

**Baccalauréat Sciences et Technologies Industrielles**  
**Spécialité Génie Électronique**  
**Session 2005**

**Étude des systèmes techniques industriels**

**Réglage de train roulant automobile**

**Partie mécanique et construction**

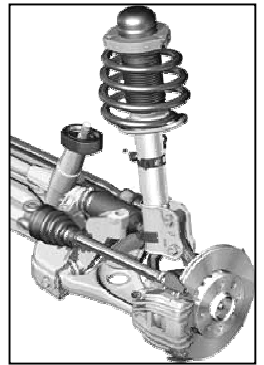
Les documents réponses BR 2/10 à BR 10/10 sont à rendre à la fin de l'épreuve.

- 1\_ Présentation d'un demi train avant de type MAC PHERSON .....BR1/10
- 2\_ Problème posé .....BR2/10
- 3\_ Travail demandé
  - 3.1\_ Etude de la modélisation du demi train avant .....BR2/10
  - 3.2\_ Etude de l'influence du poids de la voiture sur la hauteur du train avant
    - 3.2.1\_ Détermination de l'effort du sol sur une des roues du train avant .....BR3/10
    - 3.2.2\_ Détermination de l'effort sur la suspension ..... BR4 et 5/10
    - 3.2.3\_ Détermination du débattement du train avant (Calque) ..... BR6 et 7/10
  - 3.3\_ Etude de l'influence du débattement sur les angles de géométrie ..... BR8 et 9/10
  - 3.4\_ Représentation du support supérieur de fixation de l'amortisseur ..... BR10/10

Bac STI GEL	Étude des systèmes techniques industriels	Partie mécanique et construction	Repère : <b>IEELMEJ</b>	
-------------	---	----------------------------------	-------------------------	--

# 1 PRESENTATION D'UN DEMI TRAIN AVANT DE TYPE MAC PHERSON

Il existe de nombreux types de trains de véhicules, plus ou moins complexes et performants, qui sont conçus en fonction de la catégorie du véhicule et de son utilisation. Sur la plupart des véhicules de tourisme, les trains AVANT sont de type MAC PHERSON. Ce type de train est constitué d'un nombre limité de pièces et présente donc l'avantage d'un coût de fabrication plus faible.



Les demis trains de ce type sont constitués d'un TRIANGLE INFERIEUR 2 articulé avec le châssis 1 et avec le sous-ensemble PORTE MOYEU (S3 : composé du porte moyeu 3, du corps d'amortisseur 4 et de l'étrier de frein 5). Voir figure 1 (ci-dessous) et figure 2 du document annexe BAN 1/5.

Ce sous-ensemble S3 (PORTE MOYEU) sert à la fois :

- ✓ à guider en rotation le sous-ensemble ROUE (S4 : moyeu 6, disque de frein 7, jante 8 et pneumatique 9),
- ✓ il participe à l'amortissement avec la tige d'amortisseur 10, le ressort 12 et la barre anti-roulis 13,
- ✓ enfin il sert aussi de pivot de direction avec cette même tige 10 (Axe AC) qui est articulée à son extrémité (en A) au châssis grâce à la coupole 11.

La commande de direction est transmise, par l'intermédiaire du volant et de la colonne de direction (non représentés ici), à la barre de transmission 14 qui commande la crémaillère 15, laquelle transmet l'effort de commande du braquage au sous ensemble PORTE MOYEU par l'intermédiaire des biellettes de direction 16.

La puissance du moteur est transmise au moyeu 6 (et donc à la roue) par l'intermédiaire du cardan (non représenté ici).

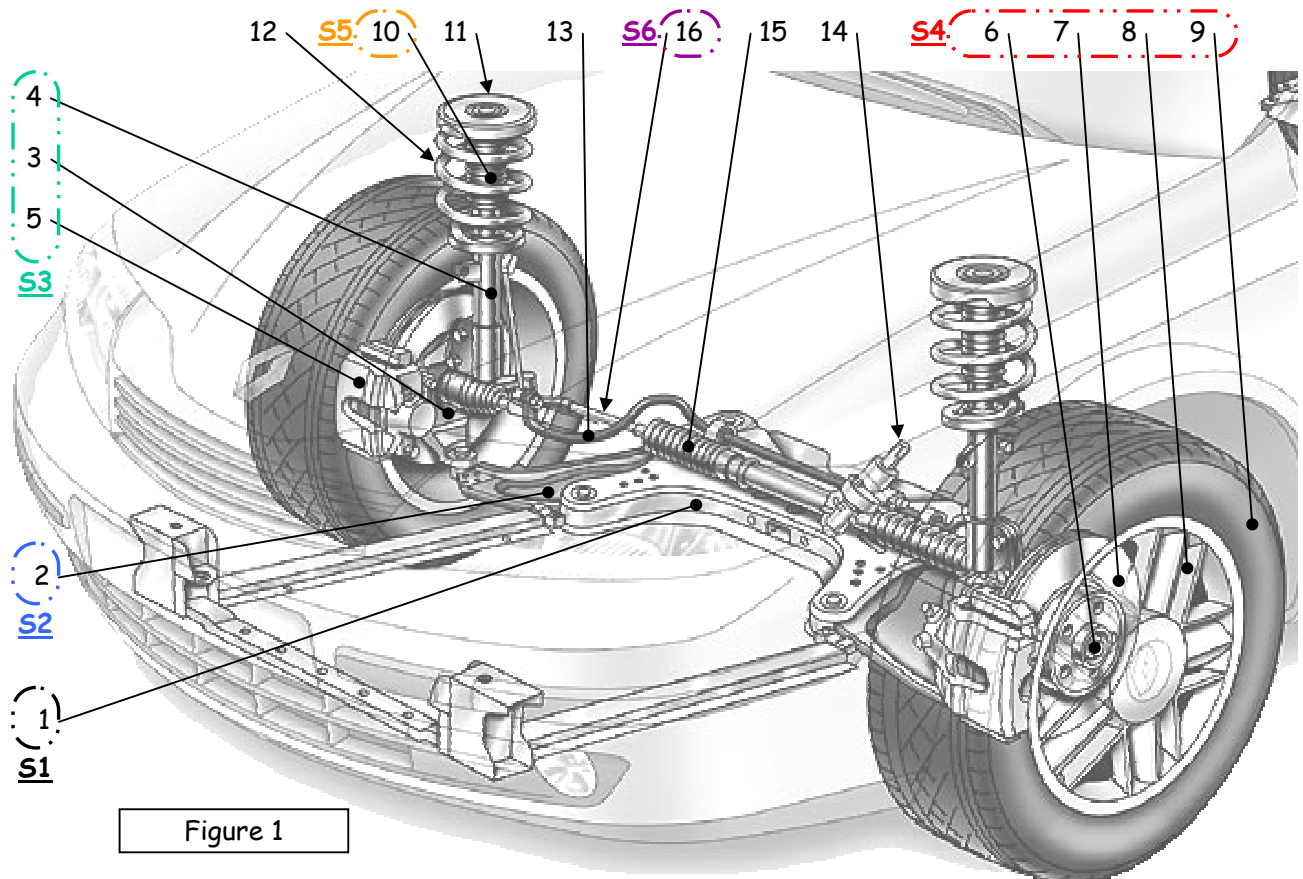


Figure 1

## 2 PROBLEME POSE

Le banc de mesure permet de contrôler de façon très précise les principaux angles des trains roulant d'un véhicule. Les constructeurs automobiles imposent des réglages de trains, relatifs à une configuration de référence du véhicule (masse à vide, organes mécaniques neufs, gonflage des pneumatiques, etc.). Cependant, la configuration d'un véhicule nécessitant un réglage, peut être assez éloignée de la configuration de référence (masse différente, organes mécaniques usés, etc.). L'opérateur du banc de mesure devra donc s'assurer de la configuration exacte du véhicule qu'il doit contrôler.

Vous allez donc vérifier, dans cette étude, si une hauteur de caisse différente de celle de référence, peut avoir une influence importante sur les principaux angles du train avant du véhicule et ainsi fausser les mesures du banc et donc les réglages.

## 3 TRAVAIL DEMANDE

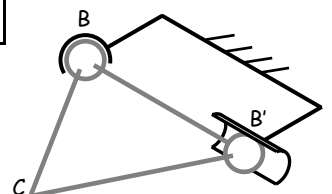
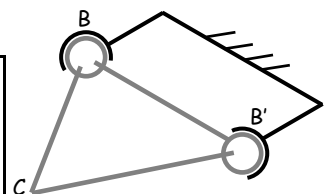
### 3.1 Etude de la modélisation du demi train avant

**Q1.** En vous aidant de la figure 2 du document annexe BAN 1/5, **compléter** le tableau suivant :

Centre de la liaison	Liaison entre... (Indiquer les sous-ensembles en contact)	Mobilités permises par la liaison	Nom de la liaison (préciser l'axe si c'est nécessaire)
<b>B ou B'</b>			
<b>D</b>			
<b>E</b>			

**Q2.** La composition des 2 liaisons en B et en B' forme une liaison élémentaire simple. **Déterminer** cette liaison et son axe.

Nom de la liaison composé par les 2 liaisons en B et en B'	Axe



**Q3.** Ce type de liaison simple est souvent réalisé par la composition d'une ROTULE et d'une LINEAIRE ANNULAIRE ; **expliquer** l'avantage de cette solution par rapport à la solution utilisée dans ce 1/2 train avant.

### 3.2

## Etude de l'influence du poids de la voiture sur la hauteur du train avant

**Objectif de l'étude :** Déterminer l'écrasement que subit le train avant, à l'arrêt, lorsque la voiture est en position 2 (en charge maximale), pour pouvoir vérifier l'incidence de cet écrasement sur les différents paramètres de la géométrie.

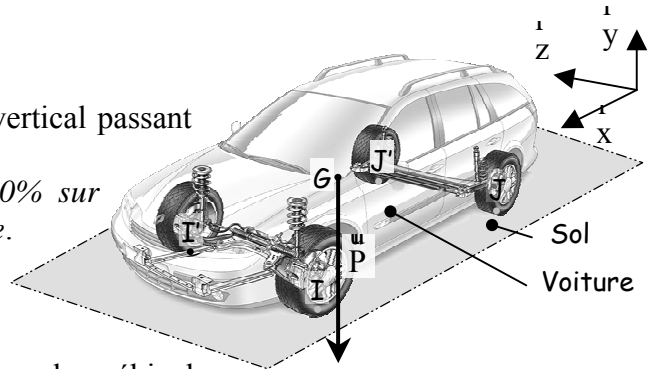
Les constructeurs automobiles conçoivent leurs véhicules pour une certaine capacité de chargement. Le tableau ci-dessous indique les principales masses caractéristiques ainsi que leur valeur numérique correspondante au véhicule que vous allez étudier.

		Exemple étudié
Masse à vide	C'est la masse de la voiture sans passager, sans bagages et le réservoir vide.	<b>POSITION 1</b> $M_1 = 1350 \text{ Kg}$
Masse maximale autorisée	C'est la masse maximale à ne pas dépasser en roulant.	<b>POSITION 2</b> $M_2 = 1935 \text{ Kg}$
Masse maximale remorquable freinée	C'est la masse maximale d'une remorque, possédant un système de freinage, que la voiture peut tracter	Pour information 1500 Kg
Masse maximale remorquable non freinée	C'est la masse maximale d'une remorque, ne possédant pas de système de freinage, que la voiture peut tracter	Pour information 650 Kg

### 3.2.1 Détermination de l'effort du sol sur une des roues du train avant

Hypothèses de départ :

- ✓ La voiture est à l'arrêt.
- ✓ La voiture possède un plan de symétrie vertical passant par G
- ✓ La masse de la voiture est répartie à 60% sur l'avant de la voiture et à 40% sur l'arrière.
- ✓ Le contact de chaque roue avec le sol peut être modélisé par un contact ponctuel.
- ✓ Pour cette étude on prendra la masse du véhicule **maximale autorisée**.
- ✓ L'accélération de la pesanteur est considérée comme égale à  $10 \text{ m/s}^2$



**Q4. Déterminer** l'intensité du poids  $\vec{P}$  du véhicule pour la **position 2**. (Vous détaillerez vos calculs)

Expression littérale	Application numérique
	$\ \vec{P}\  =$

**Q5. En déduire** l'intensité du poids supportée uniquement par le train avant pour cette position 2 notée  $\|\vec{P}_{\text{train avant}}\|$  (expliquez succinctement vos calculs).

**Q6. Déterminer** les caractéristiques de la résultante du SOL sur **UNE des 2** roues avant  $\vec{I}_{\text{Sol} \rightarrow \text{Voiture}}$

Effort	Point d'application	Direction et sens	Intensité
$\vec{I}_{\text{Sol} \rightarrow \text{Voiture}}$			

### 3.2.2

### Détermination de l'effort sur la suspension

L'étude se fera dans le plan de la **VUE DE FACE** (y, z) (voir figure 3 du document annexe BAN 2/5).

Données de l'étude :

- ✓ Le problème est considéré comme PLAN, toutes les liaisons sont dans le plan (y,z)
- ✓ Le poids de chaque sous-ensemble est négligé.
- ✓ Les actions mécaniques de la biellette de direction **S6** (en F) et du cardan (en H) sur le porte moyeu **S4** sont négligés (Véhicule à l'arrêt).
- ✓ Les liaisons sont considérées comme parfaites (sans frottements).
- ✓ On considère que le châssis **S1** est fixe et que les autres pièces sont mobiles par rapport à celui-ci (Le SOL ainsi que les sous ensembles **S2**, **S3**, **S4**, **S5** et **S6**).
- ✓ L'ensemble est en équilibre dans la position N°1.
- ✓ Pour cette étude on prendra l'intensité de la résultante du sol sur la roue égale à :

$$\left\| \overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{I_{\text{Sol} \rightarrow \text{S4}}}} \right\| = 5800 \text{ N}$$

**On isole le triangle inférieur seul (S2),** le bilan des actions mécaniques extérieures est défini dans le tableau suivant :

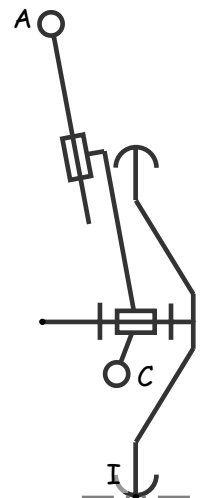
Effort	Point d'application	Direction et sens	Intensité
$\overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{B_{\text{S1} \rightarrow \text{S2}}}}$	<b>B</b>	?	?
$\overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{C_{\text{S3} \rightarrow \text{S2}}}}$	<b>C</b>	?	?



**Q7. Déterminer** la direction des actions en B et en C (Vous expliquerez votre démarche).

**On isole l'ensemble {S3, S4, S5},** le bilan des actions mécaniques extérieures est défini dans le tableau suivant :

Effort	Point d'application	Direction et sens	Intensité
$\overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{I_{\text{Sol} \rightarrow \text{S5}}}}$	<b>I</b>	<b>Droite verticale (I, y) Vers le haut (+ y)</b>	<b>5800 N</b>
$\overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{C_{\text{S2} \rightarrow \text{S3}}}}$	<b>C</b>	<i>Trouvée précédemment</i>	?
$\overset{\text{roue}}{\underset{\text{sol}}{A_{\text{S1} \rightarrow \text{S5}}}}$	<b>A</b>	?	?



**Q8. Déterminer** (par la méthode de votre choix), les intensités des efforts en A et en C. (Répondre sur la figure 4 du document BR 5/10).

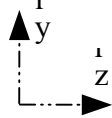
Echelle des efforts : 1mm =>50 N

Figure 4

Partie 3.2.2. Question 8

$I_{Sol \rightarrow S5}$

VUE DE FACE  
(Angle de CARROSSAGE)



S5

S3

S4

B

Coordonnées des points

A (0, 0, 0)

C (0, -640, 122)

I (0, -868, 156)

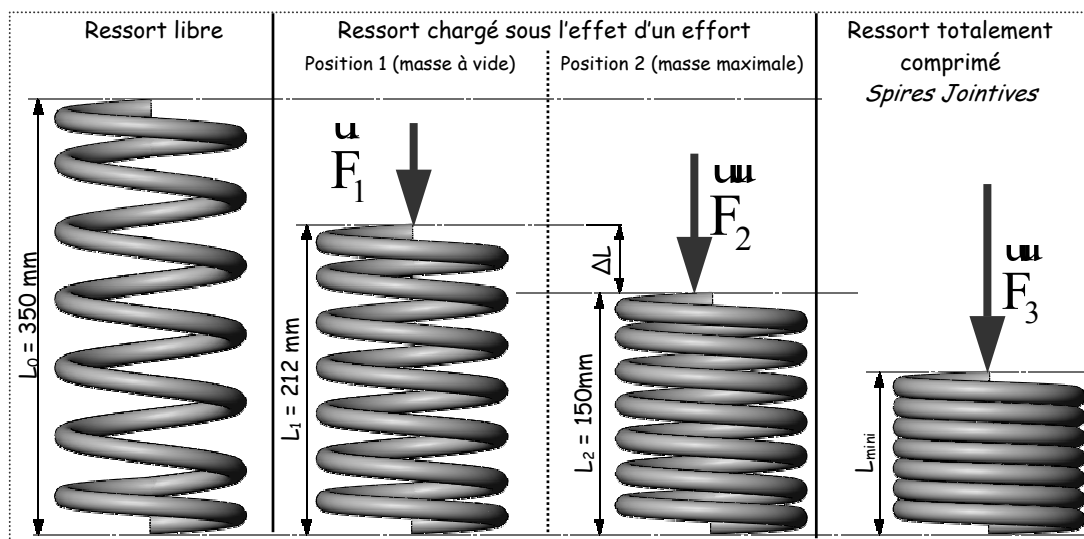
Résultats :

$\|A_{S1 \rightarrow S5}\| = \dots\dots\dots$   
 $\|C_{S2 \rightarrow S3}\| = \dots\dots\dots$

Les suspensions d'automobile sont composées d'un amortisseur et d'un ressort.

L'amortisseur permet de contrôler la vitesse de compression et de détente de la suspension. Lorsque le véhicule est à l'arrêt, l'effort de l'amortisseur est *négligeable* devant celui du ressort.

Le ressort, quant à lui, permet d'emmagasiner de l'énergie lorsqu'il est écrasé et la restitue si l'effort diminue (par exemple lorsque la roue passe dans un trou). La hauteur du ressort dépendra donc de la charge qu'il supporte.



L'étude du ressort a permis de définir un **écrasement de la suspension** :  $\Delta L = 62 \text{ mm}$ .

### 3.2.3 Détermination du débattement du train avant

Les tracés et les mesures seront effectués sur la figure 5 du document BR 7/10.

**Q9. Déterminer** les mouvements des sous-ensembles suivants :

Mvt S2/S1 : .....

Mvt S5/S1 : .....

**Q10. En déduire et tracer** la trajectoire Tc e S2/S1 : .....

**Q11. Mesurer** la longueur de la suspension  $AC_1$  en position 1 ; **en déduire** la longueur  $AC_2$  pour la position 2 (lorsque le véhicule est en charge maximale autorisée, ressort écrasé).

$AC_1$  = .....

$AC_2$  = .....

**Q12. Tracer** le point  $C_2$  correspondant à la position 2 ainsi que l'axe de pivot ( $AC_2$ ) pour cette position.

**Q13. En vous aidant de la figure 6** du document annexe BAN 3/5, **repérer** la position du point  $I_2$  ainsi que la position du SOL lorsque le véhicule est en position 2.

(Rappel : on considère que le châssis S1 est fixe et que les autres sous-ensembles sont en mouvement par rapport au châssis).

**Q14. Coter** la hauteur  $H_2$  du train avant ainsi que le débattement  $\Delta T = H_1 - H_2$  pour la position 2.

**Q15. En déduire** les valeurs numériques de la hauteur  $H_2$  et du débattement  $\Delta T$ .

Hauteur du train avant en position 2 ( $H_2$ ) : .....

Débattement du train avant ( $\Delta T$ ) : .....

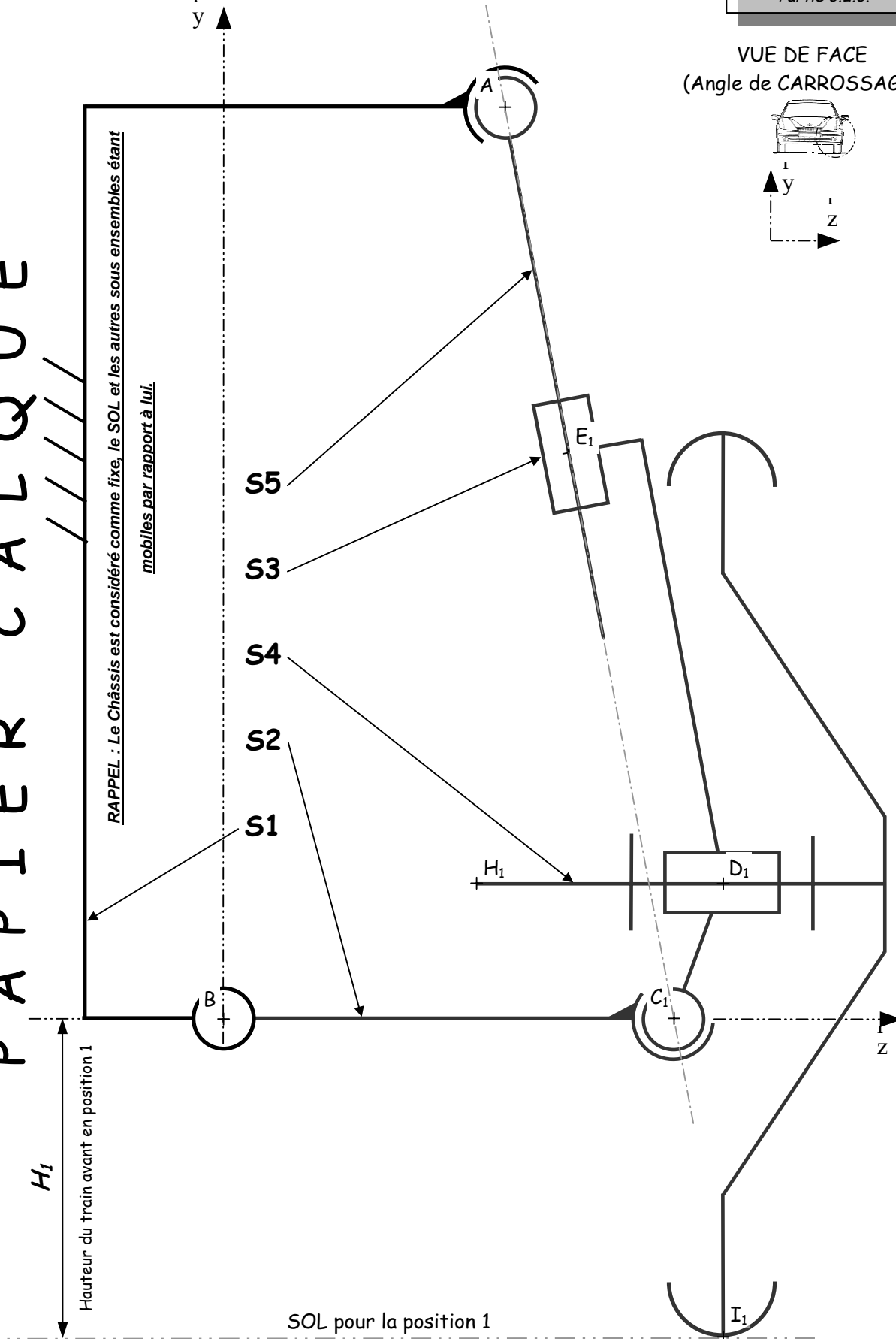
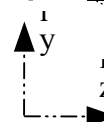
P A P I E R C A L Q U E

Echelle du schéma : 1 : 4

Figure 5

Partie 3.2.3.

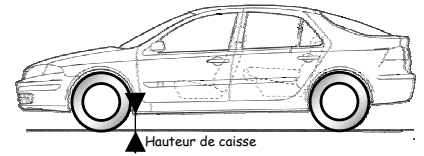
VUE DE FACE  
(Angle de CARROSSAGE)





Le banc de mesure permet de vérifier les différents angles avec une précision de l'ordre de la minute d'angle (1' correspond à 1/60 de degré). L'opérateur devra donc régler la géométrie pour qu'elle respecte les tolérances des angles de références.

Vous venez de déterminer l'influence que peut avoir le chargement de la voiture sur la hauteur de caisse et donc sur les angles de la géométrie du train.

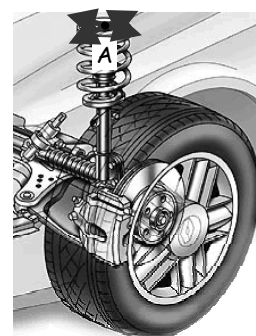


**Q17.** Pour un véhicule dont la configuration correspond à la position 2, **indiquer** si les réglages du train avant doivent réellement correspondre aux angles de référence (expliquez).

**Q18.** En **déduire** ce que doit donc faire l'opérateur avant de commencer les mesures et les réglages d'un véhicule.

### 3.4 Représentation du support supérieur de fixation de l'amortisseur

Dans certains trains avant de type MAC PHERSON, les réglages des angles de chasse et de carrossage s'effectuent en modifiant la position du centre A de la liaison entre la tige d'amortisseur **S5** et le châssis **S1**. Ce réglage s'effectue grâce à des trous oblongs réalisés sur le support supérieur de fixation de l'amortisseur.



**Q19.** A partir de la figure 8 du document annexe BAN 5/5, **compléter**, ci-dessous et dans le respect des FORMES et des PROPORTIONS, la perspective à main levée ébauchée du « support supérieur ».

