

# BACCALAUREAT PROFESSIONNEL MAINTENANCE DE VEHICULES AUTOMOBILES Session 2003

Options A, B, C, D

Nature de l'épreuve :

E1 : Epreuve scientifique et technique  
Sous-épreuve E11 : Analyse d'un système technique  
Epreuve écrite – coefficient : 2 – durée : 3 heures

THEME SUPPORT DE L'ETUDE :

***DIRECTION ASSISTEE A VERIN INTEGRE  
( PEUGEOT 206 )***

**DOSSIER CORRIGE**

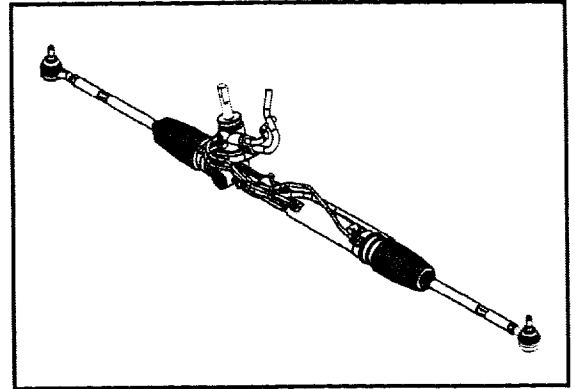
Dossier Travail + barème : ..... DT 1 / 12 à DT 12 / 12

<b>ANALYSE DU SYSTEME</b>	1 Analyse fonctionnelle	9
	1-2 Analyse technologique	
	1-21 Fonction du tuyau d'échange	3
	1-22 Mise en évidence des différents flux	3
<b>ETUDE DE L'ASSISTANCE</b>	2-1 Effort d'assistance	
	2-11 Aire de la surface de travail	3
	2-12 Intensité de l'effort d'assistance + validation	4
	2-2 Effort exercé sur le Pignon	
	2-21 Intensité de l'effort d'engrènement	5
	2-22 Intensité de l'effort axial d'engrènement	5
	2-3 Rôle du système d'assistance de direction	2
	2-4 Etude de la solution technologique	3
<b>ETUDE DE LA TRANSFORMATION DE MOUVEMENT</b>	3-1 Vitesse de déplacement de la Crémaillère	
	3-11 Vitesse de rotation du Pignon	3
	3-12 Vitesse linéaire de déplacement de la Crémaillère	5
	3-2 Débit d'alimentation hydraulique + validation	5
<b>LIAISON VALVE/PIGNON</b>	4-1 Etude de la solution technologique	5
	4-2 Analyse fonctionnelle	5
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>

Examen : <b>BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>	Options : <b>A, B, C, D</b>	Session : <b>2003</b>
Spécialité : <b>M. V. A.</b>	Code : <b>0306-MV ST 11</b>	Durée : <b>3 h</b> Coef. : <b>2</b>
Epreuve : <b>E1 - Epreuve scientifique et technique</b>	Unité : <b>U11 Analyse d'un système technique</b>	

## OBJECTIF DE L'ETUDE :

Le but de cette étude est de valider certaines données " Constructeur " définies dans le Cahier des Charges Fonctionnelles du Système d'assistance à vérin intégré ( voir Dossier Ressource ) et d'étudier les solutions technologiques mises en œuvre.



Les données du C.d.C.F à valider sont :

- ⇒ *L'effort d'assistance minimum pour une pression d'alimentation donnée et la solution technologique retenue pour la fonction d'étanchéité entre la Crémaillère 2 et le Pignon 1.*
- ⇒ *Le débit d'alimentation d'huile pour respecter les critères de déplacement de la crémaillère.*

Les solutions technologiques à étudier sont :

- ⇒ *La fonction d'étanchéité entre le Crémaillère 2 et le Carter 1.*
- ⇒ *La liaison entre l'axe de la Valve et le Pignon.*

Remarque : Tous ces paramètres à valider sont exposés dans le Dossier Ressource ( page 7 / 10 )

## **1 - ANALYSE DU SYSTEME :**

L'analyse de la Direction assistée à vérin intégré doit permettre la compréhension du système nécessaire à la validation des paramètres définis ci-dessus.

Elle se déroulera en 2 étapes :

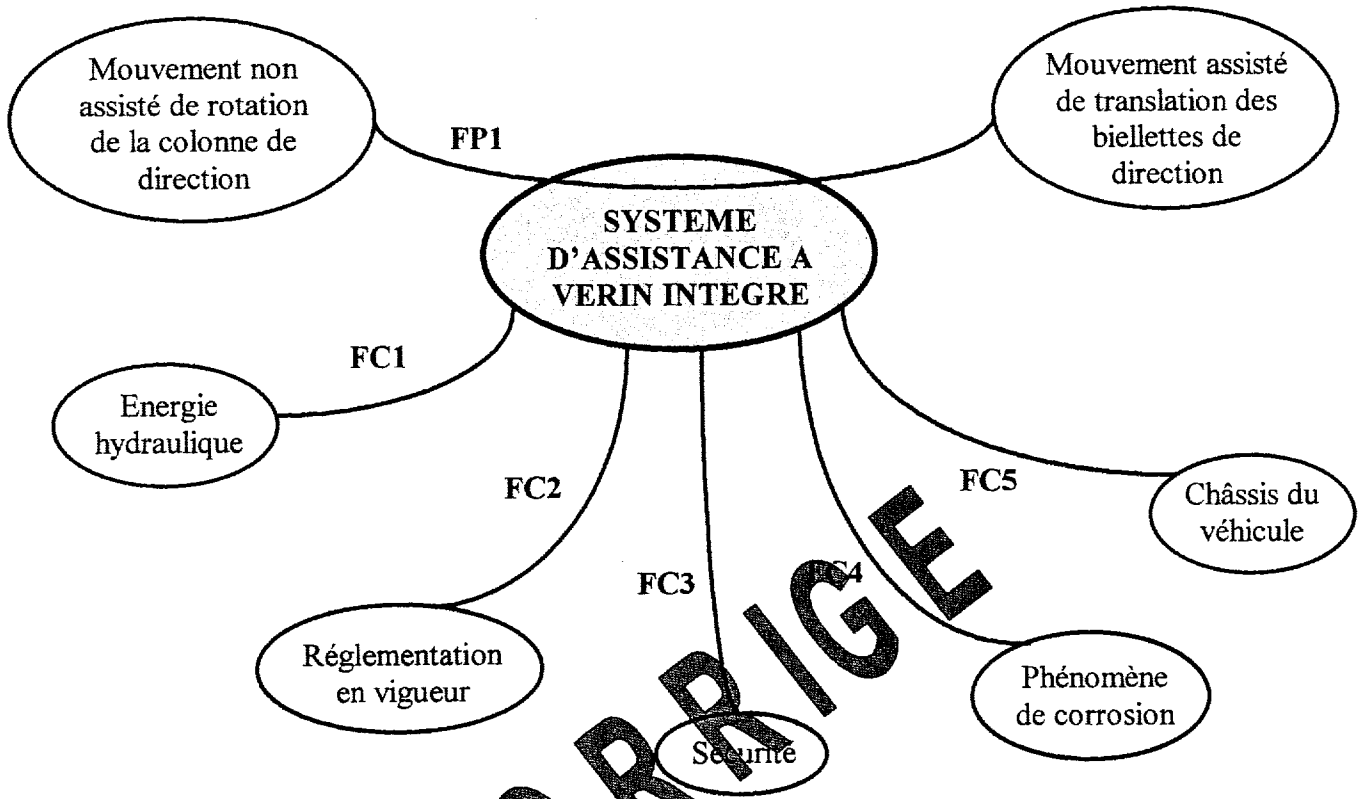
- ⇒ *L'analyse fonctionnelle du système*
- ⇒ *L'analyse technologique de l'assistance hydraulique*

### 1-1 ANALYSE FONCTIONNELLE :

A partir du Graphe d'association représenté ci-contre, définir les différentes fonctions de service du système mises en évidence dans le graphe dans le tableau page 2 / 12 du Dossier Travail.

**Frontière de l'étude :** Eléments définis dans le *Dossier Ressource*.

**Phase de fonctionnement :** Phase de conduite



FP1	<i>Transformer le mouvement non-assisté de rotation de la colonne de direction en mouvement assisté de translation des biellettes de direction.</i>
FC1	<i>Fonctionner avec l'énergie hydraulique avec une pression d'utilisation maximum de 100 bars.</i>
FC2	<i>Répondre à la réglementation en vigueur dans le pays où le véhicule est commercialisé.</i>
FC3	<i>Répondre aux normes de sécurité.</i>
FC4	<i>Protéger l'intégrité fonctionnelle du mécanisme contre le phénomène de corrosion pendant une durée de 15 ans.</i>
FC5	<i>Assurer la mise en position et le maintien en position sur le châssis du véhicule.</i>

## 1-2 ANALYSE TECHNOLOGIQUE :

La figure ci-dessous représente le schéma de principe du Systeme d'assistance à vérin intégré afin de mettre en évidence les différents flux d'alimentation hydraulique et de circulation d'air.

### 1-21 Fonction du tuyau de communication entre les soufflets :

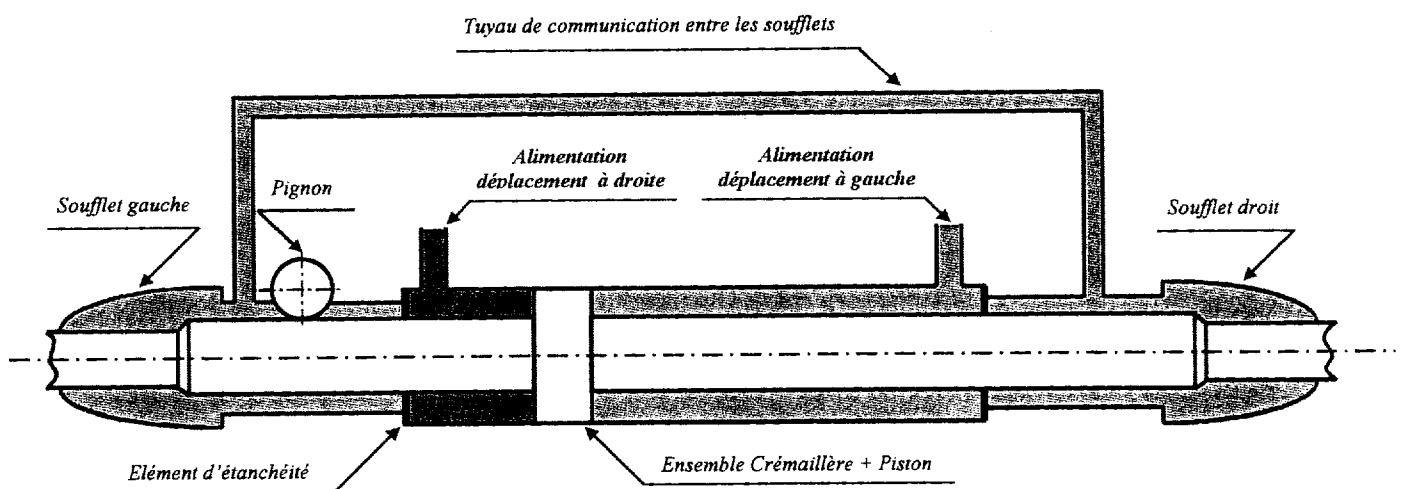
Définir, à l'aide du schéma technologique et du Dossier ressource, la fonction du tuyau de communication entre les soufflets.

<p>Détermination de la fonction du tuyau de communication entre les soufflets.</p>	<p>Permettre la circulation de l'air entre le soufflet gauche et le soufflet droit afin d'éviter l'effet d'amortissement durant le déplacement de l'ensemble <u>Piston + Crémaillère</u>.</p>
--	---

### 1-22 Mise en évidence des différents flux :

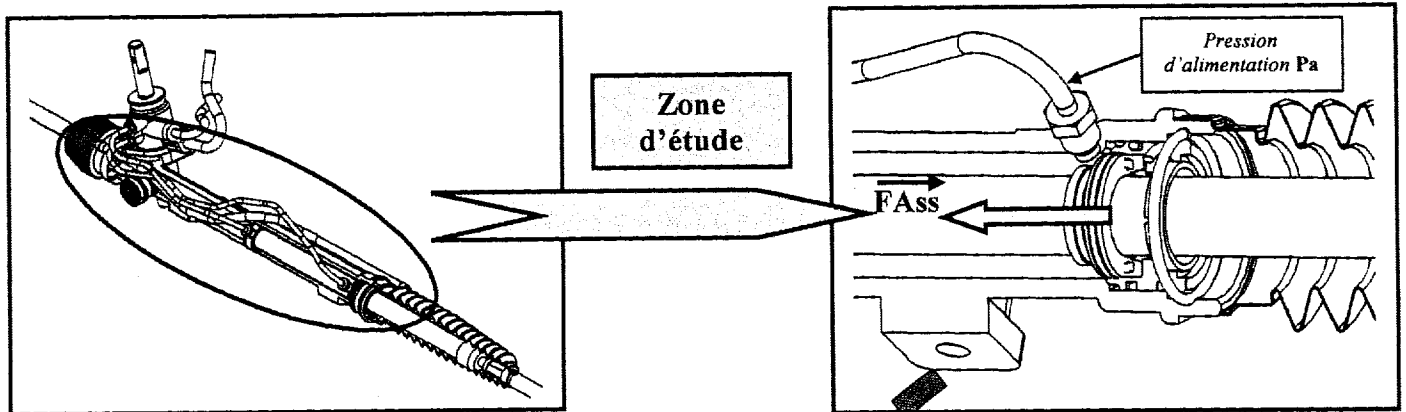
En utilisant le code de couleurs défini ci-dessous, colorier sur le schéma technologique les différents flux.

<p><b>Rouge</b></p>	<p>Alimentation en huile pour le déplacement à droite de l'ensemble Piston + Crémaillère</p>
<p><b>Bleu</b></p>	<p>Alimentation en huile pour le déplacement à gauche de l'ensemble Piston + Crémaillère</p>
<p><b>Vert</b></p>	<p>Circulation d'air entre les deux soufflets.</p>



## 2 - ETUDE DE L'ASSISTANCE :

L'objectif de l'étude statique est de valider l'effort d'assistance  $\vec{F}_{Ass}$  minimum fourni par le Système d'assistance à vérin intégré, défini dans le Cahier des Charges Fonctionnelles du constructeur ( voir Dossier ressource : document 8/10 )



Donnée extraite du Cahier des Charges du constructeur à valider.

L'effort d'assistance minimum fourni par le mécanisme de direction complet doit être de 6000 N à la pression maximum de 100 bars.

### 2-1 Détermination de l'effort d'assistance :

On pose ci-dessous le Principe de l'hydrostatique permettant de calculer l'intensité d'une force provoquée par l'action d'un fluide comprimé agissant sur une surface.

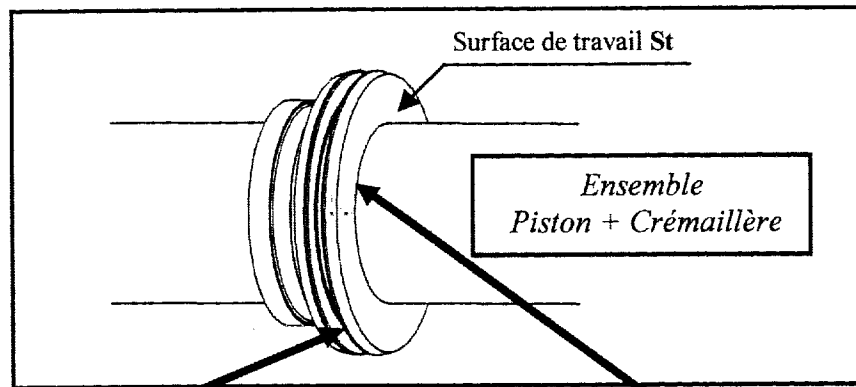
$$\|\vec{F}\| = P_u \times S_t$$

Avec :

- $\|\vec{F}\| \Rightarrow$  intensité de l'effort provoqué par l'action d'un fluide
- $P_u \Rightarrow$  pression du fluide agissant sur la surface exprimée en Pa
- $S_t \Rightarrow$  surface de travail sur laquelle s'exerce la pression exprimée en  $m^2$

### 2-11 Aire de la surface de travail de l'ensemble Piston + Crémaillère :

A partir des données dimensionnelles de l'ensemble Piston + Crémaillère ci-après, calculer l'aire de la surface sur laquelle s'exerce la pression du fluide comprimé.



Mesurer

Crémaillère

Objets sélectionnés: Arête (1@Piston-1)

Projection sur:  Ecran  Plan/Face

Mesures: Longueur: 118,94mm Diamètre: 37,86mm

Fermer Options... Aide

Système de coordonnées de sortie: -- par défaut --

Dimension du diamètre du Piston

Mesurer

Crémaillère.SLDASM

Objets sélectionnés: Arête (1@Piston-1)

Projection sur:  Ecran  Plan/Face

Mesures: Longueur: 75,4mm Diamètre: 24mm

Fermer Options... Aide

Système de coordonnées de sortie: -- par défaut --

Dimension du diamètre de la Crémaillère

CORRIGE

Surface du Piston	$\pi \cdot \frac{(\text{Diamètre piston})^2}{4} = \pi \cdot \frac{(37,86)^2}{4} = 1.125,77 \text{ mm}^2$
Surface de la Crémaillère	$\pi \cdot \frac{(\text{Diamètre crémaillère})^2}{4} = \pi \cdot \frac{(24)^2}{4} = 452,39 \text{ mm}^2$
Surface de travail St	$\text{Surface piston} - \text{Surface crémaillère} = 1.125,77 - 452,39 = \underline{673,38 \text{ mm}^2}$

**2-12 Intensité de l'effort d'assistance :**

En utilisant le Principe de l'hydrostatique, calculer l'intensité de l'effort d'assistance  $\vec{F}_{Ass}$ .

Pression d'alimentation $P_a = 100 \cdot 10^5 Pa$	Surface de travail = $6,7338 \cdot 10^4 m^2$
$\ \vec{F}_{Ass}\  = P_a \times St = 100 \cdot 10^5 \times 6,7338 \cdot 10^4 = \underline{6733,8 N}$	

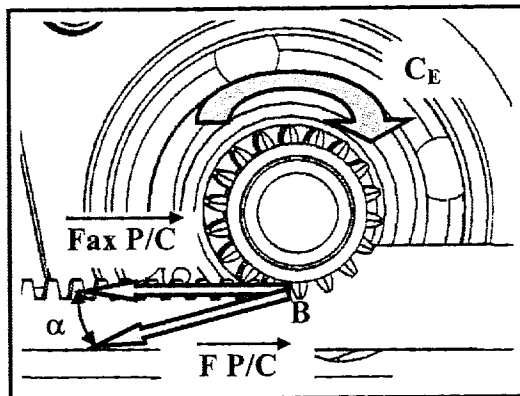
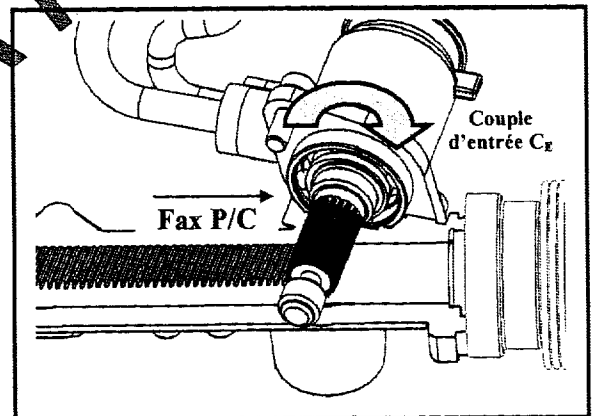
L'effort d'assistance minimum est-il validé ?

Oui car l'intensité de l'effort d'assistance  $F_{Ass} \geq 6600 N$

**2-2 Détermination de l'effort exercé par le pignon sur la crémaillère :**

Calculer l'intensité de l'effort axial  $F_{ax P/C}$  exercé par le Pignon sur la Crémaillère provoqué par la rotation de la colonne de direction.

La rotation de la colonne de direction est caractérisée par le couple d'entrée  $C_E$  dont l'évolution est caractérisée par la courbe définie dans le Dossier ressource (document 9/10).



Le déplacement de la crémaillère est partiellement provoqué par l'effort d'engrènement  $F_{P/C}$  au point B.

On considère que la droite d'action de l'effort d'engrènement  $F_{P/C}$  est inclinée d'un angle  $\alpha$  correspondant à l'angle de la denture du Pignon.

**2-21 Détermination de l'intensité de l'effort d'engrènement  $F_{P/C}$  :**

Calculer l'intensité de l'effort d'engrènement  $F_{P/C}$  sachant que :

Couple d'entrée $C_E = 6 \text{ N.m}$	Diamètre primitif du pignon = 15,53 mm
$\  \vec{F}_{P/C} \  = \frac{\text{Couple d'entrée } C_E \text{ (N.m)}}{\text{Rayon primitif du pignon (m)}} = \frac{6}{0.007765} = 772,69 \text{ N}$	

### 2-2 Détermination de l'intensité de l'effort axial d'engrènement $\vec{F}_{ax P/C}$ :

Calculer l'intensité de l'effort axial d'engrènement  $\vec{F}_{ax P/C}$  sachant que l'angle  $\alpha = 20^\circ$

$\  \vec{F}_{ax P/C} \  = \  \vec{F}_{P/C} \  \cdot \cos \alpha = 772,69 \cdot \cos 20^\circ = 726,09 \text{ N}$
--

### 2-3 Rôle du système d'assistance de direction.

Comparer les intensités de  $\vec{F}_{ax P/C}$  et de  $\vec{F}_{Ass}$  et en déduire les conséquences en cas de défaillance du système d'assistance.

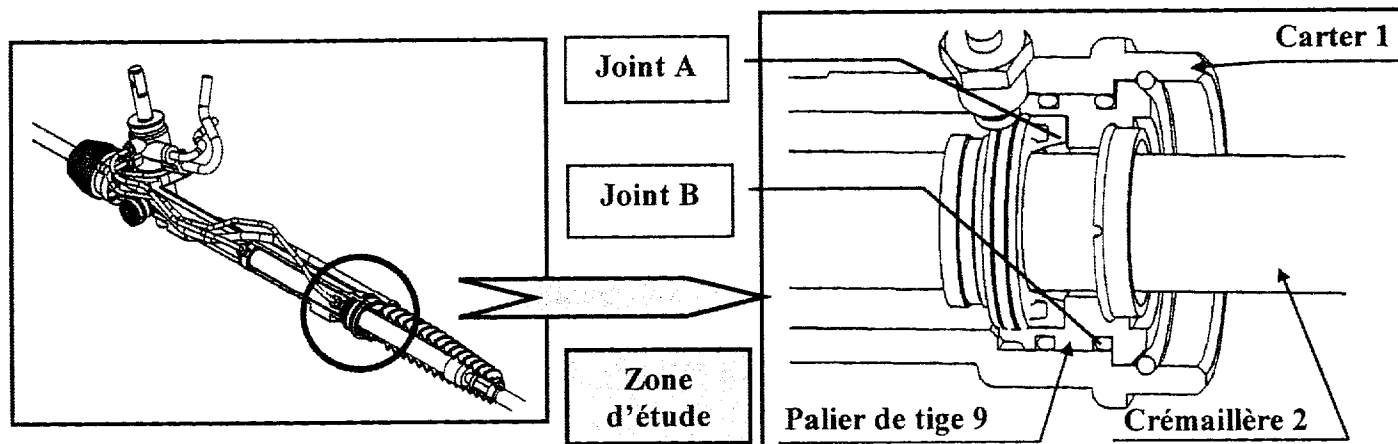
CORRIGÉ

$\  \vec{F}_{Ass} \  > \  \vec{F}_{ax P/C} \ $
--

*L'intensité de l'effort d'assistance est largement supérieure à l'intensité de l'effort d'engrènement. En cas de défaillance du système d'assistance, l'intensité de l'effort d'engrènement devrait pallier à la disparition de l'effort d'assistance nécessitant des efforts importants du conducteur sur le volant.*

### 2-4 Etude de la solution technologique :

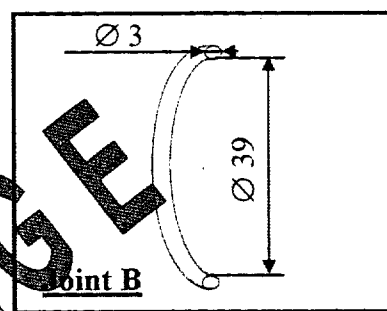
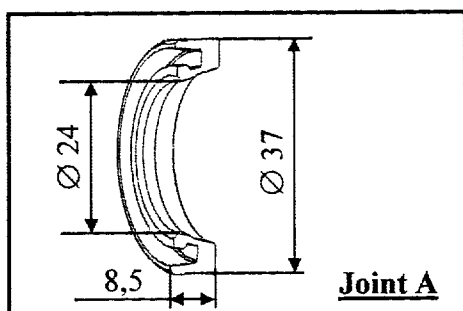
L'étude porte sur la fonction d'étanchéité au niveau de la liaison Carter / Crémaillère.





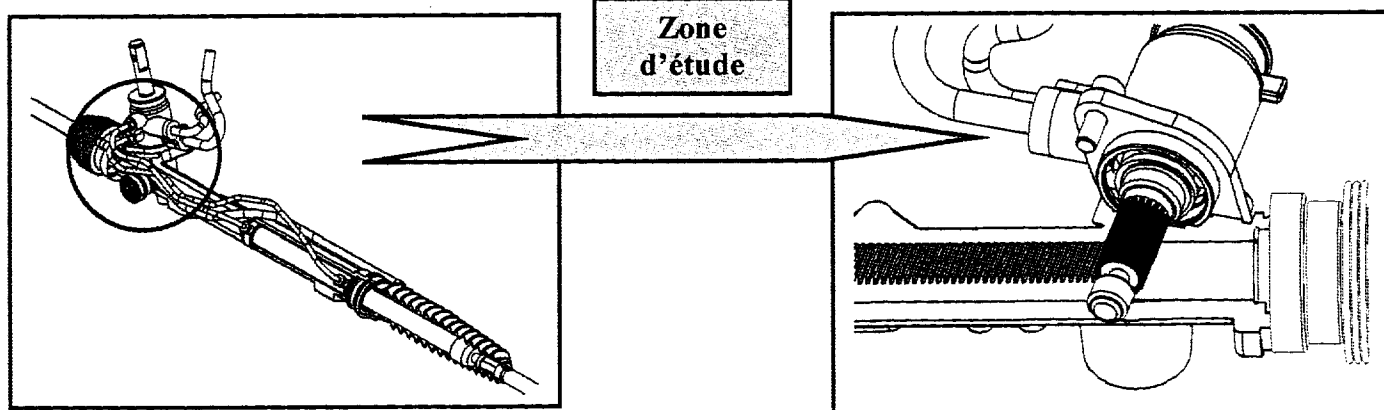
A l'aide du *Dossier ressource* ( document 10/10 ) et des informations ci-dessous, compléter le tableau ci-après permettant l'analyse des joints d'étanchéité A et B.

	Type d'étanchéité statique/dynamique	Pièces concernées par la fonction d'étanchéité	Type de joint	Désignation
Joint A	<i>Dynamique</i>	<i>Crémaillère 2 Palier de tige 9</i>	<i>Joint à lèvres type IE</i>	<i>Joint à lèvres type IE 24 x 37x 8,5</i>
Joint B	<i>Statique</i>	<i>Carter 1 Palier de tige 9</i>	<i>Joint torique</i>	<i>Joint torique 3 x 39</i>



### 3 – ETUDE DE LA TRANSFORMATION DU MOUVEMENT PIGNON / CREMAILLERE:

L'objectif de l'étude est de valider le débit minimum d'alimentation d'huile afin d'obtenir la vitesse de déplacement de la crémaillère définie dans le *Cahier des Charges Fonctionnelles* du constructeur ( voir *Dossier ressource* : document 8/10 ).



Donnée extraite du Cahier des Charges du constructeur à valider.

A partir de la vitesse de rotation du pignon d'une valeur de 2 tr/s, le débit d'huile alimentant le vérin et permettant le déplacement de la crémaillère, doit être inférieur à 4,2 l/mn.

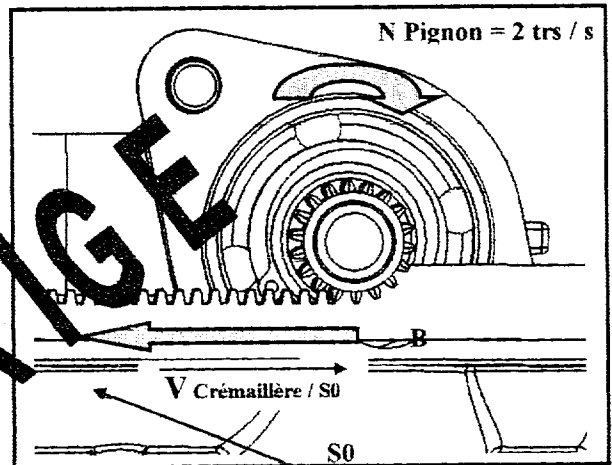
### 3-1 Vitesse de déplacement de la crémaillère :

A partir de la fréquence de rotation du Pignon dont la valeur maximum est de 2 tr/s, nous allons déterminer la vitesse linéaire de la crémaillère.

Le repère S0 est fixe, lié au carter.

#### 3-11 Détermination de la vitesse de rotation

A partir de la fréquence de rotation du pignon avec N Pignon = 2 tr/s, calculer la vitesse angulaire  $\omega$  Pignon / S0.



$$\omega \text{ Pignon / S0} = N \text{ Pignon} \cdot 2\pi = \underline{12,56 \text{ rad / s}}$$

#### 3-12 Vitesse linéaire de déplacement de la Crémaillère :

Déterminer l'intensité de la vitesse linéaire  $\| \vec{V}_{\text{Crémaillère / S0}} \|$  sachant que le diamètre primitif du Pignon est de 15,53 mm.

$$\| \vec{V}_{\text{Crémaillère / S0}} \| = \omega \text{ Pignon / S0} \times \text{Rayon primitif du Pignon}$$

$$\| \vec{V}_{\text{Crémaillère / S0}} \| = 12,56 \times 7,765 = 97,53 \text{ mm/s} = \underline{0,09753 \text{ m/s}}$$

### 3-2 Débit d'alimentation hydraulique :

Calculer le débit d'alimentation hydraulique nécessaire pour obtenir la vitesse de déplacement de la Crémaillère dans le Carter ( $\| \vec{V}_{\text{Crémaillère / S0}} \|$ ) calculée ci-dessus.

Quelle que soit la valeur trouvée pour la surface de travail St de l'ensemble Piston + Crémaillère calculée dans la question 2-12, on prendra :  $St = 680 \text{ mm}^2$

On donne la relation permettant de calculer un débit :

$$\text{Débit d'écoulement ( m}^3\text{/s )} = \text{Vitesse d'écoulement ( m / s )} \times \text{Section balayée ( m}^2\text{)}$$

$$\text{Débit d'alimentation} = \|\ V_{B \text{ Crémaillère} / S_0} \|\ x \ St = 97,53 \times 680 = \underline{66\ 320 \text{ mm}^3/\text{s}}$$

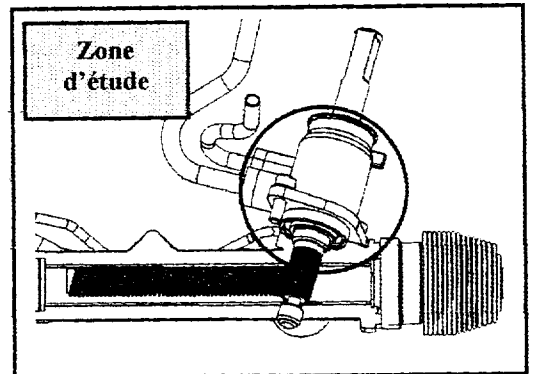
$$\text{Débit d'alimentation} = \underline{3,97 \text{ l/mn}}$$

Le débit d'alimentation hydraulique est-il validé ?

*Oui car le débit d'alimentation hydraulique nécessaire  $\leq 4,2 \text{ l/mn}$*

#### 4 – ETUDE DE LA LIAISON AXE DE VALVE / CREMAILLERE :

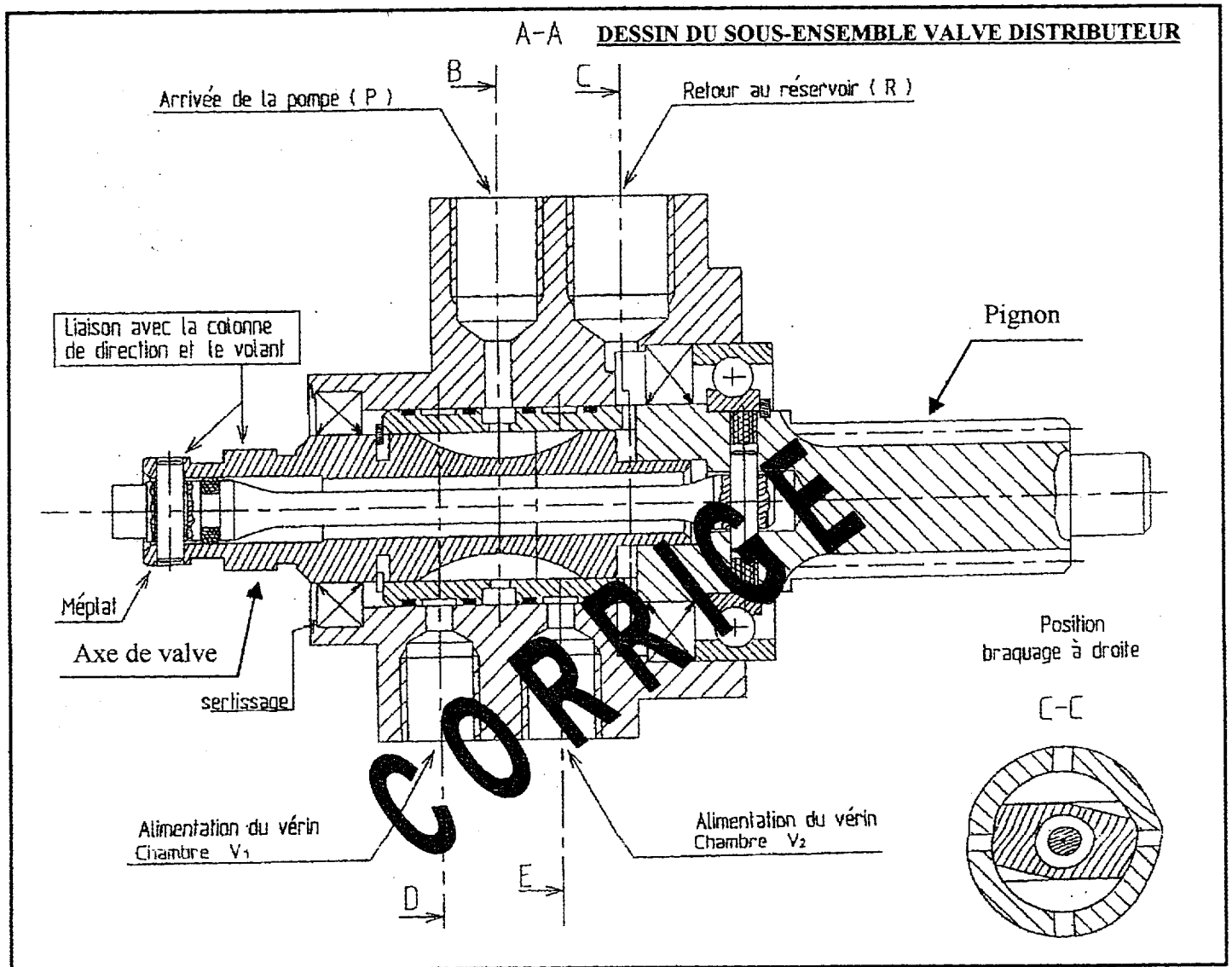
L'objectif de l'étude est d'analyser la liaison entre l'axe de la valve et le rigon au niveau de la valve.



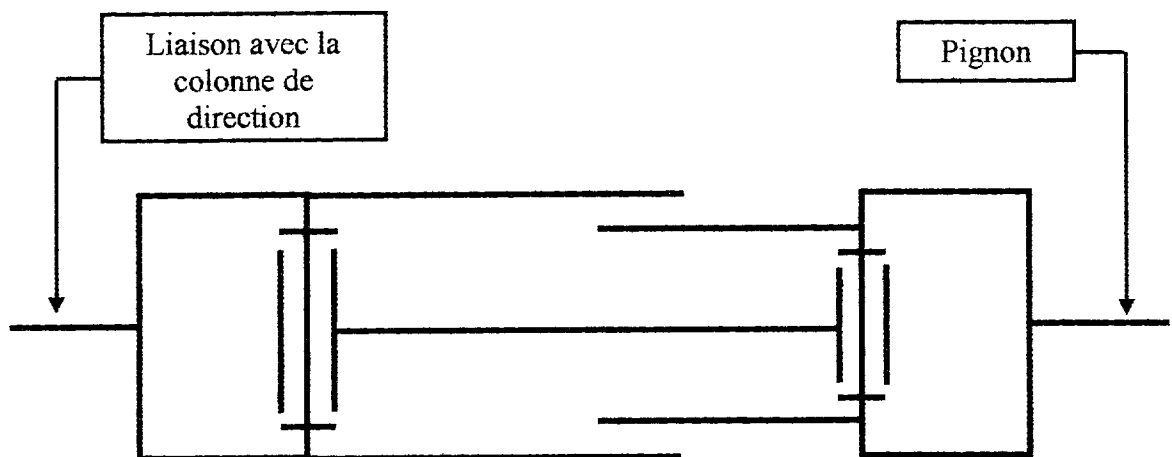
#### 4-1 Etude de la solution technologique :

⇒ A partir de l'analyse du plan de la page suivante, décrire succinctement la solution constructive utilisée pour réaliser la liaison entre la colonne de direction et l'axe de la valve.

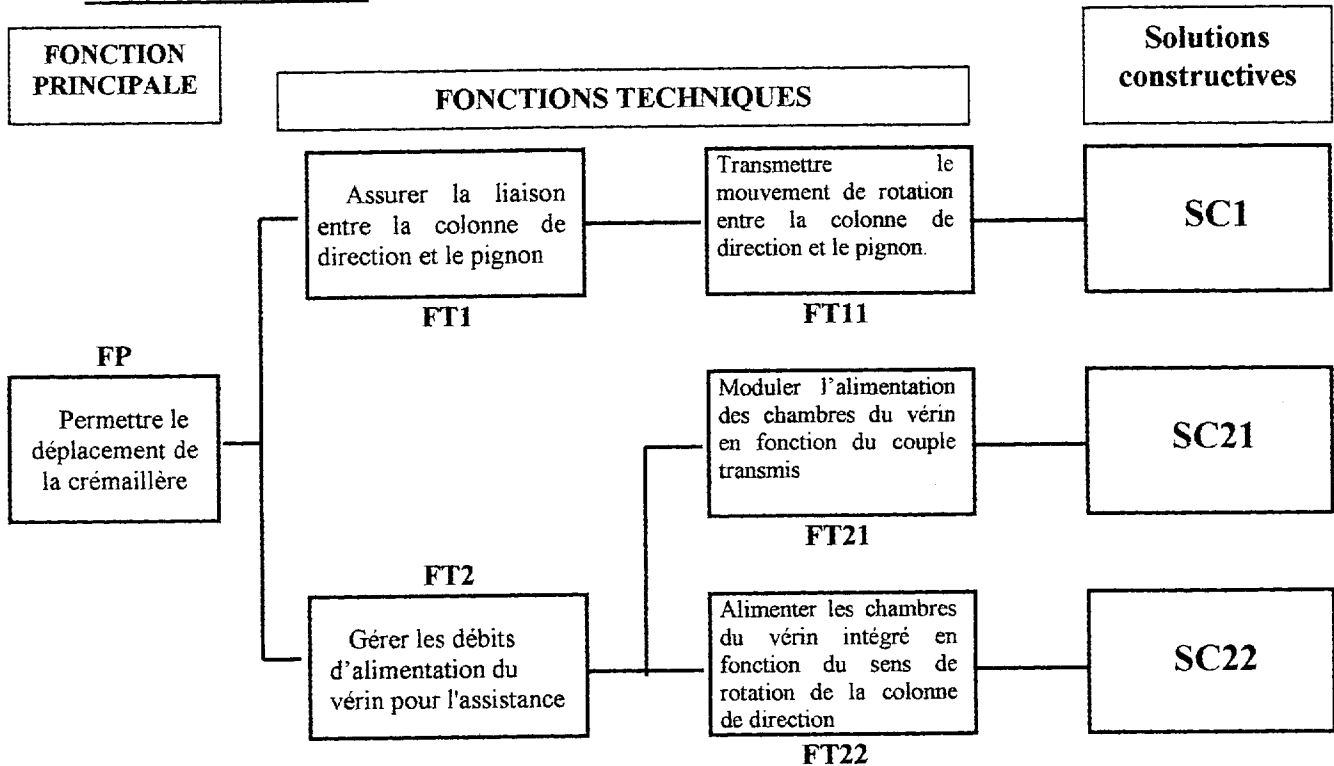
La liaison entre la colonne de direction et l'axe de la valve est réalisée par un emmanchement cylindrique (avec jeu important) et une goupille cylindrique radiale.



⇒ Compléter le schéma technologique ci-dessous définissant la liaison entre l'axe de valve et le pignon en insérant l'élément de liaison.



#### 4-2 Etude fonctionnelle :



Le diagramme ci-dessus correspond à une décomposition fonctionnelle de la fonction d'assistance au freinage. Chacune des fonctions exprimées est réalisée par une "solution constructive".

⇒ **Exprimer en quelques lignes les solutions constructives SC1, SC21 et SC22 correspondant aux fonctions techniques FT1, FT21 et FT22.**

**SC1 :**

Le mouvement de rotation de la colonne de direction est transmis au pignon par une barre de torsion. Cette barre cylindrique fait l'objet de deux liaisons encastrement réalisées par des goupilles cylindriques radiales. Il est aussi possible de prendre en compte des micros-degrés de liberté dus aux jeux importants dans les emmanchements cylindriques. Il n'y a pas d'écart angulaire possible, dans la liaison qui est homocinétique.

**SC21 :**

La barre de torsion se déforme de manière directement proportionnelle au couple qu'elle transmet. Elle permet donc de mesurer ce couple. Le décalage angulaire ainsi créé entre les orifices des canalisations permet de réguler le débit dans les chambres du vérin et faire évoluer l'effet d'assistance sur la direction.

**SC22 :**

Cette fonction est assurée par une répartition correcte des canalisations dans la valve en parallèle avec SC21.