

## POMPE A PISTONS AXIAUX

### 1. Mise en situation

On trouve ce type de pompe dans de nombreux systèmes utilisant l'énergie hydraulique. Par exemple, la transmission Fendt 900 Vario (Variateur de vitesse) support du sujet CCP MP 2008.

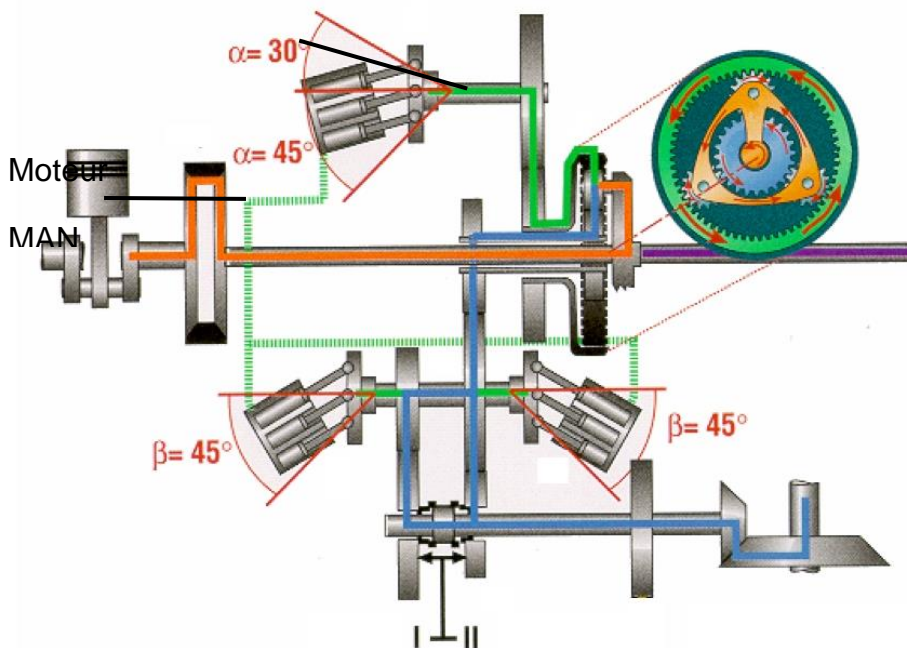


Figure 1: Transmission Fendt 900 Vario

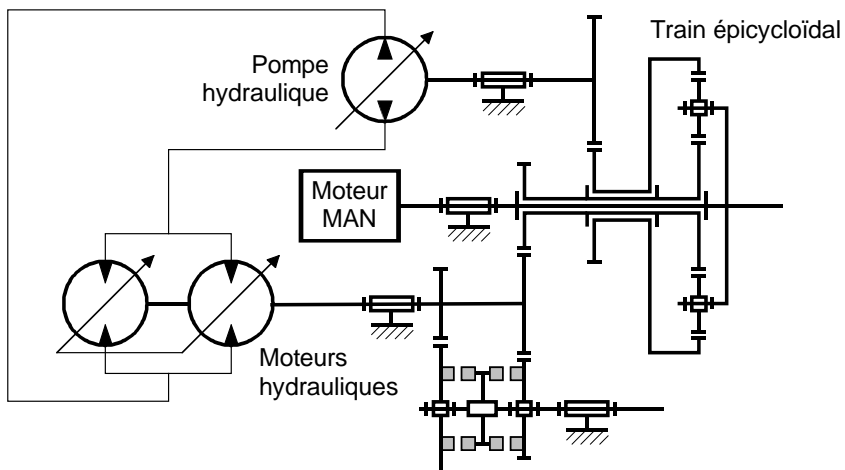
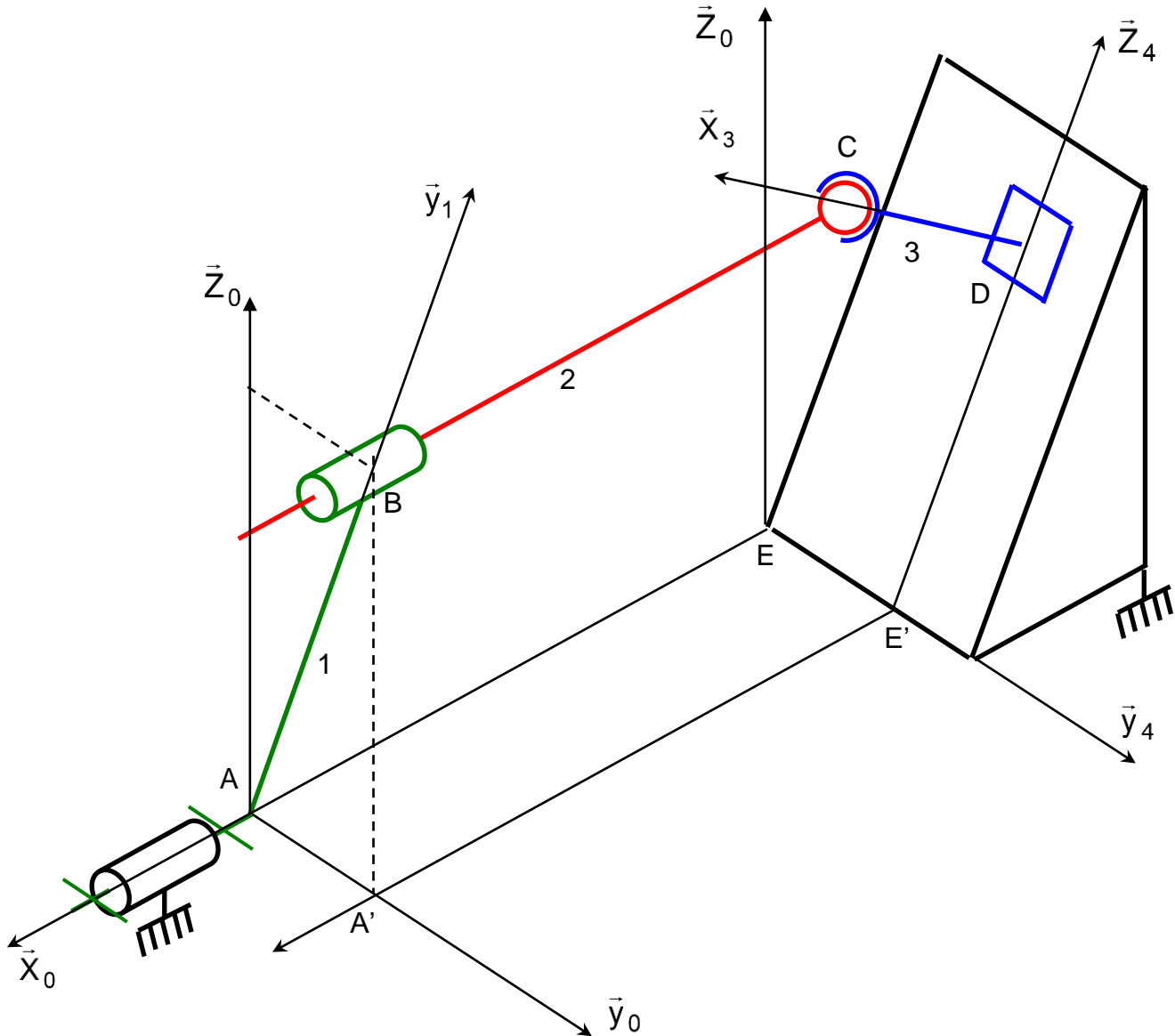


Figure 2 : Schéma cinématique de la transmission Fendt

## 2. Description

### 2.1 schéma cinématique

Le mécanisme dont le schéma cinématique est donné ci-dessous représente une pompe hydraulique à pistons axiaux. Un moto-réducteur non représenté entraîne le barillet 1 en rotation autour de l'axe  $(A, \vec{x}_0)$  ce qui permet le déplacement du piston 2 le long de l'axe  $(B, \vec{x}_0)$ . La plaque d'appui 3 assure le contact du piston 2 avec le plan incliné 4 lié au bâti 0.



Un seul piston de la pompe est représenté ici. Les pompes en comportent 7 ou 9 généralement (un nombre impair garantissant un débit le plus régulier possible). L'étude géométrique proposée est nécessaire pour déterminer les conditions géométriques garantissant le débit de la pompe souhaité. Tout comme dans le système bielle manivelle étudié précédemment, c'est le mouvement alternatif du piston qui permet un pompage du fluide (pompe volumétrique). Ce pompage n'est possible qu'à condition d'associer une distribution convenable associée au mouvement analysé dans cette étude géométrique. La distribution consiste à relier la chambre du barillet alternativement à la réserve de fluide et à l'actionneur hydraulique à alimenter en fluide sous pression (vérin ou moteur hydraulique).

## 2.2 Repères associés aux solides

$R_0 = (A; \vec{x}_0; \vec{y}_0; \vec{z}_0)$  lié au bati 0

$R_1 = (A; \vec{x}_1; \vec{y}_1; \vec{z}_1)$  lié au barillet 1

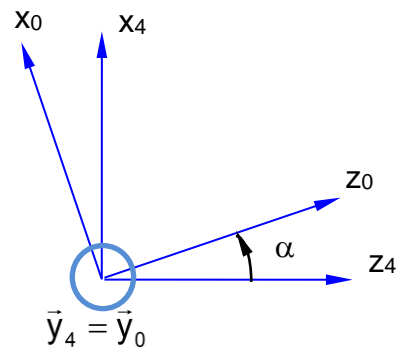
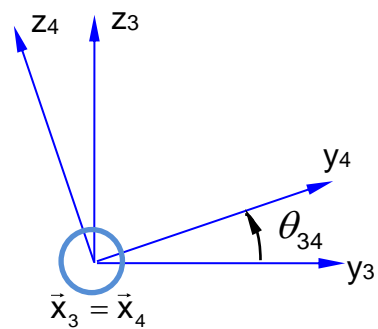
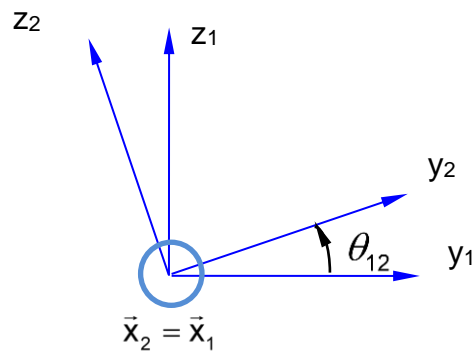
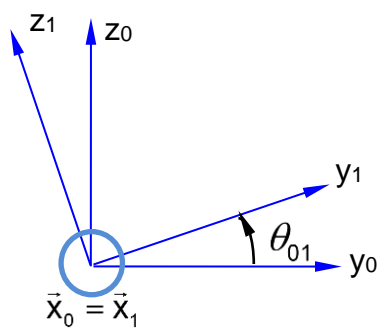
$R_2 = (B; \vec{x}_2; \vec{y}_2; \vec{z}_2)$  lié au piston 2

$R_3 = (D; \vec{x}_3; \vec{y}_3; \vec{z}_3)$  lié à la plaque 3

$R_4 = (D; \vec{x}_4; \vec{y}_4; \vec{z}_4)$  lié au plan incliné 4

## 2.3 Paramétrage

$$\overline{AB} = R\vec{y}_1 \quad \overline{CB} = \lambda\vec{x}_1 \quad \overline{DE} = -v\vec{y}_0 - w\vec{z}_4 \quad \overline{DC} = h\vec{x}_3 \quad \overline{AE} = -d\vec{x}_0$$



## 3. TRAVAIL DEMANDE

## 3.1 Etude des liaisons

**Q1.** Tracer le graphe du mécanisme en indiquant les liaisons.

## 3.2 Etude géométrique

**Q2.** Ecrire la fermeture géométrique du mécanisme. En déduire la relation entrée-sortie géométrique  $\lambda$  en fonction de  $\theta_{01}$  et des constantes  $R$ ,  $h$ ,  $d$  et  $\alpha$  uniquement.

## 3.4 Etude des performances

- Q3.** *Exprimer la vitesse du piston  $\dot{\lambda}$  et déterminer le débit  $q = \dot{\lambda} \cdot S$  de fluide maxi  $q_{\text{maxi}}$  et moyen  $q_{\text{moy}}$  sur sa course pour un piston de section  $S=3\text{cm}^2$ . On prendra  $R=5\text{cm}$ ,  $\alpha=20^\circ$  et  $\dot{\theta}_{01} = 1800 \cdot \frac{2\pi}{60} \text{rad/s}$ .*
- Q4.** *Déterminer l'expression du débit  $q_p$  de la pompe en considérant 9 pistons répartis angulairement uniformément dans le barillet tels que :  $q_p = S \cdot \sum_{k=0}^8 \dot{\lambda} \left( \theta_{01} + k \frac{2\pi}{9} \right)$*
- Q5.** *Ecrire une fonction python Lambda d'argument theta01 renvoyant la valeur de  $\lambda$  établie en question 2. Utiliser le script fourni pour tracer l'évolution de Lambda sur un tour de barillet. Reproduire ce tracé avec les valeurs clés d'abscisses et d'ordonnées.*
- Q6.** *Ecrire une fonction python Lambdapoint d'argument theta01 renvoyant la valeur de  $\dot{\lambda}$  établie en question 3.*
- Q7.** *Ecrire un script permettant de tracer le débit de refoulement de la pompe. On utilisera le script fourni pour ne prendre en compte que le débit de refoulement et non d'aspiration pour un piston. Déterminer les valeurs de débit mini, maxi et moyen de la pompe sur un tour de l'arbre 1.*

```
#####
# TD pompe à pistons axiaux
#####
```

```
import numpy as np
```

```
alpha=15/180*np.pi #inclinaison maximale du plan
```

```
n=9 #nombre de pistons
```

```
r=0.01 #rayon en m du piston
```

```
R=0.05 #"rayon" du barillet
```

```
h=0.013 #longueur du patin
```

```
d=0.06 #longueur du bati
```

```
N=1800 #tr/min de vitesse de rotation maxi du barillet (correspond à thetapoint)
```

```
#####  
# relation entrée sortie  
  
def Lambda(theta01):  
###à compléter##  
  
omega=N*2*np.pi/60 #passage des tr/min aux rad/s  
S=np.pi*r**2 #surface du piston  
  
def Lambdapoint(theta01):  
###à compléter###  
  
T_theta01=[i*2*np.pi/360 for i in range(360)]  
  
T_Lambda=Lambda(T_theta01)  
  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
plt.clf()  
plt.plot(T_theta01,T_Lambda)  
plt.title('lambda(theta01)')  
plt.xlabel('theta01 en rad')  
plt.ylabel('lambda en m')  
plt.show()  
  
# déterminer le débit total de la pompe à 9 pistons (attention seules les valeurs de débit positives avec  
# lambdapoint positif sont à prendre en compte pour le refoulement du fluide depuis la pompe)  
  
def q(theta01):  
"""débit de refoulement ne considérant que les vitesses Lambapoint positives"""  
    if Lambdapoint(theta01)>0:  
        return Lambdapoint(theta01)*S  
    else:  
        return 0  
  
T_q=[q(t) for t in T_theta01]  
  
def qtotal(theta01):  
###à compléter###
```