



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

**Ce document a été numérisé 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 : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SESSION 2014
Spécialité : APRÈS-VENTE AUTOMOBILE	Code : AVE4SCP
Épreuve : E4 ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6h Coef : 4

**BTS AVA  
ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES**

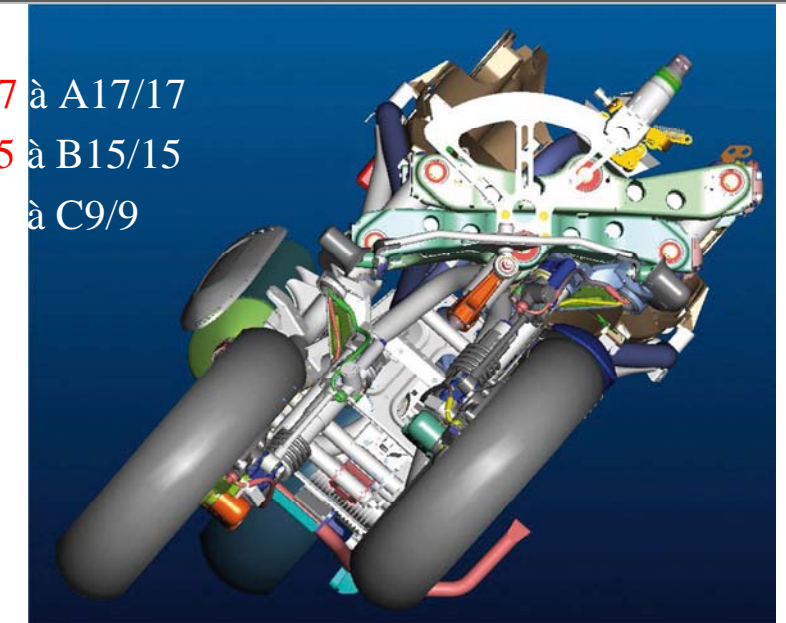
**SYSTÈME DE STATIONNEMENT  
PIAGGIO MP3 125**

**Composition du sujet :**

Dossier technique Page **A1/17** à A17/17  
 Dossier travail Page **B1/15** à B15/15  
 Dossier réponses Page **C1/9** à C9/9

*Il est recommandé de lire la totalité du dossier technique.*

*Les différentes parties du sujet sont indépendantes, mais il est préférable de suivre la progression proposée pour bien répondre à la problématique posée.*



**Le dossier réponses est à compléter et à joindre aux feuilles de copie.**

**Barème / 200 points**

**Partie 1 – Analyse fonctionnelle du système de stationnement**

Questions	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5 a	1.5 b	1.6				
Points	3	2	2	4	3	3	5				
Questions	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	
Points	4	2	6	6	5	4	4	3	2	2	<b>60</b>

**Partie 2 – Vérification des conditions d’activation du système**

Questions	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
Points	6	6	6	5	5	<b>28</b>

**Partie 3 – Vérification des caractéristiques et des performances du véhicule**

Questions	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
Points	8	6	4	8	4	<b>30</b>

**Partie 4 – Vérification des performances du moteur électrique du motoréducteur**

Questions	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	
Points	4	5	2	4	3	6	8	2	<b>34</b>

**Partie 5 – Etude thermodynamique : vérification des paramètres régime moteur et position papillon**

Questions	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	
Points	2	2	4	6	8	6	6	4	4	6	<b>48</b>

**AUCUN DOCUMENT N’EST AUTORISÉ.**

## 1- Mise en situation

### 1.1 Introduction

Le Piaggio MP3 est un véhicule ayant deux roues à l'avant et une à l'arrière.

Son architecture particulière lui confère un excellent agrément de conduite. Grâce à sa grande maniabilité et sa facilité d'utilisation, il conserve les sensations d'une moto.



Les avantages d'avoir un train avant muni de deux roues sont les suivants :

- tenue de route améliorée ;
- stabilité au freinage augmentée ;
- confort en ville accru.



Il est doté à l'avant d'une suspension à quadrilatère articulé lui permettant d'avoir une inclinaison importante et un maximum de flexibilité dans toutes les conditions d'usage.

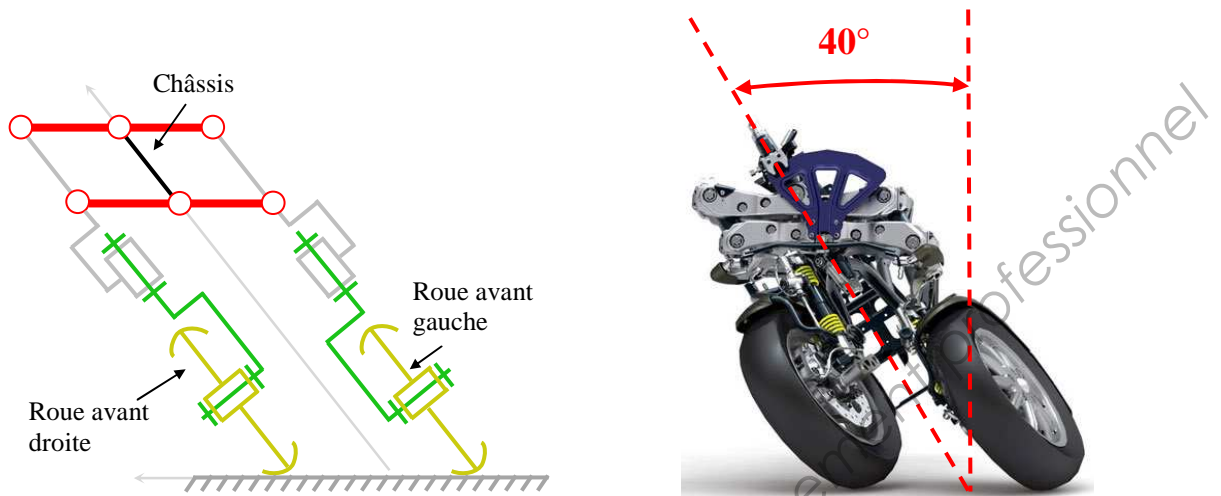


Fig.1 Inclinaison du quadrilatère articulé uniquement, sans suspension

## 1.2 Analyse fonctionnelle du dispositif de verrouillage du train avant

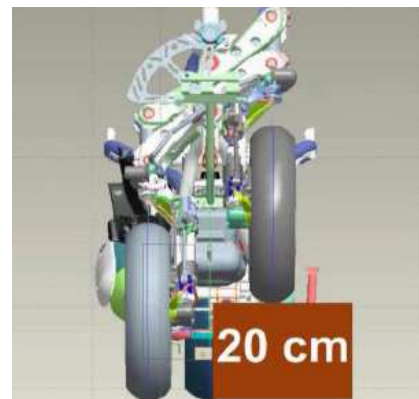
La version luxe est dotée d'un dispositif de stationnement électrohydraulique (**verrouillage du train avant**) appelée Roll Lock.

Ce dispositif permet à l'utilisateur de s'arrêter sans avoir à poser les pieds au sol (feu rouge) ou stationner sans béquille.

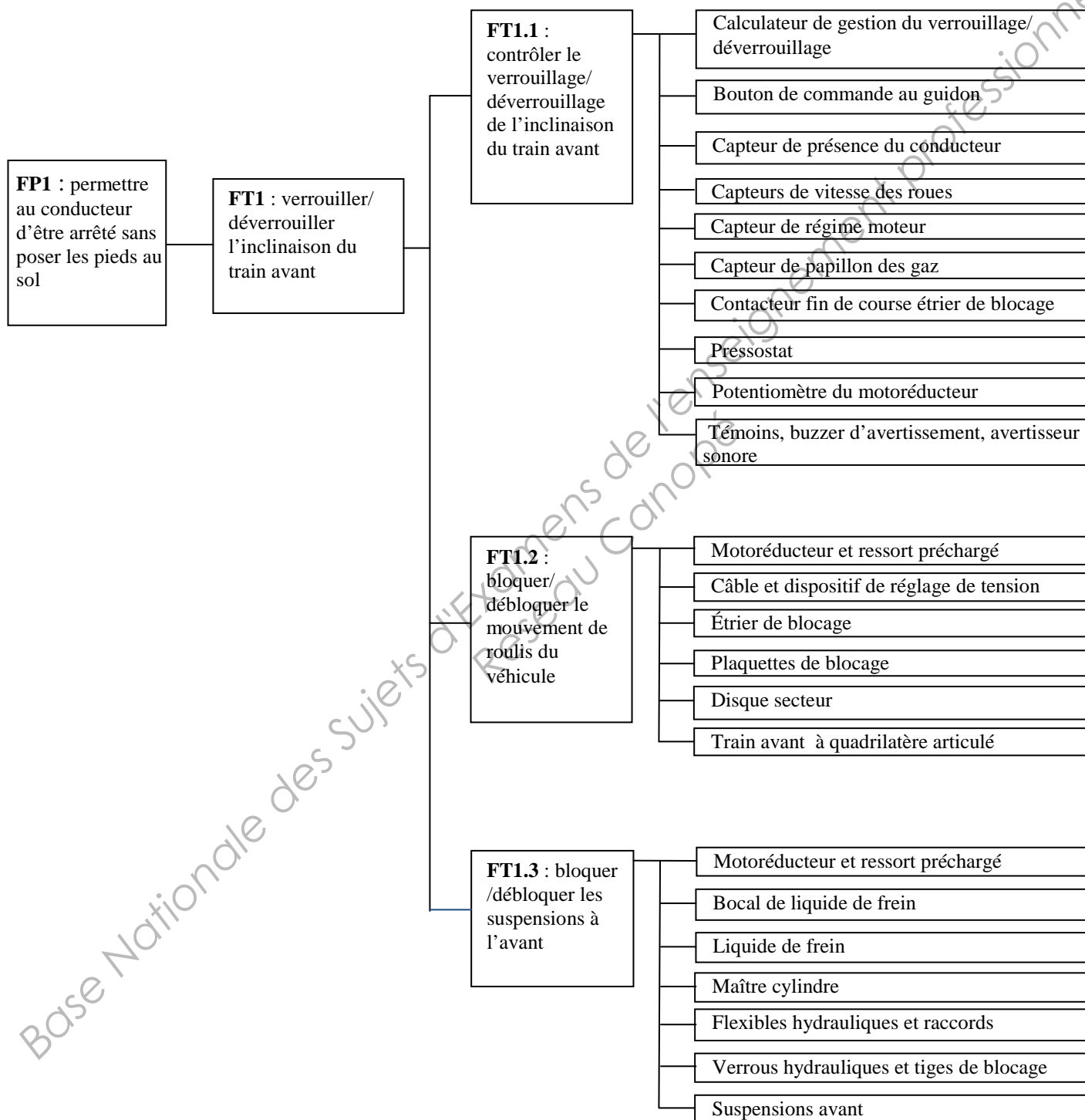
*Remarque : cependant la béquille centrale est conservée afin de faciliter la maintenance et en cas de stationnement prolongé.*

La cinématique particulière de son train avant lui permet également de :

- stationner sur des marches de 20 cm de hauteur maximum,
- maintenir levée une roue afin de réaliser une opération de maintenance.



### 1.2.1 Diagramme FAST du dispositif



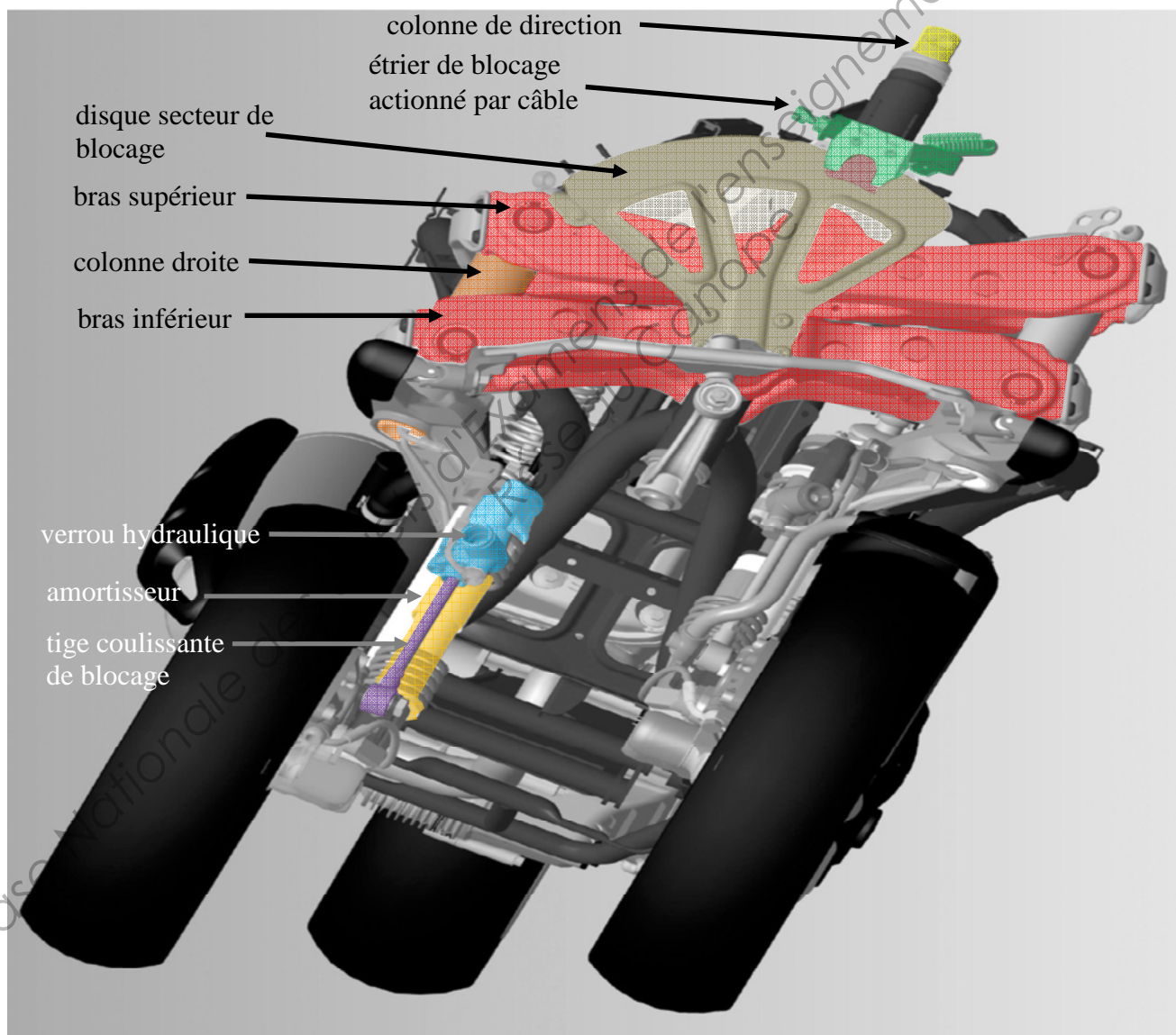
### 1.3 Analyse structurelle du dispositif de verrouillage du train avant

Le dispositif est composé du système de suspension/direction à quadrilatère articulé, d'un actionneur électrohydraulique, d'un circuit hydraulique et d'un calculateur de gestion électronique appelé aussi centrale électronique.

L'actionneur électrohydraulique géré par la centrale électronique permet de :

- bloquer le quadrilatère articulé (étrier à commande par câble),
- bloquer les suspensions (2 verrous hydrauliques).

#### 1.3.1 Vue d'ensemble du dispositif



**Remarque** : L'actionneur de verrouillage du train avant (actionneur électrohydraulique) n'est pas représenté.

### 1.3.2 Actionneur de verrouillage du train avant

Le système de commande mécanique et hydraulique du dispositif de verrouillage du train avant est fixé à l'avant du véhicule devant l'étrier de blocage (voir figure 2).

Il s'agit d'un actionneur électrohydraulique. Il se compose d'un moteur électrique, géré par la centrale électronique qui actionne un secteur denté (voir schémas du groupe motoréducteur en position verrouillée).



**Fig.2** Actionneur électrohydraulique du dispositif de verrouillage du train avant

Ce secteur denté va agir sur :

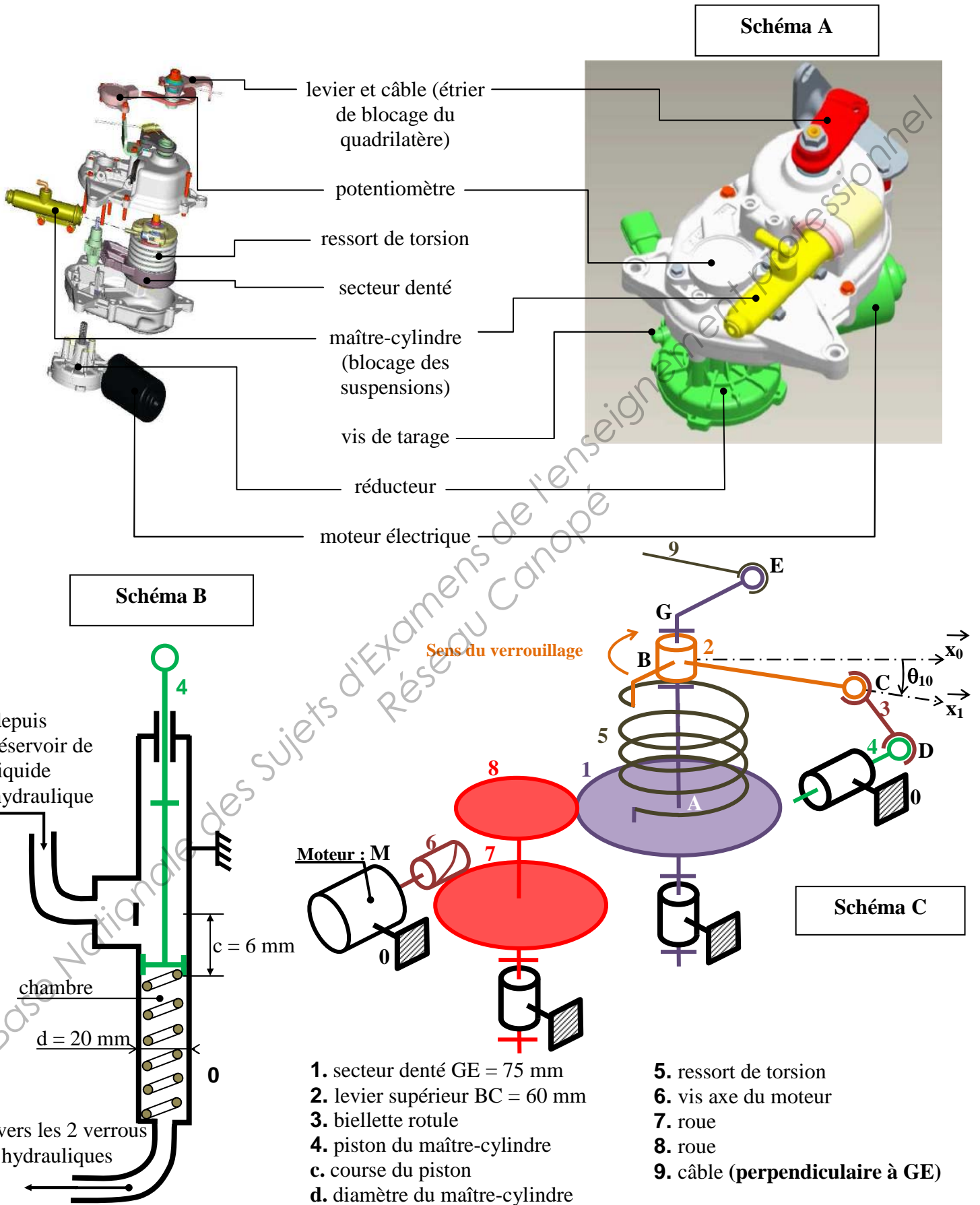
- un maître-cylindre (type maître-cylindre de frein) pour le blocage des suspensions via deux verrous hydrauliques (blocage du roulis) : **verrouillage 1**,
- un système de leviers qui, à l'aide d'un câble, agit sur l'étrier mécanique pour le blocage du quadrilatère (blocage de l'inclinaison) : **verrouillage 2**.

La position de l'actionneur de verrouillage de train avant est mesurée par l'intermédiaire d'un potentiomètre.

L'ensemble moteur et réducteur (6,7,8) entraîne la rotation du secteur denté 1 afin :

- d'une part, de tirer sur le câble 9 (pour actionner l'étrier de blocage du quadrilatère)
- d'autre part, pour agir sur le levier supérieur 2 par l'intermédiaire du ressort 5 (pour actionner le maître-cylindre des verrous hydrauliques de suspension voir schéma C).

1.3.3 Schémas de l'actionneur de verrouillage du train avant en position verrouillée





## 1.4 Fonctionnement

### 1.4.1 Commande d'activation

Le verrouillage du train avant s'effectue à l'aide d'un bouton de commande au niveau du guidon à droite.



### 1.4.2 Conditions de verrouillage du train avant

Le verrouillage du train avant ne peut se faire qu'à certaines conditions **simultanément** remplies :

- **Condition de verrouillage 1** : ordre de verrouillage dans l'intervalle de vitesse autorisé

Il est possible de commander le verrouillage du train avant :

- à l'arrêt afin de faciliter le stationnement du véhicule ;
- ou en décélération, la vitesse du véhicule devant être inférieure à 10 km/h lorsque la demande de verrouillage du train avant est demandée par l'utilisateur.

L'intervalle de vitesse, durant lequel l'ordre de verrouillage est validé par le calculateur, est compris entre **0 et 10 km/h**.



- **Condition de verrouillage 2** : papillon des gaz fermé,
- **Condition de verrouillage 3** : régime moteur < 3000 tr/min (régime de débrayage),
- **Condition de verrouillage 4** : le calculateur ne détecte aucune panne ou mauvais fonctionnement.

### 1.4.3 Conditions de déverrouillage du train avant

À l'arrêt avec l'utilisateur assis, le déverrouillage peut s'effectuer sans conditions particulières. En situation de roulage, il ne peut se faire qu'à certaines conditions remplies **simultanément**.

- **Condition de déverrouillage 1** : vitesse du véhicule > 15 km/h,
- **Condition de déverrouillage 2** : utilisateur assis,
- **Condition de déverrouillage 3** : régime moteur > 3000 tr/min.

#### Remarque :

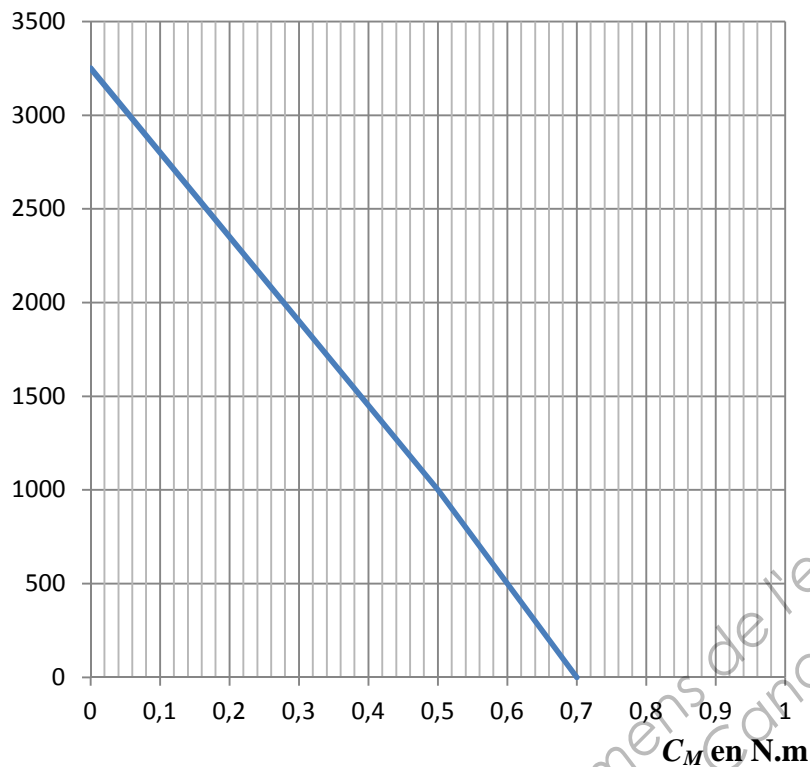
Le verrouillage ou déverrouillage du train avant est également possible sans condition particulière à l'arrêt en utilisant le mode atelier même lorsque le conducteur n'est pas assis.

### 1.4.4 Vérification du verrouillage du dispositif

Elle est réalisée par l'intermédiaire d'un pressostat placé sur la canalisation hydraulique du maître-cylindre (verrouillage 1) et d'un contacteur de fin de course placé sur l'étrier du disque secteur (verrouillage 2).

### 1.5 Performances du moteur Valéo MFD 351

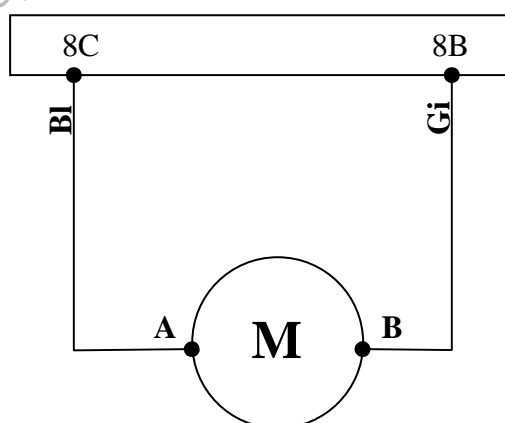
$N$  en tr/min



Essai avec tension batterie supposée constante

Couple maximum en N.m	0,70
Intensité à vide en A	2,5
Intensité à 250 tr/min en A	27,4
Intensité à $N = 0$ tr/min	29,9
Régime à vide en tr/min	3285
Couple en N.m à 250 tr/min	0,65

Raccordement du moteur au calculateur de gestion de verrouillage/déverrouillage du train avant



**Remarque :**

L'interface de puissance est intégrée directement au calculateur.

## 2. Graphes caractéristiques du système

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

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

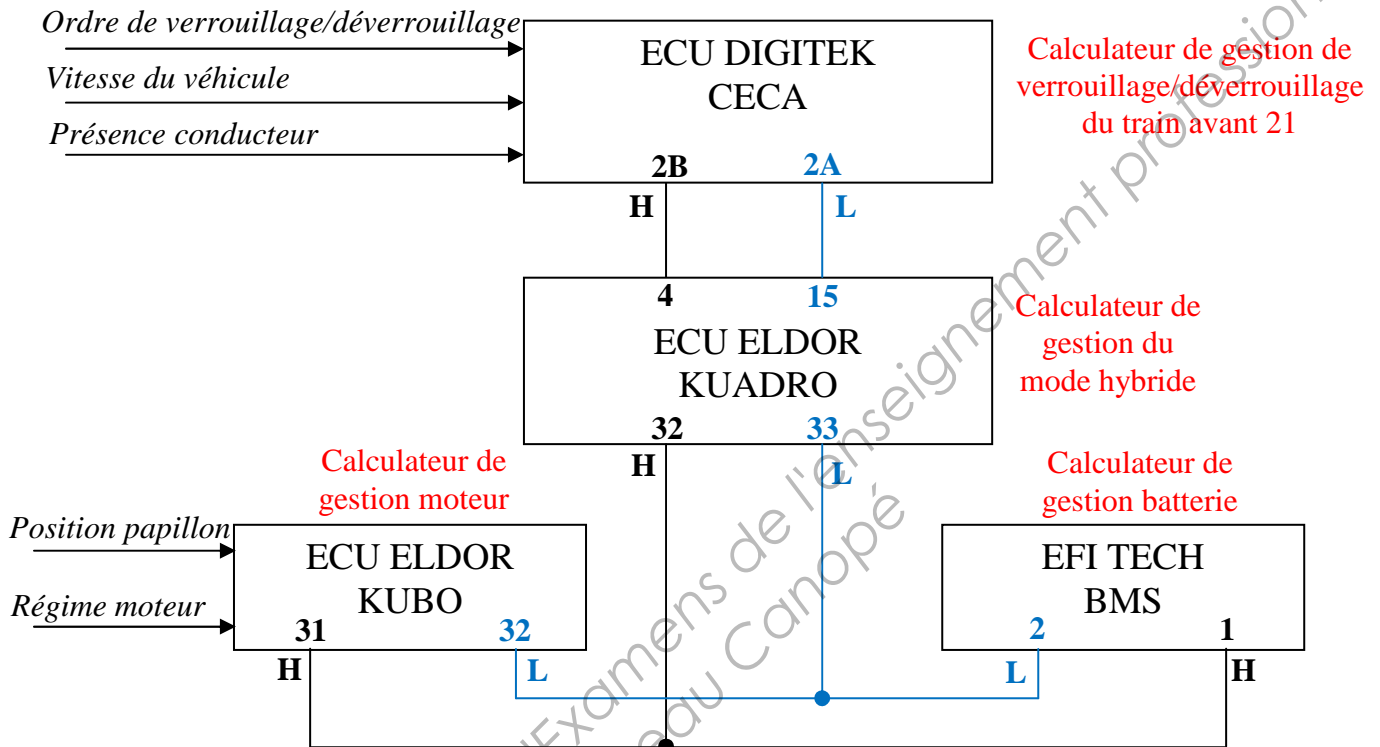
$U_B$  : la tension relevée entre une borne du moteur électrique (borne B) et la masse.



Échelles : calibres : 10 A/div et 10V/div  
base de temps : 400 ms/div

### 3. Architecture du réseau multiplexé

Le réseau multiplexé comporte 4 nœuds. Il s'agit d'une interface de communication de type CAN qui assure la communication entre les différents boîtiers de gestion. C'est par ce réseau que transitent les informations de régime moteur et de position du papillon des gaz.



#### Légende du schéma électrique

**21** calculateur de gestion de verrouillage/déverrouillage du train avant  
**22** moteur électrique de l'ensemble motoréducteur  
**23** contacteur de fin de course de l'étrier de verrouillage du quadrilatère articulé  
**24** capteur de présence du pilote  
**25** capteur de vitesse de la roue avant gauche  
**26** capteur de vitesse de la roue avant droite  
**27** bouton de commande du dispositif de verrouillage/déverrouillage du train avant  
**28** tableau de bord  
**29** relais de l'avertisseur sonore  
**30** pressostat  
**32** avertisseur sonore  
**34** bouton de l'avertisseur sonore  
**103** potentiomètre de position du groupe motoréducteur

**+AVC** : positif avant contact

**+APC** : positif après contact

**S04** : masse du cadre

**S05** : masse des capteurs

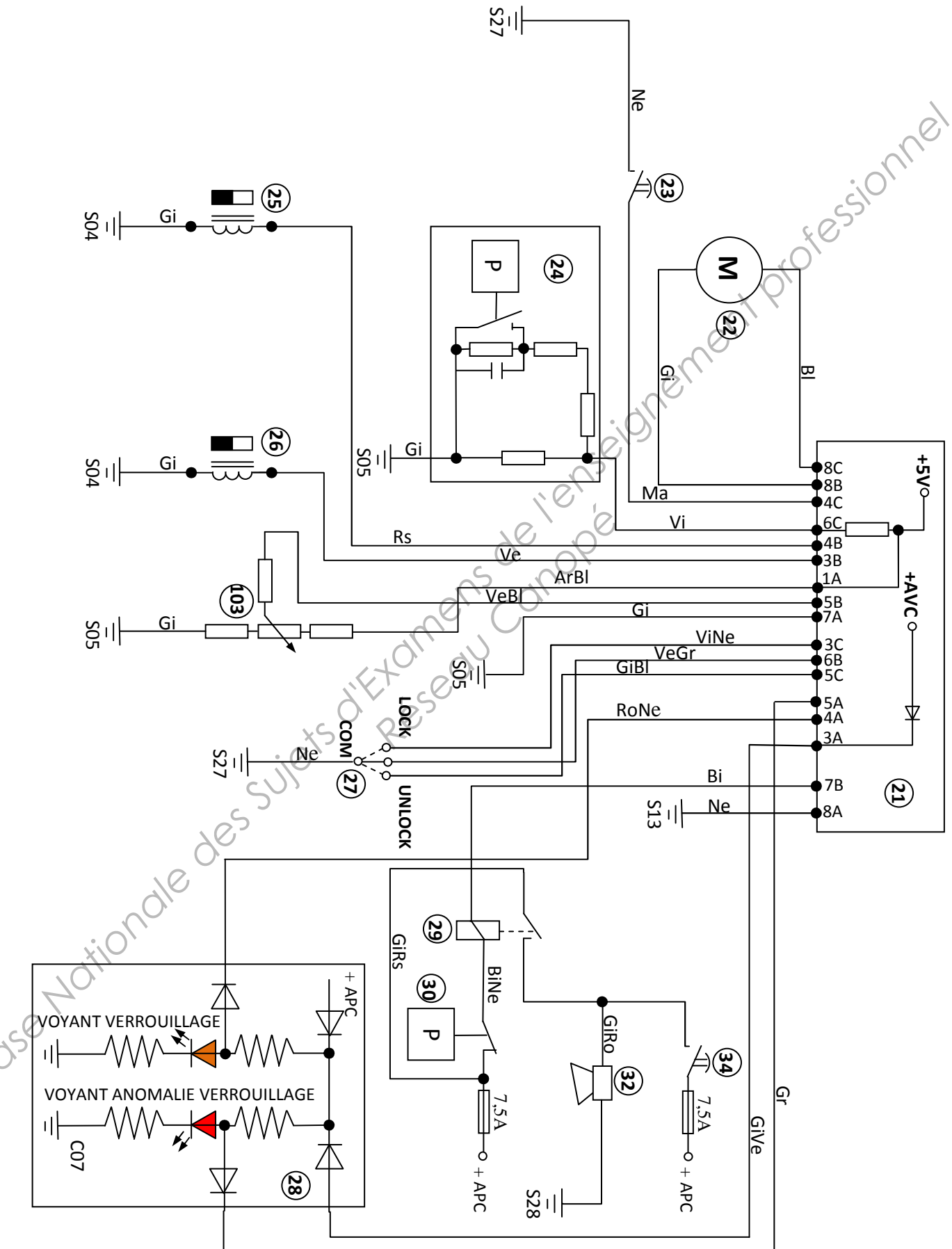
**S13** : masse du cadre

**S27** : masse du cadre

**Lock** : commande de verrouillage du train avant  
**Unlock** : commande de déverrouillage du train avant

**Com** : masse

4. Schéma électrique du calculateur de verrouillage du train avant





## 5 Fonctionnement des témoins au tableau de bord, du buzzer et de l'avertisseur sonore

### A. Témoins

Les témoins du tableau de bord permettent de visualiser l'état du système : train avant verrouillé, déverrouillé ou présentant un dysfonctionnement.

Témoin d'avertissement du verrouillage du train avant :

Le verrouillage est activé.	
Le verrouillage est activable.	
Témoin de dysfonctionnement du dispositif de verrouillage du train avant.	

	<p>Dans le cas d'une "<b>légère anomalie</b>", le témoin de dysfonctionnement clignote. Seul le déverrouillage est alors possible puis le dispositif est neutralisé.</p> <p>Dans le cas d'une "<b>grave anomalie</b>", le témoin de dysfonctionnement reste allumé. Il est alors impossible de verrouiller ou déverrouiller le système.</p>
	<p>Dans le cas d'un dysfonctionnement du système d'injection, le témoin s'allume et le système fonctionne alors en mode dégradé. Le témoin de dysfonctionnement du verrouillage de la suspension est allumé également. Selon le cas (train avant verrouillé), la commande de l'accélérateur peut alors être bloquée en position de ralenti rendant le véhicule inutilisable. Dans le cas contraire, le système Roll Lock est neutralisé et l'injection fonctionne en mode dégradé.</p>

**Remarque :**

Lorsque le contact est établi sur le véhicule et que le verrouillage est activé, le témoin de dysfonctionnement s'allume également afin de rappeler à l'utilisateur que le déverrouillage du train avant n'est réalisable qu'avec une personne assise sur la selle. Il s'éteint dès que l'utilisateur est assis. Une procédure d'atelier permet de forcer le système à se verrouiller/déverrouiller dans ce cas et une autre en cas d'**anomalie grave**.

**B. Buzzer et avertisseur sonore**

Le calculateur de gestion de verrouillage du train avant intègre un buzzer dont les fonctions sont les suivantes :

- lors de l'activation du verrouillage : le buzzer émet 1 bip sonore,
- lors du déverrouillage : le buzzer émet 2 bips sonores.

En cas d'anomalie(s) grave(s), le buzzer émet un bip continu au ralenti.

Buzzer

**Remarque :**

À l'issue du verrouillage, si la pression dans le circuit hydraulique est insuffisante, l'avertisseur sonore du véhicule est commandé.

## 6 Contrôle des capteurs

### A. Capteurs de vitesse

Ils sont placés face aux vis de fixations des disques de frein (disposition axiale).

Le passage de chaque tête de vis fait varier l'intensité du champ magnétique dans la bobine du capteur et génère une tension induite.

Chaque disque de frein est fixé par **6 vis réparties uniformément**.



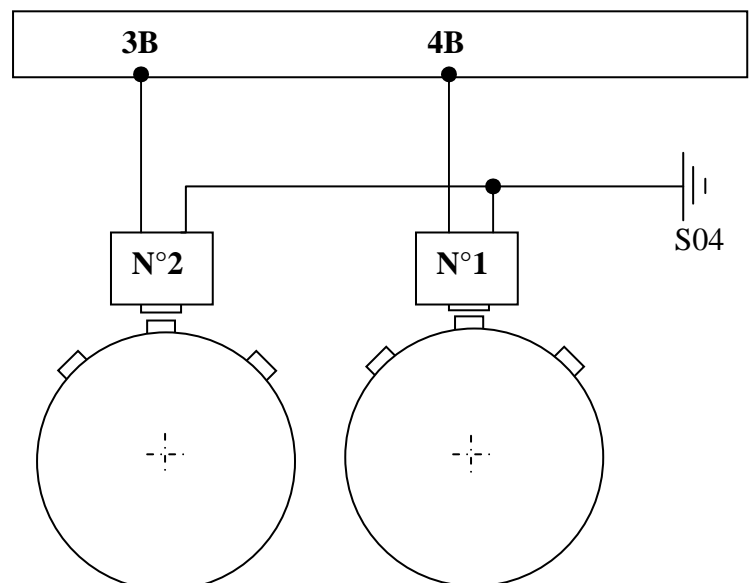
#### Contrôle à effectuer :

Contrôler la valeur de l'entrefer qui doit être comprise entre 0,35 mm et 1 mm.

Contrôler la résistance des capteurs (N°1 et N°2) aux bornes du calculateur (calculateur débranché).

La valeur doit être comprise entre 774 et 946 ohms à 20°C.

Contrôler également l'isolement des capteurs par rapport à la masse.





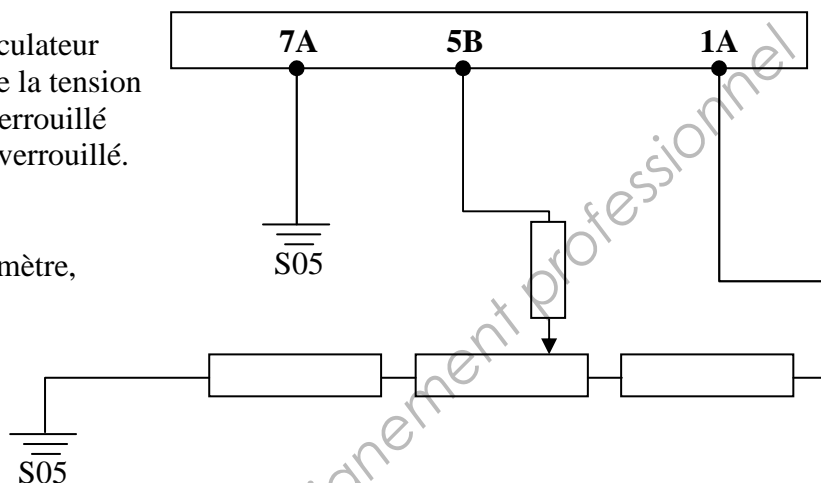
## B. Potentiomètre de position du groupe motoréducteur

### Contrôle à effectuer :

Relever la tension aux bornes du calculateur entre les voies 7A et 5B. Vérifier que la tension est de 4V lorsque le train avant est verrouillé et qu'elle passe à 1V lorsqu'il est déverrouillé.

#### Remarque :

En cas de remplacement du potentiomètre, procéder à la remise à 0 avec l'outil de diagnostic P.A.D.S PIAGGIO.

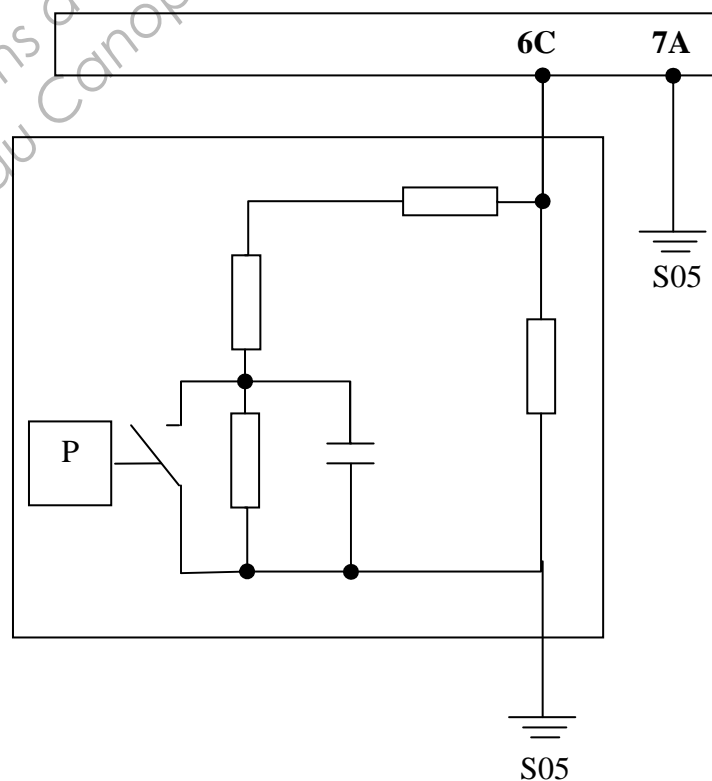


## C. Capteur de présence du pilote

### Contrôle à effectuer :

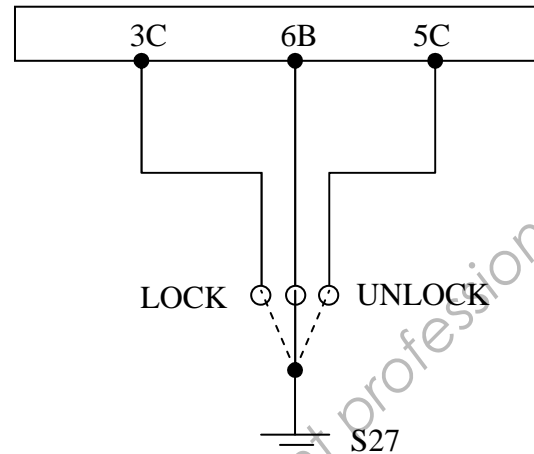
Contrôler la résistance du capteur aux bornes du calculateur (calculateur débranché).

La valeur doit être d'environ 7 k $\Omega$  sans pilote assis et environ 1,45 k $\Omega$  lorsque le pilote est assis.



### D. Bouton de commande

Contrôler la continuité du capteur aux bornes du calculateur (calculateur débranché).



Les valeurs doivent respecter le tableau suivant :

Position du bouton	Voies du connecteur	Valeurs attendues
Au repos	6B et masse S27	0Ω
Position verrouillage (Lock)	3C et masse S27	0Ω
Position déverrouillage (Unlock)	5C et masse S27	0Ω

## 7 Système d'injection

Afin de déterminer la quantité de carburant à injecter, le calculateur d'injection doit déterminer la quantité d'air admise dans le cylindre.

Cette mesure est réalisée indirectement en prenant en compte les paramètres suivants :

- la position du papillon,
- la pression de l'air admis,
- le régime moteur,
- la température de l'air admis.

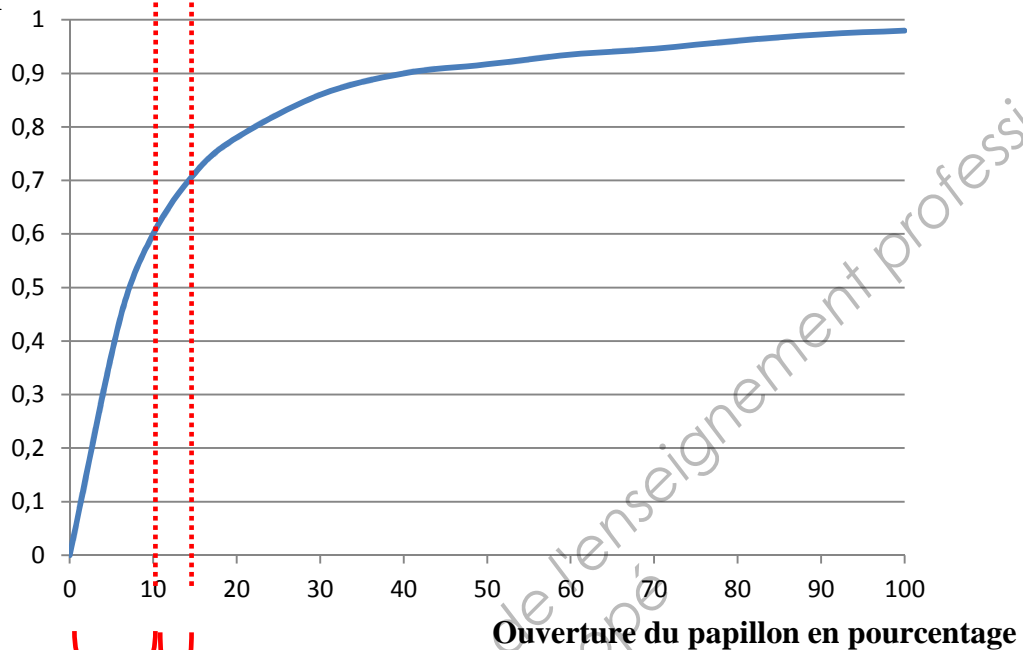
Selon les conditions de fonctionnement du moteur, l'information de la position du papillon est prépondérante sur celle de la pression d'admission.

La mesure est réalisée de la façon suivante :

- au ralenti et sur les faibles charges, le calculateur utilise la pression d'admission,
- sur les fortes charges ou charges partielles, le calculateur utilise la position du papillon.

*Évolution de la pression à l'admission du moteur du MP3 à 3000 tr.min<sup>-1</sup>*

Pression en bar



1

2

3

**Zone 1** : mesure du débit masse d'air avec le capteur de pression d'admission et de régime moteur

**Zone 2** : zone de recouvrement où la mesure du débit masse d'air est réalisée avec le capteur de pression d'admission, de position papillon des gaz et de régime moteur

**Zone 3** : mesure du débit masse d'air avec le capteur de position du papillon des gaz et de régime moteur

**Remarque** : En cas de défaut de l'un de ces paramètres, le calculateur fonctionnera en mode dégradé excepté pour le capteur de régime moteur.

## 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

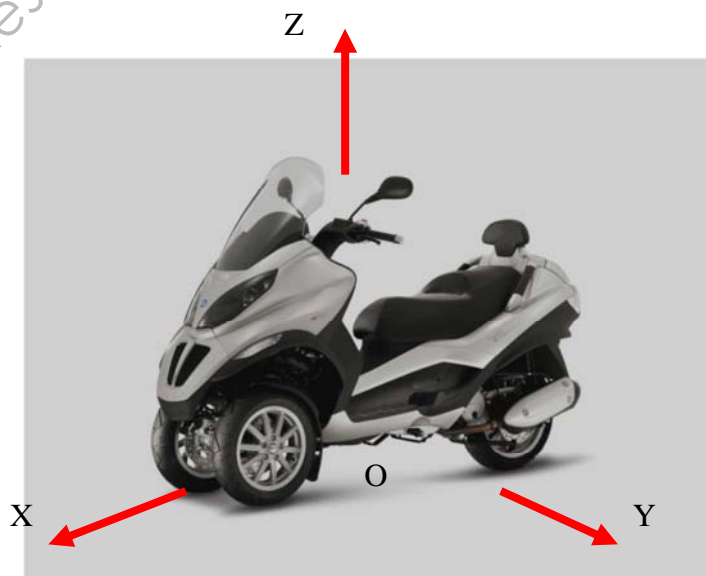
L'objectif de cette première partie est de comprendre le fonctionnement et de justifier l'utilisation du système de verrouillage/déverrouillage du train avant.

#### 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



**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.

<b>Décélération en <math>m.s^{-2}</math></b>	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0,5
<b>Temps en s</b>	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 pages **A10/17** à **A11/17**, compléter sur le dossier réponses page **C4/9**, les numéros des voies du calculateur affectées à ses entrées-sorties.

## 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 8 543 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	État
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	

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 **B3/15**).

**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.

**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**.



## 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 :

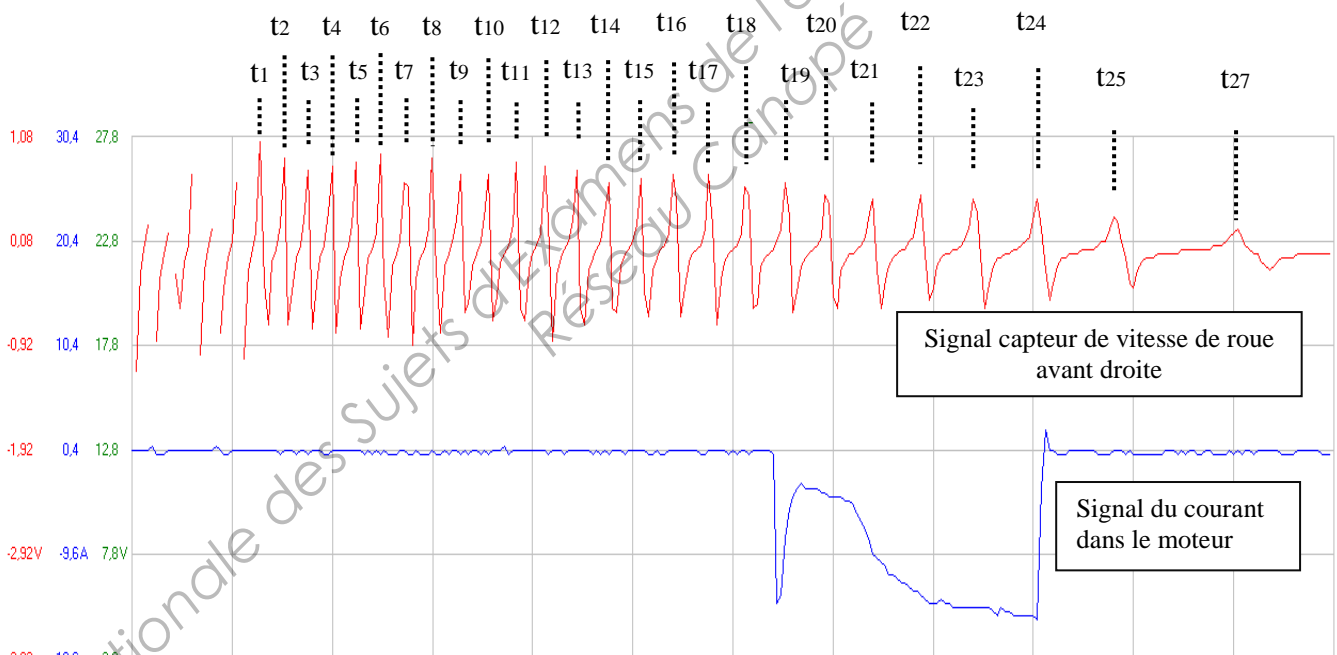
**La demande de verrouillage est émise après l'instant  $t_1$ , papillon des gaz fermé et le calculateur ne détecte aucun défaut.**

**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

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  $\omega_{2-1}$  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.

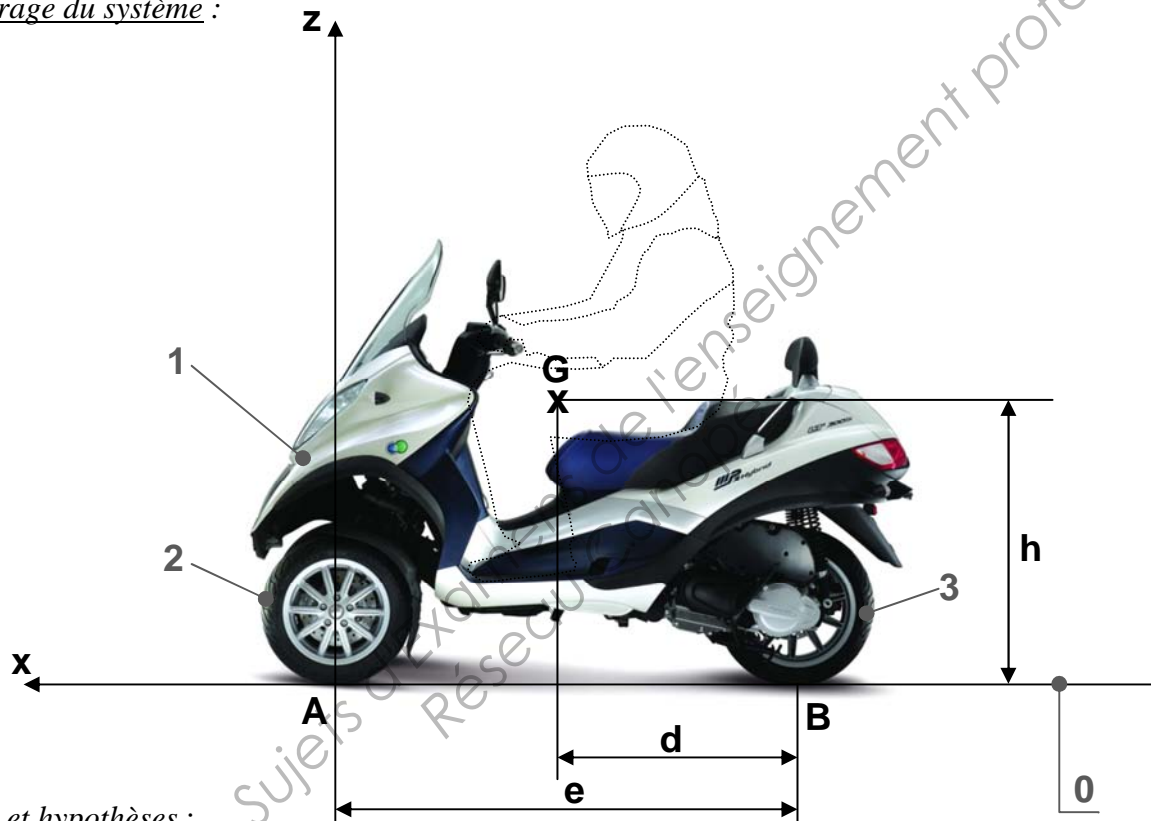
### Partie 3 - Vérification des caractéristiques et des performances du véhicule

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 :

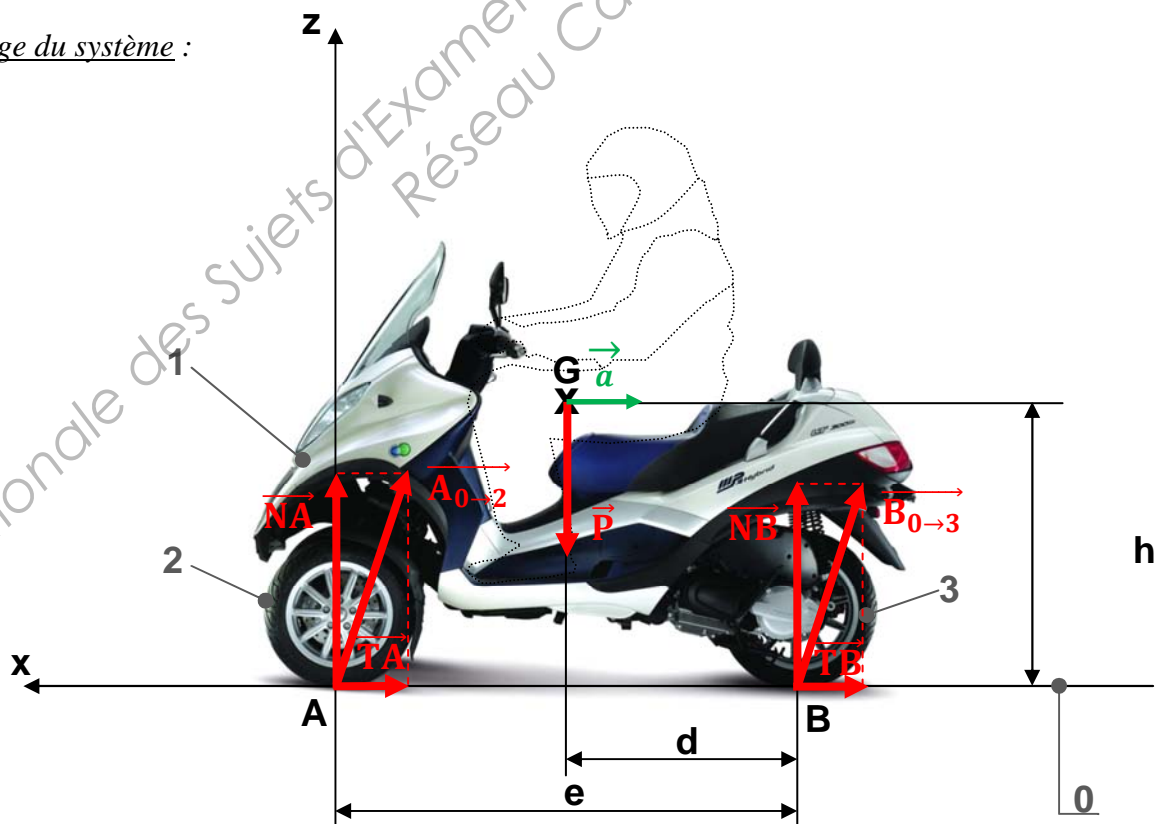
$$d = e \frac{NA}{NA + NB}$$

**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 :



On souhaite déterminer la valeur de la décélération  $\mathbf{a}$ .

Dans ces conditions, le facteur d'adhérence longitudinale  $\mu_L$  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  $\mu_L$ ,  $T_A$ , 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 :

$$\mathbf{a} = -\mu_L \cdot \mathbf{g}$$

**3-5** Faire l'application numérique et en déduire la valeur de  $\mathbf{a}$ .

## 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

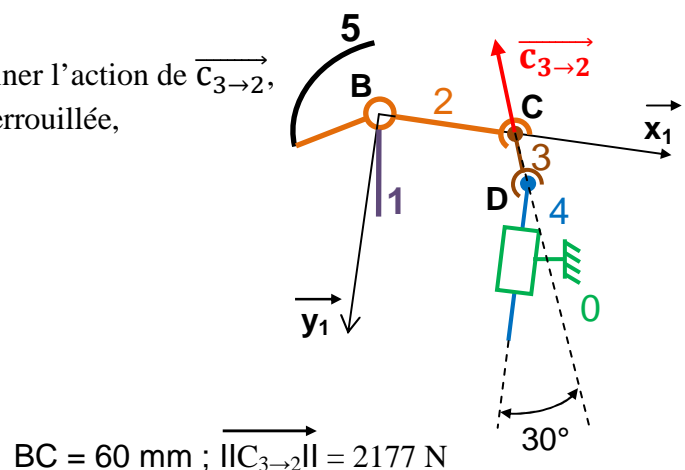
Afin de réaliser le verrouillage des suspensions (verrouillage hydraulique N°1), la pression  $p$  dans la chambre du maître-cylindre s'élève à **60 bars** (schéma B page A6/17 du dossier technique).

**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.

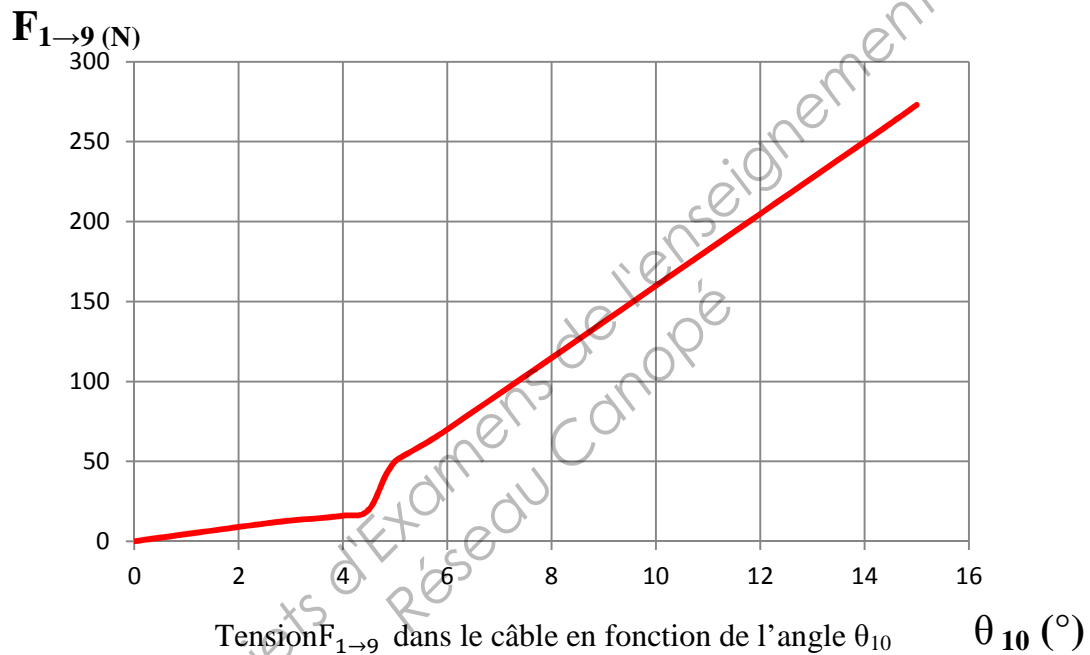


**4-2** À l'aide de la figure ci-avant et du schéma C page **A6/17**, calculer  $\|\overrightarrow{M_{B,5 \rightarrow 2}}\|$  l'intensité du moment en B que le ressort 5 doit appliquer sur la pièce 2 pour réaliser le verrouillage hydraulique (verrouillage 1).

### 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  $\theta_{10}$  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 :  $\|\overrightarrow{M_{G,9 \rightarrow 1}}\|$ .

**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  $\eta_{rv}$ . On prendra  $r = \frac{1}{1260}$ .

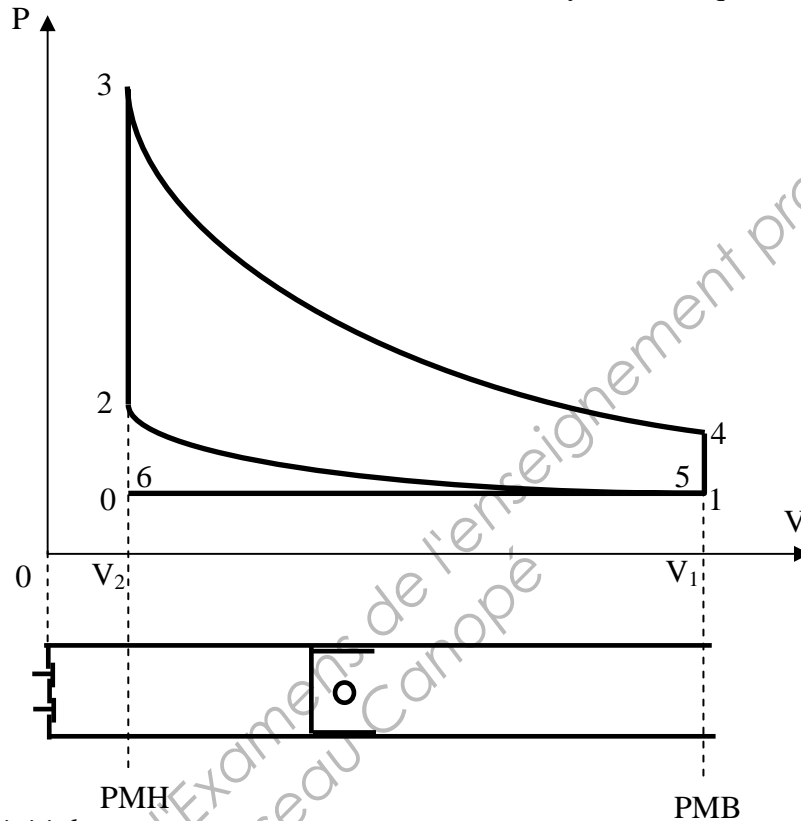
**4-8** À partir de l'extrait du cahier des charges (dossier technique page **A8/17**) et la valeur trouvée précédemment, conclure quant à la compatibilité du moteur électrique VALEO MFD 351.



**Partie 5 - Étude thermodynamique : vérification des paramètres régime moteur et position papillon**

L'objectif de cette partie est de vérifier l'incidence des paramètres régime moteur et position du papillon des gaz sur le fonctionnement du système Roll Lock et la gestion du moteur.

Le cycle thermodynamique du moteur du MP3 est semblable au cycle théorique décrit par Beau de Rochas.



Données :

Conditions initiales :

$$p_1 = 0,98 \text{ bar}$$

$$t_1 = 25 \text{ °C}$$

Caractéristiques du mélange :

$$r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} : \text{constante caractéristique}$$

$$c_p = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} : \text{capacité thermique massique à pression constante}$$

$$c_v = 713 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} : \text{capacité thermique massique à volume constant}$$

$$\gamma = 1,4 : \text{exposant isentropique}$$

$$\text{Dosage stœchiométrique : } d_{st} = 1/15,1$$

$$R = 1 : \text{richesse}$$

Caractéristique du carburant :

$$P_{ci} = 47,3 \text{ MJ/kg} : \text{pouvoir calorifique inférieur de l'essence}$$

Caractéristiques du moteur :

$$\epsilon = V_1/V_2 = 11 : \text{rapport volumétrique}$$

$$C = V_1 - V_2 = 125 \text{ cm}^3 : \text{cylindrée (mono cylindre 4 temps à injection indirecte)}$$

Hypothèses :

Le fluide gazeux (mélange air, carburant puis produits de combustion) est assimilable à un gaz parfait dont les caractéristiques seront les mêmes que celles de l'air. Toutes les évolutions sont supposées réversibles. L'étude s'effectue à 3000 tr/min.

**A. Détermination de la masse de carburant :**Admission 0-1 :

**5-1** Calculer la masse volumique du mélange  $\rho_{\text{mél}}$ .

**5-2** Exprimer et calculer la masse de mélange admise  $m_{\text{mél}}$  en fonction de la cylindrée  $C$  et de  $\rho_{\text{mél}}$ .

**5-3** Déterminer, à partir de la masse de mélange admise et du dosage stœchiométrique, la masse de carburant  $m_c$ .

**B. Étude du cycle théorique de Beau de Rochas :**

On prendra pour la suite de l'étude :

$$m_c = 8,85 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$m_T (\text{masse de mélange totale parcourant le cycle}) = 157,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

Compression isentropique 1-2 :

**5-4** Calculer les paramètres pression et température au point 2.

Combustion isochore 2-3 :

**5-5** Calculer  $Q_{2 \rightarrow 3}$ , la quantité d'énergie fournie par la combustion du carburant.  
En déduire la température et la pression de fin de combustion au point 3.

Détente isentropique 3-4 :

**5-6** Calculer les paramètres pression et température au point 4.

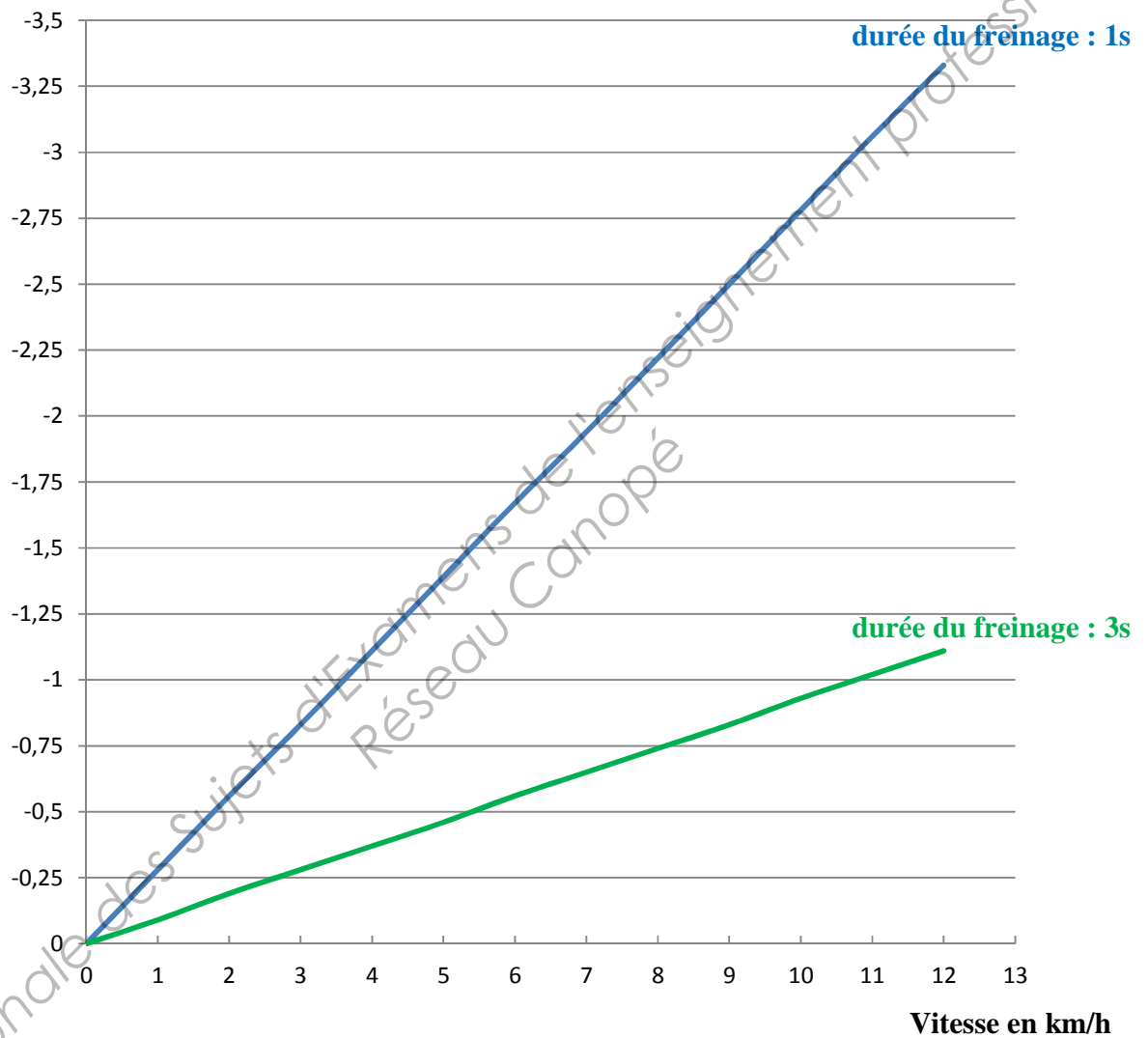
Travail du cycle  $W_{12341}$  :

**5-7** Calculer le travail du cycle.

**5-8** En déduire la puissance thermodynamique théorique.

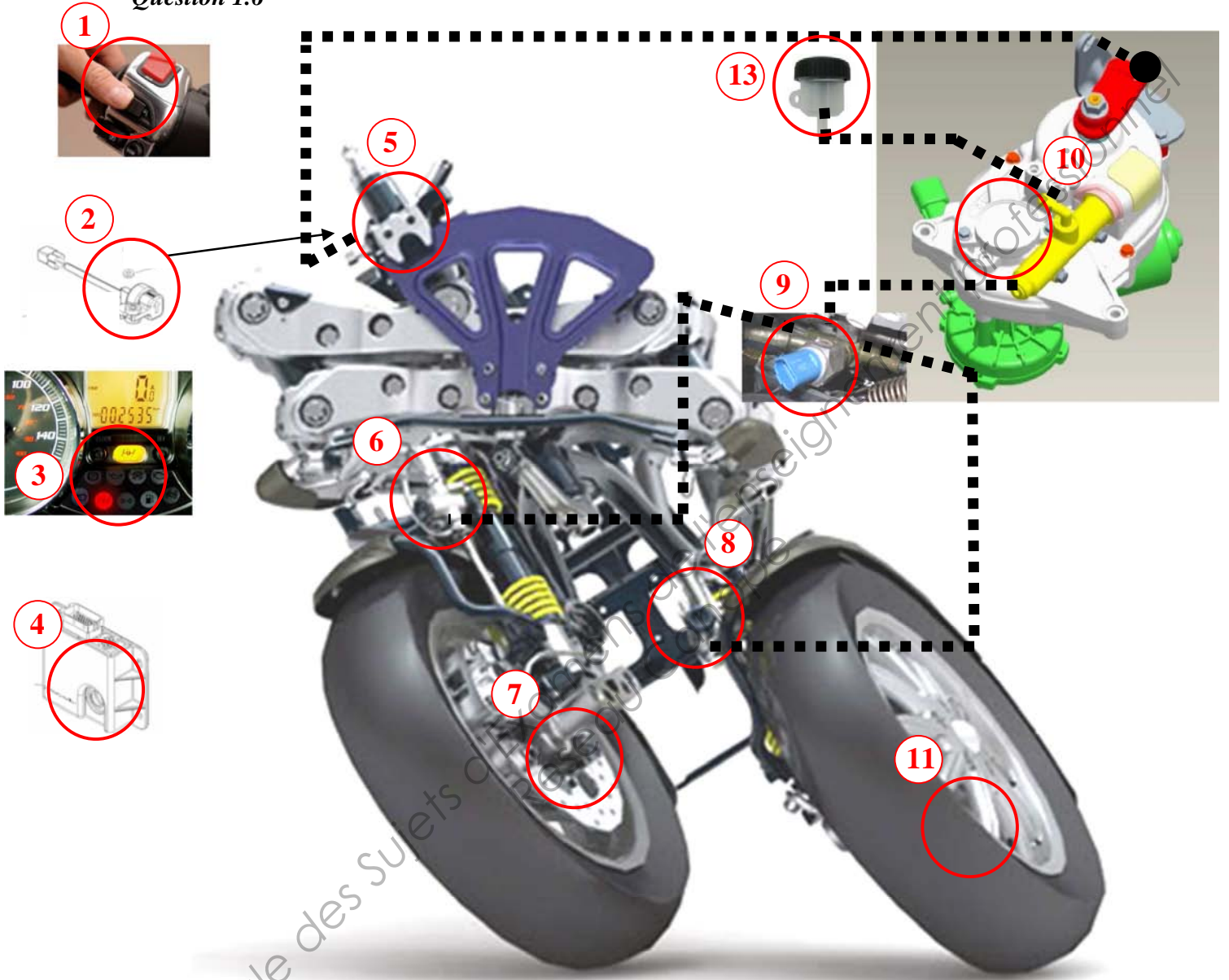
**5-9** Quelle est l'incidence sur la richesse du mélange et sur les performances du moteur si le capteur de position du papillon des gaz relève une position inférieure à la position réelle ?

**5-10** Que se passe-t-il si l'information de la position du papillon des gaz est défaillante au niveau du fonctionnement de l'injection et du dispositif Roll Lock ? Comment l'utilisateur sera-t-il informé du dysfonctionnement ?

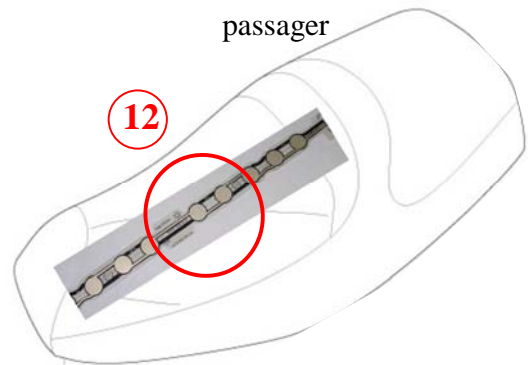
**Question 1.5 b****Décélération en  $m/s^2$** 

Évolution de la décélération en fonction de la vitesse pour 1s et 3s.

Question 1.6



Selle conducteur et passager



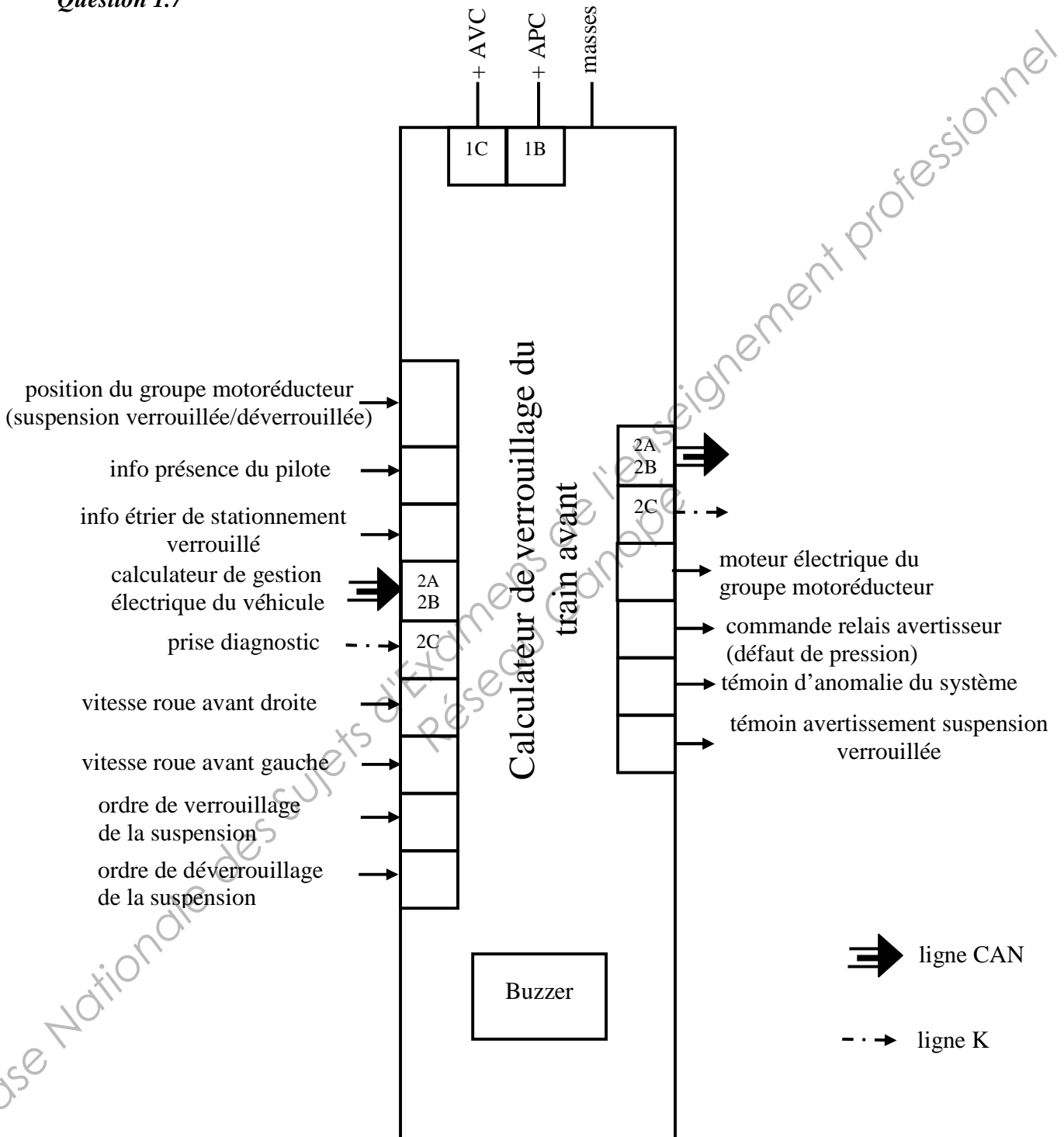
■ ■ ■ Circuit hydraulique ou mécanique

**Nomenclature de la question 1.6 à compléter**

Nomenclature du dispositif Roll Lock

<b>Repères</b>	<b>Légende des composants du dispositif Roll Lock</b>
1	Bouton de commande de verrouillage du train avant
2	Contacteur de fin de course de l'étrier de blocage du roulis
3	Témoins du système Roll Lock
4	Buzzer avertisseur de défauts
5	Étrier de blocage du roulis
6	Verrou hydraulique côté droit
7	Capteur de vitesse de la roue avant droit
8	Verrou hydraulique côté gauche
9	Pressostat
10	.....
11	Capteur de vitesse de la roue avant gauche
12	.....
13	Bocal de liquide de frein

Question 1.7



**Question 1.8**

.....

.....

.....

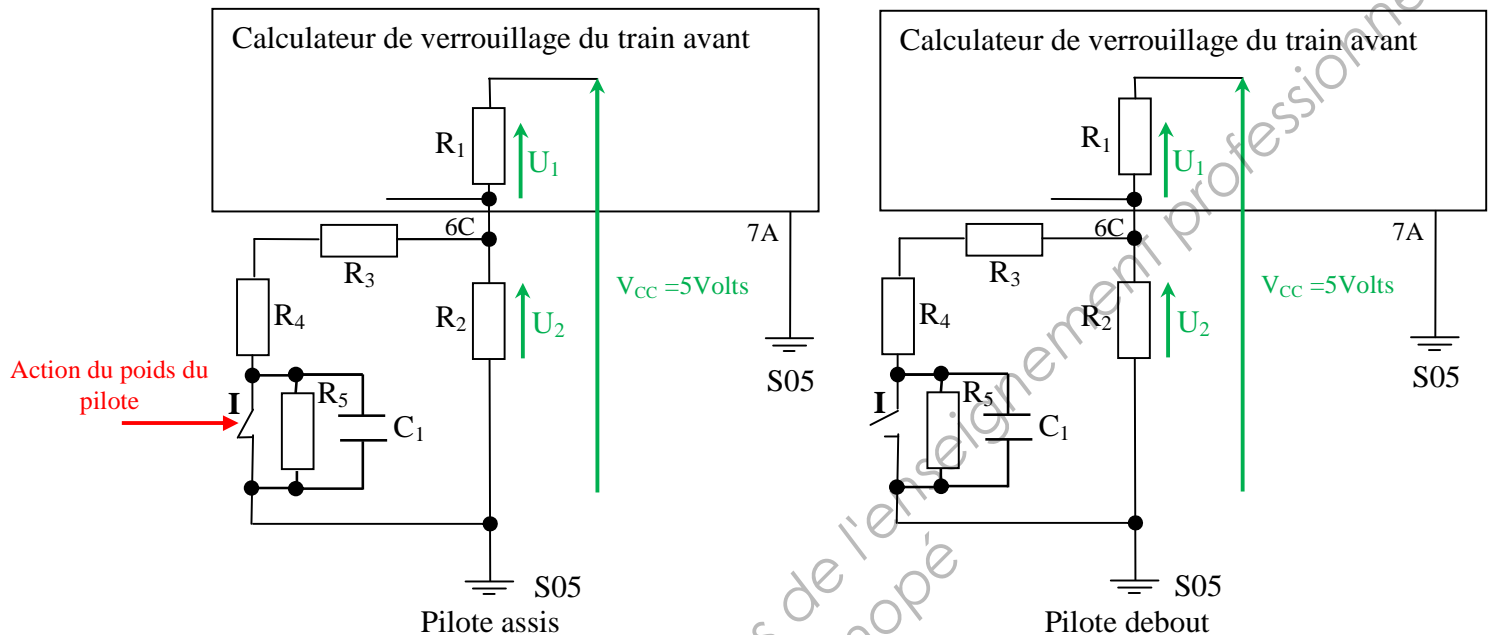
.....

.....

**Question 1.9**

<b>Fonction technique non assurée</b>	<b>Éléments à mettre en cause</b>	<b>Contrôles à effectuer</b>
Blocage du roulis impossible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>motoréducteur</b></li> <li>- <b>câble</b></li> <li>- <b>disque secteur</b></li> <li>- <b>étrier de blocage</b></li> <li>- <b>plaquettes</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>contrôler le fonctionnement en utilisant le mode atelier</b></li> <li>- <b>contrôler l'état du câble et le réglage de la tension</b></li> <li>- <b>vérifier l'état du disque et l'absence de souillure ou corps gras</b></li> <li>- <b>vérifier que le mécanisme ne soit pas grippé</b></li> <li>- <b>contrôler l'usure des plaquettes et l'absence de souillure ou corps gras</b></li> </ul>
Blocage des suspensions impossible		

## Question 1.10



$$R1 = 1,5 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 18 \text{ k}\Omega$$

$$R3 = 1,5 \text{ k}\Omega$$

$$R4 = 100 \Omega$$

$$R5 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C1 = 1\text{nF}$$

**Remarque :**  $R3$ ,  $R4$  et  $C1$  forment un dispositif anti rebonds aux bornes du contact  $I$ . lorsque le pilote est debout  $C1$  offre une résistance infiniment grande.

Détermination de la résistance équivalente entre les voies 6C et la masse S05 :

Pilote assis

$R_{eq} =$

Pilote debout

$R_{eq} = 7,05 \text{ k}\Omega$

Détermination de la tension entre les voies 6C et la masse S05:

Pilote assis

$U2 =$

Pilote debout

$U2 = 4,12\text{V}$



**Question 1.11**

Rappel : le train avant n'est pas verrouillé.

Tests	Points de mesure	Résultats relevés	Conditions de mesure	Résultats attendus
1	1A et 5B	0 V	calculateur connecté, contact établi	
2	1A et 7A	0 V	calculateur connecté, contact établi	
3	5B et 7A	0 V	calculateur connecté, contact établi	
4	6C et 7A	0 V	calculateur connecté, contact établi, pilote assis	
5	6C et 7A	0 V	Calculateur connecté, contact établi, pilote debout	

**Question 1.12**

Élément(s) à mettre en cause :

.....

.....

.....

.....

.....

Justification des codes erreur 9004, 9006 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Question 1.13**

Commentaires sur la mesure complémentaire effectuée :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Question 1.14**

Élément(s) à remplacer :

Procédure à respecter : .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Question 1.15**

.....  
.....

**Questions 1.16**

Tensions aux bornes AB du moteur

**Cas du verrouillage :**

$U_{AB} =$

**Cas du déverrouillage :**

$U_{AB} =$

**Question 2.1 et 2.3****Tableau de valeurs des graphes relevés**

Intervalle de temps	Delta t (ms)	Vitesse de rotation de la roue en rad/s	Vitesse du véhicule en km/h
t <sub>2</sub> -t <sub>1</sub>	90	$\omega_{2-1} = \dots\dots\dots$	V <sub>2-1</sub> = .....
t <sub>3</sub> -t <sub>2</sub>	100	$\omega_{3-2} = 10,47$	V <sub>3-2</sub> = 8,91
t <sub>4</sub> -t <sub>3</sub>	100	$\omega_{4-3} = 10,47$	V <sub>4-3</sub> = 8,91
t <sub>5</sub> -t <sub>4</sub>	100	$\omega_{5-4} = 10,47$	V <sub>5-4</sub> = 8,91
t <sub>6</sub> -t <sub>5</sub>	100	$\omega_{6-5} = 10,47$	V <sub>6-5</sub> = 8,91
t <sub>7</sub> -t <sub>6</sub>	100	$\omega_{7-6} = 10,47$	V <sub>7-6</sub> = 8,91
t <sub>8</sub> -t <sub>7</sub>	110	$\omega_{8-7} = 9,52$	V <sub>8-7</sub> = 8,10
t <sub>9</sub> -t <sub>8</sub>	110	$\omega_{9-8} = 9,52$	V <sub>9-8</sub> = 8,10
t <sub>10</sub> -t <sub>9</sub>	110	$\omega_{10-9} = 9,52$	V <sub>10-9</sub> = 8,10
t <sub>11</sub> -t <sub>10</sub>	120	$\omega_{11-10} = 8,73$	V <sub>11-10</sub> = 7,43
t <sub>12</sub> -t <sub>11</sub>	120	$\omega_{12-11} = 8,73$	V <sub>12-11</sub> = 7,43
t <sub>13</sub> -t <sub>12</sub>	130	$\omega_{13-12} = 8,06$	V <sub>13-12</sub> = 6,86
t <sub>14</sub> -t <sub>13</sub>	130	$\omega_{14-13} = 8,06$	V <sub>14-13</sub> = 6,86
t <sub>15</sub> -t <sub>14</sub>	130	$\omega_{15-14} = 8,06$	V <sub>15-14</sub> = 6,86
t <sub>16</sub> -t <sub>15</sub>	130	$\omega_{16-15} = 8,06$	V <sub>16-15</sub> = 6,86
t <sub>17</sub> -t <sub>16</sub>	140	$\omega_{17-16} = 7,48$	V <sub>17-16</sub> = 6,36
t <sub>18</sub> -t <sub>17</sub>	150	$\omega_{18-17} = 6,98$	V <sub>18-17</sub> = 5,94
t <sub>19</sub> -t <sub>18</sub>	160	$\omega_{19-18} = 6,54$	V <sub>19-18</sub> = 5,57
t <sub>20</sub> -t <sub>19</sub>	160	$\omega_{20-19} = 6,54$	V <sub>20-19</sub> = 5,57
t <sub>21</sub> -t <sub>20</sub>	190	$\omega_{21-20} = 5,51$	V <sub>21-20</sub> = 4,69
t <sub>22</sub> -t <sub>21</sub>	190	$\omega_{22-21} = 5,51$	V <sub>22-21</sub> = 4,69
t <sub>23</sub> -t <sub>22</sub>	210	$\omega_{23-22} = 4,99$	V <sub>23-22</sub> = 4,24
t <sub>24</sub> -t <sub>23</sub>	260	$\omega_{24-23} = 4,03$	V <sub>24-23</sub> = 3,43
t <sub>25</sub> -t <sub>24</sub>	300	$\omega_{25-24} = 3,49$	V <sub>25-24</sub> = 2,97
t <sub>26</sub> -t <sub>25</sub>	500	$\omega_{26-25} = 2,09$	V <sub>26-25</sub> = 1,78