition des pièces, est sensible à la force centrifuge.

Avec l'augmentation de régime, les doigts ont tendance à s'écarter et les ressorts se déforment ce qui réduit leurs performances et favorise l'apparition du patinage à haut régime.

Les ressorts en contact avec le plateau de pression subissent les écarts de température qui leur sont transmis, ce qui leur fait perdre leurs caractéristiques d'origine..

Un parfait équilibrage de l'ensemble est nécessaire. Il est Melle à maintenir notamment à cause de l'usure du plateau de pression par rapport au couvercle au niveau du guidage en translation. L'usure des doigts aux points d'articulation est également un facteur de déséquilibre.



Couple transmis par un embrayage à friction plane:

Le couple maximal (C_t) transmis par un embrayage à friction plane dépend de:

F_p = force pressante exercée par les ressorts

f = coefficient de frottement

n = nombre de faces de friction

R = rayon moyen

$$C_t = R \cdot f \cdot n \cdot F_p$$

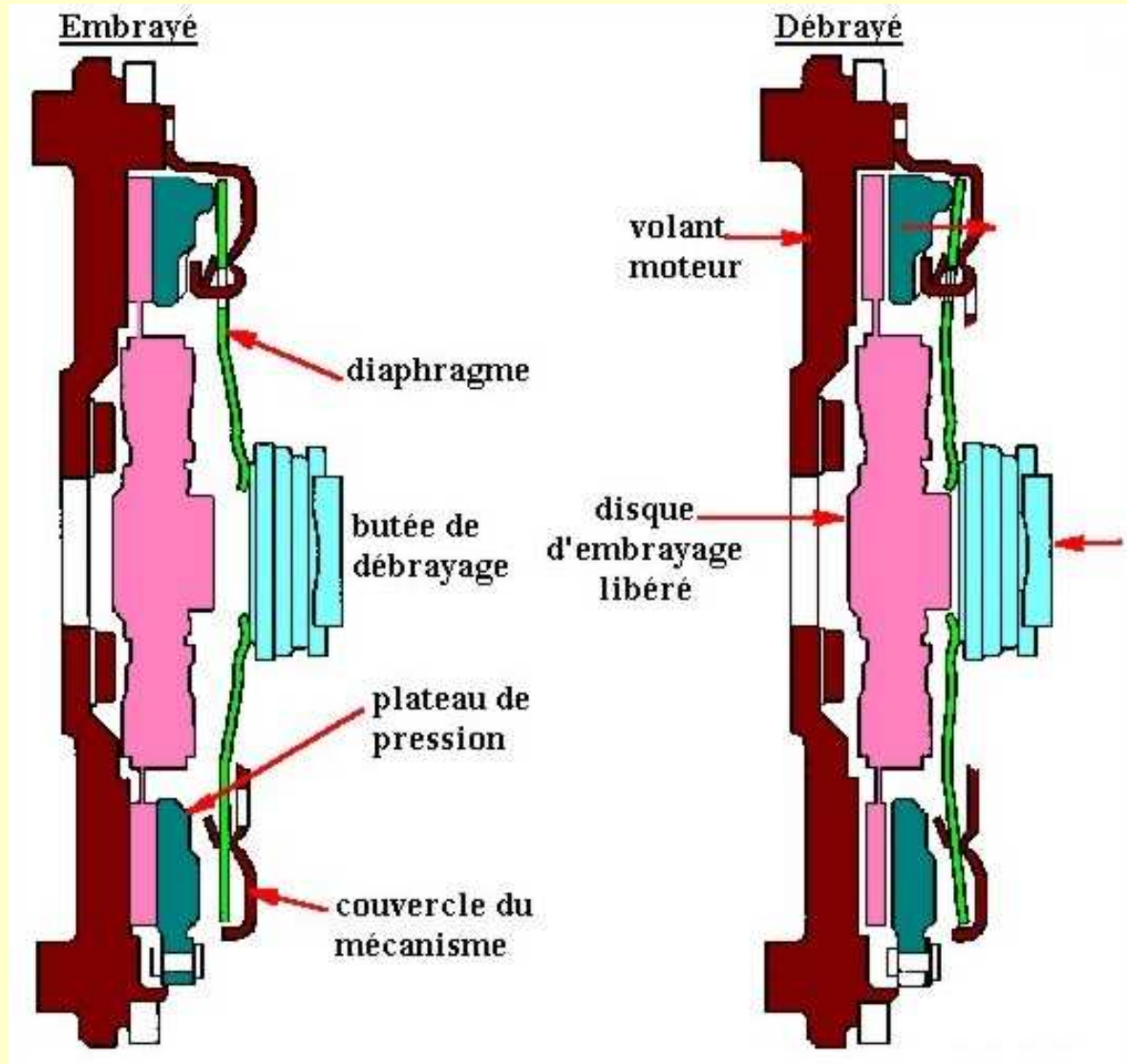
Le couple transmis est proportionnel à la force pressante exercée par les ressorts sur le disque:

$$C_t = R \cdot f \cdot n \cdot \frac{G \cdot d^4 \cdot \cos \beta \cdot n_2 \cdot E}{8 D^3 \cdot n_1}$$

Le mécanisme d'embrayage simple effet à diaphragme:

Largement utilisé dans le domaine du tourisme et des poids lourds, ce type d'embrayage est apparu sur le matériel agricole et notamment sur les tracteurs, depuis que la prise de puissance est totalement indépendante et ne nécessite plus le montage d'un embrayage à double effet.

Sur ce type d'embrayage, le diaphragme remplace les ressorts, les doigts ainsi qu'une partie des pièces de commande.



Le diaphragme est un disque en acier, conique, genre ressort Belleville, possédant une skie de fentes radiales.

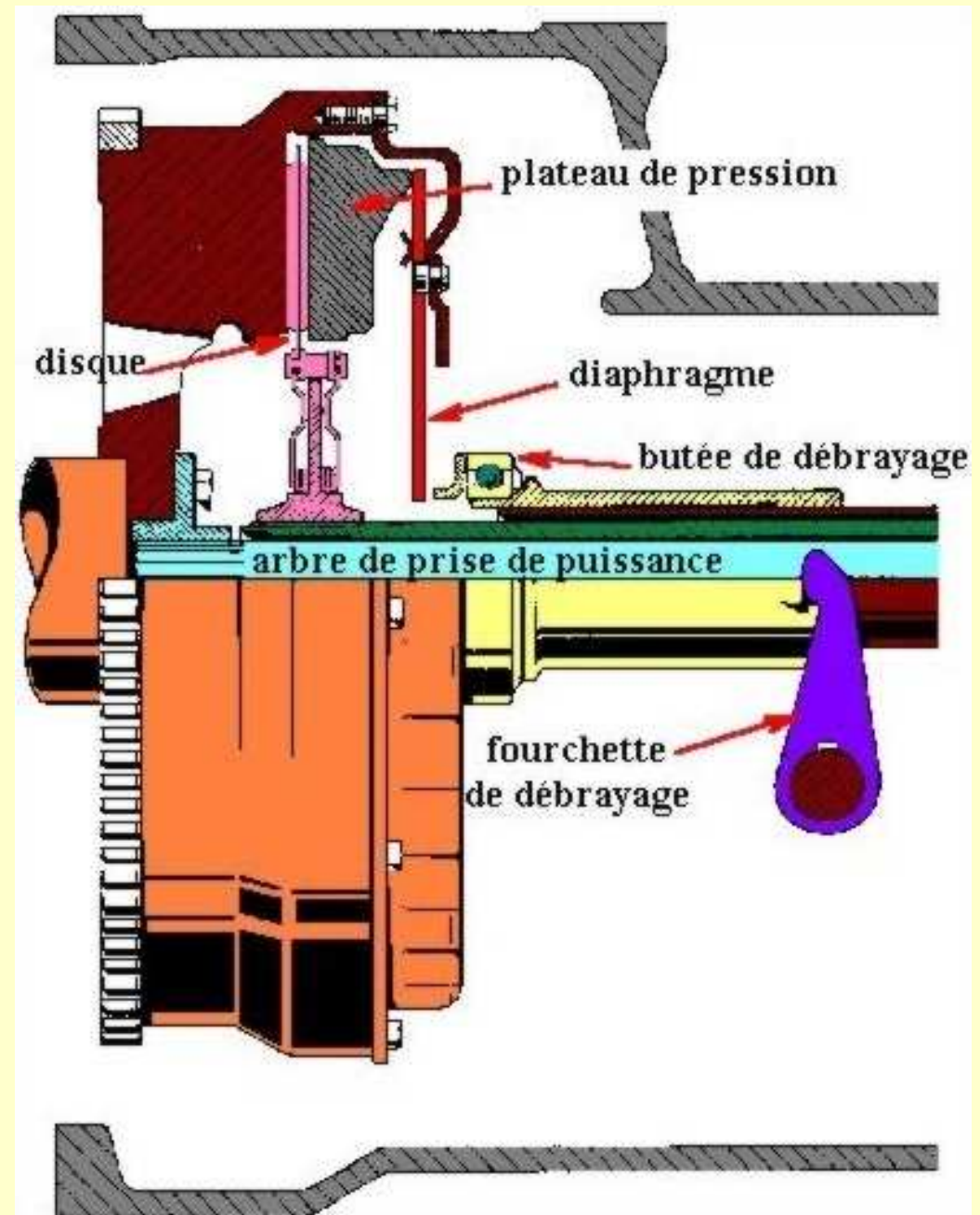
Lorsque l'embrayage est neuf, le diaphragme en position embrayée est pratiquement plat.

Étant en appui circulaire sur le plateau de pression, la force exercée est bien répartie, ce qui n'est pas le cas sur un embrayage classique lorsque certains ressorts s'avachissent du fait des déformations dues, notamment, aux variations de température et aux effets de la force centrifuge.

La manœuvre d'embrayage et de débrayage est plus souple, l'effort de commande est moindre en fonction de la course.

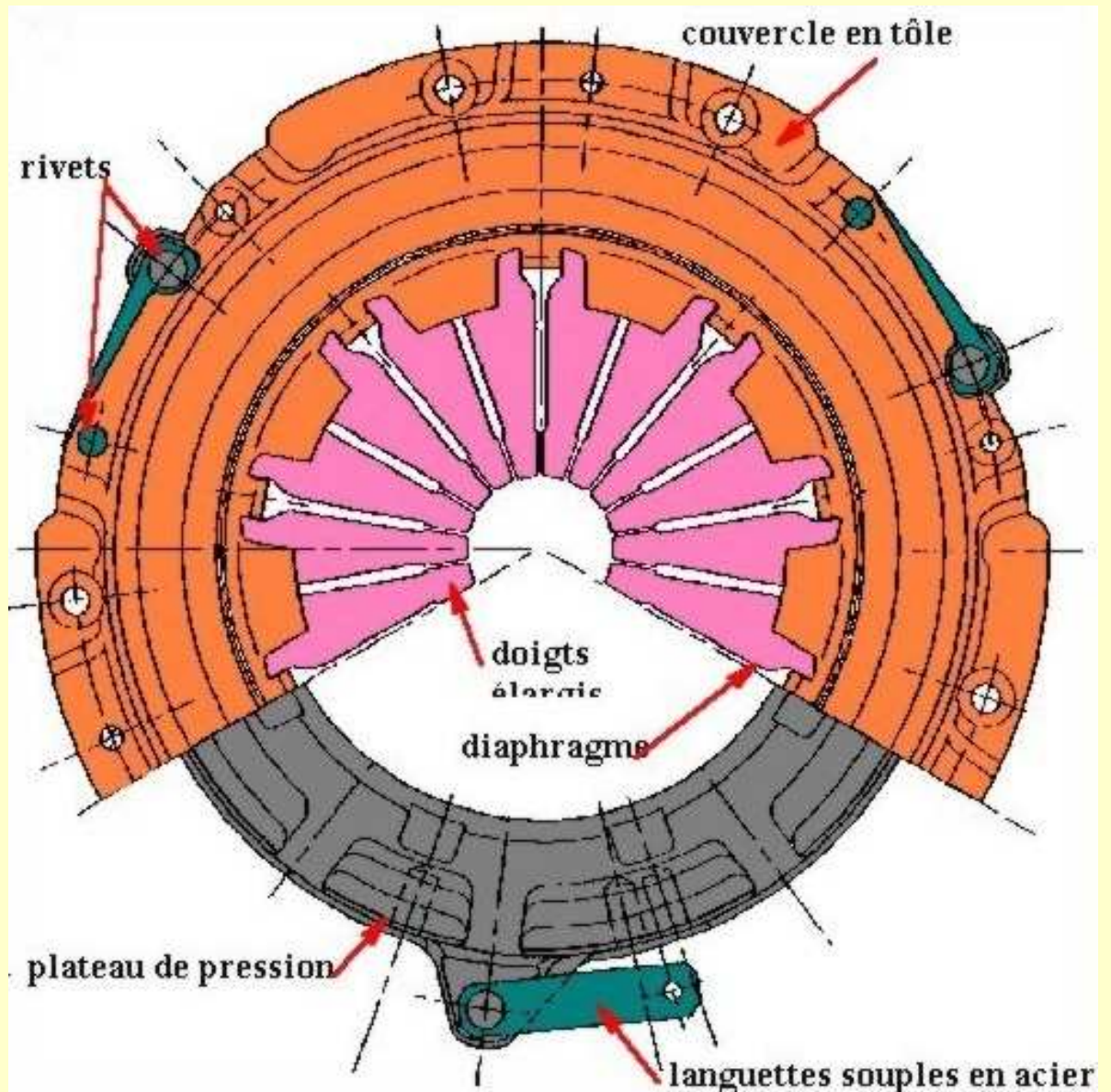
Tous les éléments constituant le mécanisme sont des pièces de révolution, de ce fait, l'équilibrage est plus facile à réaliser et plus durable.

Moins sollicités par la force centrifuge, particulièrement grâce à la suppression des ressorts hélicoïdaux, les régimes de rotation admissibles sont plus élevés.



Le contact entre le plateau et le diaphragme étant ponctuel, le ressort se trouve isolé de la chaleur dégagée par le plateau, ce qui le rend moins vulnérable aux élévations de température créées par d'éventuels patinages.

Le montage permettant la translation du plateau de pression n'est ni réalisé par un emboîtement, ni par une raison par obstacle sujette à usure mais par une série de languettes souples, rivetées sur le couvercle. Mes travaillent à la flexion et en traction et ne peuvent pas prendre de jeu.



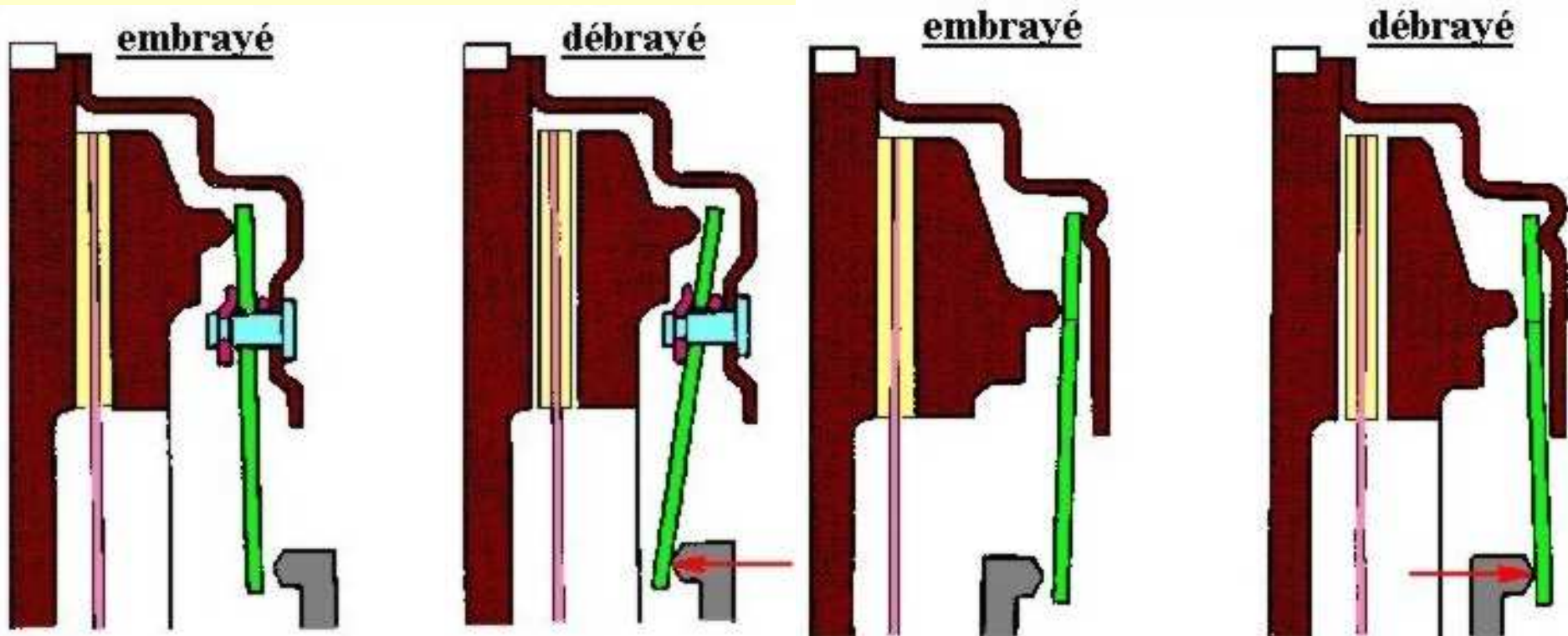
Certains diaphragmes présentent, grâce à une découpe spéciale, des doigts élargis à leur extrémité de manière à augmenter la surface en contact avec la butée afin de limiter leur usure.

Embrayage à diaphragme du type poussé

Les mécanismes d'embrayage à diaphragme sont généralement du type "poussé", le sens de déplacement de la butée de débrayage pousse dans le sens boîte de vitesses vers le volant moteur.

Embrayage à diaphragme du type tiré

Un mécanisme de type tiré est peu à peu Utilisé sur les engins, après avoir été testé dans le domaine des poids lourds et des véhicules de tourisme, cette technologie permet un gain supplémentaire de place.



Caractéristiques des ressorts Belleville:

-force pressante F_p développée par le ressort:

$$F_p = \frac{e \cdot E}{\phi \cdot r^2} \left\{ (h - E) \left(h - \frac{E}{2} \right) + e^2 \right\}$$

$$\phi \cdot r^2 \quad 2$$

E flèche pour une charge donnée

e épaisseur en mm

h hauteur à vide

r rayon extérieur en mm (ϕ extérieur / 2)

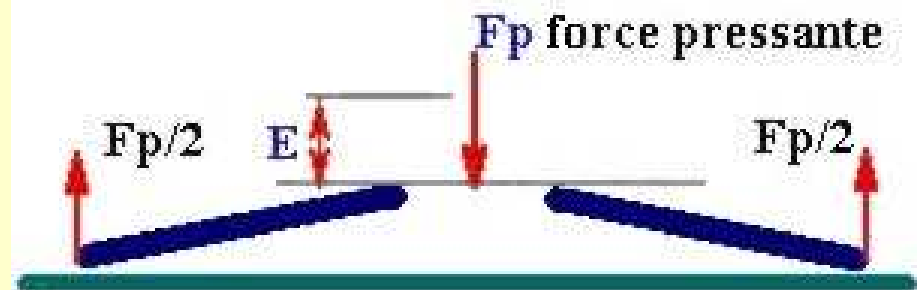
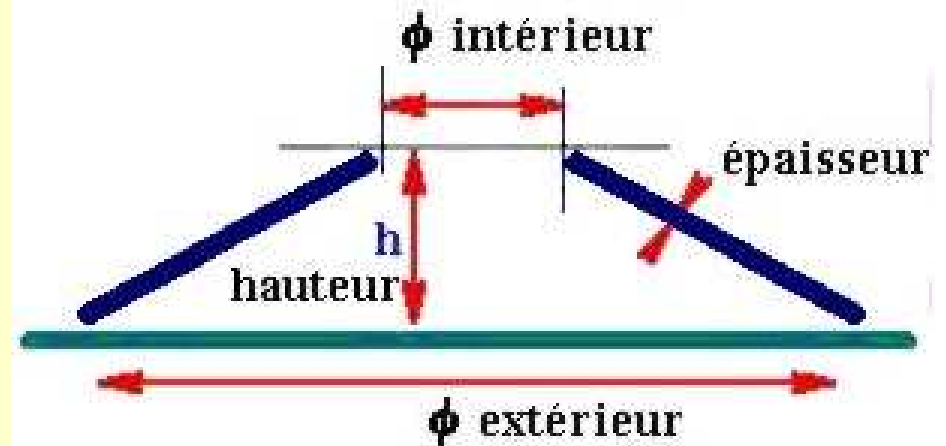
ϕ : valeur dépendant du rapport:

ϕ intérieur / ϕ extérieur



Cette rondelle Belleville est utilisée pour remplacer les ressorts hélicoïdaux dans un mécanisme d'embrayage classique à doigts.

caractéristiques d'une rondelle



Caractéristiques des ressorts Belleville:

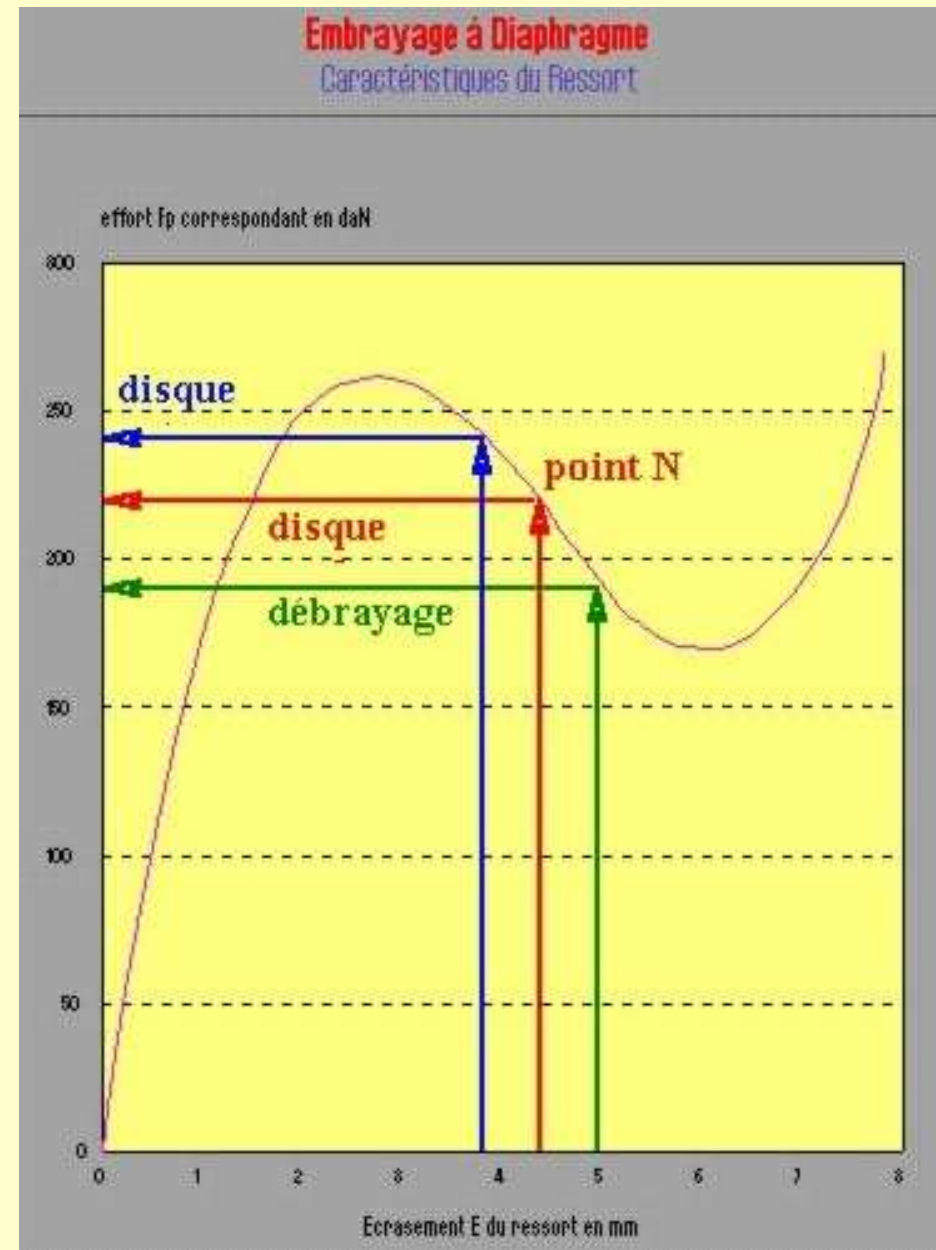
L'embrayage à diaphragme est monté d'origine

de telle sorte qu'en position embrayée $E = h$, c'est à dire que le diaphragme soit plat. La force pressante au point N s'exprime alors par:

$$F_{pN} = \frac{h \cdot e^3}{\varphi \cdot r^2}$$

Lorsque le disque d'embrayage s'use, E diminue, ce qui a pour conséquence d'augmenter F_p (le phénomène est inverse pour un embrayage à ressorts hélicoïdaux).

Lors de la phase de débrayage, le diaphragme est comprimé, E augmente. et F_p diminue: la pédale d'embrayage s'enfonce de plus en plus facilement.



Couple transmis par un embrayage à diaphragme:

$$Ct = R \cdot f \cdot n \left(\frac{e \cdot E}{\phi \cdot r^2} \left\{ (h - E) \left(h - \frac{E}{2} \right) + e^2 \right\} \right)$$

E flèche pour une charge donnée

e épaisseur en mm

h hauteur à vide

r rayon extérieur en mm (ϕ extérieur / 2)

ϕ : valeur dépendant du rapport:

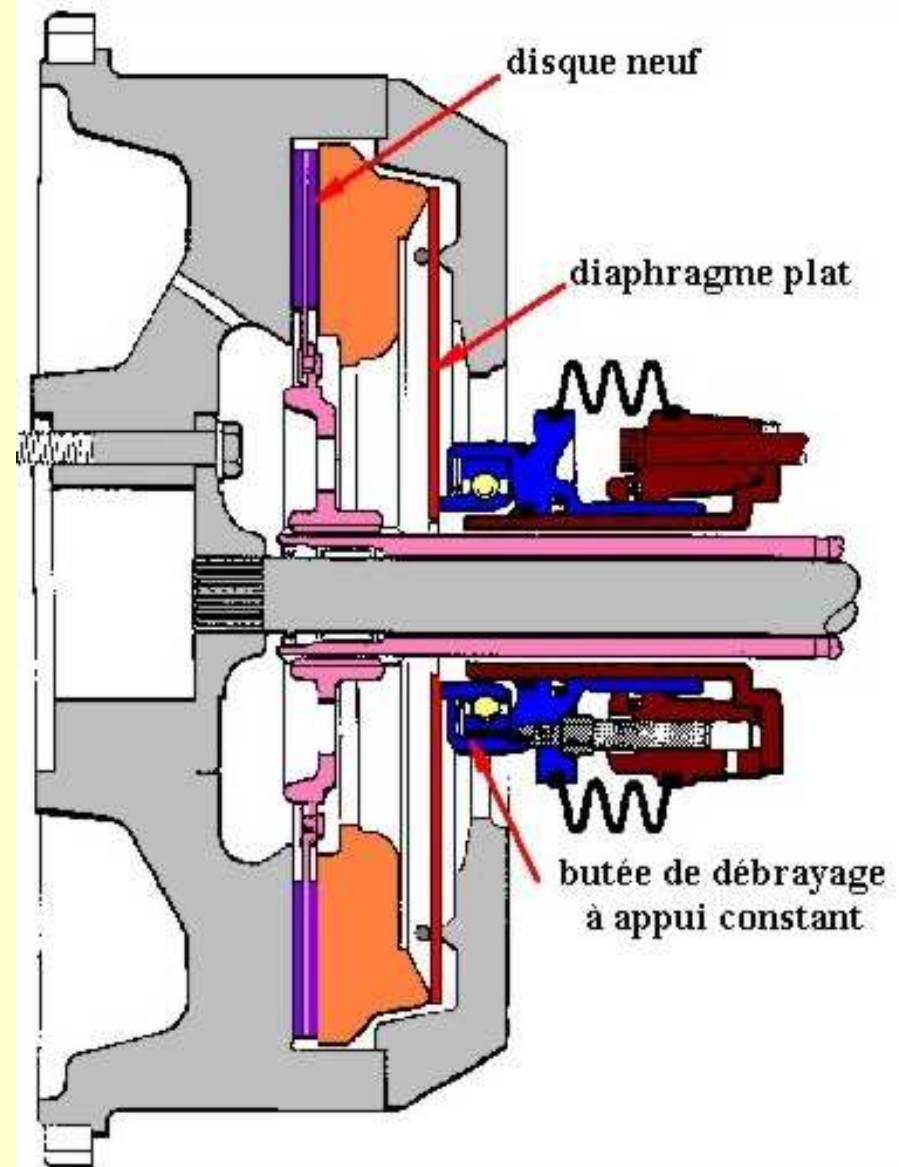
ϕ intérieur / ϕ extérieur

f : coefficient de frottement

R rayon moyen en mm

n nombre de faces de friction.

Le couple transmis par un embrayage est proportionnel à la force pressante.



Lorsque le disque s'use, les garnitures perdent de leur épaisseur et de leur coefficient d'adhérence, l'augmentation de la force pressante due à la diminution de l'écrasement compense la perte des performances des garnitures.

Le disque d'embrayage:

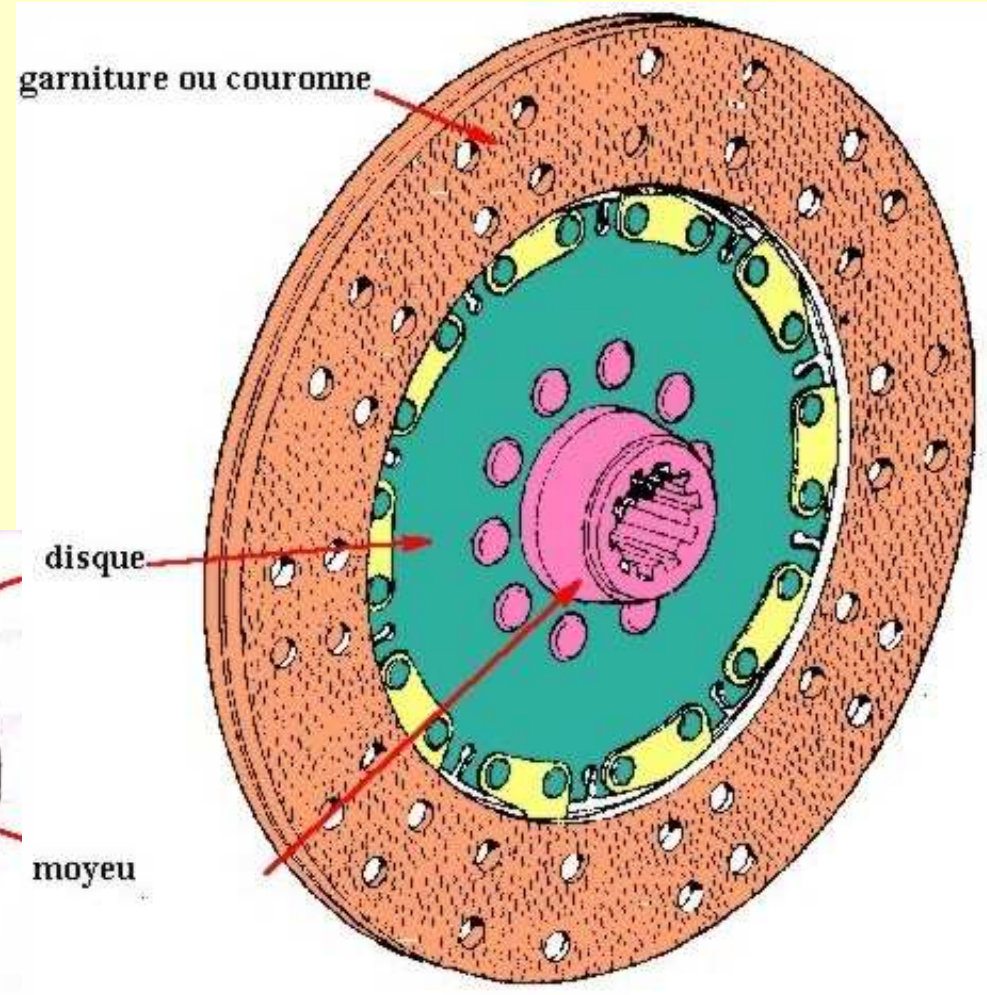
L'élément que l'on nomme communément le disque d'embrayage se compose en fait de trois pièces distinctes qui sont: le disque, les garnitures ou couronnes et le moyeu. Chacun de ces éléments fait l'objet, de la part des constructeurs, d'une étude et d'une mise au point particulière



garniture ou couronne

disque

moyeu



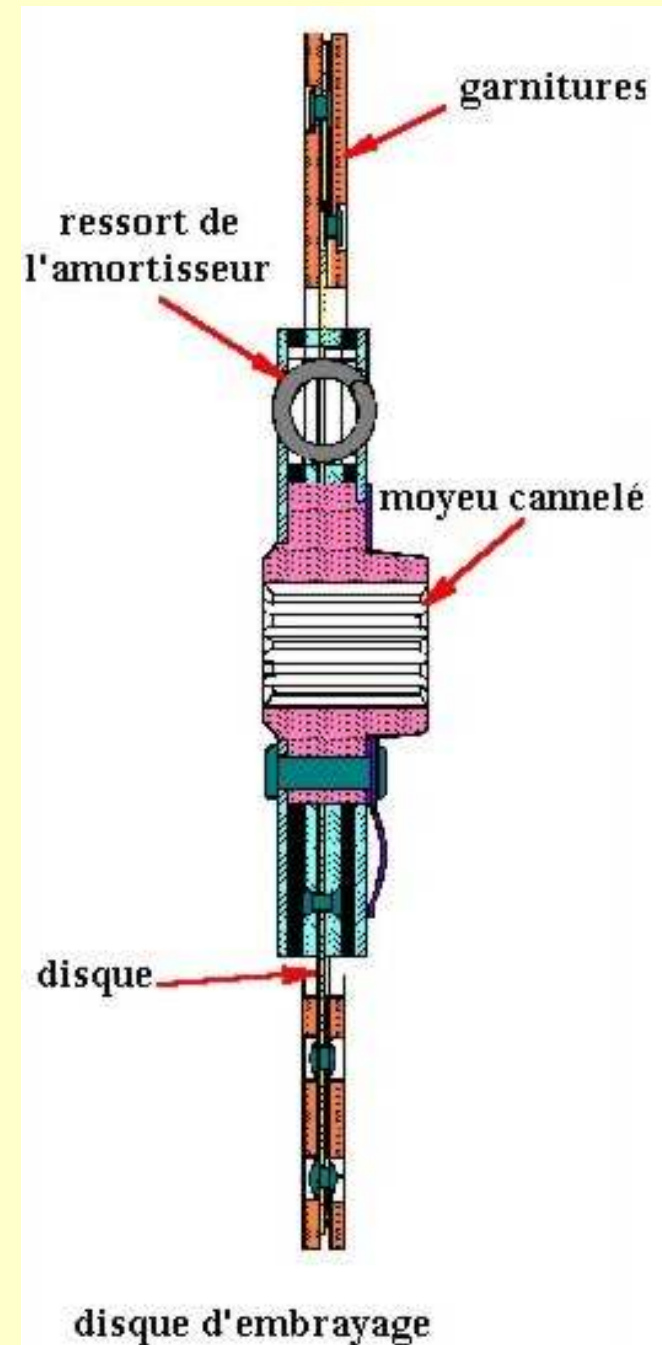
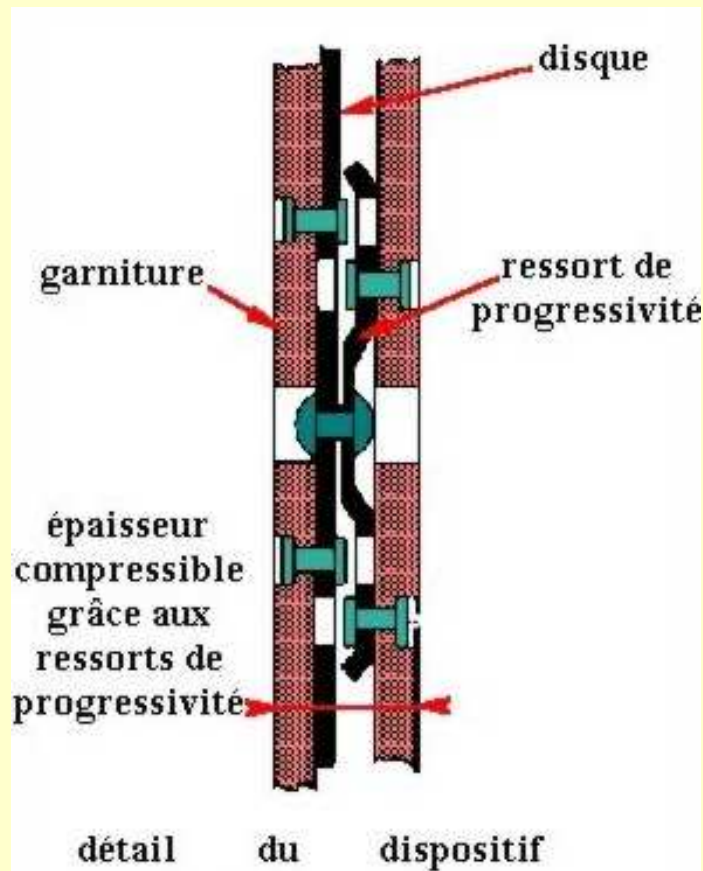
garniture ou couronne

disque

moyeu

Le disque d'embrayage:

Le disque est une pièce en acier sur laquelle viennent se fixer les garnitures. Il est relié à la boîte de vitesses par l'intermédiaire d'un moyeu cannelé. Le disque est parfois doté d'une cambrure ou d'un dispositif "tique permettant d'assurer une bonne progressivité lors de la phase d'embrayage.



Le disque d'embrayage:

Le disque doit, dans son ensemble, résister à la Centrifugation, donc être parfaitement équilibré.

Il doit également résister aux déformations engendrées par une élévation importante de la température due à un patinage prolongé; à cet effet, la tôle en acier du disque est mince et fractionnée.

Le poids du disque doit être réduit de manière à présenter le moins d'inertie possible.

Cette caractéristique est importante dans la mesure où elle permet de réduire l'usure des synchroniseurs de la boîte de vitesses.

La tôle du disque, en acier, est découpée de manière à éviter que la température des garnitures ne se transmette vers les ressorts du moyeu amortisseur et ne les détrempe.



Les garnitures:

Les garnitures de friction sont des pièces d'usure. Elles doivent transmettre le couple du moteur grâce à la pression exercée par les plateaux.

Les garnitures permettent le glissement sans détérioration du disque par rapport aux plateaux.

Leur qualité doit permettre une progressivité tout en maintenant un coefficient d'adhérence élevé et stable en fonction de la température, ainsi le couple du moteur se transmet sans glissement lorsque l'embrayage est en prise directe.

Autrefois en amiante tissé de fils de cuivre, les garnitures de friction se sont améliorées avec la mise au point de matériaux composites à base de fibres organiques qui les rendent plus performantes.

Contrairement aux garnitures de frein, les frictions pour embrayages sont sollicitées par la force centrifuge, leur tenue mécanique doit être plus importante.



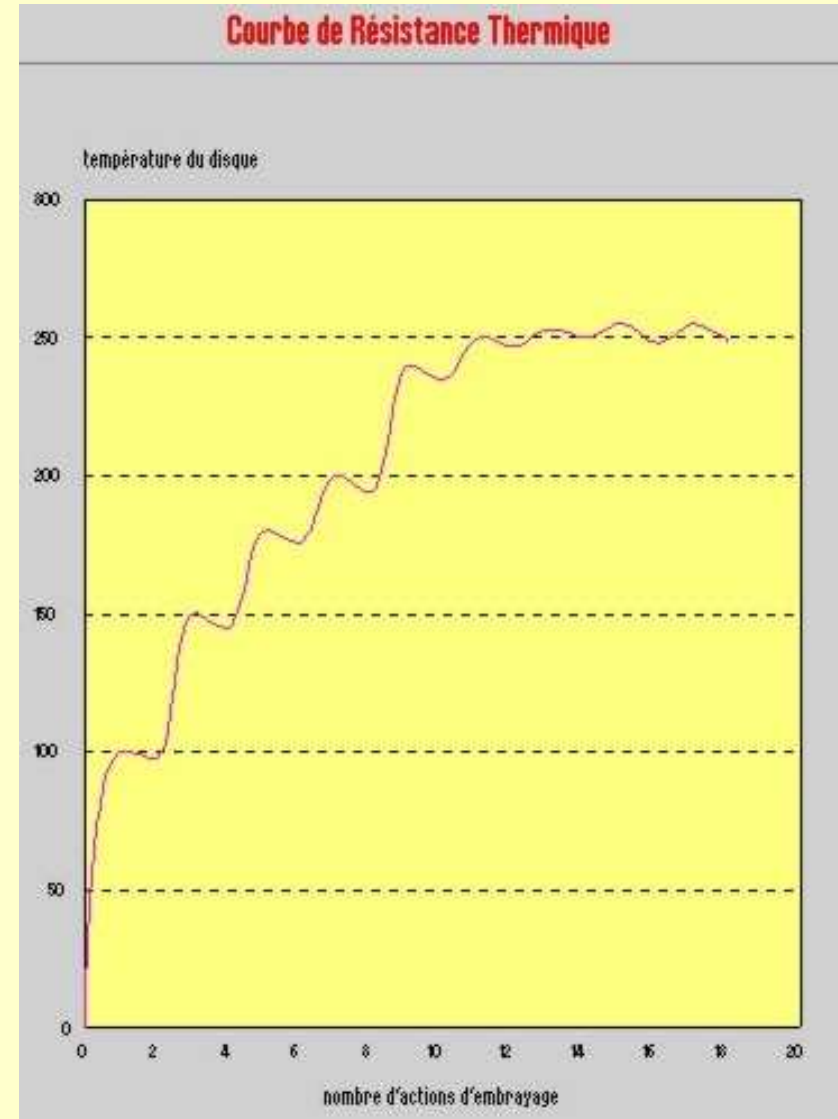
Les garnitures de friction organiques sont striées de manière à évacuer, grâce entre autres à la force centrifuge, les particules résultant de l'usure normale des matériaux en contact.

Les garnitures:

Les garnitures doivent résister à des températures pouvant atteindre 400°. Un embrayage est choisi, après essais, en fonction de sa capacité thermique, il doit être capable de fonctionner sans détérioration en usage intensif à une température d'environ 350°.

L'automoteur est testé sur une pente (de 12 à 16 %) qui correspond à un effort de traction. L'essai est effectué à régime permanent, Il consiste à effectuer un nombre défini de cycles de débrayage afin de relever à quel niveau, après élévation rapide, la température se stabilise.

Dans le cas où l'essai n'est pas concluant, le constructeur décide, par exemple, du montage d'un embrayage de plus grand diamètre.



Les garnitures:

Le mécanisme d'embrayage doit être correctement ventilé; dans la mesure des possibilités, des ouvertures doivent être aménagées sur la cloche d'embrayage afin d'assurer une bonne circulation de l'air.

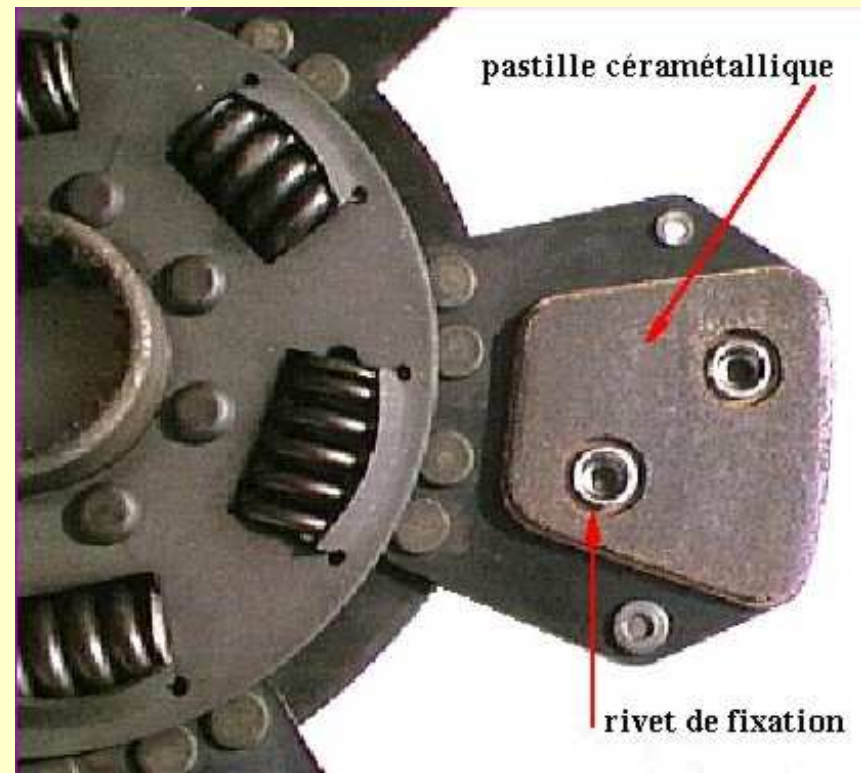
L'évacuation de la chaleur produite par le patinage du disque transite par les masses qui l'enserrent.

Le plateau de pression ayant une masse moins importante que celle du volant moteur, Il évacue moins bien la chaleur, pour cette raison les constructeurs sont parfois menés à choisir des garnitures de qualité différente pour chaque face du disque.

Les tracteurs de forte puissance sont de plus en plus équipés de disques d'embrayage à pastilles céramétiques faites d'argile, d'alliage de cuivre et cultes au four. Ces garnitures ont une très bonne tenue thermique et sont choisies chaque fois que les contraintes d'utilisation sont sévères.

Disque d'embrayage doté de pastilles céramétiques:

l'épaisseur des garnitures détermine la capacité d'usure pouvant être tolérée par le mécanisme. Ces garnitures se fixent au moyen de rivets alors que les garnitures organiques sont généralement collées.



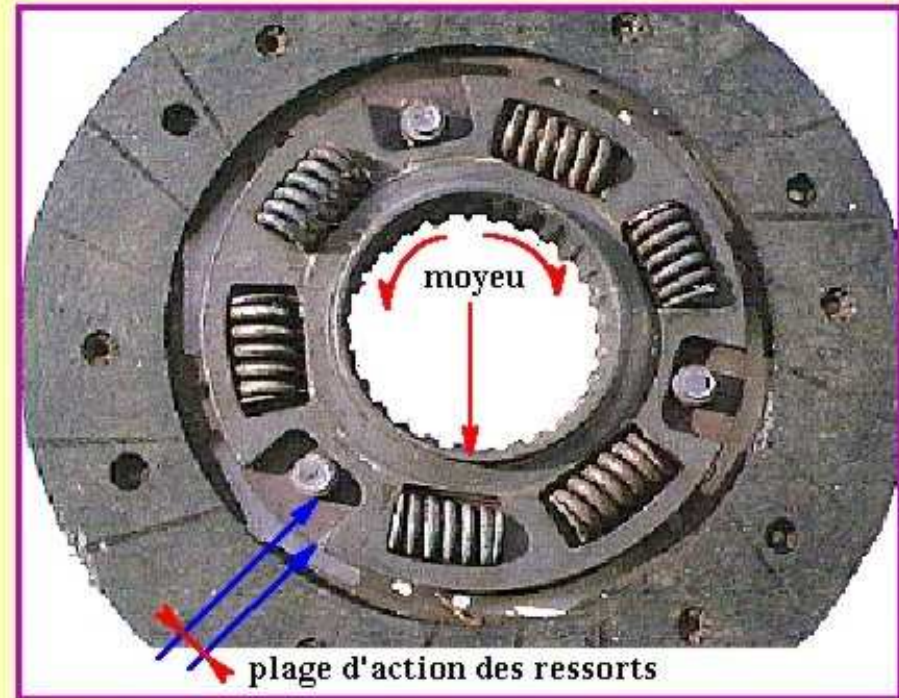
Le moyeu:

Le moyeu:

Le moyeu assure la liaison avec l'arbre primaire de la boîte de vitesses. Il peut être rigide, c'est à dire directement riveté sur le disque ou bien souple: il s'agit dans ce cas d'un moyeu amortisseur.

Le moyeu amortisseur est un ensemble constitué de ressorts dont l'action est complétée par des rondelles de frottement et de guidage. Ces éléments sont destinés à absorber les à-coups de la transmission tout en filtrant les vibrations émanant du moteur thermique.

Les moyeux amortisseurs sont prévus pour une application précise; en effet, le tarage des ressorts est calculé pour un type de matériel déterminé en fonction de son utilisation, des vibrations et des à-coups propres au matériel concerné.



Le débattement du moyeu amortisseur est prévu pour agir dans les deux sens: lors de la phase d'embrayage, mais également lorsque l'on rétrograde pour amortir l'à-coup dans le sens boîte de vitesses-moteur.

Sur ce moyeu on distingue deux séries de ressorts intercalés, les ressorts les plus faibles agissent en premier tandis que les ressorts plus puissants, montés avec du jeu, n'agissent que lorsque le couple à transmettre est plus important.

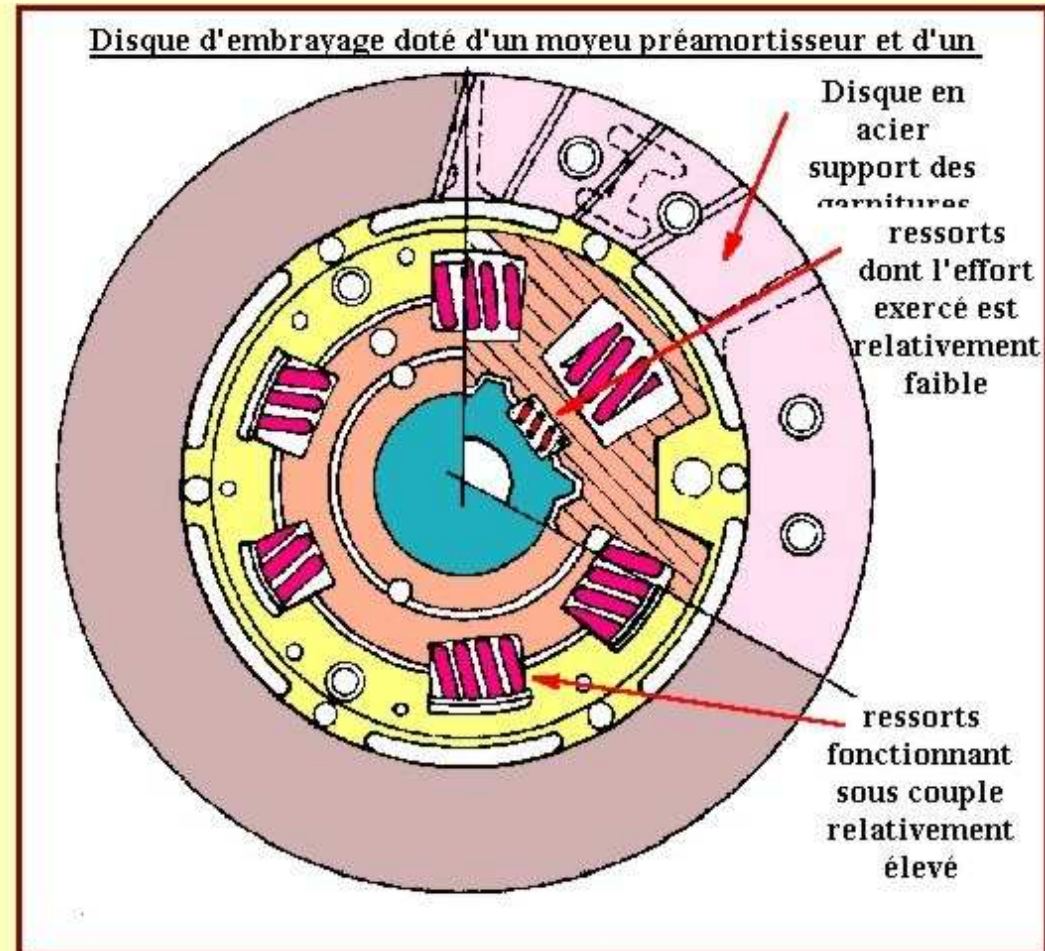
Le moyeu:

Certains disques sont dotés de deux moyeux complémentaires:

* **un préamortisseur**, monté essentiellement sur les moteurs diesels, il permet d'atténuer les bruits de la boîte de vitesses au point mort, engendrés par les inégalités cycliques du moteur.

Les ressorts du préamortisseur ont un tarage défini après essais en fonction des caractéristiques cycliques et vibratoires du moteur concerné. Un tel disque ne peut être monté que sur le véhicule pour lequel il a été mis au point.

* **un amortisseur** fonctionnant sous couple élevé.



Le plateau de pression:

Le plateau de pression:

Le plateau de pression est une des pièces maîtresses de l'embrayage au même titre que le disque et ses garnitures de friction.

Techniquement élaboré, le plateau de pression est le contre matériau de la garniture. Il est coulé puis usiné dans une fonte spéciale à coefficient de frottement déterminé.

Le plateau de pression est soumis à des températures élevées pouvant atteindre 300°. Il ne doit pas se déformer et doit permettre une bonne évacuation des calories.

Pour un embrayage à sec, la chaleur se dissipe par brassage de l'air contenu dans la cloche d'embrayage. Lorsqu'il n'y a pas de problèmes particuliers d'étanchéité à respecter, des ouïes de ventilation sont pratiquées dans les carters.



L'usinage du plateau doit être tel que la face en contact avec les garnitures soit parfaitement plane, sans conicité parasite ni défaut d'état de surface.

La butée d'embrayage:

La butée de débrayage:

Son rôle consiste à actionner le mécanisme de l'embrayage en transmettant une poussée axiale sur un organe en rotation constitué par les doigts ou le diaphragme.

La force nécessaire pour comprimer le ou les ressorts du mécanisme est comprise entre 100 et 350 daN environ.

La butée de débrayage doit résister à des efforts axiaux importants à un régime de rotation élevé.

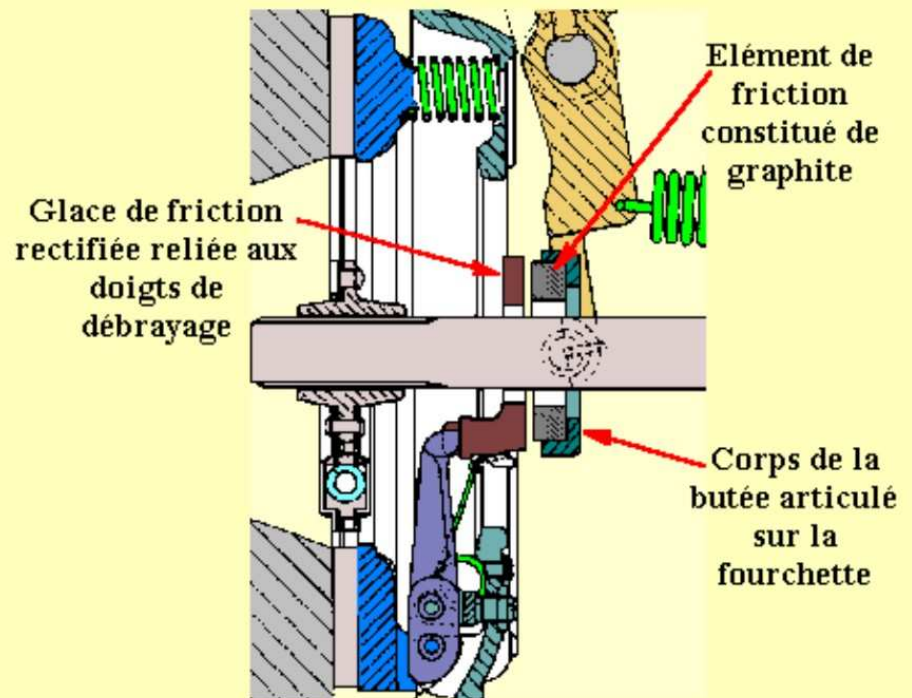
Les butées de débrayage graphitées:

Ce sont les plus anciennes, actuellement les moins utilisées. Les butées graphitées sont constituées d'un anneau de graphite allié à 25% de cuivre et imbibé de lubrifiant; elles sont serties sur un support en tôle.

Lors du débrayage, l'anneau de graphite vient en contact avec une glace fixée sur les doigts.

L'avantage de cette butée est qu'elle peut travailler relativement excentrée par rapport à l'axe de rotation des doigts. Elles sont silencieuses et économiques.

En raison de l'usure du graphite, la garde à l'embrayage doit être fréquemment réglée.



La butée de débrayage à roulement:

Les butées de débrayage à roulement:

Elles sont constituées d'un roulement spécial à contact oblique capable de supporter des efforts antagonistes à ceux exercés par les ressorts de pression.

Il existe des butées à billes et des butées à aiguilles.

Les butées sont actuellement graissées à vie, on les remplace systématiquement lors de la remise en état du mécanisme.

Pendant leur durée d'utilisation elles ne nécessitent aucun entretien.



Montage de la butée de débrayage à roulement:

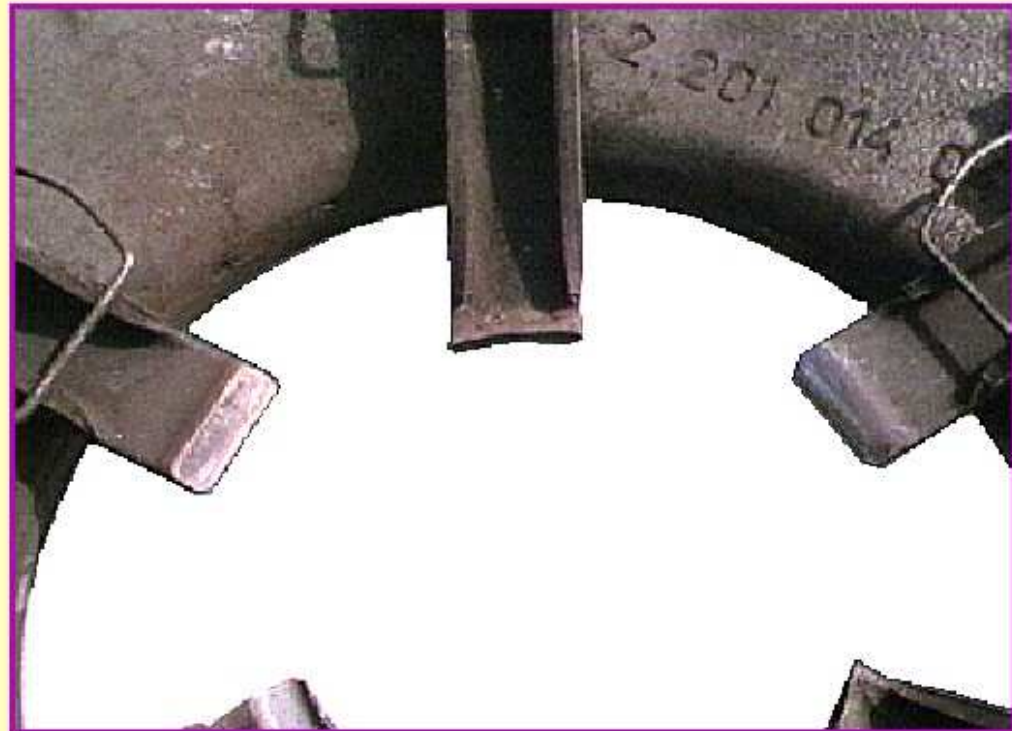
Montage de la butée de débrayage avec garde:

La butée de débrayage est réglée avec un jeu, c'est à dire qu'elle n'entre en contact avec les doigts que lors de l'opération de débrayage. Au repos elle ne tourne pas.

Le réglage du jeu de garde est environ de 1 à 2mm.

Cette distance ne doit pas être trop importante afin de limiter la course d'approche de la pédale et de ce fait garantir un débrayage total.

Toutefois l'éloignement de la butée au repos peut être un inconvénient, en effet, lorsque l'on sollicite l'embrayage, la butée est soumise à une accélération importante et il y a usure des doigts et de la butée due au frottement engendré par la différence de régime de rotation.

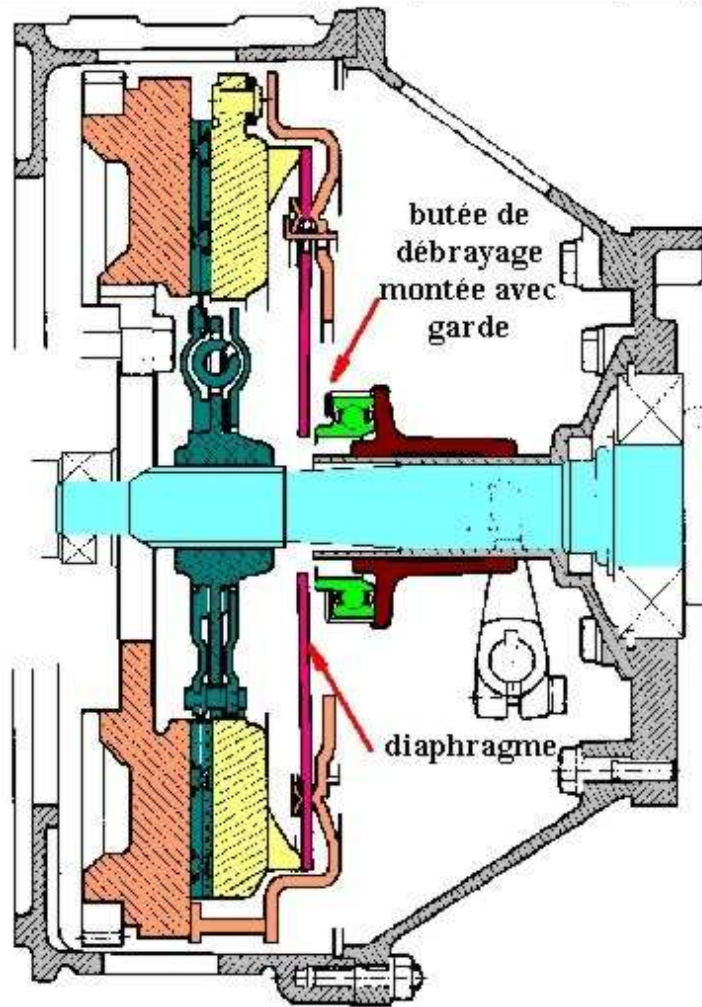


Sur ce mécanisme d'embrayage l'usure des doigts est telle qu'elle a provoqué la découpe de certains doigts à leur extrémité rendant impossible la commande du débrayage.

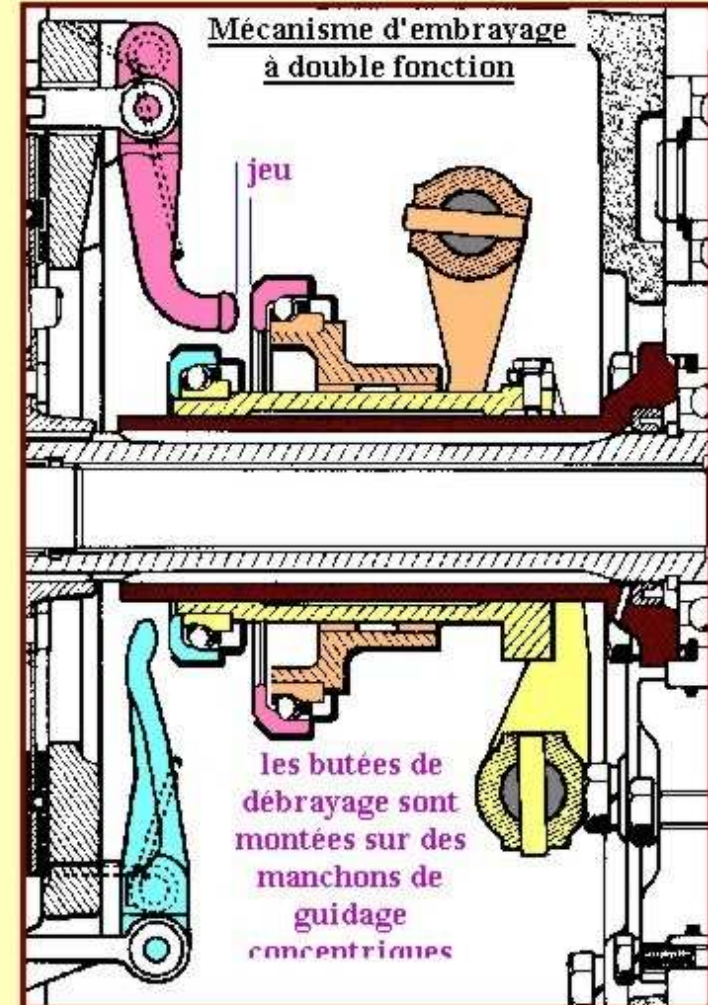
Jeu de garde de la butée d'embrayage:

Jeu de garde entre la butée et les doigts différents montages

Mécanisme d'embrayage simple effet à diaphragme



Mécanisme d'embrayage à double fonction



Montage de la butée débrayage:

Montage de la butée de débrayage en appui constant:

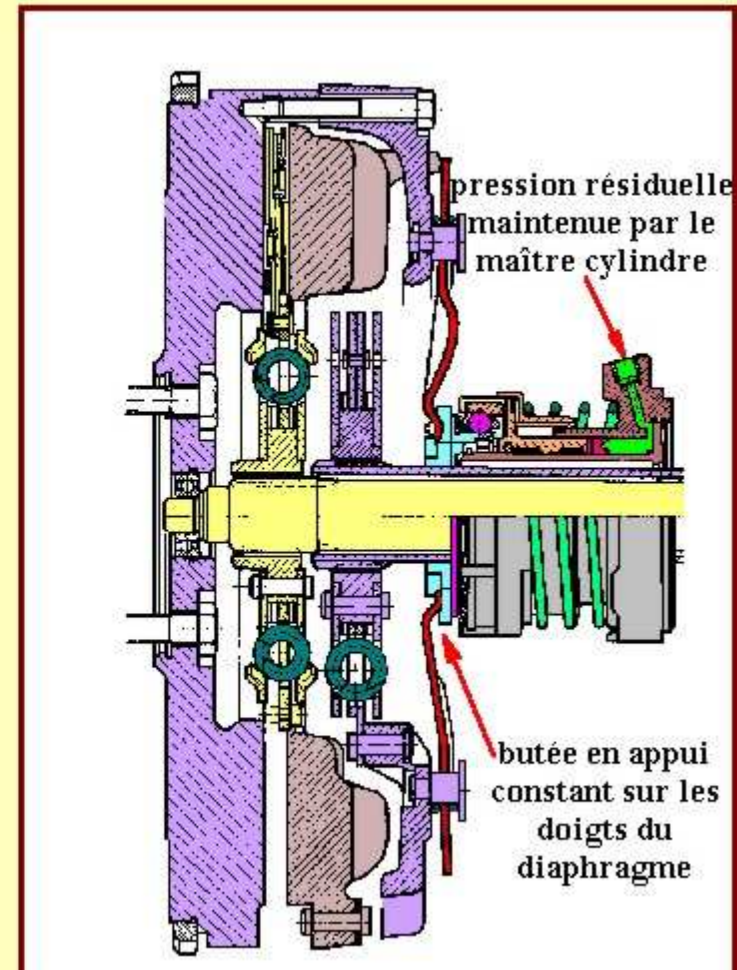
Les progrès réalisés en matière de roulements ont permis de réaliser des butées à appui constant.

Le roulement est en contact permanent avec les doigts et tourne au même régime de rotation que le moteur.

La suppression de la garde à l'embrayage permet une action directe sur le mécanisme ce qui réduit la course de la pédale.

Ce montage implique une précharge de la butée sur les doigts qui est d'environ 6 daN.

Un ressort de rappel ou une pression hydraulique résiduelle maintient cette contrainte.



Guidage de la butée débrayage:

Le guidage de la butée de débrayage:

Certains types de butées comme les butées graphitées, sont portées et uniquement maintenues grâce à leur fixation sur la fourchette: leur centrage est peu précis et leur usure sensible.

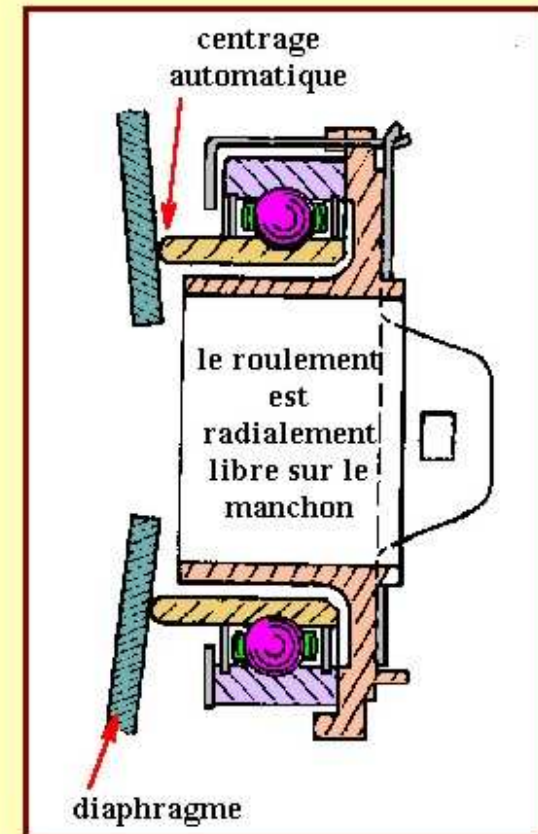
Actuellement les butées sont montées sur un manchon, couissant sur un tube dans lequel tourne l'arbre primaire de la boîte de vitesses.

Elle est de ce fait guidée en translation et vient, théoriquement, s'appuyer concentriquement par rapport aux doigts de débrayage.

La difficulté est d'obtenir, par l'usinage de pièces assemblées (le bloc moteur et le carter de la boîte de vitesses) des tolérances permettant d'assurer une parfaite concentricité entre la butée (donc son support) et l'axe de rotation du moteur.

Les défauts d'alignement, si minimes soient-ils, accélèrent l'usure des becs du diaphragme ou des doigts, augmentent les jeux de garde, donc diminuent la levée des plateaux.

La mise au point de butées auto-centreuses a permis de pallier les défauts d'alignement entre la butée et le mécanisme d'embrayage.

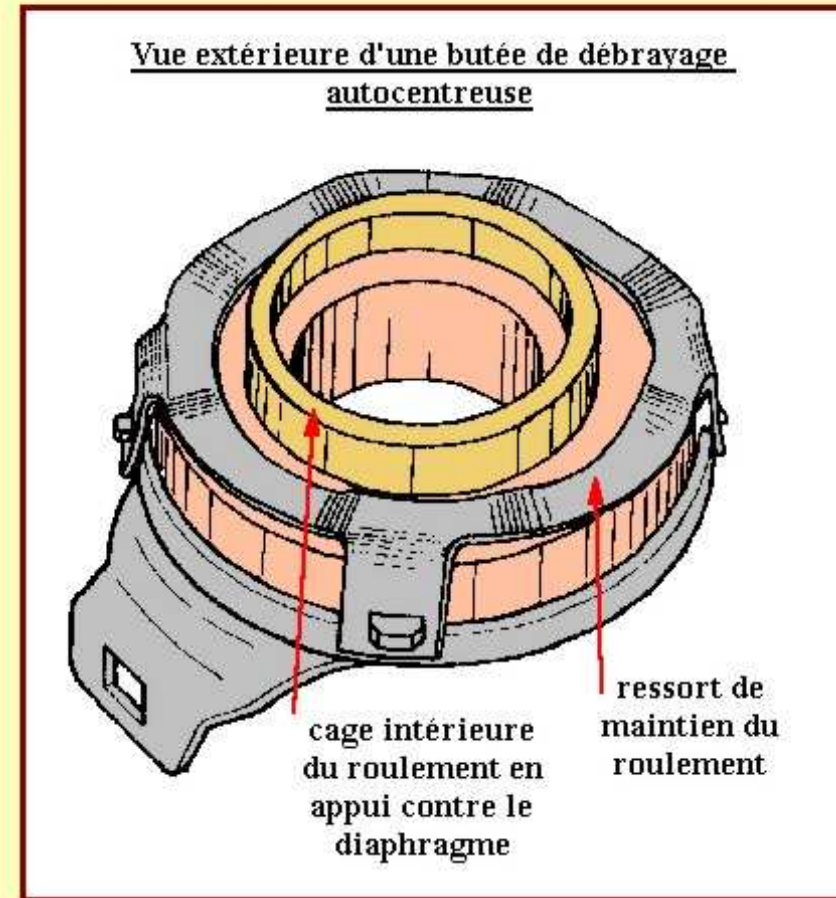


Butée de débrayage autocentreuse:

La butée de débrayage autocentreuse:

La butée de débrayage autocentreuse utilise un roulement à billes monté sur un support qui lui autorise un jeu radial d'environ 1 mm.

La forme des doigts du diaphragme et l'extrémité arrondie de la cage intérieure du roulement, font que la butée se centre après quelques manoeuvres de débrayage et garde ensuite une position concentrique aux doigts.



L'embrayage à disques multiples:

L'embrayage à disques multiples:

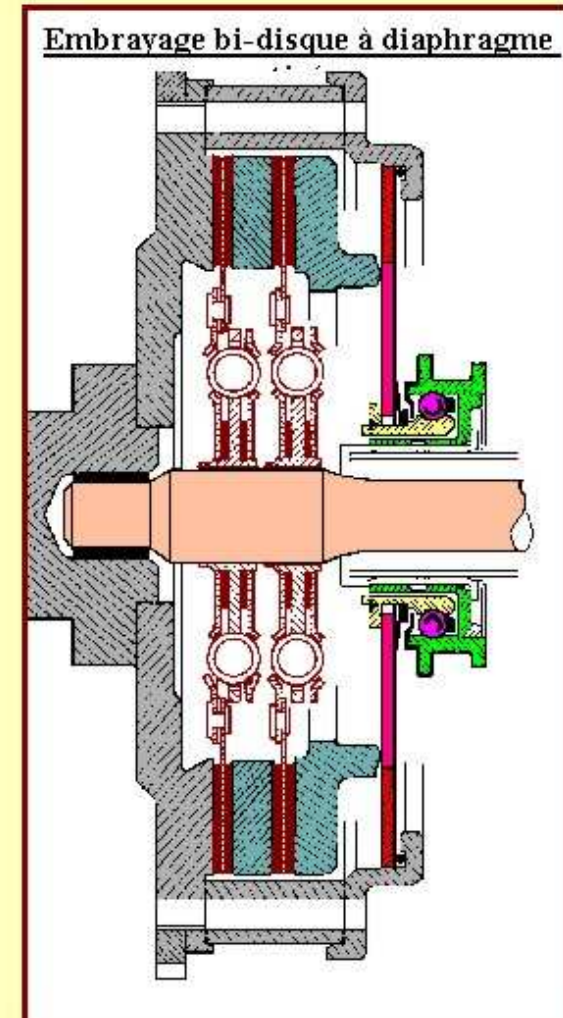
Embrayage à disques secs:

Il est généralement utilisé comme embrayage d'avancement sur du matériel dont l'effort de traction nécessite la transmission d'un couple important.

De manière à conserver au disque un diamètre de taille raisonnable, on préfère en multiplier le nombre, de sorte qu'un embrayage bi-disque permettra de transmettre un couple deux fois plus important qu'un embrayage à un seul disque de même diamètre et de même force pressante.

L'augmentation du nombre de disques est préférable à l'augmentation de la force pressante, car au delà d'un certain seuil, celle-ci imposerait des efforts de manoeuvre excessifs.

La force maximale autorisée, nécessaire pour actionner la commande, qu'elle soit manuelle ou à pied, est fixée par la norme à 40 daN.

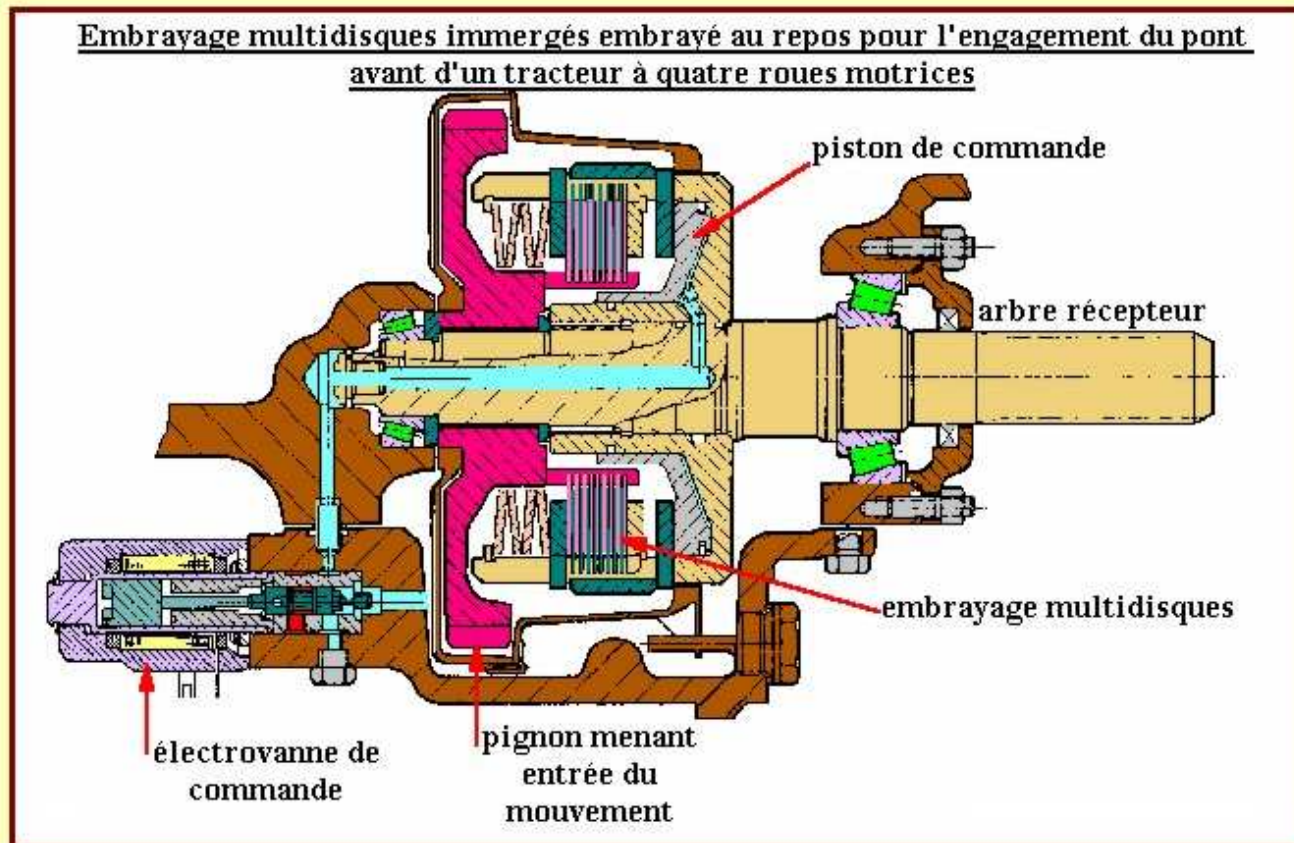


Embrayage à disques humides

Embrayage à disques humides:

Cet embrayage est très utilisé en machinisme agricole et ses applications sont très étendues: boîtes de vitesses semi-automatiques, prise de puissance, enclenchement de pont avant, blocage du différentiel ...

La transmission du couple est assurée au moyen d'une série de disques intercalés de nature différente.



Le mécanisme d'embrayage à double effet

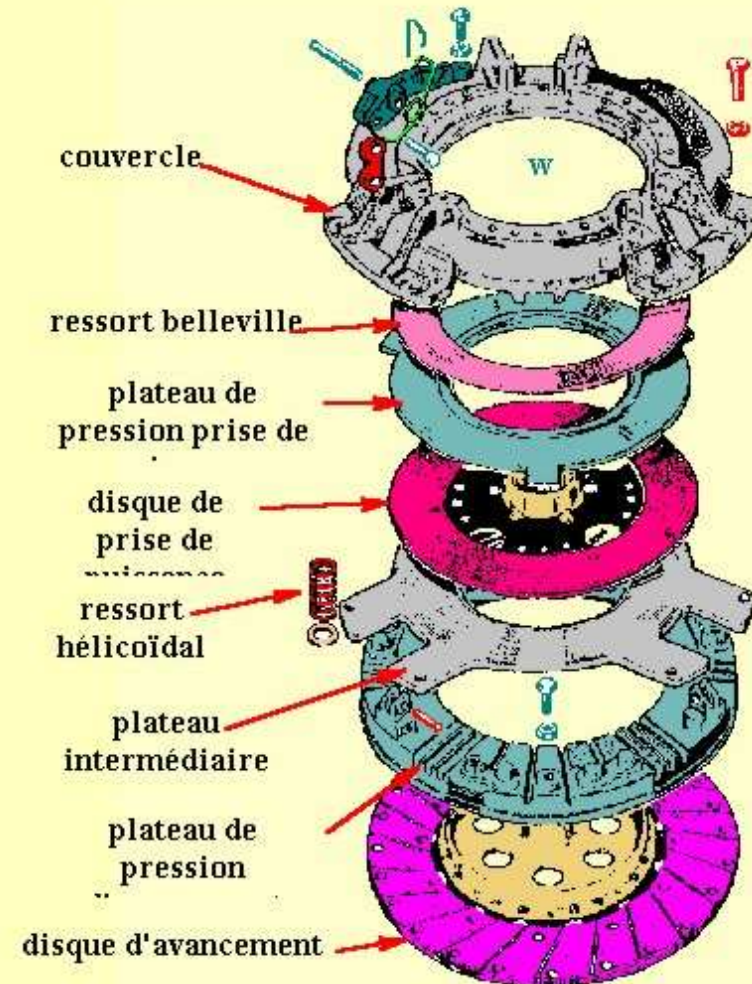
Le mécanisme d'embrayage à double effet:

Cet embrayage a été conçu spécialement pour les tracteurs agricoles, de manière à rendre la prise de puissance semi-indépendante de l'avancement.

La nécessité d'un tel mécanisme vient du fait que certains outils animés (faucheuse, ramasseuse presse ...) doivent continuer à fonctionner lorsque l'on désire modifier la vitesse d'avancement en changeant de rapport, ou lors des manoeuvres.

Le mécanisme est doté de deux embrayages: un pour l'avancement, un pour la prise de puissance.

Leur commande, groupée, est réalisée par l'intermédiaire de la pédale de débrayage. La première partie de la course agit sur l'embrayage d'avancement et permet de manoeuvrer le tracteur; en appuyant à fond, la deuxième partie de la course de la pédale débraye la prise de puissance.



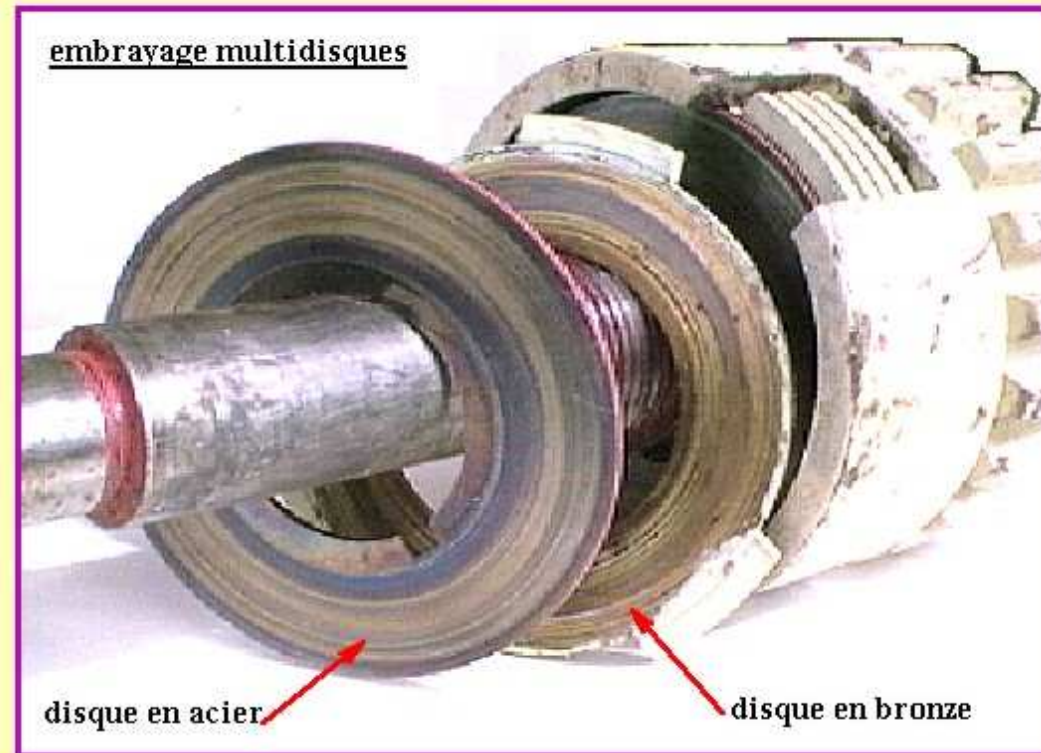
Embrayage à disques humides

Embrayage à disques humides:

Les disques constituant les faces d'appui sont en acier, les disques supportant le matériau de friction sont à armature acier généralement recouverts d'une couronne en métal fritté constituant la garniture.

Cette garniture est usinée de stries et de rainures chargées d'assurer la bonne circulation de l'huile nécessaire à sa lubrification, au refroidissement de l'embrayage, et à l'évacuation des particules issues d'une usure normale.

Suivant que l'embrayage travaille en milieu sec ou lubrifié plusieurs matériaux peuvent être utilisés pour constituer la garniture de friction: des garnitures organiques moulées ou tissées, des garnitures papier, qui, utilisées en milieu lubrifié peuvent avoir une épaisseur très faible (0,3 à 1 mm).



On peut rencontrer des disques dépourvus de garniture mais réalisés en bronze, exceptionnellement, certains embrayages sont uniquement constitués de disques acier.

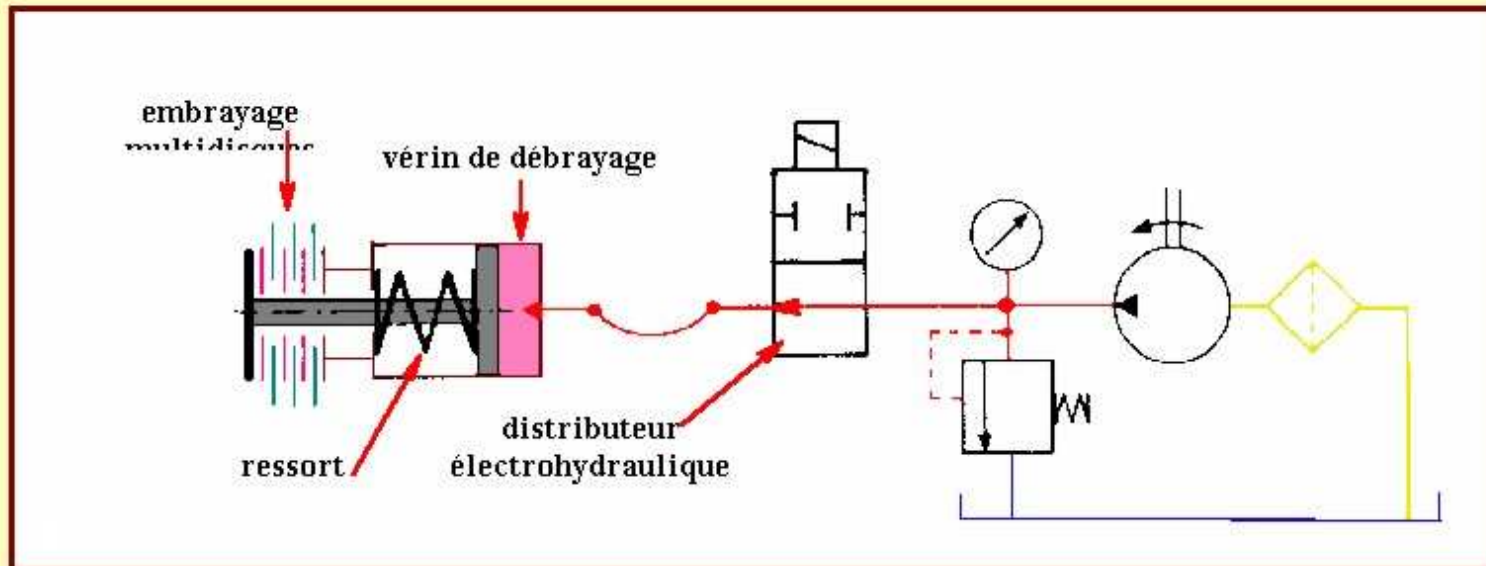
La commande des embrayages à disques multiples:

La commande des embrayages multidisques:

Les embrayages dont la force pressante est engendrée par un ressort:

Ils sont embrayés au repos. On les utilise essentiellement pour l'enclenchement du pont avant des tracteurs à quatre roues motrices car, en cas d'avarie ou bien à l'arrêt, le frein arrière agit sur les quatre roues.

Le couple maximal transmissible est déterminé par la force de tarage du ressort.



Caractéristiques des embrayages à commande hydraulique

Caractéristiques des embrayages à commande hydraulique:

Lorsque la force pressante s'exerce sur les disques est d'origine hydraulique, l'huile sous pression agit sur un piston qui vient comprimer les disques de l'embrayage.

Les pressions utilisées sont relativement basses: 10 à 25 bars environ.

La force pressante nécessaire est obtenue par le choix du diamètre du vérin et celui de la pression d'utilisation.

La force pressante est directement proportionnelle à la pression hydraulique:

$$F_p \text{ daN} = P \text{ bar} \times S \text{ cm}^2 \quad F_p : \text{Force pressante} \quad P : \text{Pression} \quad S : \text{Surface}$$

Le circuit hydraulique de commande de ces embrayages est du type à centre fermé, la pression est réglée au moyen d'un clapet limiteur de pression.

Ce clapet détermine dans le circuit la pression nécessaire à la transmission du couple maximal de l'embrayage.

Le couple transmis par l'embrayage est proportionnel à la pression de commande:

$$C_t = R \cdot f \cdot n \cdot F_p \quad f : \text{coefficient de frottement} \quad R : \text{Rayon moyen} \\ n : \text{nombre de faces de friction}$$

L'embrayage à double effet

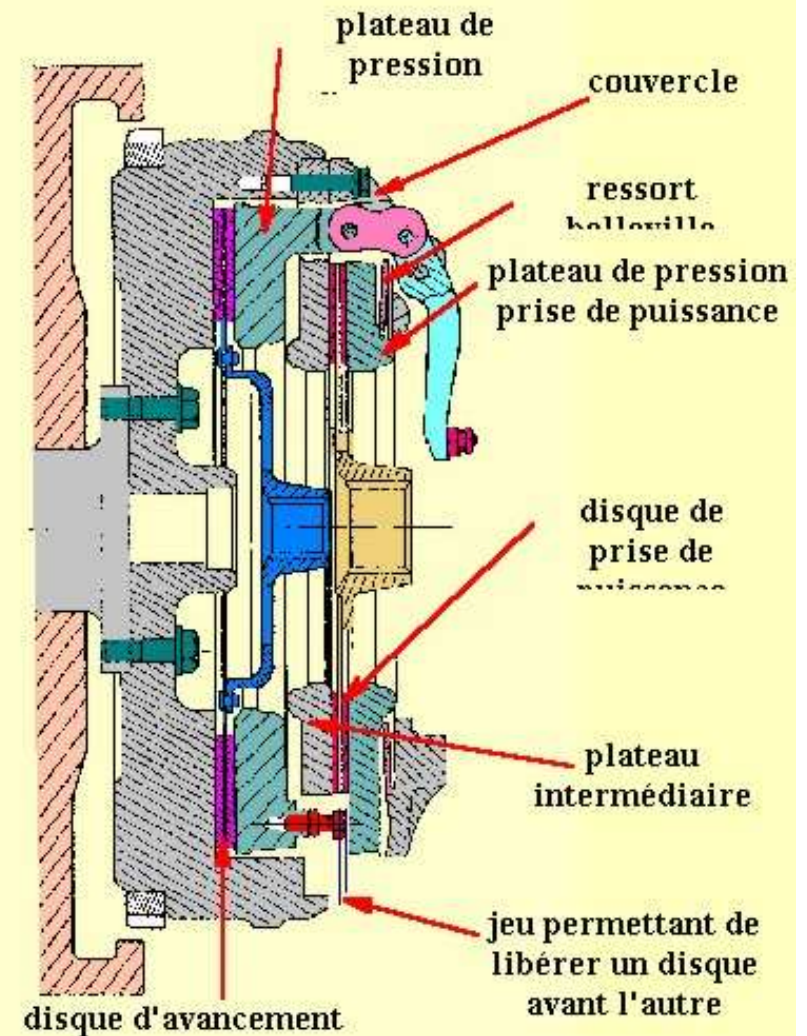
L'embrayage double effet constitue un dispositif qui n'est que partiellement indépendant puisque la prise de puissance ne peut être débrayée sans avoir au préalable agi sur l'embrayage d'avancement.

Généralement, le disque d'avancement est celui qui est placé contre le volant moteur; toutefois, ce montage n'est pas systématique, certains constructeurs ayant opté pour une disposition inverse.

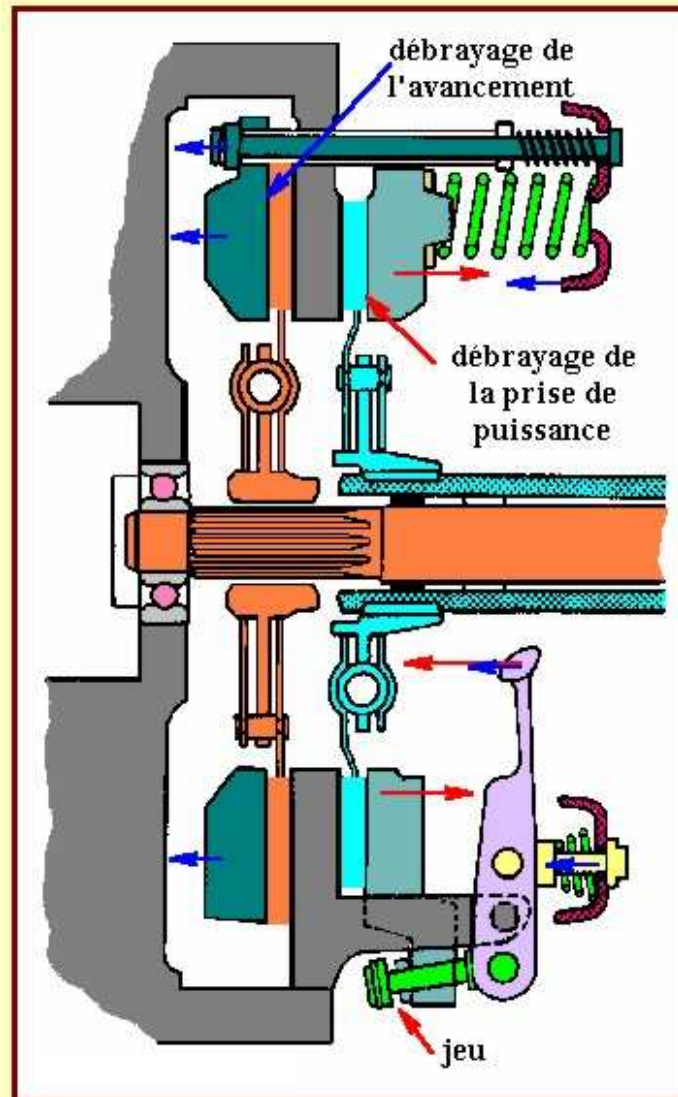
Sur ce mécanisme d'embrayage, le disque de l'embrayage d'avancement est maintenu en appui contre le volant moteur au moyen de ressorts hélicoïdaux.

L'action sur la pédale de débrayage provoque, par l'intermédiaire des doigts, le retrait du plateau de pression. Sa course de dégagement est limitée à 2 mm, après quoi, les trois vis qu'il supporte viennent en appui contre le plateau de pression de la prise de puissance.

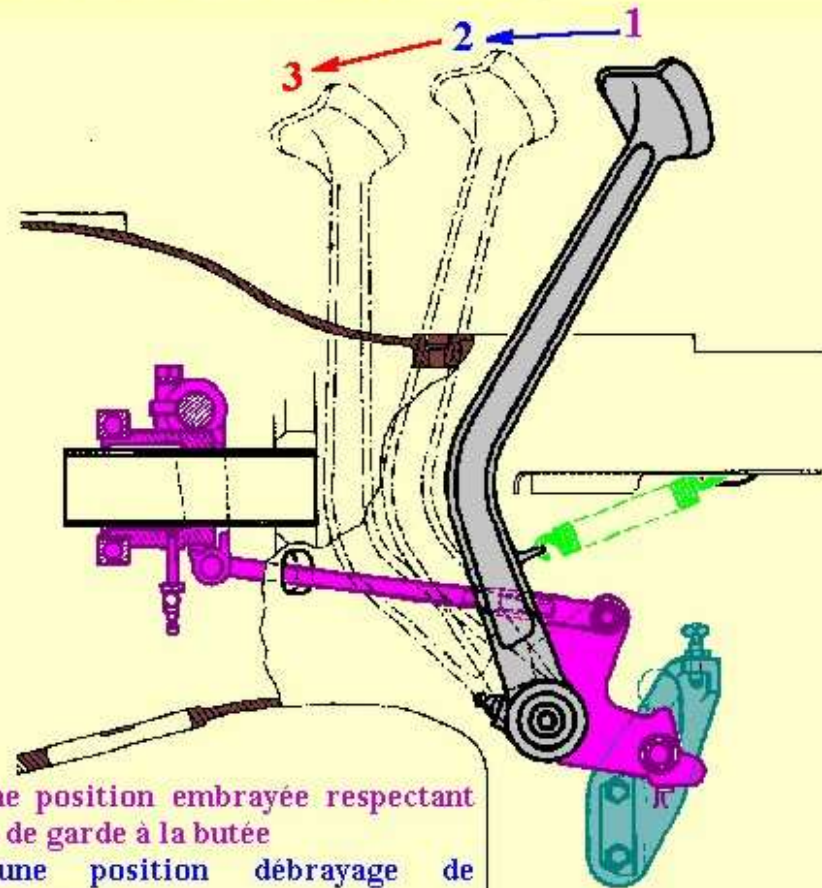
Le prolongement de la course provoque le déplacement du plateau de pression de la prise de puissance qui, en comprimant le ressort belleville de poussée, libère le disque.



L'embrayage à double effet

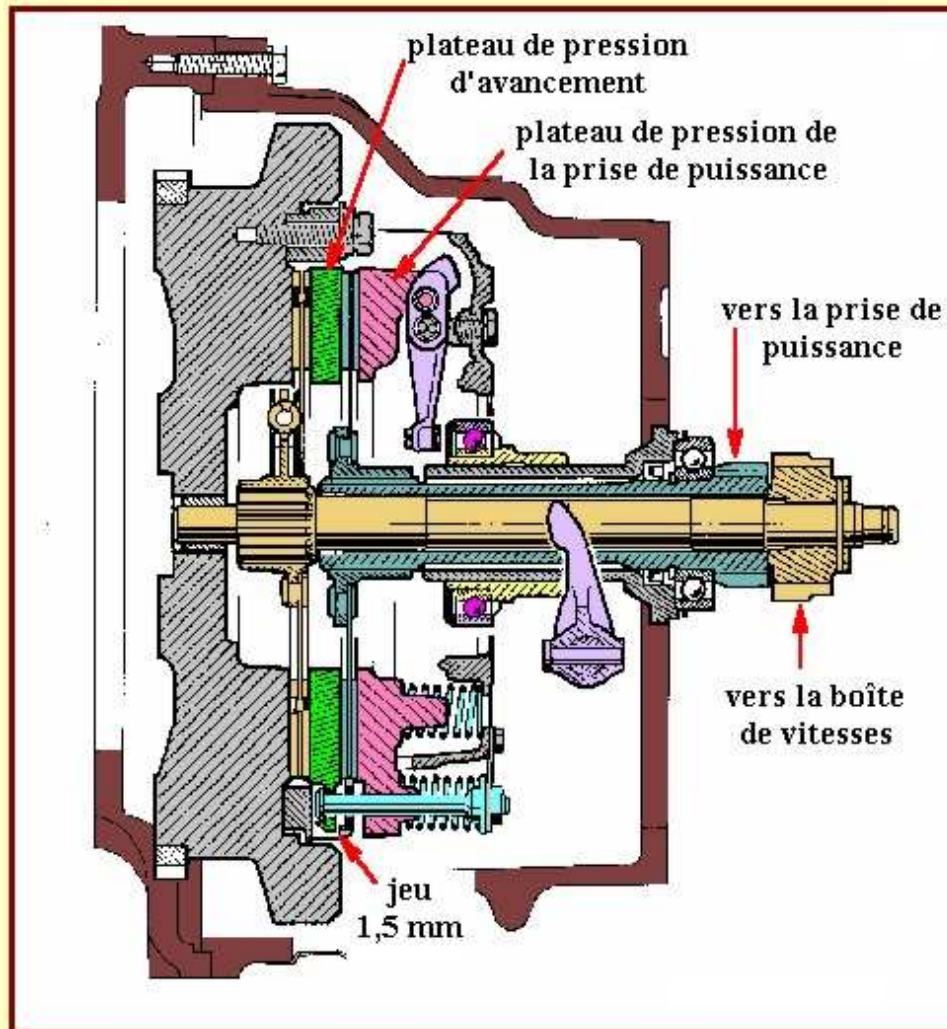


Lorsque le mécanisme d'embrayage est du type à double effet, la pédale de débrayage a trois états:



- 1- une position embrayée respectant un jeu de garde à la butée
- 2- une position débrayage de l'avancement
- 3- une position débrayage de l'avancement et de la prise

Principe de fonctionnement d'un embrayage à double effet Verto-Ferodo



Principe de fonctionnement d'un embrayage à double effet Verto-Ferodo:

Lorsque le mécanisme d'embrayage est du type à double effet, la pédale de débrayage a deux courses distinctes:

- une première plage destinée à actionner l'embrayage d'avancement,

- une deuxième plage destinée à agir sur l'embrayage de la prise de puissance tandis que l'avancement reste débrayé.

Le système procure une semi indépendance, puisqu'il n'est pas possible de débrayer la prise de puissance sans avoir débrayé l'avancement.

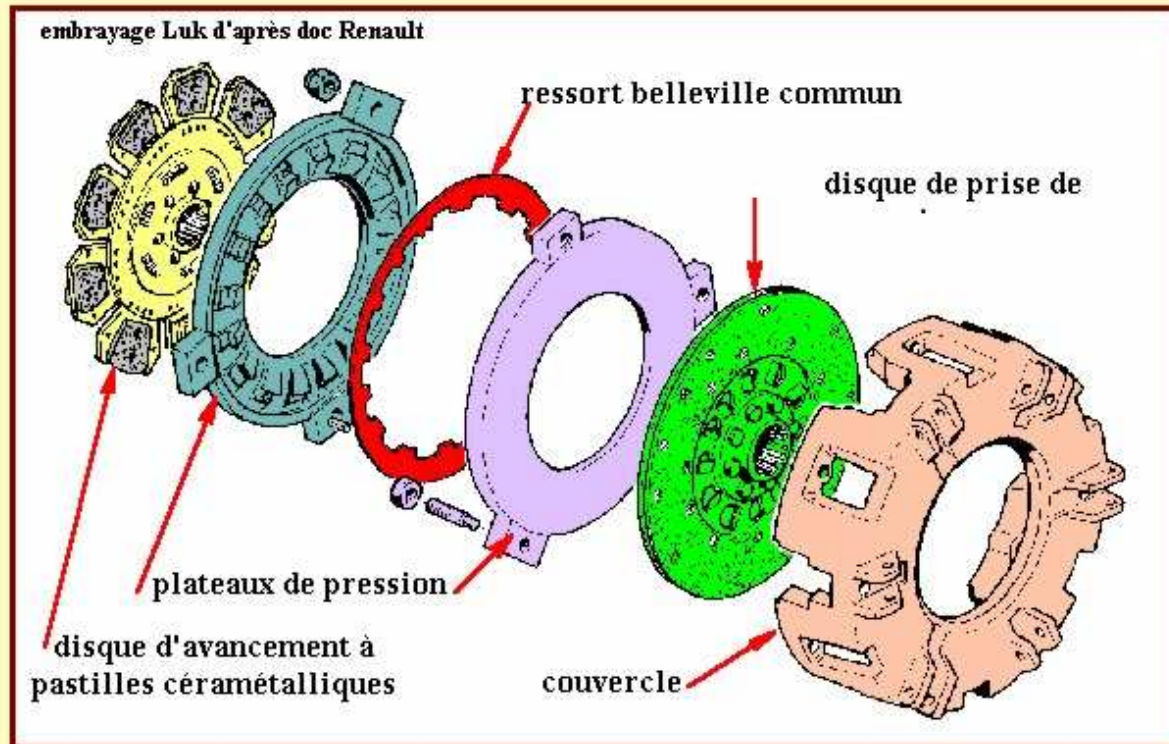
Dans le cas de cet embrayage, le basculement des doigts provoque le retrait du plateau de pression de l'avancement jusqu'à ce qu'après rattrapage du jeu il vienne buter contre le carter; c'est alors que seul le plateau de pression de l'embrayage de la prise de puissance peut continuer à se déplacer en translation et libérer son disque.

Le mécanisme d'embrayage à double fonction

Le mécanisme d'embrayage à double fonction:

Cet embrayage a également été spécialement conçu pour les tracteurs agricoles, mais de manière à rendre la prise de puissance totalement indépendante de l'avancement.

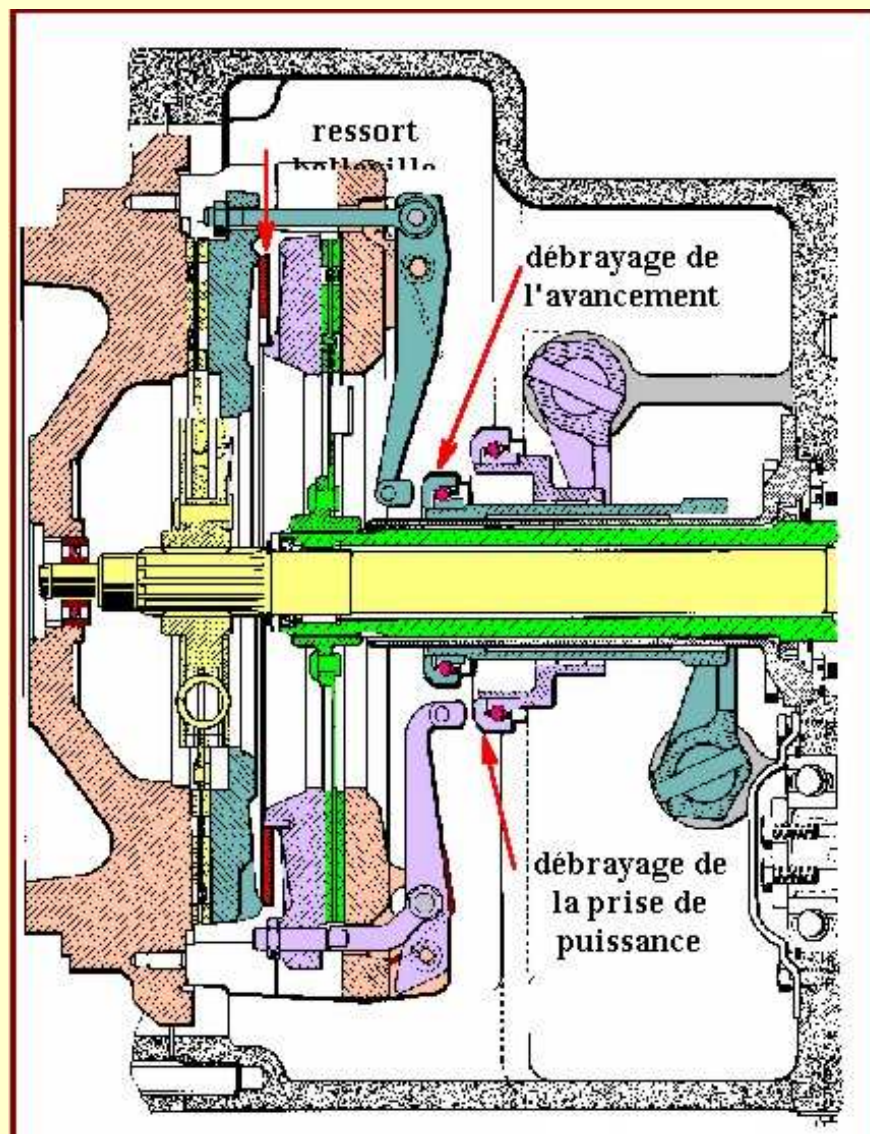
Le mécanisme est de conception similaire à l'embrayage à double effet, seule la commande diffère. Le mécanisme d'embrayage à double fonction est constitué de deux embrayages simple effet, indépendants, possédant chacun un jeu de doigts et une butée de débrayage.



Les commandes sont séparées, la pédale d'embrayage est conservée pour l'avancement, un levier à commande manuelle permet d'actionner l'embrayage réservé à la prise de puissance.

Ce dispositif permet une plus grande souplesse d'utilisation, la prise de puissance pouvant être mise en fonction ou débrayée quelle que soit la fonction assurée par l'embrayage d'avancement.

L'embrayage à double effet Luk



Principe de fonctionnement d'un embrayage à double fonction Luk:

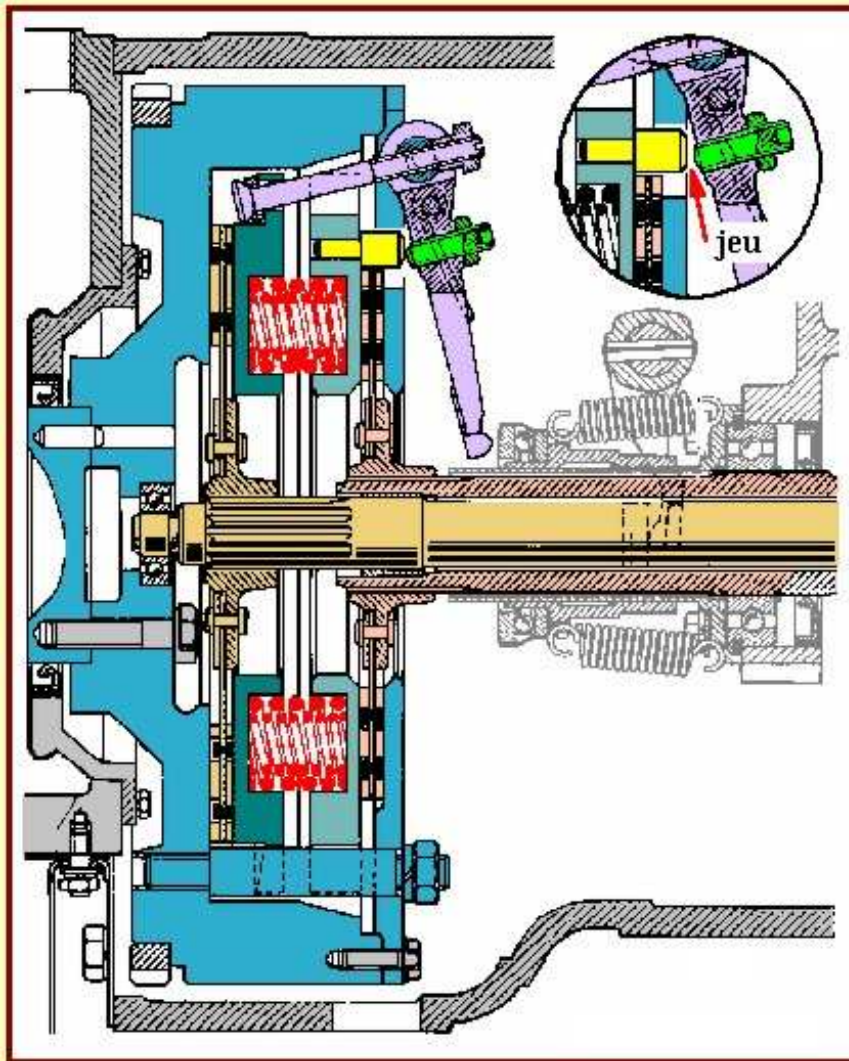
L'embrayage d'avancement prend appui contre le volant moteur, l'embrayage de prise de puissance contre le couvercle.

Les deux plateaux de pression tournés dos à dos sont maintenus en appui contre leurs disques respectifs au moyen d'un ressort belleville commun.

Le débrayage de l'avancement s'effectue en tirant sur le plateau de pression au moyen de tiges actionnées par les doigts.

Le débrayage de la prise de puissance s'effectue en poussant le plateau de pression par l'intermédiaire des doigts dont l'axe d'articulation est inversé par rapport à ceux de l'avancement.

L'embrayage à double effet Carraro



Principe de fonctionnement d'un embrayage double effet Carraro

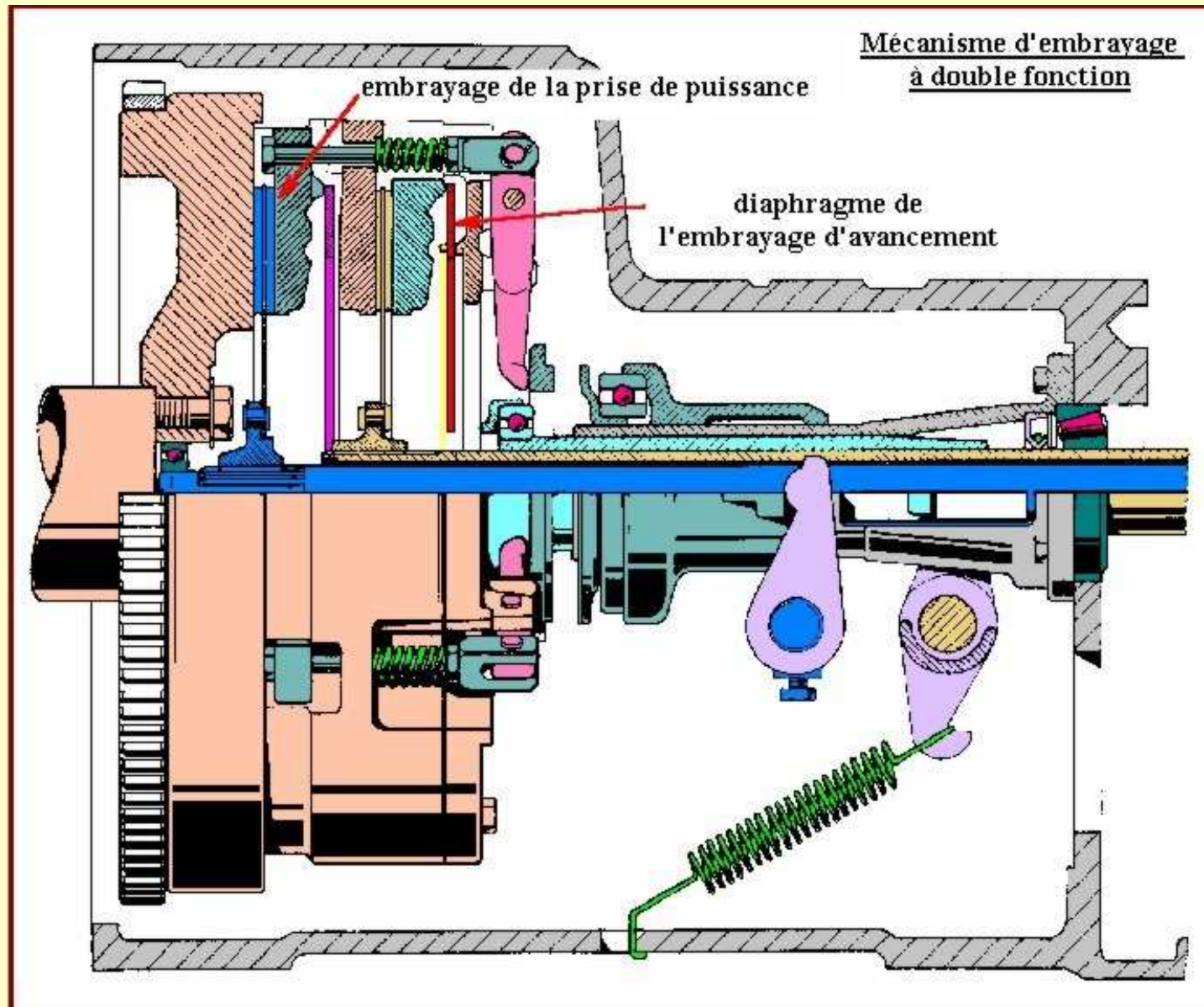
Les deux plateaux de pression sont montés dos à dos et repoussés par une série de ressorts hélicoïdaux communs qui les maintiennent en appui contre les disques.

L'action sur les doigts de débrayage permet, dans un premier temps, par l'intermédiaire d'un tirant, d'agir sur le plateau de pression de l'embrayage d'avancement.

La course de débrayage de l'avancement est déterminée par le jeu attribué entre l'extrémité de la vis réglable fixée sur les doigts et le poussoir fixé sur le plateau de pression de l'embrayage de la prise de puissance.

Une fois ce jeu rattrapé, la poursuite du déplacement de la pédale de commande provoque le débrayage de la prise de puissance.

L'embrayage à double effet



Le débrayage de la prise de puissance est assuré au moyen d'un mécanisme dont la force pressante provient de l'action d'un ressort belleville: le disque est en appui contre le volant moteur.

L'embrayage d'avancement est constitué d'un mécanisme à diaphragme poussé, dont la surface fixe de

L'embrayage à cône

L'embrayage à cône:

Cet embrayage fonctionne grâce à l'emboîtement de deux cônes dont l'une des faces d'appui est revêtue d'un matériau de friction.

La force de poussée du cône récepteur, mobile en translation, est assurée au moyen d'un ressort.

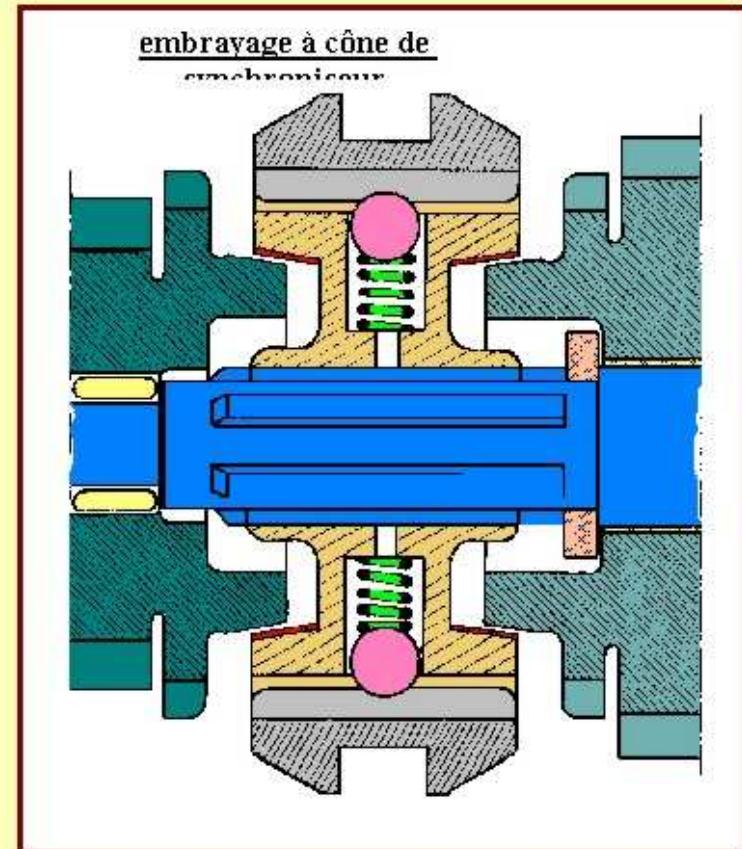
Le débrayage est obtenu grâce à une fourchette par l'intermédiaire de laquelle on retire le cône mobile en exerçant une force antagoniste à celle du ressort de poussée.

Ces embrayages peuvent fonctionner à sec ou immergés.

Ils sont de nos jours peu utilisés pour transmettre des puissances élevées.

L'application actuelle la plus répandue de l'embrayage à cône est le synchroniseur, utilisé sur toutes les boîtes de vitesses mécaniques modernes.

La force de poussée nécessaire à l'embrayage est alors exercée manuellement par l'action sur le levier de vitesses.



Couple transmis par un embrayage à cône

Couple transmis par un embrayage à cône:

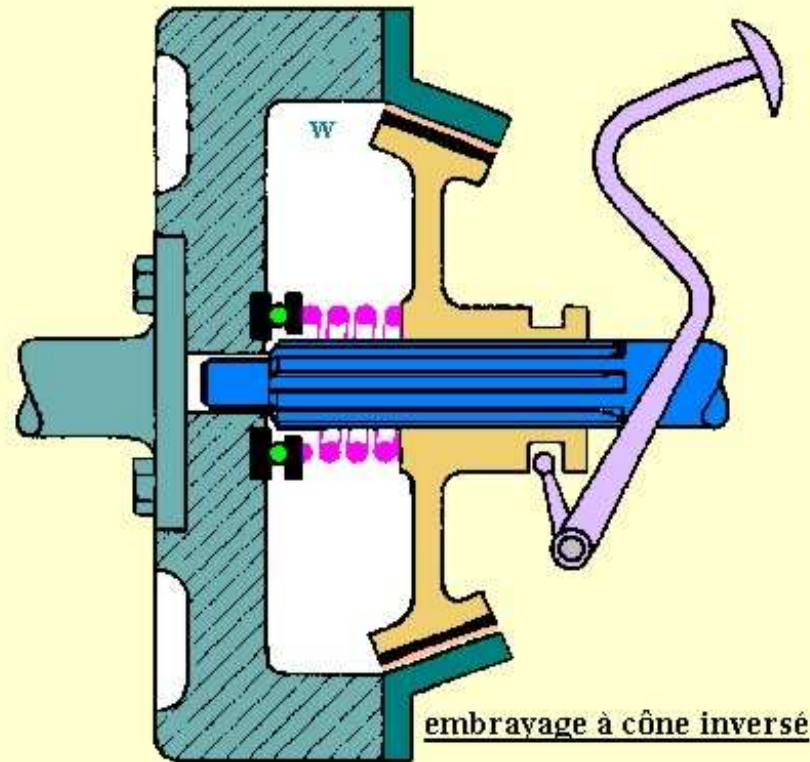
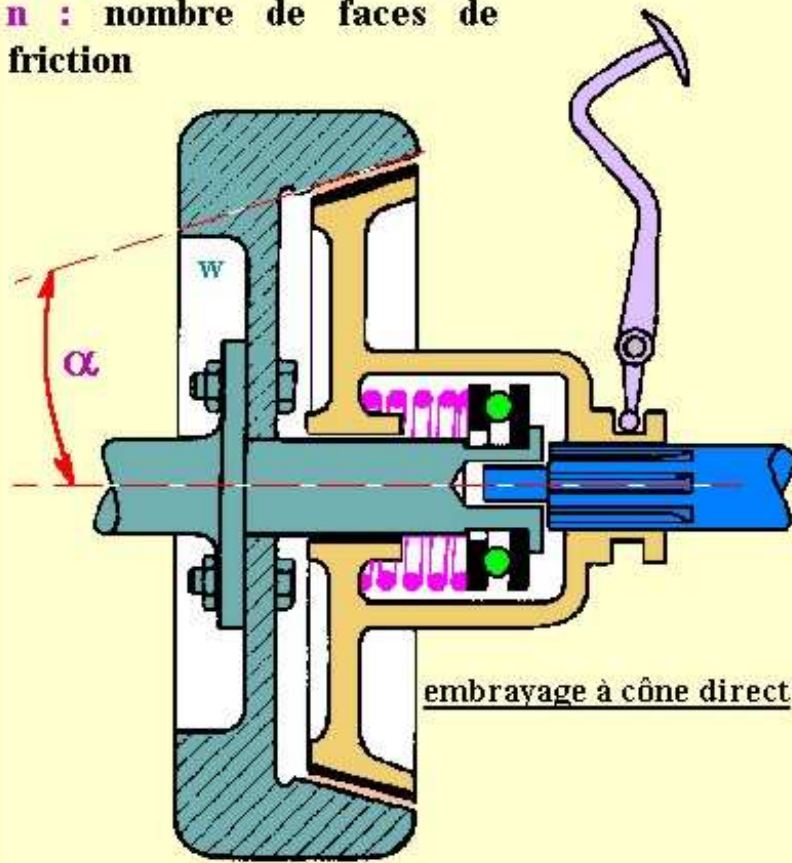
$$C_t = \frac{F_p \cdot f \cdot R \cdot n}{\sin \alpha}$$

F_p : force pressante daN
 n : nombre de faces de friction

f : coefficient de frottement

ϕ extérieur + ϕ intérieur

R : rayon moyen = $\frac{\phi \text{ extérieur} + \phi \text{ intérieur}}{4}$



L'embrayage centrifuge

L'embrayage centrifuge:

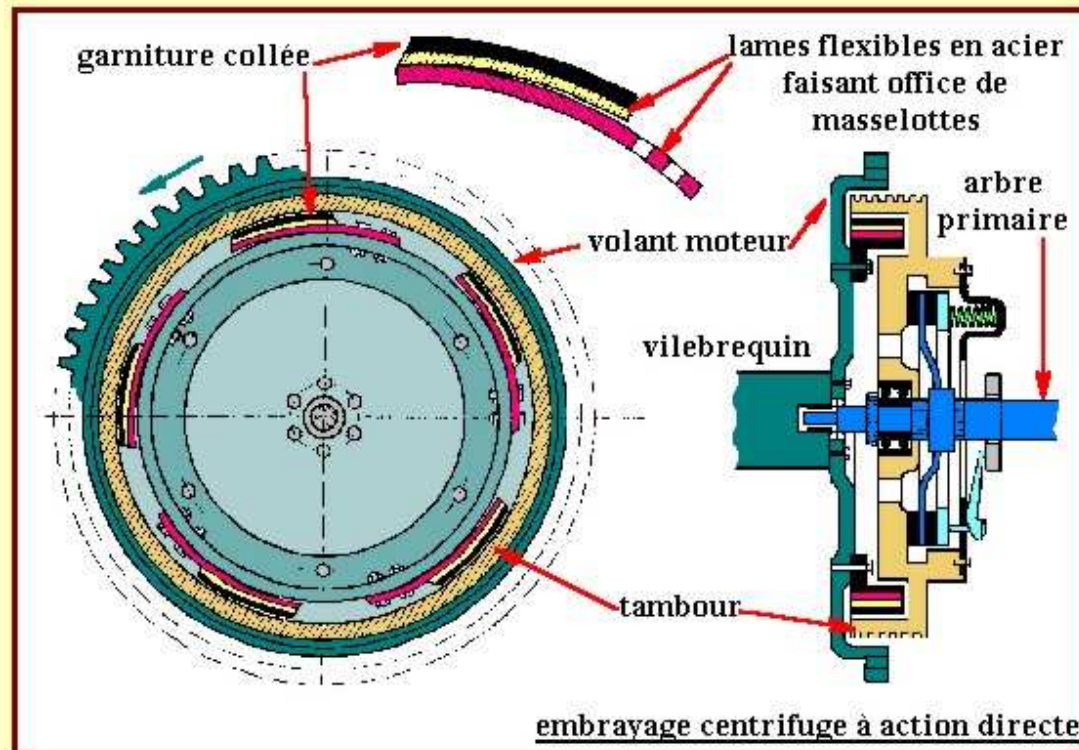
Ce dispositif permet un accouplement progressif entre le moteur et la boîte de vitesses, l'intensité de la liaison dépend du régime de rotation de l'élément moteur.

Au ralenti, la force centrifuge, insuffisante, ne sollicite pas le mécanisme qui reste débrayé.

Au fur et à mesure que le régime du moteur augmente, les masselottes appliquent les garnitures sur l'élément récepteur avec une force qui croît proportionnellement au carré du régime de rotation.

Dans la mesure où l'augmentation de régime est progressive, la phase d'embrayage l'est également.

Il existe deux différents types d'embrayage centrifuge: à action directe et à action indirecte.



L'embrayage centrifuge à action directe:

L'embrayage centrifuge à action directe:

Sur le moteur est fixée une couronne supportant une série de segments élastiques. Ils sont revêtus d'une garniture de friction collée.

Au ralenti, la force centrifuge n'est pas assez importante pour solliciter les segments; entre le tambour et eux subsiste un jeu de garde.

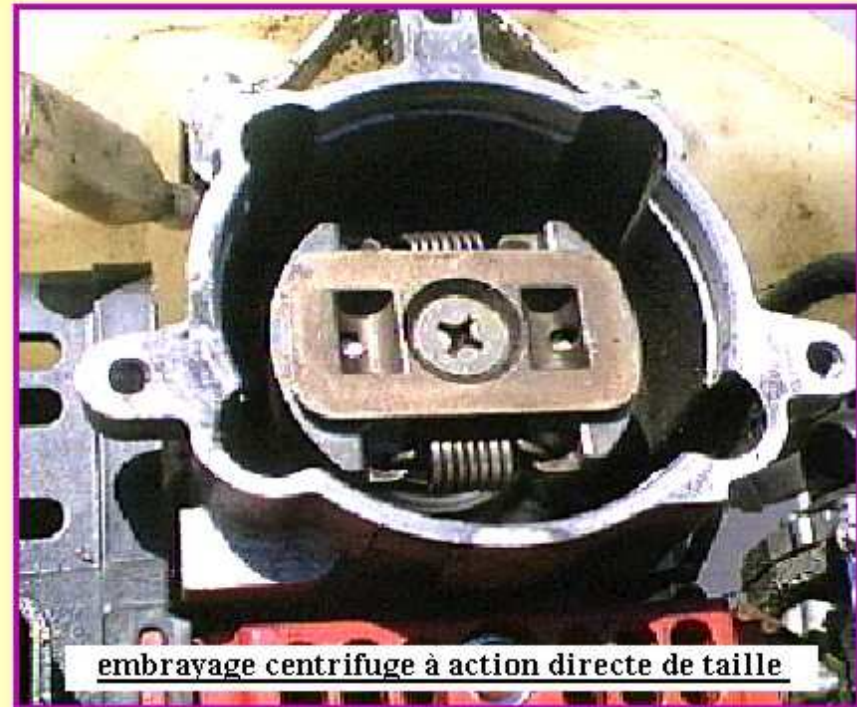
En accélérant, la force centrifuge augmente et plaque les segments contre le tambour, réalisant un entraînement progressif.

Lorsque cet embrayage est associé à une boîte de vitesses mécanique, il n'interrompt la liaison que lorsque le moteur est suffisamment au ralenti; pour pouvoir changer de rapport à régime élevé, un embrayage mécanique simple effet est intercalé entre le centrifuge et la boîte de vitesse.

Ce type d'embrayage nécessite un ralenti bien réglé de manière à ce qu'aucun couple de trainée ne subsiste.

Il présente l'inconvénient de ne pas être réversible ce qui rend le démarrage par remorquage impossible.

Ces embrayages sous des conceptions diverses sont très utilisés sur les matériels de parcs et jardins.



embrayage centrifuge à action directe de taille

L'embrayage centrifuge à action indirecte:

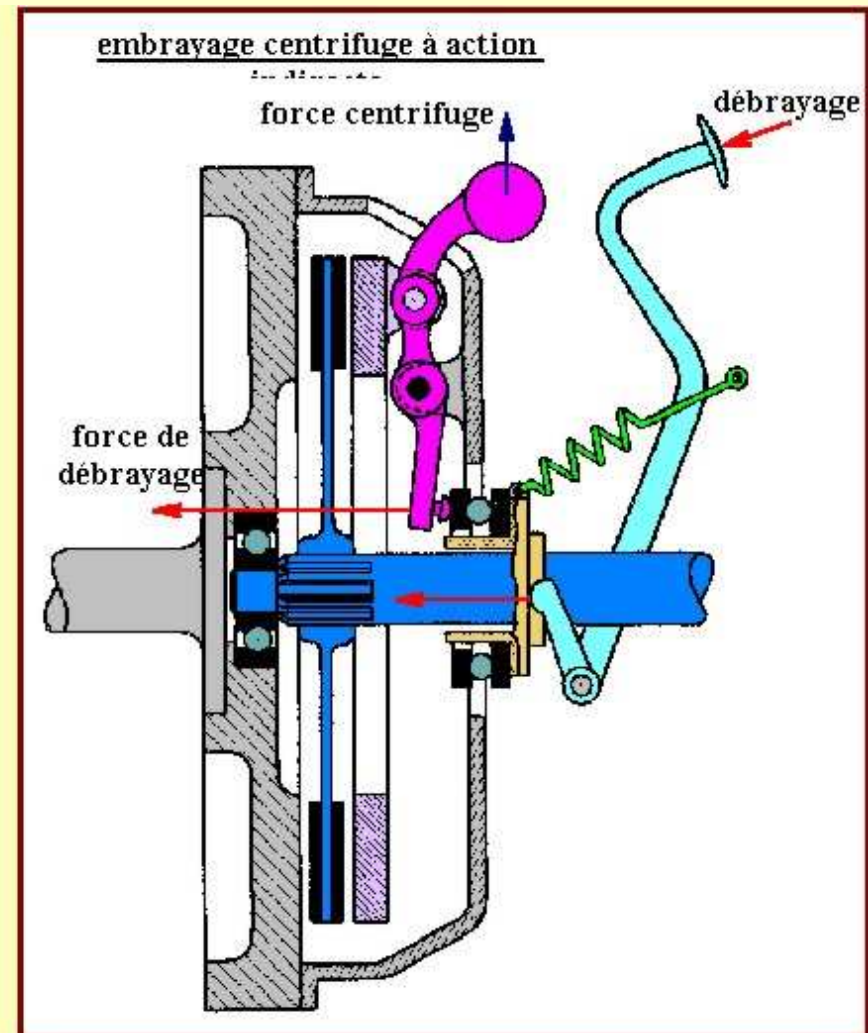
L'embrayage centrifuge à action indirecte:

Le principe de fonctionnement est identique à celui de l'embrayage à action directe.

La seule différence vient du fait que la force centrifuge agit sur des masselottes qui transmettent leur effort à un plateau de pression par l'intermédiaire d'un bras de levier qui multiplie la force exercée.

Ce mécanisme présente en outre l'avantage de pouvoir être débrayé à régime élevé grâce à un dispositif très simple reliant la pédale de débrayage aux leviers des masselottes.

On économise ainsi l'adjonction d'un mécanisme supplémentaire de débrayage pour les régimes supérieurs au ralenti.



Couple transmis par un embrayage centrifuge à action directe:

Embrayage centrifuge à action directe:

force pressante exercée par la masselotte sur le tambour:

La force pressante réelle tient compte du ressort de rappel, l'effet centrifuge agissant sur la masselotte a pour expression: $m \cdot \omega^2 \cdot rm$

et la force pressante lorsqu'elle existe équivaut à:

$$F_p = (m \cdot \omega^2 \cdot rm) - A$$

m : masse d'une masselotte (kg)

rm : rayon de giration du centre de gravité de la masselotte (m)

ω : régime de rotation de la masselotte (rad/s)

A : force du ressort de rappel (daN)

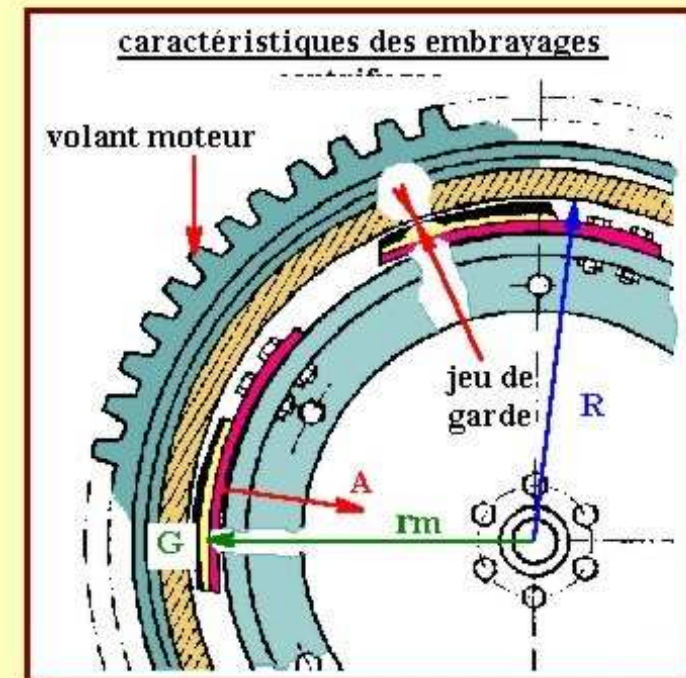
Couple transmis:

$$C_t = f \cdot R \cdot n m \{ (m \cdot \omega^2 \cdot rm) - A \}$$

f : coefficient de frottement **R** : rayon intérieur du tambour

n m : nombre de masselottes

L'embrayage doit être conçu de telle sorte qu'il corresponde aux caractéristiques du moteur pour lequel il a été conçu; en sachant que le couple, sur un moteur thermique, est maximal lorsqu'on avoisine les 3/5^{ème} du régime nominal de rotation.



Couple transmis par un embrayage centrifuge à action indirecte:

Embrayage centrifuge à action indirecte:

force pressante exercée indirectement par la masselotte sur le tambour:

pour l'embrayage à action indirecte il faut tenir compte des bras de levier:

la force pressante équivaut à:

$$F_p = \left\{ (m \cdot \omega^2 \cdot r_m) - A \right\} \frac{L}{l}$$

m : masse d'une masselotte (kg)

r_m : rayon de giration du centre de gravité de la masselotte (m)

ω : régime de rotation de la masselotte (rad/s)

A : force du ressort de rappel (daN)

Couple transmis:

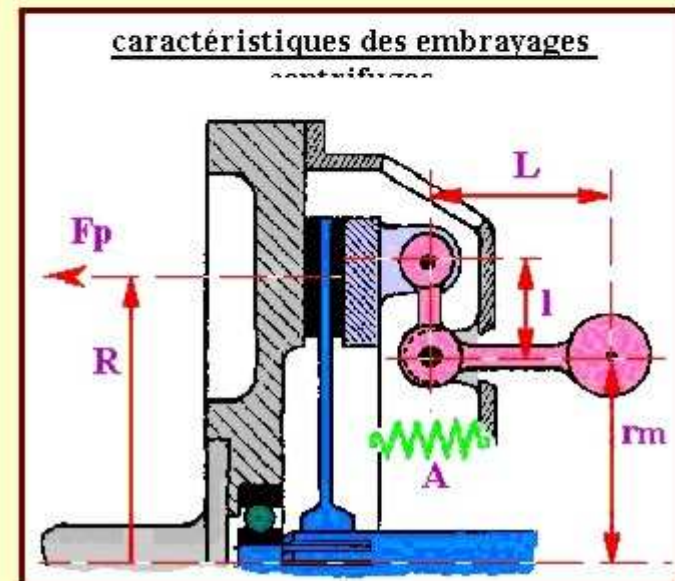
$$C_t = f \cdot R \cdot n \left\{ (m \cdot \omega^2 \cdot r_m) - A \right\} \frac{L}{l}$$

f : coefficient de frottement **R** : rayon moyen

n : nombre de faces de friction

Après usure (ou rectification) du tambour ou des plateaux, le jeu de garde augmente. La distance entre les garnitures et leur surface de friction augmente, entraînant un étirement supplémentaire du ressort de rappel (A), dont la valeur de tarage augmente.

La modification de ces deux valeurs provoque un embrayage à régime plus élevé.



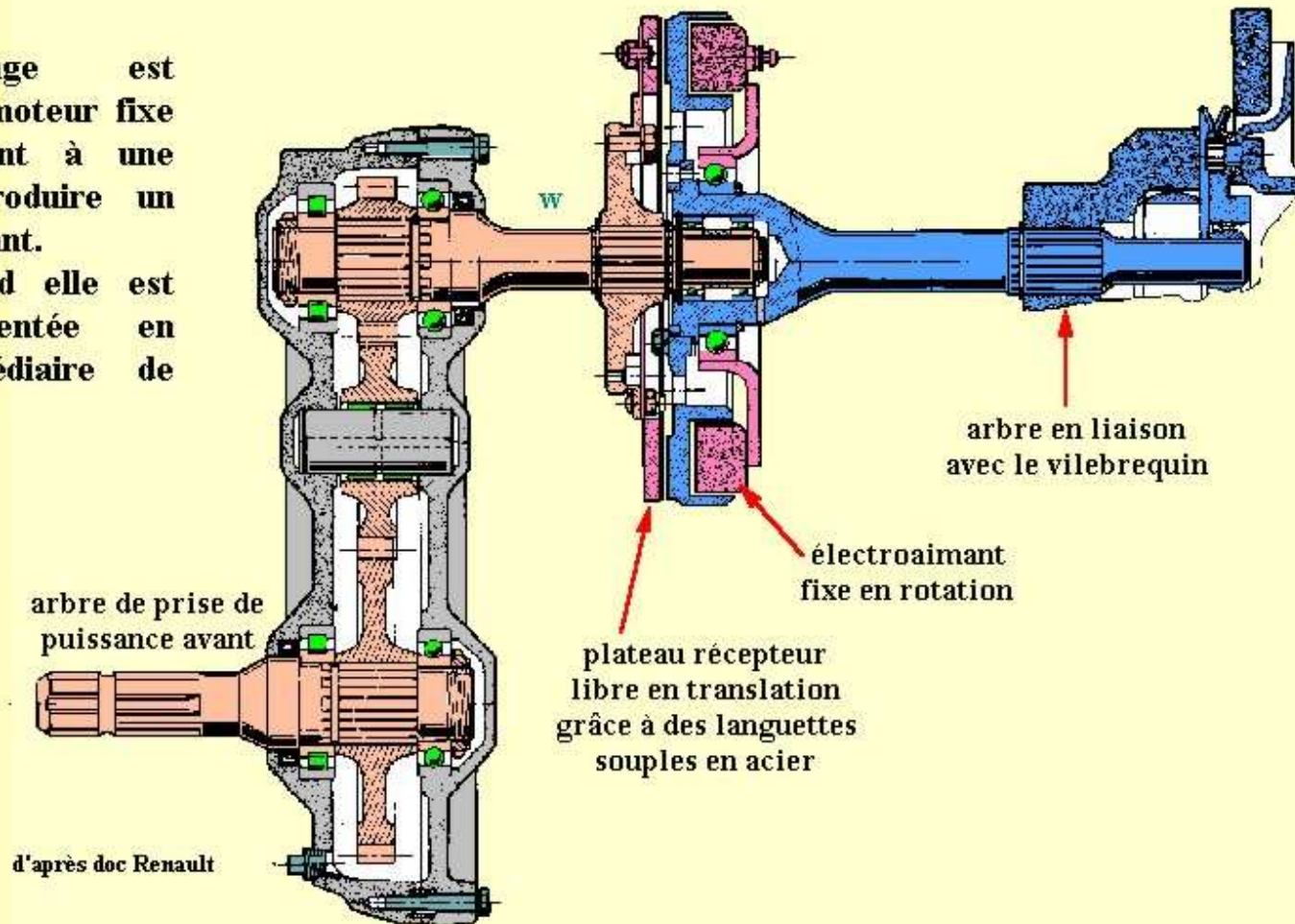
L'embrayage électromagnétique

L'embrayage électromagnétique:

Cet embrayage est constitué d'un plateau moteur fixe en translation, attendant à une bobine chargée de produire un champ magnétique puissant.

La bobine quand elle est tournante, est alimentée en courant par l'intermédiaire de deux bagues collectrices.

Embrayage électromagnétique de commande de prise de puissance



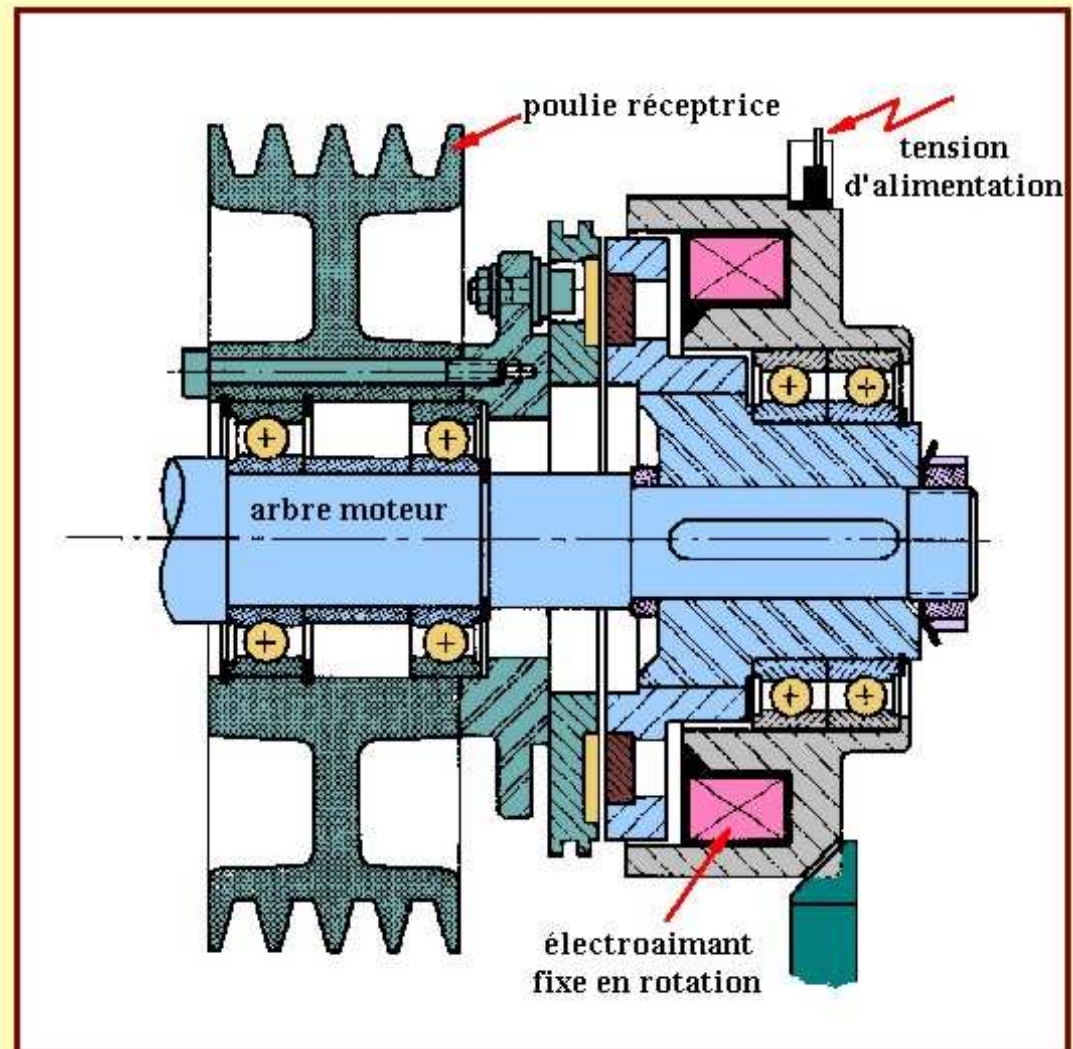
L'embrayage électromagnétique à action directe:

L'embrayage électromagnétique à action directe:

En faisant varier l'intensité du courant qui traverse la bobine, on obtient un champ magnétique capable d'attirer progressivement le plateau qui comprime le disque d'embrayage.

Lorsque l'embrayage est destiné à une application nécessitant une certaine progressivité, la bobine attire un plateau métallique contre un disque d'embrayage doté de garnitures de friction.

Certains embrayages utilisés sur les matériels agricoles fonctionnent sans progressivité et ne permettent qu'un glissement limité, ils doivent être actionnés sous faible charge et à régime réduit avant de transmettre leur couple maximal, ils ne possèdent généralement pas de garnitures.



L'embrayage électromagnétique Force pressante:

L'embrayage électromagnétique:

Force pressante:

La force pressante engendrée par un électroaimant varie selon le carré de l'intensité du courant qui traverse la bobine.

La force d'attraction capable de produire un électroaimant est donnée par la formule suivante:

$$F_p = \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot S \cdot I^2}{(4\mu_r \cdot l \cdot x) + l^2}$$

N : nombre de spires

I : intensité du courant (A)

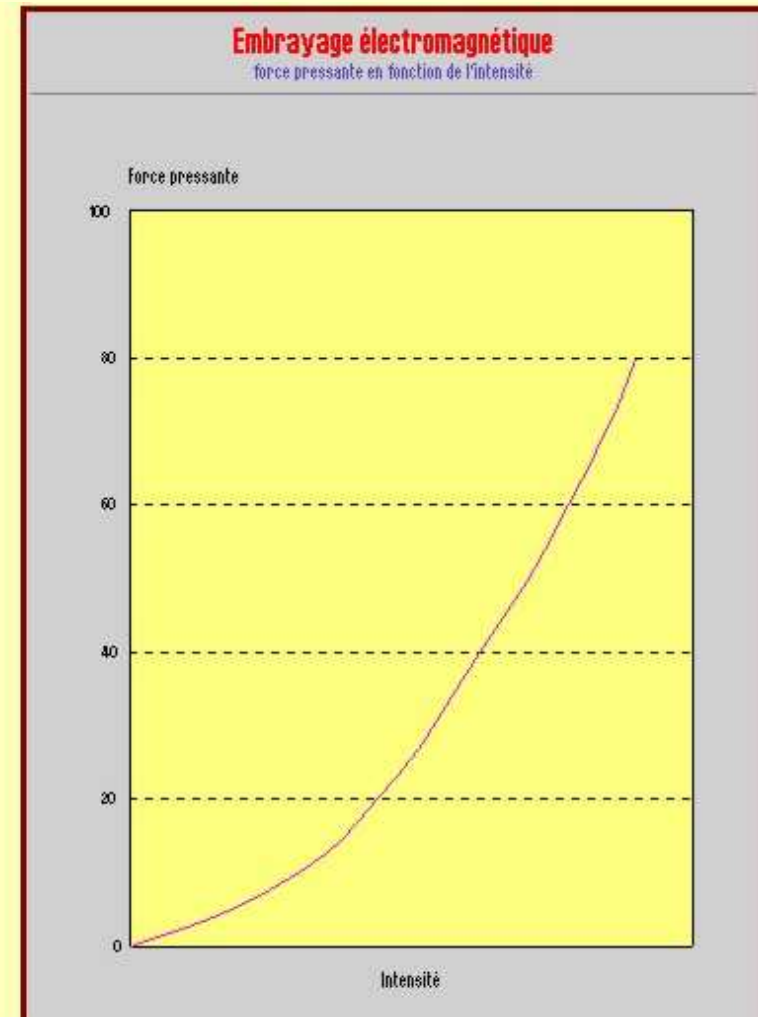
l : longueur du circuit magnétique

S : section du noyau central (m²)

x : longueur de l'entre fer (m)

μ_0 : perméabilité magnétique absolue

μ_r : perméabilité magnétique relative du fer



L'embrayage électromagnétique Couple transmis:

L'embrayage électromagnétique:

couple transmis:

Le couple transmis varie suivant une courbe d'allure identique à celle de la force pressante en fonction de l'intensité, mais en tenant compte des caractéristiques de l'embrayage:

$$C_t = R \cdot f \cdot n \left\{ \frac{N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot S \cdot I^2}{(4\mu_r^2 \cdot x^2) + (4\mu_r \cdot l \cdot x) + l^2} \right\}$$

N : nombre de spires

I : intensité du courant (A)

l : longueur du circuit magnétique

S : section du noyau central (m²)

x : longueur de l'entre fer (m)

μ₀ : perméabilité magnétique absolue

μ_r : perméabilité magnétique relative du fer

f : coefficient de frottement

n : nombre de faces de friction

R : rayon moyen (m)

Ces formules mettent en évidence l'importance de l'entre fer sur l'attraction de l'électroaimant.

Son réglage a donc une grande influence sur le fonctionnement de l'embrayage, ce qui conduit, lors de la remise en état, à être particulièrement vigilant quant au degré d'usure des différents plateaux.

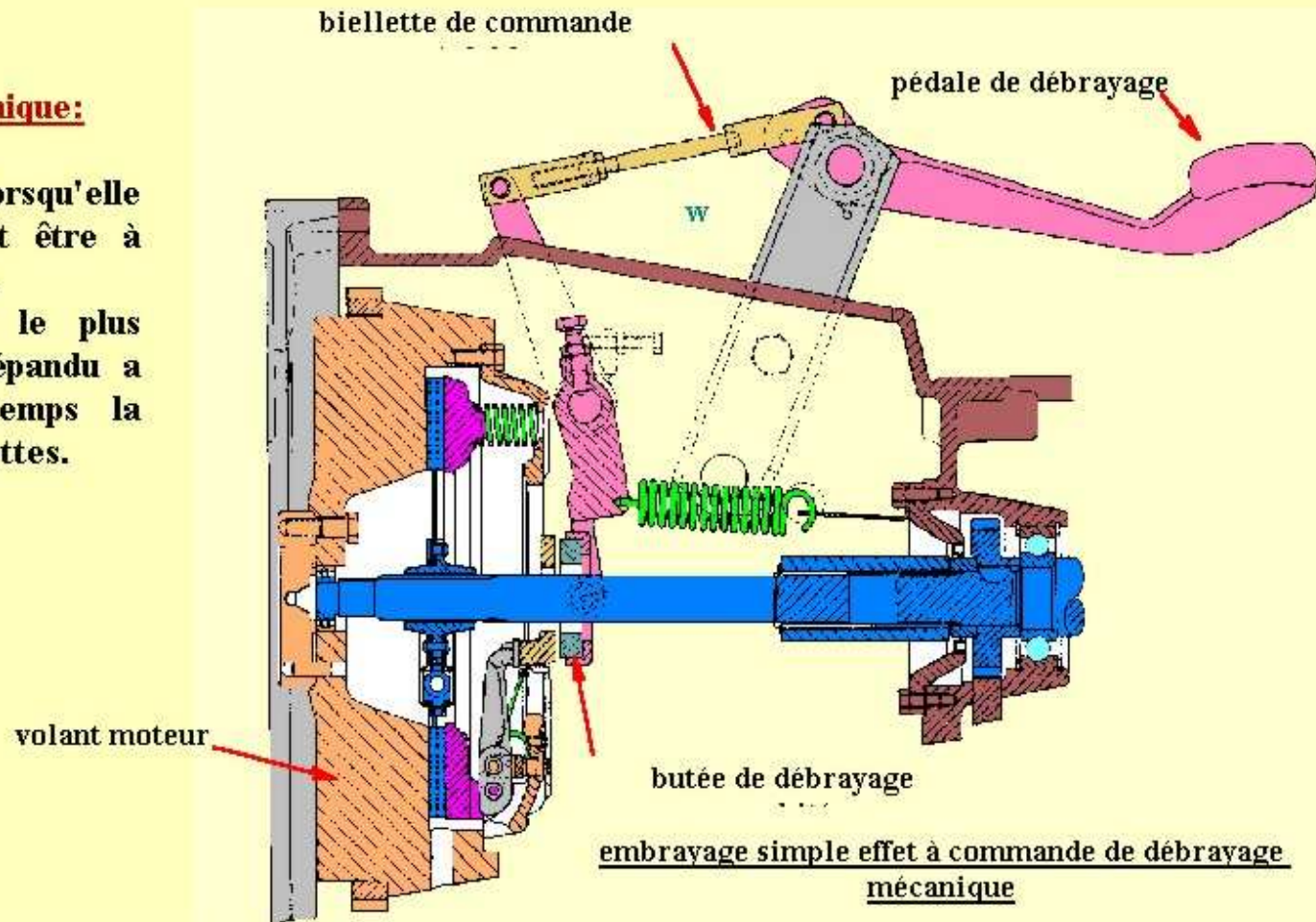
La commande des embrayages:

La commande des embrayages:

La commande mécanique:

La commande lorsqu'elle est mécanique peut être à biellettes ou à câble.

Le système le plus fiable et le plus répandu a été pendant longtemps la commande par biellettes.



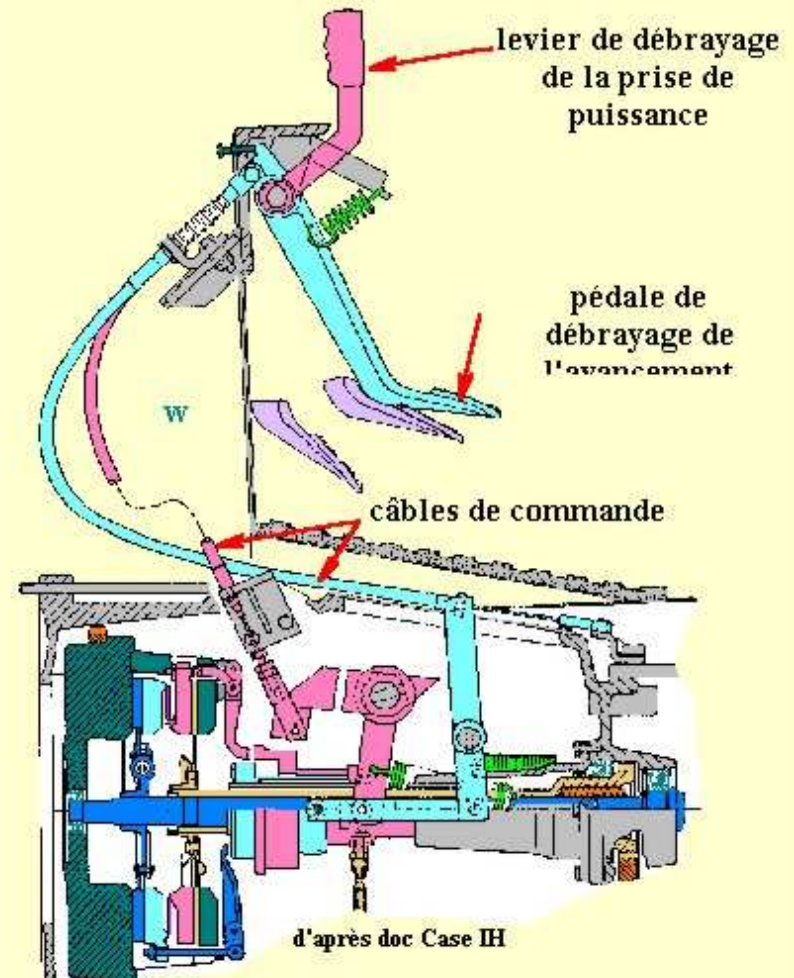
La commande mécanique par câble:

La commande mécanique par câble:

L'augmentation du confort du conducteur a entraîné un réaménagement du poste de conduite, la pédale de débrayage a dû être déplacée de manière à ce que sa commande soit plus ergonomique.

Les biellettes ont été remplacées par un câble permettant de joindre plus aisément la pédale à la fourchette de débrayage.

La commande mécanique qu'elle soit par biellettes ou par câble, est toujours dotée d'un dispositif de réglage qui permet d'ajuster avec précision le jeu de garde à la butée.



La commande hydraulique:

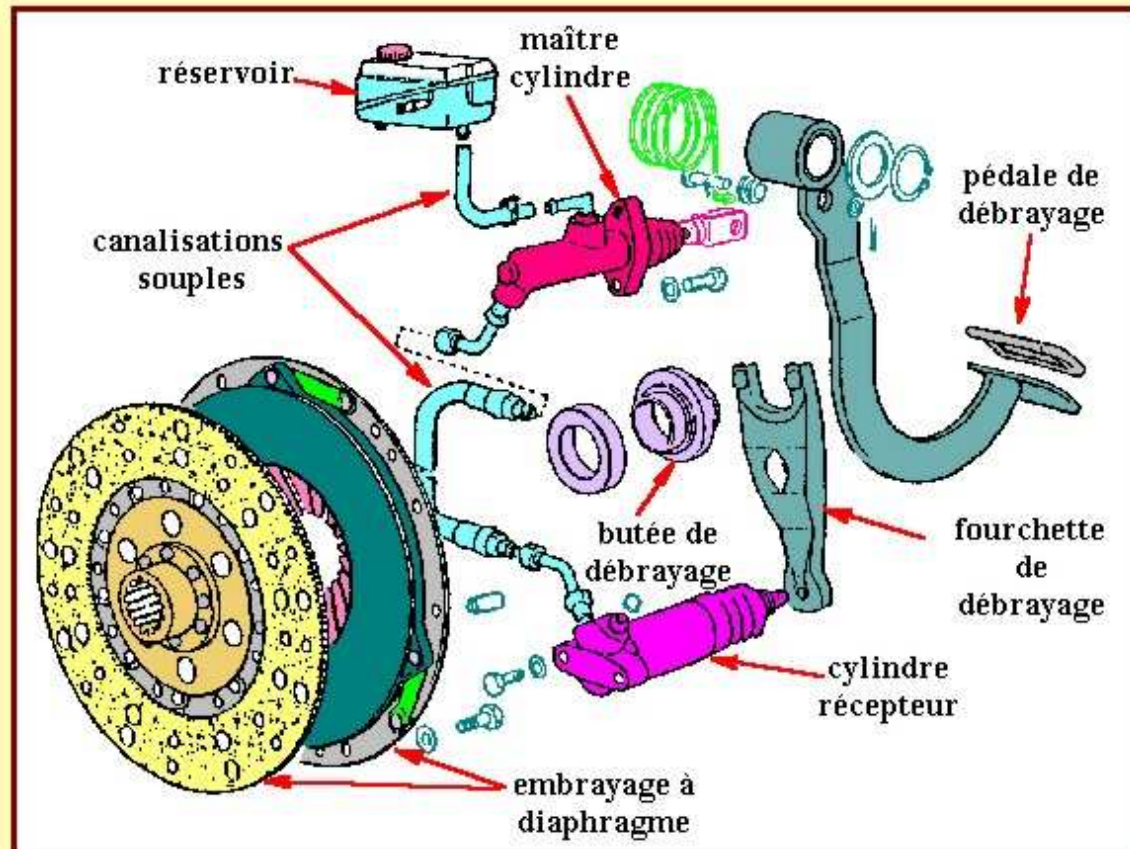
La commande hydraulique:

La commande hydraulique est constituée d'un circuit identique à celui utilisé pour les systèmes de freinage.

Un maître cylindre actionné par la pédale de débrayage déplace un volume d'huile qui actionne le cylindre récepteur (semblable à un petit vérin simple effet) en liaison avec la fourchette.

Ce dispositif permet de relier l'émetteur au récepteur par une simple canalisation rigide ou flexible, capable d'emprunter les passages les plus étroits.

différents éléments composant une commande de débrayage hydraulique

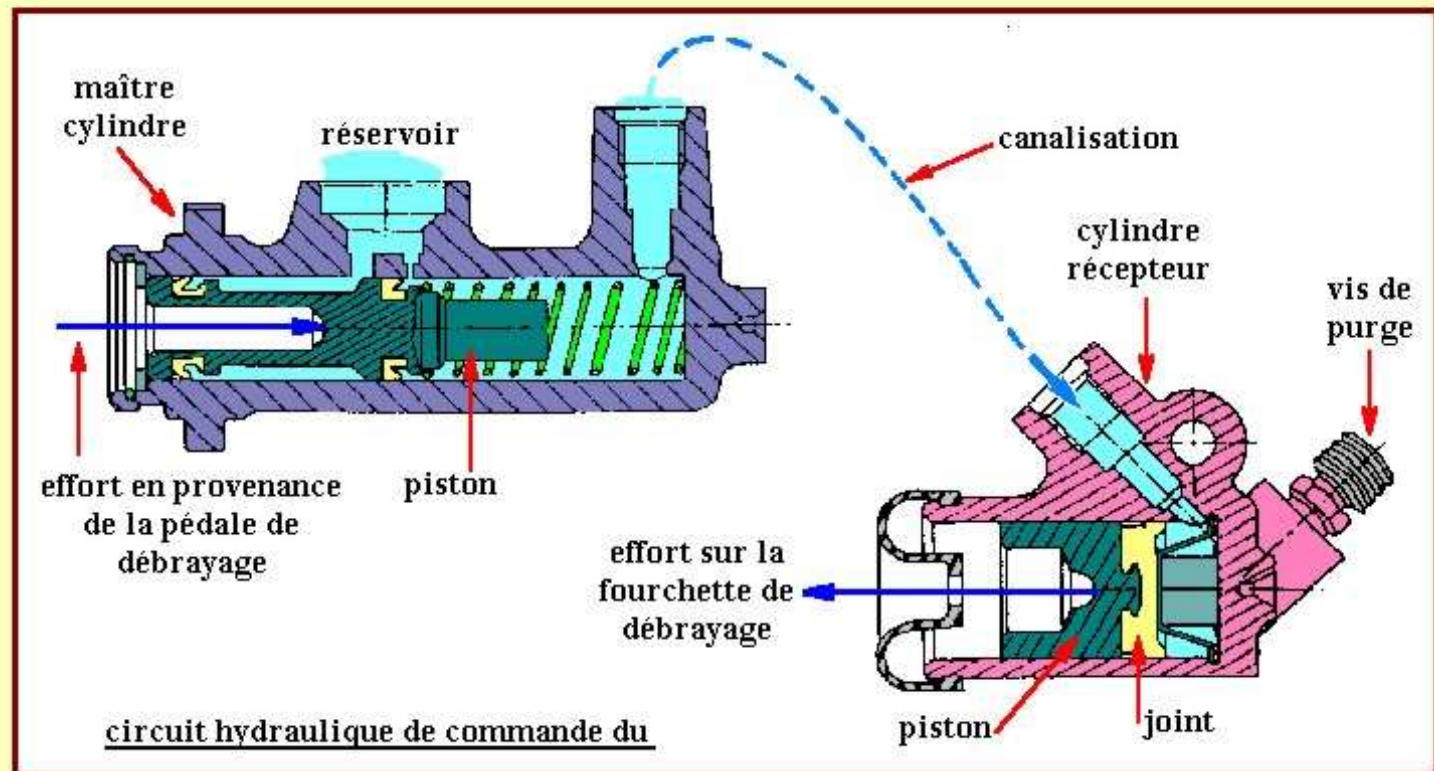


La commande hydraulique:

La commande hydraulique:

Cette commande a pour avantage de mieux filtrer les vibrations donc les bruits en provenance du moteur elle participe a une meilleure isolation phonique de la cabine. La commande hydraulique est généralement réservée aux butées à appui constant.

L'entretien du circuit hydraulique revêt une grande importance. Certaines avaries (fuites, entrée d'air...) peuvent provoquer des débrayages partiels ou trop lents responsables d'une usure prématurée du mécanisme et du disque.



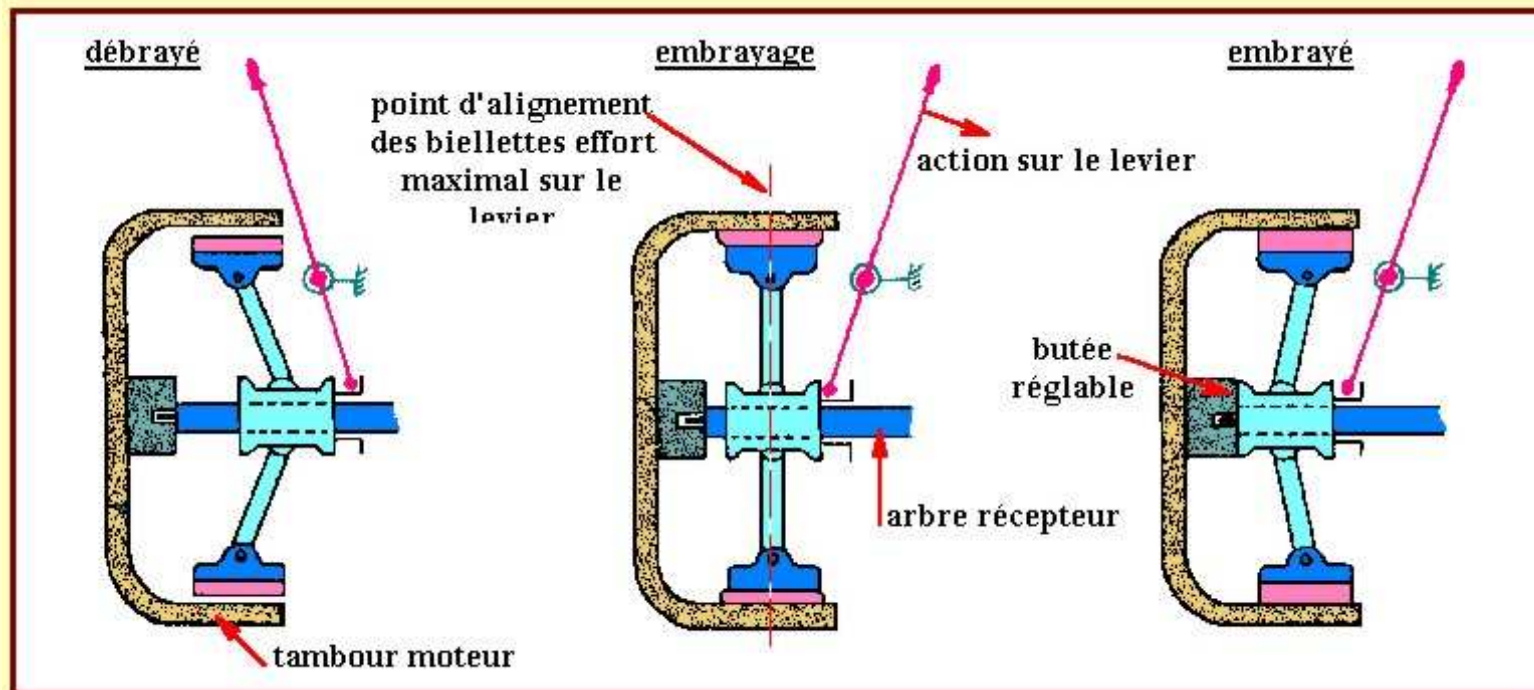
La commande hypercentrique:

La commande hypercentrique:

Lorsque la commande est hypercentrique, elle se manoeuvre manuellement à l'aide d'un levier. Son principe de fonctionnement est identique à celui de la pince étau.

La pression du plateau contre les garnitures est engendrée manuellement grâce au bras de levier de la commande.

La force de poussée maximale permet, par l'élasticité du mécanisme, de dépasser le point d'alignement des biellettes; le dispositif vient alors en butée, maintenant une pression suffisante à la transmission du couple.



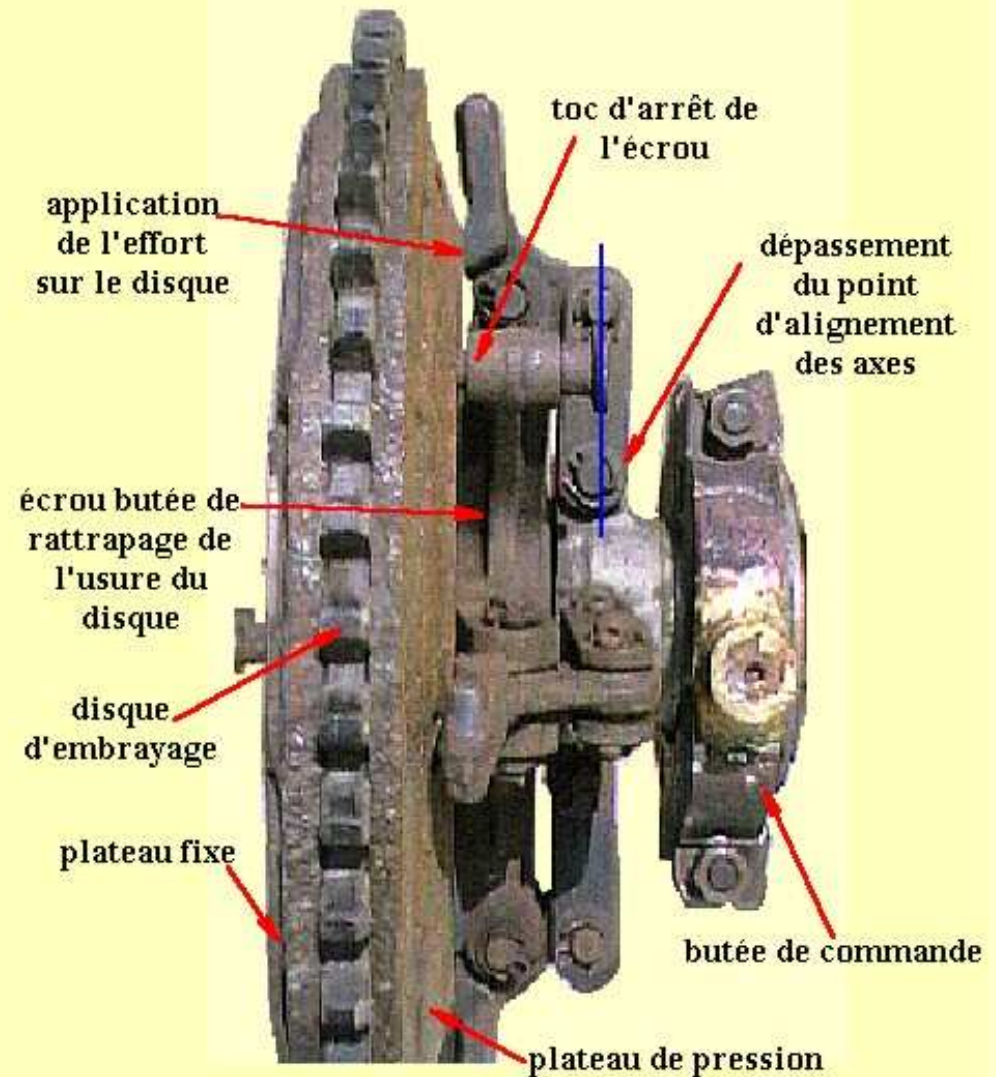
La commande hypercentrique exemple:

Mécanisme d'embrayage à commande hypercentrique monté sur un tracteur à chenilles:

Cette solution présente l'avantage de pouvoir rester indifféremment embrayée ou débrayée sans que l'opérateur ait besoin de maintenir une action sur la commande.

En position débrayée, le mécanisme est libre;

en position embrayée, la commande est maintenue dans un sens par la butée, dans l'autre par le fait qu'il faille augmenter l'effort sur la commande avant de pouvoir libérer le plateau.



Les limiteurs de couple

Les limiteurs de couple:

Les limiteurs de couple à liaison par adhérence:

Ce type de limiteur est en tout point identique à un embrayage simple effet dépourvu de commande.

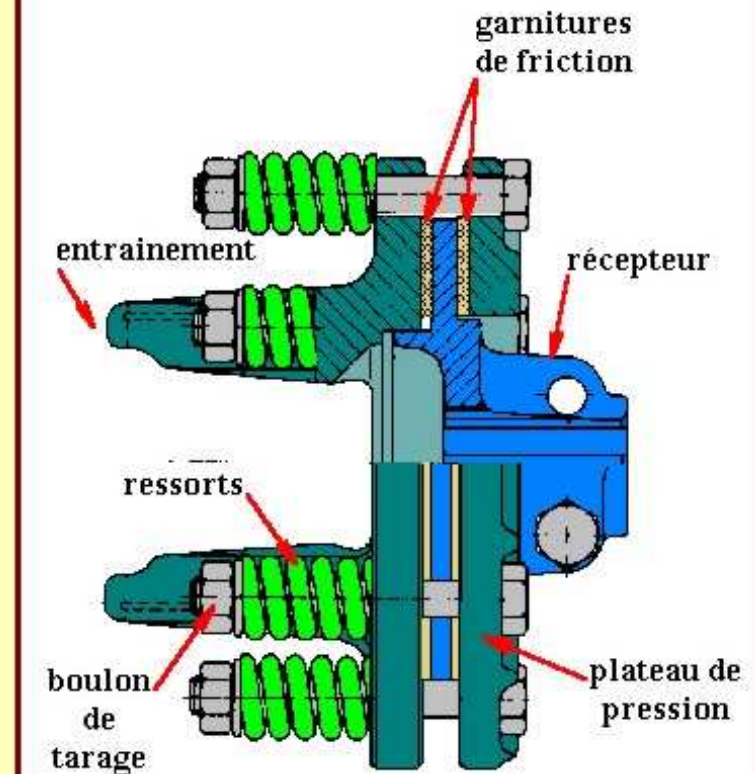
Le couple maximal transmissible, qui est fonction des caractéristiques du mécanisme, peut être ajusté en modifiant le tarage des ressorts de pression.

Les limiteurs à liaison par adhérence ont pour but d'absorber momentanément un excès de couple.

Ils permettent un glissement, partiel ou total, entre les arbres, sous couple maximal déterminé, sans détérioration.

Dès que le couple diminue, la puissance initiale est instantanément transmise.

limiteur de couple à friction



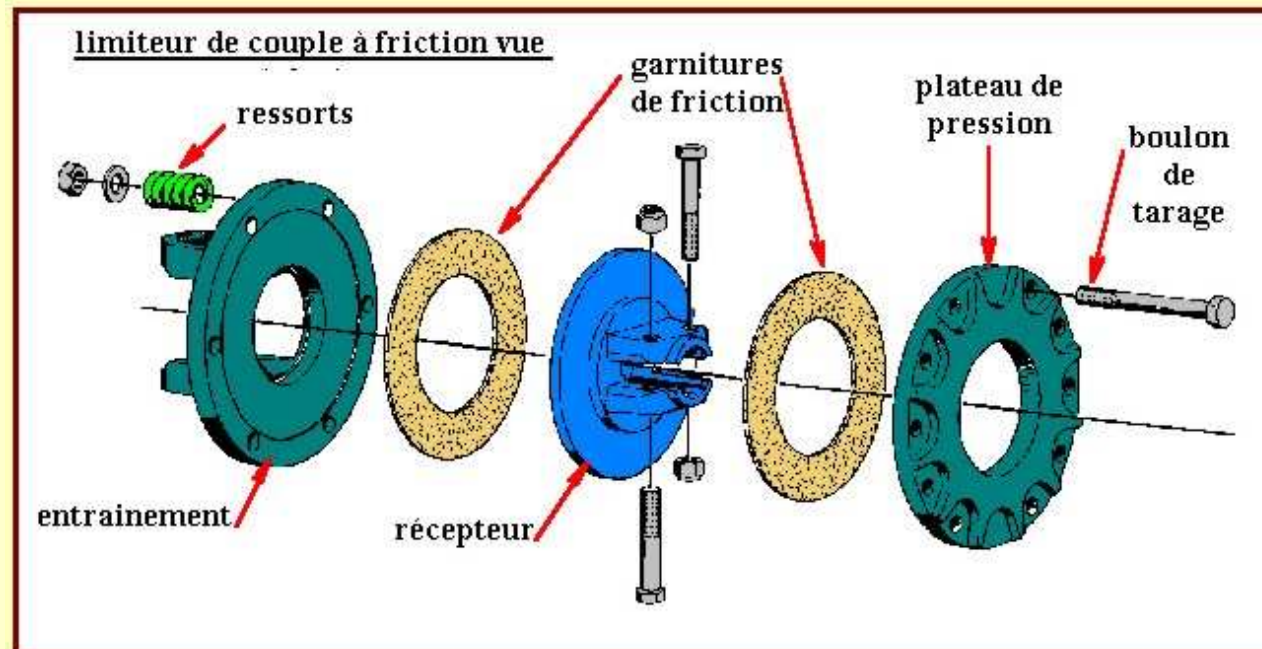
Les limiteurs de couple à liaison par adhérence:

Les limiteurs de couple à liaison par adhérence:

Les matériels lourds animés par la prise de puissance du tracteur (rotavator, ramasseuse presse ...) possèdent une protection de ce type.

Les embrayages faisant office de limiteur de couple sont dotés de frictions adaptées subissant un traitement spécial afin d'éviter qu'elles ne se collent aux plateaux après plusieurs mois d'hivernage.

Il est toutefois conseillé de procéder à un contrôle annuel de la valeur du couple de patinage, particulièrement lorsque le limiteur n'est utilisé que de façon saisonnière.



Les limiteurs à friction peuvent être utilisés comme limiteur de couple de démarrage pour les machines qui ont une masse d'inertie importante.

En cours de fonctionnement ils absorbent les pointes d'effort.

Les limiteurs de couple à liaison par obstacle:

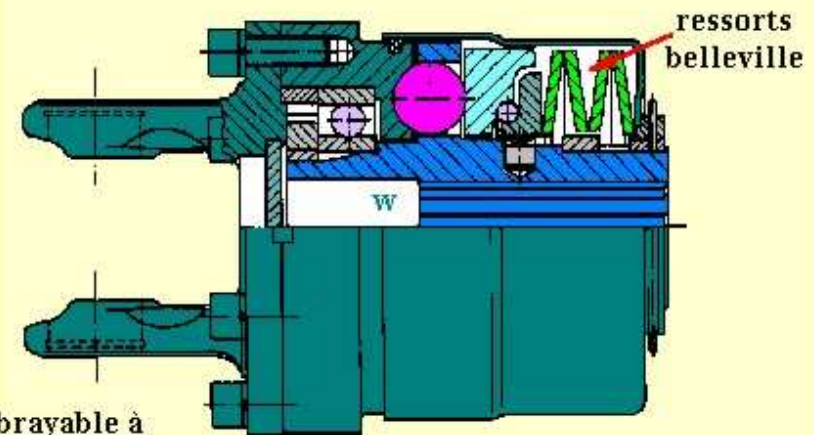
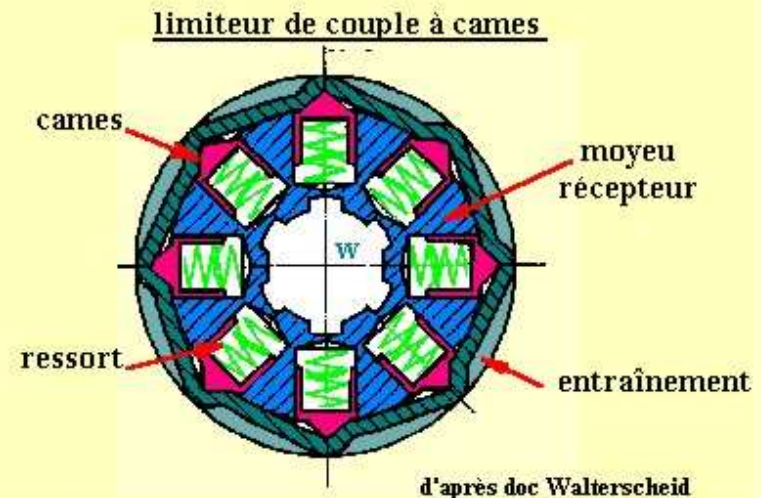
Les limiteurs de couple à liaison par obstacle:

Les limiteurs de couple à liaison par obstacle peuvent être à dents frontales, à cames (radiales ou axiales), ou à billes.

L'un des éléments est doté d'empreintes dans lesquelles viennent se loger les cames poussées par de puissants ressorts.

Lorsque le couple maximal admissible est atteint, les dents glissent sur les flancs inclinés; dès que le ressort atteint sa compression maximale, les dents sont en contact sur leurs sommets, elles glissent l'une sur l'autre, permettant un décalage angulaire entre les arbres.

Dès que le couple diminue, l'entraînement redevient normal; dans le cas contraire, les dents s'échappent successivement l'une sur l'autre en comprimant le ressort et en produisant un bruit caractéristique qui alerte le conducteur.



limiteur de couple débrayable à

Ce limiteur reste débrayé après surcharge de sorte qu'aucune puissance ne soit à dissiper sous forme de chaleur, l'arrêt de l'entraînement le réarme automatiquement.

L'embrayage à roue libre:

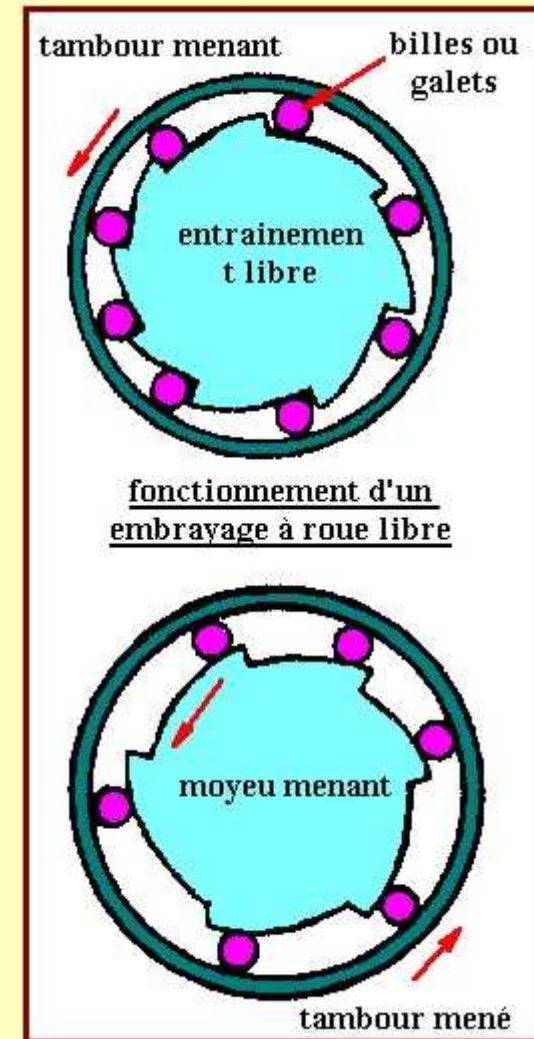
L'embrayage à roue libre:

Cet embrayage permet une transmission complète de la puissance (par coincement ou par obstacle) dans un sens, et un débrayage total dans l'autre.

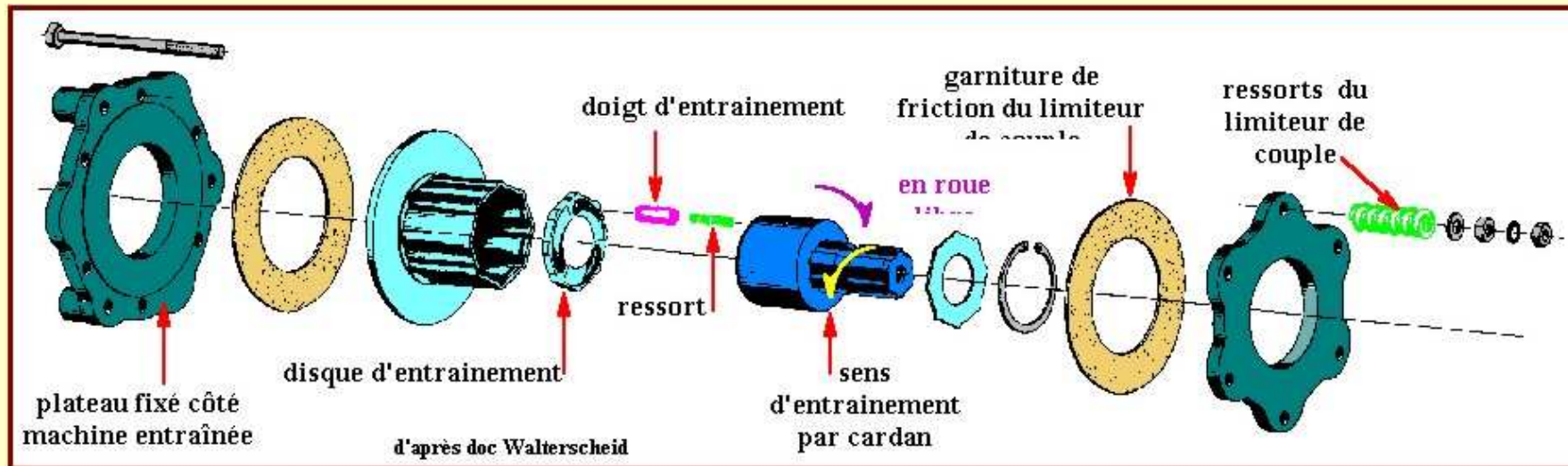
Il est utilisé chaque fois que l'on désire obtenir un débrayage automatique par différence de régime de rotation ou par inversion de son sens.

Les applications les plus connues sont les roues libres de bicyclette, la clé à cliquet ...

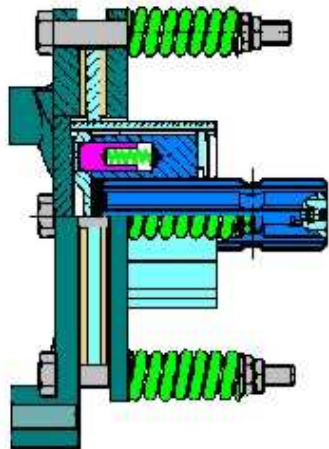
On en rencontre également dans différents mécanismes comme le pignon des démarreurs électriques des moteurs thermiques, le stator du convertisseur de couple biphasé.



Les limiteurs de couple à liaison par adhérence L'embrayage à roue libre: exemple



embrayage à roue libre et limiteur de couple: vue en coupe



embrayage à roue libre associé à un limiteur de

La roue libre est souvent utilisée pour l'entraînement des machines à forte inertie qui continuent de tourner après que l'on ait débrayé la prise de puissance du tracteur.

Pour éviter que la cinématique ne s'inverse et qu'entre autres la machine ne détériore le frein de la prise de puissance du tracteur, l'embrayage à roue libre interdit la transmission de la puissance dans le sens souhaité.

L'embrayage à ressort:

L'embrayage à ressort:

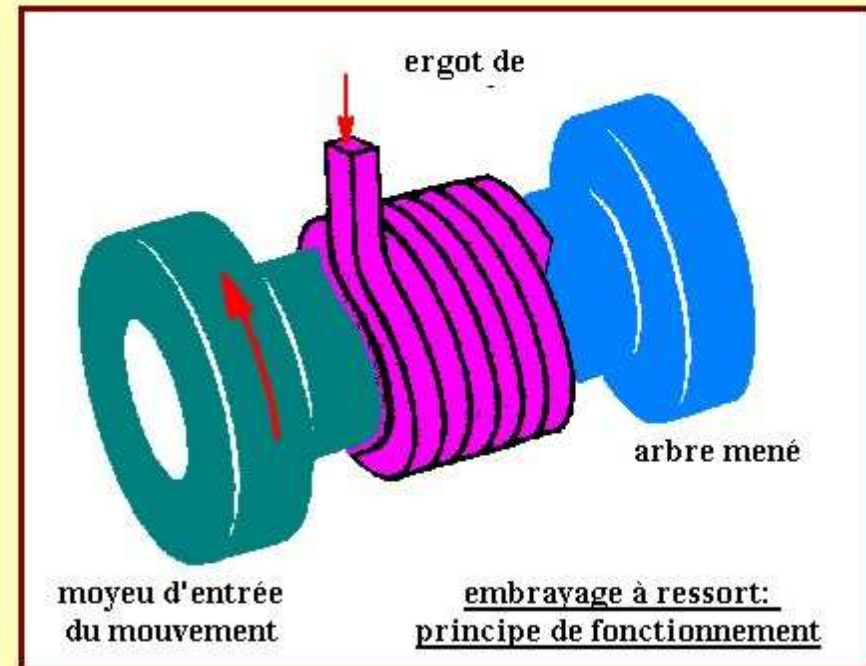
Il est constitué de deux moyeux autour desquels s'enroule un ressort hélicoïdal à spires plates. Ce ressort est commun aux moyeux d'entrée et de sortie du mouvement.

Au repos, le diamètre intérieur du ressort est légèrement inférieur au diamètre extérieur des moyeux.

Lorsque le mouvement est transmis au moyeu moteur, le sens d'enroulement des spires est tel que le ressort se serre sur les deux moyeux, réalisant un entraînement positif du récepteur.

Plus le couple résistant augmente et plus le ressort a tendance à se resserrer sur les moyeux.

L'extrémité de la spire située sur le moyeu moteur est relevée et constitue l'ergot de contrôle permettant le débrayage.



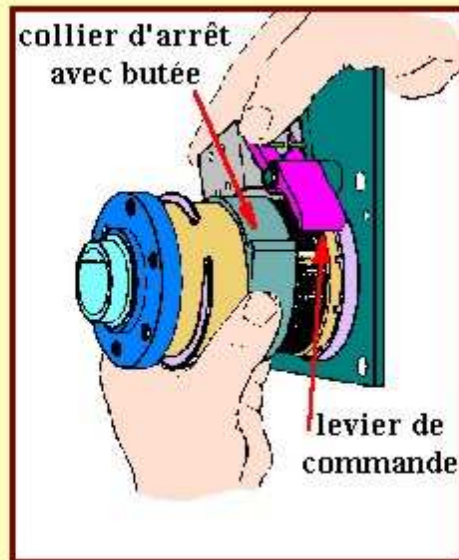
L'embrayage à ressort:

Sur un embrayage à ressort, le débrayage est obtenu en plaçant un levier de commande fixé sur le bâti qui vient buter contre l'ergot de commande.

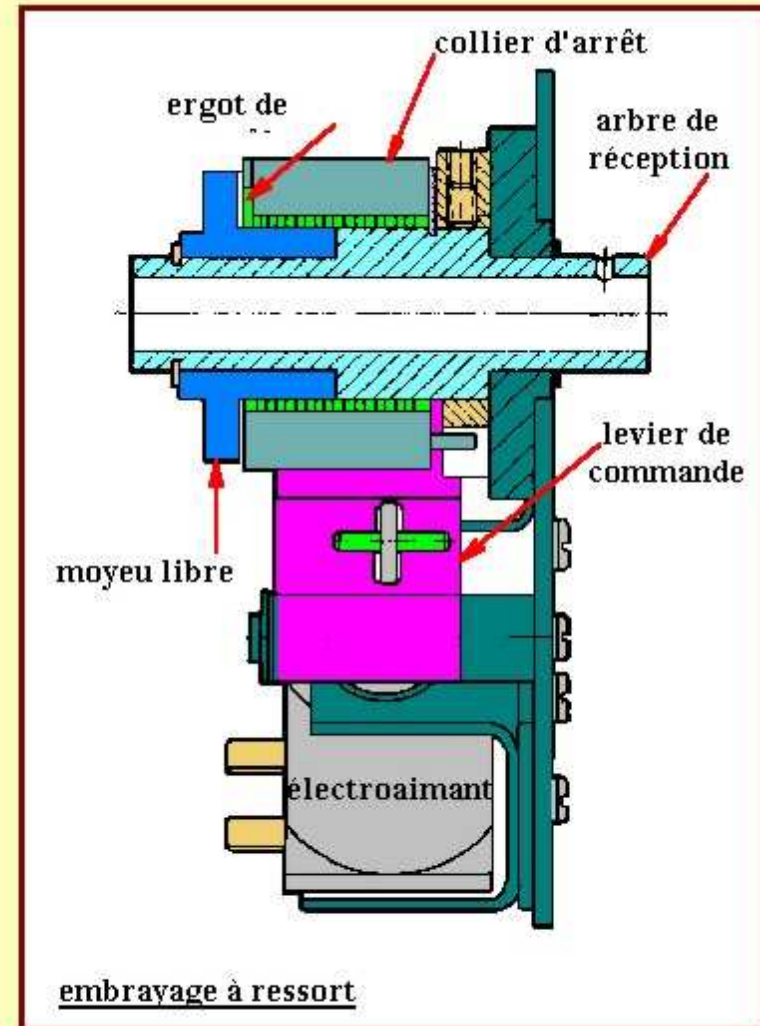
L'arrêt en rotation du ressort provoque le desserrage des spires sur le moyeu d'entrée.

Il subsiste un léger couple de traînée dû au frottement du ressort sur le moyeu.

La libération de l'ergot provoque un réembrayage instantané du dispositif.



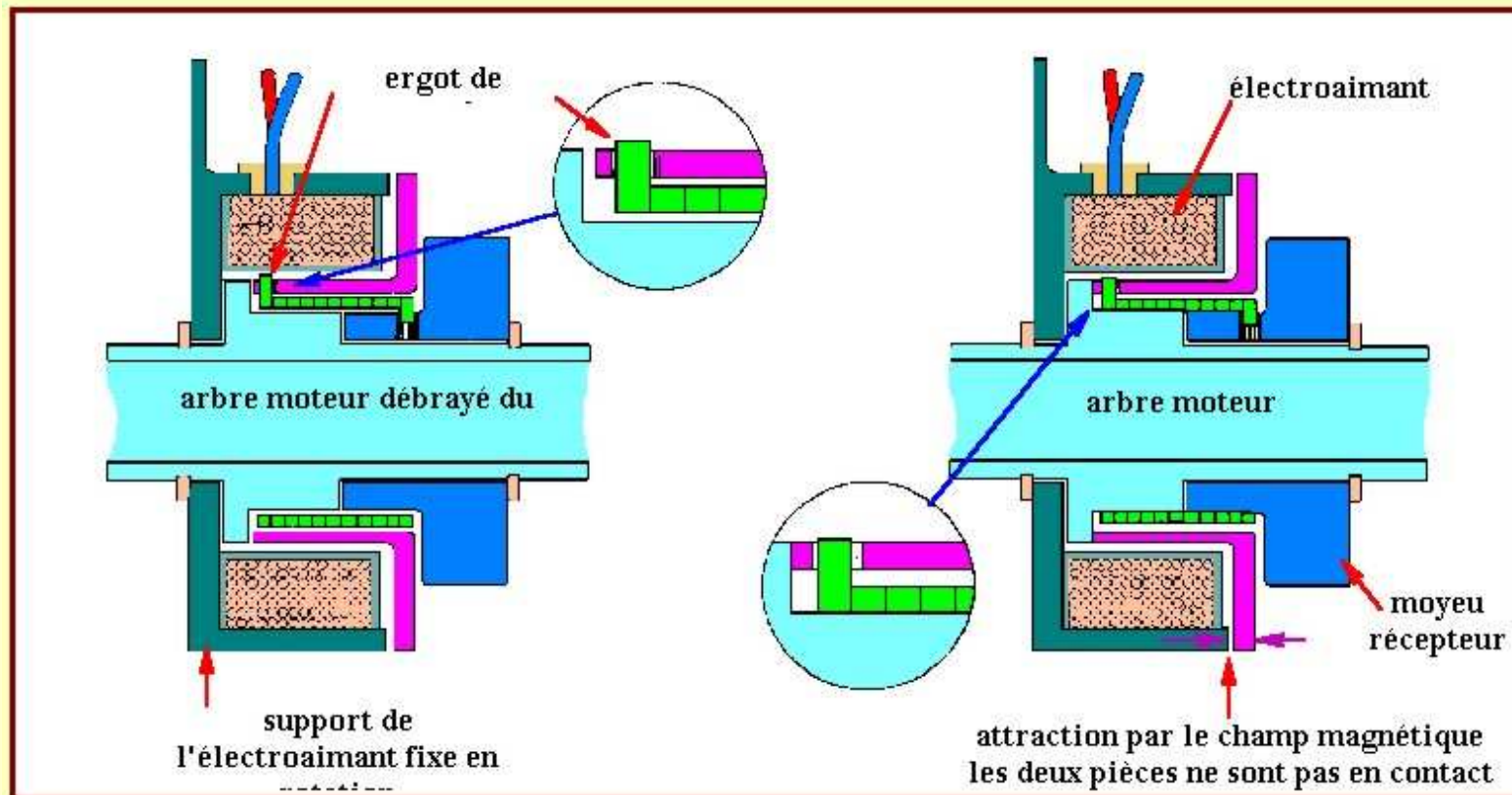
Le débrayage peut s'effectuer à un moment précis en positionnant la butée mobile par rapport à la circonférence grâce à un réglage par cannelures.



L'embrayage à ressort électromagnétique:

L'embrayage à ressort électromagnétique:

Sur ce type d'embrayage, le ressort possède un diamètre intérieur supérieur à celui des moyeux de sorte qu'en position débrayée, les arbres d'entrée et de sortie soient totalement libres en rotation. Lors de la mise sous tension de la bobine, l'armature de la bobine est attirée et rend l'ergot de contrôle solidaire de l'arbre d'entraînement. Le ressort se resserre et devient solidaire des deux moyeux.



L'embrayage à ressort électromagnétique:

Le champ magnétique produit par le solénoïde ne sert qu'à maintenir l'ergot solidaire de l'arbre moteur, son intensité n'a aucune influence sur la valeur du couple transmis.

Dès que le passage du courant d'alimentation de la bobine est interrompu, l'armature libère l'ergot de contrôle et le ressort se desserre provoquant le débrayage du moyeu libre.

