

1<sup>ère</sup> partie :

## DIRECTION ÉLECTRIQUE À ASSISTANCE VARIABLE

### DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 14 pages numérotées de DT 1/14 à DT 14/14

<b>1. Présentation</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Implantation des éléments</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Principe de fonctionnement</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Ensemble direction assistée électrique</b>	<b>2</b>
<b>2. Les éléments constitutifs</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Capteur de couple</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Le capteur de vitesse véhicule</b>	<b>4</b>
<b>2.3. La partie opérative (ensemble Moto Réducteur)</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Calculateur de direction assistée électrique</b>	<b>9</b>
<b>3. Caractéristiques mécaniques de la direction :</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Caractéristiques générales de la direction</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Caractéristiques du moto réducteur d'assistance</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Caractéristiques du capteur de couple</b>	<b>11</b>
<b>4. Schéma électrique</b>	<b>12</b>
<b>Nomenclature</b>	<b>13</b>
<b>5. Normalisation des liaisons mécaniques</b>	<b>14</b>

## DIRECTION ÉLECTRIQUE À ASSISTANCE VARIABLE

### 1. Présentation

Le Véhicule C3 bénéficie d'une direction assistée électrique continûment variable en fonction de la vitesse. Appliquée pour la première fois sur un véhicule du groupe PSA Peugeot Citroën, cette nouvelle direction apporte de nombreux avantages :

- Un fort agrément de conduite aussi bien en ville que sur route. La gestion électronique des données (vitesse du véhicule, angle de volant) permet un paramétrage extrêmement fin des lois de direction.
- Une réduction non négligeable de la consommation d'environ 0,2 litres aux 100 km obtenue par la suppression de la pompe d'assistance.
- La suppression des fluides hydrauliques, de la pompe d'assistance et des canalisations réduit la masse globale de la direction. L'absence de pompe d'assistance participe également à la limitation des bruits parasites lors de braquages importants.

La direction, de type pignon-crémaillère intègre un moteur électrique de 60 ou 65 A (selon la monte des pneumatiques) qui agit directement sur le pignon de direction. Des capteurs mesurent des paramètres tels que l'angle volant ou la vitesse du véhicule. Ces informations sont transmises à un calculateur qui évalue en temps réel l'assistance optimale à délivrer par le moteur électrique.

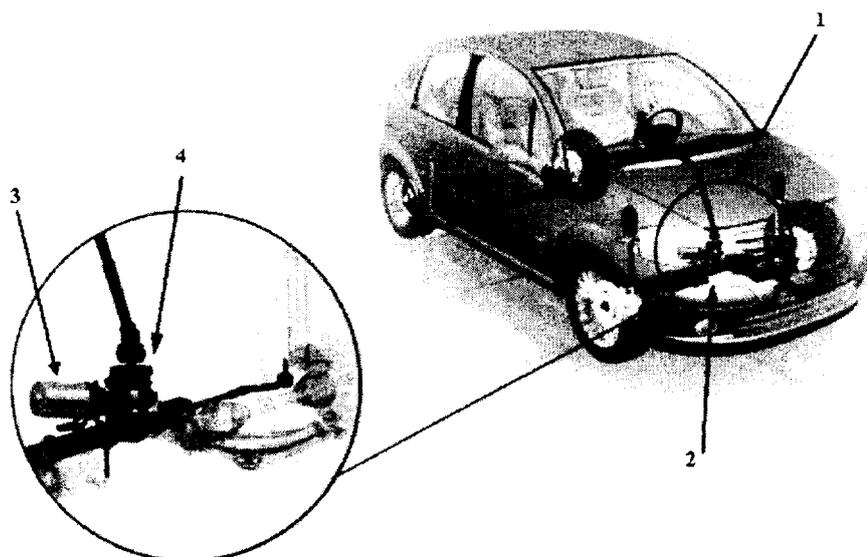
La colonne de direction se règle en hauteur et en profondeur sur une course de 40 mm. Elle se rétracte sur une longueur de 50 mm en cas de choc par le glissement de deux tubes cannelés, afin de limiter les effets d'une collision "volant/thorax".

A la différence d'une direction assistée hydraulique l'énergie est consommée seulement en cas de besoin (lors d'une action du conducteur sur le volant).

On réalise donc une diminution de la consommation par rapport à une direction hydraulique.

Il n'y a pas d'interaction directe avec le moteur thermique car la direction assistée électrique utilise le courant de l'alternateur (lorsque le moteur thermique tourne).

#### 1.1. Implantation des éléments



- 1 Colonne de direction
- 2 Crémaillère de direction
- 3 Moteur d'assistance
- 4 Capteur de couple

### 1.2. Principe de fonctionnement

La direction assistée électrique assiste les efforts de manœuvre dès la sollicitation du volant.  
 Le couple d'assistance est fourni à l'aide d'un moteur électrique. Ce couple est transmis au pignon de la crémaillère par un réducteur (roue + vis sans fin de rapport 1:15). Il s'additionne au couple volant appliqué par le conducteur.  
 La force exercée par le conducteur sur le volant est transmise mécaniquement à la crémaillère via le pignon. Ce couple conducteur est mesuré par l'intermédiaire du capteur de couple et envoyé au calculateur de direction assistée.

Le calculateur alimente le moteur en fonction :

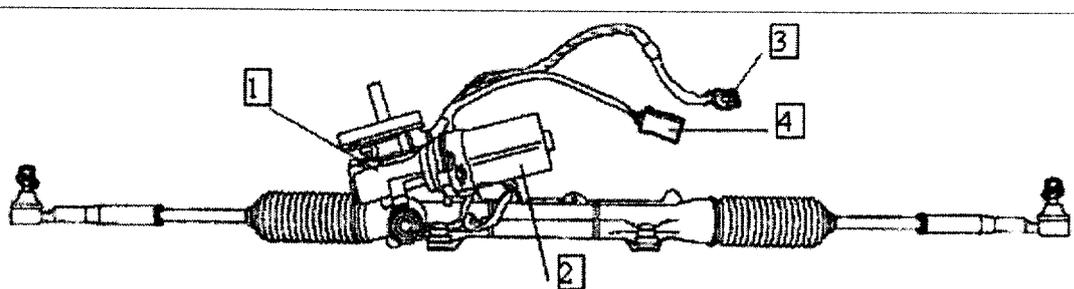
- du couple volant ;
- de la vitesse du véhicule.

Vitesse du véhicule	Niveau d'assistance	Remarques
Vitesse nulle ou inférieure à 7 km/h (Parking, manœuvre)	Maximum	Le calculateur commande le moteur d'assistance uniquement en fonction du capteur de couple
Vitesse moyenne de 8 km/h à 152 km/h	Variable	Le calculateur commande le moteur d'assistance en fonction du capteur de couple et de la vitesse véhicule. L'assistance est d'autant plus faible que la vitesse véhicule est élevée.
Vitesse supérieure à 152 km/h	Faible	Le calculateur commande le moteur d'assistance uniquement en fonction du capteur de couple. On dit que l'assistance est constante sur cette plage de vitesses.

### 1.3. Ensemble direction assistée électrique

Le système de direction assistée électrique est composé d'une direction manuelle classique avec en plus :

- un capteur de couple ;
- un moteur électrique d'assistance et son réducteur ;
- deux faisceaux (un faisceau signal et un faisceau puissance) ;
- d'un calculateur branché sur le réseau CAN (non présenté sur ce dessin).



Repère	Désignation		
1	Capteur de couple	3	Connecteur alimentation moteur d'assistance
2	Moteur d'assistance	4	Connecteur signal du capteur de couple

## 2. Les éléments constitutifs

### 2.1. Capteur de couple

#### 2.1.1. Rôle

Il permet de mesurer en permanence le couple que le conducteur applique au volant.  
 Le capteur de couple détermine le sens de rotation du volant et le couple exercé par le conducteur.

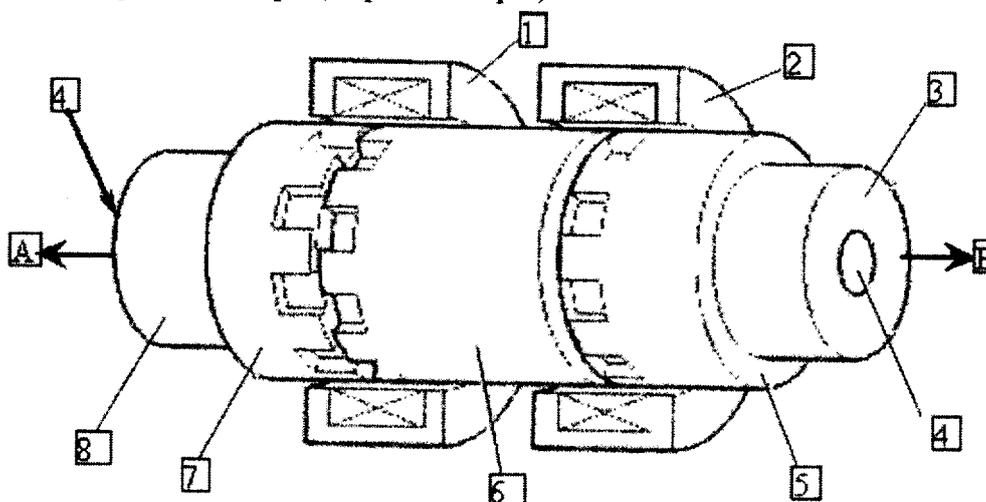
**Nota :** Un étage électronique intégré au calculateur empêche l'apparition d'un couple d'assistance dans un sens opposé au sens de rotation du volant et interdit l'apparition d'assistance lorsqu'il n'y a pas de sollicitation au volant.

Cette direction n'utilise pas de capteur d'angle volant.

#### 2.1.2. Implantation

Le capteur de couple est inséré sur l'axe du pignon entre l'arbre d'entrée (côté colonne et volant) et l'arbre de sortie (côté pignon de crémaillère).

#### 2.1.3. Description du capteur de couple (en position repos)



Repère	Désignation	Repère	Désignation
A	Côté pignon de crémaillère	B	Côté volant de direction
1	Bobine de mesure fixe par rapport à la direction	2	Bobine de référence fixe par rapport à la direction
3	Arbre d'entrée côté colonne (volant)	4	Barre de torsion qui relie l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie permettant un déplacement relatif entre les deux arbres de $\pm 4,5^\circ$ maximum
5	Bague de détection solidaire de l'arbre d'entrée	6	Bague de détection solidaire de l'arbre d'entrée
7	Bague de détection solidaire de l'arbre de sortie	8	Arbre de sortie côté pignon de crémaillère

#### **Ce capteur est un couplemètre à mesure d'angle de torsion à courant de Foucault.**

Chaque bague de détection possède une série de créneaux disposés sur sa périphérie de telle manière, qu'en cas de torsion, les créneaux se décalent l'un par rapport à l'autre.

Ce décalage plus ou moins important des créneaux en vis à vis a pour effet de modifier l'inductance des deux bobines haute fréquence.

L'électronique de traitement des signaux est placée à proximité des bobines.

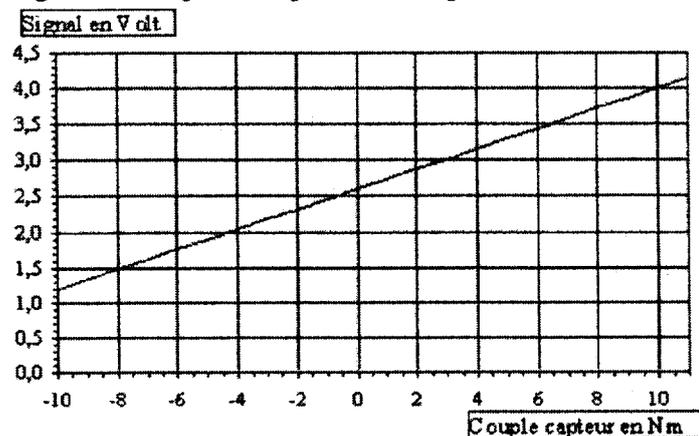
### Le capteur de couple est constitué de 3 parties :

- la partie mécanique constituée d'une barre de torsion, similaire aux barres de torsions des valves hydrauliques classiques. Le décalage angulaire entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie est proportionnel au couple appliqué par le conducteur. Une « prise tournevis » limite ce décalage angulaire à la plage +/- 4,5° ;
- la partie électromagnétique du capteur donne une information sur la position angulaire des bagues de détection (repère 7 par rapport au repère 6) et par conséquent de l'arbre d'entrée par rapport à l'arbre de sortie ;
- la partie électronique du capteur transforme cette information de position angulaire en information de couple avec le principe suivant, la déformation angulaire de la barre de torsion est proportionnelle au couple volant.

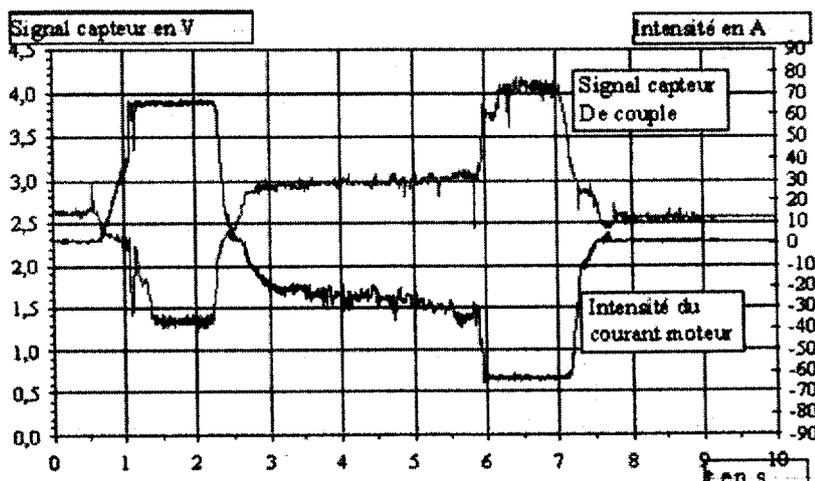
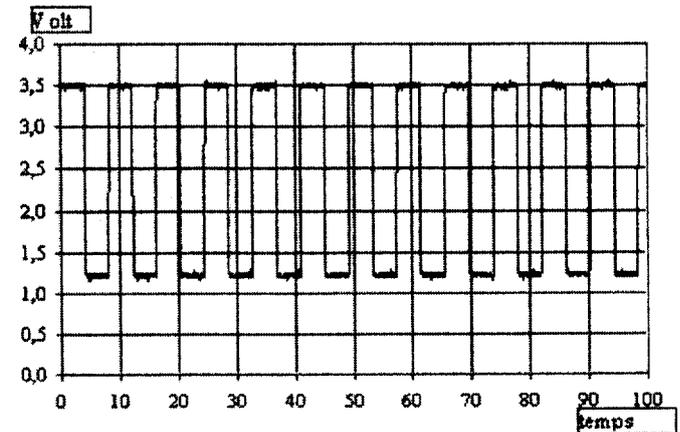
Le capteur de couple possède un second étage de détection. Une bobine de référence, dont les caractéristiques ne sont pas modifiées par le déplacement angulaire des bagues de détections. Elle permet de transmettre une information électrique de référence quelles que soient les conditions d'environnement (température par exemple).

#### 2.1.4. Signaux

Signal fourni par le capteur de couple au calculateur



Signal de référence du capteur de couple généré par le calculateur



Graphe de l'intensité du courant moteur et du signal délivré par le capteur de couple

Conditions de mesure

La mesure a été effectuée :

Départ : Volant en position milieu

puis rotation à droite jusqu'en butée

Rotation à gauche jusqu'en butée  
Retour en position milieu.

#### 2.2. Le capteur de vitesse véhicule

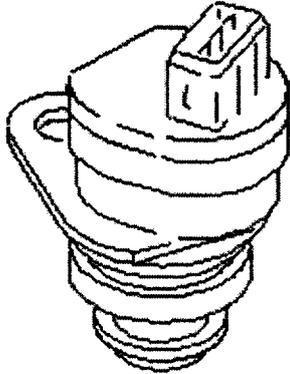
Selon la version du véhicule, un capteur vitesse peut-être utilisé pour informer le calculateur sur la vitesse du véhicule.

Si le véhicule est équipé d'un système ABS l'information sera transmise directement par celui-ci sur les réseaux multiplexés (pas de capteur vitesse).

### 2.2.1. Rôle

Le capteur doit fournir un signal électrique dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre secondaire de la boîte de vitesses, donc à la vitesse du véhicule.

### 2.2.2. Description



**Le capteur est à effet hall.**

5 "tops" par mètre,  
8 "tops" par tour.

### 2.2.3. Particularités électriques

Affectation des voies du connecteur :

- voie 1 : +12 V,**
- voie 2 : masse,**
- voie 3 : signal**

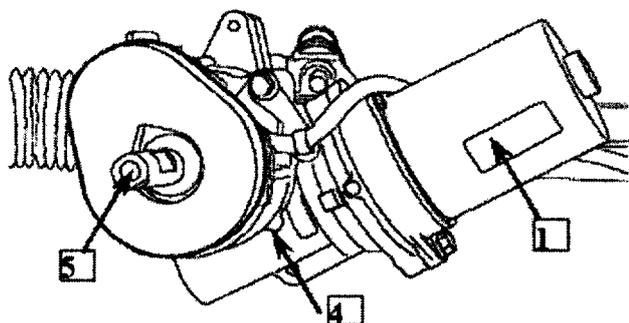
### 2.2.4. Implantation

Le capteur est implanté sur la boîte de vitesses.

### 2.3. La partie opérative (ensemble Moto Réducteur)

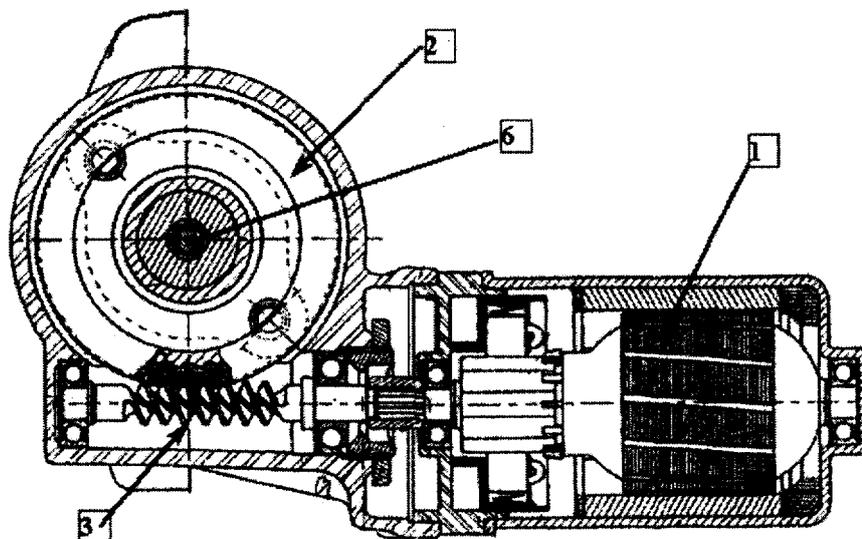
#### 2.3.1. Ensemble moto réducteur

Vue d'ensemble du dispositif



Repère	Désignation
1	Moteur d'assistance
2	Roue du réducteur
3	Vis sans fin
4	Ensemble réducteur
5	Vers volant de direction
6	Arbre de sortie

Vue interne de l'ensemble moto réducteur



#### 2.3.2. Le réducteur

Le réducteur est composé d'une roue et d'une vis sans fin.

La roue est solidaire de la colonne de direction ;

La vis est reliée à l'arbre du moteur d'assistance.

Rapport de démultiplication du réducteur : 1/15

#### 2.3.3. Le moteur d'assistance

##### Type de moteur

Le moteur électrique est un moteur à balais à courant continu.

Il existe deux types de moteurs électriques, différent par leur intensité de fonctionnement : 60 A (pour les véhicules légers) et 65 A (pour les véhicules plus lourds équipés par exemple d'option comme l'air conditionné ou d'une boîte de vitesses automatique).

Pour que le moteur fonctionne deux conditions sont nécessaires :

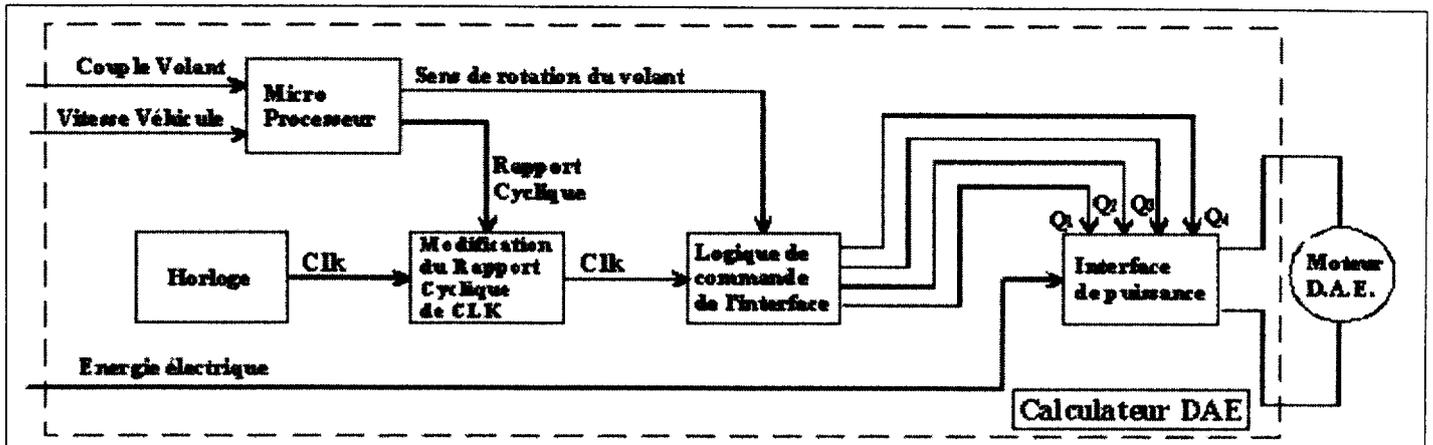
- tension batterie supérieure à 9 volts ;
- régime moteur supérieur à 285 tr/min.

##### Protection thermique du moteur

Le calculateur limite progressivement l'assistance (diminution du courant maximal) si la direction est utilisée pendant une longue période (manœuvre de butée à butée plusieurs fois de suite) afin d'éviter un l'échauffement du moteur d'assistance et de risquer de détériorer le moteur ou le calculateur (voir p.10/14).

Le niveau de courant est rétabli au fur et à mesure du refroidissement du système.

### 2.3.4. Synoptique du module de contrôle de l'alimentation du moteur électrique d'assistance



Présentation des différentes fonctions constitutives du module de contrôle de l'alimentation du moteur.

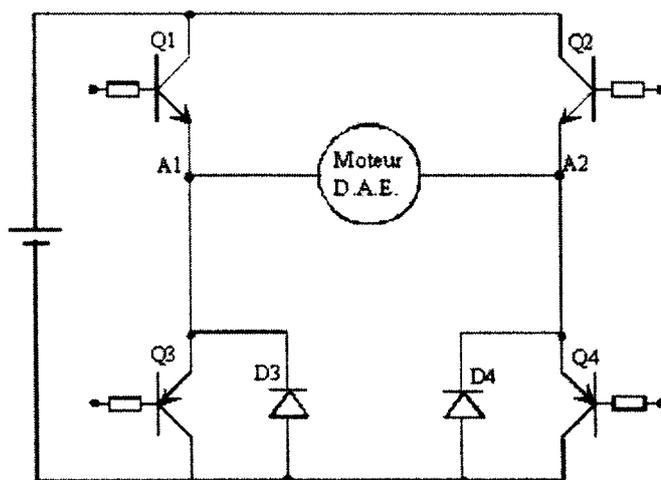
**Interface de puissance :** Elle est constituée d'un pont en H commandé en hacheur de tension permettant de configurer le sens et l'intensité moyenne du courant traversant le moteur.

**Logique de commande de l'interface :** Ce module génère le cycle de commande des transistors de l'interface de puissance à partir du signal d'horloge et en fonction du sens de rotation du moteur défini par le micro processeur du calculateur.

**Module de modification du rapport cyclique :** Il modifie le rapport cyclique du signal d'horloge en fonction de la valeur définie par le micro processeur permettant ainsi de moduler l'intensité moyenne du courant d'alimentation du moteur d'assistance.

**Horloge :** Elle génère un signal carré de fréquence prédéfinie.

#### Schéma de principe de l'interface de puissance



L'interface de puissance est réalisée autour de 4 transistors montés en Pont en H.

Le moteur est branché entre les 2 branches du pont.

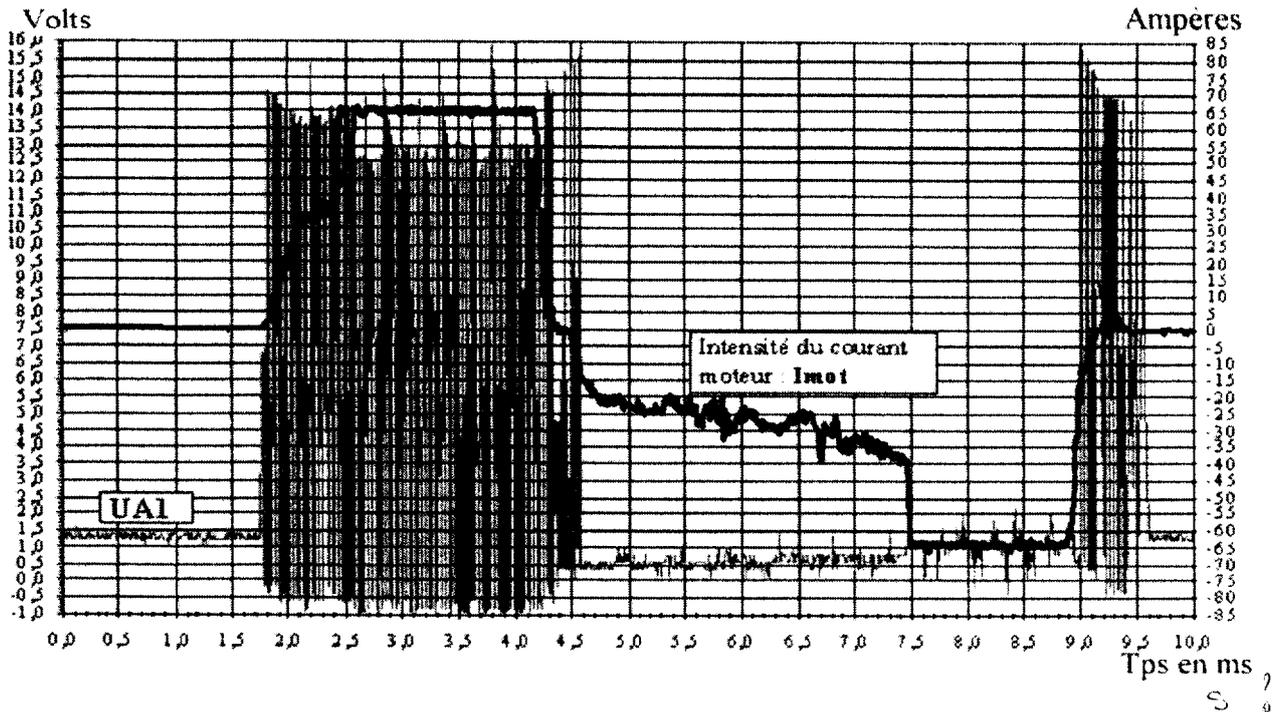
Le module logique de commande de l'interface commande individuellement chaque transistor afin de réaliser la configuration désirée par le micro processeur.

La commande des transistors étant réalisée par un signal haché et le montage des diodes de roues libres permet d'obtenir un courant moyen lissé à la valeur désirée.

**Q1 Q2 :** Transistors de type NPN ; **Q3 Q4 :** Transistors de type PNP ; **D3 D4 :** Diodes de roue libre

2.3.5. Graphes caractéristiques du pont en H

Graphe n°1



UA1 : Tension mesurée entre une borne du moteur électrique (point A1) et la masse.

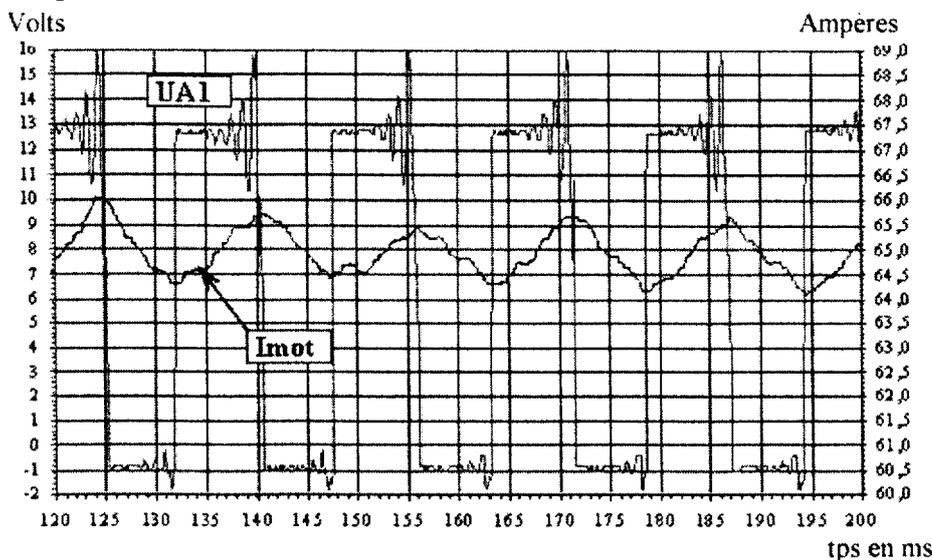
Imot : Intensité mesurée sur l'un des 2 câbles d'alimentation du moteur par le calculateur DAE.

Conditions de mesure :

La mesure a été effectuée véhicule à l'arrêt pour une rotation complète à droite puis à gauche.

- Départ : Volant en position milieu puis rotation à droite jusqu'en butée
- Rotation à gauche jusqu'en butée
- Retour en position milieu

Graphe n°2



Conditions de mesure :

La direction est en butée à droite.

L'intensité nominale est atteinte, elle est limitée par le module de contrôle de l'alimentation.

UA1 : Tension mesurée entre une borne du moteur électrique (point A1) et la masse.

Imot : Intensité mesurée sur l'un des 2 câbles d'alimentation du moteur par le calculateur DAE.

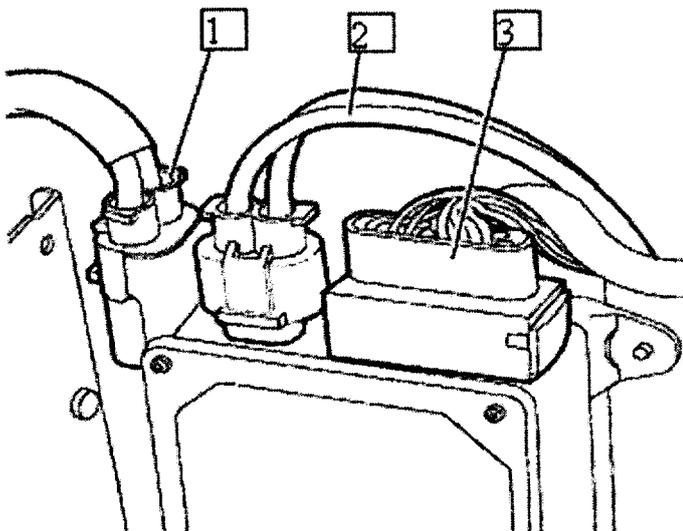
## 2.4. Calculateur de direction assistée électrique

### 2.4.1. Emplacement du calculateur

Le calculateur de la direction assistée électrique est implanté dans le compartiment moteur, au niveau du bac batterie.

### 2.4.2. Description du calculateur

Le calculateur reçoit le signal électrique du capteur de couple et commande le moteur d'assistance.



Le calculateur alimente le moteur d'assistance en fonction :

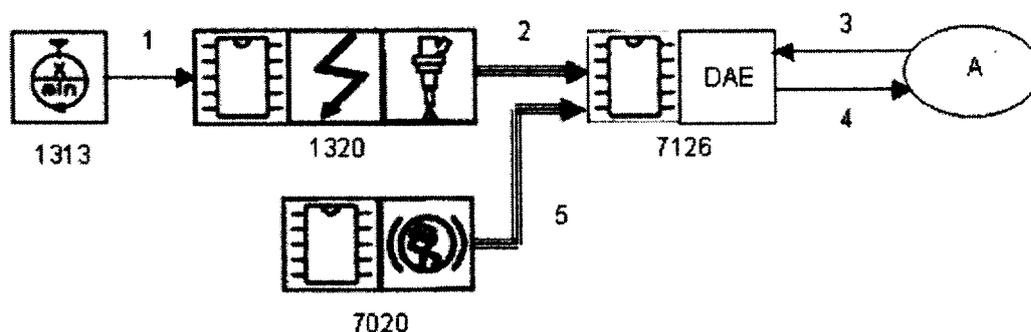
- de la vitesse véhicule ;
- du couple exercé au volant.

**Nota :** C'est le même calculateur qui est monté sur tous les véhicules, contrairement au moteur d'assistance.

#### Le calculateur est connecté à 3 faisceaux :

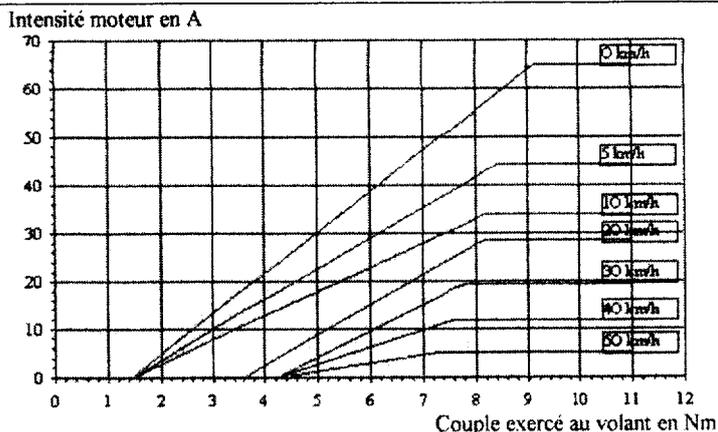
Repère	Désignation
1	Alimentation du moteur d'assistance : connecteur 2 voies (bleu)
2	Alimentation batterie : connecteur 2 voies (noir)
3	Signaux de commande : connecteur 10 voies (noir et rouge)

### 2.4.3. Synoptique



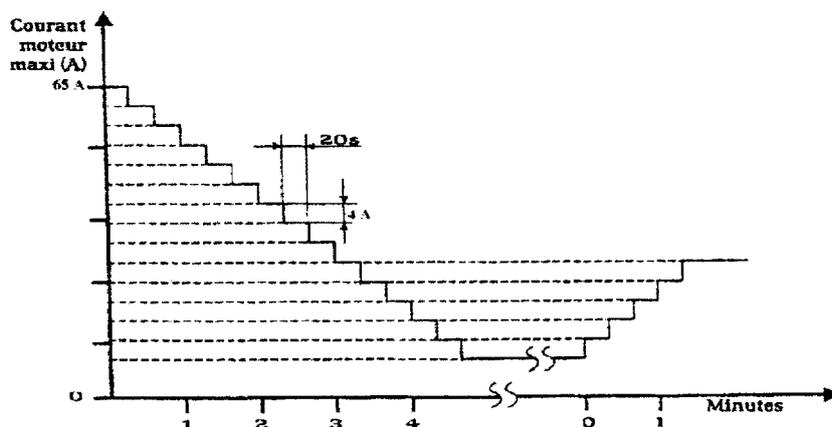
Repère	Organes	N° liaison	Liaisons	Nature du signal
A	Ensemble mécanique de la direction assistée électrique Capteur de couple Moteur d'assistance		<b>Signal</b>	
		1	Information régime moteur	Analogique
		2	Information régime moteur Information vitesse véhicule (suivant version)	CAN
1313	Capteur de régime moteur	3	Information du couple exercé sur la colonne de direction par le conducteur	Analogique
1320	Calculateur moteur	4	Commande du moteur électrique de la direction	Niveau de courant
7020	Calculateur A.B.S.	5	Information vitesse véhicule (suivant version)	CAN
7126	Calculateur de direction assistée électrique			

**2.4.4. Lois d'assistance**



**2.4.5. Protection thermique**

Évolution de l'intensité en fonction du temps.



**2.4.6. Modes dégradés :** Le calculateur possède une stratégie de gestion des défaillances du système :

- à l'extérieur de la direction (mauvaise communication CAN, information vitesse véhicule incohérente) ;
- à l'intérieur du système de direction (défaut capteur de couple, coupure d'un circuit électrique) ;
- lors de l'apparition d'un ou de plusieurs défauts le calculateur passe en mode dégradé.

Les modes dégradés sont aux nombres de deux : assistance de refuge (assistance fortement diminuée), coupure totale de l'assistance.

Défaut	Mode dégradé
Mauvaise communication avec le réseau CAN	Assistance de refuge
Vitesse véhicule incohérente Vitesse véhicule supérieur à 250km/h Absence de l'information vitesse véhicule	Assistance de refuge
Régime moteur / vitesse véhicule Régime moteur supérieur à 7000 tr/min	Assistance de refuge
Capteur de couple défaillant	Coupure de l'assistance
Tension batterie inférieure à 7,7 volts	Coupure de l'assistance
Moteur d'assistance bloqué	Coupure de l'assistance
Problèmes de câblage	Si le défaut de câblage est détecté avant le démarrage du moteur thermique, la direction assistée électrique n'est pas opérationnelle.

### 3. Caractéristiques mécaniques de la direction :

#### 3.1. Caractéristiques générales de la direction

Rapport de démultiplication	17,8/1 (tour de volant/tour de roue)
Crémaillère – pignon	23 dents – 6 dents
Nombre de tour volant (de butée à butée)	3,18 tours avec une course de crémaillère de 144 mm Motorisations : TU1JP - TU3JP - DV4TD 2,82 tours avec une course de crémaillère de 128 mm Motorisation : TU3JP BVA
Angle de braquage intérieur	38° Motorisations : TU1JP - TU3JP - DV4TD 32°30' Motorisation : TU3JP BVA
Angle de braquage extérieur	32° 24' Motorisations : TU1JP - TU3JP - DV4TD 28° 42' Motorisation : TU3JP BVA
Diamètre de braquage entre murs	10,45 m avec une dimension de pneumatique commençant par 165. 11,56 m avec une dimension de pneumatique commençant par 185.
Diamètre de braquage entre trottoirs	10,11 m avec une dimension de pneumatique commençant par 165. 11,29 m avec une dimension de pneumatique commençant par 185.

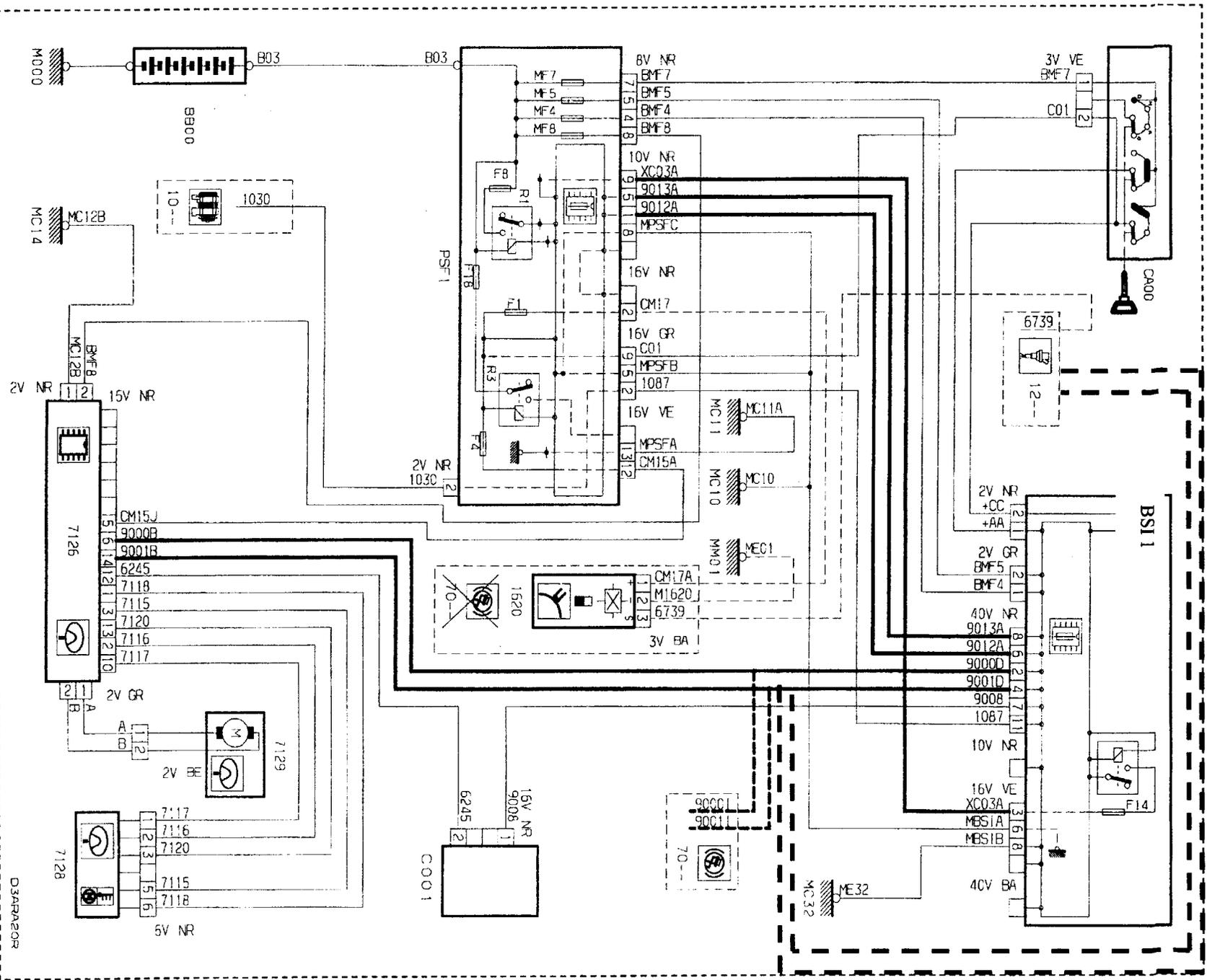
#### 3.2. Caractéristiques du moto réducteur d'assistance

Tension nominale moteur courant continu	12 V
Tension d'utilisation	9 – 16 V
Intensité nominale	60 A Motorisations : TU1JP - TU3JP - DV4TD 65 A Motorisation : TU3JP BVA
Rapport de démultiplication (roue / vis sans fin)	1/15
Rendement réducteur	0,80 mini

#### 3.3. Caractéristiques du capteur de couple

Couple maxi mesurable au volant	10 à 11 Nm
Barre de torsion :	
- longueur déformable	92 mm
- diamètre	6,6 mm
- angle de torsion	+/-4,5°
- raideur angulaire	2,9 Nm/°

4. Schéma électrique



**Nomenclature**

Repère	Désignation	Repère	Désignation	Repère	Désignation
BBOO	Batterie	7126	Calculateur D.A.E.	1620	Capteur vitesse sans ABS
COO1	Connecteur diagnostic	7128	Capteur de couple	70--	Option ABS
BSI1	Boîtier Servitude Intelligent	7129	Moteur d'assistance	10--	Circuit charge
PSF1	Platine Servitude	12--	Injection	----	Liaisons multiplexées

ENGRENAGES					
Roue à denture extérieure		Types de dentures*			
		Droite	Hélicoïdale	Chevron	Spiral
Roue à denture intérieure					
* Indication facultative					
Roue cônica		Exemples d'applications			
Secteur denté					
Via sans fin					
Crémaillère					
DIVISEURS ET ROCHETS					
Diviseur n = nombre de divisions		Encliquetage à rochet			
ACCOUPLLEMENTS - EMBRAYAGES - COUPLEURS - FREINS					
Accouplement (symbole général)		Embrayage (symbole général)		Coupleur automatique	
Accouplement rigide		Embrayage à même sens de marche		Embrayage à friction centrifuge	
Accouplement compensateur de déstation		Embrayage à deux sens de marche		Roue libre	
Accouplement élastique		Coupleur hydraulique		Accouplement limiteur de couple	
Joint de cardan		Coupleur électrique		Frein (symbole général)	

\* Non normalisé.

LIAISONS USUELLES DE DEUX SOLIDES			
Désignation	Mouvements relatifs	Symbole	
		Représentation plane	Représentation en perspective
Liaison encastrement ou liaison fixe	0 degré de liberté		
	0 rotation 0 translation		
Liaison pivot	1 degré de liberté		
	1 rotation 0 translation		
Liaison glissière	1 degré de liberté		
	0 rotation 1 translation		
Liaison hélicoïdale	1 degré de liberté		
	1 rotation et 1 translation conjuguées		
Liaison pivot-glissant	2 degrés de liberté		
	1 rotation 1 translation		
Liaison sphérique à doigt	2 degrés de liberté		
	2 rotation 0 translation		
Liaison rotule ou liaison sphérique	3 degrés de liberté		
	3 rotation 0 translation		
Liaison appui-plan	3 degrés de liberté		
	1 rotation 2 translation		
Liaison sphère-cylindre ou linéaire annulaire	4 degrés de liberté		
	3 rotation 1 translation		
Liaison linéaire rectiligne	4 degrés de liberté		
	2 rotation 2 translation		
Liaison sphère-plan ou liaison ponctuelle*	6 degrés de liberté		
	3 rotation 3 translation		

Les liaisons entre deux solides se définissent par la connaissance des caractéristiques générales suivantes :  
 la géométrie de contact (plan-plan, plan-cylindre, plan-sphère, cylindre-cylindre, etc.) ;  
 la fonction mécanique de la liaison, ou l'aptitude du contact à transmettre des efforts et à permettre des mouvements relatifs (degrés de liberté).

REMARQUE :  
 Les symboles des liaisons sont indépendants des solutions technologiques.