

TRAIN AVANT
DIRECTION ELECTRIQUE A ASSISTANCE VARIABLE

ELEMENTS DE CORRECTION

- 1 . ETUDE DU TRAIN AVANT

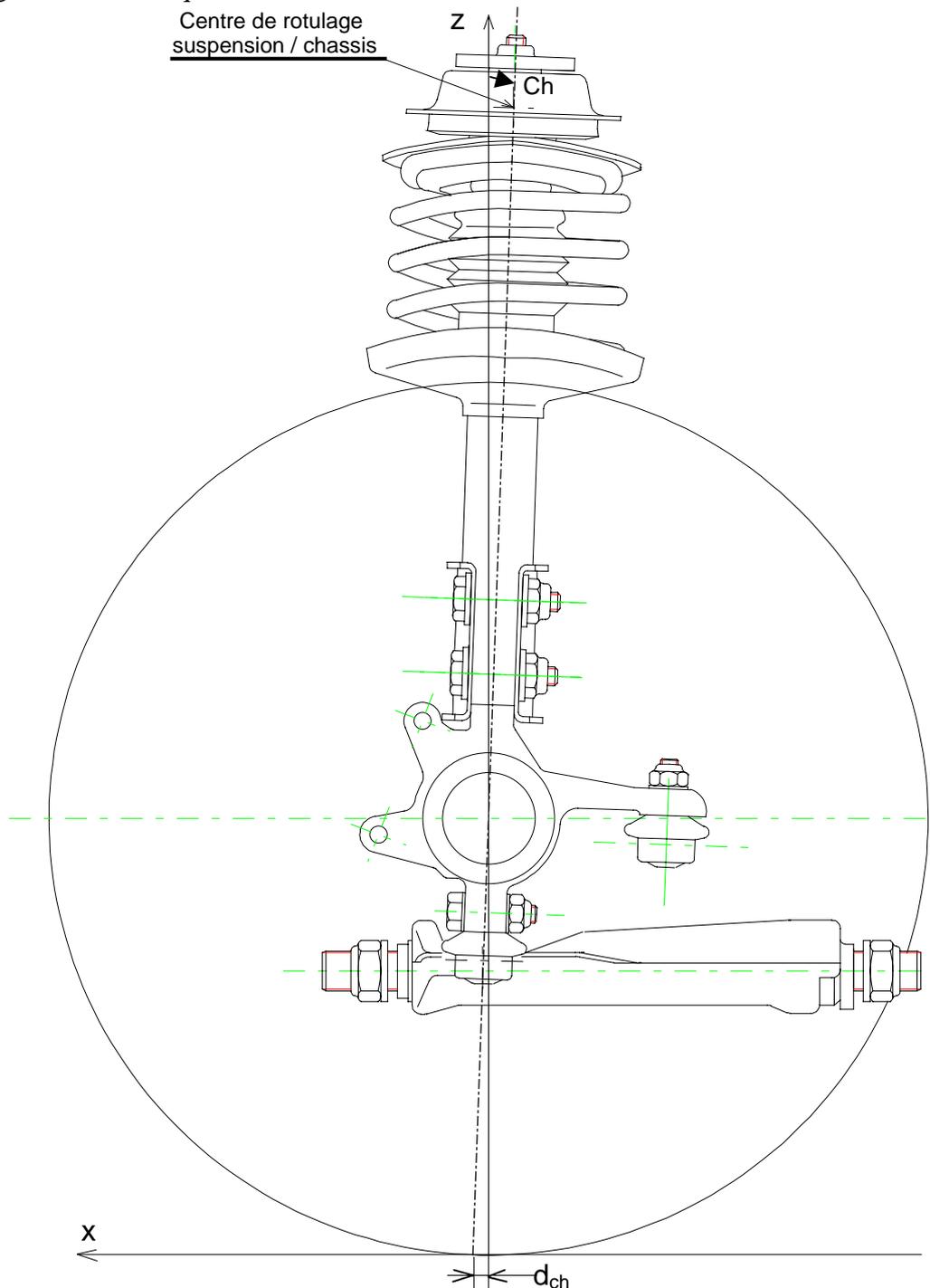
1 - 1 - Type de suspension et angles caractéristiques

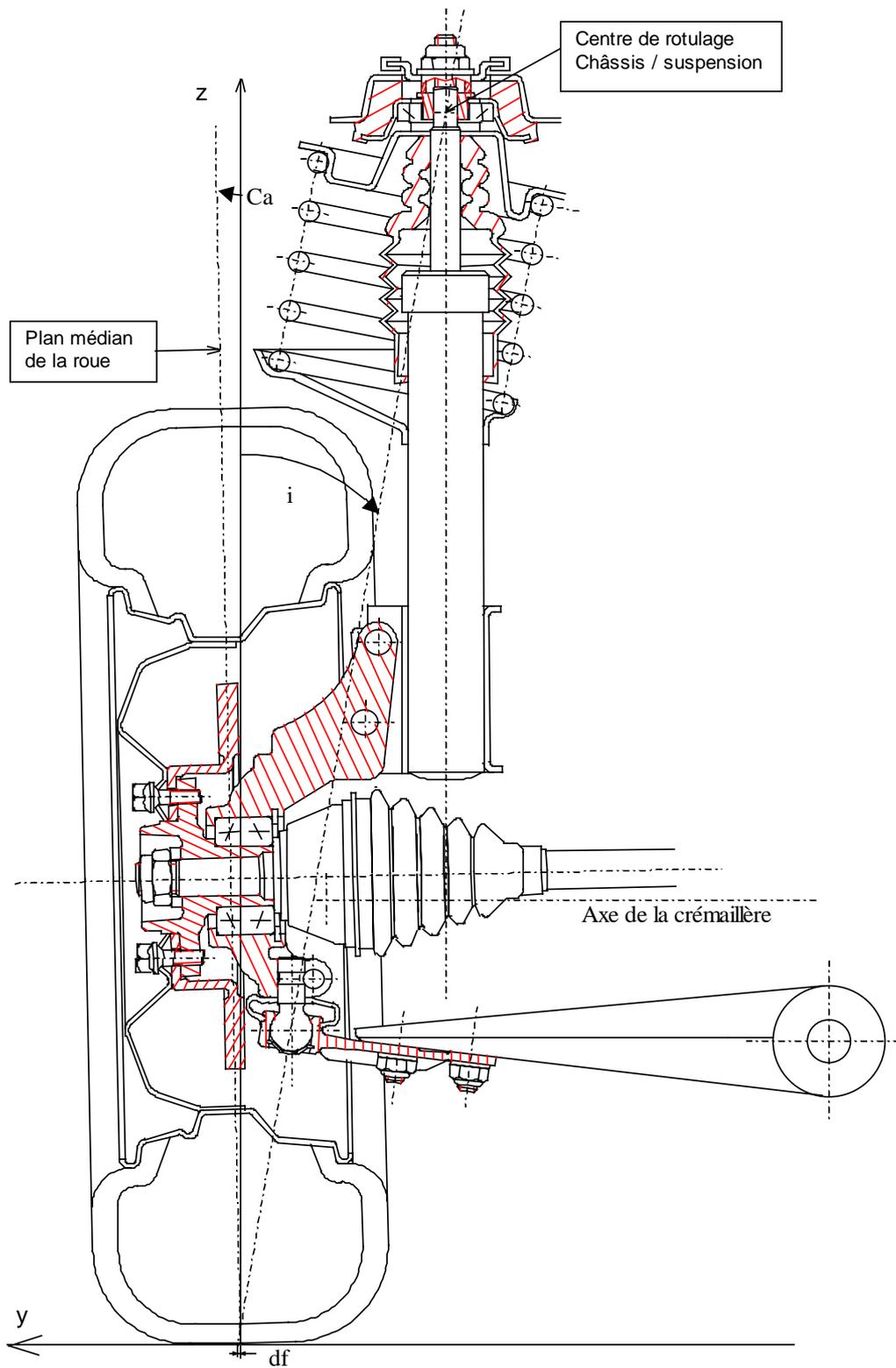
1-1-1- C'est une suspension de type Mac Pherson qui est représentée sur les documents DR1 DR2.

1-1-2- Les suspensions de type double triangles sont aussi couramment montées sur les véhicules.

1-1-3- Les suspensions de type Mac Pherson ont un faible encombrement latéral et se logent facilement dans les ailes des véhicules. Elles laissent suffisamment d'espace au niveau des passages de roues pour permettre la mise en place du groupe moto propulseur en position transversale. Elles se composent de moins de pièces et ont besoin d'un nombre de points d'encrages plus faible. Les suspensions à double triangles ont par contre l'avantage de permettre une plus faible variation des angles de direction et des braquages induits lors des mouvements de caisse (pompage, roulis, cabrage, plongé).

1-1-4- Angles caractéristiques





1-1-5-

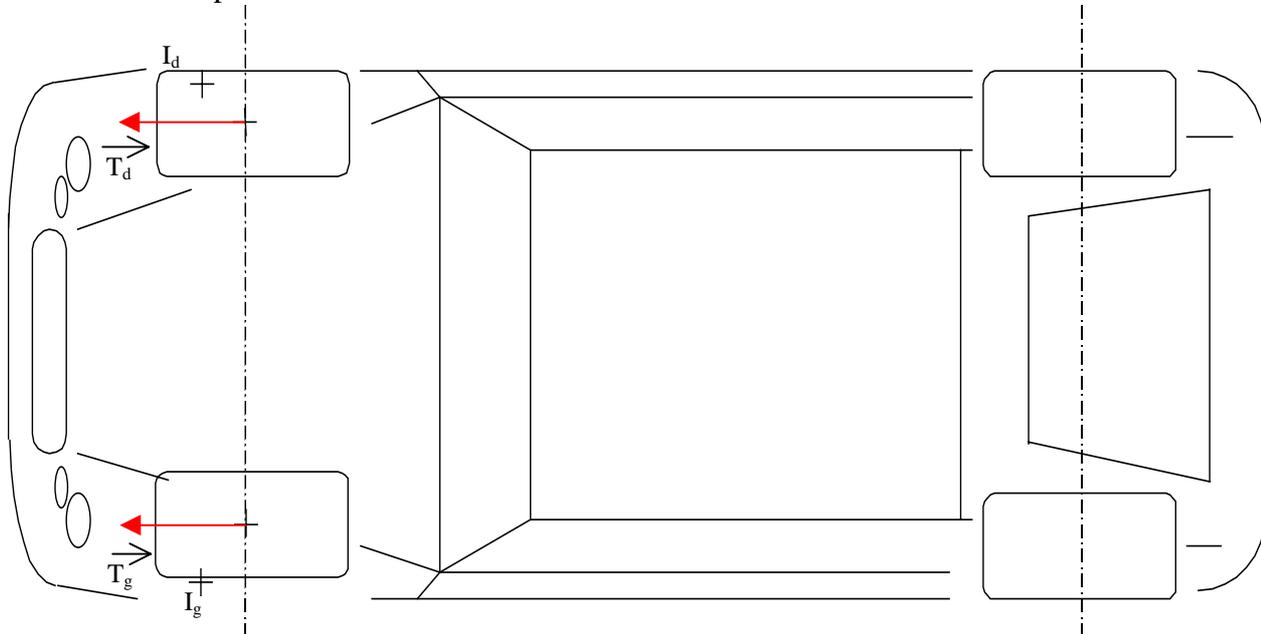
- **Ch** : angle de chasse.
- **Ca** : angle de carrossage.
- **i** : angle de pivot.
- **df** : déport frontal.
- **d_{Ch}** : déport de chasse.

1 - 2 - Contrôle du train avant

1-2-1- L'angle de carrossage coté gauche est hors tolérances.

1-2-2- Schémas

Schéma 2 : complété



Le déport frontal a augmenté du coté gauche

1-2-3- Le moment par rapport à I_g de T_g est supérieur au moment par rapport à I_d de T_d . La crémaillère de direction n'est plus en équilibre. Le véhicule tire à gauche.

1-2-4- Le conducteur doit exercer sur le volant un couple (vers la droite) pour rétablir l'équilibre et éviter de braquer à gauche.

1-2-5- L'élément du train avant qui peut être mis en cause est la jambe de force car il n'y a que le carrossage qui a varié.

- 2 . DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE VARIABLE

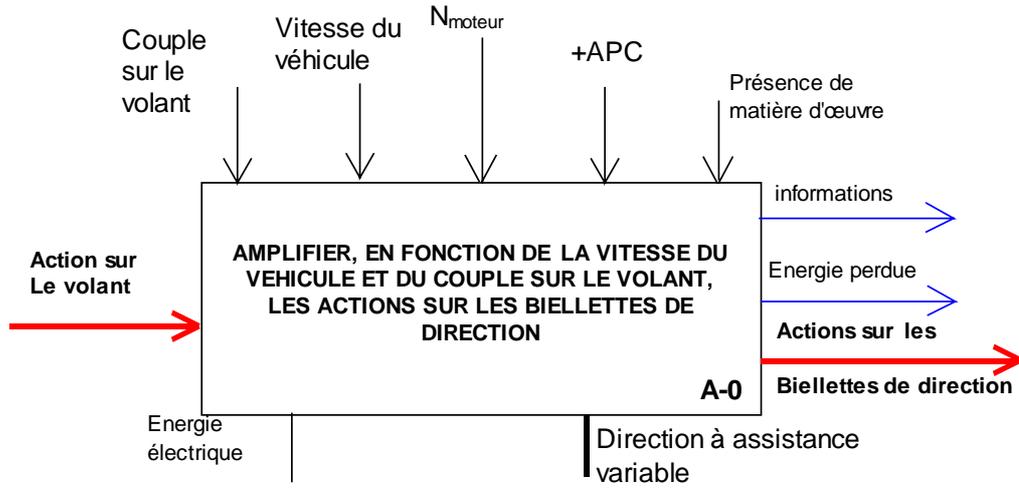
2 - 1 - Analyse

2-1-1- Analyse de la valeur

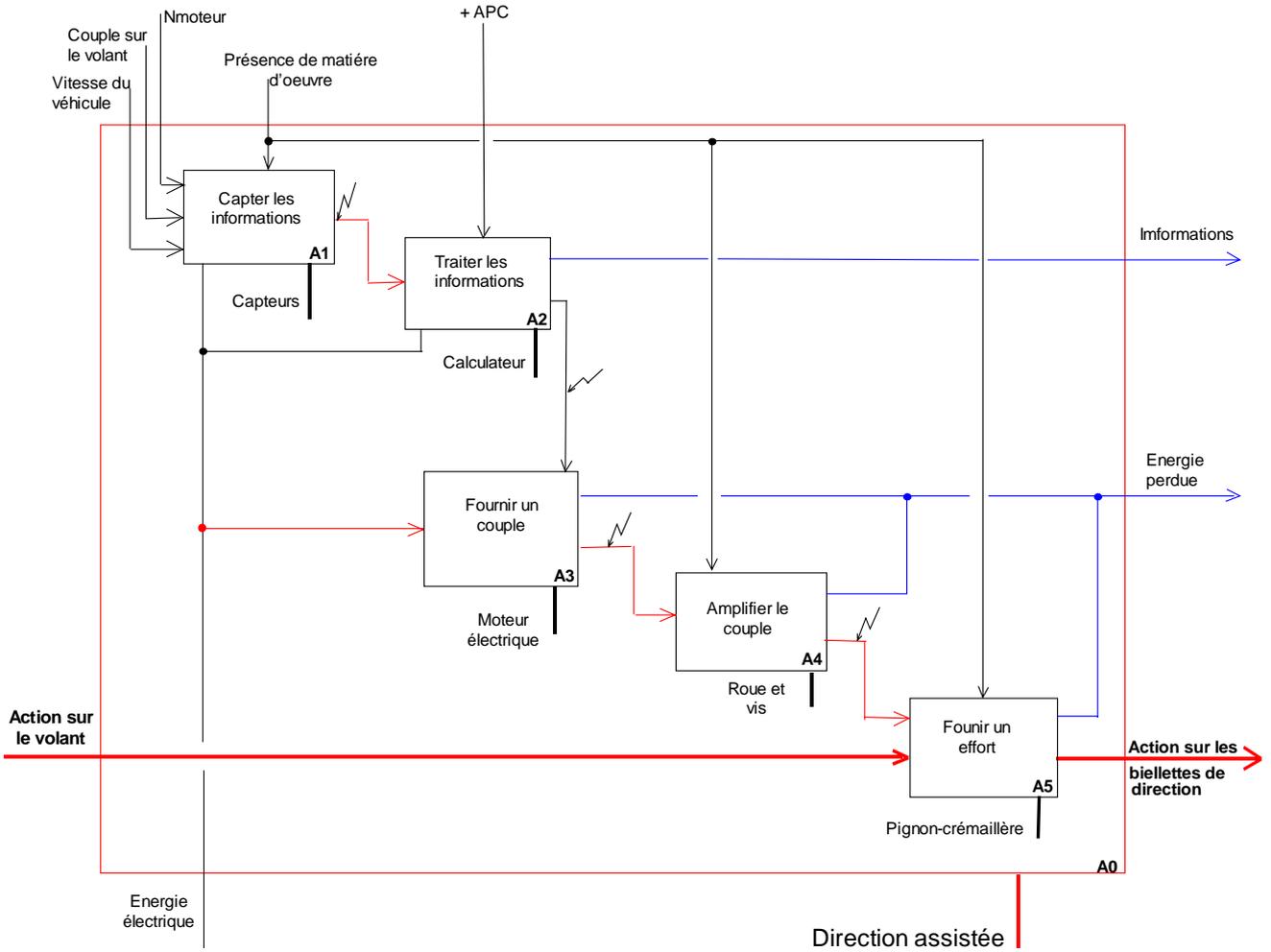
Afin d'éviter une trop grande fatigue du conducteur (effort maxi sur le volant ≈ 30 N) sans pour cela avoir une trop grande démultiplication (précision), la plupart des véhicules actuels sont équipés de directions assistées. Toutefois on a besoin d'une forte assistance lors des manœuvres à faible vitesse (la résistance au braquage est alors maximum) et d'une assistance minimum à haute vitesse pour des raisons de sécurité évidentes. De plus les performances des actionneurs électriques (moteurs) actuels permettent d'utiliser l'énergie électrique comme énergie d'assistance cela à pour effet de diminuer le coût ainsi que le nombre d'éléments nécessaires (suppression de tous les composants utilisés pour produire et gérer l'énergie d'assistance hydraulique).

2-1-2- Fonction Globale

Niveau A-0



Niveau A0



2 - 2 - Fonction : capter le couple sur le volant

2-2-1- Recherche de l'expression de K

Soit l'équation $\underline{1} M_{\text{cond}} = K \cdot \alpha$ et l'équation de déformation $\underline{2} : \theta = \frac{M_t \cdot L}{G \cdot I_o}$

avec :

$M_t = M_{\text{cond}}$ = moment de torsion en Nm, $G = 8,2 \cdot 10^{10}$ Pa (N/m²).

θ = angle de rotation relative, en radian rd, d'une section S_i par rapport à une section S_j distante de L,

L = distance entre les sections S_i et S_j en m, $I_o = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$ = moment quadratique polaire en m⁴.

On en tire de $\underline{2} M_t = \frac{\theta \cdot G \cdot I_o}{L}$ or $\theta = \frac{\pi \cdot \alpha}{180}$ avec θ en radian et α en degré ce qui donne $M_t = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot G \cdot I_o}{180 \cdot L}$

en remplaçant I_o par son expression nous avons finalement $M_t = \frac{\pi^2 \cdot G \cdot d^4}{180 \cdot 32 \cdot L} \cdot \alpha$. en identifiant avec

l'équation $\underline{1}$ on trouve bien $K = \frac{\pi^2 \cdot G \cdot d^4}{180 \cdot 32 \cdot L}$ CQFD.

2-2-2- Calcul de K : $K = \frac{\pi^2 \cdot 8,2 \cdot 10^{10} \cdot 6,6^4 \cdot 10^{-12}}{180 \cdot 32 \cdot 92 \cdot 10^{-3}} = 2,9 \cdot \text{Nm}^\circ$.

Cette valeur correspond bien à celle indiquée dans le dossier technique.

2-2-3- Recherche du couple exercé sur le volant lorsque le capteur délivre un signal de 3 V.

On lit sur la courbe de la page 4 dossier technique que 3 V correspond à un couple de 3 Nm. Soit un angle de décalage de : $\alpha = 3/2,93 = 1^\circ 02$.

2-2-4- Fonction de transfert du capteur de couple

La caractéristique du capteur est une droite affine ; il suffit donc de prendre un couple de points afin de définir son équation.

$U_{\text{capteur}} = a \cdot C_{\text{capteur}} + b$

U_{capteur} : tension de sortie du capteur, en Volt
 C_{capteur} : Couple mesuré, en Nm
a : en Volt/ Nm
b : en Volt

Sur le graphe, nous pouvons choisir deux points :

- point 1 : $C_{\text{capteur}} = -8 \text{ Nm}$ et $U_{\text{capteur}} = 1,5 \text{ V}$

- point 2 : $C_{\text{capteur}} = 10 \text{ Nm}$ et $U_{\text{capteur}} = 4 \text{ V}$

donc : $a = \frac{4 - 1,5}{10 + 8} = 0,139 \text{ V/Nm}$; $b = 4 - 0,139 \times 10 = 2,61 \text{ V}$

La fonction de transfert du capteur a donc pour équation : $U_{\text{capteur}} = 0,139 \cdot C_{\text{capteur}} + 2,61$

2-2-5- Temps mis pour effectuer une rotation complète du volant d'une butée à l'autre, vitesse de rotation du volant ainsi que celle du moteur

L'instant où la roue quitte la position « butée à droite » se situe à l'instant $t_0 = 2,2$ secondes.

L'instant où la roue arrive à la position « butée à gauche » se situe à l'instant $t_1 = 6$ secondes.

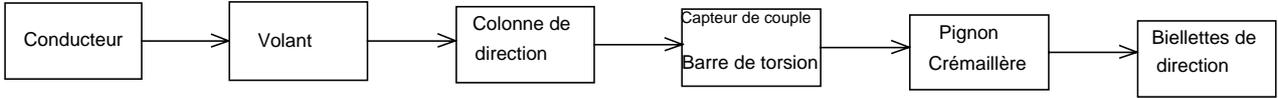
Le conducteur met donc 3,8 secondes pour braquer les roues de la position butée à droite à la position butée à gauche soit 2,82 tours de volant donc :

$N_{\text{volant}} = \frac{2,82}{3,8} \cdot 60 = 44,5 \text{ tr/min} \Rightarrow N_{\text{moteur}} = 44,5 \cdot 15 = 667,5 \text{ tr/min}$.

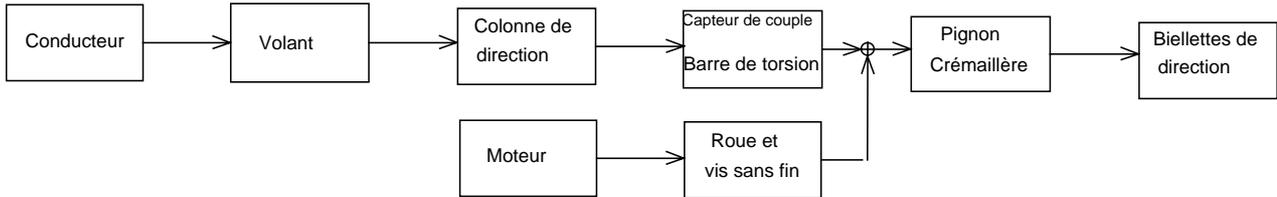
2 - 3 - Fonction : produire le moment d'assistance

2-3-1- Synoptique de la chaîne de transmission du couple :

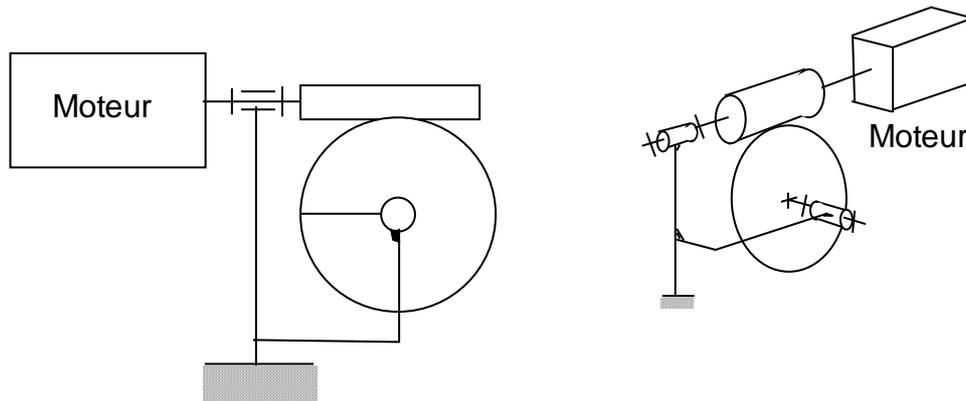
- Sans assistance :



- Avec assistance :



2-3-2- Schéma



2-3-3- Relevés sur le graphe page 10 du dossier technique lorsque l'action du conducteur est de 4 Nm :

- Pour la vitesse $V_1 = 5 \text{ km/h}$ l'intensité de courant correspondante est : $I_1 = 16 \text{ A}$
- Pour la vitesse $V_2 = 20 \text{ km/h}$ l'intensité de courant correspondante est : $I_2 = 2,5 \text{ A}$

2-3-4- Calcul de M_{mot1} et de M_{mot2} produit alors par le moteur électrique

- Pour la vitesse $V_1 = 5 \text{ km/h}$: $M_{\text{mot1}} = 0,038 * 16 = 0,608 \text{ Nm}$
- Pour la vitesse $V_2 = 20 \text{ km/h}$: $M_{\text{mot2}} = 0,038 * 2,5 = 0,095 \text{ Nm}$

2-3-5- Calcul des moments d'assistance correspondant

- Pour la vitesse $V_1 = 5 \text{ km/h}$: $M_{\text{ass1}} = 0,608 * 15 * 0,80 = 7,296 \text{ Nm}$
- Pour la vitesse $V_2 = 20 \text{ km/h}$: $M_{\text{ass2}} = 0,095 * 15 * 0,80 = 1,14 \text{ Nm}$

2-3-6- Apport de la variation d'assistance en fonction de la vitesse du véhicule.

Permet de disposer d'une forte assistance à faible vitesse et à l'arrêt afin de réduire la fatigue du conducteur et faciliter les manœuvres tout en conservant pour les hautes vitesses une direction dure qui permet une conduite plus précise et renforce la sécurité.

2 - 4 - Fonction : traiter les informations

2-4-1- Caractéristiques du signal de synchronisation de l'interface de puissance.

Sur le graphe n°2, nous pouvons définir 3 points caractéristiques d'une période :

- début du niveau haut du signal : $t_0 = 147,5$ ms,
- fin du niveau haut du signal : $t_1 = 156$ ms,
- fin de la période du signal : $t_2 = 163$ ms.

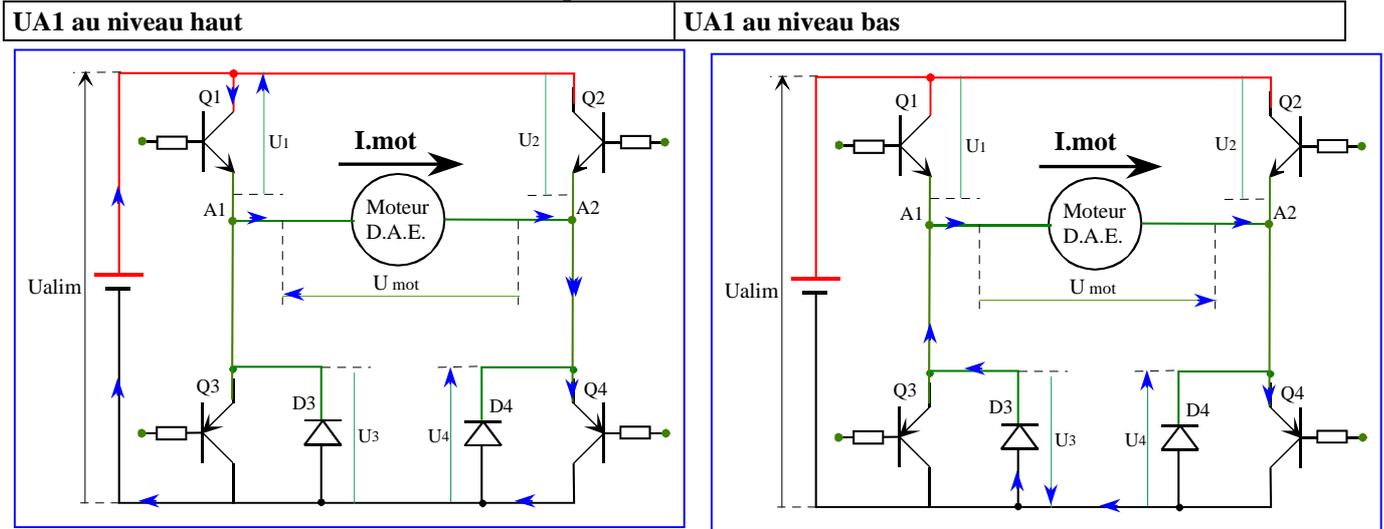
Calcul de la période du signal, T : $T = t_2 - t_0$ d'où $T = 163 - 147,5 = 15,5$ ms

Calcul de la fréquence de hachage : $f = 1000/15,5 = 64,5$ Hz

Calcul du rapport cyclique de commande : $Rc = ((t_1 - t_0) \cdot 100) / T$, $Rc = ((156 - 147,5) \cdot 100) / 15,5 = 54,8\%$

2-4-2- Analyse de fonctionnement de l'interface de puissance.

Rotation à droite du moteur électrique

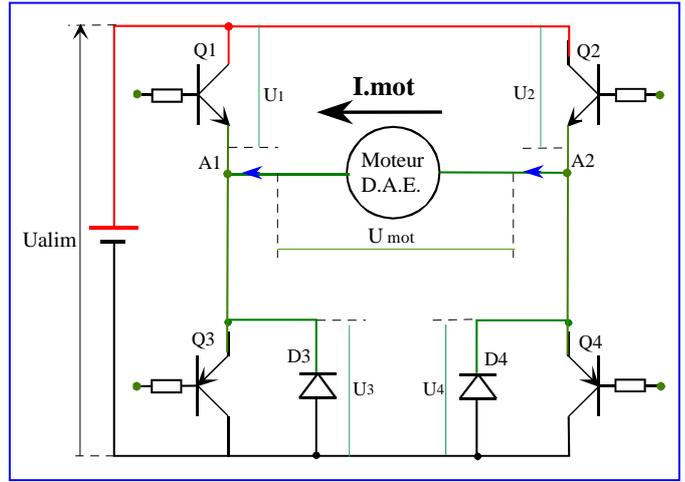
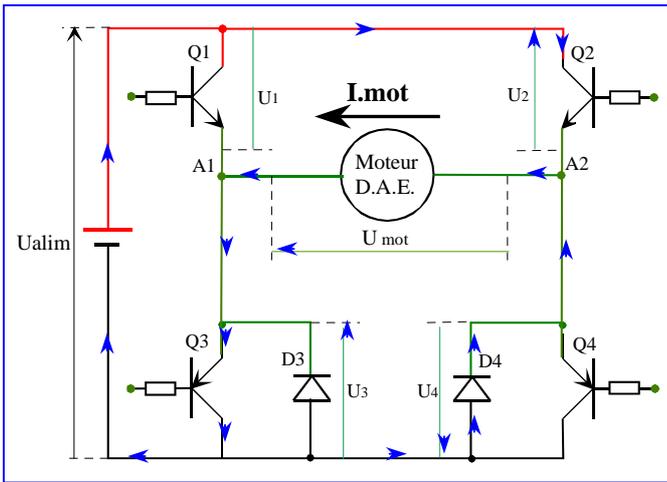


Ualim = 14 V	
	Etat des transistors
Q1	<u>Passant</u>
Q2	Bloqué
Q3	Bloqué
Q4	Passant
$U_{mot} = U_{A1} - U_{A2} \quad U_{mot} = 11,5 \text{ V}$	

Ualim = 14 V	
	Etat des transistors
Q1	<u>Bloqué</u>
Q2	Bloqué
Q3	Bloqué
Q4	Passant
$U_{mot} = U_{A2} - U_{A1} \quad U_{mot} = 2,1 \text{ V}$	

<p>Sur le graphe n°2 de la page 8, nous pouvons lire la valeur de U_{A1} lorsque le signal est au niveau haut : $U_{A1} = 12,7 \text{ V}$</p> <p>Sur le graphe n°1 de la page 8, nous pouvons constater que lorsque la direction est en butée à gauche, la tension U_{A1} est constamment au niveau bas à une tension de $1,2 \text{ V}$.</p> <p>Nous pouvons donc admettre que lorsque la direction est en butée à gauche, la tension au point 2, U_{A2}, ait la même valeur. $U_{A2} = 1,2 \text{ V}$</p> <p>Durant cette phase, on constate que l'intensité du courant traversant le moteur augmente, le moteur est un récepteur alimenté par l'alimentation du circuit.</p> <p>La différence de potentiel aux bornes du moteur, U_{mot} est donc égale à : $U_{mot} = 12,7 - 1,2 = 11,5 \text{ V}$</p>	<p>Sur le graphe n°2 de la page 8, nous pouvons lire la valeur de U_{A1} lorsque le signal est au niveau bas : $U_{A1} = -0,9 \text{ V}$</p> <p>La tension au point 2, U_{A2}, a la même valeur que précédemment : $U_{A2} = 1,2 \text{ V}$</p> <p>Durant cette phase, le transistor $Q1$ étant bloqué, le circuit en provenance de l'alimentation est ouvert. Le moteur se comporte comme un générateur, la diode de roue libre $D3$ permet de fermer le circuit électrique.</p> <p>L'intensité du courant traversant le moteur diminue progressivement</p> <p>La différence de potentiel aux bornes du moteur, U_{mot} est donc égale à : $U_{mot} = 1,2 - (-0,9) = 2,1 \text{ V}$</p>
UA2 au niveau haut	UA2 au niveau bas

Rotation à gauche du moteur électrique



Ualim = 14 V	
	Etat des transistors
Q1	<u>Bloqué</u>
Q2	Bloqué
Q3	<u>Passant</u>
Q4	Bloqué
$U_{mot} = U_{A1} - U_{A2} \quad U_{mot} = 2,1 \text{ V}$	

Lors d'une rotation à gauche du moteur électrique, l'analyse des phénomènes électriques est identique à celle menée lors de la rotation à droite du moteur.

Le sens du courant traversant le moteur est inversé, la tension U_{A2} correspond à la tension U_{A1} et réciproquement.

Nous pouvons donc déterminer les valeurs des tensions correspondantes :

<p>Sur le graphe n°1 de la page 8, nous pouvons constater que lorsque la direction est en butée à gauche, la tension U_{A1} est constamment au niveau bas à une tension de 1,2 V.</p> <p>Sur le graphe n°2 de la page 8, nous pouvons lire la valeur de U_{A1} lorsque le signal est au niveau haut : $U_{A1} = 12,7 \text{ V}$.</p> <p>Durant cette phase, on constate que l'intensité du courant traversant le moteur augmente, le moteur est un récepteur alimenté par l'alimentation du circuit.</p> <p>La différence de potentiel aux bornes du moteur, U_{mot} est donc égale à :</p> $U_{mot} = U_{A2} - U_{A1} ; U_{mot} = 12,7 - 1,2 = 11,5 \text{ V}$	<p>La tension au point 1, U_{A1}, a la même valeur que précédemment. $U_{A1} = 1,2 \text{ V}$.</p> <p>Sur le graphe n°2 de la page 8, nous pouvons lire la valeur de U_{A1} lorsque le signal est au niveau bas : $U_{A1} = -0,9 \text{ V}$.</p> <p>Nous pouvons donc admettre que lorsque la direction est en butée à gauche, la tension au point 2, U_{A2}, ait la même valeur, donc :</p> $U_{A2} = -0,9 \text{ V}$ <p>Durant cette phase, le transistor Q2 étant bloqué, le circuit en provenance de l'alimentation est ouvert.</p> <p>Le moteur se comporte comme un générateur, la diode de roue libre D_4 permet de fermer le circuit électrique.</p> <p>L'intensité du courant traversant le moteur diminue progressivement</p> <p>La différence de potentiel aux bornes du moteur, U_{mot} est donc égale à :</p> $U_{mot} = U_{A1} - U_{A2} ; U_{mot} = 1,2 - (-0,9) = 2,1 \text{ V}$
---	--

2-4-3- Circuit d'alimentation de puissance du moteur d'assistance.

Sur le schéma de principe de la page 12 du dossier technique, on constate que c'est le calculateur D.A.E. (7126) qui assure l'alimentation en puissance du moteur d'assistance (7129).

L'alimentation en puissance du calculateur D.A.E. est assurée par l'intermédiaire de la platine de servitude – boîte fusibles (PSF1) à travers la ligne BMF8.

Cette ligne est connectée directement à la batterie protégée par le fusible MF8.

2 - 5 - Etude comportementale

2-5-1- Lorsque les roues sont maintenues braquées, le moteur électrique d'assistance est arrêté et fonctionne à "couple bloqué".

2-5-2- Pour protéger le moteur le calculateur limite progressivement l'assistance (page 6 et page 10 du dossier technique) en fonction du temps. Il est donc normal qu'après une utilisation prolongée de la direction le conducteur soit forcé d'augmenter son effort sur le volant et ressente un durcissement de la direction.

- 3 . DIAGNOSTIC

On a constaté que suite à l'augmentation de carrossage coté gauche, la direction était déséquilibrée et que pour maintenir le véhicule en ligne droite le conducteur devait agir sur le volant et solliciter constamment l'assistance de direction. Pour protéger le moteur électrique, le calculateur diminue progressivement l'assistance donc il est normal que le conducteur ressente un durcissement de la direction lors d'un parcours routier effectué à faible vitesse. Il ne s'agit pas d'un dysfonctionnement de la direction mais cela est une conséquence du défaut du train avant dû à une déformation de la jambe de force.