



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

PROBLÈME TECHNIQUE

Le Piaggio MP3 en version luxe est équipé du dispositif Roll Lock qui réalise le verrouillage/déverrouillage de l'inclinaison du train avant.

Le service après-vente a constaté une anomalie récurrente sur ce dispositif concernant plusieurs véhicules. L'analyse de ce système et le développement qui suit nous orienteront sur les causes possibles de ce dysfonctionnement.

TRAVAIL DEMANDÉ

Partie 1 - Analyse fonctionnelle du système de stationnement

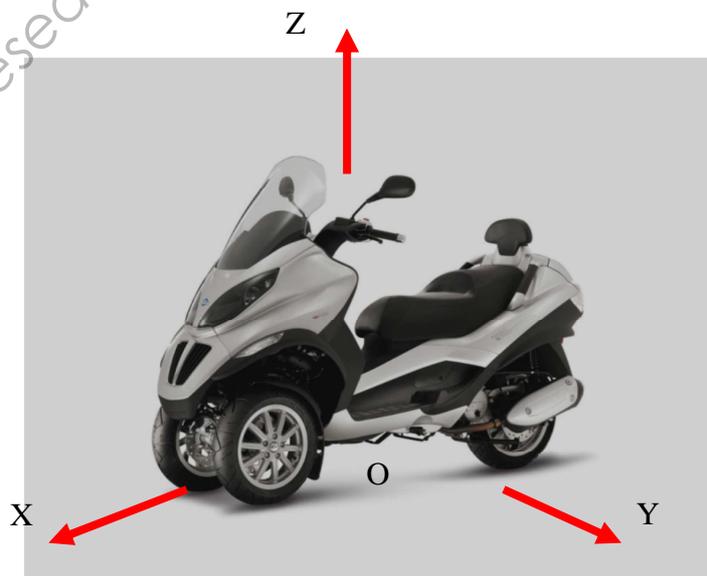
L'objectif de cette première partie est de comprendre le fonctionnement et de justifier l'utilisation du système de verrouillage/déverrouillage du train avant.

A. Fonctionnement du système

1-1 Citer 3 avantages propres au dispositif de **verrouillage/déverrouillage** du train avant.

1-2 Quels sont les mouvements qui sont simultanément neutralisés par le dispositif Roll Lock lorsqu'il est activé ?

- roulis, oscillation O-X
- tangage, oscillation O-Y
- lacet, rotation O-Z



Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE		SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES		Durée : 6h	

1-3 Pour quelle(s) raison(s) est-il impossible de rouler avec le train avant verrouillé ?

- afin de pouvoir poser les pieds au sol
- afin de conserver la maniabilité du véhicule
- afin de pouvoir freiner
- ne pas empêcher le fonctionnement des suspensions

1-4 Pour une question de sécurité, afin d'éviter la chute du pilote en situation d'arrêt, le cahier des charges fonctionnel du constructeur prévoit un temps de verrouillage du train avant inférieur à 3s et une vitesse inférieure à 10 km/h durant la phase de verrouillage. Calculer la décélération a du véhicule pour passer de $v_0 = 10$ km/h à $v = 0$ km/h en 1s puis en 3s dans le cas d'un mouvement uniformément varié.

1-5 Le tableau ci-dessous exprime le temps nécessaire pour passer de 10 km/h à 0 en fonction de la décélération du MP3 dans le cas d'un mouvement uniformément varié.

Décélération en $m.s^{-2}$	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0,5
Temps en s	0,40	0,46	0,56	0,69	0,93	1,39	2,78	5,56

On se place à présent dans l'hypothèse où le temps mis par le dispositif pour réaliser le verrouillage du train avant du MP3 est d'une seconde.

On suppose que le véhicule est en situation de freinage avec à l'instant t une décélération a constante de $-4 m.s^{-2}$ et une vitesse inférieure à 10 km/h.

- a-** Expliquer pourquoi dans ces conditions l'ordre de verrouillage du train avant ne sera pas validé par le calculateur si le pilote en fait la demande et que toutes les autres conditions d'activation sont respectées. Argumenter et justifier votre réponse à l'aide du tableau précédent.

On suppose que le véhicule est en situation de freinage avec une vitesse inférieure à 10 km/h.

- b-** Sur le graphique du dossier réponses page **C1/9**, hachurer en rouge la zone qui correspond aux points pour lesquels le dispositif dispose d'un temps compris entre 1 et 3s pour se verrouiller dans les conditions de sécurité imposées par le cahier des charges.

1-6 Sur le dossier réponses page **C2/9**, repasser en bleu le circuit de commande par câble et en rouge le circuit hydraulique du dispositif Roll Lock et compléter les numéros des repères. Compléter la nomenclature associée page **C3/9**.

1-7 À partir des schémas électriques page **A10/17** à **A11/17**, compléter sur le dossier réponses page **C4/9**, les numéros des voies du calculateur affectées à ses entrées-sorties.

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE		SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES		Durée : 6h	

B. Analyse des symptômes et de la panne

Un technicien Piaggio intervient sur un 125 MP3 Hybride présentant un dysfonctionnement du dispositif Roll Lock. À l'établissement du contact le buzzer d'alarme indiquant un défaut du système de verrouillage du train avant retentit. Le train avant n'est pas verrouillé, le témoin d'avertissement du verrouillage du train avant clignote et le témoin d'anomalie du système est allumé. La mise en route du moteur s'effectue correctement, le véhicule ne présente aucune anomalie apparente, il n'a jamais été accidenté et le compteur totalise 8543 km. A l'accélération le buzzer s'arrête et les témoins restent dans le même état.

1-8 Indiquer s'il s'agit d'une anomalie grave ? Le chef d'atelier peut-il forcer le système à se verrouiller ? Justifier vos réponses sur le dossier réponses page **C5/9**.

1-9 Avant d'orienter sa démarche vers un problème d'origine électrique, il commence par réaliser les contrôles usuels sur le dispositif. À partir du document page **A3/17**, compléter le dossier réponses page **C5/9** qui reprend les contrôles usuels effectués par le technicien.

C. Situation de diagnostic

Il poursuit par une lecture de la présence d'éventuels défauts à l'aide de l'outil de diagnostic Piaggio. Sur l'écran de l'outil, on peut lire les informations suivantes :

PIAGGIO MP3 HYBRID 125, PARKING DIGITEK CECA AUTODIAGNOSTIC

Codes d'erreur	Anomalie ou défaut	Etat
9004	Erreur potentiomètre – signal non valide	défaut actif
9006	Erreur de capteur de présence conducteur – signal non valide	défaut actif

Il effectue ensuite une lecture des paramètres, véhicule à l'arrêt sur la béquille centrale. Il relève les valeurs suivantes :

Relevés des paramètres		
Tension batterie	14,40	V
Tension des capteurs	0.00	V
Vitesse roue Av Dr	0	km/h
Vitesse roue Av Ga	0	km/h
Régime moteur	1459	tr/min
Position de potentiomètre	>><<	°
Tension potentiomètre papillon	0.00	V
Ouverture papillon	2	%
Position du frein de stationnement	Indéterminée	
Etat du capteur de présence du pilote	Non valide	

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE		SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES		Durée : 6h	

Il poursuit par le contrôle du potentiomètre du groupe motoréducteur, du capteur de présence du pilote et obtient les résultats suivants :

Remarque : chaque mesure est identifiée par le numéro et la lettre des voies concernées et réalisée au niveau du connecteur du calculateur à l'aide d'un voltmètre. Toutes les mesures qui suivent ont été réalisées avec le contact, calculateur connecté et véhicule en ordre de marche.

Tests	Points de mesure	Résultats relevés	Conditions de mesure
1	1A et 5B	0V	pilote assis
2	1A et 7A	0V	pilote assis
3	5B et 7A	0V	pilote assis
4	6C et 7A	0V	pilote assis
5	6C et 7A	0V	pilote debout

1-10 Pour la position pilote assis : déterminer la résistance équivalente R_{eq} du capteur, puis la tension délivrée U_2 . Compléter pour cela le dossier réponses page **C6/9**.

1-11 À partir du dossier technique page **A15/17** et des résultats de la question précédente, compléter le tableau page **C7/9**.

À l'issue des résultats des cinq premiers tests, le chef d'atelier décide de réaliser les tests complémentaires suivants :

Tests	Points de mesure	Résultats relevés	Conditions de mesure
6	1A et 7A	0V	potentiomètre connecté
7	1A et 7A	5V	potentiomètre déconnecté
8	5B et 7A	1V	potentiomètre déconnecté
9	6C et 7A	4,1V	potentiomètre déconnecté, capteur pilote connecté pilote debout
10	6C et 7A	2,4V	potentiomètre déconnecté, capteur pilote connecté pilote assis

Répondre aux questions **1-12** à **1-16** pages **C7/9** et **C8/9** du dossier réponses.

1-12 En déduire le(s) élément(s) à incriminer en justifiant votre réponse à l'aide des relevés précédents. Justifier également la présence des codes erreurs 9004, 9006 (page **B3/13**).

1-13 À l'issue des contrôles réalisés, le technicien décide de couper le contact, de débrancher le connecteur du calculateur et de mesurer la résistance au niveau du connecteur aux bornes des voies 1A et 7A. Il relève une résistance nulle. Ce résultat vous paraît-il cohérent avec les codes erreurs 9004 et 9006 ? Justifier votre réponse.

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

1-14 Quel(s) élément(s) faut-il remplacer afin de remettre le véhicule en conformité ? Quelle(s) est(sont) la(les) procédure(s) à respecter après le remplacement du ou des éléments défectueux ?

D. Étude du moteur du motoréducteur

Les graphes caractéristiques du système pages **A9/17** représentent :

U_A : la tension relevée entre une borne du moteur électrique (borne A) et la masse.

U_B : la tension relevée entre une borne du moteur électrique (borne B) et la masse.

I_m : l'intensité du courant qui parcourt le moteur électrique.

Ces relevés ont été réalisés conformément au schéma de câblage du moteur page **A8/17**.

1-15 À partir des graphes caractéristiques du système page **A9/17**, relever l'intensité maximale du courant consommée par le moteur au moment du verrouillage et le temps en seconde nécessaire pour assurer le verrouillage complet du train avant. Répondre sur le dossier réponses page **C8/9**.

1-16 À partir des graphes caractéristiques du système page **A9/17**, donner la valeur de la tension U_{AB} dans le cas du verrouillage et dans le cas du déverrouillage. Répondre sur le dossier réponses page **C8/9**.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

Partie 2 - Vérification des conditions d'activation du système

L'objectif est de vérifier, lors d'un essai sur route, les conditions d'activation du dispositif après la remise en conformité. L'essai est réalisé dans les conditions suivantes :

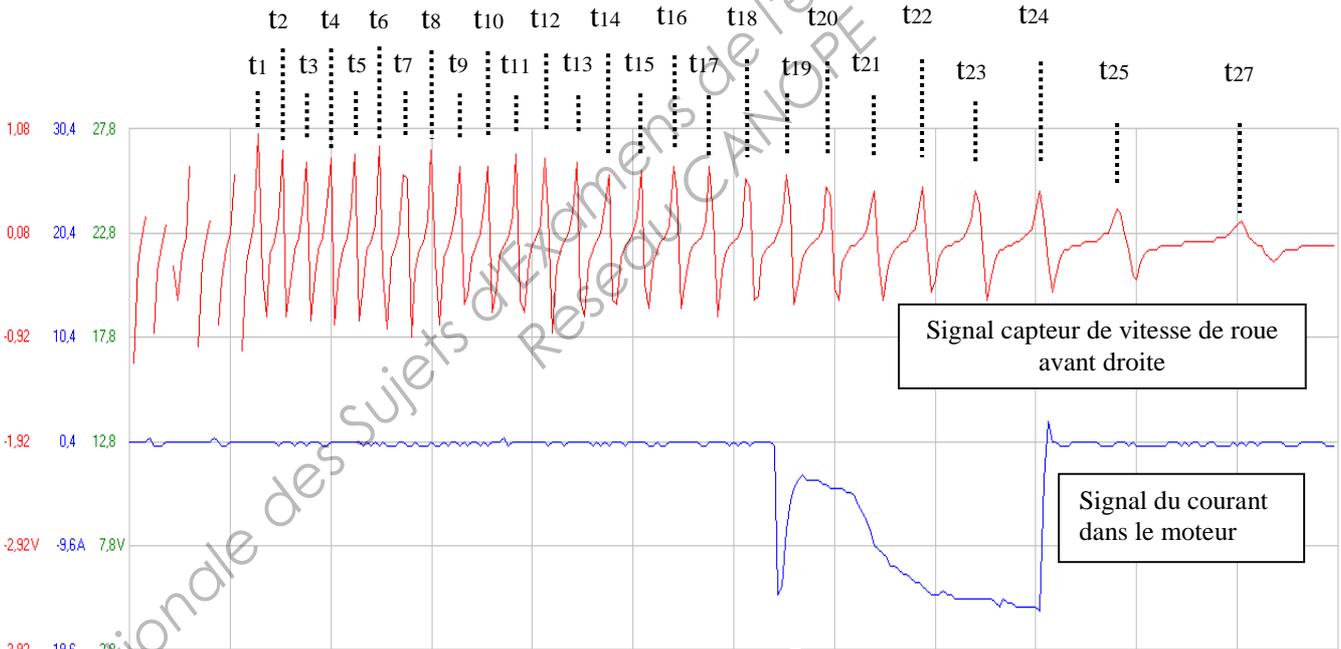
La demande de verrouillage est émise après l'instant t_1 , papillon des gaz fermé et le calculateur ne détecte aucun défaut.

La vitesse du véhicule au début de l'essai est d'environ 9,9 km/h. L'essai est réalisé pendant un freinage en ligne droite.

Analyse de l'essai

Pour ce faire, on utilisera les graphes relevés à l'oscilloscope.

Sur les graphes suivants, sont représentés en concordance des temps : le signal du capteur de vitesse de la roue avant droite et l'évolution du courant de commande du moteur électrique composant le motoréducteur (voir pages **A9/17**).



400 ms/Div

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

Répondre aux questions suivantes à partir du dossier technique (1.4 Fonctionnement) page **A7/17**, des graphes ci-avant et du tableau dans le document réponses page **C9/9**.

2-1 En utilisant le dossier technique page **A14/17**, calculer la vitesse de rotation de la roue ω_{2-1} en rad/s pour l'intervalle de temps t_2-t_1 , puis compléter la valeur numérique dans le tableau page **C9/9**.

2-2 Le Piaggio MP3 est équipé de pneumatiques à l'avant avec les dimensions suivantes : 120/70-12". En supposant que le pneumatique est indéformable (pas d'écrasement du pneumatique), déterminer le rayon de la roue R en m. On rappelle que : 1" = 25,4 mm.

2-3 Calculer la vitesse du véhicule v_{2-1} en km/h, puis compléter le tableau page **C9/9**.

2-4 Dédire des questions précédentes et du graphe page **B6/15** la vitesse du véhicule au moment où la commande du verrouillage du train avant est émise par le calculateur.

2-5 Conclure quant à la validité de l'essai réalisé par le chef d'atelier et le fonctionnement du dispositif après sa remise en conformité.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

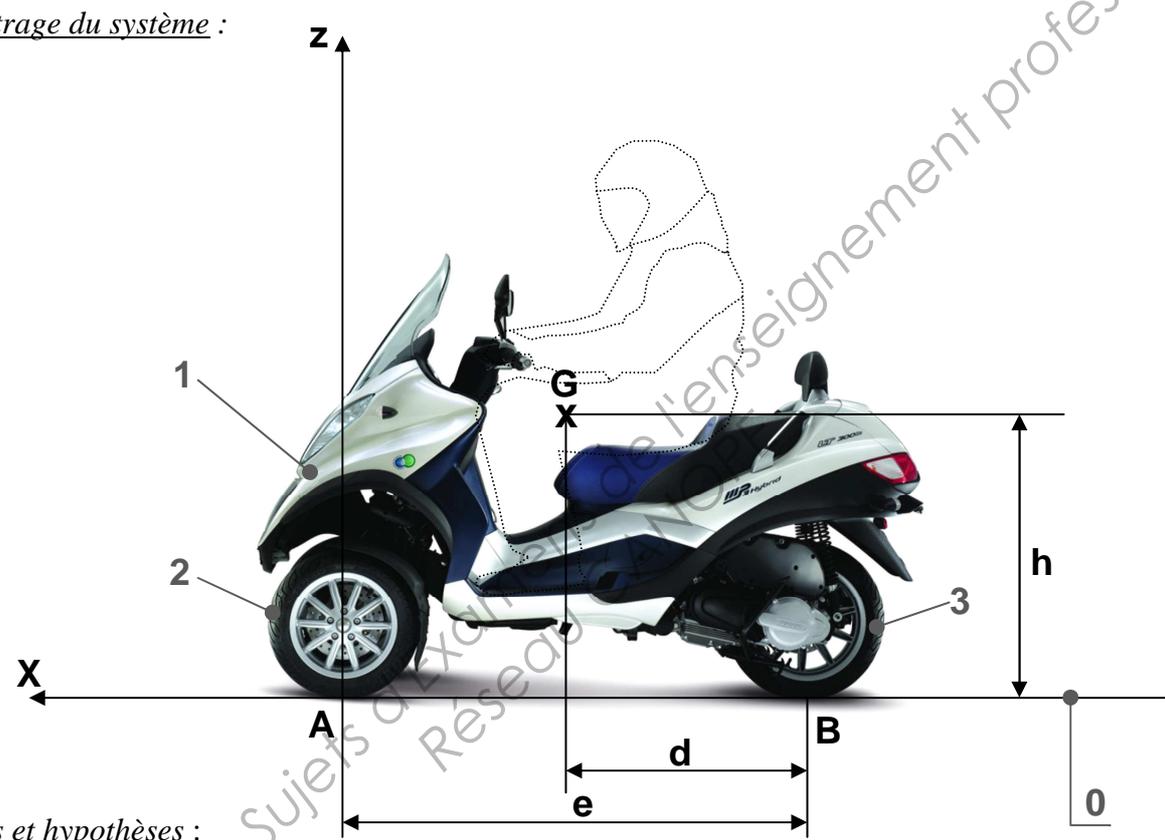
Partie 3 - Vérification des caractéristiques et des performances du véhicule

L'objectif de cette partie est de vérifier la position longitudinale du centre de gravité et les performances du véhicule lors du freinage.

Étude du véhicule à l'arrêt sur sol horizontal

Sur la figure ci-dessous sont représentés la position du centre de gravité du véhicule avec le pilote (Roll Lock activé) et les points de contact entre le sol et le véhicule.

Paramétrage du système :



Données et hypothèses :

- La masse totale du véhicule avec pilote est répartie de la façon suivante : 51% à l'avant et 49% à l'arrière.
- Le véhicule admet un plan de symétrie, par conséquent les actions mécaniques seront représentées dans le plan $R(A, \vec{x}, \vec{z})$.
- L'empattement du véhicule est noté : **$e = 1490 \text{ mm}$** .
- La masse totale du véhicule avec le plein d'huile, d'essence et le pilote est : **$m = 326 \text{ kg}$** .
- L'accélération de la pesanteur vaut **$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$** .

On souhaite déterminer la position longitudinale d du centre de gravité G .

On définit les actions mécaniques du sol 0 sur les roues avant 2 et arrière 3 :

- Action mécanique du sol 0 sur la roue avant 2 est définie par le glisseur :

$$\{T_{0 \rightarrow 2}\} = \begin{cases} \vec{A}_{0 \rightarrow 2} = NA \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{cases}$$

- Action mécanique du sol 0 sur la roue arrière 3 est définie par le glisseur :

$$\{T_{0 \rightarrow 3}\} = \begin{cases} \vec{B}_{0 \rightarrow 3} = NB \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{cases}$$

3-1 Appliquer le principe fondamental de la statique au véhicule et montrer que d a pour expression :

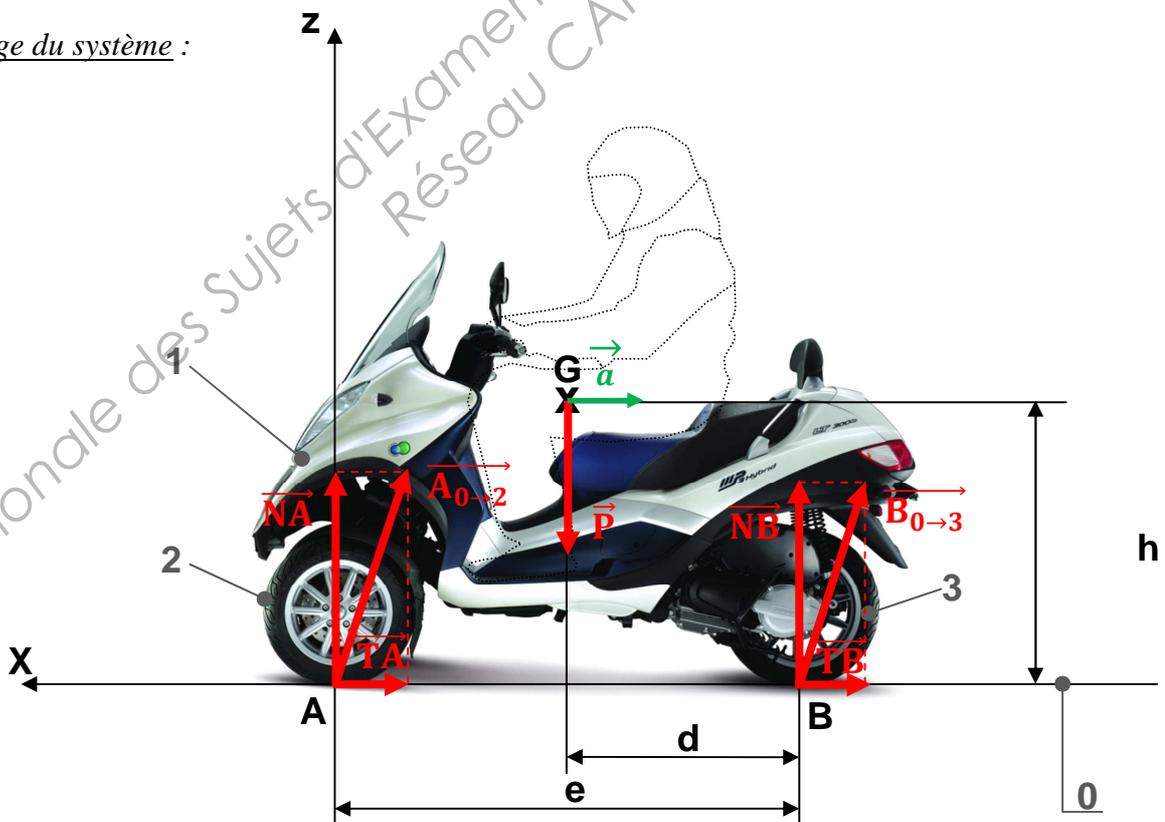
$$d = e \frac{NA}{NA + NB}$$

3-2 Faire l'application numérique et en déduire la valeur de NA , NB et d .

Étude du véhicule pendant le freinage

Le véhicule est à présent en situation de freinage.

Paramétrage du système :



Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE		SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES		Durée : 6h	

On souhaite déterminer la valeur de la décélération **a**.

Dans ces conditions, le facteur d'adhérence longitudinale μ_L entre les roues et le sol est de 0,85 : **hypothèse d'équiadhérence roues avant, roue arrière**. On se place à la limite du glissement entre A et B.

On définit les actions mécaniques du sol 0 sur les roues avant 2 et arrière 3 :

- Action mécanique du sol 0 sur la roue avant 2 est définie par le glisseur :

$$\{T_{0 \rightarrow 2}\}_A = \begin{cases} \vec{A}_{0 \rightarrow 2} = -T_A \cdot \vec{x} + N_A \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{cases}$$

- Action mécanique du sol 0 sur la roue arrière 3 est définie par le glisseur :

$$\{T_{0 \rightarrow 3}\}_B = \begin{cases} \vec{B}_{0 \rightarrow 3} = -T_B \cdot \vec{x} + N_B \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{cases}$$

3-3 Donner la relation entre μ_L , T_A , et N_A

3-4 En appliquant le principe fondamental de la dynamique au véhicule en mouvement par rapport au sol lors de cette phase de freinage montrer que la décélération a pour expression :

$$a = -\mu_L \cdot g$$

3-5 Faire l'application numérique et en déduire la valeur de **a**.

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

Partie 4 - Vérification des performances du moteur électrique du motoréducteur

L'objectif de cette partie est de vérifier que le couple fourni par le moteur électrique du motoréducteur est suffisant pour assurer le bon fonctionnement de l'actionneur électrohydraulique.

Le cahier des charges fonctionnel du constructeur impose un couple maximum de 0,5 Nm au niveau du moteur électrique.

Le constructeur a décidé d'utiliser un seul actionneur afin de synchroniser les deux types de verrouillage :

- verrouillage hydraulique N°1, qui correspond au verrouillage des suspensions à l'avant ;
- verrouillage mécanique N°2 par câble, qui correspond au verrouillage de l'inclinaison du train avant.

Les avantages de ce choix sont les suivants :

- limiter les coûts de production ;
- faciliter les opérations de maintenance ;
- limiter les masses embarquées, l'encombrement.

Il est conseillé d'analyser attentivement la modélisation du système de verrouillage (pages A5/17 et A6/17 du dossier technique) avant de traiter les questions suivantes.

Pression dans le circuit hydraulique

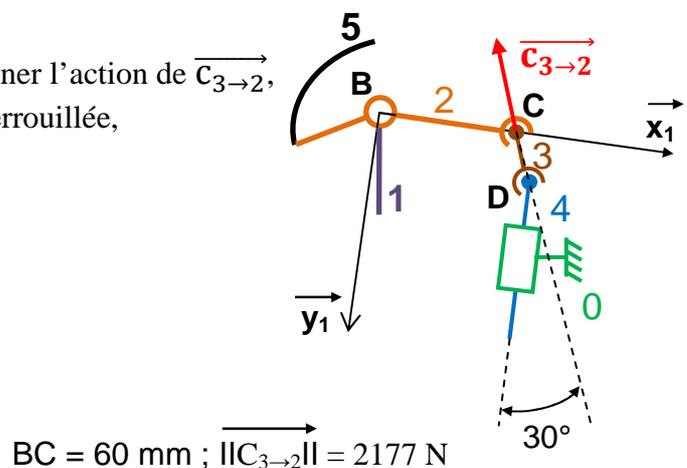
Afin de réaliser le verrouillage des suspensions (verrouillage hydraulique N°1), la pression **p** dans la chambre du maître-cylindre s'élève à **60 bars** (schéma B page A6/17 du dossier technique).

4-1 À partir de la pression nécessaire au verrouillage des suspensions, calculer la résultante de la force \vec{F} appliquée au piston 4. On supposera que l'action du ressort du maître-cylindre est négligeable.

Détermination du moment nécessaire au verrouillage hydraulique (verrouillage 1)

Données et hypothèses :

- une étude préliminaire a permis de déterminer l'action de $\vec{C}_{3 \rightarrow 2}$,
- pour cette étude, on se place en position verrouillée,
- les liaisons sont supposées parfaites.



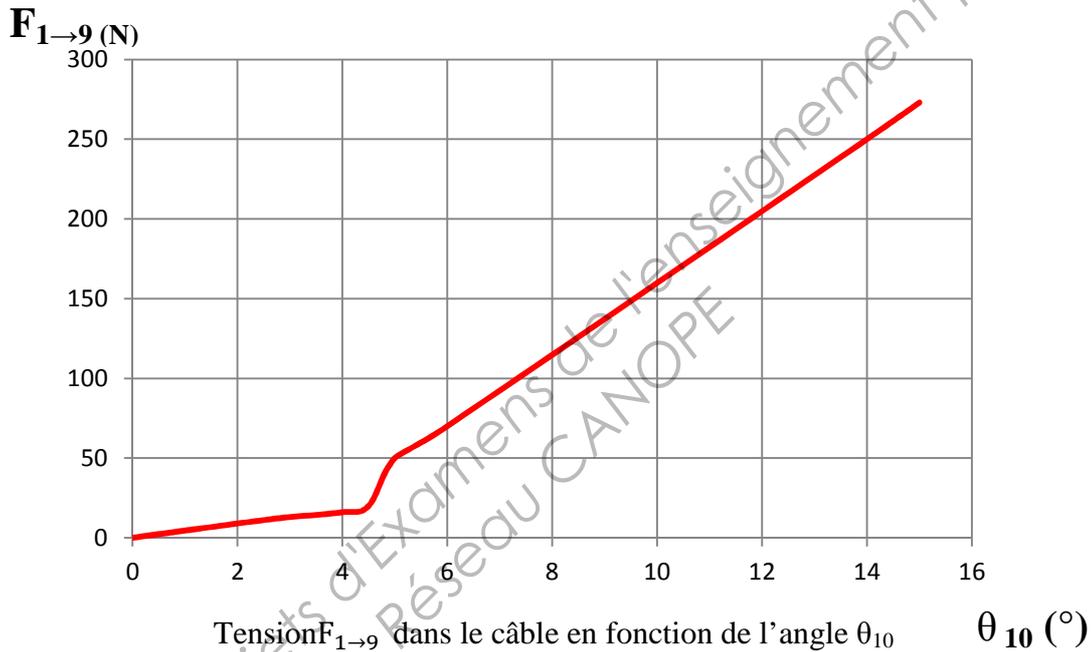
Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

4-2 À l'aide de la figure ci-avant et du schéma C page **A6/17**, calculer $\|\overrightarrow{M_{B,5 \rightarrow 2}}\|$ l'intensité du moment en B que le ressort 5 doit appliquer sur la pièce 2 pour réaliser le verrouillage hydraulique (verrouillage 1).

Détermination du moment nécessaire au verrouillage du quadrilatère articulé (verrouillage 2)

Le graphique ci-dessous correspond à un relevé expérimental de l'effort de tension dans le câble 9 noté $F_{1 \rightarrow 9}$ en fonction de l'angle θ_{10} lorsqu'on actionne le frein à disque qui assure le verrouillage du quadrilatère.

$F_{1 \rightarrow 9}$ a été mesuré au point E (voir schéma C page **A6/17**).



L'effort nécessaire au verrouillage du quadrilatère articulé s'effectuera pour un angle $\theta_{10}=11,7^\circ$.

4-3 À partir de la courbe précédente et des données, retrouver la valeur de l'effort que doit exercer le câble 9 sur la pièce 1 afin de réaliser le verrouillage du quadrilatère articulé. On notera cet effort : $F_{1 \rightarrow 9}$.

4-4 En déduire la valeur du moment en G nécessaire au verrouillage du quadrilatère articulé noté :

$\|\overrightarrow{M_{G,9 \rightarrow 1}}\|$.

Examen : DIPLÔME D'EXPERT AUTOMOBILE	SESSION 2014	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h	

Détermination du moment total nécessaire au verrouillage du train avant (verrouillage 1 et 2)

4-5 À partir des questions 4-2 et 4-4, déterminer le moment total M_T nécessaire qui permettra de réaliser le verrouillage des deux systèmes.

Couple moteur maximal

On s'intéressera par la suite à la transmission entre le moteur et les pièces 1 et 2. Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on admettra que $M_T = 128 \text{ N.m}$.

Données et hypothèses :

- Les frottements sont négligeables dans les éléments de la transmission (sauf pour le système roue et vis sans fin).
- Le système roue et vis sans fin est irréversible et son rendement vaut : $\eta_{rv} = 0,4$.
- Les caractéristiques des différents engrenages sont les suivants :
 - $Z_6 = 1$ filet (vis sans fin 6)
 - $Z_7 = 180$ dents (roue 7)
 - $Z_8 = 20$ dents (roue 8)
 - $Z_1 = 140$ dents (secteur denté 1)

4-6 Calculer le rapport de la transmission $r = \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{6/0}}$ du réducteur qui permet de réaliser le verrouillage des deux systèmes en fonction de Z_1, Z_6, Z_7, Z_8 .

4-7 Calculer alors le couple moteur nécessaire ($C_{M_{\max}}$) qui permettra de réaliser le verrouillage des deux systèmes en fonction de M_T, r et η_{rv} . On prendra $r = \frac{1}{1260}$.

4-8 À partir de l'extrait du cahier des charges (dossier technique page **A8/17**) et la valeur trouvée précédemment, conclure quant à la compatibilité du moteur électrique VALEO MFD 351.