

# Limiteur de couple du Portail automatique

## Savoir Faire

Je sais faire:

- Ecrire la relation entre modèle local et modèle global dans le cas d'actions réparties
- Associer un modèle à une action mécanique avec ou sans frottement (lois de Coulomb)

## I. Embrayage

### I.1. Principe

L'embrayage est un dispositif **d'accouplement temporaire** entre un **arbre dit moteur** et un autre dit **récepteur**. Du fait de sa transmission par **adhérence**, il offre une mise en charge progressive de l'accouplement qui évite les à-coups qui pourraient provoquer la rupture d'éléments de transmission ou le calage dans le cas d'une transmission depuis un moteur thermique.

Sur les véhicules automobiles, l'embrayage est nécessaire parce que les moteurs thermiques doivent continuer à tourner même si le véhicule est à l'arrêt. Le désaccouplement facilite aussi le changement de rapport de vitesses. **L'embrayage trouve donc sa place sur la chaîne de transmission**, entre le **moteur et la boîte de vitesses**, où, de plus, le couple à transmettre est le moins élevé.

« **Embrayage** » désigne également la phase de fonctionnement où l'accouplement est établi ; il s'agit de l'opération inverse du « **débrayage** » pendant laquelle les arbres sont désolidarisés. En fait « Embrayage » est une contraction de « Dispositif d'embrayage ».

On opposera les embrayages aux systèmes à crabotage qui assurent un accouplement par obstacle et qui n'autorisent donc pas une mise en charge progressive.

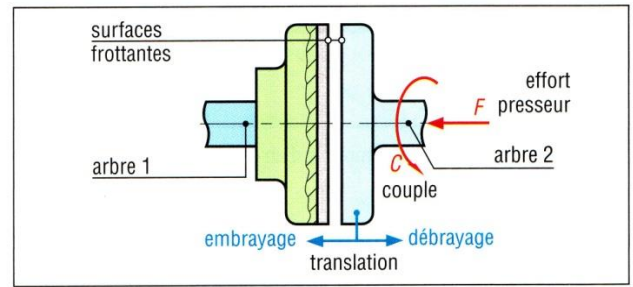
#### **Les phases de fonctionnement d'un embrayage**

On distingue trois phases de fonctionnement pour un dispositif d'embrayage.

- **En position embrayée** : l'embrayage transmet intégralement la puissance fournie (la voiture roule, le moteur est lié à la boîte de vitesses). C'est le plus souvent la position stable du dispositif (absence d'action de commande).
- **En position débrayée** : La transmission est interrompue. Roue libre, ou voiture arrêtée, le moteur peut continuer à tourner sans entraîner les roues. La situation est équivalente au point mort.
- **phase transitoire de glissement** : en particulier pendant l'embrayage, la transmission de puissance est progressivement rétablie. Pendant cette phase, l'arbre d'entrée et de sortie ne tournent pas à la même vitesse ; il y a alors glissement entre les disques, donc dissipation d'énergie, sous forme de chaleur. Cette phase est à limiter dans le temps, même si elle est inévitable et permet de solidariser graduellement le moteur et la boîte de vitesses. L'usure des disques a lieu pendant cette phase, souvent utilisée lors des démarrages en côte.

C'est la situation de glissement qui donne les conditions de dimensionnement de l'embrayage. Elle détermine le couple maximum transmissible. Au-delà, le glissement est systématique. La même configuration technologique est d'ailleurs adoptée sur les systèmes limiteurs de couple, qui vont donc patiner lorsque le couple sollicité devient trop important.

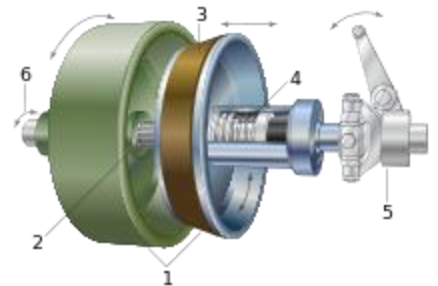
S'il est recommandé de débrayer le plus vivement possible, il faut en revanche embrayer progressivement afin d'éviter des chocs qui endommageraient tous les éléments de transmission: les pièces du dispositif d'embrayage lui même, mais aussi les engrenages de la boîte et du différentiel, les paliers de ces derniers, les joints de cardan, et enfin les pneumatiques.



## I.2. Classification

Les solutions technologiques retenues pour ce dispositif se distinguent suivant plusieurs critères :

- **la géométrie de la surface de friction :**
  - disques, le contact étant effectif suivant une couronne ;
  - tambour (dans le cas de certains embrayages centrifuges) ;
  - conique (abandonné aujourd'hui sauf quelques applications à faible puissance). Son intérêt réside dans le fait qu'il est autobloquant : l'assemblage conique reste coincé en l'absence d'effort presseur. Il faut agir pour débrayer.
- **Selon le nombre de disques (quand il s'agit de disques)**
  - monodisque ;
  - bidisques à sec à commande unique ou à commande séparée (double) ;
  - multidisque humide ou à sec.

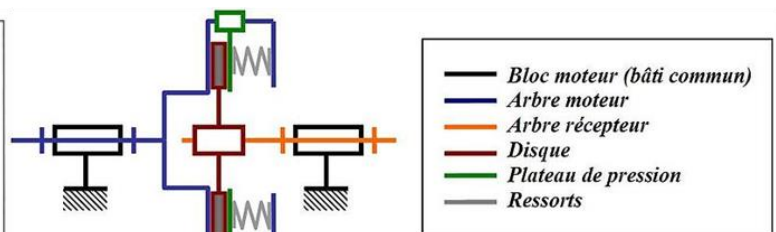
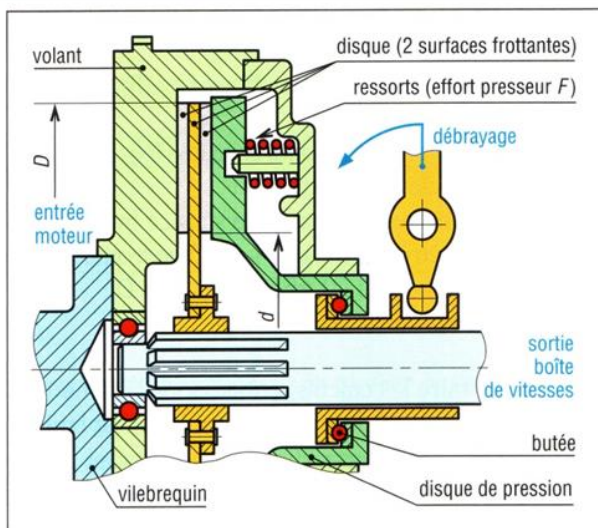


On appelle disque l'élément généralement associé à l'arbre de sortie et pincé par deux éléments liés à l'arbre moteur. Il porte les garnitures de friction, et constitue de ce fait une pièce d'usure. Le nombre de surfaces de contact est toujours pair; ainsi les efforts presseurs n'induisent pas de contraintes dans la liaison entre le bâti et le système d'embrayage, et sont en fait repris par la cloche d'embrayage.

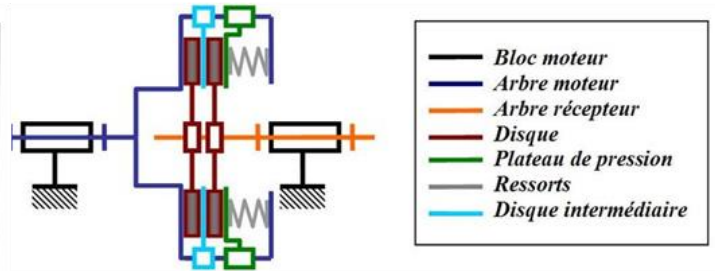
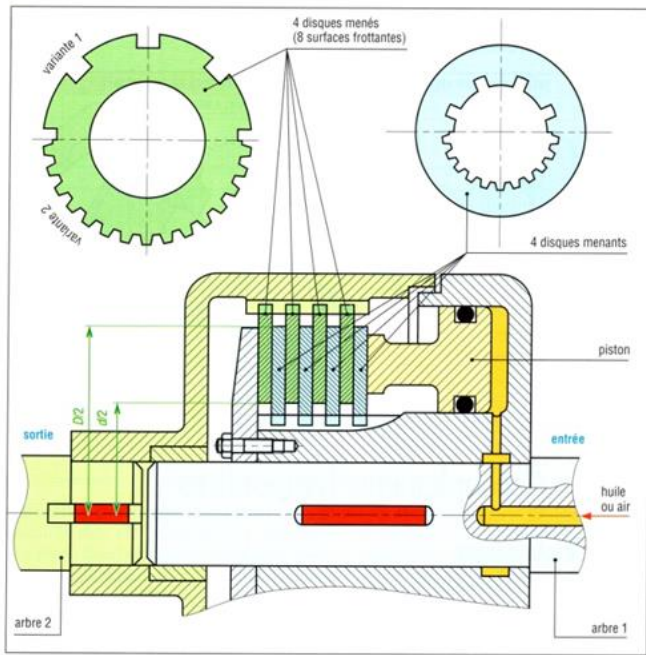
Le nombre de disques annoncé dans un embrayage est donc le nombre de disques pincés munis de garnitures.

- **La lubrification des surfaces de contact:**
  - Fonctionner à sec ;
  - Fonctionner sous bain d'huile.
- **Selon le principe de commande**
  - Commande mécanique ;
  - Commande hydraulique ;
  - Commande électrique asservie électroniquement ;
  - Centrifuge (dans ce cas la commande n'est pas volontaire mais induite par l'action sur l'accélérateur).

### I.2.1. Embrayage mono-disque

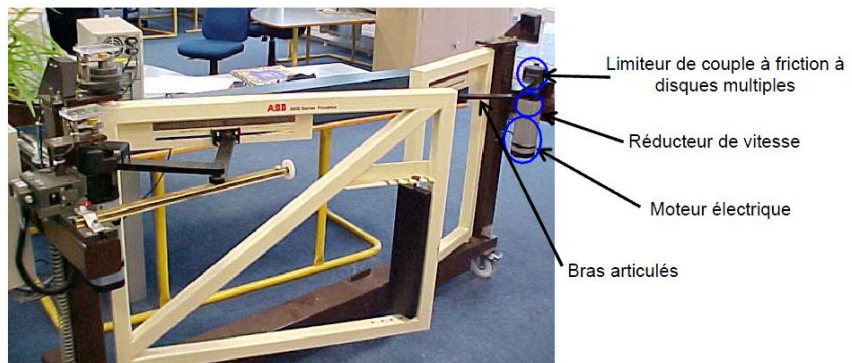


## I.2.2. Embrayage multi-disques



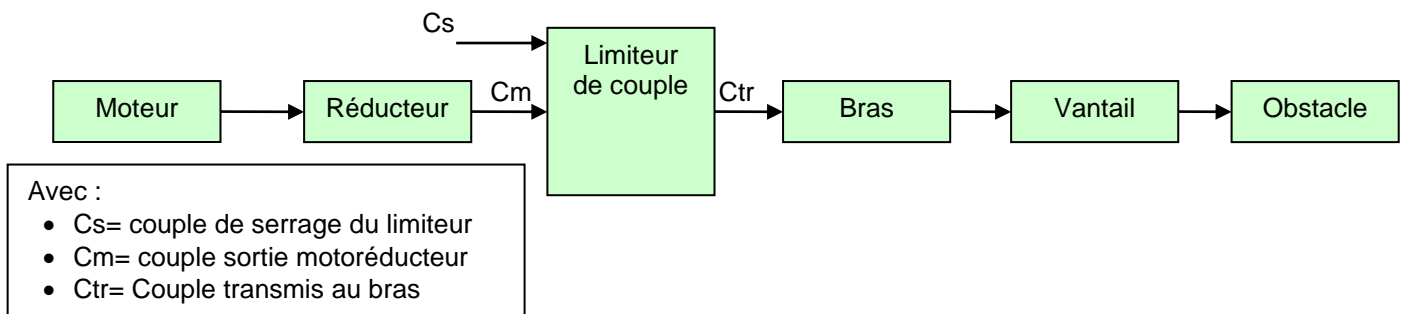
## II. Limiteur de couple du portail automatique Domotticc

L'étude proposé ici s'appui sur le portail automatique présent dans le laboratoire. Afin de respecter les normes « anti-écrasement » lié au mécanisme de fermeture automatique, la chaîne d'énergie du portail est équipée d'un **limiteur de couple**. La norme prévoit pour ce système un couple maximal transmissible de 2200N.m.

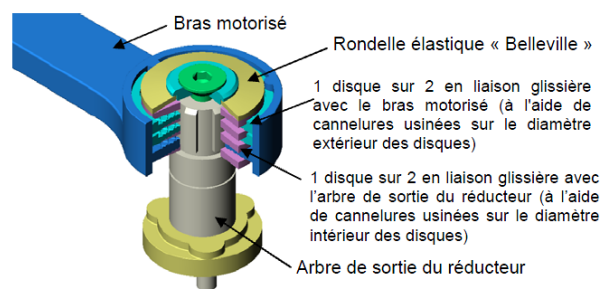


### Présentation du système.

L'ensemble de l'étude s'appui sur la chaîne suivante :



### Le limiteur de couple à friction à disques multiples

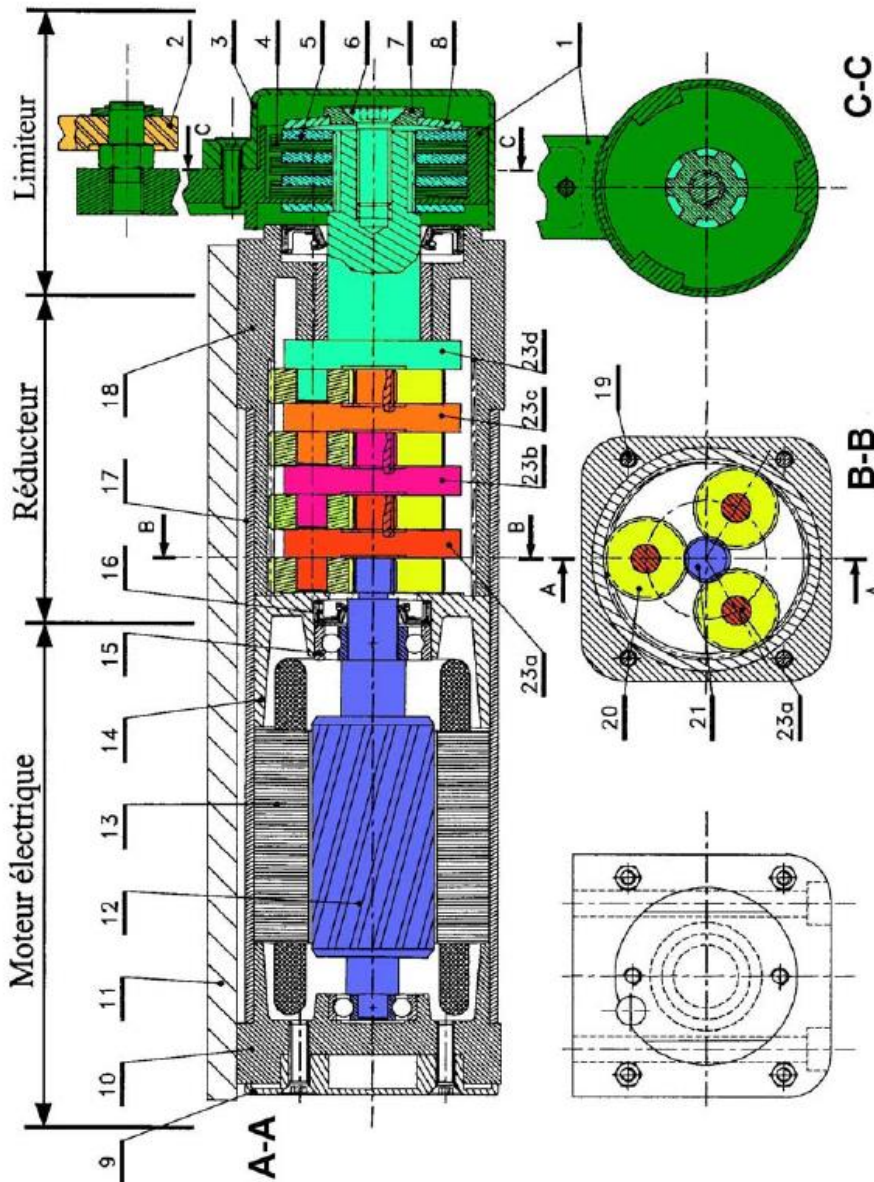


Fonctions du limiteur de couple :

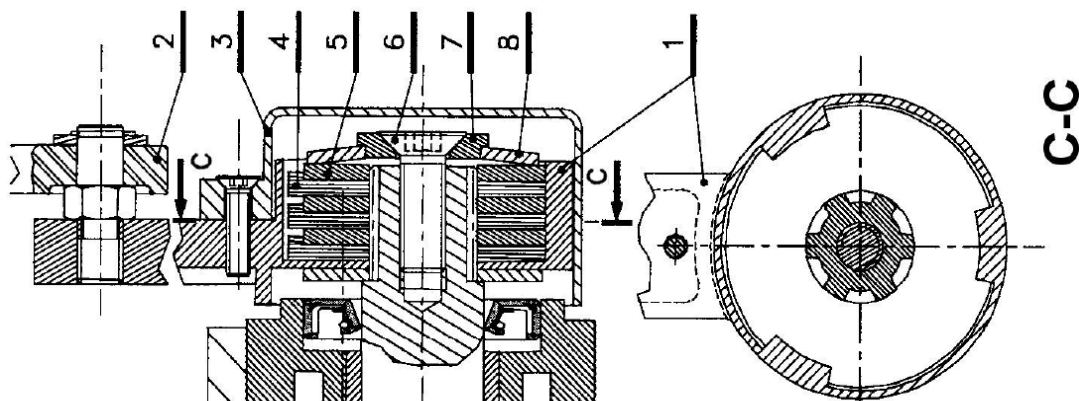
- Protéger le moteur (qui doit pouvoir tourner quelques secondes de plus lorsque les vantaux arrivent en butée de fin de course après la fermeture ou l'ouverture),
- Protéger les utilisateurs (qui se trouveraient accidentellement bloqués par les vantaux).

Dans ces 2 cas de figures, le vantail est bloqué, le bras motorisé s'arrête, les disques glissent les uns sur les autres, l'arbre de sortie du réducteur poursuit sa rotation, et le moteur continue à tourner...

## Dessin d'ensemble et nomenclature du motoréducteur + limiteur



23d	1	Arbre de sortie z = 9
23 a,b,c	3	Porte satellite z = 9
21	1	Pignon rotor z = 9
20	12	Pignon denté z = 18
19	4	Tirant
18	1	Couronne du réducteur z = 45
17	1	Fourreau
16	1	Joint à lèvres 32 62 10
15	1	Roulement 17 40 12
14	1	Flasque droit moteur
13	1	Stator
12	1	Rotor
11	1	Carter
10	1	Flasque gauche moteur
9	1	Couvercle
8	1	Rondelle ressort MUBEA 60x30,5x3,5
7	1	Rondelle d'appui
6	1	Vis FHC M12
5	3	Disque
4	3	Disque
3	1	Chapeau
2	1	Bras de poussée
1	1	Bras motorisé
Rep	Nb	Désignation



8	1	Rondelle ressort MUBEA 60x30,5x3,5 (ou rondelle élastique)
7	1	Rondelle d'appui
6	1	Vis FHC M12
5	3	Disque
4	3	Disque
3	1	Chapeau
2	1	Bras de poussée
1	1	Bras motorisé
Rep	Nb	Désignation

L'objectif est de déterminer l'effort de serrage de la vis afin d'avoir un couple transmissible respectant le cahier des charges  $C_{trmax}=2200N.m$

### Etude théorique

#### Données :

$p$  : Pression supposée uniforme  
 $C_f$  : couple transmissible par adhérence (N.m)  
 $N$  : Effort presseur ou effort axiale (N)  
 $f$  : coefficient de frottement  
 $D$  : diamètre extérieur de la surface frottante  
 $d$  : diamètre intérieur de la surface frottante

**Question 1** : Exprimer la pression  $p$  en fonction de  $N, D$  et  $d$ .

**Question 2** : Exprimer  $C_f$  en fonction de  $f, p, D$  et  $d$ .

**Question 3** : Exprimer  $C_f$  en fonction de  $N, f, D$  et  $d$ .

**Question 4** : Extrapoler la formule pour  $n$  surfaces frottantes.

**Question 5** : Calculer l'effort presseur  $N$  sur le limiteur de couple du portail pour répondre au CDCF.

Données numériques :

- $n = 6$
- $f = 0,15$
- $D = 60mm$
- $d = 30mm$

