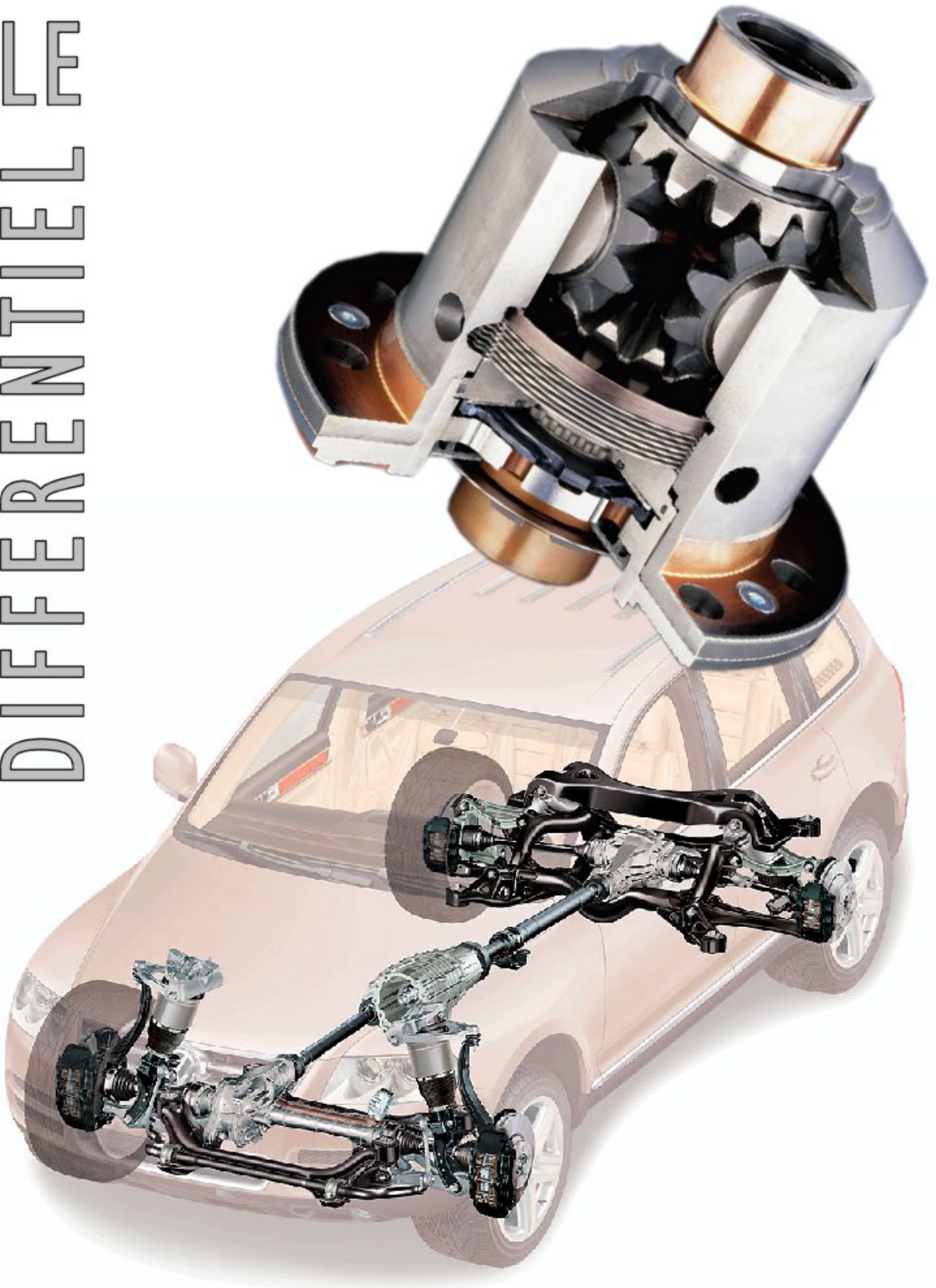


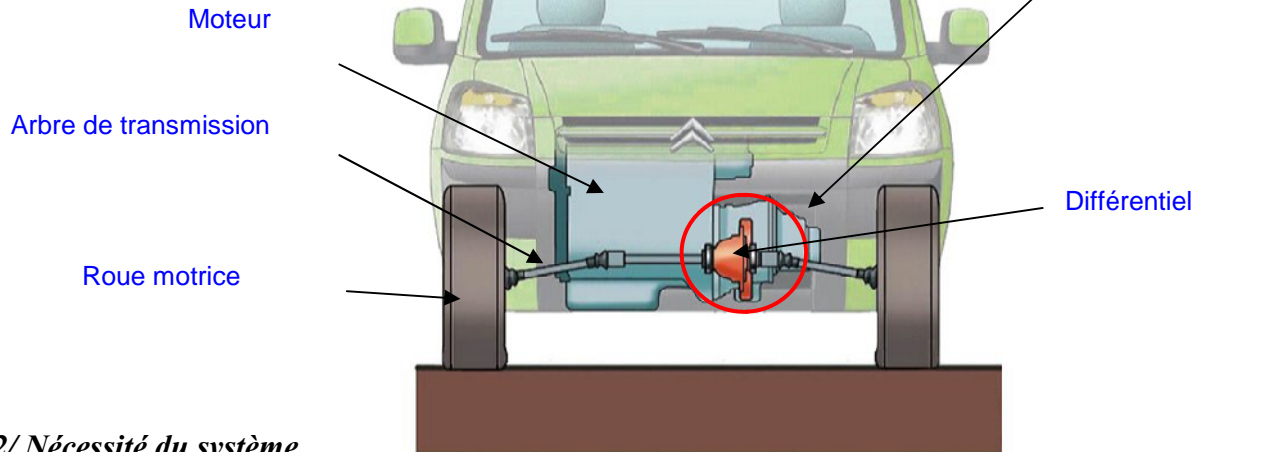


# DIFFERENTIEL





1/ Mise en situation



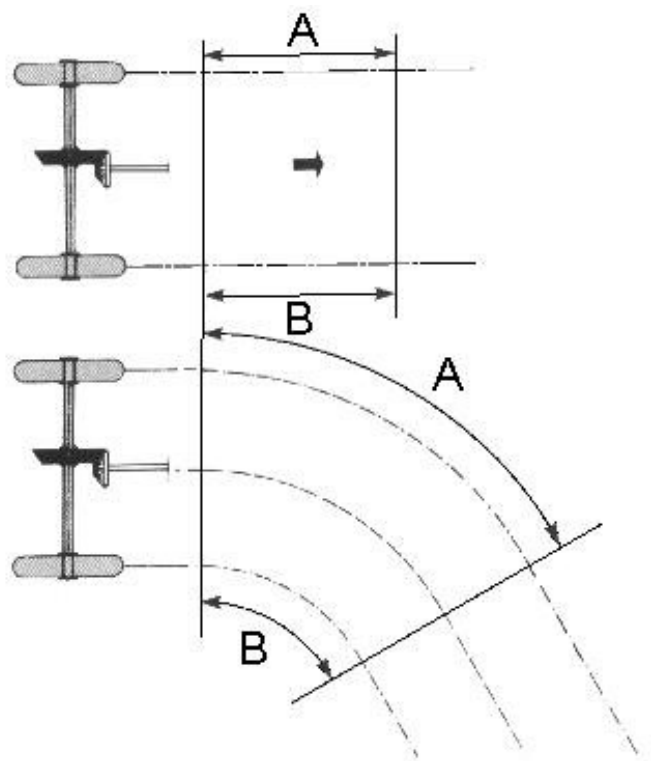
2/ Nécessité du système

Pour l'équilibre de la voiture, il y a toujours soit :

- 2 roues AV motrices
- 2 roues AR motrices
- 4 roues motrices

En ligne droite, les roues parcourent la même distance :  $A = B$

Mais en courbe, la roue extérieure au virage parcourt une distance plus grande que la roue intérieure :  $A > B$

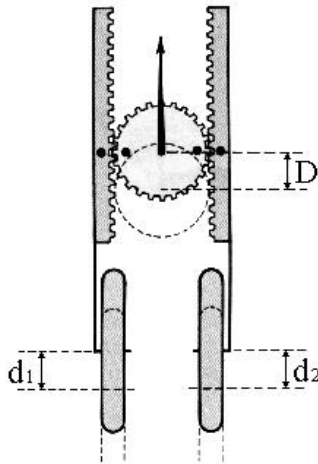


Le système permet, en virage, de répartir le mouvement communiqué à chaque roue de telle sorte que la vitesse du véhicule ne soit pas modifiée.



3/ Principe de fonctionnement

Le principe est donc la répartition de mouvement :



ex : un pignon et deux crémaillères

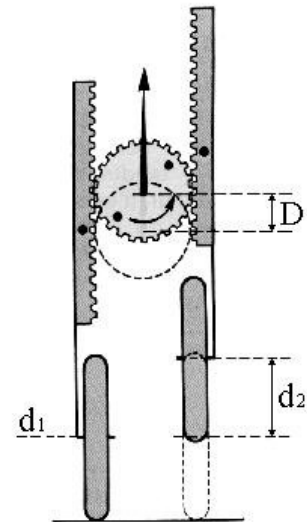
Si la résistance au roulement des deux roues est identique, chaque roue a le même déplacement et on peut écrire la relation :

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Par contre, si pour une raison ou pour une autre une des roues présente une résistance plus grande, seule l'autre roue se déplace entraînant une rotation du pignon "palonnier".

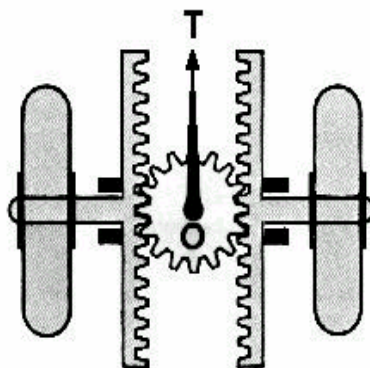
Nous pouvons voir que la crémaillère de droite s'est déplacée de trois dents par rapport au pignon. Le pignon a donc tourné de trois dents sur la crémaillère de gauche. Les deux crémaillères ont ainsi eu un déplacement relatif de six dents ; c'est à dire, le double de la rotation du pignon. Comme dans cet exemple :  $d_1 = 0$  et  $d_2 = 2D$  ; la relation précédente est toujours vérifiée :

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2}$$



Sur un véhicule, les arbres de roues ne se déplacent pas l'un par rapport à l'autre et le mouvement à transmettre doit être un mouvement de rotation.

Les crémaillères sont donc remplacées par des pignons, chacun solidaire d'un arbre de roue.

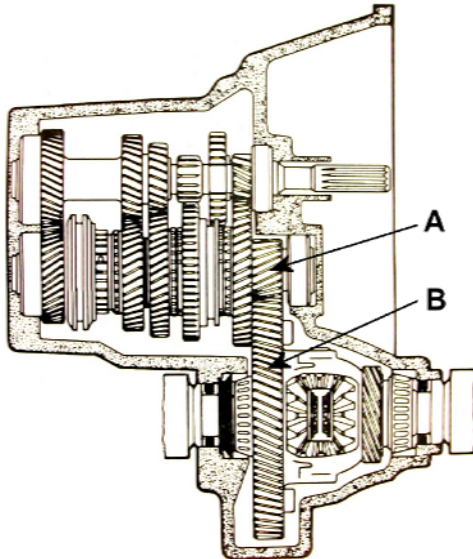




## 4/ Analyse technologique

### 4.1/ Le pignon d'attaque et la couronne

a / Cas du moteur transversal

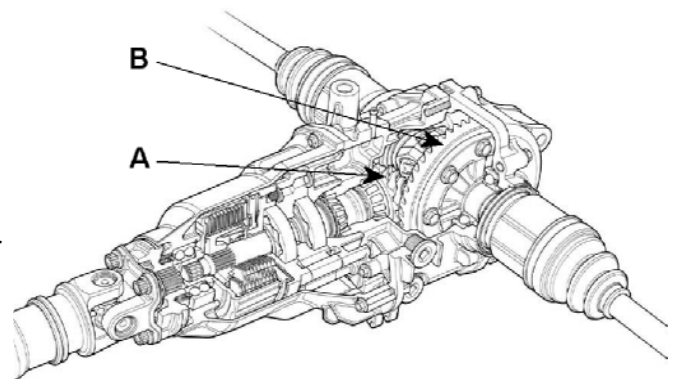


L'axe de rotation du vilebrequin est parallèle à l'axe de rotation des roues. Dans ce cas les arbres de boîte de vitesses sont aussi parallèles à l'axe des roues.

La démultiplication finale est obtenue par deux pignons droits à dentures hélicoïdales. Le petit pignon (A) est appelé "pignon d'attaque", le grand pignon (B) est appelé "couronne".

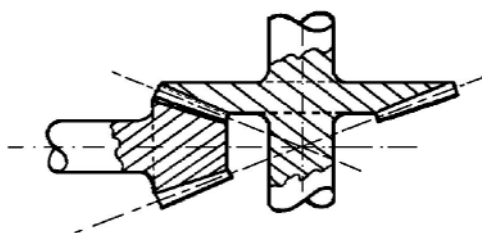
b / Cas du moteur longitudinal

Dans ce cas l'arbre secondaire de la B.V. est longitudinal, alors que l'essieu moteur (arbres de transmission) est transversal. Il faut donc renvoyer le mouvement de 90° : c'est le rôle du **renvoi d'angle**.



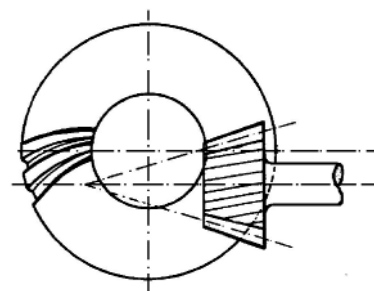
- à pignons coniques :

Le rendement est meilleur que dans le cas de pignons hypoïdes, mais pour de très fortes réductions on obtient un pignon d'attaque dont la dimension est très petite par rapport à celle de la couronne.



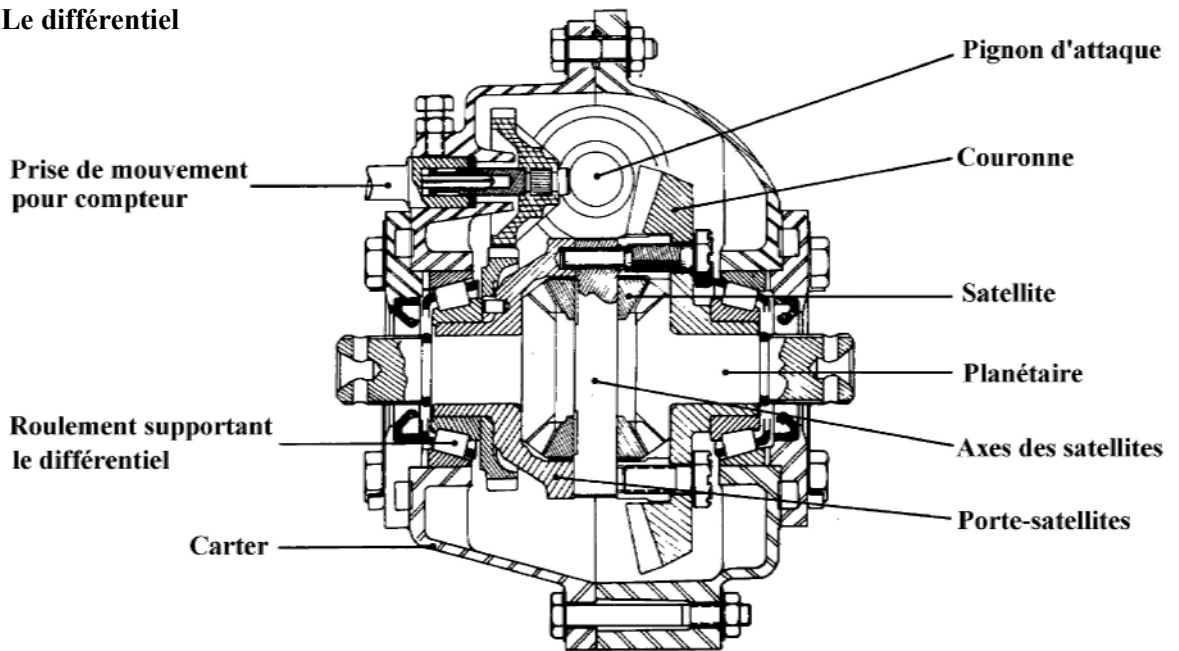
- à pignons hypoïdes :

Le diamètre moyen du pignon est plus grand que le précédent d'où la possibilité de passer des couples plus importants avec de fortes réductions pour un encombrement identique. Il y a aussi augmentation du nombre de dents en prise. Par contre, le glissement des dents est plus important rendant la lubrification plus difficile.





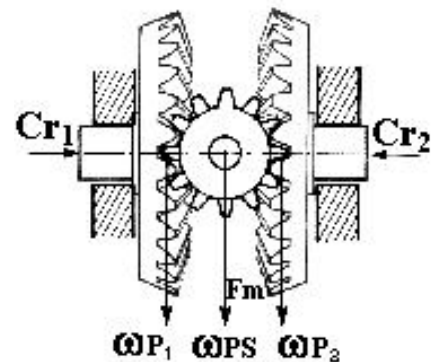
4.2/ Le différentiel



5/ Analyse de fonctionnement

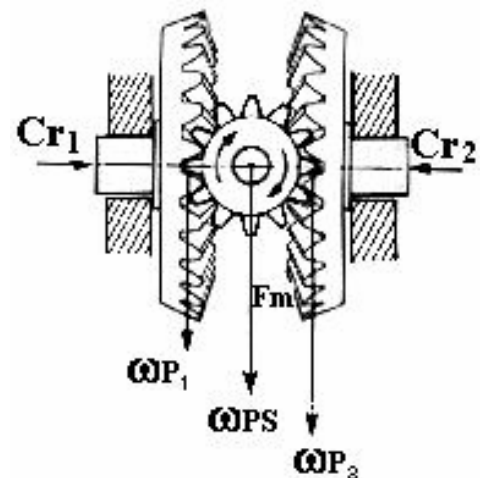
1<sup>er</sup> cas : En ligne droite

Les roues rencontrent une résistance égale à l'avancement. Les planétaires et les roues motrices tournent à la même vitesse que le porte satellite. Le satellite reste fixe sur son axe ; ses dentures agissant comme des clavettes. Ainsi l'ensemble ne forme qu'un bloc.



2<sup>ème</sup> cas : Dans un virage

La roue intérieure au virage est partiellement freinée. D'après l'exemple, le planétaire P1 est ralenti alors que le planétaire P2 est accéléré grâce à la rotation du satellite autour de son axe.



$$\frac{\omega_{P1} + \omega_{P2}}{2} = \omega \text{ du boitier}$$



exemple :

Une couronne tournant à 500 tr/min ; si en virage, la roue gauche tourne à 470 tr/min, la roue droite tournera à 530 tr/min.

$\omega$  boitier = 500 tr/min

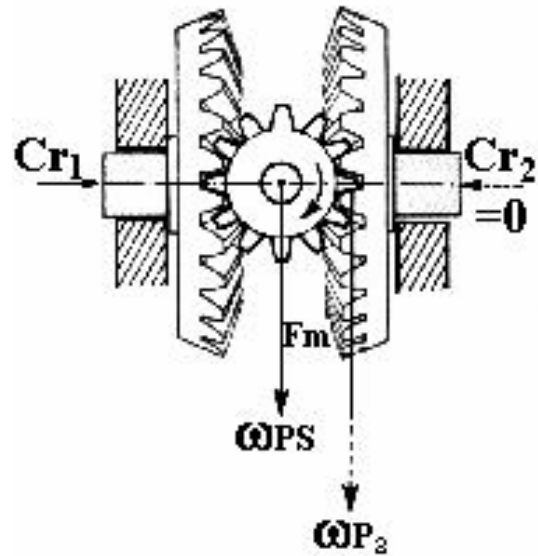
$\omega P_1$  = 470 tr/min

$\omega P_2$  = 530 tr/min

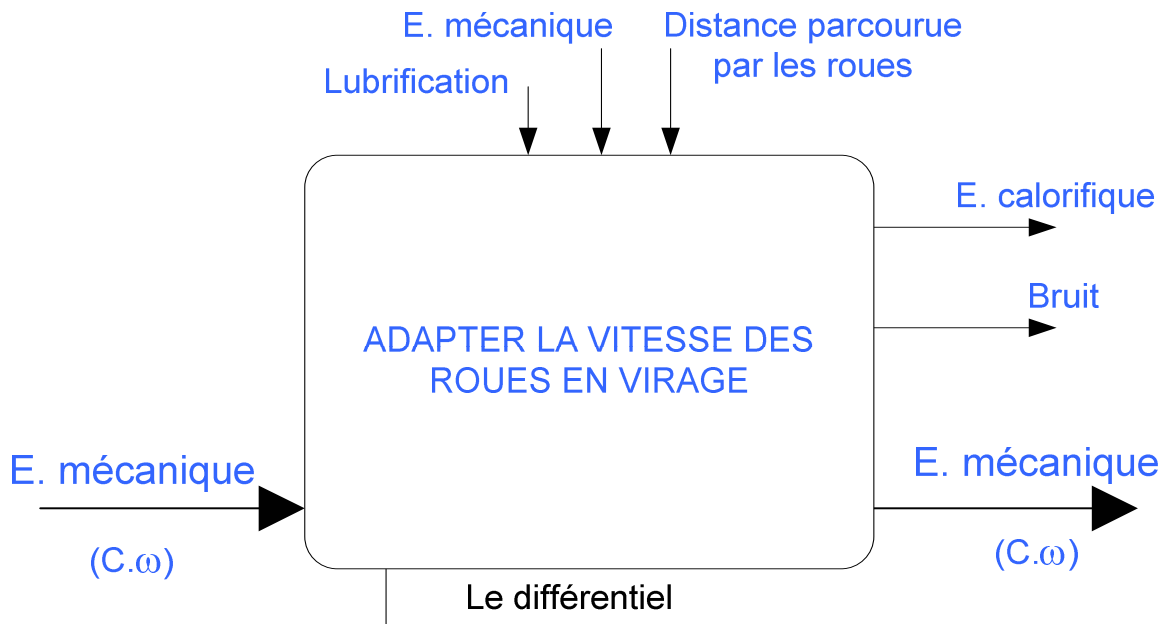
$\frac{530 + 470}{2} = 500$

3ème cas : Une des deux roues patinent

Les axes des satellites entraînés par le boitier du différentiel suivent le mouvement de la grande couronne. Les satellites entraînés par leur axe entre en rotation par l'immobilisation du planétaire gauche. Le planétaire droit tourne deux fois plus vite que la couronne.



6/ Analyse fonctionnelle



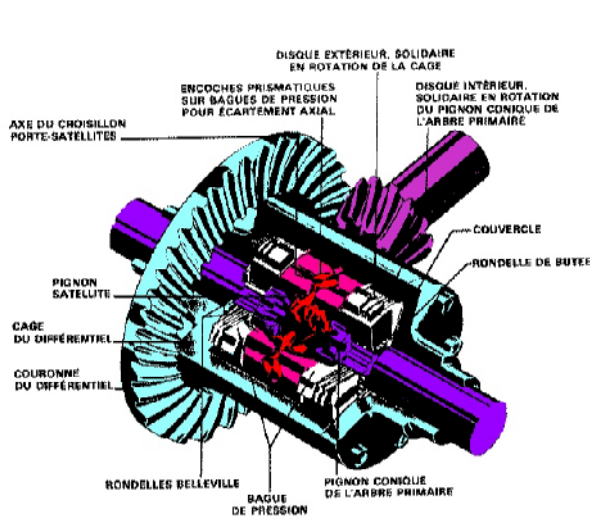


## 7/ Autres solutions technologiques

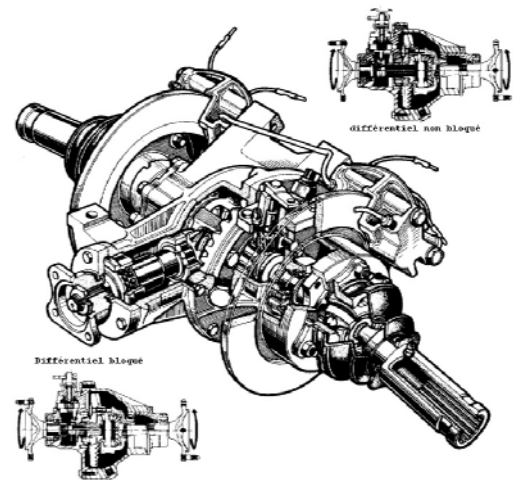
Pour palier le problème d'un manque d'adhérence sur une des roues motrices, ce qui traduit par une perte de motricité, certains constructeurs équipent leurs modèles de **différentiels autobloquants** ou à **glissement limité**.

Le principe de fonctionnement de ces différentiels est de rendre solidaire les deux planétaires avec le boîtier du différentiel dès que leur vitesse relative devient importante. Ce procédé peut être mécanique, hydraulique ou à pilotage électronique.

### 7.1/ Les différentiels autobloquants

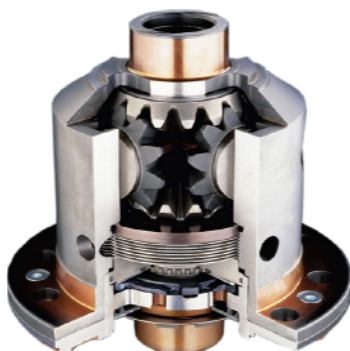


[Autobloquant ZF](#)

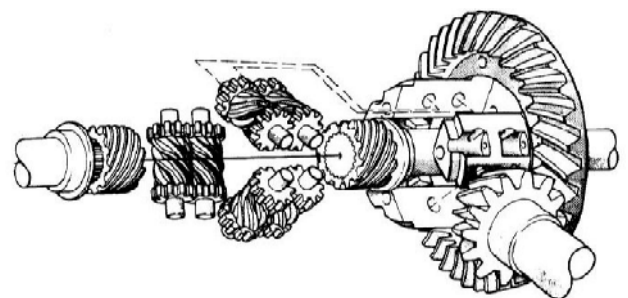


[Autobloquant à commande manuelle](#)

### 7.2/ Les différentiels à glissement limité



[Le visco-coupleur](#)



[Le différentiel TORSEN](#)