TRAIN AVANT

DISPOSITIF ANTI-CABRAGE

Le principe de ce dispositif anti-cabrage consiste à donner une inclinaison (angle α, voir page 6/6) à l'axe de la liaison pivot 4/9 par rapport à l'horizontale.

L'objet de cette étude est de montrer l'efficacité du dispositif anti-cabrage.

Données générales:
On note : 0 = route , 1 = voiture.
Le système présente un plan de symétrie: (H,x,z),
on prend $g = 9{,}81 m.s^{-2}$

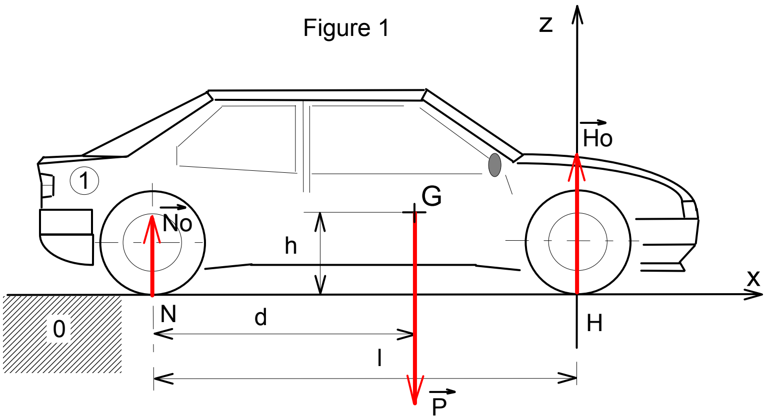
position du centre de gravité G : $\overrightarrow{NG} = d.\vec{x} + h.\vec{z}$, avec : h = 785 mm, d = 1500 mm,
empattement : l = 2700 mm
masse de la voiture : m = 1100 kg,
les roues avant du véhicule sont motrices.

1 - VEHICULE AU REPOS
(voir figure 1)

Le véhicule est à l'arrêt sur une route horizontale.

- 1 - Actions du sol sur les roues
Déterminer les actions du sol sur les roues, $\overrightarrow{No} = No.\vec{z}$ et $\overrightarrow{Ho} = Ho.\vec{z}$, en N et H, en fonction de mg, d et l. Calculer leurs valeurs.

Figure 1

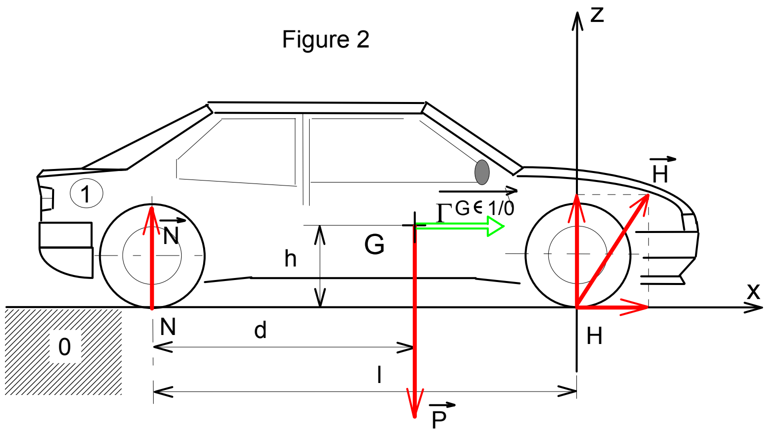


2 - VEHICULE EN PHASE D'ACCELERATION (voir figure 2)

On néglige la résistance de l'air, la résistance au roulement, ainsi que les moments d'inertie de la transmission.
Le véhicule se déplace suivant (x) d'un mouvement de translation rectiligne uniformément varié.

On note $\overrightarrow{\Gamma^{G\in 1/0}} = \gamma.\vec{x}$ son accélération.
γ est une valeur algébrique.

Figure 2



- 2 - 1 - Accélération du véhicule
Le véhicule parcourt la distance de 400 m en 16,4 s , départ arrêté. Calculer la valeur numérique de l'accélération du véhicule.

Pour la suite du problème on prend $\gamma = 3 m.s^{-2}$
2 - 2 - Actions du sol sur les roues

- 2 - 2 - 1 - Exprimer, en fonction de mg, d, h, l et γ, les actions $\vec{N} = ZN.\vec{z}$ et $\vec{H} = XH.\vec{x} + ZH.\vec{z}$ du sol sur les roues en N et H. Calculer les valeurs numériques de ZN, XH et ZH. (voir figure 2).

- 2 - 2 - 2 - Soit $\vec{F}$ la surcharge du train arrière telle que $\vec{N} = \vec{No} + \vec{F}$, avec $\vec{F} = F.\vec{z}$ et $F > 0$.
A l'aide des résultats des questions (1) et (2-2-1) montrer que : $F = \frac{h}{l}.m.\gamma$, et ZH = Ho -F. (figure 3).
Calculer leurs valeurs.

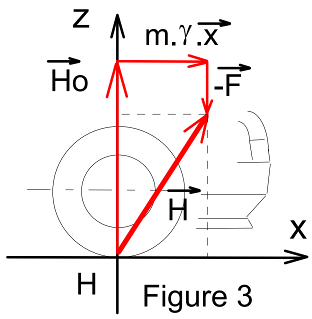


Figure 3

3 - VEHICULE EN PHASE D'ACCELERATION : ETUDE DU DEMI-TRAIN AVANT GAUCHE

voir page 6/6, et figures 4a 4b page 3/6

L'objet de cette étude est de quantifier l'influence de l'accélération sur "les efforts" au niveau de "l'élément élastique" de la suspension.

Hypothèses et données complémentaires

On néglige les forces aérodynamiques et les résistances au roulement ainsi que les moments d'inertie de la transmission.

Le véhicule se déplace suivant (x) d'un mouvement rectiligne uniformément varié d'accélération : $\gamma = 3\ m.s^{-2}$ (figure 2).

La route étant horizontale, on suppose que la barre stabilisatrice 7 ne transmet aucun effort par l'intermédiaire de la biellette en D.

Les masses et les moments d'inertie de toutes les pièces composant le demi-train avant sont négligés. Donc le principe fondamental appliqué à chacune des pièces du demi train avant se réduit aux équations de la statique.

On prend comme modèle du demi-train avant, pour effectuer l'étude, celui de la figure 4b. C'est à dire qu'on assimile l'ensemble (2 + 3+ élément élastique + amortisseur) à un solide de repère noté 2, et qu'on considère la direction bloquée en position ligne droite (biellette de direction liée à la caisse 9 en E).

Toutes les liaisons sont parfaites : A, B , C, E = liaisons sphériques, liaisons 9/4 et 1/2 = pivots.

On donne les coordonnées, en mm, des points suivants dans le repère {O,x,y,z}:

$$\vec{OA}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-20\\200\\500\end{matrix}\right. ;\quad \vec{OB}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-150\\275\\100\end{matrix}\right. ;\quad \vec{OC}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}0\\310\\0\end{matrix}\right. ;\quad \vec{OD}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-94\\124\\1\end{matrix}\right. ;\quad \vec{OE}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-176\\-60\\113\end{matrix}\right. \quad \vec{OH}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-5\\330\\-198\end{matrix}\right. ;\quad \vec{OH_1}_{0,x,y,z}\left|\begin{matrix}-5\\330\\70\end{matrix}\right.$$

L'action de la transmission sur la roue se réduit en H1 à un couple $\vec{Mm}$.

3 - 1 - Isostatisme

Montrer que le système matériel { 1, 2, 5 ,4 }, représenté sur la figure 4 b (modèle pour le calcul), est isostatique. L'ensemble (2 + 3 + élément élastique + amortisseur) est considéré comme un solide.

On rappelle : $h = \Sigma\ lij - (6.p - mu - mi)$

mi = mobilité interne, lij = degrés de liaison entre les solides i et j,
mu = mobilité utile, p = nombre de solides.

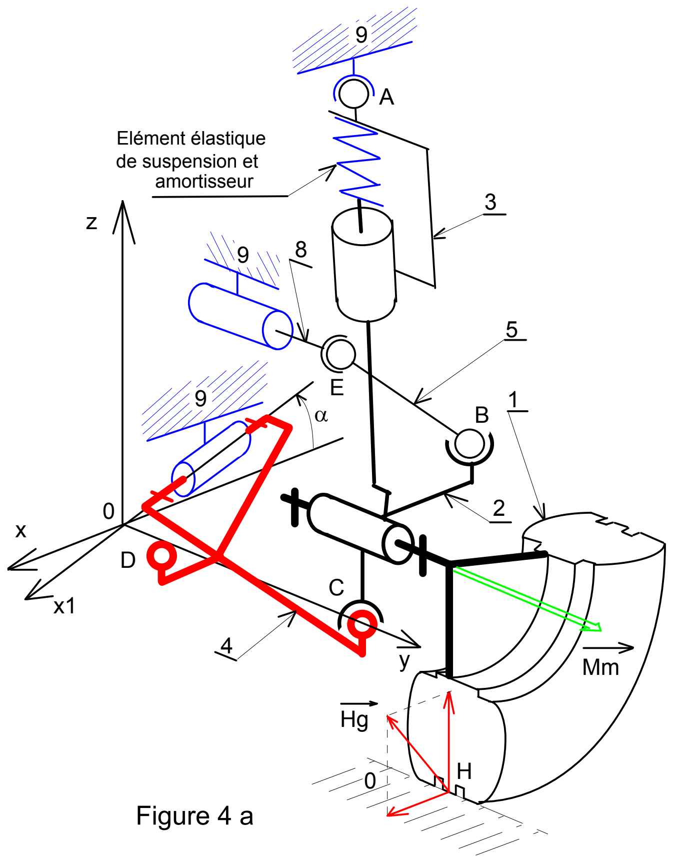


Figure 4 a

Modèle pour les calculs

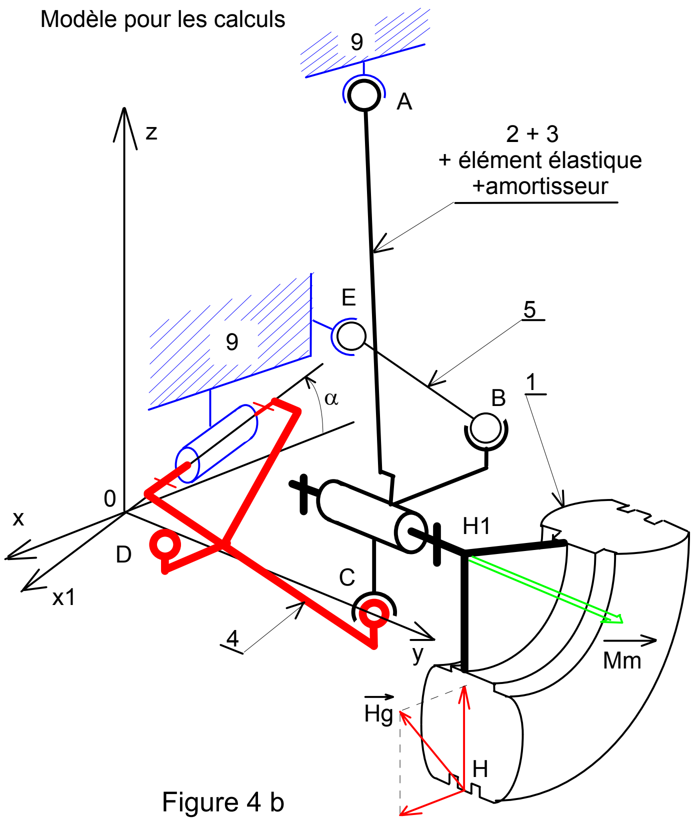


Figure 4 b

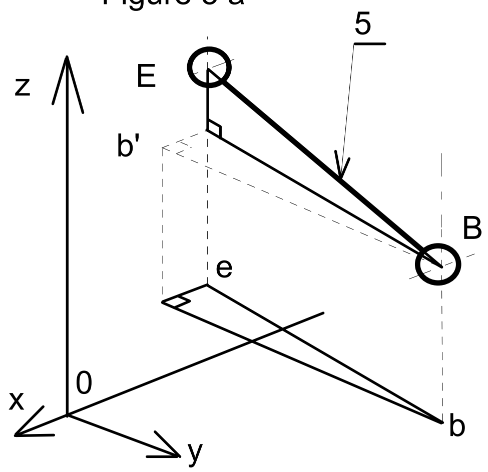
0 : sol
1 : pneumatique et jante
2 : porte-moyeu
3 : tube de suspension
4 : triangle inférieur
5 : biellette de direction
8 : crémaillère de direction
9 : caisse

- 3 - 2 - Relation entre XB, YB, ZB

Isoler la biellette de direction (5) (voir figure 5a).
Montrer que les relations entre les composantes de l'action en B de 2 sur 5, (XB, YB, ZB), ont pour expressions algébriques :

YB = 13.XB, et ZB = **-** 0,5.XB

Figure 5 a



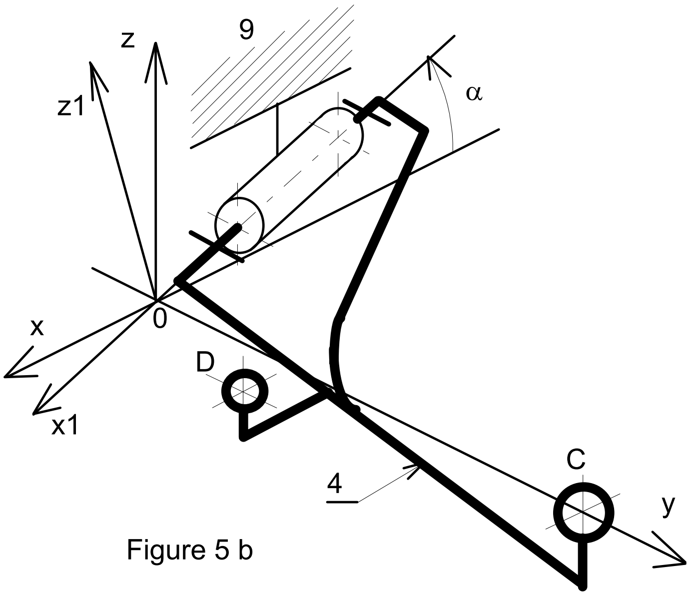
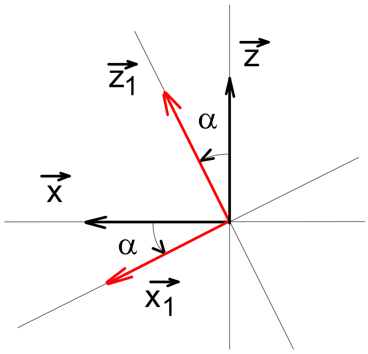


Figure 5 b

- 3.- 3 - Relation entre ZC et XC

Isoler le triangle inférieur (4)
(voir figure 5b).

La liaison 9/4 est une pivot d'axe (0, x_1).
L'angle d'inclinaison α entre l'axe x et l'axe x_1 vaut: α = 10,20°.



- 3 - .3 - 1 - Ecrire dans la base (0, x_1, y, z_1) le torseur, réduit en 0, des actions mécaniques de 9 sur 4 transmis par la liaison pivot d'axe 0x_1.

3 - 3 - 2 - Calculer dans la base (0, x,y,z) le moment par rapport à 0 de l'action du porte moyeu 2 sur le triangle inférieur 4 $\vec{C}_{2/4} = XC.\vec{x} + YC.\vec{y} + ZC.\vec{z}$.
Exprimer ce moment dans la base (0, x_1, y, z_1)

-- 3 - 3 - 3 - Sachant que $\sum \overrightarrow{M_{ext \to 4}} \bullet \vec{X_1} = 0$ et à l'aide des résultats des questions précédentes montrer que la relation algébrique liant ZC à XC et α. est égale à : ZC = **-** XC**.**tan α .

- 3 - 4 - Détermination de XA, YA, ZA

Isoler l'ensemble { 2 + 3 + élément élastique + amortisseur } (voir figure 6)

On donne, dans la base (0,x,y,z), les torseurs des actions mécaniques relatifs :

aux actions de la roue 1, au niveau de la liaison pivot, réduites en H1

$$[H1\ _{1/2}] = \begin{Bmatrix} 550.\gamma & 0 \\ 0 & 0 \\ (3000-160.\gamma) & 0 \end{Bmatrix}_{H1} \quad 0x,y,z.$$

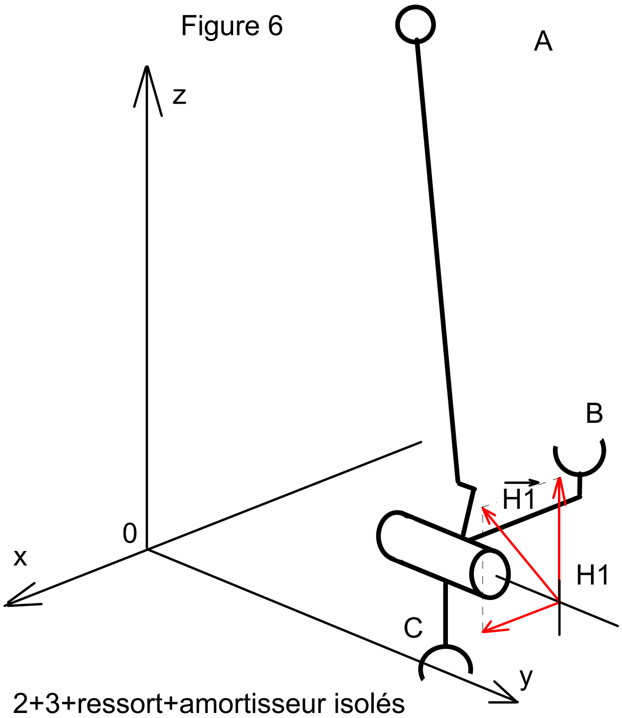
aux actions de la biellettes de direction 5 en B

$$[B\ _{5/2}] = \begin{Bmatrix} XB_1 & 0 \\ 13.XB_1 & 0 \\ -0{,}5.XB_1 & 0 \end{Bmatrix}_{B} \quad 0\,x,y,z\,.$$

aux actions du triangle inférieur 4 en C

$$[C\ _{4/2}] = \begin{Bmatrix} XC_1 & 0 \\ YC_1 & 0 \\ -0{,}18.XC_1 & 0 \end{Bmatrix}_{C} \quad 0x,y,z$$

Figure 6



2+3+ressort+amortisseur isolés

- 3 - 4 - 1 - Compléter le bilan des actions mécaniques agissant sur l'ensemble isolé.

- 3 - 4 - 2 - Exprimer :

XB_1 en fonction de γ,
XC_1 en fonction de γ,
YC_1 en fonction de γ.

Pour cela on vous conseille :
- d'écrire les trois équations algébriques, relatives aux moments calculés au point A,
- de résoudre le système ainsi obtenu.

3 - 4 - 3 - Quels que soient les résultats de la question précédente on prendra pour la suite
$XB_1 = -3 - 10.\gamma$, $XC_1 = -88 - 462.\gamma$, $YC_1 = -752 + 130.\gamma$,

- Déterminer les expressions de :

XA_1 en fonction de γ,
YA_1 en fonction de γ,
ZA_1 en fonction de γ.

Pour cela on conseille d'écrire les trois équations algébriques relatives à la résultante et de résoudre le système ainsi obtenu.

4 - VERIFICATION DU DISPOSITIF ANTI-CABRAGE

- 4 - 1 - Recherche de l'action de 3 sur l'élément élastique
(Voir figures 4a et 7 et page 6/6)

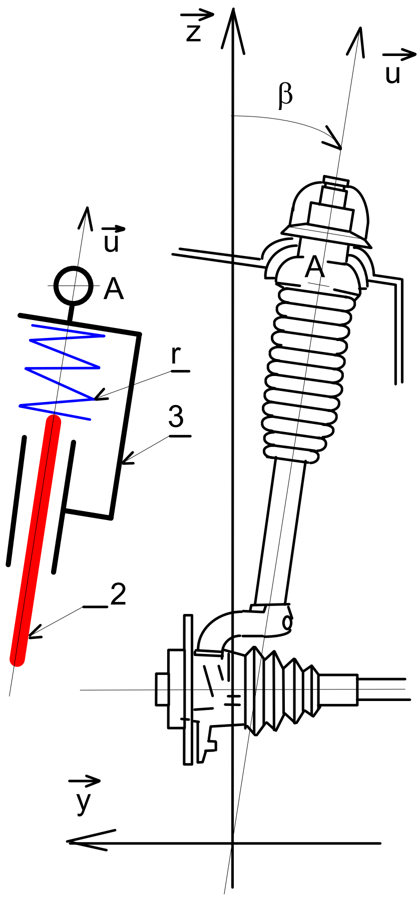
L'axe $\vec{u}$ du tube de suspension est contenu dans un plan parallèle à (0,y,z) .

La liaison entre 3 et 2 est assimilée à une liaison pivot glissant d'axe $\vec{u}$. L'angle d'inclinaison β de l'axe $\vec{u}$ par rapport à l'axe $\vec{z}$ vaut $\beta = 2,48°$.

On admet que l'action en A de la caisse 9 sur le tube de suspension 3 ($\vec{A}_{9/3}$) a pour composantes dans le repère 0,x,y,z :
$XA_1 = 91 - 78.\gamma$,
$YA_1 = 791$,
$ZA_1 = -3017 + 72.\gamma$.

Après avoir projeté $\vec{A}_{9/3}$ sur $\vec{u}$, déterminer en fonction de γ l'action de 3 sur l'élément élastique r de la suspension : $\vec{U}_{3/r} = U.\vec{u}$

Figure 7

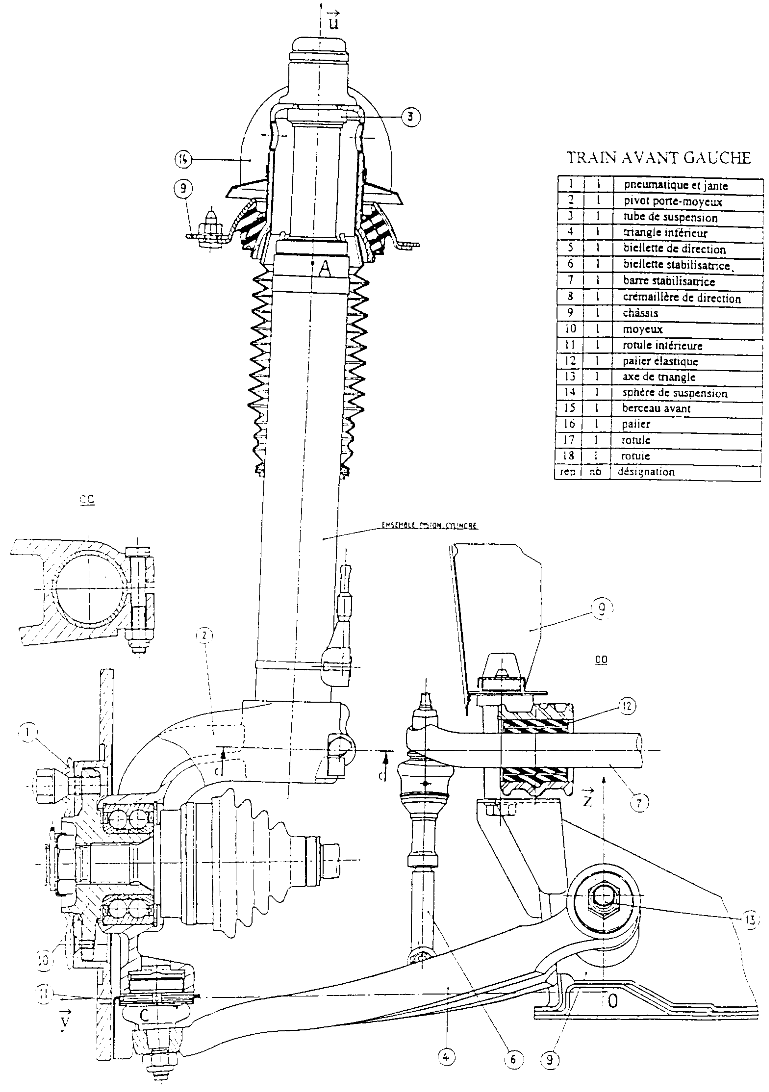


- 4 - 2 - Efficacité du dispositif

L'étude identique, effectuée sur un demi-train avant, de mêmes dimensions, dont la liaison entre le triangle inférieur 4 et la caisse 9 se réalise par une liaison pivot d'axe ox ($\alpha = 0$),conduit au résultat suivant : $\vec{U}_{3/r} = (141.\gamma - 3034).\vec{u}$.

- 4 - 2 - 1 - Pour chaque demi-train avant ($\alpha = 0$, $\alpha = 10,20°$), calculer les valeurs numériques de l'action de 3 sur l'élément élastique r $\|\vec{U}_{3/r}\|$ pour une accélération nulle $\gamma = 0\ m.s^{-2}$ et pour une accélération $\gamma = 3\ m.s^{-2}$. Comparer les résultats. Peut-on conclure que le dispositif anti-cabrage est opérant ?

4 - 2 - 2 - En reprenant les mêmes hypothèses, peut-on espérer que ce système fonctionne en phase de freinage en tant que dispositif anti-plongée ? Justifiez votre réponse.



TRAIN AVANT GAUCHE

rep	nb	désignation
1	1	pneumatique et jante
2	1	pivot porte-moyeux
3	1	tube de suspension
4	1	triangle inférieur
5	1	biellette de direction
6	1	biellette stabilisatrice
7	1	barre stabilisatrice
8	1	crémaillère de direction
9	1	châssis
10	1	moyeux
11	1	rotule inférieure
12	1	palier élastique
13	1	axe de triangle
14	1	sphère de suspension
15	1	berceau avant
16	1	palier
17	1	rotule
18	1	rotule

ENSEMBLE TRAIN AVANT – SUSPENSION – DIRECTION